160
8343
v.2

物質論

現實存在論

——科學的哲學基礎論——

第二部

第一部	宇宙		論
第二部	物質		論
第三部	生命		論
第四部	意識		論
第五部	精神		論
第六部	文化		論

臺灣大學哲學教授 曾霄容(天從)著

國立清華大學圖書館
103. 8. 25
LIBRARY
National Tsing Hua University

青文出版社印行

贈書

序　言

我早年對於既往與現存的哲學有所感懷，覺得哲學有重新改造的必要。其改造的根本目標在於將哲學建立爲嚴密的學問體系，而從其中儘量排除思想的因素。爲要重新奠定哲學的基礎，在三十幾年前已抱有建立「純粹現實學」的意圖。這原是以哲學作爲哲學基礎奠定的一種試圖（哲學的哲學基礎論）。在這種試圖下，祇僅發表過「現實學序說」與「眞理原理論」的兩部論著而已。由於諸種原因與理由，中斷著作多年，因此我的初期計劃至今尙未見其實現。對於此事，我始終覺得遺憾。尤其對於著作上一向寄望於我的師長親朋，更加覺得慚愧。這幾十年來委實是我潛心苦鬪、辛酸艱難的歲月。起初學習哲學，所得本空如，轉而學習科學，所得亦無幾。放棄書本的哲學已有多年，追究原本的哲學的意欲却反而有增無減。

經過長期的考慮，有關前述的兩件事項，我向來所抱持的見解漸次生起改變。第一件事是在學問與思想的峻別下，對於思想採納較爲寬容的態度。早先極力想要排除思想於哲學領域外，是有其相當理由；新近將要容納思想於哲學領域內，亦應有相當理由。容納思想同時須要通過嚴格的限制始可。卽將思想活動的範圍限定於人事界，並且以開發與顯現人性眞實（包括人性純淨化與社會合理化）爲其基本要件。思想又通稱爲虛僞的社會意識形態。我素來殊深厭惡虛僞的思想，因此反而深信眞實的思想形成的可能性與需要性。世上通行的思想大都是不淨潔的。哲學勉可容納眞實的思想，豈可隨意容納虛僞的思想。學究者尙須關懷於思想，更進而處理思想問題，這不僅是個人的悲哀與不幸，抑且是社會的一大損失。純正的學究者抱有這種萬不得已的苦衷。容納思想於哲學領域內，亦是出於不得已的措施。因此，哲學就其性質而說，則可首先分爲思想性的哲學與學問性的哲學。思

想性的哲學再分爲前科學的哲學與超學問的哲學；而學問性的哲學再分爲科學的哲學與後科學的哲學。這大致是以科學爲基準的哲學的四分法。這四種哲學的次序應爲：(1)前科學的哲學（思想性）、(2)科學的哲學（學問性）、(3)後科學的哲學（學問性）、(4)超學問的哲學（思想性）。關於這些哲學的詳細說明，讓於後來知識論的考究。現在祇指出哲學改造的兩大目標應爲：(1)在思想領域內，通過前科學的哲學而建立超學問的哲學（如能再通過學問更爲理想）；(2)在學問領域內，通過科學的哲學而建立後科學的哲學。「現實存在論」是屬於科學的哲學階段，且可成爲奠定後科學的哲學的基礎。而後科學的哲學始可成爲嚴密意義的哲學。

第二件事是爲要使哲學得到更加穩健堅實的基礎，從哲學的基礎奠定轉向於科學的基礎奠定。我認爲首先作科學的哲學基礎奠定，然後始作哲學的哲學基礎奠定，較爲妥當。這却是違反向來的知識論的慣行。我的哲學研究亦是從知識論出發的，因而對於此事應有相當清楚的瞭解。但是我早已放棄知識論主義的立場，不願再受其束縛。原先計劃的「純粹現實學」尙可說是在知識論的立場上的試圖，這可以在其所設定的六部論題（眞理原理論、眞理批判論、知識原理論、知識批判論、學問原理論、學問批判論）中得以窺見。其基調雖屬知識論，然而其中却蘊藏着存在論。假如「純粹現實學」稱爲哲學的哲學基礎論時，「現實存在論」則可稱爲科學的哲學基礎論，從前者轉向於後者亦卽是表示着從知識論轉向於存在論。這兩系列是相對應着的。「現實存在論」便是我所構想的存在論的基礎部門，存在論除「現實存在論」外，尙有超現實存在論以及存在一般論的研究部門。近年來我通常將存在論稱爲第一哲學，將知識論稱爲第二哲學。而將價值論稱爲第三哲學。我認爲哲學的研究對象不能超出這三大部門的哲學所討究的範圍。因而由於這三大部門的哲學可能構成完整的哲學體系。這不過是就其研究領域而說的完整，並非涉及其內容規定上與認知上的完整。在「純粹現實學」中尙未作完的課題，我想後來論及到知

識論時，再來予以處理。

6 「現實存在論」所要討究的對象自當是現實存在。所謂現實存在是由於物質的、生命的、意識的以及精神的四個階層的存在所構成的。物質的與生命的存在屬於實在的存在，而意識的與精神的存在屬於觀念的存在。如此，現實存在卽包括實在與觀念的兩層存在。對於物質、生命、意識以及精神的四個階層而說，「現實存在論」卽包括物質論、生命論、意識論以及精神論的四個部門。其考究的主要課題存於各層現實存在的發生起源的探究，根本構造的分析以及根本法則的定立。科學的研究對象，除形式科學（如數學與論理學）外，不能超出現實存在的範圍。物質論、生命論、意識論以及精神論各別均成立於有關科學的研究成果的基礎上。學問的目的存於事實解明與其本質究明，這兩者可統合爲事理探究。事實解明的知識體系屬於科學，而本質究明的知識體系屬於哲學。本質究明基於事實解明，因而哲學則應基於科學。學問性的哲學，尤其後科學的哲學必須通過科學始能成立。「現實存在論」所以可能成爲科學的哲學基礎論的理由亦存於此。「現實存在論」除物質論、生命論、意識論以及精神論外，尙包括宇宙論與文化論。宇宙論是爲要補充物質論，而文化論爲要補充精神論所附加的部門。尙且宇宙論的討究對象連結到先行於現實存在的超現實存在（時間、空間），而文化論的討究對象又連結到後繼於現實存在的超現實存在（數理、論理、範疇、規範）。如此看來，「現實存在論」的考究序列則應爲：(1)宇宙論、(2)物質論、(3)生命論、(4)意識論、(5)精神論、(6)文化論。文化論正介在於現實存在論與超現實存在論的中間位置，而又介在於存在論與知識論以及存在論與價值論的中間位置。宇宙論則與人生論前後相呼應，而形成通俗意義的哲學的兩端。世界觀與人生觀連關於這兩者。

如上述，凡有科學，除形式科學外，其研究對象不能超出現實存在的範圍。「現實存在論」所採取的研究資料遍及自然科學與社會科學（包括人文科學在內）的全般領域。因此，「現實存在論」亦可視

爲一種科學通論。我原先並無如此意圖，這不過是從結果看來的副產物而已。基本意圖仍在藉助科學的研究成果作爲哲學基礎奠定的實質資料，亦卽在首先以「現實存在論」（科學的哲學基礎論）代置「純粹現實學」（哲學的哲學基礎論）。這是現實學的要求所使然的。我尙未能自認早年所構想的「純粹現實學」已歸於失敗，其實祇是考究的順序有所變更而已。哲學須要基礎奠定，科學亦然。科學的基礎奠定原屬於哲學應作的一項課題，向來是歸屬於知識論的一部門。以科學奠定哲學的基礎（實質側面），反而以哲學奠定科學的基礎（形式側面），如此雖形成循環論法，但却是具有發展性的，哲學所難以避開的途徑。這十幾年來我所行進的途徑似乎是哲學與科學的中途。「現實存在論」便是在其中途所產生的微小的成果。許多重大的哲學問題蘊藏於其中，但我却儘量避開作直接深入的討究。因此招致科學成份遠勝過哲學成份的結果。固執向來陳舊哲學的人或許是看不慣的，或者看不順眼的。期望後繼的新進學者將我所開拓的途徑不斷再予以擴充，而將所得微小的種仔繼續培育壯大，使哲學成爲名符其實的哲學。這種試圖如果不告成功，哲學則可宣告終焉。

現今世界上正在喧囂着科學研究的開展與科學知識的普及，其鼓吹科學的動因是否純正，值得深省。衷心宣揚科學而且精通於科學的人，究竟又有多少。我絕非想要盲目追從或迎合時流。科學並非全知全能，又非絕對確實，其所預料的根本前提與其理論構成的框架尙存有疑義。哲學尤其形上學具有語言的魔術，用以迷惑人。科學尤其理論物理學亦會驅使數式的魔術，用以蒙蔽人。現代物理學的理論中帶有相當程度的形上學的性格。所以接納科學亦須要批判的態度。現今文化人或知識人雖多聞博識，然却大都缺乏系統整理與原理追究的精神。對於如此情態，「現實存在論」以及其後續的哲學體系的建立，聊期有所寄與。科學的分化與發展固屬重要，其統合更加緊要。對於諸科學的統合以及哲學與科學的統合，「現實存在論」亦期有所寄與。

「現實存在論」六部著作現已告完結。其中第一部宇宙論與第二部物質論業已出版過。茲再將其第三部生命論付梓。期望後續三部亦能順適問世。繼「現實存在論」後即將續出「超現實存在論」的四部著作。這幾十年來，在苦難生活中使我能夠繼續從事學究工作，應該感謝內子曾葉瓊玉夫人，伊負起家務世事的重擔，勉力幫助維持生計。我生有三見、三昧、三幸、三願。其三幸與三願之中，伊各佔其一份。

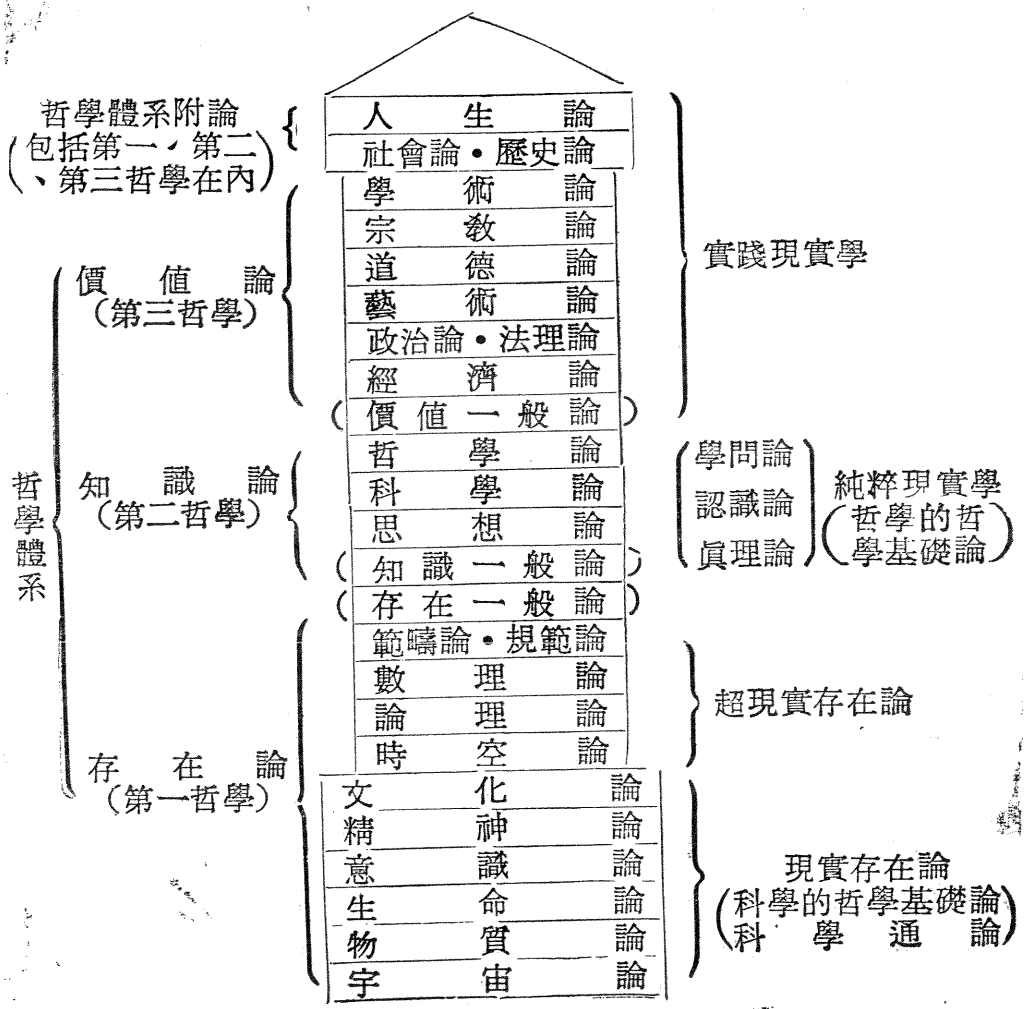
本書承蒙青文出版社諸位先生的快諾接受而得以刊行，對其厚情與慷慨，謹此由衷表示深謝。同時本書又承蒙國家長期科學發展委員會的協助，謹並致以誌謝。

曾　天　從
（霄容）

〔附記〕：哲學史上，在有關科學內容方面與「現實存在論」幾相類同的有A. Comte 與 H. Spencer 的兩家哲學。但是類似中却有如下的差異。第一，其兩家哲學是依照諸科學的次序編列所構成的。「現實存在論」却是依據現實存在的四大階層的逐次考究，而在這些考究中除運用各種有關部門的科學的研究成果之外，更附加上科學未曾處理過的幾種哲學問題的考究所構成的。即是前者側重於科學的綜合，而後者側重於現實存在全般領域的貫通。第二，其兩家哲學認爲科學知識的綜合則可組成哲學體系，因而自認其哲學本身亦則可成立爲哲學體系。然而「現實存在論」雖可屬於哲學體系的基礎奠定的部門，但決非即相等於哲學體系。第三，其兩家哲學通稱爲實證哲學。對之，「現實存在論」（科學的哲學基礎論）與「純粹現實學」（哲學的哲學基礎論）因均着重於現實性，故此兩種哲學基礎論的綜合亦可稱爲現實哲學。現實概念較之實證概念更爲客觀的且基本的，因爲前者屬於存在概念，而後者屬於認知概念。第四，其兩家哲學對於傳統形上學的批評尚存有不徹底與曖昧的痕跡。「現實存在論」不僅能以超克傳統形上學，且又能以建立新種形上學（唯能論）。所以將

「現實存在論」編入於哲學體系的基本部門的主要理由，則存於此。茲爲要使「現實存在論」在哲學體系中所佔有的位置一目瞭然的起見，下列附表以明示之。

〔現實存在論與哲學體系的關係圖表〕（由下而上）



物質論要旨

現實存在着的物質，其種類無論如何雜多，其構造內容無論如何複雜，究竟可能分解到分子、原子以及基子這三個階層的基本單位。換言之，凡有物質都是由於分子、原子以及基子這些單位粒子所構成的。而且分子是由於原子，原子是由於基子所構成的。其次，出現於物質界的龐雜多種的諸性質的生成原因，究竟是存於其所由構成的三大階層的單位粒子的各種特性以及其互相間的各種結合方式等的作用過程。換言之，自然諸現象或諸種物體所呈現出的各種性質，便是這些單位粒子所具有的特性以及其間的互相作用的鉅視的反映。

大致說來，基子之所以構成原子，原子之所以構成分子是表示着其不安定狀態漸次趨向於安定狀態的自然傾性的途徑。而隨伴着如此途徑，低位階層的因素可能產生高位階層的因素，但是在高位階層所出現的新生因素却再不能直接還元於低位階層的原本因素。自然傾性雖然指示趨向於安定狀態，但終究却不能達成其目的，不僅如此，往後還要演成現實世界的一場大悲劇。就是物質界中從無機物發展到有機物，從有機物再發展到生命界，再從生命界層次地發展到意識界以及精神界，隨伴着現實世界的如此發展，悲劇亦就要層次地顯現出激烈而且深刻的展開。

現實存在着的基子、原子、分子祇是可能存在的基子、原子、分子的特殊的存在形態。因而現實世界亦祇是可能世界的一特殊的存在形態。並且現實世界又可能包括正負相反的兩種世界。正世界的正物質是由於正基子、正原子、正分子這三個階層的因素所構成的。相反地，負世界的負物質是由於負基子、負原子、負分子這三個階層的因素所構成的。祇就正世界而說，假如構成原子的基子的種類與結合方

式有所改變時，其所生成的原子的種類與特性亦要發生改變。同樣地，假如構成分子的原子的種類與結合方式有所變換時，其所形成的分子的種類與特性亦就要生起變換，終究可能顯現出現實世界的一大改觀。

出版者的話

這一本書的範圍，包括國立臺灣大學教授曾霄容先生的巨著「現實存在論——科學的哲學基礎論」的第二部「物質論」的全文。由於著者的指定，本社於五十六年四月先把第二部印行，然後陸續出版第一部「宇宙論」及第三部「生命論」。五十八年二月正在編排第四部「意識論」時，第二部「物質論」已售完，欲再版時，著者又將五年來研究所得，補述了十三萬言，本社特一併刊印爲「增補版」，以饗讀者。

曾教授的哲學，從N．哈爾特曼（N. Hartmann）的存在論、E．佛瑟爾（E. Husserl）的現象學而出發，一方面又從科學家W．歐斯瓦爾特（W. Ostwald）的唯能論得到暗示，在形而上學的領域上達到了他的唯能論的體系。曾教授的唯能論，廣泛的吸收並檢討現代自然科學和人文科學的成果，而從認識論的觀點加以批判，進而來嘗試重建一個哲學體系。因爲他在本書中對現代科學全部的範圍作了概述和批判，所以把本書當作科學通論來讀，也具有很高的價值。一方面他又把過去的哲學研究所有的對象與方法，也都加以批判和整理，因此讀者一翻本書，宛如看到了一份對舊來的哲學的總決算書。如果當作哲學通論來讀，這一本書是應該得到更高的評價的。

舊來的哲學，關於物質的根源的問題，從形而上學的立場來看，有唯心論與唯物論的區別；從知識論的立場來看，則有觀念論與實在論的對立。而曾教授的這一本書，一面排除了唯心論、觀念論的神秘性；一面又批判了唯物論的粗雜性和實在論的不完全性，而展開並建立了獨到的唯能論的體系。

曾教授所意圖建立的哲學體系，由存在論、知識論、價值論等三

大部份而構成。這樣壯大的體系，足以與亞里斯多德、黑格爾、孔德、斯賓塞等量齊觀，讀者一開卷必定會爲他的雄渾的視界而驚喜不已。最近的哲學界，人人都爭先恐後的去研究極微極細的特殊問題，却很少有人來建立有統一性與發展性的體系。在此情勢之下，本書至少具有提醒並警告哲學界重新建立哲學體系的作用，這就是本書在哲學理論上最大的貢獻。舊來的哲學，往往把學問性與思想性混淆不清，本書針對着這一點下了最嚴密的批判，並極力强調哲學必須具備學問性與發展性，而對哲學今後的進路指示了一個方向。以上幾點都是全書中最精彩的部份。

作爲馬克思主義批判的一部最良好的參考文獻，本社特將此書推薦與學界人士，尤其歡迎一般青年學生的精讀與研究。

青文出版社　謹識

民國五十八年三月

目　次

序　言

物質論要旨

出版者的話

第一章　物質觀之歷史的發展

Ⅰ、原始人類的物質觀……1

Ⅱ、古代希臘自然哲學的物質觀……2

Ⅲ、古代末期及中世期的物質觀……5

Ⅲ、近世期的物質觀……8

Ⅴ、近代期的物質觀……10

Ⅵ、現代的物質觀……18

第二章　物質概念與物質的基本種類

Ⅰ、物質概念……27

Ⅱ、物質的基本種類……28

Ⅲ、物質的根本問題……31

第三章　物質的根本構造(物質的微細構造)

第一節　基子論……33

Ⅰ、基子的種類……34

Ⅱ、基子的蛻變……36

Ⅲ、正粒子與反粒子……40

Ⅲ、基子的創生……43

Ⅴ、總結與問題……44

第二節　原子論……53

Ⅰ、序說……53

(1)原子的意義……53

(2)原子的根本構造……54
(3)原子的種類……55
(4)原子的成因問題……56
(5)原子的安定性問題……57
Ⅱ、原子殼……58
(1)原子殼的根本構造……58
(2)電子配置與元素週期……62
(3)發光機構與分光系……64
(4)電子雲的分佈狀態……65
Ⅲ、原子核……63
(1)原子核的根本構造……63
(2)原子核的蛻變……72
(3)原子核反應……77
(4)原子核內部構造的理論……81
第三節　分子論……83
Ⅰ、序說……83
(1)分子的意義……83
(2)分子的成因與構造問題……86
(3)分子的主要種類……86
Ⅱ、分子的構成與化學結合……89
(1)離子結合……91
(2)共有結合……92
(3)金屬結合……94
(4)配位結合……95
(5)氫結合……95
(6)分子力結合……96
Ⅲ、分子構成的理論……99
(1)原子價結合法……101

(2)分子軌道法…… 104
(3)原子價結合法與分子軌道法的異同…… 108
Ⅲ、分子構造的變化…… 109
(1)分子的化學變化…… 110
(2)化學變化的種類…… 111
第四節　總觀與問題…… 114
Ⅰ、基子階層…… 114
Ⅱ、原子階層…… 116
Ⅲ、分子階層…… 118
第四章　物質的根本性質
Ⅰ、基子論與物性論的成立…… 121
Ⅱ、物質的存在狀態…… 125
Ⅲ、物質的特質性狀…… 129
Ⅲ、物質的狀態變化（自超低溫至極超高溫）…… 134
Ⅴ、結晶構造與無機化合物…… 137
Ⅵ、固體的性質與金屬的特性…… 141
Ⅶ、强磁性體與半電導體…… 144
Ⅷ、有機化合物與高分子物質…… 150
第五章　物質的發生起源
Ⅰ、科學的物質創生說…… 161
(1)基子論的物質創生說…… 163
(2)定常宇宙論的物質創生說…… 177
Ⅱ、唯能論的物質起源論…… 180
(1)原儲能的假說…… 189
(2)問題的檢討…… 199
第六章　附說
Ⅰ、基子的種類、特性及其互相作用…… 225
Ⅱ、基子的統一理論…… 252

Ⅲ、量子論、量子力學以及「場」的量子論…… 267
Ⅲ、基子論、物性論以及量子化學…… 286
Ⅴ、物質的發展與物理學的世界觀…… 299
Ⅵ、物質問題與實體問題…… 318

第一章　物質觀之歷史的發展

I　原始人類的物質觀

人類出現於地球上的年代通常被推定大約在50～60萬年前（新近的推算延至大約175萬年前）。原始人類社會的成立是由於使用器具的勞動所促成的。人類的神經機能與調整神經機能的中樞機關的腦髓，都是透過使用器具的勞動過程而漸次發達起來的。就是將勞動生產技術作媒介，人類始能成爲人類而形成人類社會。而人類最初所使用的器具與技術，大約有兩種。第一種是石器的製造與使用，這是對於物體的加工技術，因而可以說是屬於物理的技術。第二種是火的發現與使用，主要地是使用於燃燒、採暖以及食物的加工，這可以算是屬於化學的技術。依靠這兩種技術的時期大約有50萬年間，這大致是相當於舊石器時代。新石器時代大約是開始於8000～10000年前，在此時期農業技術（穀用植物的栽培與家畜飼養）在中央亞洲地區被發明，這是次於上舉的兩種技術的第三種偉大的技術，並且是對於人類社會的發展給以決定性的影響的生產技術，這可以說是屬於生物的技術。人類可以說是由於這些物理的、化學的、生物的三大技術而建立其文化（包括文明）的基礎。其後再由於農業技術的分業發達以及侵略戰爭等行爲的結果而產生政治社會。政治社會的最初形態的奴隸制度被確立的時期大約是在5000年前。而農業技術的發達再引起種種的小手工業技術，例如車船製造，紡織工作等的力學的技術及窯業，冶金等的化學的技術。

處於這樣的原始社會以及古代社會的人類對於物質界，嚴格地說對於自然界所抱有的看法（自然觀），概略說來帶有物活觀、物靈觀、物神觀以及目的觀等的根本特徵。就是認爲凡有自然物（物質或物

體）都具有生命或靈魂的活動，一切自然現象的變化（物質或物體的物理的化學的變化）帶有合目的的行動意義。自然物的變動與作用乃是依據合目的的意識觀念，甚至於依據神靈或神明的意志而生起的。

Ⅱ 古代希臘自然哲學的物質觀

將要開始敍述自古代希臘哲學至現代科學的物質觀以前，預先提出下列幾項問題來作爲以下論述的引導。

(1)龐雜多種的物體，千變萬化的自然現象是否由於某種根源的物質（元素）所構成或所生起的。假如如此時，那麼根源物質的種類究竟是單一的或者是雜多的呢。再說，根源物質是不變的（不生不滅的、永恒的），或者是可能變化、轉變的呢。

(2)假如根源物質是多種時，那麼各種根源物質（元素）間存有何種互相作用；其互相作用以及互相轉化的情形如何。

(3)物質元素中是否尙具有其內部槪造。假如尙有內部構造時，那麼，其內部槪造的內容如何。將這三組問題作中心，以下逐次對於各時代的物質觀加以簡略的考察。

希臘民族本來是從中央亞洲地區移住到希臘本土，而攝取鄰近諸民族的文化，在 B.C.1000年前已具有相當强大的勢力，後來建立了依存於奴隸勞動的自由民的都市國家。因依靠奴隸勞動作生活的緣故，獲得可能專念於學藝工作的餘暇與精神的自由的上層市民，對於生產技術的發展雖無何顯著的貢獻，但是在學術、藝術、文學等方面却創立了偉大的業績。尤其在小亞洲沿岸的希臘殖民地 Ionia 地域創立希臘古代自然哲學。這種哲學主要地考究萬物的根源（Archē）問題，就是萬物所由發生的「原質」問題。關於萬物生成的根源物質的「原質」，Thales (B.C. 625～545) 認爲就是水，Anaximandros (B.C. 611～547) 認爲是 to Apeiron （分量上無限定，性質上無規定的無限者），在此無限者內由於某種動因發生冷與熱，乾與濕的對

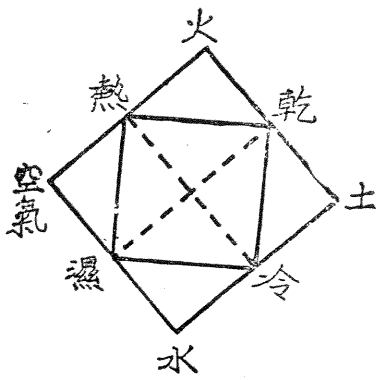
立現象，再由於此對立的互相作用逐次地生成萬物。將這樣抽象的無限者再加以具體化的 Anaximenes (B.C. 588～528) 認爲原質就是空氣，由於空氣的稀薄化與濃厚化而產生萬物。便是空氣本身稀薄化時，就成爲火，濃厚化時，就成爲液體（水），更加濃厚化時，就成爲固體（土）。後來，Herakleitos (B.C. 544～488) 將原質認爲火而主張神聖的而充滿靈氣的原火在無始無終的循環過程中，向下運行時，就成爲空氣、水、土，而且土再向上運行時，又要變成水、空氣、火。經過無限的時間，全宇宙再度回復於萬物生成起源的原始火，然後重新創成新宇宙。而宇宙的輪廻是永遠的。上述的諸學說是屬於前期自然哲學，而抱有單元論的見解並且還不能完全脫離物活觀、物靈觀、物神觀的原始思想。

後期自然哲學持有多元的見解而逐漸離開物活觀等的原始思想，最後發展到原子論。Empedokles (B.C. 493～433) 提倡萬物所由生成的根源物質有四種，就是水、空氣、火、土這四種原素 (Rhizomata)，而將四原素各別比擬於物體的固體（土），液體（水），氣體（空氣）的三種狀態以及使液體變成爲氣體的力（火）。四原素是由於愛憎這兩種力依照機械的混合（結合）與分離而產生萬物。而萬物的雜多性質的差別是依據四原素的在混合上的分量的差別。原素間相結合的分量的差異乃是雜多物體的性質的差異的原因（近代科學的見解的一先驅思想）。而且原素本身是究極而不生不變不滅的。其次，Anaxagoras (B.C. 499～428) 主張一切物體中存有無數的種子 (Spermata)。種子是指謂構成物質的根源因素的微細粒子，其種類是無限多種的。就是說，有多少種物體，亦就有多少種「種子」。某種物體與他種物體的差異以及某一種物體變成另一種物體是依據各種物體中所具有的某種「種子」的分量上的顯著的增加或優位。帶有微細粒子意義的種子概念再通過根本的修正後，可能轉化作「原子」(Atoma, Atomoi) 概念。原子論是由於 Leukippos (B.C. ?～440) 所創始而由於 Demokritos (B.C. 460～370) 所大成的。

原子論可以說是西洋哲學史上最合理的而且對於近代科學可能作爲指導原理的優秀學說。其根本見解如下：(1)現實世界是成立於不可分割的而具有實質的「原子」與空虛的「空間」。原子便是構成萬物之究極的微粒子。而原子間祇有分量上的差異（形狀、大小、空間上的位置），並無性質上的差異。原子的不可分割性是因由於其帶有極度的堅固性。而且原子的數目是無限多，而又在無限的空間中作不斷的自己運動（運動的自發性）。(2)萬物的生成變化消滅是依據諸原子的結合（集合）與分離（離散）。而原子本身却是不生不變不滅的。從無（非存在）中不能產生有（存在），有亦不能消滅於無。(3)一切自然現象的本性因爲是依據諸原子的機械的運動，所以其生起是帶有必然性的。所謂偶然的現象發生在自然界是不能存立的。如此，一切自然現象的變化都要歸屬於諸原子的結合分離關係，而在自然現象的變化中諸原子本身仍然保持不變性的假說是由近代科學（尤其是化學）所繼承而成立現代化學的基本法則（質量保存的法則，定比例的法則，倍數比例的法則）。

上述的自然哲學是屬於 Olympus 系統（具有唯物論的傾向）。屬於與此系統相對立的 Orpheus 系統（具有唯心論的傾向）的思想家 Platon 與 Aristoteles 對於自然哲學者的學說都加上特殊的解釋。Platon (B. C. 427～347) 將 Empedokles 的四原素說給以幾何學的改釋。認爲四原質是由於幾種正多面體（正四面體、正六面體、正八面體、正十二面體）所形成的，而各種面體都可能分解作基本的三角形，因而某種正多面體可能改變作另種正多面體，因此某種原素亦就可能轉變作另種原素。這種見解是要將原素解消於幾何學的圖形這樣的實在物的觀念化的一種試圖。四原素的互相轉化的假說再由 Aristoteles (B.C. 384～322) 所繼承的。物質具有由感覺所可能認知的乾、濕、冷、熱這四種基本性質。四種性質中任意選取兩種而作可能配置就成立六種組合。其中除開乾一濕，冷一熱這兩種無意義的組合外，剩餘乾—熱，熱—濕，濕—冷，冷—乾的四種組合。而這四

種組合各別相對應於火、空氣、水、土的四原素。四原素並不是物質的基本種類，而祇不過是物質的基本性質的偶然的擔荷體而已。物質是擔荷這些性質始能現出其形體的。而且諸原素間的互相轉化是由於四種基本性質的組合上的變化所引起的。例如冷—濕所組成的水加以熱時，就可能轉變作熱—濕所組成的空氣。由此可以推知，基本性質並不是與某特定的物質作不可分離的結合，而是由於某種作用可能被喚起，又可能被除掉。四種基本性質究竟是比四種原素更爲根本的，換言之，後者的生成是根據前者。這樣的見解便是將原素歸屬於感覺性質這種實在物（客觀）的感覺化（主觀化）的一種試圖。這可以說是屬於主觀的觀念論的現代實證論的先驅思想。



上述的原子論後來再由於 Epikuros （B. C. 342～270），Asklepiades（紀元前一、二世紀），Lucretius（B.C. 96～52）等人所繼承而更加發展。其中 Asklepiades 假定有由於原子的集合所生成的小粒子的存在，這可以視爲「分子」概念的最初的出現。

Ⅲ 古代末期及中世期的物質觀

紀元前第四世紀末期，Alexandros 大王在 Alexandria 都市所建設的學藝院（Museion）成爲希臘學術以後的古代學術研究的中心地。Alexandria 自然科學的特質是在由於希臘哲學的抽象的思辨與埃及、巴比倫的實際的技術的結合而成立的實驗的方法。Archimedes（B.C. 287～222）便是其代表者。所謂鍊金術（Chemia）便是此 Alexandria 學術趨向於衰頹期的產物。就是以衰頹期的神秘哲學思想（新 Pythagoras 學派，新 Platon 學派，Gnosis 學派等）作背

景，將希臘古代哲學（尤其是 Platon 與 Aristoteles 的四原素轉化說）結合於埃及傳來的諸種技術所成立的一種混淆物。Chemia 本來是指謂一種神聖術、製金術（金屬轉換術），染色術或鍍金術。最初提出金屬轉換問題的便是 Alexandria 的學者們。他們大都是屬於僧侶階級。鍊金術是在紀元前第一世紀 Alexandria 的僧侶階級爲了要擁護其階級的利益，確保其地位與權威所創設的一種魔術的、呪術的、詐欺的技術。他們將金銀的模造物的製造技術詐稱爲製造眞正的金銀的神聖技術。這神聖的技術認爲是須要藉助於魔術或神靈的威力。。然而，將銅、錫、鉛、銀等可能轉變作金的金屬轉換，其實本來不過是一種染色法。因此，其後就產生所謂 Tinctura （染色的意義）的名稱。而且 Tinctura 被認爲是金屬轉換所需要的藥劑「哲學者之石」（Lapis philosophorum）。

古代鍊金術家對於七種金屬各別賦給與其相對應的天體的記號，這是表示着鍊金術與占星術的類緣關係。兩者都是屬於同一的神秘術。其對應關係如下：太陽☉金；月亮☾銀；土星♄鉛；木星♃Electros 或 Asem （金銀的合金）；火星♂鐵；金星♀銅；水星☿錫。埃及的鍊金術到了第三、四世紀漸次傳播至叙利亞（Syria）以及波斯（Persia）等地，而在第七世紀再由阿拉伯（Arabia）人所繼承的。阿拉伯的鍊金術往後再經由幾條路徑而移植到西歐（首先到西班牙、意大利、法蘭西等國，然後擴展到北方諸國）。直至第十三世紀西歐諸國出現了多數的鍊金術家，而大都是屬於僧侶或修道士。在此時期所謂「哲學者之石」被賦與種種不可思議的諸性質而得到種種的名稱。例如：「大Elixir」（改善別物），「紅色的 Tinctura」，「大 Magisterium」（學術），「Universal」（將凡有金屬的任意量變成爲金銀的最高級的轉換藥），「Fermentum」（酵母），「Quinta essentia」（第五實體）等等。「哲學者之石」又被想像帶有延年益壽的效能，而稱爲「大 Panacae」（具有卓效的藥劑）。而認爲卑金屬是罹病的不完全的金屬，所以醫治這些卑金屬便可能將其轉

換爲金。依據這種看法，再轉而生起醫治卑金屬的轉換劑又帶有可能醫治人類的疾病的效應的想法。「哲學者之石」是紅色透明而帶有屈撓性的物質，將其沫成爲粉末時，可能放出微光。認爲將少量的「哲學者之石」投入於熔解着的金屬內時，金屬漸漸就可能變換爲金。哲學者 Albertus Magnus (1193～1280)主張諸金屬是由於 Aristoteles 的四原素，而直接地由於水銀與硫黃的種種分量的配合所組成的。水銀主要地是含有水與土，而硫黃是含有火與空氣。諸金屬中銀最容易轉換爲金，祇將銀的顏色與重量稍加改變就可能轉變爲金。Thomas Aquinas (1225～1274) 亦是鍊金術的信奉者。其他，連 Roger Bacon (1274～1308) 亦認爲諸金屬便是水銀與硫黃的種種比率的混合物。「哲學者之石」的一分量具有可能將卑金屬的一百萬分量轉換作金的效能。而諸金屬的成素水銀與硫黃各別被稱爲金屬的「男精」與「女精」。如此，將 Aristoteles 的四原質再歸屬於水銀（代表水與土）與硫黃（代表火與空氣）的二原素，而相信諸種金屬都是由於此二原素的種種分量上的配合所生成的。假如水銀與硫黃是一切金屬的構成因素時，金屬間的互相轉換在理論上是可能成立的。中世紀鍊金術家的最後代表者 Basilius Valentinus (十五、六世紀) 提倡凡有物體是由於三種本體，就是水銀、硫黃以及鹽所組成的。這是對於水銀與硫黃再加上鹽，而將金屬再推擴到一切物質上的新學說。其實這種學說是由於 Paracelsus (1493～1541) 所創立的。並且强調「哲學者之石」的探求具有與謀求靈魂救濟的努力同等的意義。

由上述可以推知，鍊金術帶有濃厚的神秘性而緊密地連結於宗教心性。中世期的鍊金術以種種的形態一直流傳到十八世紀。達到第十九世紀，將金屬認爲是組合物的看法從根本被推翻後，鍊金術便完全失掉其理論的根據而終告消滅。西歐的鍊金術最昌盛的時期是在第十四、十五世紀，這種現象是由於經濟的、政治的諸原因所促成的。由於封建制度的經濟體制的解體沒落與新抬頭的商品經濟的逐漸發展，在一方面，貨幣的流通量與貴金屬的需要量日益激增，在另方面，封

建王侯的財政極爲困窮，在這樣的情況下，一方面促成採礦冶金工業的發展，另方面要引起依據鍊金術來人工製造金銀的强烈的欲望。因此亦就有鍊金術家的橫行活躍的餘地。

最後對於鍊金術的基本假說予以概括的說明。後期阿拉伯以及西歐的鍊金術家一般也採取凡金屬是由於水銀與硫黃所組成的混合物的基本見解。這種假說是連結於 Aristoteles 的四原素說。四原素首先組成作水銀與硫黃，再由於水銀與硫黃的純度與配合的比率而生成各種金屬的差異性。完全的金屬（金）是由於純粹水銀與純粹硫黃的最良善的配合比率所組成的，而不完全的金屬（銅、鉛、錫等）是由於不純粹的水銀與不純粹的硫黃的不佳良的配合比率所組合的。因而，依照將不完全的金屬中的水銀與硫黃加以純粹化而再改善其配合的比率的方法，就可能獲得完全的金屬。鍊金術家最抱有關心的就是所謂「哲學者之石」（Philosopher's Stone）這種假想物質。而相信這種物質是具有將多量的卑金屬轉變作金銀的效能的一種秘藥。總之，鍊金術的本性可以說是一種魔術的、神秘的、詐欺的化學技術。雖然如此，可是對於後來的現代化學的成立却具有某種意義的貢獻。就是鍊金術可能視爲預備現代化學出現的第一次的前驅思想。

Ⅳ　近世期的物質觀

近世期是指謂中世期的封建制度移轉到近代國民經濟制度的成立的過渡時期，大致是相當於學藝復興（Renaissance）時代。在化學上，此時期被稱爲 Iatrochemie 的時代。

(1)醫藥化學的成立

Iatrochemie （醫藥化學）的 Iatro 的名稱是根據希臘語 iatros （醫師）。此 Iatrochemie 時代便是從鍊金術移行到醫療術、製藥術的轉變時期。而 Iatrochemie 是對人類的肉體現象當作一種化學的過程而加以說明的一種醫學的化學體系。此時代通常是指第十六世紀到第十七世紀中葉的 150 年間，而此時期可以說是化學的修業時代。

atrochemie 是由於 Paracelsus（本名 Th.B. Hohenheim ； 1493～1541） 所創立的。認爲醫學的基礎有四種，就是哲學、天文學、鍊金術以及道德，而鍊金術是供應醫療技術的一種化學技術。並且對於化學的基礎奠定， Paracelsus 創設一種關於單體（原素）的新學說。這便是水銀、硫黃以及鹽的三原素說。主張物質界是由於這三種原素所構成的。一切物質的性質上的差異是根由於這三種原素的配合。而水銀是代表液性與揮發性，硫黃代表可燃性，鹽代表非揮發性與非燃性的原素。這種根本思想對於其病理論與醫藥論具有決定性的意義。凡疾病的起因究竟要歸屬於這三原素的混合比率上的擾亂。更加設想物質內宿有「風精」、「水精」、「火精」、「處女形狀的水精」、「侏儒精」等等的精靈，而又提倡一種「萬靈溶解藥」（Alkahest；可能使一切物體溶解爲油狀而又可能醫治萬病的萬能藥劑）。概括地說，近世期的化學的特質是在，除傳統的鍊金術仍然殘存外，主要地是集中於採礦冶金、製藥、蒸溜等等的應用化學的技術。包括醫藥化學在內的這種應用化學的技術的隆興是要準備後來的純粹化學的出現。因而，此時期的化學可以說是預備現代化學成立上的第二次的前驅技術。

(2)原子論的復興

古代原子論在 Epikuros, Lucretius 以後一千多年間被隱沒於地下。與基督教的教條相結合着的 Aristoteles 的四原質說當作公認學說握有絕對權威的期間，原子論是當作異端學說而被排擊。達到學藝復興時代，隱約展示原子論的先驅者可以推舉 N. Cusanus (1401～1464)。然而原子論的眞正的復活還要等待 G. Bruno(1548～1600)、Fr. Bacon (1561～1626) 以及 P. Gassendi (1592～1600) 等人的倡導。而且將原子論導入於化學中的先驅者有如 D. Sennert (1572～1637)、S. Basso（十六、七世紀）等人。Sennert 將原子論連結於四原素而樹立一種假說，認爲由於火、水、空氣、土這四種原子的結合可能形成一切化合物的分子。尙且依據此假說來說明物質

的化學變化以及凝集狀態的變化等現象。更加附帶地說，古來與原子論作相對立的學說，便是物質連續說。所謂物質連續說是否定再不可能進行分割的原子與空虛的空間的存在，而極力主張物質界具有連續性的構造。

V 近代期的物質觀

達到第十七世紀，物質連續說蒙受着原子論流佈的影響，將其本身的形態加以改變而提倡所謂粒子說。這種粒子說雖然還要否定原子與空虛的空間的存在，但是承認凡物質是由於粒子所構成的。在此意義上，粒子說可以視爲連續說與原子論的折衷，其實却是一種似是而非的粒子說。提倡這種粒子說的主要代表者便是 R. Descartes (1596～1650)。繼而 G. W. Leibniz (1646～1716) 甚至將物質性的原子解消於精神性的單子 (Monaden)，而依照單子間的中間無限挿入法强調單子世界的連續性。其根本思想的背後仍然存有神學的、形上學的目的觀（目的論的世界觀）。

(1)近代自然科學的成立

第十七世紀便是自然科學得到其基礎貭定，同時又是機械論的自然觀或世界觀的確立的時期。對於自然科學尤其是天文學、物現學、更嚴格地說是力學的成立，積極有所貢獻的主要代表者，除 Fr. Bacon 外，有如 J. Kepler (1571～1630)、G. Galilei (1564～1642) 以及 J. Newton (1642～1727) 等人，而且大都是原子論者。物理學尤其是力學的確立對於後來的諸種自然科學的成立可能賦與相當鞏固的基礎。

(2)純正化學的成立

近代以前的化學，除帶有神秘性、魔術性、思想性、空想性等的性格外，可以說是屬於實用或應用化學，便是化學技術。鍊金術是企圖金的人工製造的化學技術，而 Iatrochemie (醫療術) 是屬於醫藥的化學技術或工業的化學技術。然而達到近代期化學始成立作自然科

學的一部門，就是漸次脫離實用的化學技術，結果獨立成爲純正的化學。而這種純正的化學的創始者便是 Robert Boyle (1627～1691)。他又是化學現象之機械論的粒子說的創立者。Boyle 的物質觀，從根底看來，可以視爲 Descartes 的粒子說與 Gassendi 的原子論的折衷思想。他將一切自然現象的生起歸着於機械的因果關係，而認爲宇宙便是一個鉅大的類似於鐘錶的機械組織。依照他的粒子說看來，萬物是發生於當作唯一實體的普遍物質。此普遍物質由於其運動而被分割成爲原始粒子，原始粒子再集合起來成爲粒子，粒子更再集合而成爲可能被知覺的諸物體。化學現象便是由於種種形狀與大小的諸粒子間的機械的互相作用所生起的。而就其原子論而說，物質究竟是由於再不可能加以分解的最小的微粒子所構成的。原子帶有重量，而且依照元素的差異亦就帶有形態上以及大小上的差異，雖然如此，但是凡有原子都是成立於同一的原始物質（當作唯一實體的普遍物質）。Boyle 是確立所謂「元素」（Elements）概念的最初的學者。他將元素作如下的定義：「假如某種物質再不可能分解作更爲單純的成份時，其物質可以視爲元素」或者「使用既知的化學手段不能再加以分解，亦不能轉換作另種單純物質的物質便是元素，亦就是單一物質種（單體）」。這種見解，在現在大致仍然亦可以支持的。不僅如此，Boyle 亦是明確地指出混合物與化合物的區別的最初的人。在混合物中，其成份（成素）經常可能保持其不變的性質。然而在化合物中，成素的固有性質要被隱沒，尙且還要新出現化合物特有的性質來代替其成素的性質。由於化合物的分解，其成素再度可能回復其元本的性質。Boyle 假定元素的諸性質雖然被隱沒，但是還是潛在於化合物內。Boyle 的元素本來是指謂物質分解的絕對的究極的目標。因而使用既知的化學手段不能分析到此究極單位的因素時，就不能稱爲眞正的元素。如此看來，究竟祇有他所假定的唯一的普遍物質始可能成爲唯一的元素。這種看法是類似於古代自然哲學中的單元論的假說。雖然如此，Boyle 的元素說却可以視爲對於現代化學的成立當作第一次的

基礎奠定。一般地說，古代原子論在觀念上構成原子概念，而 Boyle 的元素說亦是在觀念上構成元素概念。

第十七世紀的許多化學者，一方面採取上述的粒子說，另方面又採用四原質說或三原質說，而將兩者連結爲一體。但亦有人提倡五原素說，例如 N. Lemery (1645～1715) 提出水銀、硫黃、鹽、水、土的五原素。如此看來，此時期的化學界仍然還停留於混亂狀態，就是呈現出新舊思想的混淆狀態。近代化學的原素說（單體說）的確立還須要等待 Boyle 以後經過一百多年，由於 A. L. Lavoisier 始得到其確實的基礎奠定。

(3)Phlogiston （燃素）說的出現

繼續 Boyle 以後的一百年間，關於物質觀並無出現偉大的思想或學說。關於元素、元素間的結合方式以及物質的內部構造問題之理論的解釋，不能超出 Boyle 既經達到的界限。不僅如此， Boyle 的元素說或原子論，在第十八世紀再度變成爲粗濫的空想學說。此世紀的前半期，鍊金術的三原素說（水銀、硫黃、鹽）以及 Aristoteles 的四原素說再度得到了相當的信望。而與這些學說相並行，曾有所謂 Phlogiston 說的成立，這主要地是由 Becher 與 Stahl 所提倡的。J. J. Becher (1635～1682) 認爲凡物質是由於水元素與三種土類元素所構成的。所謂三種土類元素就是指示「水銀性的土」（Terra mercurialis），「可燃性的土」(Terra Pinguis ；油性的土），「可能化成硝子的土」(Terra lapida ；石性的土）。這三種原素不過是水銀、硫黃、鹽的改名而已。並且金屬的燃燒與酸化被解釋作燃燒物體的分解作這些諸元素，而當燒燒時，「可燃性的土」是要被熱氣所驅出的。繼而 G. E. Stahl (1660～1734) 將 Becher 的 Terra pinguis（可燃性的土）改稱作 Phlogiston（根據希臘語 phlogistein ；燃燒的意義）。而假定屬於極細微的粒子，不能予以秤量的極輕的類似於以太（Ether）的物質元素。更加主張可燃性物質與金屬內部含有這種元素 Phlogiston。金屬的酸化（灰化）便是 Phlogiston 的

放出，金屬灰的還元便是 Phlogiston 的再吸收。燃燒就是意謂着從可燃性物質中放出 Phlogiston 而變成灰的現象。而可燃性物質本身便是灰與 Phlogiston 的化合物。火的發生需要 Phlogiston 與空氣。但是空氣並不參與燃燒過程，祇是接受被放出的 Phlogiston 的媒介物而已。

Phlogiston 說在第十八世紀後半期得到了大多數的化學者的信奉，例如 J. Priestley (1733～1804)，H. Cavendish (1731～1810)，T. Bergman (1735～1784)，C. W. Scheele (1742～1786) 等。Phlogiston 說的全盛時代亦是在此世紀後半期大約三十年間，在此時期有不少的化學者將 Phlogiston 說連結於傳統的四原素說而提倡水、土、空氣、Phlogiston (燃素) 的四原素說（便是將 Phlogiston 替代火），亦有少數的化學者主張 Phlogiston 是帶有負 (minus) 的質量。全般看來，第十八世紀在化學界可以說是原子論被濫用，因而引起化學理論上的一大退步的時期。

(4)近代化學的新基礎奠定。

近代化學雖然在第十七世紀後半期曾經由於 Boyle 得其基礎，但是反而到第十八世紀後半期尚存有許多空想的因素。而這些空想思想再由於 Lavoisier 的新元素說（新單體論）的確立以後，逐漸被消除。Antoine Laurent Lavoisier (1743～1794) 依據精確的實驗結果否定所謂 Phlogiston 元素的存在。而所謂燃燒祇是指謂燃燒物體與氧 (O) 的化學的結合（化學反應）而已。而且金屬本身是屬於單體（元素），並不是化合物或結合物，而金屬灰始成爲金屬與氧的化合物。質量乃是物質的固有而恒存的性質，而確立所謂「質量恒存的法則」，並且給以實驗的證明。此法則是表示諸種元素在作化學反應時，參與反應諸元素的質量在反應的前後是保持不變的。Lavoisier 的新元素論可以說是對於現代化學的成立賦與第二次的基礎奠定的極爲重要學說。

(5)科學的原子論之確立

科學的原子論是由於 John Dalton (1766～1844) 所創立的。他將哲學的原子論連結於 Boyle 的元素論與 Lavoisier 的新元素論，而在實驗的基礎上，更加導入原子量、分子、分子式等新概念，重新提倡原子分子論 (1808年) 。所謂化學反應便是根據諸原子的結合方式的變化現象。物質是由於極微粒子 (原子) 所組成的。屬於各種元素的各種原子各個具有一定的重量。屬於同一元素的各原子不祇其重量相同，其他的諸性質亦都是相同的。化合物便是由於某種原子與另種原子的特性的結合所生成的。

從十八世紀末期到十九世紀初期，在化學上幾種重要的法則被發現或確立。並且這幾種法則都可以依據原子論予以理論的說明，換言之，原子論便是這些法則的理論的根據。反過來說，原子論本身由於這些法則可以得到其實驗的根據。定比例的法則是由於J.B. Richter 與 J. L. Proust 各別獨立發現的。化合當量的法則是由於 J. B. Richter 所發現。倍數比例的法則是由於 J. Dalton 與 W. H. Wollaston 各別獨立所發現。 Dalton 與 J. L. Gay-Lussac (1778～1850) 各別獨立地發現關於氣體的溫度、壓力、容積的狀態變化的法則。而且與此法則相關聯，Gay-Lussac 更加發現了氣體的化學反應的三項法則。

(6)分子論的確立

Gay-Lussac 定立上列三項法則後不久， Amadeo Avogadro (1776～1856) 提倡分子假說。因爲氣體反應的三法則中含有依照原子論所不能解釋的事象，而這種難點根據分子論就可能予以解決的。分子論的主要意義有如： i) 原子自體與原子的結合體的分子之間，須要加以明確的區別。 ii) 大部份的單體氣體 (瓦斯體) 的分子通常是由於兩個原子所組成的。iii) 種類不同的諸氣體的同一容積，在同一溫度與同一壓力的狀態下，具有同一數目的分子 (凡有氣體在同一容積，同一溫度以及同一壓力的條件下具有同一數目的分子) 。此最後的假定後來被證明，被稱爲 Avogadro 法則，而其分子數稱爲

Avogadro 數。

(7)原子量與電氣量的測定以及電氣化學的二元論

繼續上述的諸法則的確立，在十九世紀前半期尚有其他的許多研究成果。例如 Dalton 在1803年與1810年， J. J. Berzelius (1779～1848) 在1818年與1826年各別發表了原子量測定表。十九世紀的化學最重要的部門却是在電氣化學與有機化學。關於電氣化學，在1800年，W. Nicholson (1735～1815) 與 A. Carlisle (1768～1840) 早就發現了水的電氣分解，其後 Berzelius 與 W. Hisinger (1766～1852) 共同研究鹽類的電氣分解時發現了 H (氫)，Alcali 金屬類， Alcali 金屬土類是偏集於陰極，而 O (氧) 與酸類是偏集於陽極的現象。根據這種現象， Berzelius 提倡所謂「電氣化學的二元論」。這可以視爲一種電氣的物質觀。認爲原子是同時帶有陽電與陰電氣，但是一般地說是過剩地持有陽電氣或陰電氣。依照陽電氣或陰電氣的過多或過少，元素雖有程度的差異，就要變成陽性的或陰性的。凡有元素依照陽性與陰性的程度，可以配置於電氣化學的一個系列上，而從最陽性的元素 Alcali 金屬開始而終結於最陰性的元素氧。所謂化合物便是陽電氣過剩的元素與陰電氣過剩的元素的互相牽引所生成的。換言之，分子便是由於反對電荷的原子之電氣的吸引力所組成的。在 Dalton 的原子論祇說明了由於諸原子的相結合而組成分子，然而對於原子結合的本性如何却沒有加以更進一步的解釋。而古來的解釋是襲用所謂親和力。 Berzelius 的電氣二元論將親和力的本性歸屬於電氣的吸引力，而依此補强了原子論的缺陷。 Berzelius 的上述的理論雖然尚存有重大的缺點，但是指出物質的本性帶有電氣性質，這可以說是卓越的見解。

其他， M. Faraday (1791～1869) 亦對於電氣量作了種種的測定法，而在檢討其實驗的成果時發現了如下的電氣分解的法則。i) 電流的化學作用的程度是與所通電的電氣量成爲正比例。ii) 電流通過排成一系列的種種溶液時，在溶液中的電極所析出的物質的重

量是與各種物質的化學當量成爲正比例（同一的化學當量帶有同一的電氣量）。

(8)有機物質的合成與活力論

從十九世紀二十年代以後，關於有機化合物的研究漸趨於昌盛，其後到現在有機化學成爲化學的主流。在十八世紀的化學將物質大別作動物、植物、礦物的三種類。然而到了十九世紀就改變作無機物質（礦物性物質）與有機物質（動植物性物質）的兩大種類。Organic Substance（有機無質）本來是意謂着由於生物體的Organ（器官）所形成的物質。形成有機物須要特殊的「生命力」的活力論（Vitalism）的假說是一般化學者所信奉的。有機物質對於無機物質佔有特殊地位的信仰存續着相當長久的時期。有機物質與無機物質被認爲本質上完全不同，因而相信關於無機物質的法則不能原原本本地適用於有機化學的領域。然而 F. Wöhler (1800～1882)將向來被認爲有機物質的尿素從一種無機化合物青酸 Ammonium 合成起來，因此對於有機化合物與無機化合物給以同一位置的論據。將青酸 Ammonium 水溶液加熱可能得到尿素，其反應式如下：$CNONH_4 \rightarrow CO<\begin{matrix}NH_2\\NH_2\end{matrix}$。其他尚有 H. Kolbe (1818～1884) 在1845年合成了醋酸，P.E.M. Berthelot (1827～1907) 在1856年合成了 Methane，1863年又合成了 Acetylene 等等。因此有機物質與無機物質之間的障壁完全被打破。這便是意謂着活力論被機械論推翻了。

(9)化學的一元論

上述 Berzelius 的電氣化學的二元論後來被認爲在大多數的有機化合物是不能適用的。因此，由於 J. B. Dumas (1800～1884)，A. Laurent (1808～1853)，C. Gerhardt (1816～1856) 等人提出對立學說，稱爲化學的一元論。認爲有機化合物的分子並不是由於兩個相對立的部份所組成的二元的構成、而却是當作一個全體性的一元的構造物。

⑽型（Type）的假說與基（Radical）的假說

Gerhardt 後來在1853年，對於其一元論加以二元論的修正，而提示型的假說。主張凡有有機化合物的分子可能從 H_2、H_2O、HCl、NH_3 的無機化合物的型（Type）引導出來。其他，Gay-Lussac, J. F. Liebig (1803～1873)，F. Wöhler, R. W. E. Bunsen (1811～1899) 等人研究關於有機化合物的構造的結果，發現幾種「原子集團」（基）本身不發生變化而可能從某種化合物移行到另種化合物。並且型的假說對於原子價說的發展成爲其基礎。

⑾同分異性體

化合物的組成與性質之間具有極其密切關係的信念，在化學者的意識中是相當根深蒂固。認爲對於一定的比率組成必定有同一性質相對應，就是同一組成而性質不同的化合物是不能存在的。然而在十九世紀初期，雖持有同一組成，但結晶形態不同的礦石的存在被發現。繼而，E. E. Mitscherlich (1794～1863) 發現了純粹硫黃具有兩種不同的結晶系。尙且在1823年 Wöhler，1824年 Liebig 各別獨立發現同一組成而性質完全不同的兩種有機化合物，就是 Cyanic 與雷酸（兩者都帶有 HONC 的分子式）。如此，帶有同一比率組成（同一分子式）而化學的性質相差異的物質（分子）稱爲「同分異性體」。Berzelius 認爲同分異性體的生成原因是存於分子內的原子配列方式的差異。這種看法與現在的定說是相合致的。

⑿原子價說

E. Frankland (1825～1899) 從有機化合物的研究結果，在1852年導入原子價（原子的結合能或飽和能）的概念而提倡原子價說。認爲原子間的結合祇可能限定於一定數目，而假如氫原子（H）的原子價爲1時其他原子的原子價數經常成爲其整數倍。有機化合物與無機化合物的組成都可能依據此假定而予以說明。例如氫（H）是一價，氧（O）是二價，氮（N）是三價等等。凡有原子具有特定的結合能。繼而，F. A. Kekule (1829～1896) 在1856年，除 Gerhardt 所舉

出的四種 Type（型）外，再指出 Methane（CH_4）型，由此提倡碳（C）原子的原子價必定是四價，而此假說對於後來的有機化學的發展具有重大的意義。Kekule 隨後再提出有機分子內的 C 原子的環狀式結合與鎖狀式結合的假說。

Ⅳ 現代的物質觀

(1)元素週期表的提出

Dalton 的原子論在化學界一般被公認爲有效的假說，再經過 Berzelius 的原子量的實驗的測定以後，已有人開始探求元素（原子）的化學性質與其原子量的關係，而企圖以原子量爲基準來對於元素加以分類。依照這種研究的結果 J. A. R. Newlands, W. Odling 等人提出元素的週期性，而指摘出將諸元素依照其原子量大小的順序予以排例時，就要出現帶有週期性的規則。D. I. Mendelejeff（1834～1907）則將這種知見加以整理，在1868年提出其第一次的元素週期表，J. L. Meyer（1830～1895）在1869年亦發表其週期表，而在1871年 Mendelejeff 又再發表其第二次的週期表。如此，「諸元素的化學性質便是其原子量的週期函數」這樣的週期法則被確定。然而這種法則到了二十世紀後，被修正作諸元素的化學性質是其原子序數的週期的函數。元素週期律的確定可以說是化學上的總括的偉大成就。

(2)物理化學的成立

十九世紀後半期以後的化學的一大主要特徵，可以舉出物理化學（理論化學或一般化學）的成立。這是由於 J.H. Van't Hoff（1852～1911）的化學反應速度理論與稀薄溶液假說以及 S. Arrhenius（1859～1927）的電離假說等等得到其理論的基礎奠定後成爲媒介化學與物理學間的橋樑而發展的。Van't Hoff 依照其所定立的滲透壓的法則而確認溶解物質（溶質）亦要蒙受着 Boyle, Gay-Lussac 以及 Avogadro 的諸法則的支配。就是溶質的一定數目的分子在一定溫度

下，不管其化學性質如何，亦不管存在於溶液狀態或者是存在於氣體狀態，經常具有一定的壓力作用。一般地說，被解釋爲同一程度的凡有溶質是存在於同一壓力的狀態。再依照 Arrhenius 的電氣解離理論，例如在食鹽（NaCl）的溶液內並不是所有的分子具有電氣的傳導性，而祇是帶有傳導性的分子的數量與溶質的稀釋度作正比例。因爲要說明這種事實，他假定食鹽溶解於水時，其一部份是分解作其成素的 Na（鈉）與 Cl（氯），此時這兩種元素各個帶有相反的荷電，而這種分解（解離）的進行是與溶液的稀薄化相並行，在極度的稀釋狀態不可能完全解離。這些帶有電氣的原子（離子）便是仲介溶液內的電氣傳導。Arrhenius 再將電解質的電氣傳導度在種種的稀釋度的條件下與溶質的滲透壓作相比較的結果，發現了同一數量的分子的傳導度與滲透壓之間成立正比例的關係。

(3)氣體與溶液的類似性

依照上述的氣體與溶液的類似性，可以推想所謂滲透壓便是由於激烈運動着的分子衝突於妨碍其自由擴散的障壁所引起的現象。又從 Van't Hoff 的法則可以得到如下的結論，就是一個分子在一定溫度下所持有的運動能量是無關於分子存在於氣體狀態或者是存在於液體狀態，而經常保持同一量。由於上述的幾例可以窺知對於化學現象的說明須要導入物理學的理論。

從近代期到十九世紀末期爲止，在自然科學中對於物質觀有積極貢獻的主要地是在化學。關於物質的構造等問題幾乎都是依靠化學的研究。至於物理學方面却很少涉及到這些問題的深入的探究，而主要是在討究自然現象內的諸種能量間（機械的能量、熱的能量、電磁氣的能量等）的轉化問題。然而從十九世紀末期的最後的幾年以來，物理學的研究開始關懷於物質的內部構造以及本性等問題。從此以後到現在爲止已經收到科學史上未曾有的宏大的研究成果。大致看來，關於物質本身的探究上，向來是化學佔有領導的優越地位，可是到了二十世紀以後，此領導權却要移讓於物理學。

(4)物質觀的一大變革

十九世紀的自然科學界對於物質的根本概念所抱有的基本特徵是在認爲構成物質的究極因素便是原子，而原子本身是不生不變不滅的。換言之，相信元素（原子）的究極性（無構造性）與不變性以及物質質量的恒存性。這樣的根本見解到了十九世紀的最末期便開始發生動搖，而達到二十世紀後亦就逐漸被推翻。此時期的物理學發現原子並不是構成物質的究極因素，原子本身却還具有其內部構造，就是由於更加徵細的單位因素（後來稱爲基子）所構造的，並且原子本身又不是不生不變不滅的，其實原子間却可能生起互相轉變的現象。至於物質的質量恒存律單獨地亦不能保持其眞確性，隨之，能量恒存律亦就不能單獨成立。

i）十九世紀末期的諸發現

W. K. Röntgen 在 1895 年在眞空管放電內首先發現所謂 X線的放射現象。這種 X線後來被認爲是屬於超短波長的一種電磁波而主要地是由於原子內部的電子軌道的轉移所引起的發光現象。繼而A.H. Becquerel 在 1896 年發現自然放射能現象（Uranium 放射性元素），這便是可能引起物質概念的根本變革的開端。再繼而 J.J. Thomson 在 1897 年又在眞空管放電內發現電子（陰電子 Electron；電子中的 Negatron）的存在。這可以說是原子的內部構造解明的開端。緊接着上列諸發現，P. Curie與其夫人M.S. Curie在1898年又發現Radium 與 Polonium 放射性元素。而放射能元素的發現可以視爲在物質觀的歷史上開闢一新紀元的開始。天然放射性元素可能自己發生蛻變而轉換爲另種元素。這便是表示元素（原子）轉變的可能性的嚴重事實。放射性元素在作自己蛻變時，經常要放出 α. β. Υ 這三種放射線，結果可能轉化作各種其他的元素。古昔的鍊金術家所夢想的事象以新的姿態而復興，就是鍊金術的舊思想可能使用科學的方法予以實現。這是指示魔術通達於科學的一條途徑。然而魔術思想本身終究仍然還是屬於虛妄的。

ii）二十世紀的新理論的出現與新事實的發現

第二十世紀剛開始的第一年（1900年）M. Planck就首先對於輻射能量分佈的研究上導入所謂「作用量子」（Planck 定數）的新概念。認爲能量本身並不能任意採取各種連續，而祇可能形成爲一定的素量（能量的單位），並且其分量的增加亦必須依照此素量的整數倍（能量的非連續性）。這種見解就對於向來的能量的連續觀要予以根本的變革，而成爲能量非連續觀的開端。表現能量的變化過程之非連續性的這種假定，通常稱爲量子假說。而上舉的Planck定數（$h=6.626\pm0.006\times10^{-27}$ erg.sec）因起初是出現於輻射法則的定數，就稱爲輻射定數，而且因帶有作用量的素量，所以又稱爲作用量子或能量子，這便是表示能量之不可分割的最小單位。依照量子假說，認爲輻射能量從物體放出或被物體吸收時，經常是以能量量子的整數倍而進行。Planck的這種量子假說後來成爲量子論。所謂量子論便是由於此量子假說所發展的理論的總稱。一般地說，量子概念可以視爲能量本身的粒子概念。換言之，量子便是能量的粒子化的成果。繼而在 1920 年 E. Rutherford 與F. Soddy 提出放射性元素的蛻變理論。認爲放射便是原子變換的隨伴現象。翌年（1903年）長岡半太郎提出有核原子的模型。認爲原子內部的中心存有原子核，而其周圍廻繞着電子。這種模型後來由於 Rutherford 得到實驗的證實（1911年）。

A. Einstein 在1905年，因爲要解決 Newton 力學與 Maxwell-Heıtz-Lorentz 的電氣力學間的矛盾等問題，首先創立對於互相作等速度的相對運動的座標系之特殊相對性理論，然後再將此理論擴展到加速度系的一般相對性理論（1912～1916年），而展開萬有引力論及重力場與電磁場的統一場論。相對性理論是從時間、空間以及運動的絕對性的否定出發而主張空間、時間、運動、靜止等的相對性。特殊相對性理論成立的根本前提存有兩種原理。第一，自然法則對於任何的觀測者經常是採取同一形式（自然法則的絕對性）。第二，眞空中的光速度（$C=(2.99776\pm0.00004)\times10^{10}$cm.sec. 大約是 3×10^{10}

cm. sec.）帶有特殊的極限的性質，就是無關於觀測者的立場如何而經常是一定不變的。而且在數學的運作上是採取四次元雙曲線空間的幾何學（Minkowski 的空間）。一般相對性理論是由於特殊相對性理論的第一原理擴張到加速度系，而再加上重力質量與慣性質量的同等性原理所成立的。而在數學的運作上是援用歪曲空間的幾何學（Riemann 的空間）。概略地說，相對性理論的根本意義可以舉出下列幾項。i）通過觀測者的立場的相對性，藉以闡明自然法則的絕對性。ii）不僅主張時空的相對性，更進一步主張時空的構成本身是與物質的存在帶有緊密的連關。iii）在 Newton 力學，萬有引力被認爲帶有遠達作用，而與電氣力學的「場」理論（近達作用的立場）作相對立，Einstein 將萬有引力處理作近達作用，而主張「場」概念可能適用於萬有引力，因此企圖建立重力場與電磁場的統一場理論。iv）從新統一的立場指出古典力學與古典電氣力學的法則的界限，而同時指出物體的運動速度對於光速度可以予以忽略的範圍內，古典理論原本地仍然可能適用。在此意義上，相對性理論可以說是古典理論的變革，同時又是古典理論的高度的完成。尙且，相對性理論對於物質觀具有特別重大意義的是在確立質量與能量的同等性的公式（$E=mc^2$）以及光量子說的提倡（認爲光的本性帶有粒子性）。再說，依照相對性理論，物質的存在是要歸屬於物理的「場」（重力場與電磁場），而物理的「場」再要歸屬於幾何學的空間性質（四次元的歪曲的空間形態）。如此，物質究竟要被解消於歪曲的空間本身。認爲萬有引力亦是由來於這種歪曲的空間。相對性理論中確實含有幾項卓越的見解，雖然如此，其實却又含有種種的難點。而這些難點主要地是蒙受哲學上的所謂實證論（屬於主觀的觀念論）的影響所生起的。

J. J. Thomson 在1907年早就發現化學性質相同而原子量不同的所謂同位元素的存在。隔幾年 V. F. Hess 又發現宇宙線的存在（1910年）。宇宙線便是種種基子的射流，因此可以推知太空就是各種基子的生成轉變的大舞臺。到了1913年 N. Bohr 提出原子構造論，

而依據量子論來說明原子內的電子軌道以及分光系等現象。1919年E. Rutherford 將α放射線衝擊於N（氮）原子核而得到O（氧）的原子核。這便是原子的人工轉變的最初的發現。再經過幾年 L. De Broglie 提倡物質的波動說而創立物質波的概念，認爲電子等的基子本身帶有波動性（1923年）。隨後在1925年 W. Heisenberg 利用 matrix（行列）的算法建立行列力學。翌年（1926年）E. Schrödinger 依據 De Broglie 的物質波的概念建立波動力學。後來 Heisenberg 的行列力學與 Schrödinger 的波動力學被合併於所謂量子力學。自從 Planck 提出量子假說而發展到量子論以後，量子假說對於幾種微細現象不能適用以及與電氣力學的電磁場理論之間存有矛盾等事情漸次被發現，於是量子論本身須要被補正而更加發展的結果所成立的更高一層的理論體系便是量子力學。量子力學的主要課題是在記述基子的運動狀態。基子世界以及原子世界通常稱爲 Micro-cosmos（微視世界；更擴大可以包括分子世界），而與此相對照的依靠普通的感覺器官可能認知的自然諸現象稱爲 Macro-cosmos（鉅視世界）。向來的古典力學就是要記述鉅視世界內的諸種物體的運動狀態，而量子力學便是要記述微視世界內部的各種微細現象。

古典力學的根抵存有可能用 Newton 的運動方程式來表示的力學的（機械的）因果律。根據此因果律，假如某種物體在某時刻的位置與運動速度（原初條件）被確定時，其物體然後所作的運動狀態就依照其運動方程式可能予以一義的確定。然而在微視世界，微細粒子的運動狀態却不能一義地被確定。例如電子運動的位置與運動量（mv；質量×速度）不能測定其確定性的數值，而祇可能得到種種不同數值的確率而已。現在設定位置測定上不確定度爲 $\triangle x$，而運動量測定上的不確定度 $\triangle p$ 時，可能成立 $\triangle x \cdot \triangle p \sim h$ 的關係（～表示程度）。因此，假如想要對於位置加以儘量精密的測定時，運動量的測定就要增加其不確定度，相反地，假如想要對於運動量作儘量精密的測定時，位置的測定就要增加其不確定度。因此，要解明微視世界的

微細現象的諸問題時，古典力學（或古典物理學）所採用的機械的因果律就不能適用，而須要將採取確率的統計的因果律來代替機械的因果律。W Heisenberg 認爲上述測定上的不確定度不僅成立於位置與運動量的關係，在微視世界的其他現象亦一般地可能成立，因而定立所謂「非確定性原理」。N. Bohr 再將此原理加以補充，而定立量子力學的另一種基礎原理稱爲「相補性原理」。依照此原理，認爲在微視世界，例如電子在一方面成爲粒子，在另方面同時呈現作波動，這樣互相矛盾的粒子性與波動性却成爲互相補足的雙重性。而且不確定性的關係便是依據這種相補的雙重性所引起的結果表現。Bohr 除此原理外，還提出所謂「相應性原理」，這是要表示依據 Newton 力學的古典物理學與量子力學之間存有一種相對應的關係，尤其是在數學的表示上的相對應。例如在量子論的電子論成立 $v=|\Sigma i\bar{v}i\triangle ni|$（v 表示原子所放出或吸收的光的振動數，$\bar{v}i$ 表示在原子內的電子的週期運動的振動數，$\triangle ni$ 表示電子的轉移前後的原子狀態的量子數差）。而在古典論的電子論成立 $v=|\Sigma i\bar{v}iti|$（ti 表示整數）。將此兩種理論相比較時，可以容易發現量子論所提示的量子數差 $\triangle ni$ 是與古典論所規定的 ti 相合致的。上舉的諸原理可以視爲將鉅視世界的自然現象的法則性當作其極限的場合而包攝於其內的關於自然現象的更高層次的法則性之原理的表明。對於鉅視世界的自然現象不須要考慮到 Planck 定數（h）與光速度（c）時，換言之，關於自然現象的觀測或測定可以忽略 h 與 c 的介在時，古典物理學所確立的諸法則可能成立爲眞確的，而無須被修正。但是必須考慮到 h 的介在時，這就是屬於量子力學的有效性的範圍，而必須考慮到 c 的介在時，這便是屬於相對性理論的有效性的範圍。總括地說，關於自然現象的研究可能忽略 h 與 c 的存在而成立的古典物理學的諸法則便是量子力學與相對性理論的極限的場合所出現的特殊形態，因而應被包攝於更加廣汎的一般法則內。古典物理學的諸法則便是成立於 h/E 或 v/c 成爲無限小的特殊狀態時所出現的物殊法則。要之，$h/E=O$，$v/c=O$

或者 h/E→O，v/c→O時，h 與 c 就可能予以忽略，在這樣的極限狀態的範圍內，古典物理學的諸法則是可能適用的。

其後，P. A. M. Dirac 將相對性的理論導入於量子力學而創立相對論的量子力學。再依據這種力學發表其帶有思辨特質的電子論（1928年），而且在此電子論中預測到可能有 Positron （陽電子）的存在。所謂正負相反的反對粒子的存在預測可以說是從其理論中所展開的。繼而在1930年 J. D. Cockroft 與 E. T. S. Walton 成功於由於人工高速粒子的原子變換的實驗。翌年（1931年）W. Pauli 因爲要解決 β 放射時的電子能量的連續分佈的問題的必要上，提倡 Neutrino（微中子）假說而預測微中子的存在。再經過一年（1932年）J. Chadwick 發現 Neutron （中子）的存在，因此確定原子核是由於質子與中子所構成的定論。而 C. D. Anderson 又在宇宙線中發現陽電子的存在。到了1934年 J. Joliot 與其夫人 E. Joliot 發現人工放射能原子的生成。同年，湯川秀樹因爲要解明核子（質子與中子）的結合問題（核力問題），提倡介子場理論而預測介子（Meson）的存在。經過三年後，C. D. Anderson 果然又在宇宙線中發現介子的存在（1937年）。但是他所發現的却是 μ-meson （μ 介子），並不是存於核力場內的介子。O. Hahn 與 F. Strassmann 在1939年發現原子核的分裂現象。這是原子核研究的加速發展的一大動因。達到1947年 C. F. Powell 始發現 π-meson（π 介子）的存在。這種 π 介子現在被認爲就是構成核力場的介子。便是相當於湯川秀樹所預測的介子。翌年（1948年）C. M. G, Lattes 與 E. Gardner 已收到介子的人工生成的成果。其後在1955年 Anti-Proton（反質子或負質子）被發現，在1956年 Anti-Neutron （反中子或負中子）又被發現。因此可以推想由於反質子、反中子、反電子（陽電子）這三種基子可能構成反原子的存在，再由於反原子形成反物質世界的存在可能性。

量子論與相對性理論（相對論）出現以前的，到十九世紀末期爲

止的物理學通常稱爲古典物理學（古典論），而量子論成立以後的二十世紀的物理學通稱爲新與物理學或現在物理學。量子論然後更加發展到量子力學，而從量子力學現在已經將要進入基子論的階段。自從近代物理學成立以來，在物理學界可以說呈理出四大階段的發展，便是第一階段的古典論，第二階段的相對論，第三階段的量子力學，第四階段的基子論。大致說來，古典論與相對論的階段的研究對象是屬於鉅視世界的自然現象，其研究的根本特質可以說是帶有現象論的性格。量子力學與基子論的研究對象都是屬於微視世界的微細構造，而且量子力學的根本特質帶有實體論的性格，然而基子論却更加要深入於本質論的研究階段。現象論的階段祇是考究自然現象的外觀上的諸事象，進而達到實體論的階段便是對於各種自然現象的說明上設定分子、原子以及基子這些實體概念而作深一層的探究，至於達到本質論的階段就要更加深入於基子本身的本性以及支配基子間的根本法則等的探究。

第二章　物質概念與物質的基本種類

I　物質概念

物質概念所指謂的意義如何，便宜上可以分爲常識的，科學的以及哲學的三種概念來加以說明。

(1)常識的物質概念：

在常識上通常是漠然地指示由於我們的感官可能認知其存在並且與空虛的空間有所差異的而却具有某種實質的一切的實在。這樣的物質呈現出某種形體時，特別稱爲物體。天空中的諸天體，地面上的諸生物，諸無生物，包括人類本身的肉體在內，凡是由人類所可能感覺到的而且帶有一定質量與形體的一切物體，都被認爲是物質。

(2)科學的物質概念：

各種物質的諸性質，諸狀態雖有變化，但是其間物質的總量經常保持不變（物質恒存律）在此意義上物質被認爲屬於實體。後來能量恒存律被確立時，能量本身亦被認爲類似於實體而與物質相並存着。而且能量亦具有質量（能量的惰性），因此質量並不是物質特有的，却要歸屬於能量。由於質量與能量的同等性的確立，物質恒存律與能量恒存律當然也就要統合於質能恒存律。其結果，物質的恒存就要被解釋作其究極的構成要素的基子的恒存。然而後來其幾種基子由於其互相作用可能完全變成輻射能量，相反的從輻射能量亦可能創生基子的情形被發現後，關於物質的恒常性觀念現在已經不能夠維持。

在化學上，狹義的物質概念被適用於構成物質的要素形成作某種

凝聚狀態的場合，就是對於原子或分子的集合體使用物質的名稱，而相應於原子或分子的組成的種類，各別地區別出物質的種類。狹義的物質概念嚴格地便是指謂這種意義的化學物質。

物質構造帶有非連續性。物質是由於非連續性的各種單位體（粒子）所構成的。在科學上，通常將物體分爲單純體與複合體，而將複合體再分爲混合體與化合體。化合體相當於分子，而分子是由於原子，原子是由於基子所構成的。物質便是由這些幾層的單位粒子所組成的。科學的物質概念是隨伴着科學發展的階段而經常要發生變動與改革。因此，科學的物質概念，在這種意義上，是相對的。

(3)哲學的物質概念：

哲學上，關於物質概念存有雜多的解釋。茲將唯心論的與觀念論的諸種見解除外，對於物質大致可以作如下的定義。

i）凡是屬於可能的經驗的對象而且具有自體存在性的實在領域，可以說是帶有物質性的存在。

ii）物質是指謂獨立於意識或精神之客觀的實在之總稱。（但是獨立於意識或精神之客觀的實在是否都是屬於物質，尙存有問題）。

iii）物質是指謂直接地成爲生命現象之所由發生的質料，而間接地成爲意識現象以及精神現象之所由生成的基體。

物質概念的內容不管經過如何的改變，或者卽使物質可能完全消滅於能量，甚至消滅於虛無，上述的哲學的物質概念亦還可能保持不變的意義，就是帶有絕對性意義的。

Ⅱ 物質的基本種類

存在於自然界中的物質或物體的種類可以說幾乎是無限多種的，而且我們日常所認知的種種物體通常又是帶有相當複雜的構造。雖然如此，但是將這些物體加以分析時，却可能得到分子、原子以及基子這樣比較單純的三階屬的單位因素。現在祇從化學的見地，將各種物

質作如下列的類別。物質首先可以分爲單一物（Simple substance）與化合物（Compound substance）。單一物或單體是由於一種元素或原子的集合而不通過化學反應所構成的物質。例如：H,O,He,C,S,Au, Ag, Cu, Fe 等等。化合物是由於一種或兩種以上的元素或原子的結合而通過化學反應的結果所構成的。其中由於一種元素或原子的結合所組成的，是屬於單體化合物，因此亦可以列入於單體。例如：H_2,O_3,S_8 等。由於兩種或兩種以上的元素或原子的結合所構成的，是普通的化合物。例如：H_2O,NH_3,H_2SO_4,NaCl,$K_2C_2O_4$ 等（以上屬於無機化合物）；CH_4,C_6H_6,C_2H_6O,$C_2H_4O_2$,$C_6H_{12}O_6$ 等（以上屬於有機化合物）。其次，物質又可分爲純粹物（Pure substance）與混合物（Mixture substance）。純粹物是由於一種單體或單體化合物的集合而不經過化學反應所構成的物質。例如：H+H, H_2+H_2, $H+H_2$ 等。但是也有人將同種化合物的集合體列入於純粹物。例如：H_2O+H_2O,CO_2+CO_2 等。混合物是由於異種單體或異種化合物的集合而不經過化學反應所構成的物質。混合物可能有三種配合。第一種是由於異種單體的集合所組成的，例如：$H+O_3+$……等。第二種是異種化合物的集合體，例如：H_2O+NaCl+……等。第三種是異種單體與異種化合物的集合體，例如：$H+O_3+H_2O$+NaCl+……等。混合物又可分爲均一混合物（Homogeneous mixture）與非均一混合物（Heterogeneous mixture）。物質全體帶有均勻性的混合狀態的是屬於前者，例如：空氣、食鹽水、金與銅的合金。物質全體不帶有均勻性的是屬於後者：食鹽與砂糖、水與銅末、水與煤油。總括地說，物質可以分爲單純物質與複合物質的兩大主要部類。而單純物質包含着單一物與純粹物，複合物質包含化合物與混合物。化合物與混合物之間，還有如下列的根本差異。在化合物（i）其構成份的組成是依照一定的法則（定比率、倍數比率等法則）而形成爲特有性質的物質，(ii) 由於兩種或兩種以上的原子經過化學反應的成果的這種化合物便是相當於分子單位，(iii) 由於幾種原子的化合所構成的分子

的性質上產生出與其構成因素的原子的性質完全不同的新性質，就是分子的性質不能單純地還元於原子的性質，(iv) 在分子內，其構成因素的原子就要失掉原子固有的性質，(v) 分子再經過化學變化的結果，可能分解作其構成因素的原子，於是，原子就可能再恢復自己固有的原本性質。反之，在混合物內，(i) 其構成份的組成不依照一定的法則而可能任意採取其存在比率，(ii) 原子間，分子間以及原子與分子間不經過化學反應，(iii)因此原子以及分子就不至於失掉其各別固有的原本性質，(iv) 結果混合物祇依靠普通的物理變化就可能解體作原本的原子或分子。

化合物所由成立的構成因素，在化學上通常稱爲元素。元素是屬於依照通常的物理化學的方法再不能進行分解的，構成物質的最小單位。向來的化學上，元素是指謂構成一切物體的基本要素，亦就是構成物體的基礎物質。在物質的根本構造上，元素雖然是屬於與原子同一階層的單位，可是同一種元素可能包含着質量不同的各種原子。換言之，各種元素內可能含有幾種質量數或原子量不同的原子。元素便是指謂帶有化學性質相同的而質量數不同的原子的總體。當作同位原子的總體的這種元素通常稱爲同位元素或同位素。例如元素一種內存有 ${}_1H^1$, ${}_1H^2$, ${}_1H^3$ 的三種原子。原子是形成元素的並且與元素同位的單位粒子。更恰當地說，原子是指謂在可能保持元素固有性質的範圍內的最小單位。而所謂分子就是指謂在可能保持化合物固有性質的範圍內的最小單位。分子與化合物是屬於物質構造上的同一階層的單位。分子是由於原子所構成的，同樣地化合物是由於元素所構成的。

關於物質的基本種類，除開上述單純物質與複合物的類別以外，還可能從別種見地來區分作無機物質與有機物質，金屬性物質與非金屬性物質，正物質與反物質等等的部類。對於這些類別，讓於後述有關論項再來加以補充說明。

Ⅲ 物質的根本問題

關於物質的根本問題，首先列舉如下的幾個問題來作爲以下將要逐次加以討究的物質構造問題的論述上的根本前提。

(1)關於物質元素的問題：

元素曾經被定義爲由於普通的化學方法再不能加以分解的物質單位。元素就是指謂化學性質相同的原子的總體。原子便是在可能保持元素固有性質範圍內的物質構成的最小單位。元素與原子雖然名稱不同，其實却是指示構成物質的同一階層的單位因素。那麼元素或原子是否屬於物質構成上的究極因素呢？依照原子的天然蛻變以及人工轉換等等現象的發現，元素或原子已經被證實並不是物質的究極單位因素。

(2)關於元素互相作用的問題：

元素或原子間可能發生互相轉化的現象，這是表示着元素或原子並非不生不變不滅的恒久存在，因此向來的元素觀或原子觀已經被推翻。原子內尤其原子核內的變化與既知物質的化學變化之間存有根本的差異。就是原子核內或核間的反應與通常的原子間的化學反應是屬於不同層次的現象。而且元素的互相作用主要地却是屬於分子階層的化學反應上的問題。

(3)關於元素內部構造的問題：

不僅分子的存在與其內部構造早就被證實與解明，並且原子的存在亦被證實，其內部構造的大致情況亦已經達到相當程度的解明。構成原子或元素的因素通常稱爲基子，而關於這種基子的研究，現在已經得到相當可觀的初步成就。現在段階的科學上被認爲構成物質的究極因素的基子，究竟是否屬於眞正的究極因素，所謂基子是否還具有內部構造，以及基子的本性如何，支配着基子間的法則如何，這些都是急待解決的問題。其他還存有基子間的互相轉化或生成變化的問題，基子內的能量與質量的密極的關係如何的問題，以及基子發生的究

極根源的問題。

⑷物質構成單位的非連續性與非確定性的問題：

構成物質的三階層的單位因素分子、原子、基子之間，以及各階層內的各粒子互相間都成立於分離在的非連續的關係。不僅物質質量上的構成因素間具有這樣的非連續性，並且可能結成爲質量的素量（通常稱爲量子）亦帶有非連續性(量子論)。全般地說，物質的根本構造上帶有非連續性的特性。更加以支配着物質的微細構造內的諸現象、諸過程的法則又被認爲祇是帶有確率性或統計性的，卽是非確定性的性格（非確定性關係或非確定性原理）。而認爲對於這樣的微視世界，向來支配着鉅視世界的因果律或自然法則是不能適用的。因此，自然現象的生成絕對無跳躍而嚴格地被因果律所控制着的傳統的根本見解，在現在的物理學中常有由於一部份的學者要來加以懷疑甚至加以否定。這樣的看法是否妥當，還應是值得深刻考慮的問題。究極地說，物質微細構造的質量或能量的非連續性與其微視現象的非確定性之間的關係如何，亦就是物質的構成單位的非連續性與物質生成現象之間的關係如何，便成爲物質論應加以討究的一大重要問題。本物質論的主要論題却是要集中於下述的關於物質的根本構造問題，而在各論項中將再提出各種有關的其他問題。並且通過對於這些問題的討究，附帶地暗示對於上述問題的解決方途。

第三章　物質的根本構造（物質的微細構造）

宇宙內所存有的物質，其種類勿論如何雜多，其構造內容勿論如何複雜，究竟可能分解到分子、原子以及基子的三階層的基本單位。換言之，凡有物質都是由於分子、原子以及基子這些單位粒子所構成的。而且分子是由於原子，原子是由於基子所構成的。在本章論題物質的根本構造內，主要地是要討究這些分子、原子以及基子的微細構造。以下依照從單純到複雜的順序，對於基子、原子、分子的根本構造逐次地加以概略的論述。

第一節　基　子　論

基子是現在階段的物理學研究所達成的構成物質的最微小的單位粒子（基子在日本物理學界稱爲素粒子）。依照基子（Elementary particles）的語義，本來應該指謂物質構成上的究極單位或究極因素。一般地說，基子本身同時具有粒子性與波動性的相反性質，因此嚴格說來基子應稱基波粒子（Elementary wavicle），而簡略地亦可稱爲基子。到最近幾年前爲止，已被發現二十幾種基子，現在或許超過三十種以上。這些基子究竟是否都屬於眞正意義的基子，尙存有疑問。並且現存的諸基子間，大部份都有互相轉化的關化，因此在這些諸基子中，畢竟那種是屬於根源的構成因素，現在尙難爲確定。眞正意義的基子應該是要作如何解釋，詳細讓於後述，現在祇提出幾個要件作爲前提。第一，基子應指謂根源能量的原初形態亦就是根源能量場之第一次的凝結而成爲根源質量。第二，同種的基子應具有究極同一

性或絕對無個別性。第三，基子應成爲無構造性或接近於無構造性（最簡單的構造性）的究極單純因素。

I 基子的種類

首先將現在被發現的二十幾種基子逐一地加以簡單的介紹。

(1)Photon（光子）：

記號 γ° （指謂 Gamma 輻射線），質量 O，荷電 O。光子是相當於電磁場的量子（Quantum），便是電磁波的本體。光子一方面帶有波動性，另方面却帶有粒子性。電磁波或光子波的波長越短，其能量、運動量越大。將質量零的光子視爲一種物質粒子，難免要使人生起奇異的感想。但是在量子力學上，關於粒子概念與其說要考慮質量的有無，不如說更要側重對於其他物質發生互相作用時的能量與運動量的交換方式如何，因此雖然質量零的，亦可以稱爲一種粒子。尙且光子的質量零祇是指示靜止質量，這應可解釋爲光子在靜止時是不能存在的，就是要消滅，祇是在作運動時始可能存在。光子的運動速度當然是等於光速度（一秒間大約三十萬公里）。而在作運動時的光子就可能帶有質量。光子的發生以及與別種基子間的互相作用，互相轉化的情形，讓於後述。

(2)Neutrino（微中子）：

記號 ν°，質量 <0.0005（以電子質量 1 爲單位；其質量少於電子質量的一萬分之五），荷電 0。微中子本來是在 β 蛻變的理論上被假定的，最近在宇宙線中已經被證實其存在並且亦可能由於人工造成的。在幾種基子間的互相作用以及轉變的過程中通常要放射出這種粒子。微中子最近又被假定爲重力場（萬有引力場）的量子。從此見地看來，微中子也就可以說是等於 Graviton（重力子）。

(3) Electron（電子）：

電子 存有 Negatron 與 Positron 的荷電性質相反的一對粒子。就是兩者成立作正粒子與反粒子的一對相反粒子。Negatron（陰電

子）的記號 e^- ，荷電 -4.8024×10^{-10} 靜電單位，靜止質量 1 （相當於 9.106×10^{-28}g），原子量0.000584。Positron（陽電子）的記號 e^+ ，荷電 $+4.8024\times10^{-10}$ 靜電單位，靜止質量，原子量與陰電子相同。這兩種電子的荷電成爲電氣量的最小單位（素量）。並且陰電子便是構成原子的一種因素。

(4)Meson（介子）：

介在於電子與後述的核子中間領域的一羣粒子。

i）λ-Meson（Lambda 介子）記號 λ ，靜止質量 3～10

ii）μ^+-Meson（正 Mu 介子）記號 μ^+ ，靜止質量 207

iii）μ^--Meson（負 Mu 介子）記號 μ^- ，靜止質量 207

這一對相反的 Mu 介子總括地稱爲 Muon。

iv）π^+-Meson（正 Pai 介子）記號 π^+ ，靜止質量 273

v）π^--Meson（負 Pai 介子）記號 π^- ，靜止質量 273

vi）π°-Meson（中性 Pai介子）記號 π° ，靜止質量 265

上列三種 Pai 介子的總稱爲 Pion。

vii）ι^+-Meson（正 Tau 介子）記號 ι^+ ，靜止質量 966

viii）ι^--Meson（負 Tau 介子）記號 ι^- ，靜止質量 966

ix）θ°-Meson(中性Theta介子)記號 θ° ，靜止質量 965

上舉諸種介子中，i)～vi) 通常總稱爲 L- 介子（輕介子），vii)～ix) 的總稱是 K- 介子（重介子）。其中荷電的介子所具有的電氣量是與電子的電荷相等。

(5) Nucleon（核子）：

因爲是構成原子核的因素，所以稱爲核子，其中包括兩對相反的粒子。

i）Proton（質子）與 Anti-Proton （反質子）。

質子的記號 p^+，反質子的記號 p^- 或 p' ，兩者的靜止質量均爲1836（相當 1.6723×10^{-24} g）原子量均爲1.0076。

ii）Neutron（中子）與 Anti-Neutron（反中子）。

中子的記號 n°，反中子的記號 $n^{\circ\prime}$ 或 $-n^{\circ}$，兩者的離止質量均爲 1838（相當於 1.6746×10^{-24} g）。上擧諸種核子中，質子與中子便是構成原子核的成份，而反質子與反中子可能推想爲構成反原子核的成份。

(6)Hyperon（超粒子）：

質量超過核子的粒子有如下列幾種。

i）	Λ°（中性 Lambda粒子）	靜止質量 2181
ii）	V （V- 粒子）	靜止質量 2200～2300
iii）	Σ^{+}（正 Sigma 粒子）	靜止質量 2327
iv）	Σ^{-}（負 Sigma 粒子）	靜止質量 2327
v）	Ξ^{-}（負 Xi 粒子）	靜止質量 2586

荷電的核子與超粒子的電氣量都採取與電子的電荷相等的素量。

上列諸種基子以外，還有 Electrino（微電子；電子質量的百分之一程度的陽性荷電的粒子），σ-Meson 以及據說幾年前被發現十幾種總稱爲 Variaton 的基子。相當雜多的基子從質量上看來，可以分爲四段階層。第一階層稱爲輕粒子，包括電子以及質量小於電子的基子。第二階層是包括介子羣，便是介在於輕粒子與重粒子中間的基子。第三階層是指謂核子，稱爲重粒子。第四階層是包括質量大於核子的基子，稱爲超重粒子。這些階層區劃的基準，顯然地存於電子與核子。而且電子與核子便是原子的構成因素。

關於基子的大小（大度）以及空間的形態是難以確定的。通常將基子間的互相作用所可能達到的範圍視爲其大度。就電子與核子而說，在這樣意義的大度，其直徑大約是10^{-13}cm程度。

Ⅱ 基子的蛻變（轉變或變換）

基子因爲是意謂着構成物質的最根源的因素，所以容易被推想作極其安定而恒久不變的存在。然而其實，一般地說，却是極端不安定

的存在。基子間通常可能發生互相轉化的現象。激烈的蛻變現象可以說是大部份的基子的特質。大致上，質量大的基子可能轉變爲質量小的基子，相反地質量較小的幾種基子的互相作用的結果可能產生質量較爲大的基子。

(1)基子的自己崩潰：

質量較大的基子經常要發生自己解體而轉變爲質量較小的基子。

i) Hyperon（超粒子或超重粒子）：

(a) $\Lambda^{\circ} \rightarrow P^{+} + \pi^{-}$；$\Lambda^{\circ} \rightarrow n^{\circ} + \pi^{\circ}$

Λ° 自己崩潰而轉變爲 P^{+} 與 π^{-} 或者轉變爲 n° 與 π°。Λ° 的平均存在時間（通常稱爲平均壽命）是 3.7×10^{-10}秒。

(b) $V_1 \longrightarrow p^{+} + \pi^{\pm}$；$V_1 \longrightarrow p^{+} + \mu^{\pm}$

$V_2 \longrightarrow n^{\circ} + \pi^{\pm}$；$V_2 \longrightarrow n^{\circ} + \mu^{\pm}$

$V_2 \longrightarrow \pi^{\mp} + \mu^{\pm} + \nu^{\circ}$

(c) $\Sigma^{+} \longrightarrow p^{+} + \pi^{\circ}$

$\Sigma^{-} \longrightarrow n^{\circ} + \pi^{-}$

兩種 Σ 的平均壽命大約是 3.4×10^{-11} 秒。

(d) $\Xi^{-} \longrightarrow \Lambda^{\circ} + \pi^{-}$；$\Xi^{-} \longrightarrow \Sigma^{-} + \pi^{\circ}$

$\Xi^{-} \longrightarrow \Sigma^{\circ} + \pi^{-}$

其平均壽命 1×10^{-10} 秒

ii) Nucleon（核子）：

(a) Proton（質子）單獨存在時，極爲安定，可以說是恒久不變的存在。但是與中子形成核力場時，可能放射出 π^{+} 或 e^{+} 與 ν° 而轉變爲中子。

$p^{+} \longrightarrow n^{\circ} + \pi^{+}$；$p^{+} \longrightarrow n^{\circ} + e^{+} + \nu^{\circ}$

(b) Neutrou（中子）勿論單獨存在時或存在於核力場內都是不安定的。中子就要放射出 π^{-} 或 e^{-} 與 ν° 而自己轉化作質子。

$n^{\circ} \longrightarrow p^{+} + \pi^{-}$；$n^{\circ} \longrightarrow p^{+} + e^{-} + \nu^{\circ}$

中子的平均壽命是12.8分。在基子的自己崩潰中算是壽命最長的。

iii) Meson（介子）：

(a) K-Meson

1) $\iota^{+} \rightarrow \begin{cases} \pi^{+} + 2\pi^{\circ} \\ \pi^{-} + 2\pi^{+} \end{cases}$ 平均壽命1.27×10^{-8}秒

2) $\tau^{-} \rightarrow \begin{cases} \pi^{-} + 2\pi^{\circ} \\ \pi^{+} + 2\pi^{-} \end{cases}$ 平均壽命1.27×10^{-8}秒

3) $\theta^{\circ} \rightarrow \begin{cases} \tau^{+} + \pi^{-} \\ 2\pi^{\circ} \end{cases}$ 平均壽命1.3×10^{-10}秒

(b) π-Meson

1) $\pi^{+} \rightarrow \mu^{+} + \nu^{\circ}$ 平均壽命2.5×10^{-8}秒

2) $\pi^{-} \rightarrow \mu^{-} + \nu^{\circ}$ 〃 〃

3) $\pi^{\circ} \rightarrow 2\gamma^{\circ}$ 〃 1.5×10^{-15}秒

(c) μ-Meson

1) $\mu^{+} \rightarrow e^{+} + 2\nu^{\circ}$ 平均壽命2.2×10^{-6}秒

2) $\mu^{-} \rightarrow e^{-} + 2\nu^{\circ}$ 〃 〃

如上擧，質量大的基子可能轉變爲質量小的基子。而作轉變時，大部份要附帶地放射出微中子（ν°），此微中子本身却是安定且恒久不變的。尙且更加値得注目的是，作轉變時，同時還要損失其質量。例如：$\pi^{\pm} \rightarrow \mu^{\pm} + \nu^{\circ}$ 的場合，$\pi^{\pm}$的質量是 273，$\mu^{\pm} + \nu^{\circ}$ 的質量却是207～208，其間所喪失的質量就相當於65～66。甚至於π°，其質量 265 完全要消滅而變成兩個光子（γ°）。便是 π° 轉變爲兩個光子時所損失的質量完全要變成爲能量。

在化學變化的領域，發生反應前後的元素總質量被認爲不變（質量恒存律）；而此恒存律便是成立作化學定量分析的基礎。化學反應時，因爲隨伴着反應所發生的能量很少，所以其所消費的質量也就很

少。不顧慮到這極小量的質量時，質量恒存律還可能以近似形態而存立着。但是在原子核反應的領域，從小量的質量可能放出大量的能量，因此質量的損失就要顯明地呈現出來。至於基子生滅蛻變的領域，質量的損失是還要更加顯著化。此時，很顯明地表出物質的質量祇不過是能量的一種形態或變相的嚴重事實。質量既然是能量的一種形態，質量當然亦可能變成別種形態的能量。對於包括質量在內的凡有形態的能量的總量，始可能成立能量恒存律，更恰當地成立爲質能恒存律。這種質能恒存律可以說是自然科學成立的根本原理或根本前提。帶有如此重要意義的質能恒存律究竟是否可能維持其恒存性，還存有一大疑問。恐怕這種恒存律本身是難以恒存着。

帶有一定質量的存在通常被認爲就是物質。從上面所說的立場看來，恒存的存在並不是物質本身，而是能量。所謂質量祇不過是能量的一相面而已。將質量折算作能量可以依照 $E=mc^2$ 的公式（質量與能量的同等性）。依照此公式算來，1 Gram 的質量便是等於 9×10^{-20} erg 的能量，將此能量再折算作電力，大約等於2500萬 kw 時（一小時發出 2500 萬 k. watt），再換算作熱量時，大約等於 210 億 Kcal（相當於3000噸煤燃燒時所放出的熱量）。

關於基子能量單位，通常是採用電子 volt (eV)。1eV 是指謂對於一個電子用 1 volt 的電位差加以加速度時，其所獲得的運動能量。而 1eV 便是相當於 1.6×10^{-12} erg。

(2)基子的生成反應：

由於質量較小的基子間的互相作用的結果可能生成質量較大的基子。例如將高能量的 π^+ 衝擊於 p^+ 時，可能產生 Σ^+ 與 K^+。

$$\pi^+ + p^+ \longrightarrow \Sigma^+ + K^+$$

同樣地將高能量的 π^- 衝擊於 p^+ 時，可能發生如下的生成反應而出現質量大的基子。

$$\pi^- + p^+ \longrightarrow \Lambda^\circ + K^\circ$$
$$\longrightarrow \Sigma^+ + K^+$$

$$\longrightarrow \Sigma^- + K^+$$
$$\longrightarrow \Xi + K^+ + K^-$$
$$\longrightarrow p^+ + p^- + n^\circ$$

在最後反應式產生反質子（p^-），而此反質子假如通過物質時，就可能與原子核內的質子（p^+）相衝突，此時兩者就要消滅而產生幾個 π 介子。又將 K 介子衝擊於質子時，可能發生如下的反應。

$$K^- + p^+ \longrightarrow \Lambda^\circ + \pi^\circ$$
$$\longrightarrow \Sigma^\mp + \pi^\pm$$

支配生成反應的力，通常稱爲强性互相作用，其反應時間大致是在 10^{-20} 秒以下。反之，支配自己崩潰的力，稱爲弱性互相作用，其存在時間大約是在 $10^{-8}\sim10^{-10}$ 秒。强性與弱性的區別，主要地是根據這樣的基子生滅時間的長短。通觀基子的蛻變現象，我們可以瞭解大多數的基子祇是一瞬間的存在，就是在生成的同時立卽就要告消滅的極爲不安定的存在。另方面，安定的基子却幾乎是超時間的，永恒不變的存在。總括地說，基子是存在於極限度的兩極端的極其微妙不可思議的神秘存在。對於這樣的基子世界的奧妙光景，我們難免抱有無限的感慨。

Ⅲ 正粒子與反粒子

從基子的諸種類中，我們可能舉出下列幾對的正反的相反粒子。陰電子與陽電子，正 μ 介子與負 μ 介子，正 π 介子與負 π 介子，正 τ 介子與負 τ 介子，正陽子與反陽子，正中子與反中子以及正Σ粒子與負Σ粒子，除開這些相反粒子以外，在其他的基子中還可能推想有相反粒子的存在。據說光子、微中子等的中性基子亦存有相反粒子。最初預測相反粒子的存在，是在1928年由於 P. A. M. Dirac 所提倡的。Dirac 想要建立關於電子的量子力學的基礎方程式時，在理論上導出了電子所可能採取的能量值帶有正負兩種的可能性。正狀態能量的電子就是普通的陰電子，負狀態能量的電子當作數學的「解」是可

能設想的，但其究竟是否帶有實在性，乃屬於疑問。假如有負狀態能量的電子存在時，正狀態能量的電子（陰電子）就要發生不安定而不斷地要降落到能量在低級水準的負狀態的能量。換言之，能量正狀態的電子不斷地要變成爲能量負狀態的電子。因爲要避免此種理論上的難點，Dirac 設想能量負狀態的電子是緊密充滿於空間內的，從而正狀態的電子就不能降落到此負狀態的餘地。Dirac 更連一步設想由於負能量的無限數的電子所擠滿着的狀態便是普通所謂眞空的空間。眞空空間並不是意味着其中無任何存在物的狀態，相反地指謂其中充滿了負能量的無限數量的電子的狀態。眞空空間假如是如此狀態時，所謂眞空空間的存在便成爲現在哲學上、科學上的一大問題。我們對於這種負能量狀態的電子，用通常在科學上所使用的方法是不能給以檢證的。但是，假如給以相當强度的刺激時，負狀態的一個電子有時可能跳出到正狀態。在此時，就要發生一個正狀態的電子（就是普通的陰電子）與正狀態的一個空席（空竅、窟窿）。並且這個空席的發生便是相當於帶有與陰電子相反對符號的電氣之陽電子的發生，所謂陽電子就是指謂這個空竅的存在。這種情形是表示着粒子與其相反對的粒子，就是陰電子（正粒子）與陽電子（反粒子）的一對相反粒子的發生。根源地說就是表示着從眞空的空間中突然發生出電氣符號相反的兩個粒子。尙且這兩個粒子，正粒子（陰電子）與反粒子（陽電子）再結合時，兩個粒子都要歸於消滅。

現在，在理論上以及實驗上已經被證實了，有如下列情形的發生。

$$\gamma^{\circ} \longrightarrow e^{-} + e^{+} \qquad \text{〔物質創生〕}$$

光子的能量在 100 萬電子 volt 以上時，可能變成爲陰陽兩個電子的質量。假如將純粹的能量視爲非物質性，而將質量視爲物質的標徵時，這種轉化便是意謂着所謂物質的創生。相反地亦有與此過程倒逆的逆過程。

$$e^{-} + e^{+} \longrightarrow \gamma^{\circ} \qquad \text{〔物質消滅〕}$$

陰陽兩個電子的質量完全消滅而變成爲光子的能量（純粹運動能量），這樣的轉變通常稱爲物質的消滅。

依照現在種種跡象顯示相反粒子的存在幾乎是普遍於一切的基子。換言之，相反粒子的存在是全般性的，正粒子與反粒子是站在對照的相對關係。而在習慣上，將陰電子稱爲正粒子，將陽電子稱爲反粒子。這樣的稱呼與荷電的陰陽的名稱上的規定都是屬於人爲的偶然的事情，並且是因爲我們所居住的這個世界內所存有的原子是由於陰電子，質子與中子所構成的，就是將這三種基子作基準的一種肆意的看法。我們可以設想由於陽電子、反質子與反中子所構成的原子的世界亦可能存在於宇宙內。因此，我們亦可以將現在所謂正粒子稱爲反粒子，相反地將所謂反粒子稱爲正粒子。元來陰電子、陽電子、質子、反質子的名稱設定祇是偶然的肆意的人爲作法。

我們更加可能推想，當物質宇宙誕生時，凡有粒子是與其反對粒子同時發生的。而且因爲相反的粒子間（正粒子與反粒子之間）存有互相反撥力的作用，所以互相間就漸漸遠離開而形成相反的世界。假如我們可能搬到反對世界去生活的話，在那裡面的情形大概亦是與我們現住的這個世界相類同的吧。但是構成我們身體的原子構造須要加以改變，否則恐怕要發生一大慘劇。因爲正粒子與反粒子相接觸時，兩者的質量就要完全消滅而轉變爲能量。由於陰電子、質子與中子所構成的原子假如稱爲正原子，由於陽電子、反質子與反中子所構成的原子稱爲反原子時，這兩種相反原子相衝擊的場合當然亦就會歸於消滅。同樣地由於相反原子所構成的相反的兩個世界（正世界與反世界）假如相接近而開始接觸時，亦就要發生正粒子與反粒子的結合而放出無限大的能量，而終告消滅。例如正質子與反質子相結合時，可能發生比氫彈千倍數的能量。

儘管相反粒子的存在是屬於眞實的，但亦不能因此就來斷定上述的 Dirac 理論的正確性。原來 Dirac 理論可以說極爲不自然的，因而包含種種的難點。認爲由於負能量電子所緊密充滿着的狀態便是眞

空空間（負能量電子的充滿狀態＝眞空空間），而在這種空間內所發生的空竅就是陽電子（眞空空間內的空竅＝陽電子），假如果眞如此，那麼正能量電子（陰電子）所存有的空間的性質如何，以及存於正能量狀態與負能量狀態的中間領域的空間性質又如何，就成爲問題。不僅如此，還要發生更加嚴重的問題。除開陰陽電子的相反粒子外，尙有許多的相反粒子的存在，而對於這些相反粒子亦應該可能適用同一理論。例如對於質子而說，正質子是存於正能量狀態，而負能量質子的充滿狀態便是眞空空間，在這種空間內的空竅便是反質子的存在，其餘類推。假如果眞如此時，同一的眞空空間便是許多種負能量正粒子的充滿狀態的複合，而在這種眞空內的同一空竅亦就是許多種反粒子的複合。尙且再將相反粒子的正反關係顚倒過來時，理論亦就更加要顯出複雜化。凡理論呈現爲過份複雜時，其眞理性便反而成爲可疑的。Dirac 的理論不過是這種情形的一個極端的事例而已，其實在現在物理學中還存有相類似的眞理性可疑的許多理論。

Ⅳ　基子的創生

質量較大的基子可能轉化爲質量較小的基子，相反地質量較小的幾種素粒子的互相作用的結果亦可能產生質量較大的基子，這些現象主要地是成立於質量間的互相轉化。所謂基子的創生却是指謂更爲根源意義的生成現象。例如光子的能量在某種條件下可能生成一對的陰陽電子的這種現象可以說是屬於基子創生的一事象。基子的創生問題便是物質的創生問題，因而當然是連結於物質的發生起源以及宇宙的發生起源問題。這種問題在哲學上，尤其是在物質論上站有極其重要位置，對於這種問題的專門討究讓於後述有關論項再提，現在祇指出基子創生的條件來作爲論述的前提。基子在天然崩潰時，其質量漸次被損失而變爲運動能量或輻射能量。採取適當的方法，原理上可能將運動能量或輻射能量轉變爲質量而創生基子。而創生基子所需要的能量的最低限度的數值是將各種基子的質量換算作電子volt 的數值。e=

(陰陽電子) 質量 1=0.51 Me V (Me V 是表示一百萬電子 volt) ，$\mu^{\pm}$ (正負 μ 介子)質量 207=105.6 Me V，$\pi^{\pm}$ (正負 π 介子) 質量 273=140 Me V，π° (中性介子) 質量 256=135 Me V，$\iota^{\pm}$ (正負 ι 介子) 質量 966=493 Me V，θ° (中性 θ 介子) 質量965 ==493 Me V，P± (正負質子) 質量 1836=938 Me V，n° (中子) 質量 1838=940 Me V，Λ° (中性Λ粒子) 質量 2181=114.7 Me V，Σ (正負 Σ 粒子) 質量 2327=1189 Me V，Ξ^{-} (負Ξ粒子) 質量 2586=1321 Me V。依照上列的數值，創生電子至少需要五十萬 eV ，創生 π 介子至少需要一億四千萬 eV ，創生質子至少需要十億三千八萬 eV。但是實際上，除開能量恒存以外，還須要考慮運動量恒存、角運動量恒存以及其他的恒存等等的條件，所以通常需要比上列的數值更大的數值。

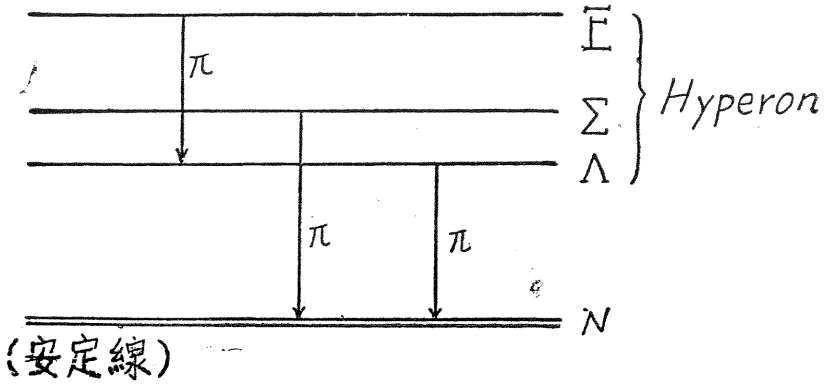
V 總結與問題

自然界所生起的種種現象究竟可能歸屬於基子間的互相作用。換言之，現實世界的各階層內的各種過程究竟可能歸屬於基子間的基原過程。從基子的世界看來，現實的世界不過是可能的世界的一種顯現而已。由於基子間的可能配合編置可能產生與現存的現實世界不同的另外各種方式的現實世界。因而現存的現實世界，從其某種觀點看來，亦可以說是一種偶有的世界。究極地說，基子本身的發生或者是屬於偶然的事象。由於偶然發生的基子間的可能的配置方式可能產生多種樣式不同的可能世界，其中或者又是由於偶然的動因而顯現出現存的現實世界，而在這種偶有特殊的現實世界內却要展開出各種必然的事象而成立必然的發展法則。我們所居住的現實宇宙本來是如此發生的這樣事情，又要使我們生起難以名狀的無限的感慨。

(1)通觀基子的天然蛻變的種種情形，可以概括作如下的兩大方式。

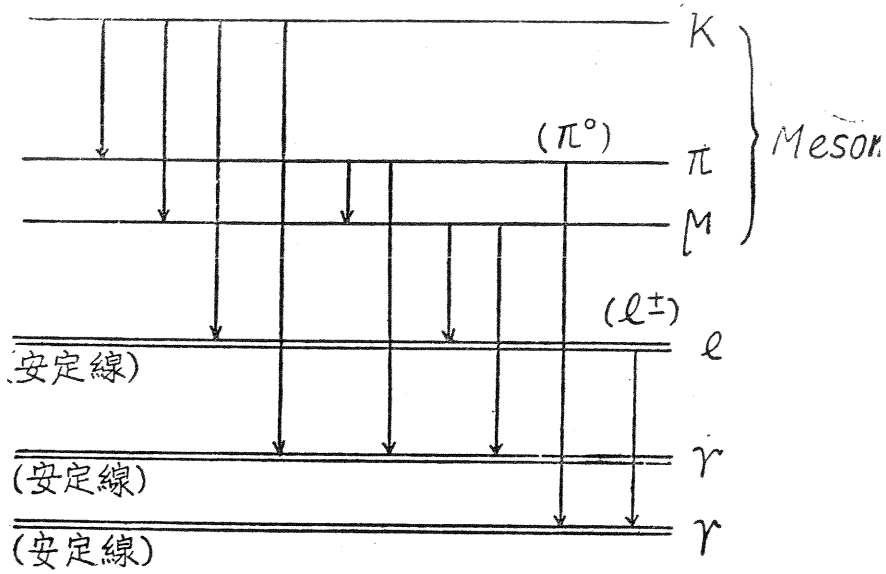
i) 第一方式是超重粒子 (Hyperon) 轉變爲重粒子或核子

(Nucleon) 的途徑。



Σ轉化爲Λ、 與Λ轉化爲N（核子）時，都要放出π介子。而且核子中質子（Proton） 的存在是安定的，中子（Neutron）在單獨存在時是不安定的。

ii）第二方式是中間粒子（Meson）轉變爲輕粒子的途徑。



這些粒子在作轉化時，通常隨伴地要放出微中子（ν）。陰電子（e^-），微中子（ν）與光子（γ） 的存在是安定的。但是值得注目的是

陰陽電子對相接觸與中性 π 介子各個可能將其質量完全消滅而轉變爲光子的輻射能量。

$$\left.\begin{array}{l} e^- + e^+ \longrightarrow \gamma^\circ \\ \pi^\circ \longrightarrow 2\gamma^\circ \end{array}\right\} \text{（物質消滅）}$$

物質消滅的逆過程便是物質創生。例如：$\gamma^\circ \rightarrow e^- + e^+$。高度能量的光子亦可能產生中性 π 介子（$\Upsilon^\circ \rightarrow \pi^\circ$），再將此中性 π 介子作用於質子時，可能產生中性的 Λ 粒子與 θ 介子（$\pi^- + P^+ \rightarrow \Lambda^\circ + \theta^\circ$）。一般地說，轉變與生滅現象是基子的一重要特性。

(2)依據基子作用的種種跡象，我們可能推想基子本身是由於能量所結成的。因此我們可以設想，在無限空虛的空間內或者可能由於未知的機作而醞釀出根源能量，再從這種根源能量的第一次的凝結而出現根源質量，這種根源質量便是基子，而這種基子始值得稱爲眞正意義的基子或物質構成的眞正的究極因素。物質的發生起源問題的考究應該要溯源到從空虛的空間如何可能醞釀出第一次的根源能量以及從根源能量如何可能凝結爲第一次的根源基子這樣究極問題。並且物質的發生起源問題亦就是實有宇宙的發生起源問題。關於此極爲重大問題的考究讓於後述宇宙論的有關論項再提。從第一次的根源基子的再轉變而生成的基子應當稱爲第二次的基子，而且從既成的基子內所發出的能量亦應當稱爲第二次的能量。因此，在概念上我們可以區別出第一次的根源能量與第二次或第二次以下的派生能量以及第一次的根源基子與第二次或第二次以下的派生基子。

(3)根源能量第一次凝結爲基子時所出現的基子的種類，究竟是單一種或者是雜多種呢。是否原初就可能同時產生質量不同的雜多基子，或者是第一次產生質量較大的基子而由於這種基子的崩潰的結果轉變爲質量較小的第二次的基子，或者是第一次產生質量較小的基子而再由於這種基子的融合而成爲質量較大的第二次的基子呢。並且，根源的基子究竟是否具有內部構造。這些問題，在討究基子的根源與本性時，成爲必須考慮的前提條件。

(4)現階段的物理學上所發現的基子不過是在自然界可能存有的基子中的一小部份而已。被發現的基子的數目增加便是表示着將來尙有繼續發現未知的新基子的可能性。到現在爲止被發現的基子大部份是具有一定質量的特定性質的單一粒子，所以嚴格地說應該是屬於性質上的基本單位，還不能視爲分量上的究極單位。從這種觀點看來，這些基子在性質上有些類似於化學元素的性格。因此，這些基子究竟是否屬於眞正意義的基子或構成物質的究極因素，尙存有問題。關於此問題的解決尙須要等待科學將來的發展。現在所舉出的問題，嚴密地說，應該要分爲兩段， i) 現在所謂基子是否都屬於眞正的基子， ii) 或者其中有些是否屬於眞正的基子。

(5)被發現的諸基子間大致存有如下的互相轉化的關係。

質量大的基子⟷質量中級的基子⟷質量小的基子⟷能量(γ°)

依照這樣的情形，我們就得提出如下的問題。就是物質宇宙誕生時，究竟是 i) 首先創生質量大的基子，然後分裂而變成爲質量小的基子呢， ii) 或者是首先創生質量小的基子，然後結合而變成爲質量大的基子呢，iii) 或者是首先創生質量中級的基子，然後一方面分裂而變成爲質量大的基子，另方面結合而變成爲質量大的基子呢， iv) 或者是各別創生質量不同的各種基子呢。

(6)各種基子原理上可能轉變爲另種基子，而終竟可能消滅而變成爲能量，相反地亦可能從能量中被創生出來。因爲轉變生滅便是基子的根源特性。因此，我們可以設問，凡基子究竟是否從同一的根源能量所創生的呢。假如是如此時，那麼諸種基子不過是同一根源能量所顯現出的各種相差異的形態或狀態而已。並且依照現在科學的某種見解，基子可以解釋作帶有能量性質的各種波動場之量子化了的粒子。換言之，基子便是表現於各種波動場或力動場的能量量子。例如電磁波場之量子化了的粒子就是光子，核子場之量子化了的粒子就是介子，亦可以設想重力場之量子化的粒子的存在可能性而稱爲重力子 (Graviton) ，這或許是相當於微中子 (Neutrino) 。從此觀點看來

，基子便同時帶有波動性與粒子性的兩種互相矛盾的屬性。因而基子更恰當地應該稱爲「基波粒子」。在空間內存在着各種物理的場，而在這些場中出現各種基子。基子便是在各種物理場中發生狀態變化時所顯現出的帶有固有（Unique）性質的基本波粒子。

(7)現在被發現的二十幾種基子是否帶有內部構造性。換問之，這些基子畢竟帶有單一性呢，或者是帶有複合性呢。對於這樣問題，現在尙難爲予以斷定。雖然如此，但是我們可以推測，光子或許是屬於單一性或者接近於單一性。其餘的或許帶有內部構造性。假如如此時，那麼這些基子便要失掉構成物質的在分量上再不能分割的最小單位的意義。於是，對於基子我們亦就要分別出兩種意義：i）構成物質的在性質上的最小單位，ii）在分量上的最小單位。所謂構成物質的究極因素是要指謂那一種呢，或者須要包括兩種在內呢。

(8)規定基子的創生以及基子間的互相作用之關於物理的場（帶有能量性質的波動場或力動場）的基本法則或基本方程式是否可能被確立，這是有關於物質能量的統一理論的確立問題。可能導出全物質界之能量場的基本方程式的確立乃是屬於物理學將來的一大課題。換言之，支配基子的創生與基子間的互相作用的根本法則的解明便是基子論的一重要課題。而且基子間的互相轉化的內部機構的解明是依屬於這種根本法則的解明。

(9)基子間的互相轉化的事實，暗示着基子還帶有內部構連性。假若如此時，現今所謂基子便要失掉基子本來的意義。就是說基子還可能分解爲更加細微的因素。這是從分量上的究極因素的觀點來判定的，對之，從性質上的究極因素的觀點看來，現在被發現的基子的一部份或許還可能保持基子的意義。勿論如何，現在所謂基子即使還具有內部構造性，其內部構造亦可以推想比原子的內部構造更爲簡單的。不久的將來物理學或許可能深入到基子內部構造的解明而分解到比現存基子更爲微細的因素。與基子的內部構造問題直接有聯關的就是關於基子的本性或本質的問題。基子的本性問題與基子作用的根本法則

問題便是呈現於基子論面前的兩大基本問題。而基子的本性問題又是連結於較爲根源性的能量的本性問題。這種問題與下列的幾種問題都是屬於人類知能的極限問題。勿論基子帶有單一性或複合性，基子的本質究明恐怕是超越人類知識所可能達到的範圍。

⑽基子間帶有種種程度不同的質量，規定如此的質量多種性的究極原因如何呢。從同一的根源能量如何可能結成爲質量不同的並且性質不同的諸種基子呢。所謂分量的變化引起性質的變化的究極的層次或許是存於根源能量轉化爲根源質量的這種有關基子創生的物質發生上的根源階層。本項所擧出的問題與下列的問題都是連繫於支配基子創生與基子作用的根本法則的問題。

⑾基子間的互相作用內部存有强性與弱性的差異性，規定如此的互相作用的多種性的究極原因如何呢。要解明基子間的互相作用的本質時，似乎還須要將現在的場理論中的時空概念加以根本的改革。

⑿因而我們可以提出這樣的問題，就是表現於基子上的時空的本性如何呢。這個問題是連關於所謂局所時空與非局所時空的問題。並且時空是存於根源質量（基子）以及根源能量背後的最究極的非存在性的存在。

⑿假如基子是由於根源能量的凝結而產生時，那麼如何可能從根源能量產生電氣性質相反的各種基子以及其他各種電氣中性的基子呢。荷電的相反基子與電氣中性的相反基子的生成原因如何呢。而且電氣中性的基子是否由於荷電相反的基子所構成的呢。後者這個問題，就光子而說，特別就要成爲非常嚴重的問題。究竟地說，根源能量本身是否元來就帶有電氣相反的性質呢。究竟，電氣的本性與其生成原因如何呢。電氣的本質問題與其發生起源問題便成爲基子論乃至物質論的常被忽略的究極問題。

⒁並且還要發生一個奧妙的問題，就是質量不同的荷電基子何以帶有同一素量的電氣呢。這樣情形是否表示着基子的根本性質並不是存於其質量的大小，而主要的是在其所帶有的電氣性質如何呢。假若

如此時，亦就要發生其反面的困難問題。就是電氣素量相同的基子何以顯現爲質量以及性質不同的基子呢。其他還有下列附帶的諸問題，i）荷電的相反基子間的生成關係如何，ii）電氣中性的相反基子間的生成關係如何，iii）荷電基子與中性基子間的生成關係如何。這些問題又是連繫於支配基子間的互相作用的根本法則的問題。一般地說，電氣是物質所具有的最基本的性質。不祇基子間的互相作用，連原子間以及分子間的互相作用主要地亦是依據電氣作用而成立的。

⑸現在的基子論中曾經出現了所謂自己能量發散無限大的困難問題。例如一個電子由於其運動，在其周圍就要形成電磁場，而由於在這電磁場內所出現的光子與原本的電子間的互相作用所發散出來能量的累積結果在理論上應該成爲無限大。其他在核子與介子間的互相作用，一般地說，在各種基子間的互相作用亦可能發生能量發散無限大的問題。爲了要解決或避免這樣的困難問題，在物理學中出現了許多的方法與理論，例如切斷法、減算法、極限法以及新電磁場理論，S-Matrix 理論、混合場理論、凝集力介子理論、攝動理論等等，但是似乎尚未得到完滿的解答。

⑹安定性的基子與不安定性基子的存在時間顯現爲無限大的兩極端，就是前者成爲永恒性，後者却成爲瞬間性的存在。這樣的存在狀態究竟是根據何種原因呢。基子論亦應該提出這種最深奧妙的問題。

（附記）以上關於基子的論述是六年前的寫作。這幾年來陸續被發現的與被人造的基子的種類，到去年（1965年）爲止已經超過一百種以上。現在既知的基子的種類幾乎與原子的種類（包括自然原子與人造原子）相等。將來尚可預料更多種的基子加速度地被發現或被人造。這可引起基子研究上的更加混亂與困難。雜多種的基子將來再通過一番的整理後，或許可能發現出其間的系譜關係。原子間存有週期性的系列（元素週期律），基子間或許亦可能存有類似於這種性質的系列。基子的概念與名稱猶可暫時使用，祇要在其發生系譜上作第一次元的，第二次元的以及第三次元以上的辨別則可。現今的基子論已

漸次深入到根源物質的探究，而將其稱爲原基子 (Elementon) 。原基子在概念上是該當於著者所謂的第一次元的基子（根源能量的第一次的凝結或根源能量場的第一次的量子化的成果）。這不過是基子的哲學概念而已。其精細的解明尙須等待基子的科學概念的確定。原基子的發生問題卽是物質的發生問題，亦卽是實有宇宙的發生問題。關於這種問題的更加深入的考究，讓於後來在宇宙論中再提。幾千年來哲學上最爲基本的究極問題，如今須要藉助於科學，尤其基子論的探究始能得到其實質的解決途徑。有關基子的問題，除上擧的十六項外，我們還要提出許多問題，這些預定在宇宙論中附帶地予以考究。

玆爲要提供參考的起見，再將旣知的三十種基子列表如下。表中的 Spin （自轉運動量；各數值乘$\frac{h}{2\pi}$），Bose 粒子以及 Fermi 粒子的意義，卽將在次一節原子論中有所敍述。

族	基子	記號	Spin	靜止質量 (Me)	電荷	壽命 (sec)	種類
	1.光子	Υ	1	0	0	安定	Bose 粒子
輕粒子族	2.微中子	ν	1/2	<0.0005	0	安定	Fermi 粒子
	3.反微中子	$\bar{\nu}$	1/2	<0.0005	0	〃	〃
	4.電子	e^-	1/2	1	-1	〃	〃
	5.陽電子	e^+	1/2	1	$+1$	〃	〃
	6.負 μ 介子	μ^-	1/2	206.7	-1	2.2×10^{-6}	〃
	7.正 μ 介子	μ^+	1/2	206.7	$+1$	2.2×10^{-6}	〃
介	8.負 π 介子	π^-	0	273.2	-1	2.56×10^{-8}	Bose 粒子

中間子族	9. 正 π 介子	π^+	0	273.2	+1	2.56×10^{-8}	〃
	10. 中性 π 介子	π°	0	264.2	0	4×10^{-16}	〃
	11. 正 K介子	K^+	0	967	+1	1.22×10^{-8}	〃
	12. 負・反 K介子	$\tilde{K}^-$	0	967	−1	1.22×10^{-8}	〃
	13. 中性 K介子	K°	0	968	0	0.95×10^{-10}	〃
	14. 中性・反 K 介子	$\tilde{\tilde{K}}^\circ$	0	968	0	0.95×10^{-10}	〃
核子族	15. 質子	P	1/2	1836.1	+1	安　　定	Fermi 粒子
	16. 反質子	$\tilde{P}$	1/2	1836.1	−1	〃	〃
	17. 中子	n	1/2	1838.6	0	1.04×10^{-3}	〃
	18. 反中子	$\tilde{n}$	1/2	1838.6	0	1.0×10^{-3}	〃
重粒子族	19. 中性 Lambda粒子	Λ°	1/2	2183	0	2.8×10^{-10}	Fermi 粒子
	20. 中性・反Lambda粒子	$\tilde{\Lambda}^\circ$	1/2	2183	0	2.8×10^{-10}	〃
	21. 負 Sigma 粒子	Σ^-	1/2	2341	−1	1.7×10^{-10}	〃
	22. 正・反 Sigma 粒子	$\tilde{\Sigma}^+$	1/2	2341	+1	1.7×10^{-10}	〃
	23. 正 Sigma 粒子	Σ^+	1/2	2328	+1	0.83×10^{-10}	〃
	24. 負・反 Sigma 粒子	$\tilde{\Sigma}^-$	1/2	2328	−1	0.83×10^{-10}	〃
	25. 中性 Sigma 粒子	Σ°	1/2	2331	0	$<10^{-11}$	〃
	26. 中性・反 Sigma 粒子	$\tilde{\Sigma}^\circ$	1/2	2331	0	$<10^{-11}$	〃
	27. 負 Xi 粒子	Ξ^-	1/2	2585	−1	$5\times10^{-10}\sim2\times10^{-8}$	〃
	28. 正・反 Xi 粒子	$\tilde{\Xi}^+$	1/2	2585	+1	$5\times10^{-10}\sim2\times10^{-8}$	〃

29.	中性 Xi 粒子	Ξ^0	1/2	2567	0	約 10^{-10}	〃
30.	中性・反 Xi 粒子	$\bar{\Xi}^0$	1/2	2567	0	約 10^{-10}	〃

第二節　原　子　論

依照現階段的物理學的見地看來，構成物質的第一階層的究極的單位因素就是上節所論述的基子。但是現今被發現的基子大部份似乎還具有內部構造性，這是表示着基子的大部份還可能分解到更爲微細的因素。現存的所謂基子縱使不屬於物質構成的分量上的以及性質上的究極因素，亦可以推想是接近於究極因素。因而究極因素的探究仍然還須要繼續進行。然而在這究極因素的探究上是否存有人類知能的界限，從哲學立場看來，乃是最值得關懷的一重大問題。

構成物質的第二階層的單位因素，便是本節所要加以論述的原子。

I　序　　說

(1)原子的意義

i）哲學上的原子概念：

哲學上所謂原子（Atoms）是指謂將物質加以分析時，可能分解到再不可能分解的最終究最微小的物質單位。簡言之，哲學上的原子便是指謂構成物質的究極因素。這種原子在古典原子論被認爲具有不可分割性、究極性、不生不滅性以及永恒不變性，而祇有形狀、大小以及在空間上的位置的差異性，其他在性質上却無差異。因此，原子不但是分量上的最小單位，並且又是性質上的最小單位。概括地說，哲學上的原子是指謂構成物質的分量上以及性質上的究極因素的同一種抽象概念。這樣作爲抽象概念看待的原子概念在這種意義上可能保持恒久不變性而領導科學研究的進行方途。於是，哲學的原子概念對

於科學研究的發展就可能成爲規制原理。雖然如此，但是認爲原子是不生不滅，永恒不變的這樣意義的哲學概念却是難爲保持的。

ii) 科學上的原子概念：

大致到十九世紀末葉爲止，在科學上通常認爲原子是指謂用化學的方法所可能分解到的，構成物質的最後的因素。就是相當於元素階層的原子被認爲構成物質的在性質上以及分量上的究極因素。這種意義的科學的原子概念當然是合致於哲學的原子概念。然而科學上所指示的原子，從十九世紀末期到現在已經被證實並不是構成物質的究極因素，而却是可能再分解到更爲微細的因素。就是科學上的原子可能分解作現在所謂基子。因此科學上的原子現在已經失掉了哲學上的原子的意義。現階段的科學上，相當於哲學上的原子概念的物質構成單位因素已經從科學上的原子移行到這種基子。但是科學上的基子的意義與哲學上的原子的意義之間却有極大的差異，這點決不能被忽略的。概括地說，科學上的原子是指謂在可能保持元素固有性質的範圍內的最小單位，而且屬於構成物質的第二階層的單位因素。

(2)原子的根本構造

構成我們的物質世界的原子的因素便是陰電子（-e)，質子（p）以及中子（n）這三種基子。而陰電子是構成原子的原子殼的因素，質子與中子是構成原子的原子核的因素。質子與中子因爲是原子核的構成因素，通常總稱爲核子。這樣，原子具有由於原子殼與原子核所形成的雙重構造性，而且由於質子與中子所結成的原子核是存於原子的中心位置，其周圍的原子殼是由於電子的運行軌道所形成的。這樣的原子構造可以比擬於太陽系的構造。原子便是以原子核爲中心，在其周圍電子沿着一定的軌道而繞行着的一種運動系。原子的直徑大約是在$1\sim5\times10^{-8}$cm 程度，陰電子、質子、中子的直徑大約是 10^{-13}cm 程度，而原子核的直徑大約是 $1.5\times10^{-13}\times\sqrt[3]{A}$（A 是表示核子的數目）程度。因此，我們容易可能推想，原子的內部是極其空虛的。除開這種正常的原子以外，還可能成立由於負μ介子（$-\mu$）或負π介子

（$-\pi$）與原子核所構成的祇是瞬間性的變態的原子。其他我們又可能設想由於陽電子（+e），反質子（-p）以及反中子（-n 或 n′）所構成的所謂反原子（Anti-Atoms）的生成可能性。由於這種反原子可能構成反物質世界。關於原子殼與原子核，讓於下述論項再予以討究。

(3)原子的種類

關於原子的種類，除開上述的原子與反原子以外，還可以分爲下列的諸種類。

i）中性原子與荷電原子：

陰電子與質子帶有素量相等而性質相反的電氣。假如構成原子核的質子的數目爲Z，中子的數目爲N時，原子核的正電荷就等於+Ze。在這原子核所形成的靜電場內假如捕獲Z個陰電子時，負電荷亦就等於-Ze，而因爲 +Ze 與 -Ze 互相抵銷的緣故，這樣成立的原子便成爲電氣中和的中性原子。簡言之，由於相同數值的陰電子與質子所構成的原子便是中性原子。反之，由於不同數值的陰電子與質子所構成的原子就是成爲荷電原子。而且陰電子數值假如比質子的數值過多或過少時，就成爲陰性的荷電原子（陰性離子 Negative Ion）或陽性的荷電原子（陽性離子 Positive Ion）。

ii）天然原子與人造原子：

在自然界存有的原子，例如在地球上現存的自然的原子從質量最小的H到質量最大U的這些92種元素可以稱爲天然原子。而由於人工可能製造出來的元素，例如從 $_{93}$Np 到 $_{102}$Nb 這些10種元素，通常稱爲人造原子。將來還可能造出質量更大的原子。然而天然原子與人造原子的區別並不是絕對的。因爲我們可能推想，人工可能造出的原子在自然界曾經可能存在過，或現在還在別的天體可能存在着的。

iii）同位原子與同重原子：

質子的數值Z與中子的數值N的總和數值A稱爲原子的質量數。Z數相同而A數不同的原子，因爲在化學的性質相同而可能放置於元

素週期表格上的同一位置，所以稱爲同位原子（同位素或同位體）。反之，Z數不同而A數相同的原子，因爲在質量上是相同的，就可以稱爲同重原子（同重素或同重體）。各種元素通常都帶有幾種同位原子。例如氫元素具有，$_1H^1$，H^2（$_1D^2$），$_1H^3$（$_1T^3$）這樣三種同位原子。

iv）安定原子與不安定原子：

從原子核內可能放出放射線而轉變爲別種元素的所謂放射元素，可能稱爲不安定原子。不安定原子有天然的，亦有人造的。非不安定原子當然是屬於安定的原子。但是在安定的與不安定的中間又有準安定的原子。就102種元素（包括天然原子92種與人造原子10種）而說，安定的同位原子大約有270種，準安定的同位原子大約有10種，不安定的放射性同位原子就有1000種以上，而且在這些放射性同位原子中，天然的祇有大約40種，其餘的是屬於人工放射性同位原子。

除開上列的各種原子以外，還可能舉出金屬性元素與非金屬性元素，典型元素與遷移元素等等的類別。

(4)原子的成因問題

由人類所發現的基子的種類，到現在爲止，大概已經超過了一百多種。但是自然界可能存在着的基子不知尙有多少種類。在如此相當多種的基子中，何以特別祇有陰電子、質子、中子這三種基子可能構成原子呢。雖然我們還可以設想，反原子可能由於陽電子、反質子、反中子所構成的。假如果眞存在着反原子時，那麼我們可以將此問題改變爲何以祇是由於三種相反基子可能構成正反的原子。玆將反原子的問題除外，祇就原子而說，對於這種問題或者可以舉出基子的安定性來作爲解答。然而構成眞正原子的基子中祇有陰電子與質子是屬於安定的。中子單獨存在時是不安定，而且與質子相結合時又要發生互相轉變。因此，祇根據安定性，對於問題的解決似乎還是不充足。那麼上舉的問題還仍然成立爲急待解決的問題。至於各種原子或元素如何可能生成，這乃是屬於各種元素的發生問題，關於此問題的討究讓

於宇宙論的有關論項再予以論述。我們現在提前要考慮的事情是原子核並非由於質子與中子的單純的結合就可能生成的。因而，各種原子的生成條件如何，就成爲必須討究的問題。

（5）原子的安定性問題

關於原子的安定性問題，必須分爲三側面，第一是原子核內，第二是原子殼內，第三是原子殼與原子核間的。放射性元素的存在是表示着原子核的不安定性。原子殼的不安定性主要地是指示電子軌道的勵起狀態以及特殊軌道上所存有的電子的數目與配置關係的不均齊狀態。現在特別要指出的便是原子殼與原子核間的安定性問題。原子核的荷電是陽性，原子殼是荷電却是陰性，因爲電氣性質相反應該要發生牽引力而形成互相結合狀態。假如電子廻繞於原子核周圍時，依照古典電磁理論，因爲電子不斷地要放出能量，電子的運行軌道應該逐漸縮小，電子本身終於要附着於原子核上或陷入於核內。這樣情形雖然偶爾亦可能發生的，但是事實上通常電子仍然保持一定的運行軌道而作恒久的廻繞運動。電子運行之所以可能保持這樣的動態的安定性的原因如何，便成爲嚴重問題。 N. Bohr 爲要避免古典電磁理論的困難，根據量子論曾經提出了所謂量子條件的假說，認爲電子的運行軌道必須採取依照量子條件所規定的能量準位的定常狀態。然而這種見解却不能視爲問題的解決，而不過是隱蔽問題的所在而已。還有別種見解認爲電子一方面對於原子核帶有求心力，另方面還會發生與此求心力相抗衡的遠心力，而由於這相反方向的兩種力量的相等可能形成平衡狀態。這種遠心力通常認爲慣性力。但是慣性力是應該成立於求心力與遠心力間的平衡狀態下的電子運行方向，就是成立爲運行方向上的電子運動本身的慣性力。因此，這種見解亦不能算爲問題的解決。我們還可以設想，假如電氣性質相反的荷電粒子的距離超過極限時，兩者間反而會發生反撥力，反之，電氣性質相同的荷電粒子的距離超過極限時，反而會發生牽引力。假如這種假說可能支持時，不僅成立於原子殼與原子核間的電子運行的安定性問題，連帶地存於原子

核內的質子間的結合問題亦可能較爲容易謀求解決。再說，電子作廻繞運動時，除開原子核以外，不受其他外力影響時，通常被認爲可能永遠繼續其運動。假如某運動須要消耗運動能量時，那麼可能供給這種能量的來源如何，這樣亦就要發生廻繞運動能量的供應問題。然而更加嚴重的問題是存於電子究竟是否可能作永遠的廻繞運動，換言之，原子究竟是否可能帶有絕對永恒的安定性。其他還可能提出種種問題，現在祇擧出上列幾個問題來作爲以下論述的前提。

Ⅱ 原 子 殼

(1)原子殼的根本構造（原子內的電子配置）

原子是由於原子殼與原子核所構成的。後者可以稱爲原子構造的內芯部，前者稱爲外套部。各種中性原子的記號可以用 ${}_{z}X^{A}$ 來表示，Z 是指示陰電子與質子的各數目，可能視爲原子序數或原子號碼，而 A是指示質子與中子的總數目，通常稱爲質量數。A－Z＝N，此N就是中子的數目。各種原子隨着 Z數的增加，廻繞於原子核周圍的電子軌道的數目亦就要增加。就質量特大的原子而說，例如 Z＝87以上的原子就帶有七層主要軌道，而且各主要軌道內還存有幾個附屬軌道。所謂原子殼便是指謂這些雜多軌道的總稱。而各主要軌道通常稱爲主殼 (Principal shell) ，附屬軌道稱爲副殼 (Sub shell) 。電子的運行軌道並不是任意可能撰取的。依照 Bohr-Sommerfeld 的原子模型，電子軌道是由於量子條件 ($\frac{h}{2\pi}\times n$，n＝1,2,3,……等的整數，$h=6.625\times10^{-27}$ erg. sec，便是指示 Planck 常數，而且此量子條件是等於電子的角運動量) 所規定的。原子內的電子祇可能採取由於量子條件所規定的一定能量的軌道。電子軌道便是成立於一定的能量準位 (Euergy level) ，而且能量不同的準位間存有非連續的離散的能量狀態，這種狀態通常稱爲定常狀態。當然定常狀態是多數個的，並且其互相間不能作連續性的轉移，就是存有斷絕性的障壁。由量子條件所規定的各能量準位是表示各定常狀態的能量，又是表示存於各

定常狀態的各電子的全能量。而且由 n=1,2,3……這種整數所規定的定常狀態的能量是等於 $2\pi^2\times$（電子的質量）$\times$（電子的電荷）$4/h^2\times n^2$。總括地說，原子內的電子所可能採取的運行軌道祇是由於量子條件所決定的能量準位的定常狀態而不許容存有其他的軌道，並且其各定常狀態上的能量增加是依照能量量子本身的整數倍。那麼，原子內究竟可能成立多少個定常狀態呢。上擧的量子條件祇是規定主殼的定常狀態，對於主殼內的副殼上的定常狀態的成立，却還須要考慮別種量子條件。

全般看來，規定各種定常狀態大致有四種量子條件，就是主量子數，方位量子數，磁氣量子數以及旋轉量子數這四種量子數。第一種的主量子數的記號是 n，n 的數值是1,2,3……∞，這種量子數主要地是在規定着電子軌道或定常狀態的直徑大小，離開原子核的距離的大小以及能量準位的高低（便是能量數值的大小）的關係。就是屬於 n=1 的定常狀態的軌道直徑最小而存於最接近於原子核，並且所具有的能量數值是最小的，便是存於最低的能量準位。隨着 n 數值的增加，直徑逐次增大而越要遠離原子核，其能量準位亦要逐漸增高。有人還設定，離開原子核的各軌道的距離是依照數值的增加比率，就是依照 $1^2=1$，$2^2=4$，$3^2=9$，…的比率而擴大。然而這種設想的眞確性，還是屬於疑問。勿論如何，依照主量子數（n）可能規定主殼的各種定常狀態，而屬於 n=1的主殼通常稱爲K殼，n=2的主殼稱爲L 殼，以下n=3,4,5,6,7 的各主殼各別稱爲M殼，N殼，O殼，P殼，Q 殼。第二種的方位量子數的記號是 l，l 的數值是 0,1,2,3,就是n=1時l=0，n=2時 l=0,1，n=3時 l=0,1,2,以下類推。一般地說，與主量子數 n=1,2,3,…∞相對應着的方位量子數是採取l=0,1,2,…n－1 的數值。但是事實上 l 的數值祇有 0,1,2,3 這四種而已。方位量子數是要規定主殼內的副殼的分化情形，而主要地在規定着副殼中的各種定常狀態或電子軌道的形狀，尤其是橢圓軌道的扁平率與離心率的大小以及各種軌道所採取的方向如何等狀況。主量子數(n)

是規定主殼的成立，方位量子數（l）是規定副殼的第一次的分化狀態，因而方位量子數亦可以稱爲副量子數，而且方位量子數中 l＝0 時通常稱爲 s 殼，l＝1,2,3 時各別稱爲 p 殼，d 殼，f 殼。這些副殼的名稱是由來於分光系（Spectrum）的 sharp, principal, diffuse, fundamental 的各系列的名稱。我們可以將 s 殼上的軌道解釋作帶有圓形，而 p 殼，d 殼，f 殼却是屬於楕圓軌道。就N殼的 s,p,d,f, 這四個副殼而說，各殼的長徑與短徑的比率，在 s 殼是 4 ： 4 ，當然是表示圓形軌道，在 P 殼是 4 ： 3 ，在 d 殼是 4 ： 2 ，在 f 殼是 4 ： 1 ，這樣依照 p,d,f 的順序楕圓軌道道的扁平率逐次增大，隨着離心率亦就要增大。第三種的磁氣量子數的記號是 m，這種量子數是規定副殼的第二次的分化狀態，而主要地是規定 s, p, d, f, 各殼的磁氣能率的有無與性質如何以及其能率的大小等情形。磁氣量子數（m）對於方位量子數（l）大致存有如下的關係：l＝0（s）時， m 數值仍然爲 0 這一種，l＝1（p）時，m數值就成爲＋1,0,－1這三種，l＝2（d）時，m數值增加爲 ＋2,＋1,0,－1,－2 這五種，l＝3（f）時，m數值更加增大爲＋3,＋2,＋1,0,－1,－2,－3 這七種。如此，l 數 0 時 m 數爲 1,l 數 1 時m數爲3，l數 2 時m數爲5，l數 3 時m數爲7，一般地說，m數值是採取 2l＋1。而這種磁氣量子數本來是爲要說明Zeeman 的正常効果的必要上被設立的。最後，同樣地亦是爲要說明 Zeeman 的異常効果的必要上所被設定的便是第四種的旋轉量子數。旋轉量子數的記號是 s，s 便是 Spin 的略稱，而 Spin 是指謂電子的自轉或自轉的固有角運動量。這種量子數是規定副殼的第三次分化狀態，就是要規定電子本身的自轉運動的方向以及其所可能發生的磁氣能率的情形。而其所採取的數值是$\pm\frac{1}{2}$，這是表示$\pm\frac{1}{2}\times\frac{h}{2\pi}$的角運動量。旋轉量子數（s）對於磁氣量子數（m）的各種數值各個還要附加$\pm\frac{1}{2}$這樣一對的數值，結果m數值的總數就要增加一倍。

根據上舉的四種量子數的規定，我們可能算出原子內的電子所可

能採取的運行軌道或電子所可能存在着的定常狀態的數目。首先就副殼而說，s 殼的m數值爲1，加上 Spin 的倍數就成爲2，這是表示 s 殼上可能成立 2 個定常狀態。 p 殼的m數值爲3，加上 Spin 的倍數就成爲 6，這是表示 p 殼上可能成立 6 個定常狀態。d殼的m數值爲5，加上 Spin 的倍數就成爲10，因而 d 殼上可能成立10個定常狀態。 f 殼的m數值爲7，加上 Spin 的倍數就成爲14，因而 f 殼上可能成立14個定常狀態。而且，依照所謂 Pauli 的禁制原理，由於四種量子數所規定的每一個定狀態祇可能容納一個電子而已。但是 Spin 方向不同的兩個電子可能存在於m數值同一的定常狀態， 就是， Spin 方向不同的兩個同一形狀的定常狀態可能合併爲一個定常狀態。其次，就主殼而說，第一主殼（K殼）祇帶有 s 副殼一種，因而其可能容納的電子或定常狀態的最大容量祇有2個。第二主殼（L殼）內包含 s，p 兩種副殼，因而其最大容量是 8 個。第三主殼（M殼）內包含 s,p,d 三種副殼，因而其最大容量是18個。第四主殼（N殼）內包含 s,p,d,f 四種副殼， 因而其最大容量就成爲32個。第五主殼（O殼）內同樣地含有 s,p,d,f, 四種副殼， 因而其最大容量亦就是32個。 第六主殼（P殼）內實際上却祇包括 s,p,d 三種副殼 ， 因而其最大容量是18個。第七主殼（Q殼）內實際祇包括 s 殼一種，因而其最大容量祇有 2 個。一般地說 ， 各主殼（n=1,2,3,……）所可能容納的電子或定常狀態的最大容量便是$2n^2$個。

原子內的電子一般地具有一種傾向，就是儘量要存在於能量最低的準位，因爲最低的準位是屬於最爲安定的狀態。這最低的能量準位稱爲基底狀態。就主殼而說，能量準位數值的大小，當然是依照 K, L,M,N,O,P,Q 的順序而逐次有顯著的增大。 就副殼而說， 能量準位最小的算是 s 殼，而逐次依照 p,d,f 的順序稍微有所增大。因此，原子殼內的電子配置，從主殼看來，是要依照 K,L,M,N,O,P,Q 的順序， 而從副殼看來， 就要依照 s,p,d,f 的順序逐次塡滿其所可能佔有的位置。具體地說，電子首先塡滿了 Ks 軌道後，就得跳出到

Ls 軌道而塡滿了此軌道，然後再進而塡滿 Lp 軌道，以下作類推。原則上雖然如此，但是事實上却有些例外。這便是遷移元素所由發生的原因。

(2)電子配置與元素週期

各種元素的化學性質如何，可能根據元素週期律予以說明，而且元素週期性本身的理論根據却是存於原子殼上的電子配置情形。各種元素按照原子序數排列起來，經過一定的數目就可能逐一地出現化學性質相類同的元素。這樣按照原子序數所出現的元素週期性究究是對應於或依存於電子殼構成的順序。元素週期的第一系列所屬的元素數是 2 個，第二系列所屬的元素數是 8 個，第三系列所屬的元素數是 8 個，第四系列所屬的元素數是18個，第五系列所屬的元素數是18個，第六系列所屬的元素數是32個，第七系列所屬的元素數尙未塡滿，理論上亦可能容納32個。這些 2,8,18,32 的數值，原則上便是表現 s (2) =2, s (2) p (6)=8, s (2) +p (6)+d (10)=18, s (2) + p (6) +d (10) +f (14) =32這樣的原子殼的構成狀況。

週期的第一系列祇包含兩種元素 $_{1}H$ 與 $_{2}He$。第二系列所屬的元素是從 $_{3}Li$ 至 $_{10}Ne$ 爲止的八種元素。第三系列所屬的元素是從 $_{11}Na$ 至 $_{18}A$ 爲止的八種元素。第四系列所屬的元素是從 $_{19}K$ 至 $_{36}Kr$ 爲止的十八種元素。第五系列所屬的元素是從 $_{37}Rb$ 至 $_{54}Xe$ 爲止的十八種元素。第六系列所屬的元素是從 $_{55}Cs$ 至 $_{86}Rn$ 爲止的三十二種元素。第七系列所屬的元素是從 $_{87}Fr$ 至 $_{102}Nb$ 爲止，現在尙未完結（最近幾年可能再發現原子序數 102 上的元素）。第一系列至第六系列的最終元素中，$_{2}He$ 的 Ks，$_{10}Ne$ 的 Ls 與 Lp，$_{18}A$ 的 Ms 與 Mp，$_{36}Kr$ 的 Ns 與 Np，$_{54}Xe$ 的 Os 與 Op，$_{86}Rn$ 的 Ps 與 Pp 的各殼可能容納的最大容量已經達到飽滿特態，這樣性質的元素的原子殼構造是最安定的，因而就有安定芯 (Stable core) 的名稱。這些元素因爲其最外側的原子殼都告飽滿，所以不僅不能與別種元素發生化學反應，連自己間亦不能形成化合物，因而通常稱爲稀瓦斯元素，而在普

通狀態下是存在着作爲孤獨的單體。與這些稀瓦斯元素相鄰近的元素，原子序數少一項的有如 ${}_{1}H$，${}_{9}F$，${}_{17}Cl$，${}_{35}Br$，${}_{53}I$，${}_{45}At$；而原子序數多一項的有如 ${}_{3}Li$，${}_{11}Na$，${}_{19}K$，${}_{37}Rb$，${}_{55}Cs$，${}_{87}Fr$；前一部類的元素除 ${}_{1}H$ 外稱爲 Halogen 元素，後一部類的元素稱爲 Alcali 金屬元素。Halogen 元素的最外側殼因爲還缺少一個電子，就容易從外部奪取一個電子而變成爲一原子價的陰性離子。相反地，Alcali 金屬元素的最外側殼因爲祇存有一個單獨的電子，就容易喪失這個電子而變成爲一原子價的陽性離子。帶有這樣性質的兩部類的元素間就容易發生化學反應而構成各種各樣的化合物。其餘部類的元素亦可以作同樣的類推。一般地說，各種元素的化學性質如何，主要地是依據其各種元素本身所具有的最外側的原子殼的構造如何。

原子殼的構成上，在形成最外側的 s 殼與 p 殼的階段中，特別可以撰出週期的第一系列的兩種元素 ${}_{1}H$ 與 ${}_{2}He$，第二系列從 ${}_{3}Li$ 至 ${}_{10}Ne$ 的八種元素，第三系列從 ${}_{11}Na$ 至 ${}_{18}A$ 的八種元素，第四系列 ${}_{19}K$ 與 ${}_{20}Ca$ 以及從 ${}_{31}Ga$ 至 ${}_{36}Kr$ 的八種元素，第五系列 ${}_{37}Rb$ 與 ${}_{38}Sr$ 以及從 ${}_{49}In$ 至 ${}_{54}Xe$ 的八種元素，第六系列 ${}_{55}Cs$ 與 ${}_{56}Ba$ 以及從 ${}_{81}Tl$ 至 ${}_{86}Rn$ 的八種元素，第七系列的 ${}_{87}Fr$ 與 ${}_{88}Ra$ 的兩種元素，通共44種的這些元素特別稱爲典型元素 (Typical element)。典型元素在元素週期表內通常被放置於 a 類。除開典型元素以外的元素稱爲遷移元素 (Transition element)，而再分爲 d- 遷移元素與 f- 遷移元素。d-遷移元素是指謂屬於第四至第七系列的元素中，首先形成了最外側的 s 殼，然後再返回到內一層（從外部算是第二層）的主殼上的 d 殼的元素，在週期表內通常被放置於 b 類。f- 遷移元素是指謂屬於第六、第七系列的元素中，首先塡滿最外側的 s 殼後，再返回到內二層（從外部算是第三層）的主殼上的 f 殼元素。並且遷移元素中，凡是最外側殼的構造相同的元素，在化學性質上亦是相類同的。但是d-遷移元素的最外側殼却是包括最外側的 s 殼與其內側的 d 殼在內的 s-d 殼。

(3)發光機構與分光系

上面已經提過，原子內的電子祇可能存在於由幾種量子條件或量子數所決定的定常狀態。而定常狀態可能再分爲基底狀態與勵起狀態。基底狀態是指示電子所可能採取的最低能量準位的定常狀態。假如對於存於基底狀態的電子，從外部賦與一定限度以上的能量時，電子就可能吸收此能量，結果可能跳出原本的基底狀態而上昇到能量較高的定常狀態，這種狀態稱爲勵起狀態。存於勵起狀態的電子可能再歸返到原本的低能量的基底狀態，此時，高能量準位的能量與低能量準位的能量差額可能變成爲光子而被放出。或者，諸定常狀態的內部由於某種原因喪失電子的存在時，存於較高能量準位的電子可能陷入於缺乏電子的低能量準位，此時同樣地亦可能放出光子。一般地說，存於高準位的定常狀態的電子陷落於低準位的定常狀態時，可能放出相當於兩準位間的能量差額的光子。而被放出的光子的振動數是依照下式。

$$V = \frac{En - Em}{h}$$

(En 表示高準位的能量，Em 表示低準位的能量)

電子殼的七層主殼 K(1), L(2), M(3), N(4), O(5), P(6), Q(7) 中，存於較高能量準位的電子，依照某種條件（撰擇原理），可能陷落於較低的能量準位，而放出振動數或波長不同的種種光子。依據這種發光現象，可能得到種種系列的分光系 (Spectrum)。例如從 N(4), M(3), L(2), 殼上的電子陷落於 K(1) 殼時，就要顯出 Lyman 系列的分光系。茲將幾種分光系的系列，列舉於下面：

〔Spectrum 系列〕 〔n〕 〔m〕

Lyman 系列：(4),(3),(2)———→(1)

Balmer 系列：(5),(4),(3)———→(2)

Paschen 系列：(7),(6),(5),(4)—→(3)

Brackett 系列：(7),(6),(5)———→(4)

Pfund 系列：(7),(6)————→(5)

這些系列中的各種能量不同的光子的振動數是依照下式：

$$V = \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2}\right) R \times C$$

（R表示 Rydberg 定數＝109667.76 ； C 表示光速度＝3×10^{10} cm/sec）

(4)電子雲的分佈狀態

基子一般地具有粒子性與波動性的雙重性質。然而依照通常的觀念看來，粒子性與波動性却是表示相反性質，因而同一物同時具有粒子性與波動性便屬於互相矛盾的情況。因此，將通常的粒子像與波動像要適用於基子世界時，須要加以嚴格的制限。換言之，普通意義的粒子像與波動像不能無限制的無條件的適用於基子。我們現在是在考察原子內的電子的運動狀態，對於電子亦要同時考慮其粒子性與波動性這樣互相矛盾的兩側面。帶有粒子性的電子在作運動時，可能成爲電子線而顯出波動性，就是電子的運動隨伴着波動現象。而且規定粒子（質點）的基本的特性是存於可能明確地指定其在空間內所佔有的位置與運動量。另方面，規定波動的基本特性却是存於其振動數與波長。尙且依據量子論，光波的波長與光子的運動量之間存有如下的關係：

$$\text{運動量} = \frac{\text{Planck 常數(h)}}{\text{波長}}$$

電子亦可以設想帶有與光子相同的性質，因而可能成立相同的關係。就是帶有一定的運動量作運動的電子亦要隨伴地發生波動，而其波長可能依照下式被規定。

$$\text{波長} = \frac{\text{Planck 常數(h)}}{\text{運動量}}$$

依照這種關係式就可能連結電子的粒子性（運動量）與波動性（波長）的關係。如此假定電子的波動性時，亦就可以容易瞭解原子內的電子祇可能存在於帶有斷絕性或離散性的能量數值的定常狀態。電子在原子核周圍作迴繞運動時所形成的電子波，假如其運行軌道的長

度是等於其波長的整數倍時，就成爲定常波而可能繼續保持其恒久的運動狀態。這樣成立的定常波便是該當於電子在原子內祇可能容許其存在的定常狀態。假如電子波成爲非定常波時，就要發生波動的干涉現象，結果其電子波本身亦就要告消滅。電子祇有在特定長度的軌道上始可能得到安定的存在。並且可能按照安定軌道的長度多少來計算出存於其軌道上的電子的能量多少。

電子雖然具有粒子性與波動性的兩側面，但是其粒子像與波動像却不容許無限制的使用。對於這兩種描像的運用要給以某種制限的原理，便是 W. Heisenberg 所提倡的非確定性關係。依照非確定性關係，認爲電子的位置與運動量不能同時作正確的測定。假如位置測定上的不確定度爲△X，運動量的不確定度爲△P 時，就可能成立如下的關係。

$$\triangle X \cdot \triangle P \geq h$$

這是表示正確地要測定位置時，運動就成爲不確定的，相反地，正確地要測定運動量時，位置便成爲不確定的，兩者的不確定度相乘時，就等於或大於 Planck 常數的數值。並且運動量(p)與波長(l)之間成立着 $p \cdot l = h$ 的關係。依照此關係，可能將波長來代替運動量。因此，表示粒子側面的位置與表示波動側面的波長之間亦可能成立非確品性關係（$\triangle x \cdot \triangle l \geq h$）。這當然是表示正確地要測定位置時，波長就成爲不確定的，反之，正確地要測定波長時，位置就成爲不確定的。就是表示電子作爲波動而擴佈於空間時，要確定其所佔有的位置便屬於困難的事情。位置與波長之間的不確定度帶有互相制約的關係。這便是表示着粒子像與波動像間的互相制約關係，亦就是表現着不容許其單一側面的無限制的運用。

依照上述的非確定性關係，電子沿着一定的軌道而迴繞於原子核周圍的描像便屬於不正確的。在軌道上作迴繞運動就是意謂着電子在各時刻可能存在於軌道上的一定位置。位置可能確定時，電子的運動量就成爲不確定的，運動量不確定時，電子的能量亦就成爲不確定的

。假如能量不確定時，那麼就不能成立所謂定常狀態。因爲這是違反於定常狀態的定義。因此，存於定常狀態的電子可以描繪作形成爲一定範圍內模糊地擴佈於空間的一種雲狀的存在。而這種電子雲的形狀，濃淡等等的分佈狀態如何，可能依據量子力學的理論上的計算予以解明。

量子力學是包括 W. Heisenberg 的行列（Matrix）力學與 E. Schrödinger 的波動力學的總稱。一般地說，量子力學是要記述基子的運動狀態的一種力學。依照量子力學，電子的運動狀態是要用波動函數〔其基本式爲$\psi(x, y, z; t)$〕來給以表示。而規定這種波動函數的方程式稱爲波動方程式〔其基本式爲$H\psi = E\psi$〕，這便是量子力學的基礎方程式。因爲這種方程式是類似於波動性質的方程式，所以得到波動方程式的名稱。在由於問題與件所規定的種種條件下，將波動方程式作解的結果可能求得波動函數，再由於所得的波動函數可能解明關於電子運動狀態的種種情形，其中最重要的便是要求得到定常狀態的能量數值。對於各個定常狀態設定各個波動函數，而由於波動函數的解明來決定與其相對應的能量數值。通常波動函數形成爲空間座標的函數，而直接地表現着電子（可能擴大到一般的基子）的波動的側面。因而就有波動函數的名稱。那麼，電子的粒子的側面如何可能表現呢。通常是將波動函數的絕對值的自乘或波幅的自乘來表現在空間內的某一定位置電子可能被發現的確率。換言之，在原子內電子可能存在着的位置的確率，可能依照波動函數的絕對值的自乘予以推定。電子雲的濃淡分佈的圖形便是要具體地表現電子可能存在着的位置的確率。這樣的濃淡分佈狀態當然是對應於波動函數的絕對值的自乘或波幅的自乘，因而可能依照波動函數的數值計算來給以描畫。總括地說，電子的波動性質，如此將波動函數所表示的確率作媒介，究竟可能連結於可能在空間內的某一定位置存在着的電子的粒子性質。如斯，電子的粒子性與波動性終究可能被統合。

關於電子的運動軌道，依照 Bohr-Sommerfeld 模型所形成的描

像是秩序整然而且很明確的，這種描像是側重粒子側面。相反地，側重波動側面的量子力學尤其是波動力學所形成的描像却是相當模糊，曖昧，渾然而不明確的，而其所描劃的電子雲其實是指謂由於電子運動所形成的荷電雲（電磁場），並不是單獨指示電子本身的存在密度。這兩種描像各個偏向於極端，其實原子內的電子的存在狀態或運動狀態的眞相或許是存於這兩者的中間。基子的本性以及支配基子間的根本法則，將來假如可能得到相當程度的解明時，關於電子配置等這些問題的瞭解上，或者可能得到更加正確的觀念與描像。

Ⅲ 原 子 核

(1)原子核的根本構造

ｉ） 原子核的構成因素：

構成原子核的因素就是質子（Proton）與中子（Neutron）這兩種基子。質子數爲Z，中子數爲N時，Z＋N＝A；質子數與中子數的總數的這個A數因爲是決定原子的質量，通常就稱爲質量數（Mass number）。質子與中子因爲是構成原子核的粒子，又稱爲核子（Nucleon）。構成原子的因素除核子外，尙有陰電子（Negatron），而陰電子的質量大約只有核子的1840分之1程度，因而原子的全質量幾乎是集注於原子核。並且質子數Z在中性原子內是與陰電子數相等，都是表示原子內的陰陽荷電數值，因而稱爲荷電數。加之，Z數又因可能決定原子的特性，故亦稱爲原子序數。各種元素的化學性質便是由於此原子序數所規定的。考慮原子核構造時，除上列諸種數值外，重要的尙有Spin（自轉的固有角運動量），磁氣能率，電子的四極能率等數值。安定的原子核，在較輕的核內質子數與中子數相等，而在特重的核內中子數多於質子數大約1.6倍，尤其是質子數（Z），中子數（N），質量數（A）這三種數值都屬於偶數時，特別形成爲最安定核，這是基於原子核內的某種原因。再說，核子的直徑大約是10^{-13}cm程度，而原子核的直徑大約是 $1.5\times10^{13}\times\sqrt[3]{A}$程度，依照這

樣的數值我們可能容易推想，原子核內的核子是緊密連結爲一團的。因此就要發生非常嚴重的問題。本來電氣性質相同的質子間在近距離時應當要發生互相反撥的現象，如此照理是不能相結合着的。那麼，究竟是依據何種原因而可能結合呢。這種問題正恰與陰電子何以不會吸着於原子核的問題適成爲相反而相對照的問題。

ii）核子的結合能量與核力場：

核子間的結合需要一定的結合能量。例如將重氫核（$_1D^2$ 或 $_1H^2$）分解作質子與中子時，須要從外部加上大約 220 萬電子 volt的能量。相反地，質子與中子相結合而構成重氫核時，可能放出大約 220 萬電子volt 的能量。如此，分解時所需要的能量，或者結合時所放出的能量，稱爲結合能量。質子的質量爲 1.00758 原子單位（原子質量單位 $1amu=1.6603\times10^{-24}g.$）。中子的質量爲1.00899原子單位。兩者的總和爲 2.01657 原子單位。但是由於兩者的結合所構成的重氫核的質量却是2.01419原子單位，比起 2.01657 原子單位就要缺少0.00238原子單位。這便是結合時所損失的質量。而且此質量正恰相當於 220 萬電子 volt 的能量。核子的結合能量，普通對於每一個核子而說，大約是一百萬電子 volt 以上，亦就是相當於原子質量單位的幾百分之一的程度。玆將原子核的質量爲M，質子的質量爲 Mp，中子的質量爲Mn時，依照普通的見解M應該是等於 $ZMp+(A-Z)Mn$，但是實際上前者是少於後者，其差額便是相當於質量缺損的分量。質量缺損額〔$ZMp+(A-Z)Mn-M$〕依照質量與能量的同等性的關係式 $E=mc^2$ 換算作能量時，就變爲 $\triangle W=〔ZMp+(A-Z)Mn-M〕c^2$。這質量缺損的能量便是原子核的結合能量。並且結合能量的大小，亦可能作爲原子核安定性的程度的標幟。大致說來，結合能量越大的核越成爲安定的。

質子間如何可能結合，一般地說，原子核如何可能結成的問題，只依靠上述的核子的結合能量尙未能予以解決。要解決此問題的必要上，成立所謂核力場理論的假說。認爲核子的結合，除放出結合能量

外，在核子間還要形成一種核力場。而媒介這種核力場的基子便是π介子。換言之，π介子便是出現於核力場上的基子或者核力場本身之量子化了的粒子。質子與中子間成立如下的關係。

$$\begin{cases} P \text{——} n + \pi^+ \\ n \text{——} P + \pi^- \end{cases}$$

這是表示質子放出正π介子而變成爲中子，相反地，中子放出負π介子而變成爲質子。如此，由於π介子的交換，質子與中子間可能發生互相轉換的現象。核力場便是成立於這樣的互相轉換的場面，而核力所可能作用的距離大約是在10^{-13}cm程度的範圍。不僅質子與中子間，連質子與質子間以及中子與中子間亦可能成立如下的關係。

$$P \rightleftarrows P + \pi^\circ \quad ; \quad n \rightleftarrows n + \pi^\circ$$

這是表示着質子與質子以及中子與中子各別由於介子的媒介而可能互相結合，一般地說，核子間的結合是依據介子的交換，而由於介子的媒介作用所成立的場，便是核力場。附帶地說，原子核與陰電子的結合是依據光子的交換，而由於光子的媒介作用所成立的場是屬於電磁場。原子間的結合是依據電子的交換，而由於電子的媒介作用所成立的場，又是屬於電磁場。同樣地亦可以推想，重力場（萬有引力場）是由於微中子（Neutrino）的媒介，就是依據微中子的交換所成立的。重力場、電磁場以及核力場便是現今物理學所發現的三大物理場。但是我們再進一步更加可以推想，物理場不僅只有這三種類，其他還可能成立由於別種基子所媒介的別種物理場。所謂統一場理論中所含有的嚴重困難問題，或許通過這樣構想可能得到解決的途徑。由於諸種基子的交換所形成的結合能量，一般地可以稱爲交換力。核力便是交換力的一種類。交換力亦可以說是由於基子的交換所發生的互相作用。上述的質子與中子間，由於介子的交換所成立的交換力，或者由於介子的媒介所成立的核力，稱爲 Heisenberg 型的力。由於這種力雖然可能說明核子的結合，但是另方面却要引起一個嚴重問題。決定原子的特性的因子本來是存於原子序數（Z），這數值同時亦是指示

原子核內的質子的數值。假如在原子核內質子與中子間不斷地要發生互相轉換時，在各瞬間的質子數亦就要發生變動，因而質子本身就不能保持一定的數值，結果原子本身亦就不能保持一定的原子序數。原子序數的變更便是意謂着原子本身的轉變。假如各種原子核內都具有上述的交換或轉換的情形時，那麼一切的原子都要成爲不安定的或天然蛻變的，甚至要變成爲放射性的原子。原子內部固然存有放射性的，但是事實上還存在着許多的安定性的原子。因此 Heisenberg 型的力，在理論上還抱有難點。除這種型態的力外，其他還有只假定核子的位置交換的 Majonala 型的力，或者只假定 Spin 狀態交換的 Berthollet 型的力，以及認爲該力是類似於 Coulomb 力，只是其對於距離的關係却要採取 $1/r^2$ 以外的形態爲最簡單的假定，這種類似電氣性質的力稱爲 Wiegner 型的力。關於核力場理論上的諸困難問題，現在似乎尙未得到最後的解決。玆我們可以提出一種單純的假說，就是電氣性質相同的質子間在一定限度的距離內雖然要發生互相反撥作用，但是超過極限時，或許反而可能發生互相牽引的作用。那麼，如何可能使質子能夠超過極限而接近，這種問題是連關於原子核的成因問題或元素的發生起源問題，關於這些問題後來或許還有別的機會再來加以討究。現在所提出的假說如果可能支持時，上列的核力場理論本身以及其連帶所引起的許多困難問題，就較爲容易予以解決或解消。尙且，關於原子核與陰電子間的均衡關係的問題，亦可以適用這種假說的反面，就是電氣性質不同的原子核與陰電子間的距離超過極限時，反而可能發生互相反撥作用的假定來謀求解決。原子核與陰電子間的均衡關的保持可能採用上擧的依據光子的交換所成立的電磁場來加以解釋，但是這種見解却要與電子在定常狀態時不能放出光子的假說發生衝突。

再說，質子與中子間還有如下的互相轉換的關係。

$$\begin{cases} P \longrightarrow n + e^+ + \nu \\ n \longrightarrow p + e^- + \nu \end{cases}$$

這是表示質子放出陽電子而變成爲中子，反之，中子放出陰電子而變成爲質子，並且在這樣的互相變換的過程中附帶地放出微中子。這種變換方式通常是屬於所謂β蛻變，就是指謂β線放射現象。假如所放出的陰陽電子不越過原子核本身的障壁，而只是在質子與中子間被交換時，由於這樣的交換就可能成立一種電磁場。果眞如此時，質子與中子間就成立介子場（核力場）與電子場（電磁場）這雙重的物理場。其中亦可以推想有如下的關係的成立可能性。

$$\begin{cases} P \longrightarrow n + \pi^{+} \longrightarrow n + e^{+} + \nu \\ n \longrightarrow p + \pi^{-} \longrightarrow p + e^{-} + \nu \end{cases}$$

這是表示陰陽電子是從正負π介子的再度崩潰所產生的。但是這種崩潰方式（$\pi^{+} \rightarrow e^{+} + \nu$；$\pi^{-} \rightarrow e^{-} + \nu$）與別種被發現的崩潰方式（$\pi^{+} \rightarrow \mu^{+} + \nu$；$\pi^{-} \rightarrow \mu^{-} + \nu$）不相符合，因而尙存有疑問。假如勉强要貫徹這種假定時，就要更加假定在π介子與電子間還必須通過μ介子的崩潰過程（$\mu^{+} \rightarrow e^{+} + 2\nu$；$\mu^{-} \rightarrow e^{-} + 2\nu$），那麼，從核子階段算來，電子便是第三次的轉化產物（核子→π介子→μ介子→電子）。然而此時，還仍然存有能量保存的問題。

總括地說，只依靠交換力的核子間結合難免要引起嚴重問題。就是正負介子或陰陽電子的存在時間勿論如何短促，仍然瞬間地存在於核內，因而在各瞬間的質子與中子的數值不斷地有所變動，結果各種原子就難以保持一定的原子序數，因此亦就要喪失其各種原子固有的特性。至於原子核內部構造的理論，讓於本小節的最後論項再予以論述。現在首先擧出原子核的天然與人工蛻變以及各種反應方式的主要事例而稍微加以理論的說明。

(2)原子核的蛻變

ｉ）放射性元素：

原子核可以分爲安定的，準安定的以及不安定的三種類。幾種質量數特大而不安定的原子核，依據其內部構造上的各種原因，通常要放出各種放射線。而被放出的放射線主要地有α線，β線以及γ線這

三種類。α線的正體就是 $_2He^4$ 原子核（兩個質子與兩個中子的結合體），電荷（±2），速度大約10^9cm/sec，物質透過力較弱。β線的正體是陰電子或陽電子，電荷（±1），速度接近於3×10^{10}cm/sec，物質透過力强於α線幾十倍。Υ線的正體是光子，特別是屬於超短的電磁波，電荷（0），速度 3×10^{10}cm/sec，物質透過力特强，大於β線幾十倍。從原子核內可能放出這些粒子的原子或元素，通常稱爲放射性元素。幾種放射性元素，從其生滅，轉變關係加以整理時，可能得到三系列的天然放射性元素與一系列的人工放射元素。第一系列的天然放射性元素是從 $_{92}U^{233}$ 作α蛻變開始進行一系列的α或β蛻變，最後達到安定核 $_{82}Pb^{206}$ 而告終止，這稱爲 Uranium 系列。第二系列的天然放射性元素是從$_{91}Pa^{231}$開始通過一系列的α或β蛻變，最後達到安定核$_{82}Pb^{207}$而終止，稱爲 Actinium 系列。第三系列的天然放射性元素是從$_{90}Th^{232}$開始通過一系列的α或β蛻變，最後達到安定核$_{82}Pb^{208}$，稱爲Thorium系列。另一系列的人工放射性元素是從$_{93}Np^{237}$開始，途中同樣地經過一系列的α或β蛻變，最後達到安定核$_{82}Pb^{20}$，稱爲 Neptunium 系列。四系列最後所達到的$_{82}Pb^{206}$、$_{82}Pb^{207}$、$_{82}Pb^{208}$、$_{82}Pb^{209}$、都是屬於鉛的同位元素。而這些系列中，Thorium系列的始元原子與最終原子的質量數是相當於4n數值（n指示任意的整數）的整數倍，因而稱爲4n型。Neptunium 系列的始元原子與最終原子的質量數是4n+1的整數倍，稱爲4n+1型。Uranium系列的最初原子與最後原子的質量數是 4n+2 的整數倍，稱爲 4n+2 型。Actinium 系列的最初原子與最後原子的質量數是4n+3的整數倍，稱爲4n+3型。

各系列中的某種原子作α蛻變，便是放出α線或α粒子時，因爲α粒子具有質量數4與正電荷2單位，所以就要轉變爲質量數減低4而原子序數減位2的原子。例如 $_{92}U^{238}\rightarrow_{90}Th^{234}+\alpha$。相反地，某種原子作$\beta^-$蛻變，便是放出$\beta^-$線或$\beta^-$粒子時，因爲$\beta^-$粒子是陰電子而帶有負電荷1單位，所以就要轉變爲質量數相同而原子序數增高

1位的原子。例如 $_{89}Ac^{227} \rightarrow {}_{90}T^{227} + \beta^-$。但是作 β^+ 蛻變，便是放出 β^+ 線或 β^+ 粒子時，因 β^+ 粒子等於陽電子而且帶有正電荷 1單位，故就要轉變爲質量數相同而原子序數減低 1位的原子。例如 $_{15}P^{30} \rightarrow {}_{14}Si^{30} + \beta^+$。所謂放射性蛻變的變位法則便是指謂這樣的情形。尙且放射性元素放出 α 線或 β 線後，時常隨伴地還要放出 Υ 線。除上列 α 線，β 線，Υ 線外，偶爾還可能放出中子。又除上舉四系列的放射性元素外，幾乎對於各種元素都可能造出人工的放射性元素（現在已經被造出的大約有一千種）。

ii) 核蛻變的理論：

原子核的結成並不是由於核子的單純的結合簡單就可能形成的。其結成須要具備種種特殊的條件。核子的結合能量，對於每一個核子就需要一百萬電子volt以上，因而原子核的結成需要相當大的能量。那麼，可能供應這樣高能量的來源如何，或者，原子核結成的成因如何，就成爲問題。這種問題便是該當於元素的發生起源問題。我們可以推想，由於兩個以上的核子所構成的原子核（除 $_1H^1$ 以外的核）是在超高的溫度，密度，壓力的狀態下的星體內部的核子反應的產物。而且在溫度密度，壓力越大的星體內部狀態之下，可能產生質量數越大的原子核。一旦被產生的質量特大的原子核，假如離開其所由產生的星體的特殊狀態時，就要成爲不安定的。不安定的原子核可以說是存於能量過大的勵起狀態，而且原子核本身具有從這勵起狀態趨向於或降落於能量低位的基底狀態的自然傾性。原子核的蛻變可以推定便是由於這種傾性所惹起的。原子核的蛻變機構可以比擬於原子殼的發光機構。從原子殼內只可能放出光子，然而原子核除光子外還可能放出質量更大的質子，中子以及電子。可能放出這些基子的放射性元素的存在期間有一定的限度，就是屬於有限性的存在，因而假如無新造的元素的供應，放射性元素本身在悠久的時間過程中早晚就要歸於消滅。

α 蛻變所放出的 α 粒子是由於兩個質子與兩個中子所結成的，$_2He^4$

核。這樣的α粒子究竟是以四個粒子的結合狀態或者是以分離狀態而存於核內呢。換言之，α粒子是原本地存於核內或者是發生蛻變時所產生的呢。α粒子本身可以說是最安定的一種核，因而可以推想質量大的核可能包含許多的α粒子在內，或者就是α粒子的複合核。假如α粒子原本地存於核內時，因爲核內成立着一種電磁場，所以粒子要蒙受Coulomb力的吸引而被束縛於核內。α粒子要跳出核外時，須要越過電磁場所形成的高障壁。依照量子力學的見解，α粒子是不可能越過這樣的高障壁，而只是從障壁下面滲透障壁始可能被放出於核外，這種情形通常稱爲隧道效應。假如α粒子並不是原本地存於核內，而是採取其構成因素的質子與中子的分離狀態時，這些粒子與核內的其他粒子間由於互相作用而發生複雜的運動，因而就難以與其他的粒子相區別。那麼，發生蛻變時何以特別要選取特定的四個粒子，或者如何可能瞬間地構成粒子，這樣的問題就不能避免的。

β蛻變所放出的β粒子的能量不採取一定數值，而是顯現爲連續的分佈。假如在β蛻變現象中能量可能被保存時，所放出的電子的能量應該是等於蛻變發生前後的原子核的能量的差額。然而從一定能量狀態的原子核轉變爲別種具有一定能量的原子核時所放出的電子却可能連續地採取種種的能量數值。因而可以推想，在β蛻變時可能成立兩種可能性。就是 i）能量保存律不再成立，或者 ii）所喪失的能量轉化爲未知的形態。依照後者的可能性，W. Pauli 提出所謂微中子（Neutrino）的假說，認爲β蛻變時，除電子外，還要放出一個微中子，而蛻變時所喪失的能量差額便是由於這種微中子所擔荷着的。將這微中子假說再連結於 W. Heisenberg 的核力場理論（或介子理論），E. Fermi 提出如下的β蛻變的理論。電子與微中子並不是原本地存於核內，而是核發生β蛻變時所產生的。就是在核內，中子轉變爲質子時，同時放出一個陰電子與一個微中子；相反地，質子轉變爲中子時，同時放出一個陽電子與一個微中子。其轉變過程如下：

$$N \longrightarrow P + e^- + \nu \qquad [\beta^-\text{蛻變}]$$

$$P \longrightarrow N + e^{+} + \nu \qquad [\beta^{+}\text{蛻變}]$$

更加嚴密地說，中子轉變爲質子時，放出陰電子而吸收微中子，或者吸收陽電子而放出反微中子。相反地，質子轉變爲中子時，吸收陰電子而放出微中子，或者放出陽電子而吸收反微中子。依照這種假說，β蛻變的基本過程如下：

$$N + \nu \rightleftarrows N + e^{-}$$

$$N \longrightarrow P + e^{-} + \nu' \qquad (\nu' \text{ 表示反微中子})$$

$$P \longrightarrow N + e^{+} + \nu$$

茲再提示關於α蛻變與β蛻變的各原子核的安定性的條件如下：

α蛻變：$M(A, Z) < M(A-4, Z-2) + M(4, 2)$

β^{-}蛻變：$M(A, Z) < M(A, Z+1) + M(0, -1)$

β^{+}蛻變：$M(A, Z) < M(A, Z-1) + M(0, 1)$

$[M = 0.000543\text{amu}]$

依照這樣的情況，假如 $M(A, Z) + m - \frac{\varepsilon}{c^2} < M(A, Z-1)$ 〔ε表示原子核與核外電子間的結合能量；c表示光速度〕時，因爲原子核的周圍存有核外電子，所以（A，Z）的原子核依據 $P + e^{-} \longrightarrow N + \nu$ 過程可能從外部吸收一個陰電子而放出一個微中子，這樣地就可能轉變爲Z數減低一位的原子核。而通常是最接近於核的K軌道電子要被吸收，這種現象稱爲K電子捕獲。此時，隨伴着K電子捕獲，存於高能量準位的電子就要降落於K軌道而放出X線（屬於光子或超短的電磁波）。假如ε對於K電子的結合能量不能成立上列的條件，而祇是對於更高的能量準位的電子，始可能成立時，亦可能發生L電子，M電子等的捕獲現象。

嚴格意義的原子核蛻變，在三種蛻變中，應該是指謂α蛻變與β蛻變，因爲依照Υ蛻變原子核內的A數與Z數不能發生變異，祇是在蛻變前後的核間的能量準位上可能發生變動而已。而且通常Υ蛻變是隨伴着α蛻變或β蛻變發生後，附帶地所發生的現象。這是表示由於α蛻變或β蛻變所產生的原子核仍然還存於勵起狀態，而從此勵起狀

態要降落於基底狀態時，將剩餘的能量作爲γ線的形態而放出，這種現象成爲γ蛻變。一般地說，原子核內亦存有能量準位，假如核存於勵起狀態時，與核外電子的情況相同，亦就可能放出電磁波而移轉於低位的能量狀態。祇因在原子核的場合，能量準低間的能量差額通常是相當大，從而被放出的電磁波是屬於γ線的範圍。γ線放出現象不僅在核蛻變發生後，由於核間的衝擊與其他的原因亦可能生起的。由於γ線放出而發生變異的兩個原子核間的A數與Z數相同，而祇是在可能準位上有所差異的這樣性質的原子核便是屬於所謂異性體。

(3)原子核反應

i）核反應的是基本機構：

原子核的轉變，除上述的核蛻變外，尙有其他種種方式。將高速度的α粒子（兩個質子與兩個中子的結合體），重質子（一個質子與一個中子的結合體），質子、中子等衝擊於原子核時，可能發生種種的反應。依據反應過程終結後的成果如何，可以將反應作如下的分類。

$$a + X \rightarrow \begin{cases} X + a & \text{(彈性散亂 elastic scattering)} \\ X^* + a & \text{(非彈性散亂 inelastic scattering)} \\ Y + b & \text{(核變換 nuclear transformation)} \\ Z + c & \text{(同上)} \\ \vdots & \end{cases}$$

將這些方式總括起來稱爲廣義的核反應（nuclear reaction），其基本方式可以表現爲 a×X→Y＋b；a 表示入射粒子（incident particle），X表示標的核（target nucleus），Y表示殘留核（residual nucleus），b 表示放出粒子（emitted particle）。彈性散亂是指謂 a 與 A 的內部構造完全無變化，就是 a≡b，X≡Y，祇是衝擊後的運動狀態有所變動的情況。非彈性散亂是指謂 a≡b，而 Y 是相當存於勵起狀態 X 的情況。核變換是指謂狹義的，嚴格意義的核反應，就是 a 與 b 間，X 與Y 間不相同的情況，其放出粒子未必限於一個，上式祇是表示其

一般的基本方式。此方式更簡單地可以改換爲如下：X(a，b)Y 。上段所述的核蛻變當然亦可以說是一種核變換，但是與現在所舉出的核變換，從其發生動因看來，兩者各不相同。

核反應研究的主要事項是在求得可能生起反應的斷面積值，放出粒子的角分佈與能量值以及觀察反應時的各種粒子與各種核的能量變化情形，依據這些事象可能得到關於反應時的互相作用的情況，原子核的內部構造，勵起狀態的能量準位值以及 Spin 反轉性等的知見。引起核反應的入射粒子通常是採用粒子，重質子、質子、中子、光子；而由於核反應的結果所放出的粒子大致又是粒子、三重質子（一個質子與兩個中子的結合體），重質子、質子、中子以及光子等。

核反應過程的中間階段可能生成捕獲入射粒子的核，稱爲複合核。假如要插入此複合核時，核反應式就成爲下列方式。

$$a + X \longrightarrow c \longrightarrow Y + b$$

ii) 核反應的主要方式：

以下將要提出的是屬於狹義的核反應的幾種根本方式。

（a）普通型的核變換：

適合於上述的核反應基本方式的各種變換，就是用某種入射粒子衝擊於某種原子核時，放射出某種粒子而轉變爲別種原子核的變換方式。茲祇列舉如下四種方式，而各附加一事例。其餘可以作類推。

①使用粒子爲入射粒子的核變換：

例：$_{7}N^{14} + _{2}He^{4} \rightarrow _{8}O^{17} + _{1}H^{1}$；或 $_{7}N^{14} + \alpha \rightarrow _{8}O^{17} + P$；或

$_{7}N^{14}(\alpha, P)_{8}O^{17}$

這是表示將 α 粒子衝擊於 $_{7}N^{14}$ 時，放出質子而轉變爲 $_{8}O^{17}$。

②使用重質子爲入射粒子的核變：

例：$_{16}S^{32} + _{1}H^{2} \rightarrow _{17}Cl^{33} + n$；或 $_{16}S^{32} + d \rightarrow _{17}Cl^{33} + n$；或

$_{16}S^{32}(d, n)_{17}Cl^{33}$

這是表示將重質子(d)衝擊於 $_{16}S^{32}$ 時，放出中子而轉變爲 $_{17}Cl^{33}$

③使用質子爲入射粒子的核變換：

例：$_{9}F^{19}+P\rightarrow{}_{8}O^{16}+\alpha$；或$_{9}F^{19}(p,\alpha)_{8}O^{16}$

這是表示將質子衝擊於$_{9}F^{19}$時，放出α粒子而轉變爲$_{8}O^{16}$。

④使用中子爲入射粒子的核變換：

例：$_{7}N^{14}+n\rightarrow{}_{6}C^{14}+P$；或$_{7}N^{14}(n,p)_{6}C^{14}$

這是表示將中子衝擊於$_{7}N^{14}$時，放出質子而轉變爲$_{6}C^{14}$。

（b）核分裂反應：

質量特大的原子核分解作幾個質量較小的原子核的現象，稱爲核分裂（nuclear fission）。通常是分裂作兩個核，但亦可能分裂作三個以上的核。天然的Uranium 中含有99.3%的$_{92}U^{238}$與0.7%的$_{92}U^{235}$，用低速度的中子可能發生分裂的却是$_{92}U^{235}$。其分裂方式如下：$_{92}U^{235}+n\rightarrow{}_{32}Ge+{}_{60}Nd$；$_{33}As+{}_{59}Pr$；$_{34}Se+{}_{58}Ce$；……$_{43}Tc+{}_{49}Tn$。這是表示將中子衝擊於$_{92}U^{235}$時，可能分裂作$_{32}Ge$與$_{60}Nd$，或分裂作$_{34}Se$與$_{59}Pr$等等通共十二組的分裂核。而發生分裂時，附帶地還要放出幾個中子與相當大的能量。例如$_{92}U^{235}+n\rightarrow{}_{46}Kr^{94}+{}_{56}Ba^{139}+(2\sim3)\,n+E$。原子炸彈便是應用這種方式所製造的。其他，用低速度的中子可能使$_{94}Pu^{239}$，$_{93}Np^{237}$，$_{92}U^{233}$，$_{84}Po^{210}$等發生分裂，而用高速度的中子可能使$_{92}U^{238}$，$_{90}Th^{232}$，$_{91}Pa^{231}$等發生分裂，再使用幾億電子volt的中子、α粒子、重質子、光子等亦可能使$_{83}Bi$，$_{82}Pb$等發生分裂。

核分裂的機構，可能適用下段將要提出的原子核的液滴模型來加以說明。例如中子被吸收在$_{92}U^{235}$核內時生成複合核$_{92}U^{236}$，而這複合核因吸收中子的結合能量就上昇到相當於此能量的勵起狀態，而且此能量再可能變成核這種液體球的變形振動的能量。並且此變形振動達到某種程度時，核本身就成爲不安定狀態，更進而超過一定限度時，終於要發生分裂。

（c）核融合反應：

在極高溫度下，質量小的原子核間可能互相結合而構成質量大的核，這種現象稱爲核融合或熱核子反應（thermonuclear reaction）。

這樣反應可以說是核分裂反應的相反過程，其反應時可能發生較分裂反應時更加鉅大的能量。例如 $_1H^2+{}_1H^2\longrightarrow{}_2He^4+24.9Mev$(Mev 表示百萬電子 volt 的單位）。這是表示由於兩個重質子的融合構成一個 He 核時可能放出 24.9Mev 的能量。其他再舉出幾個事例如下：$_1H^1+{}_1H^3\rightarrow{}_2He^4+20Mev$；$_1H^3+n\longrightarrow{}_2He^4+\beta+20.7Mev$；$_3Li^7+{}_1H^1\longrightarrow2_2He^4+17.7Mev$；$_3Li^6+{}_1H^2\longrightarrow2_2He^4+22.6Mev$；$_3Li^6+{}_1H^3\longrightarrow2_2He^4+n+16.4Mev$。可能發生融合反應所需要的溫度大致是 1.2×10^7 絕對溫度。而且核的融合是由於這樣極高溫度下的核子間以極高的熱運動能量作互相衝突的結果所生起的。各種元素的生成是依靠核融合反應的，因而核融合反應本身便是解決元素的成因問題或發生起源的基本關鍵。尙且氫炸彈的爆發亦是依靠這種核融合反應。

（d）放射性元素的人工生成：

依照核變換的基本方式可能人工地造出放射性元素。例如將 α 粒子衝擊於 $_{13}Al^{27}$ 時，放出中子而轉變爲 $_{15}P^{30}$ 這種放射性燐元素的原子核。此 $_{15}P^{30}$ 再依照核蛻變的方式，放出陽電子而轉變爲 $_{14}Si^{30}$。其變換方式如下：$_{13}Al^{27}+\alpha\longrightarrow{}_{15}P^{30}+n$〔$\alpha$ 捕獲〕；$_{15}P^{30}\longrightarrow{}_{14}Si^{30}+e^+$〔$\beta^+$ 放射或 β^+ 蛻變〕。這樣的人工放射性元素，到近幾年前爲止，已經被造出大約有一千種。

（e）超U 元素的人工生成：

依照核變換的基本方式亦可能人工地造出超過天然的 Uranium 以上的質量數與原子序數更大的元素。例如 $_{92}U^{238}$ 核內捕獲一個中子而轉變爲 $_{92}U^{239}$，此 $_{92}U^{239}$ 放射性核再放出一個陰電子轉變爲 $_{93}Np^{239}$〔β^-蛻變〕。這樣產生的 $_{93}Np^{239}$ 便是超 U元素的第一位元素。其變換方式如下：$_{92}U^{238}+n\rightarrow{}_{92}U^{239}\longrightarrow{}_{93}Np^{239}+e^-$。而且因此 $_{93}Np^{239}$ 是屬於放射性核，就要再進行 β^- 蛻變而產生原子序數更大一位的 $_{94}Pu^{239}$。其變換方式如下：$_{93}Np^{239}\longrightarrow{}_{94}Pu^{239}+e^-$。以下大致依照同樣的變換方式一層一層地可能人工地造出 $_{95}Am$，$_{96}Cm$，$_{97}Bk$，$_{98}Cf$

，$_{99}$E，$_{100}$Fm，$_{101}$Mv，$_{102}$Nb這些超U元素。依照理論上的推算，由人工可能生成到原子序數140左右的元素。然而我們却不能忽略一件事，就是勿論是$_{92}$U以下的或以上的放射性元素，凡人工可能造出的元素在自然界亦可能天然地存在着或存在過。祇不過是這些元素早已消滅或者是被發現的機會極少而已。因而所謂人工元素與天然元素的區別，並不帶有絕對性的意義。

(4)原子核內部構造的理論

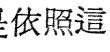
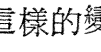
原子核是構成原子的中心部份，而且原子的本質是存於原子核。原子或元素的化學的性質是原子序數週期的函數，換言之，就是依存於原子核外的電子配置的特性。然而決定電子配置的基本因素却是存於原子核。原子的化學特性的直接的決定因素雖然存於原子殼內的特性，但是究極的決定因素却是存於原子核。尙且原子的其他種種物理的性質的決定因素，更加顯著地是存於原子核。因而，若要瞭解原子的本質時，須要等待原子核內部構造的解明。爲了要說明核反應的機構，勵起狀態，基底狀態以及其他核內部的諸性質的必要上，由許多的學者提出幾種原子核的模型作爲對於種種問題的解釋上的理論根據。其中主要的有如氣體模型，液滴模型以及殼軌道模型。以下對於這些諸模型加以扼要的敍述。

i）氣體模型：

這種模型是假定原子核是由於質子與中子這兩種核子所形成的一種瓦斯體。認爲核子是受制於 Pauli 禁制原理的可能作自由運動的自由粒子，而且對於其運動狀態可能適用統計力學予以記述。原子核存於基底狀態時，質子與中子是密集於能量最低的準位而形成爲完全的充滿狀態，這種狀況稱爲完全的縮退狀態。原子核存於勵起狀態時，勵起能量變成爲熱能而出現溫度。溫度零度便是對應於完全的縮退狀態。這種模型祇可能對於質量數特大的原子核近似地被採用。例如可能適用於由於核內的勵起狀態的動因放出核子的現象。就是核內呈現高溫度時，認爲核子以及其他粒子的放出是屬於一種由於高熱度的蒸

發現象。將粒子放出當作蒸發解釋的這種假說，又稱爲核反應的蒸發理論。

ii）液滴模型：

認爲原子核是類似於其半徑是與$\sqrt[3]{A}$作比例的非壓縮性的流體球。而又認爲勵起能量是以表面波與體積波的形態被貯蓄着而呈現爲表面張力的效應。這種模型特別可能適用於核分裂的說明。核形成爲球狀形時，能量準位是存於最低階層，而在此狀態的核是安定的。能量上昇到相當高階層的勵起狀態時，核就要變爲不安定，而趨向於一定方向繼續進行變形。便是依照這樣的變形○⟶  ⟶  ⟶○○結果就要發生分裂。而且對於變形的安定性的條件是在$Z^2/A<45$。

iii）殼軌道模型：

質子數(Z)或中子數(N)屬於2，8，20，28，50，82，126的原子核，比起其隣近的核，特別是安定的。尤其是 $_2He^4$，$_8O^{16}$，$_{20}Ca^{40}$ 更加特別安定的。這樣的數值稱爲魔術數。在原子殼的場合，核外電子在各軌道達到充滿最大容量時，形成閉殼（closed shell），這樣閉殼的電子配置是特別安定的。根據這些情形可以推想，在原子核內亦存有與原子殼的場合相同的殼軌道的構造。Z數或N數成爲魔術數的原子核的能量準位特別存於最低狀態，這或許是由來於質子或中子在核內形成爲閉殼的緣故。假如要理論地導出原子核具有這樣的殼構造時，須要設定核子在核內互相獨立地依照所定的軌道而作自由運動，並且其互相間不發生衝突或擾亂。但是這樣的假定却難免有種種的難點。第一、依照原子核與核子的大小程度，可以推算核子在核內形成相當緊密的擠滿狀態。第二、核子間所形成的核力，其所可能作用的距離是非常小，並且其作用力却是非常大的。第三、原子核由於入射粒子而形成爲複合核時，所生起的勵起能量可能分配於核內既存的各核子。這些事項與上述的假定之間就要發生衝突。就是表示核子間不發生衝突或擾亂而可能保持自由運動的獨立軌道的設定是難以成立的。

這種模型所採用的Potential（電磁場與核力場內的能量分佈狀態）的形態被認定是類似於箱型。依照此箱型的 Potential 形態來計算各核子所存有的能量準位的順序時，可能得到1s，1p，1d，2s，1f，2p，1g，2d，3s……等的軌道。然而在這些軌道上的核子的最大容量數值却是 2，8，20，40，112……等數，與上列的魔術數兩相比較時，祇限於最初的三個數值是相合致。但是再假定核子的自轉角運動量（spin）與其軌道角運動量間的强性的互相作用時，要正確地得到魔術數却是並非不可能的。更加還有由於再假定幾種假說來說明原子核的 Spin 與磁氣能率以及導出關於 β 蛻變與 Υ 線放出的選擇律的種種試圖。其他還有關於高低種種能量的核反應的單核子模型（氣體模型，殼軌道模型屬於此部類），重質子模型，α 粒子模型等諸假說的提出。但是在現階段還沒有出現可能說明原子核的全般性質的模型，實際上各種模型祇是表示原子核的諸性質中的各側面，而對於原子核的各種現象的討究上各別採用適當的模型。現在不單要考究依照各種模型是否正確地說明原子核的諸性質，並且還要討究各種模型間的連關如何，更加重要的是須要盡力探討可能同時說明原子核諸性質的更多側面或全般的模型。有關於原子核內部構造的這種模型理論的解明便是通達或迫近於基子的本質以及支配基子間的根本法則的究明上的一條重要途徑。

第三節　分子論

通過基子論與原子論的考察後，我們終於達到考究物質的根本構造的最後階段的分子論。首先將分子的意義、成因以及主要種類加以簡單的說明。

I　序　　說

(1)分子的意義

i）科學上的分子概念：

分子（Molecules）是指謂原子的集合體而作爲化學物質的最小粒子可能存在的單位因素。這種分子概念最初是由於 A. Avogadro 爲了要說明化學物質的化合的諸法則的必要上與原子概念相併合起來所假定的概念。依照科學上的最近的研究知見，原子可能認定其實在性，反之，分子在氣體以外的物質上時常祇是屬於一種假設的概念，其實在性的證實却是相當困難的。雖然如此，在化學上因其對於化學反應的記載帶有簡便性，分子概念仍然還被使用着，又在物理學上，限定於現象論的討究的範圍內，通常還是單純地將分子當作物質的構成因素的抽象概念看待而予以採用。

在科學上，一般地說，分子是指謂由於幾個原子通過化學反應的結果所產生的物質單位。但是實際上，在許多的液體或固體內究竟由於幾個原子的結合構成一個份子，其中可能辨別出分子的原子集團的界限何在，嚴密地還不能得到明確的判定。雖然如此，分子的存在事實却不能加以否定的。

ii）哲學上的分子概念：

構成物質的第一階層的單位因素是基子，第二階層的單位因素是原子，第三階層並且又是最高階層的單位因素便是分子。而且原子是指謂可能保持元素固有性質的最小單位，分子又是指謂可能保持化合物固有性質的最小單位。基子、原子、分子這三階層的物質單位的存在事實的發現與證實應該算是屬於科學研究的功績。哲學上的原子論不過是對於這樣的科學研究的進展可能予以指導原理而已。而且學問性的哲學却反而必須依據科學研究的成果藉以確立關於物質界的統合理論。科學上所發現的現存的種種基子是否屬於眞正意義的基子（分量上第一次的基子），還須要等待將來科學研究的確定。在哲學的思考上可能提出一種假說，而將根源能量的第一次的凝結粒子稱爲基子。換言之，根源能量場的第一次的量子化的成果便是基子，亦就是屬於構成物質的分量上的究極因素（分量上第一次的基子）。這樣的基子可能再結成爲質量較大的基子，這應稱爲第二次的基子。尙且既成

的基子間可能再形成第二次的能量場，而由於此能量場的再凝結或第二次的量子化的結果，又可能產生第二次或第三次的基子。勿論是第幾次的基子，總括地可以說是構成物質的性質上的究極因素。依照這樣的見解，科學上現在所謂的基子是否都屬於分量性的究極因素（第一次的基子），雖尙存有問題，但亦可以視爲屬於性質上的究極因素。這種見解是依據元素的情形所設定的，就是諸種元素或原子由於其構成因素的幾種基子的數量上的差異可能成立性質各不相同的元素或原子。諸種基子的性質上的差異的成因亦可以作同樣的類推。於是，將要發生如下的重要問題，就是何以由於幾個同種或異種的因素的分量上的差異可能構成性質完全不同的更高階層的因素。就元素或原子而說，何以由於三種基子（質子、中子、陰電子）的分量上或數量上的差異可能構成一百多種的化學性質不同的元素（同位元素除外）。就化合物或其他分子而說，何以由於幾種原子的數量上不同的結合可能構成幾乎無限多種的分子。這樣的問題對於性質不同的諸種基子亦同樣地可能提出。而這種問題可以歸屬於分量上的變化如何可能生起性質上的變化的問題。並且與此問題相反而相對應的問題，就是既成的較高階層的因素的性質是否可能還元於其構成因素的較低階層的因素的個別性質。關於此問題的解答很明顯地是屬於否定的。各種原子（元素）固有的性質一旦成立，就不能單純地還元於其構成因素的幾種基子的各別性質。各種分子（化合物）一旦被構成，同樣地亦不能單純地還元於其構成因素的幾種原子的各別性質。各種性質不同的基子的成立，亦可以作同樣的推想。依據這樣的見解，我們可以確定哲學上的分子概念：凡是由於同種或異種的幾個原子所構成的結合物的特性再不能單純地還元於其所由構成的諸原子的各別性質時，具有這樣性質的結合物便可以稱爲分子。這種分子概念是相對應於認爲分子爲由於幾個原子通過化學反應所生成的化合物這種科學上的分子概念。哲學上的分子概念既經成立，就不管構成分子的原子的數量多少，原子集團間是否可能予以明確地劃分，甚至於分子是否可能被證實等

這些問題，而可能確定，假如自然界內可能存在着該當於其分子概念的物質因素時，這樣的物質因素一般地可以認定爲屬於分子。

(2)分子的成因與構造問題

分子是由於幾個原子通過化學反應的結果所產生的物質單位。那麼，所謂化學反應是依據何種原因而發生的，換言之，幾個原子間究竟是依據何種原因而可能發生化學反應呢。本來，原子尤其是原子核的生成本身並不是單純的，事實上却須要滿足種種特殊的條件始可能結成的。但是原子核一旦成立後，原子核與電子的結合主要地是依賴電氣作用。一般地說，分子的結成主要地亦是依據電氣性質，就是依據各種原子的最外側殼的電子配置的特性。分子的結成是依照以電氣作用爲主因的幾種化學結合的方式。而參加化學結合的原子數最小的是兩個，最大的却是無法限定，構成鉅大份子的原子數常有超過好幾萬以上的。

至於分子構造問題，此問題向來是在化學上被探究的，但是新近在物理學根據分子的物理的性質而使用物理學的方法對其構造解明的研究顯出相當可觀的發展。依照物理學的方法所得到的重要事項有如分子的大小，形狀，分子內的原子配置狀態（分子的立體構造），分子的振動與回轉狀態，分子間的作用距離與作用面積，分子間的結合與解離狀態，以及分子的慣性能率，磁性能率，雙極子能率等等。而所使用的研究方法主要地有如測定比熱，表面張力、黏性、分子線的運動狀態等的熱學的與力學的方法以及依照光波的分散，電子波的廻折，分子屈折，X線的散亂，旋光性，各種分光系現象等的觀測的光學的方法。分子如何可能由於原子而組成的成因問題在理論上固然是重要的，尙且在既成的分子上其化學的構造與其物理的諸性質間的關係如何的解明又是屬於重要問題。這是通達於物性論的最直接的一條逕徑。

(3)分子的主要種類

天然元素92種（如加上人造元素以及同位元素時其種類更要增大

）中的幾種元素或原子間主要地由於其原子殼最外側的電子配置的特性可能結成幾乎無限多種的分子（化合物）。然而依照各種觀點可能簡單地分爲如下的主要種類。

i）單種分子與複種分子：

由於同一種類的幾個原子所構成的分子，可以稱爲單種分子，就是通常所謂單體化合物。例如 H_2，N_2，O_2，O_3，S_8 等便是屬於此類。反之，由於不同種類的幾個原子所構成的化合物，稱爲複種分子。例如 H_2O，CO_2，NH_3，H_2SO_4 等便是屬於此類。

ii）低次分子與高次分子：

由於各原子所具有的主原子價的飽和所構成的第一次的化合物或二元的化合物 AB 或 CD，稱爲低次分子。這樣生成的 AB 與 CD 再結合而生成如 $A\begin{matrix}B\\D\end{matrix}C$ 這樣的化合物，稱爲高次分子。例如由於種種重金屬鹽與幾個 NH_3 所結成的金屬 Ammonia 錯鹽，或由於種種鹽類與幾個水分子所結成的水化物，以及其他的錯鹽、複鹽、有機化合物等類，便是屬於高次分子。或者更擴大地說，由於較小數量的原子所構成的較爲簡單的化合物，稱爲低次分子。而由於較大數量的原子所構成的，或由於低次分子的會合、重合所構成的分子量特大而且構造更加複雜的化合物，稱爲高次分子，就是通常所謂鉅大分子。例如蛋白質、酵素、纖維、橡膠等便是屬於高次分子的部類。

iii）無機分子與有機分子：

構成有機分子的原子通常是(1)C與H的兩種元素，或(2)C，H，O的三種元素，或(3) C，H，O，N 的四種元素，或(4) C，H，N 的三種元素。除這些元素外，在有機化合物內時常被包含的元素，還有如 S，P，Cl，Br，I 等，由於上列諸原子所構成的化合物通常總稱爲 C 化合物。但是C化合物中如 CO，CO_2 等這樣的簡單化合物以及金屬的C酸鹽却被認爲屬於無機化合物。尙且有機化合物通常依照其構造式的骨幹部份的C連鎖方式，再分爲鎖條式與連環式化合物的兩部類。除開有機化合物以外的化合物，可以稱爲無機分子。

iv）酸性分子與鹼性分子：

酸性（Acidic）是指謂某種化合物在水溶液內作解離時，可能生成比純水內的氫離子濃度更加濃厚的氫離子（H^+）的性質，具有如此性質的化合物，稱爲酸性分子。換言之，酸性分子是指謂溶解於水時，可能發生 H^+ 而呈現出酸性反應，並且其分子內含有可能由於金屬或鹽基性基予以置換的H原子的化合物。反之，鹼性或鹽基性（Basic）是指謂某種化合物在水溶液中作解離時，可能生成比純水內的水酸離子濃度更加濃厚的水酸離子（OH^-）的性質，帶有如此性質的化合物，稱爲鹼性分子。這樣具有酸性或鹼性（鹽基性）的化合物，各別簡稱爲酸（Acid）或鹼（鹽基 Base）。並且由於酸與鹼的化學反應所生成的化合物，便是對於酸性與鹼性變成爲中和性的鹽（Salt）與水。

v）中性分子與荷電分子：

構成分子的原子中存有離子（荷電原子）時，所生成的分子亦就帶有電氣性質，這樣的分子稱爲荷電分子。分子內不具有荷電原子的，便是電氣性質中和性的分子，稱爲中性分子。

vi）無極分子與有極分子：

分子的極性（Polarity）是基於分子內所存有的原子的原子核與電子密度分佈形成非對稱性時所發生的電氣性質的分極。分子的電氣非對稱性的程度表現爲分子的電氣雙極子能率（Electricdipole moment）。這樣具有電氣非對稱性的分子，稱爲有極分子。相反地，具有電氣對稱性的分子，稱爲無極分子。而無極分子的分子內的陰電氣與陽電氣均衡地合致於分子的重心而對於外部不表現出雙極子的性質。例如CO_2，CH_2，CCl_4，H_3C-CH_3，$H_2C=CH_2$等是屬於無極分子；CO，HCl，HF，H_2O，NH_3，$H_3C\cdot O\cdot CH_3$ 等是屬於有極分子。

vii）天然分子與人造分子：

與基子、原子相同，分子亦可能分爲天然的與人造的。人造分子便是普通所謂人工合成的分子，合成纖維，合成橡膠等等就是屬於此

類。但是與基子、原子不相同處是存於人工可能造出的基子或原子，在自然界天然地亦可能存在，然而人造分子未必天然地亦可能存在着。

viii）安定分子與不安定分子：

假如幾個原子間由於共通持有幾個電子而在各個原子的最外側殼都形成閉殼構造時，由於這樣的原子所構成的分子因其構造上特別得到安定性，所以稱爲安定分子。而且安定分子是類似稀瓦斯原子構造的原子團。例如 H_2 是類似於 He，HF 是類似於 He，HCl 是類似於 A的原子構造。安定分子以外的分子可以再分爲準安定分子與不安定分子，這些都可依照分子內的原子殼的電子配置的情形如何予以判定的。

關於分子的種類，其他還可以依照化學的結合的方式以及化學反應的方式等來加以類別。

Ⅱ　分子的構成與化學結合

分子便是原子的集合體而且是化學物質的最小單位因素。由於幾個原子所構成的分子構造是相當複雜的，要討究其構造時，須要解明分子內的原子種類、數量、原子間的距離與結合方式以及結合的角度，分子內的荷電分佈狀態、磁性能率、慣性能率等等，更加以測定分子量、分子的直徑以及確定其化學式或構造式。我們當前的問題却是在討究分子如何可能由於原子的結合而被構成的成因問題。通常認爲構成分子的原子間的結合是依照化學的結合力或親和力。各種原子的化學性質便是其化學結合力的表現，而且其化學結合力本身是由於各種原子的最外側殼的電子所擔荷着的作用。假如最外側殼的電子達到最大容量而告飽滿狀態，就是成爲閉殼時，具有這樣的電子配置的原子在化學性質上就成爲安定的不活性的。這樣的原子就不能與其他任何原子相結合而構成分子。尤其最外側的主殼內的S與P副殼的總和殼成爲閉殼，就是帶有八個電子時，存於這樣狀態的原子就帶有安定

的八隅體（Octet）的性質。成爲八隅體的原子當然是不活性的。除這種八隅體的原子與 He 外的原子都屬於不安定，就是化學性質具有活性的。不安定的活性的原子構成分子時，始可能得到安定性。因此，分子的成因可以說是存於不安定的原子要得到安定狀態的自然傾性。一般地說，幾種基子之所以構成原子，再進而幾種原子之所以構成分子便是表現出不安定狀態要變成爲安定狀態的這種自然理法。

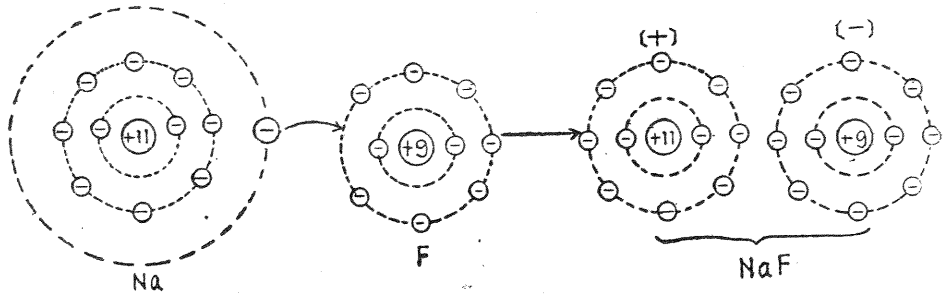
稀瓦斯原子（He，Ne，A，Kr，Xe，Rn）在化學性質上屬於不活性便是依據其最外側殼帶有八個電子（He 雖祇帶有兩個電子，但亦成爲閉殼）而成爲八隅體的閉殼構造。最外側的電子假如不是八個時，這樣的原子就要呈現出化學結合力。因爲最外側殼內的電子數可能決定各種原子的化學性質，就是決定其化學結合上的原子價，所以其電子就稱爲電子價電子，簡稱爲價電子。例如在元素的第二週期，Li 的價電子數是 1，Be是 2，B 是 3，C 是 4，N 是 5，O 是 6，F 是 7，Ne 是 8。除價電子 8 個的原子是安定外，其餘的原子因其電子配置的不均衡就要生起不安定狀態。因此，就要發生將多餘的電子遊離，或將不充足的電子從外補充，藉以形成安定的八隅體這樣的自然傾性。例如屬於元素週期表的第 Ia 族的 Li，Na，K，Rb，Cs，Fr 這些鹼性金屬類元素因爲其最外側殼的電子祇有一個，就容易放離這個多餘的電子而成爲八隅體，另方面，第 VIIb 族的 F，Cl，Br，I，At 這些 Halogen 類元素的價電子因爲是七個，亦就容易從外再補足一個電子而同樣地形成八隅體，這樣各族的原子都可能得到安定狀態。結果，第 Ia 族的原子就變成陽性離子（正 Ion；Cation），而第VIIb 族的原子亦就變爲陰性離子（負 Ion；Anion）。尙且，這兩族的原子間最容易發生化學結合而構成各種分子。中性原子之所以要變成荷電原子（離子）是因爲後者比較前者更爲安定的，這又是表現上述的自然理法的另一側面。一個原子單獨成爲離子時，這樣離子稱爲單原子離子（Monoatomic Ion），由於幾個原子所結合的原基成爲離子時，稱爲原基離子（Radical Ion），而分子量特大的分子成爲離子時

，特別稱爲鉅大離子 (Giant Ion) 。一般地說，單原子離子的結合便是分子構成的一大主因，而且原基離子特別是構成有機分子的重要因子。

至於原子的化學結合的方式，基本的有如離子結合，共有結合，附屬的有如金屬結合、配位結合、氫結合以及分子力結合等諸方式。以下首先對於這些方式逐次地予以簡單的論述，然後再對於化學結合的一般理論加以更深一層的探究。

(1)離子結合 (Ionic bond) ：

大部份的原子，在化學性質上，是屬於不安定的，而且變爲離子時，就可能得到安定狀態。由此所發生的正離子與負離子依靠靜電氣的引力互相可能結合。例如 NaF 的場合， Na 的最外側殼上祇存有一個電子而容易解離，相反地 F的最外側殼尙缺乏一個電子就可能塡滿，因而具有從外再吸取一個電子的傾性。結果，Na 與 F 各別可能形成 Ne 型的閉殼構造， 就是變成 Na^+ 與F^- 的正負離子對。此離子對的成立當然是由來於 Na 與 F 之間生起一個最外側殼電子的授受關係。如此發生的正負離子依據其間所作用的靜電氣引力而生起化學結合，這種結合方式稱爲離子結合。 NaF 的結成情況圖示如下：



無機化合物 ， 尤其是鹽類 ， 金屬酸化物等的結成主要地是依據這種結合方式。 例如 NaCl ($Na^+ + Cl^-$) ，$CaCl_2$ ($Ca^{++} + 2Cl^-$) ，KNO_3 ($K^+ + NO_3^-$) ， $NaNO_3$ ， Al_2O_3 ， $BaSO_4$ ， $PbBr_2$ ， $FeCl_3$ ， Fe_2O_3 ， Cu_3S ， $HgCl_2$ 等等。 NaCl 普通認爲是食鹽的分子，但是其

分子却具有特異性格。Na^+ 與 Cl^- 的離子對在低溫狀態下形成立方體的結晶，而在此結晶內部的各個 Na^+ 是與其隣近的六個 Cl^-，而各個 Cl^- 亦是與其隣近的六個 Na^+ 以同樣的方式相接觸，因而在這種結晶內並沒有存在着普通意義的分子。就是結晶全體形成一個超分子的形態。而且相反電荷的離子間互相作牽引，相同電荷的離子間互相作反撥，而同時保持其結合狀態。這樣的離子的集合體可能無限地擴大，便是這種超分子具有可能無限長大的性能。如此由於離子結合所形成的結晶，稱爲離子結晶。而離子結晶是由於正負離子互相間作其荷電的中和所生起的集合體，其構成單位是離子本身，其中却沒有眞正意義的分子存在。離子結晶的主要型態有如 NaCl 型（面心立方，八面體六配位），CsCl 型（單純六方，六面體八配位），ZnS 型（面心立方，四面體四配位），CaF_2 型（面心立方，四面體四配位或者六面體八配位），而且NaCl、CsCl、ZnS、CaF_2 等的化學式祇是表示這些結晶內所存有的各原子的組成比1：1或1：2而已，並非指示相當於其化學式的分子的存在。

上列的 NaF 的結成是屬於一價結合，玆再擧出二價結合的一事例。例如元素週期表上的第 VIb 族的 O 的價電子是六個，而第 IIa 族的價電子是兩個，因而這兩種原子相接近時，O 就要從 Ca 攝取兩個電子而各別形成安定的八隅體，其所生成的二價的 O 負離子（O^{--}）與二價的 Ca 正離子（Ca^{++}）就要由於靜電引力的作用而結合，結果可能結成 CaO。三價以上的結合亦可以作類推。

(2)共有結合 (Covalent bond)：

例如兩個 H 原子相接近時，由於電荷的重合的影響，各個原子的電子附屬於兩個原子核，這樣的兩個電子就成爲兩個電子核的共有電子，由於這樣的電子的共有所形成的原子結合，稱爲共有結合。但是這種共有結合的成立須要滿足兩個電子的 Spin 方向成爲相反的這個條件。一般地說，幾個原子間各個帶有一個或幾個原子價電子，而且這些電子間成立 Spin 相反方向的電子對 (Electron pair) 時，其原

子間共同持有此種電子對而得到安定狀態，因此所生起的原子結合便是共有結合。而由於電子對的數量如何，成立幾種原子價的結合方式。例如H與O之間共有一組電子對的原子結合，稱爲一重結合或單重結合（一原子價結合）。其結合情形，圖示如下：

$$H\cdot + \cdot\ddot{O}\cdot + \cdot H \longrightarrow H:\ddot{O}:H \qquad [H_2O]$$

例如C與O之間共有兩組電子對的原子結合，稱爲二重結合（二原子價結合）。其結合情形，圖示如下：

$$\cdot\ddot{O}\cdot + \cdot\dot{C}\cdot + \cdot\ddot{O}\cdot \longrightarrow \ddot{O}::\dot{C}::\ddot{O} \qquad [CO_2]$$

例如H與C之間共有三組電子對的原子結合，稱爲三重結合（三原子價結合）。

$$H:C\vdots\vdots C:H \qquad [C_2H_2]$$

以下作類推。尙且就被共有的電子數而說，形成共有結合的各原子各別採取安定的八偶體，便是採取與稀瓦斯原子相同的電子配置的構造。而在分子中不參加共有結合的電子，在其各原子內形成電子對而得到安定狀態，這種電子對稱爲非共有電子對或孤獨電子對（Non electron pair ; Lone electron pair）。

再說，氫分子（H_2）的結成必定限於兩個原子，三個以上的H原子結合是不容許的（依照 Pauli 的禁制原理）。因而不能生長到像食鹽結晶那樣的鉅大分子。但是在C原子互相間或C與H等之間却可能形成鉅大分子。C 原子帶有四價電子，其各原子可能與另外的四個同種原子共有電子對，而形成鉅大的結晶體（如鑽石或石墨）。對於C原子互相間的結晶再加上其剩餘的價電子與 H.O.N 等原子的結合的雙重結合可能產生幾乎無限多種的鉅大的有機分子。

上述的離子結合與共有結合雖算是基本的結合方式，但是兩者間却不存有絕對的差異（除典型的事例外），其實許多的原子結合是同時依照這兩種結合方式，不過在程度上有所差異而已。某種原子從另種原子攝取電子的能力的强度，稱爲其原子的電氣陰性度（Electr-

onegativity）。電氣陰性度越大的，形成單原子負離子的傾性越要顯著，相反地，電氣陰性度越小的，形成單原子正離子的傾性越要顯著。原子由於電子對共有而作結合時，由於電氣陰性度的程度差可能呈現出結合的離子性（Ionic character）。一般地說，作共有結合的原子間的電氣陰性度的差額越大時，其離子性越要大，電氣陰性度的差額越小時，其離子性越要小，而祇有同種的原子作結合時，其離子性完全要消滅。某種分子究竟是由於離子結合所結成的，或者是由於共有結合所結成的，可以按照其構成因素的原子的電氣陰性度如何來予以判定。例如 K(金屬性；電氣陰性度小)與 F（非金屬性；電氣陰性度大）的結合是屬於離子結合（K^+F^-）。反之，電氣陰性度相等的原子的結合是屬於共有結合（例如 HCl_3）。但其中間的原子可能作兩種結合。例如 HCl 可能形成 H:$\ddot{\underset{\cdot\cdot}{\text{Cl}}}$:（共有結合），亦可能形成 $H^+:\ddot{\underset{\cdot\cdot}{\text{C}}}:^-$（離子結合），實際上其離子性被推算爲20%程度。一般地說，許多共有結合內含有一部份的離子結合，相反地，許多離子結合內又含有一部份的共有結合。尙且這兩種結合間不斷地要發生變動。例如 CO_2 的兩種結合方式間存有如下的移動現象，這稱爲共鳴（Resonance）。

$$O^+\equiv C-O^- \rightleftarrows O=C=O \rightleftarrows O^--C\equiv O^+$$

（離子結合）　（共有結合）　（離子結合）

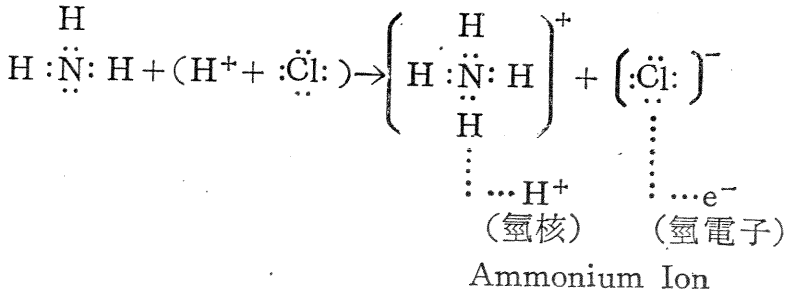
(3)金屬結合（Metallic bond）：

金屬元素的原子通常是放出其最外側殼的電子全部或一部份而變成爲正離子以達到安定狀態。此時，被放出的電子，稱爲遊離電子或自由電子。而這些自由電子却是被金屬正離子全體所共有的，因此正離子互相結合而形成具有一定規則的整齊的配列，便是形成金屬固有的結晶構造。金屬結晶可以說是正離子的集合體被自由電子的集羣所包裹的這樣狀況下保持其安定狀態。而且電子羣與正離子的集合體間的靜電氣場成爲結合金屬原子全體的引力。這樣的金屬結合可以視爲共有結合的一特殊形態。金屬的諸特性（如電氣與熱的傳導性、光澤、延性、展性等）便是由來於自由電子的活動。

(4)配位結合 (Coordinate bond) ：

氫 (H) 原子本身解離作核 (H^+ 便是質子) 與電子，一方面其遊離核 (質子) 與某種原子的兩個電子相結合，在外表上似乎與這種原子形成一組電子對而作共有結合，另方面其遊離電子被另種原子所攝取，結果生成一對的正負離子而作離子結合，這樣的結合方式稱爲配位結合。因而配位結合可以視爲共有結合與離子結合的一特殊形態。例如包含 Ammonium 離子或 Hydronium 離子在內的分子便是由於這種配位結合所構造的。其結合狀況，圖示如下：

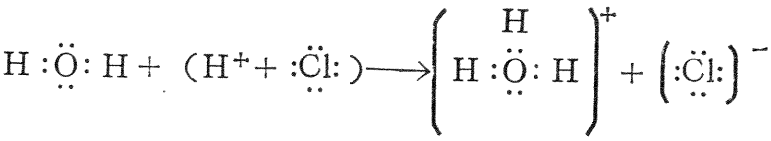
例如 $NH_3+HCl \longrightarrow [NH_4]Cl$ ：



Ammonium Ion

這是表示氫原子的核 (H^+；質子) 參加 NH_3 而與此分子內的N原子的孤獨電子對 (Lone electson pair) 作共有結合，另方面氫原子的遊離電子參加 Cl 而被後者所攝取。

例如 $H_2O+HCl \longrightarrow [H_3O]Cl$ ：



Hydronium Ion

其他在金屬錯鹽內的 NH_3，H_2O，CN 等原基與金屬原子 (正離子) 相結合亦是依照這種配位結合。關於配位結合，除上例外，還有其種種方式。

(5)氫結合 (Hydrogen bond) ：

氫原子 (H) 與 F，O，N 等的電氣陰性度强大的原子作化學結合時，H 本身通常是作爲 H^+（質子）而活動，並且可能同時與兩個陰性原子相結合，具有這樣傾性的結合特別稱爲氫結合。這種結合方式亦可以視爲共有結合與離子結合的一特殊形態。HF 例如之所以可能作多數的會合，便是依據這種結合。其結合情形，圖示如下：

$$H^+—F^-\cdots H^+—F^-\cdots H^+—F^-\cdots H^+—F^-\cdots$$

這是表示一個H原子作爲 H^+ 同時與兩個 F^- 原子相結合，其中與一個 F^+ 作强性的結合，而與另一個 F^- 作弱性的結合。其他 H_2O，NH_3 等分子亦具有基於同樣的結合方式 可能形成一連串 的會合的傾性。氫結合方式可以說是分子間的會合的橋樑。上述的配位結合與氫結合都是依靠氫原子本身在作化學結合時可能分解爲質子與電子的這種特性。

(6)分子力結合 (Molecular force bond)：

分子間存有一種特殊的結合力，通常稱爲附着力、凝集力、 van der Waals 力等，可以總稱爲分子力。諸分子間的結合狀態，分子的集合體（物體）之所以採取氣體、液體、固體這樣形態以及呈現出其他種種性質，主要地是依據分子力的結合方式。

凡有分子在低溫具有互相凝聚的傾性的事實是暗示着分子間存有一種牽引力，而又液體，固體可能保持其形態的事實是暗示着分子間又存有一種反撥力。因而分子間同時存有這兩種相反的力場，而且反撥力場是支配着極近距離，反之，牽引力場是支配着較遠距離。牽引力的發生原因，通常認爲主要地是存於 van der Waals 力，而反撥力的發生原因，現在被假定爲存於分子間的量子力量的交換作用。那麼所謂 van der Waals 力的本性如何，究竟是依據何種原因而發生的呢。作用於分子間的 van der Waals 力之所由發生的起源，第一是由來於分子的極性 (Polarity)，就是基於分子內所存有的原子核與電子密度分佈的非對稱性這種電氣的分極現象。分子的極性或電氣的非對稱性的程度如何是表現於分子的電氣雙極子能率 (Electric

dipole moment)。 van der Waals 力發生的第二起源是根據分子相接近時由於互相感應所生起的分極 (Polarization) 的電氣力。這種電氣力是附屬於上列的第一種電氣力。van der Waals 力發生的第三起源是根據分子內的電子的互相作用的量子力學的力。而第二、第三種力的程度如何是決定於分子內所存有的電子數，因而亦可以說大致是比例於分子的分子量。一般地說，分子量越大的分子，其分子間的結合力越要强大。因此，在低溫容易形成結晶體。例如 Halogen 族元素中，由於 $_{35}Br$ 原子所構成的 Br 分子間的結合力比 $_{17}Cl$ 分子間的結合力强大，而且 $_{53}I$ 分子間的結合力比 Br 分子間的結合力更加還要强大。因而在常溫下，Cl 是成爲氣體，Br 成爲液體，I 就可能形成爲固體結晶。

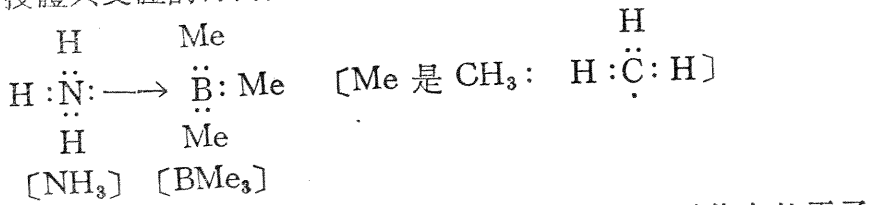
分子力結合與氫結合之間存有直接的緊密關係。因爲由於氫結合所構成的分子本身具有電氣的分極性，便是屬於有極分子，而且有極分子間的結合本身就是屬於分子力結合。分子力結合是成立於分子間的關係，並非指示原子間的結合關係，因而與其他成立於原子間的結合方式當然是屬於不同階層。然而分子力結合本身却是屬於化學結合中的一重要方式，並且與其他的結合方式之間又具有直接或間接的密切關係。

以上所列舉的離子結合，共有結合、金屬結合、配位結合、氫結合以及分子力結合這些化學結合的成因究竟可以歸屬於電氣的引力或者各種原子具有在其最外側殼形成安定的八偶體 (Octet) 這種自然傾性。總括地說，帶有 1，2，3 個價電子的原子在其本性上容易放出這些價電子而成爲正離子，這樣的原子大部份屬於金屬元素。反之，帶有 5，6，7 個價電子的原子容易從外補充其所缺少的電子而成爲負離子，這種原子大部份屬於非金屬元素。勿論是金屬性或非金屬性的原子都具有形成安定的八偶體的自然傾性。而且這兩大部類的原子間主要地是依照離子結合的方式而構成分子。其他的原子大致是依照共有結合的方式而構成分子。例如帶有 4 價電子的 C 原子在原則上祇限

定於作共有結合。並且諸種原子中，H原子可以說算是特異的存在。H原子祇帶有一個電子而已，因而容易放離這個電子而成爲正離子（其實祇是一個質子）或者再補充一個電子而得到安定的閉殼。動搖於這兩種傾向的H原子雖然普通是與其他的原子作共有結合，但是因其特異的性質還要作其特殊的氫結合，配位結合等的結合方式而顯出複雜的樣相。種種化合物通常要顯出酸性或鹼性的主要原因便是存於H原子的這種特異性。

再說，在共有結合，作結合的原子各別提供電子而形成電子對，經由這電子對的共有而構成分子。此際，被共有的電子對却祇是由兩個原子核所控制而迴繞其周圍。反之，在金屬結合，各原子放出其最外側殼的電子而形成爲單原子正離子的金屬芯 (Metallic core)，由這些金屬芯再結成有一定規則的金屬結晶，而由於金屬結晶全體所共有的電子羣却作爲遊離電子（被解放的電子）可能在金屬格子間作流通性的自由移動。

上面提過配位結合有種種的方式。最後再舉出一種方式。例如在 NH_3 與 BMe_3 之間的N與B的結合，因爲 BMe_3 內的B祇帶有三價電子，並且這三個電子已經與三個 Me (Methyl 原基 CH_3) 內的C之間形成了三重的電子對結合，所以B再要與N謀求結合時，須要由N單獨地提供電子對始可能成立。此際，N是電子對的供給者，稱爲「授體」，而B是接受此電子對的，稱爲「受體」。由於這樣的電子對的授受可能構成 $NH_3 \longrightarrow BMe_3$ 這種化合物（分子）。矢號（→）是表示授體與受體的方向關係。其結合方式，圖示如下：



結果，N 原先所帶有的孤獨電子對就要變成爲N與 B間所共有的電子對。而且這樣的結合成立時，還要生起電荷的移動，因而其所構成的

分子內亦就要發生電氣雙極子(電氣分極現象)。因此，$NH \longrightarrow BNe_3$的N在外表上帶有「形式的」正電荷，B却要帶有「形式的」負電荷。這樣的結合稱爲「授體受體結合」或「供與結合」，便是屬於配位結合的一種方式。而因爲由這種結合所構成的分子內的原子帶有形式的荷電，所以又稱爲「半極性結合」。這是意謂着這種結合在某種程度帶有極性結合（離子結合）的性質。詳細看來，這種配位結合內，不僅含有離子結合與共有結合，並且亦包含着分子力結合的性質。

上述六種化學結合方式中，離子結合、共有結合、配位結合有種種的名稱，玆加以整理的結果，列舉如下：

離子結合＝極性結合＝異極結合＝電氣原子價結合

共有結合＝非極性結合＝同極結合＝電子對結合

配位結合＝半極性結合＝供與結合＝共有離子結合

最後還要提出一重要事項。由於離子結合正負離子可能形成離子結晶，而由於金屬結合金屬芯可能形成金屬結晶。然而在離子結晶與金屬結晶內部却不存有嚴格意義的分子。結晶體除離子結晶與金屬結晶外，尙有原子結晶與分子結晶，而且在後兩種結晶內部始可能有分子的存在。如此，結晶內有些具有分子，有些却不具有分子。因此，凡有物質都是由於分子所構成的這種舊來的見解是屬於謬誤的，假如還要保存這種見解時，祇好將分子分爲廣狹兩義解釋，就是廣義的分子還可以包括稀瓦斯元素這樣的單原子以及離子結晶與金屬結晶在內，而狹義的分子却是指謂着除開這些部份以外的嚴格意義的分子。

Ⅲ　分子構成的理論

原子間或分子間，相接近時要發生斥力，相離開時要發生引力，因而可能在一定的距離保持其均衡狀態。解明作用於原子間或分子間的力的本性如何，便是物性論的一基本問題。顯現爲種種形態的這些力的本性可能依照量子力學予以統一的說明。

作用於原子間的力之中，依照古典物理學比較容易說明的是離子

結合這種離子間的互相作用。在離子結合的場合，作用於同種離子間的電氣斥力與作用於異種離子間的電氣引力是屬於最重要的決定因子。但是，使離子結晶格子可能保持一定狀態而不致發生崩潰，須要假定異種離子間的距離過於接近時反而要發生强大的斥力，這種力依照古典物理學是難以瞭解的。不但如此，對於古典物理學最爲困難的問題是在共有結合（同極結合），作用於稀瓦斯原子（單原子分子）間的 van der Waals 力以及金屬結晶的凝集力等問題。同極性分子的代表是氫分子 H_2，將這分子解離作兩個氫原子須要大約 100kcal 的能量的事實是表示氫原子間存有强大的結合力。此結合力的本性究竟如何，依照古典物理學是完全無法解明的。這種問題的解決，須要等待量子力學的導入始爲可能。Heitler 與 London 對於氫分子的構造問題適用量子力學，認爲分子內電子運動是受制於量子力學的法則，而對其結合力的說明獲致成功。這種氫分子結合力的理論成爲共有結合（同極結合）的代表理論，通常稱爲交換力理論或共鳴理論。其所處理的方法是電子對法或原子價結合法。並且此原子價結合法與共鳴理論後來再通過 Slater、Pauling 等人的補正而得到理論上的擴展。

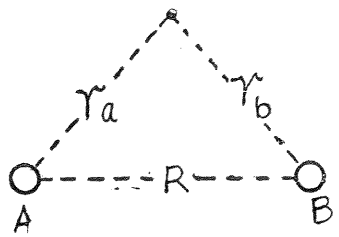
氫分子的結成，更加一般地說，共有結合主要地是依靠分子內的原子核間的電子交換，由於電子交換分子的內部構造不斷地要發生變動而可能生成幾種基本構造，而且在這些基本構造互相間又要生起共鳴現象。實際上的分子便是振動於分子本身的幾種基本構造間的重合。這是由來於分子內的電子對不斷地徘徊於兩個原子核間，而形成電子對的各電子的 Spin 須要採取相反的方向。由於 Spin 方向相反（逆平行）的電子所形成的電子對，在原子內或分子內可能顯出一重項狀態，相反地，由於 Spin 方向相同（相平行）的電子所形成的電子對却要顯出三重項狀態。一般地說，在原子內多重度越大的狀態越成爲安定的，反之，在分子內多重度越小的狀態越是屬於安定的。因爲由於 Spin 相平行的電子對不能形成安定的分子。概約地說，同極結合的決定因是存於量子力學特有的交換力的作用。依照量子力學，兩

個氫原子相接近時，由於其各電子的交換，各電子成爲兩個原子的共有電子。此時， Spin 相反的電子對可能成爲原子間結合的媒介作用，而 Spin 相平行的電子對反而要使原子間生起互相反撥作用。由於這樣的電子對的媒介所形成的原子結合便是共有結合，而且其電子對的數值便是決定共有結合的原子價。如此，化學上的原子價由於量子力學可能予以物理學的意義。 再說， 依照量子力學的計算， 兩個電子的 Spin 相平行時，不管距離如何，其互相間都要發生斥力，然而 Spin 相反的場合，距離較遠時要發生引力，距離過於接近時反而要發生强性的斥力，結果可能在適當的距離上得到均衡狀態。

關於分子構成法的理論 ， 除上述原子價結合法外 ， 還有由於 Mulliken 與 Lennard-Jones 等人所開展的所謂分子軌道法。原子價結合法與分子軌道法可以說是新近在化學結合論上的兩大主要學說。而這兩種構成法都是屬於近似法。以下對於這兩種理論的基本見解逐次予以概略的敍述。

(1)原子價結合法 (Valence Bond Method：VB 法) ：

例如氫分子離子 (H_2^+) 是由於兩個質子與一個電子所構成的。對於H_2^+ 的 Schrödinger 方程式是$V^2\psi+\frac{8\pi^2m}{h^2}(E+\frac{e^2}{r_a}+\frac{e^2}{r_b}-\frac{e^2}{R})\psi=0$。A、B 是表示質子 (氫原子核) ，e 表示電子，R、r_a、r_b 各別表示距離。



H_2^+ 可以設想有兩種基本構造。第一種是電子完全屬於 A核，而 B 核是孤獨核。此構造表示作 $H_AH_B^+$ ，而使用波動函數 ψ_A 來加以記述。第二種是電子屬於B核，而用波動函數 ψ_B 予以記述。這兩個波動函數是對應於同一的能量狀態，而各個呈現爲定常波。兩個質子相接近時，定常波系就要發生歪曲，能量亦要變動。而且由於兩種構造間的互相關係可能生起兩個新的振動樣相，其中能量低位的便是相當於化學結合的成立，能量高位的表示A與B間的相反撥

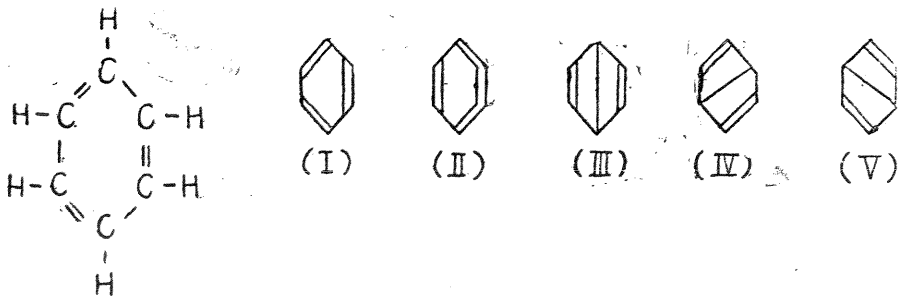
。如此，H_2^+ 表現爲 $H_AH_B^+$ 與 $H_A^+H_B$ 這兩種構造（所謂共鳴的基本構造）的共鳴。因此共鳴效應，電子的電荷分佈在兩個核（質子）的中間領域特別成爲濃厚，這便是表示核互相間的結合狀態。

再擧出氫分子（H_2）爲例。電子1屬於核A的構造表示作 H_A^1，電子2屬於核B的構造表示作 H_B^2。核間距離較大時的正常狀態系表現作 $H_A^1+H_B^2$，而以波動函數 ψ I 作表示。電子交換後的構造成爲 $H_A^2+H_B^1$，此狀態以波動函數 ψ II 作表示。兩個氫原子相接近時，這兩個定常波系間由於互相作用的結果要發生新的波動。這種情形由於 ψ I 與 ψ II 的一次結合可以表示作 $\psi = C_I\psi_I + C_{II} + \psi_{II}$。這新的波動函數所表示的能量的極小值，比起相分離時的兩個原子的能量還要低位，其共鳴能量依照計算是 72.3 kcal。然而結合能量的實測值却是 108.8 kcal。因而上列 ψ 函數不能給與可能滿足的近似值。如要得到更加正確的波動函數，須要再考慮兩個電子都屬於一個電子的構造。就是要設定 $H_A^+ + H_B^-$ ($H_A + H_B^{1'2}$) 與 $H_A^- + H_B^+$ ($H_A^{1'2} + H_B$) 這樣的構造，而各別表示作 ψ III，ψ IIII。添加這兩種概造時，就成立 $\psi = C_I\psi_I + C_{II}\psi_{II} + C_{III}\psi_{III} + C_{IIII}\psi_{IIII}$。這新成立的波動函數可能賦與比上列的函數更加優良的近似值。此時，其結合能量的計算值是 92.2 kcal。再考慮到電子間反撥效應所作的詳細計算的結果，共鳴能量就成爲 108.4 kcal，如此幾乎合致於實測值。上列的 $H_A^1+H_B^2$ 與 $H_A^2+H_B^1$ 的一組是表示共有結合的構造，而 $H_A^+ + H_B^-$ 與 $H_A^- + H_B^+$ 的一組表示離子結合的構造。在這兩種構造中，離子結合構造所表示的能量值比起共有結合構造的能量值較爲高位，因而寄與於共鳴效應的程度是較小的。

其次再擧異核原子的分子 CO^2 爲別。CO^2 的構造式通常認爲是 O=C=O，而C與O之間的結合間隔的實測值是1.15Å。然而C與O之二重結合間隔却是1.22Å。假如作三重結合時，其間隔應爲1.10Å。因而 CO^2 的結合可以設定具有如下的三種基本構造，而由於這些構造間的共鳴所形成的。O=C=O（ψ I），$O^+\equiv C-O$（ψ II），

$O^- - C \equiv O^+$（ψ Ⅲ），而所成立的波動函數表示作$\psi = C_{Ⅰ}\psi_{Ⅰ} + C_{Ⅱ}\psi_{Ⅱ} + C_{Ⅲ}\psi_{Ⅲ}$。此函數所表示的狀態比起三種基本構造的任何一種還要安定的。各種基本構造各個構成其定常波，而實際上的分子構造是由於這些定常波的互相作用所構成的。就是由於三種定常波的互相作用生起振動數的分裂而生成新的定常波，結果構成安定的能量狀態的分子。

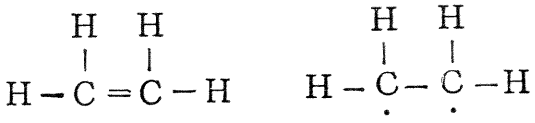
最後舉出較爲複雜的 C_6H_6 (Benzene)，其代表的構造式如左圖。這種分子可以設定具有五種基本構造如下：



這些構造的波動函數表示作$\psi_{Ⅰ}$、$\psi_{Ⅱ}$、$\psi_{Ⅲ}$、$\psi_{Ⅲ}$、$\psi_{Ⅴ}$時，Benzene 的實際上的構造的波動函數就成爲 $\psi = C_{Ⅰ}\psi_{Ⅰ} + C_{Ⅱ}\psi_{Ⅱ} + C_{Ⅲ}\psi_{Ⅲ} + C_{Ⅳ}\psi_{Ⅳ} + C_{Ⅴ}\psi_{Ⅴ}$。然而五種基本構造中第Ⅲ、第Ⅳ、第Ⅴ這三種構造的結合能量值較高，安定性較小，就是屬於弱性的結合，因而對於分子結合本身的寄與是較少的。其實對於分子結合作重要寄與的却是在第Ⅰ、第Ⅱ這兩種構造。尙且由於這些五種構造間的共鳴所構成的分子內，C 原子間的結合都成爲同一性質，就是並非單純地屬於一重結合或二重結合，實際上却是兼有這種結合。

再說，由於幾種基本構造（振動系）的互相作用可能形成新生的振動系。而且新生的振動系的能量是比原先的任何振動系的能量還要低位。然而基本構造本身却是假想的。其實分子祇具有一種構造。共鳴理論所表示的分子可以比擬於騾，騾雖然同時具有馬與驢的特性，但是勿論在任何瞬間亦不能成爲馬或驢。適用共鳴理論時，須要遵守

下列幾條規則。各種基本構造對於分子的安定性的寄與程度如何，亦是決定於這些規則。i）作共鳴的幾種基本構造間，各個構造內的原子核的位置不容許有所變動。ii）各種構造所具有的能量不容許相異的過大。iii）各種構造如具有不對電子（孤獨電子）時，其數量須要相同。例如 $H_2C=CH_2$ (Ethylene) 可以設定如下的兩種構造。



（I）　　（II）

第1構造不具有不對電子，而第II構造却帶有兩個電子，因而在這樣的構造間不能成立共鳴現象。

至於共鳴理論的實驗上的根據，可以列舉下列幾項事實。i）分子所具有的化學的諸性質，不祇是單獨一種構造所顯出的性質，並且是多種基本構造的諸性質的重復。ii）分子所具有的能量，比寄與結成此分子的任何基本構造的能量較爲低位。iii）構成分子的原子間的距離不採取正常的一重結合，二重結合，三重結合等的距離，而且成爲這些結合間的中間數值。iv）某種分子的雙極子能率變爲意外的微小，可能是由來於分子的共鳴。例如 N_2O 可以設定有兩種基本構造，就是 $N^-=N^+=O$ 與 $N\equiv N^+-O^-$。這兩種構造各別具有相當强大的雙極子能率，但是因爲各個雙極子的方向成爲相反的關係，結果分子的雙極子能率實際上就變成微弱。

(2)分子軌道法 (Molecular Orbital Method; MO法)：

分子的構造表示作波動函數ψ（波動方程式的解）。然而波動方程式元來是過於複雜而不能作完全的解，因而ψ祇是作爲近似解而已。尋求分子的適當的波動函數的近似法，尙有所謂分子軌道法。其所採取的方法大致是首先將各原子核放置於安定的分子內的平衡位置，然後再將各電子認爲與原子核全體具有關係而考究可能表示這種狀態的波動函數。其要點便是i）將各電子放進於分子軌道。而分子軌道

本身帶有多核性的。便是附屬於分子內的原子核全體。這樣的分子軌道的波動函數具有與單一的原子軌道的波動函數相類同的物理性質。而且 $\psi^2 dv$ 是表示在空間內體積 dv 中可能發現電子的確率。 ii) 各分子的波動函數具有一定的能量值。首先合算分子內的各分子軌道的能量的總和，再加上其互相作用的補正後，就成爲分子的全能量。iii) 將電子放進分子軌道的方法是與原子內的電子配置法相同。

求得分子軌道的方法又分爲兩種，第一種是「原子軌道函數的第一次結合」的方法，簡稱爲 LCAO 法 (Linear Combination of Atomic Orbitals)，這是類似於上述的原子價結合法。第二種是「併合原子」的方法。

i) 原子軌道第一次結合法：

爲說明的簡便，舉出最單純的等核二原子分子爲例。要近似地表示分子內的電子的運動狀態時，首先作如下的假定。存於原子核 A近傍的電子祇是蒙受A的作用，假如A還帶有其他別的電子時，亦祇是蒙受 A與此電子的作用。就是記述此狀態的波動函數 ψ_A 是相當於原子 A的原子波動函數。對於其他的波動函數 ψ_B 亦成立同樣的情形，這是記述電子接近於原子核 B時的運動狀態。因而要記述分子內的電子的運動狀態時，就可以表示作由於原子軌道 ψ_A 與 ψ_B 的第一次結合所形成的分子軌道 ψ。$\psi = N(C\psi_A + C\psi_B)$。(N表示標準化的定數，C 表示分子軌道的能量可能成爲極低所選定的定數。) ψ_A與 ψ_B 可能作有效的結合，須要滿足下列的諸條件。 i) ψ_A，ψ_B的能量存於相近狀態。 ii) 電子所形成的荷電雲作相當程度的重合。iii) 軌道函數對於分子軸 A-B 成爲對稱性。組合兩個原子波動函數成爲一個分子波動函數的這樣的方法是類似於上述的原子價結合法。原子軌道函數 ψ_A 與 ψ_B 無異於原子價結合法在記述兩種基本構造上所使用的函數。不過是對於原子價結合法認爲兩種構造間成立共鳴的看法，分子軌道法抱有兩個原子軌道的重合的看法。分子軌道函數的形態，在氫分子離子 (H_2^+) 表示作如下的形式。

$$\psi_+ = \frac{1}{\sqrt{2}} (\psi_A(1s) + \psi_B(1s))$$

$$\psi_- = \frac{1}{\sqrt{2}} (\psi_A(1s) + \psi_B(1s))$$

ψ_+ 或 ψg 表示荷電密度集中於兩個質子（氫原子核）的中間領域，這便是相當於形成兩個核的結合，因而 ψ_+ 的軌道稱爲「結合性分子軌道」。反之，ψ_- 或 ψu 的軌道稱爲「反結合性分子軌道」，這是表示電子脫離於兩個原子核的中間，因而原子核間要發生互相反撥作用，結果就不能形成結合。因爲 H_2^+ 內的原子軌道表示作 1s，從而與此相對應的分子軌道可以表示作 σ1s 。而且結合性的表示作 σ1s，反結合性的表示作 σ^*1s。假如兩個2s原子軌道相結合時，就可能形成 σ2s 與 σ^*2s 的分子軌道。其他亦可以作類推。而 σ 軌道函數是表示對於分子軸 A—B（座標的 x 軸）成爲對稱性的。假如成立於產標的 y 軸或 z 軸上時，其所形成的軌道函數各別稱爲 πy 或 πz 。依據電子配置法，將分子軌道按照其能量大小的順序予以排列時，可能成立如下的配列方式。σ1s$<\sigma^*$1s$<\sigma^*$2s$<\sigma$2p$<\pi$y2p$=\pi$z2p$<\pi$y*2p$=\pi$z*2p$<\sigma^*$2p……以下類推。

ii) 併合原子法：

上述的原子軌道結合法是從各個的原子軌道出發而將這些軌道重合起來形成分子軌道。然而併合原子法首先假定由於兩個原子核 A與 B 的相合併起來的合體 (AB) 這種假想的原子，而將這種併合原子作出發點。此併合原子可以當作單獨的原子予以處理。對於此併合原子賦與適當的軌道函數，而再將電子配屬於其軌道內。併合原子的各軌道函數的處理法是類似於普通的原子軌道而通常使用三種量子數 n，l，λ 予以記述。n 與 l 具有與原子軌道時相同的意義。假如將併合原子的兩個核 A與 B稍微分離開時，可以得到連結 A與 B間的軸。於是 $\lambda h/2\pi$ 是表示在此軸方向上的角運動量的成份。而且 $\lambda=O$ 的軌道函數稱爲 σ 軌道，這是對於分子軸 A—B 成爲對稱性的，就是在軸方

向的角運動量的成份是屬於零。$\lambda=\pm1$ 的軌道函數稱爲 π 軌道，$\lambda=\pm2$ 的軌道函數稱爲 δ 軌道。這些軌道對於 A—B 軸的軌道運動量成份各別成爲一單位，二單位。併合原子內存有對於 λ 的各種值的原子軌道，而這些軌道依照 Pauli 的禁制原理，各個可能容納兩個電子。併合原子帶有與單獨原子 A或 B同數的軌道，但是其電子數却要加倍。因而，併合原子一旦成立時，其中的各電子就要昇進到更加高位能量的軌道。因爲併合原子 (AB) 的軌道能量由於原子核的電荷所寄與的份量較大，所以與單獨原子 (A, B) 的情形相比較時，其間就顯出相當大的差異。終究，分子軌道函數便是相當於單獨原子軌道函數與其併合原子軌道函數的中間狀態。

根據上述的理論，可以對於各種分子的構成予以說明。茲僅舉列幾個事例作爲參考。

(a) 同核二原子分子：

① H_2^+ 的構造是 $(\sigma 1s)$，電子存於結合性 $\sigma 1s$ 分子軌道。

② H_2 的構造是 $(\sigma 1s)^2$，在結合性 $\sigma 1s$ 分子軌道上存有兩個結合性電子。

③ He_2^+ 是 He 與 He^+ 的結合。電子配置是 $(\sigma 1s)^2(\sigma^*1s)$。與 H_2 不相同之處是在一個多餘的電子存於反結合性 σ^*1s 軌道，而此反結合性軌道電子使分子結合變爲微弱。

④ Li_2 的分子構成是依照 $2Li\ (1s^2\ 2s) \longrightarrow Li_2\ [KK(\sigma 2s)^2]$。KK表示K閉殼構造$(\sigma 1s)^2(\sigma^*1s)^2$，這是指示非結合性。因此，兩個 Li 原子間的化學結合是依照結合性 $\sigma 2s$ 軌道上的一組電子對。

⑤ N_2 的分子構成是依照 $2N\ (1s^2\ 2s^2\ 2p^3) \longrightarrow N_2\ [KK(\sigma 2s)^2(\sigma^*2s)^2(\sigma 2p)^2(\pi y2p=\pi z2p)^4]$。結合性 $(\sigma 2s)^2$ 與反結合性 $(\sigma^*2s)^2$ 相抵銷成爲非結合性

。分子結合是依照剩餘的 $(\sigma 2p)^2$ $(\pi y2p = \pi z2p)^4$，而這六個結合性電子形成三重結合 N≡N，其三重中的一重是屬於σ結合，其他兩重是屬於π結合。

⑥ O_2 的分子構成是依照 $2O\ (1s^2\ 2s^2\ 2p^4) \longrightarrow O_2$〔KK $(\sigma 2s)^2$ $(\sigma^* 2s)^2$ $(\sigma 2p)^2$ $(\pi y2p = \pi z2p)^4$ $(\pi y^* 2p = \pi z^* 2p)^2$〕。因反結合性的$(\pi y^* 2p = \pi z^* 2p)^2$的存在，由於 $(\sigma 2p)^2$ $(\pi y2p = \pi z2p)^4$ 可能形成的三重結合却要變爲二重結合。而且 $(\pi y^* 2p = \pi z^* 2p)^2$ 的兩個電子各別存於反結合性的各軌道，結果生成帶有兩個不對電子的常磁性分子。S_2 亦是帶有常磁性的。

(b) 異核二原子分子：

① HF 的分子構成是依照 $H\ (1s) + F\ (1s^2\ 2s^2\ 2p^5) \longrightarrow HF$〔KK $(2s)^2$ $(\sigma 2p)^2$ $(2py)^2$ $(2pz)^2$〕。這種構造的成立是依靠結合性的 $\sigma 2p$ 軌道。而且 HF 這種分子的電子配置是類似於 Ne 原子的電子配置$(1s^2\ 2s^2\ 2p^6)$。

② CO 的分子構成是依照 $C\ (1s^2\ 2s^2\ 2p^2) + O\ (1s^2\ 2s^2\ 2p^4) \longrightarrow CO$〔KK $(\sigma 2s)^2$ $(\sigma 2s^*)^2$ $(\sigma 2p)^2$ $(\pi y 2p = \pi z2p)^4$〕。這種電子配置完全與 N_2 相同，而表示C與O間形成三重結合。然而離子化時，CO 變爲 CO^+ 而使自己的結合更加强大，反之，N_2 變成 N_2^+ 時，其結合反而成爲微弱。因而可以解釋爲 CO 起初是作二重結合，然後作離子化時變爲三重結合而達到更加安定狀態。一般地說，分子內所存有的結合性電子數超過反結合性電子數的數值越大的分子，其安定性越要增大。

(3)原子價結合法與分子軌道法的異同。

此兩種方法都屬於近似法，而且有如下列的共通點。i）兩者都認爲參與分子結合的電子是屬於兩個原子核。ii）依照兩種方法都得到形成結合時的電荷密度特別集中於兩個原子核的中間領域的結論。

iii）兩者都將分子結合區別作σ結合（成立於座標x軸）與π結合（成立於座標y或z軸）。然而兩種方法的根本差異是存於分子軌道法假定分子內的原子核成爲併合核或極接近的複合核，而將電子全部各個編列於由併合核或複合核所形成的各層分子軌道，因而分子內的原子就失掉其固有的特性，反之，原子價結合法却認爲參與分子結合的電子是限定於特殊的電子對，其餘的電子仍然屬於原本的原子，因而原子在分子內還保存着其固有的特性。兩者各別設定其特有概念，用以對於化學結合的解明賦與物理的基礎。就是原子價結合法提供共鳴概念，而分子軌道法提出結合性與反結合性分子軌道概念。

其實兩種方法祇是記述極限的特殊狀態，假如再不加以某種修正時，就難以得到正確的結果。但是將兩種方法再加以改善時，其所得的結果可能逐漸接近，終於可能得到相合致的結果。一般地說，原子價結合法特別適合於諸種有機化合物的分子的記述，尤其是σ結合的處理以及分子的結合能量的局在化性質的考察，反之，分子軌道法則特別適應於某種無機化合物的分子的記述，尤其是π結合的處理，分子的離子化 Potential 與勵起狀態，電子親和力以及共軛二重結合系的考究。在現階段，依照兩種方法在定性方面雖然常會得到相類似的結論，至於在定量方面各種方法尚未能提供使人滿意的成果。

Ⅳ　分子構造的變化

自然界內所存在着的物質的種類幾乎是無限多種，而且通常大部份是呈現作混合物。將各種混合物再加以分解時，可能得到各種分子與原子。然而原子中，除稀瓦斯原子與構成離子結晶或金屬結晶的原子外，因其構造上的不安定性的緣故，通常是結成爲分子而得到安定狀態。因此，各種各樣的物質通常是以分子（化合物或原子的集合體）的形態而存在着。分子便是構成物質的最直接的單位因素。由於雜多種的分子與較少數的原子所構成的物質界却是不斷地要發生變化。而物質的變化可以分爲本質的變化與非本質的變化。本質的變化是指

謂在物質構造上發生根本性質的變化，而這種變化主要地是依據分子構造的變化，通常稱爲物質的化學變化（化學反應）。非本質的變化是指謂構成物質的分子構造本身並沒有生起變化，而祇是在物質的形狀，形態等等的諸性質上發生變化，這種變化通常稱爲物質的物理變化。關於物質變化的這樣的區別却具有下列的附帶條件。i）在通常的化學變化的過程中，認爲構成分子的原子間的結合關係雖然要發生變化，但是原子本身的構造（尤其是原子核構造）却不發生變化。ii）通常所謂的化學變化（化學反應）中不包括原子核的反應。總而言之，物質界的變化最直接地而最主要地是依據分子構造的變化。

(1)分子的化學變化

所謂化學變化或化學反應是指謂由於一種或多種分子產生化學性質不同的分子，就是構成反應物質（分子）的原子或離子的組成上發生變化的結果產生性質不同的新物質（分子。）例如 N_2 與 H_2 相結合的結果變成爲 NH_3 的化學變化 $N_2+3H_2\longrightarrow 2NH_3$ 或 $N_2+3H_2=2NH_3$ 時，N_2 與 H_2 各分子各別將其構成因素的同種原子的共有結合予以解離，而再由於N與H原子的共有結合的結果產生新分子 NH_3（合成反應）。其變化情形圖示如下：

$$\ddot{N}:::\ddot{N}+\begin{matrix}H:H\\ H:H\\ H:H\end{matrix}\longrightarrow \ddot{H}:\ddot{N}:H+H:\ddot{N}:H\quad\begin{matrix}H\\ \\ \\ \end{matrix}\quad\begin{matrix}H\\ \\ \\ \end{matrix}$$

尙且某種物質（分子）或某種物質的混合物（物質系）是否可能發生化學變化，主要地是依存於構成物質的分子的種類，濃度以及溫度如何。而再考慮到在一定溫度狀態下的各種分子所具有的自由能量（分子的自由能量是指謂分子所具有的全部能量中可能對於外部作功的部份）時，化學變化便是生起於作反應的分子全體（包括化學反應式的左邊物質〔原初系〕與右邊的物質〔生成系〕在內）的自由能量的總和趨向於減少的方向。如此，化學變化生起的方向是連關於自由能量的變化。茲再舉出 C_2H_5OH (Ethyl-alcohol) 的燃燒時的化學

變化，其反應式如下：$C_2H_5OH+3O_2 \longrightarrow 2CO_2+3H_2O$ 或 $C_2H_5OH+3O_2=2CO_2+3H_2O$。就是其燃燒的結果產生炭酸瓦斯與水。

(2)化學變化的種類

分子的化學變化含有雜多的方式，以下列舉其主要種類。

i）化合（Conbination）：由於兩種或兩種以上的分子或離子相結合的結果產生與原先的物質不同性質的分子，這種化學變化的方式稱爲化合。化合還可以分爲如下幾種：

(a) 分子間的化合：例如 $N+3H=2NH_3$, $NH_3+HCl=NH_4Cl$。

(b) 離子間的化合：例如 $H^+ + OH^- = H_2O$。

(c) 分子與離子間的化合：例如 $Cu^{++}+4NH_3=[Cu(NH_3)_4]^{++}$。

ii）重合（Polymerization）：同種或異種的分子間作多次的結合而構成高分子化合物的化學反應方式，稱爲重合。例如〔$CH_2=CH_2$〕(Ethylene) 相重合而形成 Polyethylene。其重合情形如下：$\cdots\cdots + [CH_2=CH_2] + [CH_2=CH_2] + [CH_2=CH_2] + \cdots \longrightarrow \cdots -CH-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2\cdots$。

iii）置換（Substitution）：幾種分子間作化學變化時，互相交換各分子內的成份的一部份的原子或原基（原子團）這樣的化學反應方式，稱爲置換。例如 $CH_4+Cl_2=CH_3Cl+HCl$。

iv）分解（Decomposition）：一種分子變成爲兩種或兩種以上的分子，這是與化合成立於相反方向的反應方式。例如 $CaCO_3=CaO+CO_2$。

v）加水分解（Hydrolysis）：某種分子與水（H_2O）作反應時，交換其成份的一部份的原子或原基的反應方式。例如澱粉的加水分解的結果產生葡萄糖：$(C_6H_{10}O_5)n+(H_2O)n=(C_6H_{12}C_6)n$。尙且由於强酸性分子與强鹼性分子的中和而生成的鹽類的水溶液呈出中性，由於弱酸性分子與强鹼性分子的中和所構成的鹽類的水溶液呈出鹼性，而由於强酸性分子與弱鹼性分子的中和所構成的鹽類的水溶液呈出酸性。這樣的現象特別稱爲鹽類的加水分解。例如：

(a) 强酸性分子與强鹼性分子的結合：

$NaOH+HCl\rightarrow NaCl+H_2O$ (NaCl 呈出中性)

(b) 弱酸性分子與强鹼性分子的結合：

$H_2CO_3+2NaOH\rightarrow Na_2CO_3+2H_2O$ ($NaCO_3$ 呈出鹼性)。

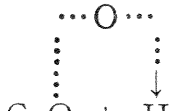
(c) 强酸性分子與弱鹼性分子的結合：

$HCl+NH_3\rightarrow NH_4Cl$ (NH_4Cl 呈出酸性)。

由於鹽類的加水分解所生成的水溶液之所以呈出鹼性或酸性的原因是存於 i) 水本身的電離現象 ($H_2O\rightleftharpoons H^+ + OH^-$)。ii) 鹽類的基體的酸性分子或鹼性分子屬於弱性。

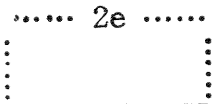
vi) 酸化還元反應 (Oxidation-reduction reaction 或 Redox reaction)：一般地說，兩種分子作反應時，其間發生電子的授受關係的反應方式，稱爲酸化還元反應。此時，賦與電子的分子稱爲酸化分子，反之，獲得電子的分子稱爲還元分子。而且酸化與還元是同時相隨伴發生的。其外，在兩種分子間發生O (氧) 的授受〔或H (氫) 的受授〕的反應亦稱爲酸化還元反應。此時，獲得氧或喪失氫的分子稱爲酸化分子，反之喪失氧或獲得氫的分子稱爲還元分子。然而在這樣的酸化還元反應亦要同時發生電子的授受。接受電子的分子 (賦與氧或攝取氫的分子) 稱爲酸化劑 (Oxidizing agent)，反之，授與電子的分子 (攝取氧或賦與氫的分子) 稱爲還元劑 (Reducing agent)，例如：

(a)



(CuO 被還元；H_2 被酸化)。

(b) $2FeSO_4+H_2O_2+H_2SO_4=Fe_2(SO_4)_3+2H_2O$。此時，$FeSO_4$ 在水溶液內要生起電離現象 ($FeSO_4\rightleftharpoons Fe^{++}+SO_4^{--}$)，因而 Fe 將兩個電子賦與給 H_2O_2，結果 Fe 被酸化，而 H_2O_2 被還元。其反應情形如下：



$2Fe^{++}+2SO_4+H_2O_2+H_2SO_4=2Fe^{+++}+3SO_4^{--}+2H_2O$。

vii) 電氣分解 (Electrolysis)：對於電解質的水溶液或加熱融解的液體加上直流的電氣（通電）時，在陽極與陰極的附近要發生化學變化。將電解質 (Electrolyte：酸、鹼、鹽) 溶解於水時，就要解離作陽性離子 (Cation)與陰性離子(Anion)，這稱爲電離 (Electrolytic dissociation)。例如 $HCl\rightleftharpoons H^+ + Cl^-$，$NaCl\rightleftharpoons Na^+ + Cl^-$，$NaOH\rightleftharpoons Na^+ + OH^-$，$H_2SO_4\rightleftharpoons 2H^+ + SO_4^{--}$。一般地說，可能放出 H^+（質子）的分子（如 HCl）稱爲酸性分子，反之，可能放出 OH^- 的分子（如 NaOH）稱爲鹼性分子。茲將 NaCl 爲例來說明電氣分解。由於電離 $NaCl\rightleftharpoons Na^+ + Cl^-$ 所生起的 Na 就要移動於陰極，反之，Cl^- 要移動於陽極。而且在陽極表面上 Cl^- 將其電子賦與給電子不足的陽極而生成 Cl_2 ($Cl^-\rightarrow Cl+e$；$2Cl\rightarrow Cl_2$)。在陰極表面上 Na^+ 雖要趨向於電子過剩的陰極，但是 Na^+ 要從陰極攝取電子以前，由於水的電離 ($H_2O\rightleftharpoons H^+ + OH^-$) 所生成的 H^+ 首先攝取電子而產生 H_2 ($H^+ + e\rightarrow H$；$2H\rightarrow H_2$)，結果就殘留着含有 Na^+ 與 OH^- 的水溶液。最後由於此水溶液的蒸發可能得到 NaOH（苛性曹達）的固體。

viii) 光化學反應 (Photochemical reaction)：某種分子由於吸收光能量所發生的化學變化。光能量的量子稱爲光量子，這便是光線的本體。而光能量的吸收主要地是依據參與着分子內的原子間結合的電子的活動。分子因其吸收光能量的結果，成爲能量高位的不安定狀態，從而容易發生化學變化。例如 AgBr 由於光能量的作用而生起分解 ($AgBr\rightarrow Ag+Br$)。綠色植物經由太陽光線的媒介從 CO_2 與 H_2O 合成澱粉的化學變化亦就是屬於這種光化學反應（光合成）。

ix) 發熱反應(Exothermic reaction) 與吸熱反應 (Endothermic reaction)：化學變化通常隨伴着熱的發生或吸收。化學變化的進行

中放出熱的反應稱爲發熱反應，反之。吸收熱的反應稱爲吸熱反應。發熱反應時被放出的熱，稱爲反應熱。而且反應熱是該當於原初系的全能量與生成系的全能量的差額。在常溫的狀態下，大部份的化學反應是屬於發熱反應。如種種物質的酸化，酸性物質與鹼性物質的中和等等便是屬於此例。而吸熱反應有如 $2Cl_2+O_2=2Cl_2O--20.3$ kcal/mol。但是吸熱反應在常溫狀態下却甚爲稀少發生，達到相當高溫時，常溫時作發熱反應的事例亦常會傾向於吸熱反應。

x) 發光反應 (Luminous reaction)：化學變化亦時常隨伴着發光現象。發光反應大部份還是連關於酸化作用。例如酒精、脂肪酸等的酸化反應，其他有機硫黃化合物，Mg 化合物以及有機物或無機物與Halogen 類物質作化合時常會生起激烈的發光現象。

第四節　總觀與問題

構成物質的單位因素具有三大階層的構造。第一階層的單位因素便是基子。第二階層的單位因素就是原子，第三階層的單位因素乃是分子。而且分子是由於原子，原子是由於基子所構成的。我們在上段已經簡略地討究過關於此三大階層的根本構造，依據上面所得的知見，下面再對於此三大階層間的連繫予以全般的概觀，並且同時指摘出種種問題的所在。

I　基子階層

基子是構成物質的究極單位因素。對於這樣意義的基子我們是否可能提出其發生起源的問題。基子的發生起源問題便是物質本身的發生起源問題。這種問題特別對於哲學研究成爲最嚴重最重大的根本究極問題。鑑於問題的重要性，我們擬於宇宙論的有關論項中予以討究，現在祇簡單地提出下列的根本假說。元來時空是屬於非存在性的一種消極的空虛的存在，因而對於時空本身究竟如何可能發生的問題似乎暫時不必提出，而祇認定時空便是凡具有積極的實質意義的現實存

在之所由存在的根本條件。我們假定在無限的空虛的空間（眞空）內可能醞釀出根源能量而形成根源能量場。在眞空中所出現的這種根源能量勿論如何稀薄，其本身已經不再屬於非存在性的存在。這種情形却是表示着所謂「無中生有」的嚴重事象。而且此「無中生有」的假定顯明地與「質能恒存」（包括質量恒存與能量恒存在內）的假定成爲相對立，而對於此兩種假定究竟何種假定較爲合理的判定，這正是存有值得愼重考究餘地的重大問題。勿論如何，假如須要採取「無中生有」的假定時，亦祇是可能採取一次，絕對不容許採取兩次以上的。

從眞空（無）中所出現的根源能量（有）可以稱爲第一次元的能量，其所形成的能量場亦可以稱爲第一次元的能量場。至於從眞空中如何可能醞釀出根源能量的問題，現在還無法予以解答，這或許是超出人類知能的範圍。但是依據量子論以及質量與能量的同等性原理，我們容易設想由於根源能量的第一次的凝結或根源能量場的第一次的量子化可能形成第一次元的基子。這樣發生的第一次元的基子的種類如何，究竟是單種或者是多種，依照現存的基子的存在狀態的種種跡象，我們可以推定或許是多種類的。假設如此時，我們更進一步可以推想，質量較大的基子可能再分解（崩潰）作質量較小的基子，反之，質量較小的基子間可能再融合而形成質量較大的基子。這樣生成的基子可以說是第二次元的基子。而且再由於第一次元的基子間或第二次元的基子間更或第一次元與第二次元的基子間的互相作用可能形成第二次元的能量場。由於此第二次元的能量場的第二次的量子化的結果，可能產生第三次元的基子。以下可以作同樣的類推。勿論是屬於第幾次元，簡略地可以分爲第一次元的基子與第二次元以上的基子這兩部類。依照這兩部類的基子，我們可能對於基子予以兩種意義的解釋。就是將第一次元的基子認爲是屬於嚴格意義的、狹義的基子，這大致是該當於構成物質的在分量上的究極因素。而廣義的基子便是包括第一次元以及第二次元以上的基子在內的，當然要限定於原子階層

以前的單位因素，這是相當於構成物質的在性質上的究極因素。那麼，現在被發現的二十幾種或三十幾種的所謂基子究竟屬於此兩部類中的何種，這是難以判定的。其中大部份或許是屬於第二次元以上的基子。這便是意謂着現存的所謂基子大部份並非屬於嚴正意義的基子。尙且更加須要考慮的事情便是，現存的基子祇是在自然界可能存在的基子中的一小部份而已。至於基子本身是否還有內部構造的問題，這要考究基子的各種類的特性而不能作一概的推斷。然而我們却可能推測，假如基子內尙存有其內部構造時，亦不可能像原子構造那樣的複雜，就是較爲單純的。不久的將來，科學研究或許可能達到解明其內部構造的階段。基子之所以分別作極度安定性（恒久的存在）與極度不安定性（瞬間的存在）的兩極端以及各種基子的特性是否根由於其內部構造上的差異，或者是否更單純地依據其所由構成的能量的分量上的差異，這便是將來須要謀求解決的基子論上的一重要問題。

Ⅱ　原子階層

構成我們周圍所存在着的原子的基子，在雜多的基子中不過祇有三種類而已。就是僅僅由於三種基子構成92種天然的元素（除開人造的元素以及各種元素的同位元素）。尙且，現存的原子（元素）的種類雖似乎相當雜多，但其實却祇是在自然界可能生成的原子中的一部份而已。基子中存有正負相反的反對粒子，而且各種反對粒子相接觸時，都要消滅於能量。此外，基子中大部份是屬於瞬間性的存在，就是極爲不安定的存在。其餘的基子假如不與其相反粒子相接觸時，却是極其安定的存在。基子呈現作極度的安定性與極度的不安定性這樣的兩極端正是值得一大驚異的事實。我們所居住的世界內的原子假如稱爲正原子時，構成此正原子的基子中屬於安定的便是陰電子（Negatron）與質子（Proton）這兩種，另一種的中子（Neutron）雖不算是瞬間性的，但其單獨存在時的平均存在期間僅爲12.8分而已。雜多種的基子中何以特別由於這三種基子來構成正原子（原子中最簡

單的H祇是由於陰電子與質子這兩種基子所構成的），這便是值得考究的原子論上的一重要問題。這或許是由於質子與中子的特性所使然的。中子單獨存在時算是不安定的，但是與質子相結合而成爲核子時可能得到較爲安定狀態。反之，質子單獨存在時是屬於安定的，但是與中子相結合而成爲核子時反而要變成較爲不安定的。而且質子與中子之間，由於正負介子或正負電子的交換，可能發生互相轉變。質子與中子的結合的主因是存於依據這兩對的反對粒子的交換所形成的介子場與電磁場的媒介作用。（或者還可以附加由於正負微中子(Neutrino)的交換所形成的微中子場）。存在於這樣狀態下的質子與中子間不斷地要作互相轉換，因而質子與中子通常被認定就是同一核子所呈現出的不同的存在形態。然而這樣的看法却要惹起若干嚴重問題。第一，假如質子與中子不斷地進行互相轉化時，各種原子固有的特性如何可能保持。假如不能保持時，各種原子的構成或存在亦就屬於不可能的。第二，質子與中子是緊密相接近（兩者間的存在距離在10^{-13}cm 程度）的，在如此狀態下互相交換正負π介子或正負電子（更或正負微中子）時，由於這些幾對的反對粒子的相接觸所可能發生的鉅大能量是否還可能使原子核本身維持其固有的存在。

各種原子的特性是由於其構成因素的基子的數量所決定的。就是各種原子的化學性質的差異是由於陰電子與質子的數量（Z 數）所規定，而其同位原子的物理性質的差異是由於中子的數量（N數）所規定的。雖然如此，但是一旦被構成的各種原子的特性就不能直接地還元於各種基子的各別的特性。這便是表示各種原子特有的各種新質的產生。然而何以祇是由於三種基子的數量上的不同的配合而可能產生各種性質顯著有差異的諸種原子。換言之，何以由於基子的量變可能生起原子的質變。這亦可以算是原子論上的一重要問題。自然界之所以呈現爲雜多性質不同的物質諸因素的集合狀態這種現象究竟是根由於低次因素的量變可能產生高次因素的質變這種自然傾性。然而此自然傾性或自然理法之所由成立的根本原因何在，事實上却尚未被解明

。這或許又是超出人類知能的界限。再說，除正原子外，還可能存在着反（負）原子，而此負原子當然是由於陽電子 (Positron)，反（負）質子 (Anti-Proton) 以及反（負）中子 (Anti-Neutron) 這三種基子所構成的。而且在正原子上所呈現的諸特性或生起的問題，對於負原子亦同樣地可能適用。

Ⅲ 分子階層

由於幾種原子的結合可能構成雜多種的分子。構成原子的基子的種類祇有三種，而所生成的原子的種類有一定限制。然而構成分子的原子的種類在我們的地球上大約有 100 種左右（除開同位原子），因而由其所構成的分子的種類幾乎是無限多種。自然界內所存有的雜多性質不同的物質因素大部份却是屬於分子階層。各種分子的特性是由於其構成因素的原子的種類與數量所決定的。但是分子既經被構成，其特性亦就不能直接還元於原先的諸原子的各別的特性。各種分子所具有的各種特性便是成立於比各種原子的各種特性更高階層的新質。然則，何以由於幾種原子的結合可能產生原子本身所不具有的新質的分子。不僅如此，在分子內的原子還要喪失其固有的特性，這又是根由於何種原因。這些亦是須要加以考究的分子論上的重要問題。而且自然界中所存有的分子的種類勿論如何多種，亦祇是可能存在的分子中的一部份而已。

基子大部份是屬於極度不安定的部類，因而不能構成原子。而可能構成原子的基子，在構成原子後，可能得到更加安定狀態。其次，原子中稀瓦斯原子（孤獨原子）因其電子配置構造特別安定，再不能與任何其外的原子（包括同種原子在內）相結合而構成分子。其餘的原子在電子配置上是屬於不安定的。一般地說，不安定的原子變成離子或再結合構成分子時，始可能成爲安定的。然而原子中金屬性原子的種類多於非金屬性原子的種類。而且金屬性原子在原則上形成金屬結晶而得到安定狀態。異種金屬性原子間亦可能相結合而形成合金。

其他，Alcali 金屬族原子與 Halogen 族原子，Alcali 土金屬族原子與氧族原子之間特別容易相結合而構成各種鹽類分子。不安定的原子，除構成分子而獲得安定外，經常成爲離子亦可能得到較爲安定狀態。離子間再形成結晶（離子結晶）時，在此結晶體內的各個原子可能成爲比單獨的離子更加安定的。然而在離子結晶與金屬結晶內却不存有嚴格意義的分子。在自然界內所存有的分子中，有機分子的種類或者比無機分子的種類還要多。但是構成有機分子的基本的原子祇有C、H、O、N這幾種而已。事實上，參加構成嚴格意義的分子的原子，在原子中亦祇是一部份而已。

總括地說，極度不安定的基子不能構成原子。而可能構成原子的基子，在雜多種的基子中不過是一小部份而已。同樣地，極爲不安定的原子（如放射性原子）亦不能構成分子，至少不能構成安定的分子。反之，極爲安定的原子亦不能構成分子。可能構成分子的原子是屬於此兩極端的中間領域的較爲不安定的原子。尙且參與着構成分子的原子，在全部的原子中亦祇是其中一部份而已。大致說來，基子之所以構成原子，原子之所以構成分子是表示着其不安定狀態漸次趨向於安定狀態的自然傾性的途徑。而隨伴着此途徑低位階層的因素可能產生高位階層的因素，但是在高位階層所出現的新生因素再不能直接還元於低位階層的原本因素。自然傾性雖然指示趨向於安定狀態，但終究却不能達成其目的，不僅如此，往後還要演成現實世界的一場大悲劇。就是物質界中從無機物發展到有機物，從有機物發展到生命界，再從生命界層次地發展到意識界以及精神界，隨伴着現實世界的這樣的發展，悲劇亦就要層次地顯現出激烈而深刻的展開。

現實存在着的基子、原子、分子祇是可能存在的基子、原子、分子的特殊的存在形態。因而現實世界亦祇是可能世界的一特殊的存在形態。並且現實世界又可能包括正負相反的兩種世界。正世界的正物質是由於正基子、正原子、正分子這三階層的因素所構成的。相反地，負世界的物質是由於負基子、負原子、負分子這三階層的因素所構

成的。祇就正世界而說，假如構成原子的基子的種類與結合方式有所改變時，所生成的原子的種類與特性亦要發生改變。同樣地，假如構成分子的原子的種類與結合方式有所變換時，其所形成的分子的種類與特性亦就要生起變換，終究可能顯現出現實世界的一大改觀。

第四章　物質的根本性質

I　基子論與物性論的成立

存在於自然界的鉅視的物質（嚴格地說應稱爲物體）的種類勿論如何龐雜多種，凡有物質或物體究竟可能分解到分子、原子以及基子這三大階層的構成因素。現在被發現的幾十多種的基子可以推想祇是可能存在的基子的一部份。並且基子中大部份是存在於極度的不安定狀態而呈現出生滅轉變的無常樣相，其中一小部份却是存在於極度的安定狀態或者趨向於降落到安定狀態。由於一小部份的安定的以及較爲安定的基子而構成原子（構成正負的原子各別祇有兩種或三種基子），或者反過來亦可以說基子由於構成原子始可能得到安定的或更加安定的狀態。這樣出現的原子，從某種觀點看來亦可以視爲屬於偶然的發生。更究極地說，基子本身的發生或許亦是屬於偶然的。然而原子本身却是構成物質界的基本因素。在地球上現在被發現以及被創生的原子的種類大約有一百多種（除開同位原子），這些原子亦祇是可能存在的原子中的一部份。分子固然是由於原子所構成的，但是可能構成狹意的分子的原子亦屬於原子中的一部份，並非各種原子都可能參加分子的構成。構成原子的基子是雜多基子中的極小部份，稍爲相似地，構成分子的原子亦是雜多原子中的一部份（雖爲較多部份）。兩者間的主要差異是存於不安定的基子不能構成原子，反之，安定的原子不能構成分子（但是不安定的原子如放射性原子亦難以構成分子）。事實上較爲不安定的原子（存於安定的與不安定的中間領域的原子）由於構成分子始可能得到安定的或更爲安定的狀態。而其結果所生成的分子的種類幾乎是無數多種的。自然界所存有的物質或物體的種類可以說是由於分子的種類所代表的。然而現實存在着的分子亦祇

是可能存在的分子的一部份而已。總而言之，現實世界究竟是可能成立的世界的一特殊存在形態。

量子論與相對性理論（相對論）成立以前的物理學通常稱爲古典物理學（古典論）。自從近代自然科學確立以來到現在爲止，在物理學上已經出現四層的發展階段，便是第一階段的古典論（包括力學、熱學、光學、音響學、電磁氣學），第二階段的相對論，第三階段的量子力學（包括量子論在內），第四階段的基子論。古典論與相對論的研究對象大致是在鉅視世界（Macro-cosmos），其主要課題是在記述鉅視的自然諸現象的運動狀態以及定立諸現象間的法則的關係。然而量子力學與基子論的研究對象却是在微視世界（Micro-cosmos），其主要課題存於解明物質的微細構造與記述原子、量子、基子的運動狀態以及這些微粒子間的互相作用，更進而究明基子或量子的本性以及定立作用於基子間的根本法則。鉅視世界的背後存有微視世界。對於這種微視世界，向來的古典論與相對論幾乎沒有加以討究過，因此可以歸屬於現象論的範圍。關於物質構成的微細構造的研究可以稱爲構造論（包括實體論與本質論在內），量子力學與基子論便是屬於此構造論的研究領域。而且從構造論的立場來考究鉅視世界的自然諸現象時，諸種鉅視的物質（物體）所呈現出的多種多樣的性質，例如機械的性質，熱的性質、光學的性質、電磁氣的性質乃至化學的性質等等都可能從物質的微細構造上的諸事象的解明來予以根本的說明或解釋。將鉅視的物體的諸現象分解到構成物質的基本諸因素（原子與基子）的微視的諸事象始可能得到其根本的瞭解。自然諸現象究竟可能還元於基子間的互相作用。而根據基子間的互相作用的「基原過程」（在日本物理學界稱爲「素過程」）的種種可能的組合，可以推定在自然界可能生起何種現象。並且成立於基子間的基原過程的可能的組合數因爲是非常大，所以在原理上對於自然諸現象的複雜多樣的性質以及狀態就可能予以充分的說明尚有餘裕。我們日常所經驗的現實的自然諸現象不過是在特定的諸條件下所生起的特殊的現象形態而已，

而在其背景尙存有更加豐富的可能性。自然諸現象在其根柢經常是遵從較爲簡單的法則。支配微視世界的法則因更爲根源的，由此可能導出鉅視世界的法則，其相反的程序却不能成立。但是其導出的手續並非簡單的。具有高度的一般性，抽象性的微視的諸法則不能原本地直接適用於鉅視世界，須要經過適應個別特殊的情況的種種近似法以及對於多數的同種現象的統計法等等的中間階段的諸方法後，始可能得到通用於鉅視世界的諸法則。從古典論要進入量子力學或基子論時，須要經過追求更爲根源的因素的抽象化以及分析到更爲單純的因素的程序，反之，從量子力學或基子論要歸復於古典論的研究領域時，須要尋求更爲具體的事態的現實化以及對於更爲複雜的諸現象予以綜合的統一。

對於鉅視的諸物體所呈現的諸性質，從物質構造論的立場予以考究與說明的理論，一般地可以稱爲物性論。然而物性論持有廣狹的兩種意義。廣義的物性論是指謂將鉅視世界的諸現象或諸物體所顯出的諸性質歸還於分子間的互相作用，原子間的互相作用，基子間的互相作用以及分子與原子間，原子與基子間的互相作用，就是從分子構造論以及原子構造論的觀點予以根本的說明的理論。而狹義的物性論是指謂將鉅視的諸物體所具有的諸性質或諸狀態還元於基子間的互相作用或基原過程的組合，就是從量子力學與基子論的立場予以考究與究極的說明的理論。這種狹義的物性論是最近隨伴着基子論的成立而出現的現在物理學的一新部門。基子論與物性論可以說是現在物理學中的最重要的兩大基本的理論。並且物性論亦可以視爲基子論通達於古典論的擴延論。基子論是成立於從鉅視世界深入到微視世界的「從上而下」的探究方向，反之，物性論是成立於從微視世界展開到鉅視世界的「從下而上」的考究方向。換言之，前者是依據現象歸還於根源的還元法，後者是依靠根源展開到現象的展相法而成立的。而這兩種理論的發展却要等待將來的開拓。如此，現在物理學已經具有純正的哲學意義。更恰當地說，學問性的哲學的建立須要依靠或通過這種物

理學的研究成果。

現在的物性論所研究的主要問題有如固體（結晶體）、液體、氣體、金屬的特性（彈性、延性、展性、轉位等）、塑性、磁性（尤其是强磁性體）、導體與半導體、離子結晶誘電體、高分子物質、生體物理、超低溫、超高溫及極超高溫等現象的理論。然而物性論的研究對象却是非常廣汎，凡物質現象無不屬於其研究領域。例如各種物質的密度、比重、硬度、强靱度、融解點與融解熱、沸騰點與氣化熱，溶解性與溶解度、熱傳導率、比熱、燃燒熱、光的屈折率、透過率、反射率（尤其是旋光物質的旋光性）、電氣抵抗率，特別對於金屬物質而說，其電氣容量、電位差（電壓）、自己或互相電氣誘導係數、電場强度、磁場强度等現象。再就物體的三種基本狀態而說，固體的彈性率、硬度與强靱度、固體間的靜止與運動摩擦係數、膨脹率等，液體的表面張力、黏性係數、壓縮率、膨脹率、其氣化時的飽和蒸氣壓等，氣體的擴散係數、膨脹率、壓力係數、可能作液化的臨界溫度與臨界壓力等，以及這些三種形態間的互相轉化的現象。上列這些物質現象之所由生起的理論的根據如何的問題，都是屬於物性論的研究範圍。而且在原理上對於這些現象都可能由於其物質的微細構造的解明來予以基本的說明或解釋。然而我們日常所經驗的自然現象之諸性質，並非完全是屬於物質本身所具有的。例如色彩、聲音、香味、氣味、硬軟、粗細、冷熱等的感覺性質是由於物體的物理的，化學的諸因素與生體的生理的，心理的諸因素的互相作用的結果所生起的複合性的特殊的現象形態，因而就不能完全歸屬於客觀的物質本身的性質。儘管如此，但是這些帶有主觀因素的感覺性質（除開幻覺）之所由生起亦必須預料有客觀的物質存在當作其生成的原因。

物質本身所具有的諸性質中最爲基本的是存於電氣性質。本來，構成物質的究極因素的基子大都是荷電性質（電氣性質正負相反的基子）的，其中雖有電氣中性的基子的存在，但是質量較大的中性的基子或許可能由於質量較小的正負荷電的基子所構成的。如此，電氣便

是基子本身所固有的根本性質。這同時亦是表示着凝結爲基子的根源能量本身就帶有電氣性質。本來無一物的空虛的空間內，如何可能醞釀出根源能量，這是屬於物質發生起源問題。而這樣出現的根源能量何以就帶有電氣性質，電氣本身如何可能發生，而且電氣的本性究竟如何，這是附屬於物質發生問題的物質根本性質上的究極問題。這兩種問題現在都屬於不可解的謎，或許永遠地屬於謎。原子中除離子（荷電原子），雖然成立作電氣中性的，但究竟是由於荷電基子所構成的。構成正原子的基子當然是陰電子、質子與中子，其中陰電子與質子的數量（Z數）相等時，因其負荷電的互相抵銷，結果呈現爲電氣中和性質。並且質子與中子間經常是互相交換着正負的介子以及正負的電子而形成介子場（核力場）與電磁場。負原子或反原子的構成亦可以作同樣的類推。如此，原子本身亦帶有電氣的根本性質。更進而，原子間的結合，例如離子結合、共有結合、金屬結合、配位結合、氫結合都是依靠電氣作用而生起的。這是同時表示着分子的構成本身亦就是依據電氣作用的。而且分子中時常要發生電氣分極的現象（有極分子的成立）。分子間的結合，例如分子力結合主要地是依照電氣雙極子能率 (Electric dipole moment) 的作用。相類似地，原子間的結合的程度主要地是按照電氣陰性度 (Electronegativity)的程度如何。如此，構成物質的三層因素（基子、原子、分子）既然都具有電氣性質，因而物質本身在其本質上亦就要帶有電氣的根本性質，不過祇因正負電氣的中和作用的結果其電氣性質經常被隱蔽着的而已。

Ⅱ　物質的存在狀態

自然界的諸物體經常是存在於固體、液體以及氣體的狀態或狀相。這主要地是由於在其物質的密度、溫度、壓力等的諸條件下的分子間的結合關係如何所規定的。物質 (Substance, Matter, Materie) 成立作我們可能認知的在空間上具有某種幾何學的形態的擴延時，這樣的物質特別稱爲物體 (Body, Körper)。或者考究物質所採取的形

態與狀態的變化（包括鉅視現象的運動狀態的變動）時，以及關於物質的內容無須考慮其化學的性質（物質的種類與其化學反應），而祇考察其物理的共通的性質時，我們通常將物質當作物體而加以處理。古典物理學向來所考究的主要問題，其實是集注於物體方面，並未眞正涉及到物質的微細構造。向來純正考究過嚴格意義的物質問題的科學，祇有化學而已。然而達到本世紀以來，情形就發生一大根本的改變。關於物質微細構造的研究，物理學反而不僅佔有優越的領導地位，並且還成爲化學理論的基礎。量子化學的成立便是表示其一事例。

物體所呈現出的固態（固相），液態（液相），氣態（氣相）是表示着物質的三種基本的凝聚狀態。一般地說，物質由其溫度、密度以及壓力如何，可能採取這三種狀態中的任何一種狀態（但有特殊的例外）。這些狀態的區別本來是依照常識的見解而成立的，然而從分子論的見地看來，認爲在固態內具有由於構成分子的各原子所組成的結晶構造，而且將不具有這樣的結晶組織的物體，即使其外觀上顯出爲固態，亦要歸屬於液態。而又認爲，在液態內各分子存在於其他分子的作用圈內而互相間有所作用，反之，在氣態內各分子可能作自由的飛動而不蒙受其他分子的控制。除這三種狀態外，其他尙有在化學上具有重要意義的膠質狀態以及電漿（Plasma）狀態。以下對於這些狀態的情況逐次地予以概略的敘述。

ㄔ物質一般地在高溫、低壓的條件下所採取的狀態稱爲氣態，而顯出這種狀態的物體稱爲氣體（Gas）。氣體對於容積的擴大並不生起任何的抵抗而具有無限擴張（自由擴散）的性質。對其容積的收縮須要從外部加以壓力，而其壓縮率是受制於壓力。完全遵從 Boyle-Charles 的法則的氣體稱爲理想氣體（完全氣體），但現實的實在氣體之容積、溫度、壓力的關係却須要再作另種狀態式。將氣體在低溫下加以强度壓縮時，其分子間就要生起分子力（van der Waals 的力）而凝聚起來變成爲液態。接近於液體狀態的氣體普通稱爲蒸氣。氣體的諸性質大致可以依照氣體的運動學的理論來給予說明。這種理論是假定構

成氣體的各分子互相接近而發生衝突外，分子間各別作其獨立自由的運動。而且認爲衝突是由於與距離的高冪乘(Maxwell 假定爲五乘)作反比例的斥力所生起的，而假定分子本身屬於一種彈性球。由於極其多數的分子運動的互相衝突漸次趨向於一定的平均狀態，而此狀態可以表示作 Maxwell-Boltzmann 的速度分佈法則。氣體對於容器內面所加上的壓力是由於分子衝突所生起的運動量的變化的結果，從此可以導出 Boyle-Charles 的法則，而且分子運動能量的平均值被解釋作便是熱量。一般地說，熱是由於分子的不規則運動所生起的。氣體的其他的諸性質，例如熱傳導、內部摩擦、擴散等亦都可以依照分子運動以及分子構造的解明得到其說明。

一般地說，具有一定的體積，但不具有一定的形狀的物體稱爲液體 (Liguid) ，而物體成爲液體的狀態稱爲液態。然而例如玻璃、洋蠟這樣的非結晶性物體雖然具有一定的形狀而且又帶有堅硬性，但是理論上却被認爲黏性特大的液體。凡有物質在適當的溫度、壓力下可能形成爲液體。從鉅視的立場看來，液體與氣體同樣地帶有連續的等方的性質，並且又同樣地遵從 Boyle, Gay-Lussac 以及 Avogadro 等諸法則，因此液體與氣體間成立相當程度的類似性。然而在氣體內分子間的互相作用可以無須考慮而加以忽略，但是在液體內分子間的互相作用却具有重要意義。例如就黏性而說，氣體的黏性是隨着溫度的上昇而增大，反之，液體的黏性却是隨着溫度的上昇而要減小。另方面，液體是連結於固體。固體具有結晶構造而在此結晶內各分子或各原子互相間形成整齊的配列，而在液體內各分子或各原子的周圍大致雖存有一定數量的分子或原子，但並沒有形成較爲固定性的整列，而又不像氣體那樣的無規則性、互相獨立性。如此，介在於中間狀態的液體的構造是最難以處理的。固體變爲液體的融解理論現在尙未得解決是因爲液體構造本身尙未達成眞正解明的緣故。再附帶地說，液體中亦存有液狀結晶 (Liquid crystal)，這是屬於一種異方性液體。

對於形狀與容積的變化要生起相當大的抵抗的物體，一般地稱爲

固體（Solid）。然而這種情形却是相對於使形狀與容積引起變化的外力的大小與作用時間的長短，因而對於某種程度的外力雖有所抵抗，但對於更加强大的力量或作長時間的作用力却可能生起變形或變容。因此，黏性特別强大的物體被認爲屬於固體。而從原子論的立場看來，將原子、原子團或分子之形成作整齊配列的結晶性構造的物體狀態定義作固態，藉以區別於其他的液態或氣態。如此，理論上的固體便是指謂晶質物體。由於X線結晶學的發達，許多固體的結晶構造已經得到相當程度的解明。結晶內部的分子或原子的大小(直徑)雖近似地被測定，但還是屬於假定性的。依據構成結晶體的因素（分子、原子、離子、原子團）間的互相作用的解明，在原理上可能對於各種結晶體的諸性質予以根本的說明或解釋。分子間或原子間同時存在着兩種相反的引力與斥力，而兩個分子或原子在一定距離的範圍內便要生起引力，超過此範圍更加接近時，反而急劇地要發生相當大的斥力。

物體所採取的狀態，除上列固態、液態、氣態外，尙有所謂膠質狀態以及電漿狀態。例如食鹽或砂糖在水溶液內容易作擴散而又容易透過動物膜（如膀胱膜等），然而亞膠、澱粉、洋粉、蛋白質等在水中的擴散速度極爲緩慢而又不能通過動物膜。帶有如前者性質的物質容易形成結晶，因而稱爲晶質（Crystalloid），而類似於後者性質的物質因不能形成爲結晶，通常稱爲膠質（Colloid）。但是例如單寧酸（Tannic acid）這樣的物質溶解於水中時其擴散速度極小而又不能透過動物膜，可是溶解於酒精時反而呈現與普通溶液相同的性質。而又如蛋白質，假如使用適當的方法時，亦可能使其形成結晶，反之，散佈着金、白金等的金屬溶液內金屬本身亦不能容易作擴散而又不能透過動物膜。依照這些事例，晶質與膠質的區別並非指示物質本身的分類，而祇是表示着物質的存在狀態上的差異而已。一般地說，某種物質作爲較於各別單獨的分子更大的粒子而散佈於另種物質中的狀態，稱爲膠質狀態。例如氣體中散佈着液體或固體的粒子，或液體中散佈着氣體或固體的粒子，或固體中散佈着氣體或液體的粒子等都屬於

廣義的膠質。這樣看來，大部份的物體內多少都要顯出這種意義的膠質狀態。但是普通所謂的膠質却是指謂液體中散佈着固體的粒子這樣的特殊情況，而前者稱爲浮游膠質（懸濁質），後者稱爲乳狀膠質（乳濁質），將兩者總稱爲膠質溶液或 Sol。而且浮游膠質又稱爲疎水膠質，例如金屬單體、鹽類、水酸化物等的膠質溶液便是屬於此類。乳狀膠質又稱爲親水膠質，例如洋粉、澱粉、蛋白質等的膠質溶液是屬於此類。Sol 內所存有的膠質粒子 (Colloidal particles) 的直徑大約是在 0.1m 以下至 1mm 以上的程度。膠質粒子通常再吸引着溶媒中的分子或不純物而生成 Micell，因而形成安定的膠質溶液。而 Sol 更加固型化的膠化物，稱爲 Gel，例如肥皂、豆腐、蒟蒻、絹絲等的纖維以及一般的生物體都是屬於此類。附帶地說，電漿狀態(Plasma)是指謂諸種荷電基子的混合狀態。

上擧物質的存在諸狀態、固態（晶質態）、液態、氣態、膠質態之間依照種種的條件可能生起互相轉化現象（如融解、蒸發或揮發、凝結或凝固、溶解、昇華等）。而且這些狀態通常是成立於普通的溫度下，然而在超低溫或超高溫時，物質亦可能呈現出更爲特殊的存在狀態。

Ⅲ　物質的特質性狀

某種物質存在時，可能據以辨識其物質的種類的性質，稱爲其物質的特質性狀 (Characteristic behavior)。例如密度、硬度、結晶構造、融解點、凝固點、沸騰點、蒸氣壓、電氣與磁氣的性質以及化學的性質（化學反應）等。物質勿論如何微量，亦算是龐大數量的原子的集團，其特質性狀是由於其構造因素的這些原子的存在狀態所規定的，因而物質的存在狀態本身可以視爲各原子的特性的鉅視的反映。集團內的原子的存在狀態有如 i) 成爲中性原子而單獨存在着的稀瓦斯元素，ii) 成爲單原子的離子而得到安定狀態的單獨元素，iii) 一定數量的原子由於共有結合而形成具有一定形狀的分子或原基離子，

iv）微小的分子再度由於共有結合的反復（重合）而形成鉅大分子或鉅大原基離子。 v）各種正負離子由於離子結合以及 vi）金屬原子由於金屬結合而形成立體的結晶構造等的諸種類。其中由於中性單獨原子或較小的分子所構成的物質大部份在常溫下經常呈現作氣體。氣體物質的構成單位稱爲氣體分子，其中包括單原子分子（Monoatomic molecules）二原子分子（Diatomic molecules）以及多原子分子(Polyatomic molecules)。氣體分子間互相成爲獨立自由而不再形成分子間的結合，這是根由於其分子本身已經達到結合力的飽和狀態。

然而氣體物質在相當程度的低溫與高壓下亦可能凝結而作液化，再進行凝固而作結晶化。雖然達到共有結合力的飽合狀態的分子間，在這樣的條件下還可能具有互相結合着的凝集力或附着力（Cohesive force），這種力便是 Van der Waals 的力。稀瓦斯元素、氮(N)以及Halogen元素等的分子在相當低溫下由於這種力可能形成立方最密格子的結晶構造。因佔有格子點的結晶單位是分子本身，就稱爲分子結晶（Molecular crystal），而這種結晶是與其他的離子結晶、金屬結晶、原子結晶（共有結晶）性質不相同。分子的形狀較爲簡單的分子結晶在構造上雖類似於金屬結晶，但因不具有自由電子，兩者間亦就有根本的差異。 Van der Waals 力由於分子的大小與種類的差異而有其强弱的差異，由於凝集力較大的分子所構成的物質在常溫下經常呈現爲液體或固體狀態，而在高溫下始成爲氣體。而又，鎖狀一次元鉅大分子相凝集而形成捆束，網狀二次元鉅大分子相重合而形成階層，結果結成爲共有結合與凝集力相混淆着的結晶體。同是由於碳(C）原子所構成的鑽石與石墨，天然與人造纖維的特殊性質都是由於原子結晶內的共有結合與凝集力的組合而形成的鉅大分子所呈現出的特質性狀。人造纖維便是由於低分子的單量體（Monomer）的鎖狀重合所形成的高分子重合體（Polymer）。並且三次元的立體重合可能形成塑膠（Plastic）。

分子間的結合主要地是依據 Van der Waals 力。而這種力的發

生起源有三種，其中兩種是靜電氣的力，第三種是量子力學的力。由於共有結合所形成的分子內，原子核與電子密度分佈成爲非對稱時，正負的荷電就形成雙極子 (Dipole) ，而在電場內生起一定的回轉能率，這便是分子的電氣雙極子能率而表示着分子的分極性。在有極性分子間成立電場，因此分子相接近時就要採取一定的方位而互相牽引，這就是 Van der Waals 力所由發生的第一原因。其强度大致是依照電氣雙極子能率的程度。其次，在電氣上具有對稱性的無極性分子，其分子間互相接近時，由於感應作用分子內亦可能生起電子密度的分極而形成誘發雙極子能率。此效應亦稱爲分子的分極性，這便是 Van der Waals 力的第二原因。其分極性的程度大致與分子內的電子數量作正比例，因而分子量越大的分子，其分極性亦就越要增大。祇依照上列的兩種原因，稀瓦斯以及 H_2、N_2、O_2、CO 等無極性低分子的凝集力應該是幾乎等於零，因而不能說明由於這些分子所構成的氣體在低溫下可能作凝結的理由。於是，依照量子力學對於分子間的電子的振動能量所作的計算，假如兩個分子相接近而兩者的電子間生起靜電氣的互相作用時，亦就要發生振動的變化，因而招致其能量的降低，結果可能使分子相結合，這便是 Van der Waals 力的第三原因。其結合力的程度大致是與分極性的數值相並行，但是其影響力却要比後者更爲强大。

原子、單原子離子、分子、原基離子這樣的粒子單位各別具有某種程度的結合力而作爲結晶格子形成整齊的配列，如此成立的結晶物質對於由於外力的變形便要顯出彈性 (Elasticity) ，可塑性 (Plasticity) 等的物理抵抗。這種狀態便是固體狀態。這些粒子單位在結晶內部以其平均位置爲中心作激烈的熱振動，而這種運動的影響雖要使格子點的配列生起擾亂，但還不至於使粒子本身從其格子點逸脫而引起結晶構造的崩潰。然而將固體加以相當熱度時，格子的配列秩序就要生起混亂，粒子單位互相間就可能交換其格子點的位置或形成空位，因而對於外力就要顯出流動性 (Fluidity)，黏性 (Viscosity) 等的

物理性質。這種狀態便是液體狀態。這是由於激烈的熱振動使結晶內部的結合力較爲微弱的部份生起緩解所引起的結果，這種變化現象稱爲融解，其相反的變化過程稱爲凝固。而某種純粹物質的固體相與液體相共存時，融解或凝固的變化雖在進行中，其溫度却可能保持一定的度數，這便是其物質的融解點或凝固點。一般地說，溫度是表示着對熱運動的激烈性的程度的標徵。而種種物質的融解點的高度便是表現其結合力的强度，大體上由於 Van der Waals 力所形成的分子結晶的融解點最低，金屬結晶、離子結晶、原子結晶（共有結晶）各別都有其一定的融解點。但在異種原子可能交換其結晶格子點的位置的混合物，其融解點或凝固點的溫度却缺乏一定明確的表示。而在離子結晶，由於融解的結果，正負離子可能自由流動，因爲對於這種物質內安插電極時，正負離子各別就要趨動於陰極或陽極而生起電氣傳導性，並且在電極附近還要發生電氣分解現象。在某一定溫度下，固體有時可能從某種結晶格子的結合方式改變作另種結晶格子的結合方式，這種現象稱爲轉移(Transition)。這亦可以視爲隨伴着溫度上昇而生起的結合力的緩解的一特殊現象，而通常是移行於能量高位的配列。這因爲是類似於融解的現象，將兩者可以總稱爲變態 (Modification)。

不管是存在於固體或者液體，構成物質的單位粒子的一部份因爲熱振動的激烈性從其母體物質切斷其結合而成爲解離分子飛翔於空間，這就是蒸發現象。而其飛翔率是與熱振動的激烈度的程度（就是溫度）作正比例。由於 Van der Waals 力所凝集的低分子結晶因其結合力微弱，在最低溫下其多數的分子亦就要自由擴散於空間。假如用有限的容器來密閉分子的飛翔時，分散於空間的分子就要與容器內壁作衝突反撥而在容器內逐漸增加其數量，但是達到最大密度時，其蒸發率與其相反過程的凝結率之間就要成立平衡狀態。分散於空間的分子集團稱爲其物質的蒸氣，在純粹物質內其平衡最大密度在特定溫度下是一定的，這亦可以視爲可能標示其物質的結合力的强度如何的

一種數量。此數量可以由壓力來予以表示，這稱爲蒸氣壓。蒸氣壓與大氣壓相等時，在開放容器內的液體就要開始沸騰。而在純粹物質內，沸騰雖在進行中，溫度却是不變，此溫度稱爲其物質的沸騰點。並且依照此溫度的程度多少可能推知其物質的構成單位粒子的結合力的强度如何。

將作用於液體表面的外壓加以變更時，液體在比沸騰點更爲低溫或高溫下亦可能沸騰。對於融解亦可能成立同樣的情形，但是對於融解的壓力的影響力量比起對於沸騰的影響還算是微小的。因而，融解點與沸騰點應該被定義作在外壓一氣壓的條件下的變態點。液體屬於均一混合物（就是溶液）時，由於蒸發的結果殘溶的組成要發生變易，因而在蒸發的進行中沸騰點亦就要變動，但是在一定外壓下而又在特定的組成時，液體與蒸氣相的組成有時可能成爲相等，而在一定溫度下繼續進行沸騰，這稱爲共沸混合物 (Azoetropic mixture)。

在融解時，分子的結合雖要緩解，但不至於完全解離。因此，固體的形狀雖要崩潰，但其體積並不生起顯著的變更，固體與液體的密度在融解點通常祇有稍微的差異而已。液體依然具有强度的凝集力而形成境界面，這樣儘量要保持其最小表面積的液體的性質顯現爲表面張力。相反地，蒸發便是分子的完全解離，成爲蒸氣的分子就自由分散於空間而祇帶有極其微弱的凝集力，因而不能形成境界面，就要均一地充滿於任何形狀的容器而對其壁面予以均一的壓力。蒸氣的密度，除壓力特別强大外，通常却是很小，在沸騰點的附近其密度祇有液體密度的大約千分之一而已。依照這樣的顯著的特徵，可以將固體與液體總稱爲凝結相 (Condensed phase)，而將氣體或蒸氣稱爲分散相 (Dispersed phase) 。但是固體稀薄地溶解於液體中的現象亦可以視爲分散，其所生成的稀薄溶液亦就屬於一種分散相。尙且液體經過成爲蒸氣狀態後再度凝結爲液體的現象稱爲蒸溜，而固體直接分散於蒸氣狀態後再度凝結爲固體的現象稱爲昇華。

凝結相內的共有結合，由於熱振動而告切斷的現象特別稱爲熱解

離 (Thermal dissociation)。在密閉容器內由於熱解離凝結相與分散相成爲平衡狀態時的平衡氣體壓力稱爲解離壓。蒸氣分子雖然是很微弱還具有將要作凝結的傾向。而將其提高到臨界點以上的溫度時，就要完全喪失其凝集力，然後卽使再將其壓縮到與凝結相的密度相等的密度，亦就完全再不能變成爲液體。而且在此被壓縮的狀態下，很奇妙地在液體與蒸氣之間不存有一定明確的轉移點，這稱爲臨界現象 (Critical phenomena)，而在常溫時已經達到臨界點以上的物質便是氣體。在臨界溫度下液體與蒸氣之間不能作明確區別的這樣情況時的蒸氣壓稱爲臨界壓力，其密度稱爲臨界密度，而此臨界密度又稱爲臨界定數。

構成物質的單位粒子的熱運動的激烈性的程度本身可以作爲溫度的標示。而將溫度標示規定爲與單位粒子的熱運動的激烈程度，就是與其熱能量準位相合致的，便是絕對溫度。要瞭解此絕對溫度的規定法，首先須要瞭解氣體本身的性質。氣體便是分散分子的集團。在物質構成的單位粒子互相間完全獨立自由分散着的分散系（氣體），分子的熱運動的激烈性程度可能依照各分子所持有的運動能量而予以一義的確定。依據這種見解，絕對零度 (O°K) 便是指示氣體分子的熱運動力量屬於零，便是氣體份子停止其運動而存於絕對靜止的狀態，而且認爲再不能設想可能有比此絕對零度更低的溫度的存在。

Ⅳ　物質的狀態變化（自超低溫至極超高溫）

凡物質的內部分子與原子不地斷在作熱運動。達到絕對零度（大約— 273°C) 時，分子與原子始能完全停止其運動。因而在此溫度下，所有的物質就要形成爲固體。這是因爲熱運動的停止，分子與原子由於其凝集力或結合力互相間就可能成立堅固的連結。熱本來是指示物質內的分子或原子的運動能量。高溫就是其熱運動能量的高位，低溫就是其能量低位的標示。一般地說，溫度便是構成物質的單位粒子的運動能量準位的標示。而且因爲不能有絕對靜止（完全靜止）以上

的靜止狀態，所以亦就不能有絕對零度以下的溫度。

在常溫 20°C 度時，水是成爲液體，氧成爲氣體，鐵成爲固體。固體是指謂着分子與原子的運動抵不過凝集力或結合力而祇限於一定範圍內作振動的狀態。液體是指示其粒子的運動能量勝過凝集力或結合力而可能作相對的自由運動的狀態。但在液體的範圍內，因熱運動尙未達到相當激烈的程度，故其分子還不能解離而飛散。至於氣體是指示粒子的運動能量完全超勝過結合力而可能作自由飛翔的狀態。假如溫度在同一時，物質勿論存於何種狀態，其單位粒子的熱運動能量亦是同一的。因而在 20°C 度的氧分子 (O_2) 的運動能量，水分子的運動能量以及定位於結晶格子點的鐵原子的振動能量都成爲相同的。那麼何以在此溫度下，氧分子可能作自由飛翔，水分子祇可能作相對的移動，而鐵原子要被束縛於格子的一定位置。這是因爲由於物質的種類，各種分子或原子所具有的凝集力或結合力各別有所差異所使然的。各種物質的融解點，沸騰點的差異亦是根據同樣的原因。大致看來，在屬於同族的化合物時，其分子量越大的分子，其融解點，沸騰點亦越要高，反之，分子量越小時融解點，沸騰點亦越低，又在相類同的元素時，亦具有原子量越大的原子，其融解點，沸騰點亦隨着越成爲高位的傾向。要之，各種物質之所以可能顯出何種存在狀態，主要地是決定於構成其物質的分子或原子的運動能量與這些粒子所持有的凝集力或結合力之間的互相抗衡的結果。

凡物質在絕對零度時，因其分子運動完全要停止的緣故，由於分子間的凝集力或附着力而結成爲固體。隨着溫度的上昇，形成固體的分子或原子就要開始作振動。其振動再隨着溫度的上昇而逐漸增加激烈，而達到某一定溫度時分子就獲得相對的自由運動，依此固體就要變成爲液體。其液化的溫度由於物質的種類如何有顯著的差異，這主要地是依據其分子的凝集力的强弱顯著的差異。例如氫分子 (H_2) 因其凝集力最微弱，在絕對溫度14度（就是 −259°C) 始可能變爲液體。氮分子 (N_2) 是在 −209°C，氧分子 (O_2) 在 −218°C，酒精在

－130°C，水在 0°C 可能變成液體。由此可以推知，融解點（液化點）越低的物質，其分子的凝集力越要微弱。而且構成物質的分子的凝集力或原子的結合力可能決定其物質的融解點。

有些物質到相當高溫還可能保持固體的，例如鉛到 320°C，鋁到 657°C， 金到 1068°C，鐵到 1535°C，至於鋨 (Osmium) 到 2700°C 依然保持固體狀態。鋨是在物質中融解點最高，密度最大(比重22.48) 的物質。因而在高溫度可能維持固體的物質沒有超過 2700°C 以上的。又因 2000°C 以上還可能保持固體的物質亦是極少數的，祇限於白金、鎢 (Tungsten)、鉬 (Molybdenum)、Alumina (酸化鋁AlO)，酸化鋯、碳化釷等而已。再將液化物質更加熱度時，其分子運動超克凝集力的結果，分子飛散於空間而變成爲氣體。沸騰點亦是連關於分子的凝集力，大體上，融解點高度的物質，其沸騰點亦是高度。液化氫在－250°C，液化氮在－196°C，液化氧在－183°C，酒精在78°C，水在 100°C 就要沸騰，鉛的沸騰點是 1755°C， 鐵是 2840°C，至於鋨的沸騰點是達到 5300°C。

在高溫度下，分子就要分解爲原子，這種現象稱爲熱分解或熱解離。這便是形成分子的原子間的結合力的崩潰。有機化合物一般地在 400° C 程度就要發生熱分解。水到一千幾百度就分解於H與O。矽酸與酸化鋁到 4000° C 時，就分解爲 Si 與 O 或 Al 與O。達到 6000° C 程度時，原子所結成的分子（化合物）亦就不能存在。此時物質或許都要變爲純粹元素的混合物。換言之，在此溫度下，所有的分子都要發生解離，而祇剩有原子的存在（除開基子）。太陽的表面溫度大約亦是 6000° C，因而在太陽中不能有化合物的存在。

達到幾萬度的超高溫時，原子都要變成離子。由於熱的離子化作用到了幾十萬度時更加要顯着地發生，而在幾百萬度時或許要達到極限。此時，原子就要分解於原子核與電子。就是要顯出陽電荷的粒子與其中介在着極大量的電子羣的交錯混亂狀態。這樣的狀態便是屬於所謂電漿狀態 (Plasma)。從幾百萬度至幾千萬度的狀態下，可以設

想是可能提供適合於原子核形成的諸條件。而更加達到幾億度或幾十億度這樣的極超高溫，這曾經被推定是在大約五十億年前宇宙開始膨脹的當初幾十分間所發生的溫度，而在此期間內創生了構成現存物質的原子的大部份。至於在幾十億度或幾百億度的溫度時，原子的整體就要被破碎，就是要顯出物質的完全的熱解離。如此，原子完全被破壞，而解離作質子與中子這樣的核子。然而溫度降低到幾億度以下的程度時，原子亦就不至於解離作核子，原子間由於激烈的衝突較大的原子被破碎而分裂作較小的原子，反之，較小的原子互相結合而形成較大的原子。這便是原子核反應可能發生的狀態。幾百萬度到幾億度這樣程度的溫度條件或許在宇宙內的恒星內部實際上所發生的狀態。

V　結晶構造與無機化合物

物質所採取的存在狀態中最典型的就是固體狀態。而且在理論上固體是指謂帶有結晶構造的物體。因而非結晶性的物體雖在外觀上呈現爲固態，却要被認定屬於黏性特大的液體。一般地說，在物體內構成其物質的單位粒子（分子、原子、單離子、複離子、原基離子）形成帶有一定規律性的空間格子而顯出整齊配列的狀態，稱爲結晶狀態而對立於無定形狀態。而形成爲這樣結晶狀態的物質，稱爲結晶質（Crystalline），這是與無定形質作相對立。將結晶質解釋作晶質（Crystalloid）時，這就是與膠質（Colloid）作相對立的物質。並且，與物體內部的結晶構造相對應，物體的表面經常亦要呈現出一定的外形。由於空間格子的種類可能顯出與其相對應的種種對稱型。而依照這些對稱型的種類，可以將結晶物質作分類，例如區別出32種結晶羣與7種結晶系。關於結晶體的外形，又成立着所謂面角不變的法則，有理指數的法則，晶帶的法則等的形狀法則。其他關於其形狀，除對稱型與面角以外，還要考慮軸率、晶癖等事項。結晶體都屬於異方體，對於特定方向顯出光、熱、電氣等的物理諸性質的顯著的差異性。上舉的結晶羣（Kristallklasse）就是將結晶的形狀依照其對稱型的

諸因素如對稱平面、對稱中心、對稱軸、廻映軸等所辨別的種類，其中分爲32種。而結晶系 (Kristallsystem) 是祇依照結晶軸的種類而且又是要總括上列的結晶羣所設定的分類，其中分爲 7 種如等軸晶系、正方晶系、六方晶系、菱面體晶系（三方晶系），斜方晶系、單斜晶系以及三斜晶系。

在結晶體內，構成其物質的原子、離子、原子團或分子所形成的空間格子稱爲結晶格子 (Crystallattice)。理論上所設定的基本的空間格子有14種，這些祇限定於其格子祇是由於同一種原子所形成的情況。由於單體金屬或稀瓦斯類元素所形成的結晶體的基本格子型是面心立方格子、體心立方格子以及最密六方格子。非金屬元素大致形成更加複雜的格子型，其中最簡單的便是鑽石型格子。在化合物，帶有 AX（A 表示陽性元素，X 表示陰性元素）型的化合物通常是依照有極結合（離子結合）所構成的，而其所形成的格子型有如岩鹽型、鹽化銫型、閃亞鉛礦型、纖維亞鉛礦型以及砷化鎳型等。

AX_2型的化合物亦是依照有極結合所構成的，而形成螢石型格子、黃鐵礦型格子、金紅石型格子等。其他有時還形成一種特殊型的成層格子。在無水矽酸，矽（Si）本身形成鑽石型格子，而在矽原子與矽原子之間介在着氧原子 (O)。而在無水碳酸，CO_2 這種分子本身形成面心立方格子。比這些更爲複雜的化合物中，如在氧酸鹽類等，氧酸根結成一集團而配列於結晶格子的位置。而又在配位化合物，複離子結成一集團而配列於結晶格子的各位置，例如在氯化白金鉀 (K_2PtCl_6)、鉀(K) 原子代替螢石型格子的鈣(Ca)原子，而複離子 $PtCl_6$ 取代Cl的位置（格子點）。至於矽酸鹽，原子集團的形成比氧酸根與複離子更加複雜，因而其所形成的結晶格子亦就極爲複雜。

因而其所形成的結晶格子亦就極爲複雜。矽酸鹽便是基本的造岩礦物，通常是以矽原子周圍的四面體的頂點佔有氧子這樣的 SiO_4 作基本因素而形成極其複雜的六種結晶構造。

就有機化合物而說，有機物大致可以視爲是由於其各分子佔有結

晶格子的各位置所形成的分子格子的構成物。在結晶格子中存有離子或幾個原子的集團（原子團）所形成的這樣的分子（化合物）通常要出現原基或原根。其他，尙有如原子或離子作相並行的集合而形成纖維狀或帶條狀的格子，或者作平面的並行集合而形成階層格子，或者再進而作三次元的並行集合而形成立體的網目狀的格子等種種複雜的結晶構造。

結晶體依照其所由形成的粒子的種類如何，可以分爲離子結晶、金屬結晶、原子結晶以及分子結晶的四種類。但是這樣的分類祇是表示典型之種別，其實存在着這些種類互相間的移行狀態。在離子結晶，佔有其結晶格子點的粒子是正負的離子（包括單原子離子與原基離子），而離子間的結合當然是依照由於靜電氣力的離子結合。而其所表示的構造形態是按照正負離子的互相重合的充塡形式。在金屬結晶，佔有其格子點的粒子是金屬芯，其形成是依照正電荷的金屬芯與負電荷的游離電子間的由於靜電氣力的金屬結合。而其構造形態是按照金屬芯本身的單純充塡形式。而且在離子結晶與金屬結晶內却沒有分子的存在。原子結晶通常是成立於鉅大共有結合體中，其格子點是由於原子所佔有的，而其所形成的鉅大分子可以分爲一次元，二次元以及三次元的三種類。一次元鉅大分子是依照兩種結合力所形成的，便是在其直線方向依照共有結合，而在與此作垂直方向是依照凝集力（Van der Waals 力）。由於單量體 (Monomer) 的鎖狀連結所形成的重合體 (Polymer)，例如天然橡膠、纖維等便是屬於此種類。二次元鉅大分子在一平面內是依照共有結合，但是在平面間却是依照凝集力相結合而形成帶有階層性構造（成層構造）的立體的結晶。石墨便是屬於這種結晶體。三次元都祇是由於共有結合所形成的立體鉅大分子而具有最大對稱性的空間配置，這種結晶構造的特性表現於鑽石型的構成方式。鑽石與石墨都是由於同一的碳原子所構成的結晶體，但是兩者的特性却有顯著的差異。其所以生出如此差異的原因是存於兩者的結晶構造方式的差異。構成分子結晶的分子通常是分子量較小的分

子，而由於分子的分極性程度的大小可能形成種種强度的凝結體。分子結晶內的分子的結合主要地是依照凝集力與共有的結合力，而其構造形態是按照種種具有特定方向性的充塡形式。

有機物質雖亦可能形成結晶體，但是畢竟不大安定，大致不到400°C 就要告崩潰。構成結晶體的典型的物質却是在無機物質，尤其是在礦物。爲參考起見。以下列舉其主要的種類。 i) 元素礦物：例如鑽石（C；等軸晶系）、石墨（C；六方晶系）、硫黃（S；斜方晶系）、金（Au；等軸晶系）等。 ii) 硫化礦物：例如鷄冠石（AsS：單斜晶系）、閃亞鉛礦（ZnS；等軸晶系）、辰砂（HgS；六方晶系）、黃鐵礦（FeS_2；等軸晶系）等。iii) Halogen 礦物：例如岩鹽（NaCl；等軸晶系）、螢石（CaF_2；等軸晶系）、氷晶石（3Na F. AlF_3，；單斜晶系）等。 iv) 酸化礦物：例如石英（SiO_2；六方晶系）、紅銅礦（Cu_2O：等軸晶系）、鉻鐵礦（$FeO \cdot Cr_2O_3$‥；等軸晶系）、金紅石（TiO_2；正方晶系）等。 v) 碳酸鹽礦物：例如方解石（$CaCO_3$；六方晶系）、霰石（$CaCO_3$；斜方晶系）、孔雀石（$CuCO_3 \cdot CuO \cdot H_2O$；單斜晶系）、藍銅礦（$2CuCO_3 \cdot CuO \cdot H_2O$；單斜晶系）等。 vi) 矽酸鹽礦物：例如正長石（$K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO$；單斜晶系）、斜方輝石（(FeMg) O·SiO；斜方晶系）、瑠璃（Na_4 (Al·NaS_3)，$Al_2(SiO_4)_3$；等軸晶系）、橄欖石（2(Mg，Fe)O·SiO_2；斜方晶系）、白雲母（$H_2Kal_3(SiO_4)_3$；單斜晶系）等。 vii) 磷酸鹽礦物：例如磷灰石（$3Ca(PO_4)_2$，$Ca(F，Cl)_2$；六方晶系）。viii) 硝酸鹽礦物：例如智利硝石（$NaNO_3$；六方晶系）、硝石（KNO_3；斜方晶系） ix) 硫酸鹽礦物：例如重晶石（$BaSO_4$；斜方晶系）、石膏（$CaSO_4 \cdot 2H_2O$；單斜晶系）、明礬石（$K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 2Al_2O_3 \cdot 6H_2O$；六方晶系）。 x) 鎢酸鹽礦物：例如鐵錳重石（(Fe，Mn) WO_4；單斜晶系）、灰重石（$CaWO_4$；正方晶系）。其他如琥珀（$C_{40}H_{64}O_4$）、地蠟（CnH_2n_{+2}）、煤（C、H、O)等雖亦算是礦物，但是屬於有機性的。

Ⅵ　固體的性質與金屬的特性

構成物質的元素（原子）可以分爲典型元素與遷移元素的兩種類。而典型元素的幾乎一半與遷移元素的全部是屬於金屬性元素。如此，金屬性元素的種類在元素全體中幾乎佔有四分之三或超過此程度。而且金屬性元素依照其特有的金屬結合的方式可能形成結晶體（金屬結晶），而通常在常溫下呈現作固體狀態。物質一般的存在狀態以及各種物體的諸性質是由來於其構成因素的原子與分子的特性以及原子間的結合力與分子間的凝集力的微細構造上的作用。物質的存在狀態中，從某種觀點看來，固體可以視爲其典型的狀態，而且金屬物質的存在狀態亦可以當作固體狀態的代表。

固體的剛性或硬性是由來於構成其物質的原子與分子的結合狀態或結合力與凝集力的强度。例如使用四組電子對而祇依照三次元的共有結合所組成的碳原子的結晶體（鑽石）具有最高硬度10度。與鑽石同樣屬於碳結晶體的石墨，因其結合方式有些差異，其硬度祇有 1.5 度而已。紅寶石（Ruby）與藍寶石（Sapphire）等的 Alumina 結晶體具有硬度 9 度。紅寶石這些結晶體的成素是酸化鋁（AlO），而且鋁在金屬中算是相當軟性的。鋼玉石（Al_2O_3；六方晶系）的硬度亦達到 9 度。同樣地屬於鐵材中、純鐵（碳含有量 0.006% 程度）、鍊鐵（碳含有量0.03%以下）、鋼鐵（碳含有量 0.03～1.7%）、鑄鐵（碳含有量3～4%），這些因其碳含有量的稍微的差異亦就要引起硬度上的相當大的差異。彈性亦是由來於原子與分子的結合狀態以及結合力的情形。物體因外力而生起變形時，此變形是在粒子間的結合力所可能容忍的範圍內時，解除其外力亦就可能回復其原本的狀態，因而顯出彈性。膨脹與收縮是由於粒子間的距離的變動（伸縮），而此伸縮又是表示粒子的熱運動的程度。

金屬物質特別具有顯著的延性或展性，這是由來於多數的金屬芯共有着自由電子的金屬結合，因爲在此結合內各原子却不具有特定的

方向性。金屬的電氣傳導性與熱傳導性亦是由來於其特有的金屬結合。便是由於自由電子的移動可能發生電流或傳導電氣，又在金屬結晶內部電子像氣體分子那樣地由其自由運動急速地可能運搬熱量。金屬特有的光澤或許亦是由於自由電子的特性所生起的。金屬以外的固體通常不具有電氣傳導性。但是例如矽（Si）與鍺（Ge）這樣具有金屬性與非金屬的中間性質的固體元素可能成爲半導體，這是由來於其中尙存有可能移動的電子。非金屬的固體中，祇有碳元素可能傳導電氣。尤其在石墨內部，因其共軛二重結合的方式的緣故，電子雖在極狹小的範圍內還可能移動，因而可能傳導電氣。又像金屬這樣可能傳導電氣的固體都是屬於不透明的物質。反之、透明的固體不具有電氣傳導性。透明是表示物質不吸收光子而使光子可能自由通過，不透明便是光子被捕促而不能通過物質的表示。這樣的性質亦是由來於構成物質的單位粒子的結合方式，尤其是電子的作用。

純粹的金屬結晶實際上却不能存在着。金屬的最高純度是 99.99%程度。兩種以上的異性金屬的混合可能形成合金。合金一旦被形成，就不再顯示其原本的成份金屬的性質而要產生另種新生的性質。例如鐵中加上鉻（Cr）與鎳（Ni）時，所生成的鉻鐵就不生銹而且亦要增大其强硬度與耐熱性。普通被使用的金屬材料當然沒有純粹金屬，即使其純度達到 99.99%，嚴密看來，亦是屬於合金。普通的銅的融解點是在 1083°C。但是由人工所精鍊的最高純度的銅在 200°C 還可能保持融解狀態。這是因爲金屬在凝固點將要作結晶時，不純物的原子（異種原子）成爲其結晶生成的媒介核而開始形成其結晶的緣故。如此，純度極高的銅因其所含有的異種原子極爲微量，所以在過冷却的狀態下依然還可能維持其液體狀態。一般地說，微量的不純物包含於金屬內時，可能使其性質例如硬度、延展性、彈性以及化學的抵抗力等發生顯著的變化，而且由於不純物的種類與稍微的增減亦同樣地可能對其性質予以變化。

金屬原子形成結晶體時，因爲其各原子不具有特定的方向性，故

可能形成立體最密集的構造形態，結果就要成立作等軸晶系的結晶構造。在銅、金、銀、白金等，各原子是由其周圍相隣近的12個原子所包圍着，依照這樣的配列所形成的結晶構造，稱爲「面心立方格子」。在鐵，其各原子是配列於與其隣近的8個原子相接觸，依照這樣的配列方式的結晶構造，稱爲「體心立方格子」。鐵被加熱到910°C時，其原子配列就要發生變化而變形作與銅等相同的面心立方格子的形態，因而其原子的密集方式多少要增加緻密，所以其容積亦就要稍微作收縮。

金屬雖然屬於結晶質，但是並不形成像水晶那樣的鉅大的單結晶，而却具有像微細結晶的集合體般的構造。並且其各微細結晶不具有特定的方向，因而並非整然地配列於某一定方向。金屬的結晶粒子（微細結晶）的大度，由於金屬的種類却有顯著的差異，在鋼鐵是在1mm的百分之一的程度，然而鋁就有1mm 到1 cm 的範圍，因而可能得到相當大的單結晶。而且單結晶的金屬却是柔軟的。而又，金屬原子的配列越加整齊的，就是其結晶越成爲完全的，越要變成爲柔軟。反之，結晶粒子微細而其配列方向越成爲無秩序的金屬，其硬度越要增大。

金屬結晶內部由於其原子的熱運動或其他原因經常要發生結晶格子的轉位（Dislocation）現象。而在結晶格子的轉位可能成爲金屬的種種性質的原因。例如延展性、塑性、强硬性、柔軟性等等都可以依照轉位理論予以說明。假如結晶內部的格子轉位可能作自由移動時，其金屬就成爲柔軟，因而容易予以變形，反之，其轉位不容易移動時，就成爲强硬的。一般地說，金屬比其他固體物質，移動其轉位所需要的應力較爲微小。而又，非純粹金屬比純粹金屬，一般地顯出更大的强硬度，純度極高的單結晶的金屬普通是異常柔軟的。金屬結晶內部混在着不純物，或有其他可使其結晶成爲不完全的原因時，這些都要妨碍格子轉位的移動，而合金的形成便是利用這種原理藉以增加其原本金屬的强硬度。

結晶內部的原子的移動稱爲固體擴散，而且在常溫下亦可能生起這種現象。就是在固體結晶內亦要生起由於熱運動的原子擴散。例如鐵結晶內的碳原子在常溫亦要作擴散的移動。假如異種物質的原子在某種結晶內部作移動時，當然要達到發生格子轉位的部位，就是要陷入於生起膨脹的部位而得到較爲安定狀態。換言之，不純物的原子陷入於轉位的部位是比存在於其他部位時，其能量準位更加成爲低度。假如金屬內部存有多量的不純物的原子，或者形成爲合金時，因多量的異種原子要集注於轉位的部位，故這些部位亦就成爲難以移動的。因而金屬就更加難爲變形，便是成爲强硬的。而結晶物質內所存有的轉位數大致是在幾 Micron 的距離就有一個部位。在鐵結晶的膨脹着的轉位部位各個陷入一個碳原子時，對於鐵原子一億個的碳原子的比率祇有一個的程度亦就可能制止轉位全部的移動。這便是表示鐵因而變成更加强硬。在現在的技術因尙不能鍊成純粹鐵，所以要瞭解純粹鐵的性質算是相當爲難的。現在可能獲得的純度勿論如何高度的鐵其實還要表示被不純物所支配的性質，因爲牠還算是與碳元素的一種合金。

其他金屬還要生起疲倦現象。金屬雖然在其彈性界限內被使用，經過長期間的使用後其强靱度就要降低，有時突然間會告切斷。這樣的疲倦現象可以推想是由於金屬結晶內的熱運動與應力作用的不斷的反復而生成新的轉位，因而其强靱度急劇地就要降低。與此相類似的還有所謂剪切 (clip) 現象。這是指示例如鋼鐵等具有彈性的金屬材料在其彈性界限內加以應力時，在高溫度下經過長期間材料就漸次由其延性伸延於應力的方向，結果就要生起突然切斷的性質。這種現象亦是由於結晶內部發生新的轉位，而因此轉位的滑動顯出特定方向的延性的結果所生成的。

Ⅶ 强磁性體與半電導體

例如鐵 ($_{26}$Fe)、鈷 ($_{27}$Co)、鎳 ($_{28}$Ni) 等元素特別帶有强大的

磁性，因而稱爲强磁性體。原子內的電子不斷地作自轉運動，這便是電子 Spin 。負電荷的電子作回轉時，因其電荷的回轉運動，沿着電子赤道就要發生輪狀的電流，因而可能形成磁場。如此，電子本身成爲極微細的電磁石，這樣的電子在原子內作 Spin 這種自轉運動時，其原子亦就要帶有磁性。然而由於電子的回轉所生起的磁場並不是祇依靠電子的 Spin，除此以外，在原子殼(電子軌道) 內作公轉時，電子因作輪狀的運動亦要發生電流，而再依此電流的轉動又要形成磁場。於是，幾個電子回轉於原子核的周圍時，由於這些電子的自轉與公轉的雙重作用在原子的周圍就要發生相當程度的磁場。

在鐵、鈷、鎳等原子內，存於原子殼上的電子的一部份因具有同一方向的Spin，其結果原子本身就要顯出磁性。作自轉與公轉的電子由其運動本來應顯出磁氣能率，然而假如電子對的 Spin 成爲互相反對方向時，其磁氣能率就要互相抵銷而變爲零，結果原子本身對於外部亦就不會顯出磁性。大部份的原子因此原因通常不顯出其磁性。但是例如在鐵原子內部第一主殼 (n=1) 的 1s 副殼上存有一個正 Spin 與一個負 Spin 的電子，第二主殼 (n=2) 的 2s 副殼上存有一個正與一個負 Spin 的電子，2p 副殼上存有三個正 Spin 與三個負 Spin 的電子，第三主殼 (n=3) 的 3s 副殼上存有一個正 Spin 與一個負 Spin 的電子，3p 副殼上存有三個正 Spin 與三個負 Spin 的電子，3d 副殼上所存有的正負 Spin 電子數就有顯著的差異，就是正 Spin 電子有五個，反而負 spin 電子祇有一個而已，而且 3d 副殼本來是可能容納十個電子，因而尙缺乏四個電子 (此四個電子應該屬於負 Spin 電子) ，最外殼的第四主殼 (n=4) 的 4s 副殼上存有正負Spin 各別一個。依照這樣的電子配置可以推定爲正負 Spin 的各對電子的磁氣能率互相間要抵銷的結果不能顯出磁性，而鐵原子的强磁性究竟是由來於其2p副殼的正負 Spin 的電子數的顯著的差異 (缺乏四個負 Spin 原子) 或電子的空位。3d 副殼軌道的正 spin 電子五個，負電子一個，其差額四個，因而其所生成的磁氣能率就算作四 Bohr 磁

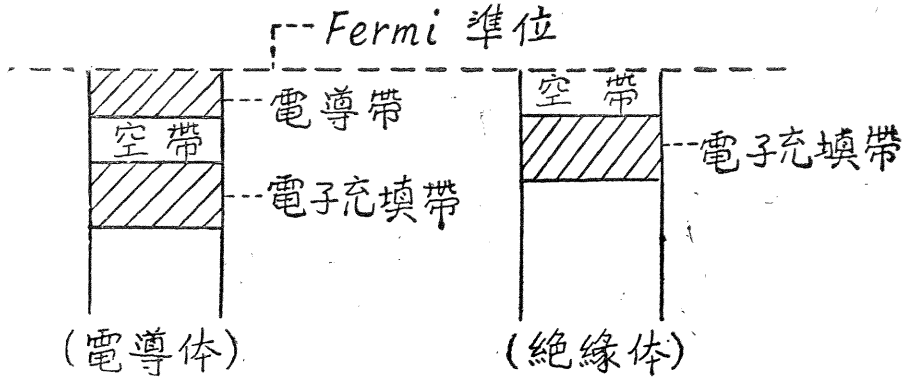
子。

然而鐵、鈷、鎳等所顯示的磁性，祇依照其各原子所帶有的磁氣能率尙不能予以充分的說明。强磁性體都是屬於金屬物質，而且又是細微結晶的集合體。在這些結晶體內，原子整然地排列而形成體心立方格子，而其體心立方體（微細結晶體）本來各各帶有磁氣能率。並且强磁性體的結晶內部却具有稱爲磁區這樣許多的小區域，但是在普通尙未被磁化的狀態時，這些磁區域成立作各各方向不同的不規則的集合體，因而其磁氣能率亦就生起互相抵銷而不發生效果。假如將鐵等這樣的磁性體放置於磁場內而使其磁化時，方向不整齊的各磁區逐漸就要轉向於磁場的方向，因此磁區方向成爲整齊時，於是，像鐵塊或鐵棒這樣的物體就可能現實地顯出其磁性。

其次，金屬性物質一般地屬於電導體。而其電氣的傳導是依據金屬結合所隨伴着的自由電子的運動。金屬結合是一種共有結合，而且其結合是不飽和的，因而在金屬結晶內經常還存有不少參與結合的剩餘的電子。因爲有此不飽和性，如再添加新原子於其內時，其結晶就帶有長大的可能性。而新附加的原子還帶有可能利用於結合的電子軌道，因而這種軌道電子可能從其一個原子內的位置朝向另個原子的位置作振動或共鳴。電氣傳導性究竟是由來於這樣電子的自由運動性。

電子的運動狀態具有一定的能量準位。能量昇高時，電子就要飛躍到上層的層帶，而其能量準位的最高階層稱爲 Fermi 準位。物質內具有電氣傳導性時，存於此 Fermi 準位附近的層帶的電子運動由於電場作用可能被加速度。某種物質是屬於導電體或絕緣體（不導電體）這種差異之所以生成的原因是存於 Fermi 準位的附近是否存有電子可能自由移動的層帶。就是假如 Fermi 準位附近存有電子流動帶，而此層帶的下層存有空帶，此空帶的下層又存有電子充塡帶時，具有這樣構造的物質可能成爲電導體。而假如Fermi 準位附近並不存有電子流動帶而却成爲空帶，在此空帶的下層存有電子充塡帶時，這樣構造的物質卽使放置於電場，電子亦不能被加速，因而不能生起電

流，這便是屬於絕緣體。這樣的絕緣體當然不具有自由運動的電子。



如上述，電子充滿於一個層帶而其上屬成爲空帶時，這種物質是屬於電氣絕緣體，然而其兩個層帶間的空隙極爲狹窄的物質，假如這種物質被加熱或吸收光能量時，下層帶的電子的一部份有時可能跳躍到上層的空帶，其結果亦就可能生起電氣傳導性。這樣的物質稱爲眞性半電導體，例如硫化銀、亞酸化銅、硒元素($_{34}$Se) 等都屬於此類。尤其當作半電導體而被使用作電晶體 (Transistor) 有如鍺元素($_{32}$Ge) 與矽元素 ($_{14}$Si)。這兩種元素都屬於碳元素族而帶有四個原子價電子，並且由於共有結合而形成四面體的結晶構造（類似鑽石的構造），但是其結合力却不像碳原子那樣强大，而其電子的充塡帶與其上層的空帶的間隙因極其狹小，其充塡帶的一部份的電子就容易跳躍到上層的空帶。半電導體便是依據這種性質而成立的。使這些原子相結合的電子由於熱能量或光能量的吸收從定常狀態移行於勵起狀態，如此因其能量準位的提高，結果成爲游離電子而可能移動。這種電子假如存於電場內時，就與金屬的自由電子同樣地可能運搬電氣，但是這樣的電子數量却不如金屬那麼多數，因而半電導體的電氣傳導度是相當微弱的。

半電導體的電子因被勵起而從原本的充塡帶移轉於傳導帶時，在原本的充塡帶內就生起電子的空位。這樣電子飛出後所遺留的空位稱爲空孔或正孔，而恰如水中的泡沫般地表示採取與其他電子相反方向

的運動性質。如此，因爲其所作運動方向與負電荷的電子相反的緣故，其空孔本身就好像帶有正電荷，並且事實上空孔可能運搬正電荷，因而又稱爲正孔。從充塡帶移轉到空帶的電子，假如其隣近的原子亦生起空孔時，就要被此空孔的正荷電牽引而陷入於此空孔內，假如半電導體物質的原子因受到外來的能量，其電子成爲容易跳出狀態時，其中某一個電子的飛出所遺留的空孔，這次要牽引其鄰近原子的電子，而被牽引的電子就從其原本的原子移轉到其鄰近的原子。這樣電子移轉後的原子亦要生起空孔，其結果，假如半電導體存於電場時，逐次地就要發生空孔的移動現象。這樣正電荷的空孔（正孔）的逐次地作移動便是表示陽電氣的流動。如此，在半電導體中就發生陽電流。

在電氣良導體的金屬，電流經常是由於電子的流動而成立爲陰電流，然而在半電導體，依照電子的結合狀態如何可能發生兩種情況，就是由於電子的移動而生成陰電流與由於空孔（正孔）的移動而生成陽電流。於是，生成陰電流的半電導體稱爲N型（Negative Type），而生成陽電流的稱爲P型(Positive Type) 的半電導體。在N型，其中存有容易移動的電子，如加上電場時就生起陰電流。而在P型，其中存有空孔，因而加上起電力時就生起陽電流。

再說，鍺(Ge)原子是與碳(C)原子相同帶有四個原子價電子的半電導體。而其參與着結合的價電子的一部份是存於不安定狀態。因而在鍺內部混在着少量的與鍺相結合而可能還殘留着過剩的電子的物質時，鍺雖不蒙受外來的能量的勵起作用，亦要表出其電氣傳導的性質。假如對其添加物質採用帶有五個價電子的砷($_{33}$As)元素時，砷的五個價電子中四個電子可能與鍺的四個電子相結合，而所剩餘的一個電子因要成爲移動性電子，如此被形成的鍺與砷的合金就成爲N型的半電導體。其次，假如用少量的價電子三個的鋁 ($_{13}$Al)元素添加於鍺時，這次由於兩者的結合可能殘存着一個空孔，因而就可能形成P型半電導體的合金。同樣的情形對於矽（Si）亦可能成立。

半電導體不祇是鍺與矽等這樣依照共有結合而成爲固體的元素，

其他尚有如硫化銀、亞酸化銅、方鉛礦（硫化鉛）、黃鐵礦（硫化鐵）以及 Halogen 化鹼等這樣依照離子結合而形成固體化合物。而依照離子結合所形成的結晶內，假如存有過剩的陽性離子時，就要攝取電子而變爲中性原子，這樣被攝取的電子比普通的價電子更容易被勵起（容易成爲活性狀態）而移轉到電導帶將作陰電氣的傳導。而又，假如陽性離子不充足時，在價電子帶（電子充塡帶內）要生起空孔（正孔），這樣就帶有陽電氣的傳導性。如此，前者成爲N型，而後者成爲P型的半電導體。

半電導體物質被加熱或吸收光能量時，其價電子帶的電子由於被勵起而成爲游離電子，而再由於游離電子（陰電子）與正孔（陽電子）的電子對的形成而生起電氣傳導現象。假如這樣生成的陰電子與陽電子再結合時，其質量就要告消滅而完全變爲能量，而被放出的能量可能作爲光子而生起發光現象。如此，由於半電導體的被勵起可能生起發光，如其利用這樣現象，將來可能發達作新穎的照明法或者引起照明法的一大改革。實際上，使用硫化亞鉛、矽酸亞鉛等這些半電導體物質製造發光板，而加上5000周波，2000電壓這樣的高周波電壓使其發光的技術現在已經將要達到實用的階段。這樣的電子照明法假如可能發達時，因其電力不要經過變爲熱而直接可能變爲光，這樣就可能節省電力，其結果現在普行的白熱電燈或許要被淘汰而終告匿跡。

如上所述，鍺、矽、硒等的半電導體元素是存於容易放出其價電子的狀態，而被放出的電子成爲自由電子而可能運搬電氣。尙且對於這樣的半電導體照射放射線時，其價電子更加容易被解放，因而其電氣傳導度亦就要相當增大。將高能量的 β 線（陰電子線）透過半電導體物質的薄板內時，β 粒子容易將其電子解放，因此在半電導體內就要顯著地增加自由電子的數量。而且從原子內被解放的電子尙具有相當大的能量，因而還帶有可能再解放其他原子的電子的能力。於是，在半電導體內就要發生第二次，第三次等等的甚其多量的自由電子。例如將從鍶（$_{38}Sr^{90}$）元素所放射的 β 粒子照射於矽的薄板內時，一個

β粒子可能在矽板內解放出二十萬個電子，因而可能蓄積多量的自由電子。其結果在矽原子內生起空孔而變成陽性離子，而此離子再要從其鄰近的原子奪取電子，被奪取電子的原子又要變爲陽性離子，這樣地就要發生陽電流。假如再將銻($_{51}Sb$)元素的薄板密着於矽板而加以鐳的β線照射時，在矽板內所生成的多量的自由電子就要趨動於矽板與銻板的接觸部位而更進流入於銻板內。而因銻本身是金屬性的，對於陰電流當然是良導體，所以在銻板內可能得到陰電流。如此，將這兩種板當作兩極（電極）而接續於導線時，就要發生起電力而得到電流。原子力電池或原子電池這樣地被造成。

Ⅷ 有機化合物與高分子物質

構成有機化合物的基本元素碳(C)、氫(H)、氧(O)、氮(N)中，碳元素算是最重要的。而依據碳元素的特性可能組成連鎖式化合物與環狀式化合物。以下簡略地列舉此兩大部類的有機化合物的主要種類。連鎖式化合物包括 i) 碳化氫、 ii) 氧化合物、 iii) 硫化合物、iv) Halogen 化合物、 v) 氮化合物以及 vi) 有機金屬化合物的六大種類，而環狀式化合物又包括 i) 脂環狀式化合物、ii) Benzene 置換體、iii) Naphthalene 置換體以及 iv) 其他各種環狀式化合物的四大種類。 首先列舉連鎖式化合物的部類。 i) 碳化氫的第一種類是 Methane 系列例如 Methane(CH_4)、ethane(C_2H_6)、propane(C_3H_8)、butane(C_4H_{10})等，第二種類是 ethylene 系列例如 ethylene(C_2H_4)、propylene (C_3H_6)、 butylene (C_4H_8) 等，第三種類是 acetylene 系列例如 acetylene ($CH{\equiv}CH$)， allylene ($CH_3C{\equiv}CH$) 等，第四種類是包括二重結合兩個以上的碳化氫例如 allene ($CH_2{=}C{=}CH_2$)，divinyl ($CH_2{=}CH{-}CH{=}CH_2$) 等。 ii) 氧化合物的第一種類是 alcohol 類例如 Methyl-alcohol (CH_3OH)、ethyl-alcohol (C_2H_5OH)、propyl-alcohol ($CH_3CH_2CH_2OH$) 等，第二種類是 ether 類例如 ethyl-ether ($CH_3CH_2{-}O{-}CH_2CH_3$) 、 methy-ether ($CH_3{-}O{-}$

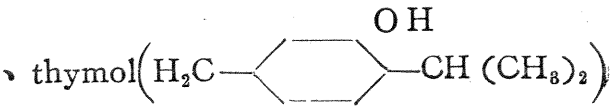
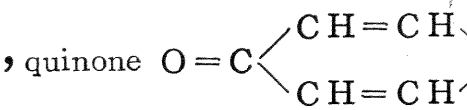
CH_2CH_3) 等。第三種類是 aldehyde 類例如 formaldehyde (HCHO)、acetaldehyde (CH_3CHO)、allylaldehyde ($CH_2=CH-CHO$)等，第四種類是 ketone 類例如 dimethyl-ketone (CH_3COCH_3)、methyl-ethyl-ketone ($CH_3COCH_2CH_3$) 等，第五種類是碳酸類例如蟻酸 (HCOOH)、醋酸 (CH_3COOH)、蓚酸 $(COOH)_2$ 等，第六種類是碳水化合物（糖類）例如葡萄糖 ($C_6H_{12}O_6$)、蔗糖 ($C_{12}H_{22}O_{11}$)、澱粉 $(C_6H_{10}O_5)n$等。iii) 硫化合物第一種類是 Thioalcohol 與其酸化物例如 ethyl-thioalcohol (C_2H_5SH)、ethyl 硫酸 ($C_2H_5SO_2H$)等，第二種類是 Thioether 與其酸化物例如硫化 ethyl ($C_2H_5SC_2H_5$)、ethyl-sulphone ($C_2H_5SO_2C_2H_5$) 等。iv) Halogen 化合物的第一種類是碳化氫的 Halogen 置換體例如碘化 Methyl (CH_3I)、二氯化 ethylidene (CH_3CHCl_2) 等，第二種類是碳酸的 Halogen 置換體例如氯化 propione 酸 ($Cl\,CH_2\,CH_2\,COOH$) 等，第三種類是碳酸 Halogen 化物，例如氯化 acetyl (CH_3COCl)等。v) 氮化合物的第一種類是 Ammonia (NH_3) 誘導體例如 ethyl-amine ($C_2H_5NH_2$)、amino 醋酸 $\left(\begin{matrix}CH_2-COOH\\ |\\ NH_2\end{matrix}\right)$、alanine $\left(\begin{matrix}CH_3-CH-COOH\\ |\\ NH_2\end{matrix}\right)$、蟻酸 amide($HCONH_2$)等，第二種類是nitrile類例如acetonitrile(CH_3CN)、methyl-carbylamine (CH_2NC) 等。vi) 有機金屬化合物有如二ethyl 鎂 ($Mg(C_2H_5)_2$)、四 ethyl 鉛 ($Pb(C_2H_5)_4$)、碘化 methy 鎂 (CH_3MgI) 等。

其次列舉環狀式化合物的部類。

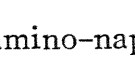
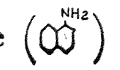
i) 脂環狀式化合物有如

hexahydrobenzene $\left(H_2C\begin{matrix}CH_2-CH_2\\ CH_2-CH_2\end{matrix}C_2H\right)$、薄荷腦

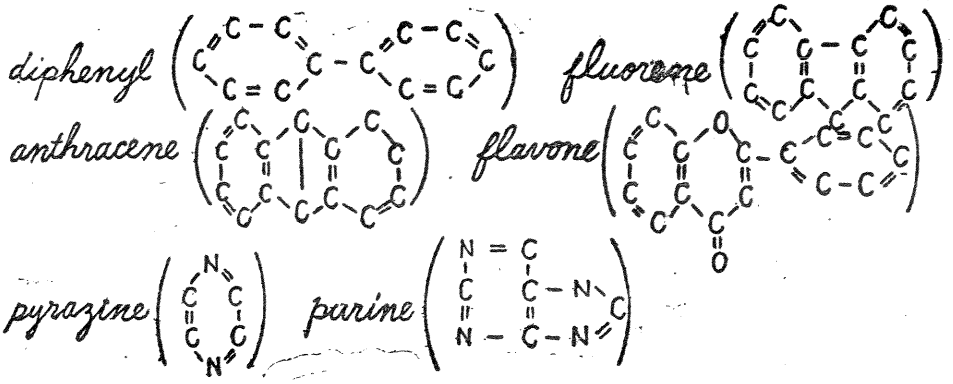
$$\left(H_3C-\underset{\underset{H}{|}}{O}\begin{matrix}CH_2-CHOH\\ CH_2-CH_2\end{matrix}CH-CH\begin{matrix}CH\\ CH\end{matrix}\right)$$ 等。

ii) Benzene 置換體有如 methyl-benzene ($C_6H_5CH_3$)、安息香酸 (C_6H_5COOH)、thymol 
、quinone  等。

iii) Naphthalene 置換體有如

α-amino-naphthalene  β-naphthol  等

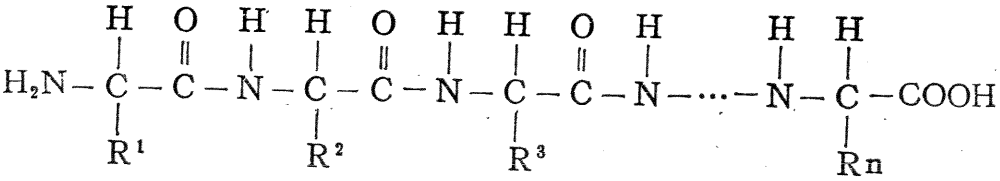
iv) 其他各種環狀式化各物有如



以上所列舉的有機化合物，尤其在分子量較大的化合物通常存有原基(Radical)，例如水酸基(−OH)、cyan 基(−CN)、nitro基($-NO_2$)、amino基($-NH_2$)、sulphone 基($-SO_3H$)、aldehyde基(−CHO)、carboxyl 基(−COOH)、methyl 基 ($-CH_3$)、ethyl基 ($-C_2H_5$)、propyl 基 ($-C_3H_7$)、ethylene 基 ($-CH_2-CH_2-$)、vinyl 基 ($-CH=CH_2$)、phenyl 基 ($-C_6H_5$)、benzyl 基 ($-CH_2-C_6H_5$)、acetyl 基 ($-CH_3\cdot CO$)、benzoyl 基 ($-C_6H_5\cdot CO$) 其他等等。這些原基在分子間的化學反應時經常是當作一集團而作移動。尤其在低分子再重合而形成高分子時，主要地亦是依靠這些原基的作用。原

基的存在可以視爲有機化合物的一基本特質。

構成生物體的基本物質便是蛋白質、脂質以及糖質（碳水化物），而且這三種物質大致可能形成高分子。因而生物體可以說是主要地由於高分子物質所構成的。而三種物質中最重要的算是蛋白質。蛋白質是由於多種 amino 酸中，某種 amino 酸的 amino 基（$-NH_2$）的H與另種 amino 酸的 carboxyl 基（$-COOH$）的 OH 相結合成爲水（H_2O），而由於此水分的脫離（脫水現象）其多種 amino 酸（天然 α-amino 酸現在被發現並且其構造式被確定的就有三十多種）依照 peptide 結合（$-CO\cdot NH-$）方式互相重合的結果所形成的。其結成方式如下：



由於三十多種amino酸的任意的組合可能形成幾乎無限多種的蛋白質。假如生物體是由於低分子物質所構成時，那末隨着溫度的上昇急劇地要變爲液體，或由於溫度的降下又急劇地要作凝固，更或容易溶解於水等的溶媒，這麼一來生物就難以維持其生命。大致說來，分子量達到一萬以上的物質就呈現出高分子的特質。然而物質成爲高分子時，就不能視爲嚴格意義的單一性分子，其實通常却是採取同類分子的混合物的形態。因而其分子量普通祇是表示多數分子間的平均分子量而已。

高分子物質大致是由於微細的單位分子（低分子）依照分子力（凝集力）以及微弱的電氣引力結成作細長的連鎖狀的重合體所形成的，而其分子量通常要達到一萬以上。構成這樣的高分子的單位因素的低分子大部份是碳化氫，aldehyde、alcohol、phenol 其他等等的有機化合物，而且這些單位分子本身是依照以碳原子爲主的原子間的結合力所構成的。如此，同種或異種的多數的單位分子（低分子）的

重合結果形成高分子時，主要地是依照低分子間的凝集力相結合而形成其鉅大分子的，因而作用於低分子間的凝集力的强度可能支配其所形成的高分子的結合性的强度。由於低分子的重合形成高分子時的其凝集力的强度是依照低分子的種類如何有所差異，而通常是有極性分子比無極性分子其强度較爲强大。這是因爲除凝集力以外，還要加上電氣引力的補强所使然的，而在此時依照參與着重合的原基的種類，對其凝集力却有顯著的影響。高分子物質的性質如何大致可以依照其構成因素的低分子的構造如何，尤其根據成爲低分子間重合的原因的原基的種類如何來予以預測。

這樣多數的低分子由於凝集力作連鎖式的重合而形成高分子，而且依照其重合的方式，就是連鎖的形狀如何可能形成各種性質不同的高分子物質。假如低分子不是單一種，而是兩種以上時，由於這些異種低分子的共同重合所形成的高分子就要顯出其所由構成的低分子所不具有的新生性質。例如由於氯化 vinyl 的重合可能形成 Poly 氯化 vinyl 的塑膠，但是這種塑膠具有冬天變硬，夏天容易着溽的缺點。於是，將少量的酢酸 vinyl 混合於氯化 vinyl 內部，而使兩者重合時，酢酸 vinyl 就插進於氯化 vinyl 連鎖間的各部位，這樣所合成的塑膠就對於天氣變動不蒙受影響。將作混合的分子種類更加增多時，可能製造性質更爲複雜的塑膠或化學纖維。重合的方式，除上列的插進式外，其他還有種種的方式，其中最普通的有如接枝式 (groft) 重合與集塊式 (block) 重合的方式。接枝式重合是指謂從第一種分子 (A) 的連鎖中的各部位伸長出第二種分子 (B) 的樹枝，其結果可能形成具有特殊性質的高分子物質。而集塊式重合是指謂幾個A分子連串作一集塊，隨着再接續於B分子的一集塊，這樣兩種集塊交互反復相連結而形成高分子的一大連鎖集塊。其結果所生成的高分子就可能成爲具備各種優秀性質的綜合性物質。而且參加重合的低分子的種類越多，其所形成的高分子的性質亦就成爲越複雜，越具有高度綜合性的。

高分子物質大部份是屬於非晶質（無定形物質）。這種物質不具

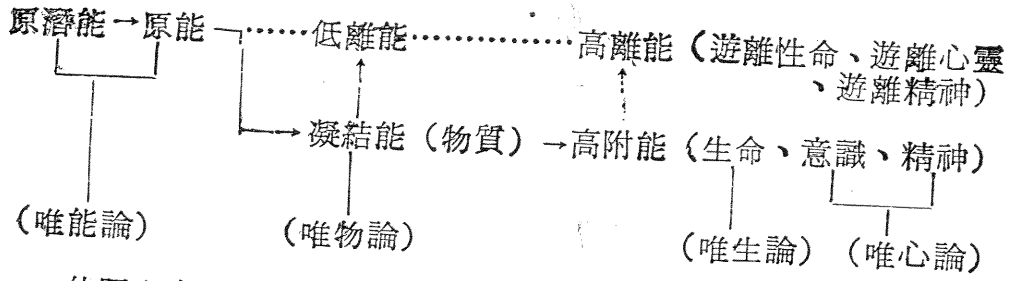
有一定明確的融解點，因而可能從固體到液體，又反而從液體到固體作連續的而徐緩的狀態變化。由於具有這樣性質的高分子物質所製造的塑膠與合成纖維等物質在理論上應視爲黏性極端高度的液體，因而即使算是微弱的力量，如其經久蒙受着此外力時，亦就要逐漸地生起變形。

出現於物質界的這樣龐雜多種的諸性質的生成原因究竟是存於其所由構成的三大階層的單位粒子（分子、原子、基子）的各種特性以及其互相間的各種結合方式等的作用過程。換言之，自然諸現象或諸物體所呈現出的各種性質便是這些單位粒子所具有的特性以及其間的互相作用的鉅視的反映。凡是帶有構造性的物質都可能分解到其構成因素，而且構成因素本身又成爲階層性的。高層的構成因素是由於低層的構成因素所形成的。雖然如此，但是我們却須要考慮兩項要件。第一是低層因素的固有性質被隱蔽於高層因素內，反之，在高層因素上却要出現低層因素所不具有的新生性質。因此第二是高層因素的性質不能完全直接還元於低層因素的性質，但這祇是就性質上的還元而說的，然而從物質組成的立場看來，高層因素的生成本身却可能還元於低層因素的存在，因而性質上的還元雖不能成立，但組成上的還元却可能成立。

【後記】：從唯能論的立場看來，物質可視爲能量的凝結物，而又是形成生命、意識以及精神等的諸種現象的媒質。我們可以假定，原初從虛無空間中醞釀出幾種根源潛能（原潛能），這些根源潛能顯現而成爲幾種根源能量（原能），而由於這些根源能量的凝結而成爲幾種根源基子（原基子）。根源能量（原能）可算爲第一次能量，而根源基子（原基子）則可算爲第一次基子。原本意義的基子應屬於第一次基子。由於同種或異種的第一次能量的結合或分離可能產生第二次能量。相同地，由於同種或異種的第一次基子的結合或分離又可能

形成第二次基子。並且第一次基子又可能解體而放出能量，這種能量則應屬於第二次能量。由於第二次能量再度可能結成爲第二次基子。依照同　的道理我們可能繼續進行類推第三次以下的能量與基子的產生。原能的凝結而成爲原基子，稱爲物質創生。反之，原基子以及第二次以下的基子的自己解體而完全變爲能量，稱爲物質消滅。構成物質的究極單位粒子自當是基子。然而構成物質（就正常的原子而說）的基子祇是雜多的諸種基子（現在被發現的大約有一百種）中的特殊的三種類而已。而這三種基子各別究竟屬於第幾次的基子，尙未能確定。現在祇能確定，由於 Negatron（陰電子），Proton（質子）與 Neutron（中子）這三種基子可能構成一系列的原子。我們又可能推定，由於Positron（陽電子），Anti-proton（反質子）與 Anti-neutron（反中子）這三種基子亦可能構成另一系列的原子。假如將前一系列的原子稱爲正原子時，後一系列的原子可稱爲反原子。正原子再構成正分子，而反原子可能再構成反分子。物質自當是由於基子、原子以及分子這三種階層的單位粒子所構成的，其結果可能產生正物質與反物質的兩種系列。據說這正反兩種物質如果相衝合時，則要完全變成能量（歸還於能量），於是物質自告消滅。

物質一旦成立後，又可能形成幾種能量場，例如重力場，電磁力場以及核力場這些物理場。這樣的能量場可稱爲低離能（脫離物質的低級的能量）。物質（基子、原子、分子）本身是屬於凝結能。將物質作爲媒質而逐次發生的生命、意識以及精神這些機能可稱爲高附能（附着於物質的高級的能量）。假如這樣的生命、意識以及精神再能夠脫離物質而成爲遊離生命、遊離意識（遊離心靈）以及遊離精神時，這些可設想的更加高級的機能則可稱爲高離能（脫離物質的高級的能量）。由於上述，能量則可分爲五種部類(1)原潛能與原能，(2)凝結能（物質），(3)低離能（重力場、電磁力場、核力場），(4)高附能（生命、意識、精神），(5)高離能（遊離生命、遊離心靈、遊離精神）。茲將其生成與連繫的關係表示如下。



依照上表亦可明示唯能論，唯物論，唯生論以及唯心論的成立位置。卽是關於現實世界的發生根源（根本原理）的假說，唯能論認爲其根本原理存於能量（原潛能與原能），唯物論認爲存於物質，唯生論認爲存於生命，而唯心論則認爲存於意識（心靈）或精神。唯物論、唯生論以及唯心論各別具有許多難點（尤其後兩論爲甚），這些均可由於唯能論得以超克。茲簡略地舉出唯能論較於其他學說的幾項優點如下。第一，唯能論不僅能夠說明物質、生命、意識以及精神的發生起源，並且能夠說明能量本身的發生起源（參閱宇宙論有關論項）。第二，唯能論能夠依據能量概念通貫地說明物質、生命、意識以及精神的各種性質。第三，唯能論能夠貫澈現實存在全般領域的連繫與發展，並且確立其法則。第四，唯能論對於其他各種超現實存在（如純理界、範疇界、規範界等）又能夠提供其闡明的基礎。

第五章　物質的發生起源

凡是要考究某種事象時，大致可以分爲三種論項來予以處理。第一是考究該事象如何生成的問題（發生起源問題）。第二是考究該事象如何組成的問題（根本構造問題）。第三是考究該事象如何展成的問題（根本法則問題）。法則又可分爲靜態的與動態的兩種。成立於構造內部的連關法則，屬於靜態的法則。通貫於其構造的發展法則，屬於動態的法則。然而這兩種法則的分別却是相對的。因爲發展法則可視爲連關法則的展相形態。就物質而說，構成物質的三大階層基子、原子以及分子的各別階層內部，以及其各階層之間均成立着連關法則。各別階層內部的連關法則成爲橫斷面的，而其各階層之間的連關法則成爲縱斷面的。後者的動態化的展相形態則可成爲發展法則。如斯，根本法則包括連關法則與發展法則在內。

分析事物的微細構造與定立其法則，乃是科學的主要課題。對是同一事項的根本構造與根本法則的考究，哲學應仰賴於科學的研究成果。如其離開科學，哲學本身却是無能爲力的。哲學通過科學所提供的研究成果，更加須要考究到事物的發生起源問題。科學通常未必考究其研究對象的發生起源問題。這在科學尙可，在哲學則不可。因爲哲學不能放棄其根本原理探究的重要任務。在本物質論的第三章與第四章中，我們主要地考究過物質的根本構造問題，附帶地稍微考究到其根本法則問題。至於物質的發生起源問題，雖偶爾提及，但尙未作深入的考究。這是想要讓於宇宙論中再來予以處理的。本物質論到第四章爲止的部份是著者在八年前的寫作。宇宙論到了今年始見出版。在宇宙論考究實有宇宙的發生起源問題中，附帶地考究過物質的發生起源問題。因爲實有宇宙的發生起源問題包攝着物質的發生起源問題，而後者通達於前者的。玆爲要使本物質論成爲較爲完整的起見，再將在宇宙論中所考究過的物質的發生起源問題的論項部份編入於物質

論內。以下將要依照宇宙論中的論述，而對於其中的有些部份再稍微加以補充的論究。倘無須增補的部份，仍按照原文轉載。附帶地說，支配着物質界的法則，在物理學與化學上已有定立雜多的法則，這些法則如再經過整理的結果，可能歸着於更爲少數的根本法則。這須要等待將來的統一理論的建立。物質的根本法則理應成立於基子階層的。然而在現階段的基子論上，尚未能確立如此根本法則（後述）。

凡屬於現實存在乃至實有存在，必定有其發生的起源。物質與精神均不能作例外。假如神是屬於實有存在，亦不能作例外。然而神學與唯心論系統的哲學却要主張絕對精神或精神實體乃至神是不生不滅的永恒的根源存在。科學與唯物論系統的哲學又認定物質是不生不滅的永恒的根源存在。科學上的所謂物質恒存原理或者質量恒存原理是繼承原子論（機械論的唯物論）的根本立場。唯物論成爲科學研究的根本前提。如此，科學與唯物論則要放棄物質的發生起源問題的考究。神學與唯心論對於精神乃至神的發生起源問題亦然。對於物質的發生起源，神學與唯心論雖有所立說，但其考究方途却犯了重大的錯誤。物質的發生起源問題連繫於實有宇宙的發生起源問題。物質是屬於現實存在的基本階層。而現實存在是形成實有宇宙的主要內涵。宇宙論上，實有宇宙可能成立其發生起源問題，然而虛無宇宙却不能成立其發生起源問題。唯物論既已放棄了物質的發生起源問題，那麼這種問題的考究祇得讓於唯能論（後述）。唯物論要溯源到唯能論。而唯能論更要溯源到唯空論。唯能論可能考究到實有宇宙的發生問題，其中包攝着物質的發生問題。實有宇宙發生於虛無宇宙（虛無空間）內。而唯空論是成立於虛無宇宙上的更爲究極的形上學說。

哲學尤其形上學從來經常要提出實體概念，認爲實體是不生不滅的永恒不變的根源存在，而將其當作宇宙萬象所由生成的根本原理看待。精神實體（如理體、第一形相、神，絕對精神、單子、實子等）與物質實體（如原子）均屬於此類。不生不滅的永恒不變的實體可稱爲絕對的實體。然而如此意義的絕對實體實際上却不能存在。如要保

存實體概念，祇能設定相對意義的實體而已。而且如此相對的實體亦祇能成立於物質基體上。我們可以將基子視爲第一層次的實體，而將原子視爲第二層次的實體。物理學上的基子大致相當於哲學上的原子，但兩者的存在狀態却大有差異。如上述，哲學上的原子是不生不滅的永恒不變的存在。然而物理學上的基子大都是生滅轉變的瞬時存在。極爲少數種的基子（如電子與質子）雖可能長久存在的，但却並非不滅的存在。基子既已有生有滅的，由於基子所構成的原子亦然。尙且在悠久的宇宙進化過程中，基子與原子的質量與性能又可能有所改變。依照唯能論的見解，基子又有幾多層次而可溯源到原基子。而原基子又可溯源到原儲能（包括原潛能與原能）。原基子卽是原能的凝結形態。原基子與基子生滅於原儲能的能量場，而原儲能生滅於虛無空間內。基子的特性是在如此極爲激烈的生滅轉變。物質實體原來是如此性質的。如有精神實體的存在，亦應指謂某種物質基體。精神實體可視爲存立於腦髓尤其大腦新皮質的腦細胞內的基本分子。生命實體乃至心靈實體亦可作類推。

I　科學的物質創生說

科學從來未曾考究過物質的發生起源問題。其實亦未必考究如此問題。物理學與化學是將物質界當作其研究的現實所與，如同生物學將生命界與心理學將意識界當作其各別的現實所與看待。物理學與化學又是將物質恒存原理（或質量恒存原理）與能量恒存原理當作其研究的根本前提。物質恒存原理是表示着宇宙內的物質間雖有變化（包括物理的變化與化學的變化），但其總量却是恒常不變的。物質具有質量與惰性，能量亦具有質量與惰性。因而物質由於能量的增減，其質量亦可能有所變動。質量並非物質所特有的，反而應歸屬於能量。另方面，物質的恒存亦可解釋作其基本構成因素的基子的恒存。然而基子可能變成爲輻射能，而輻射量反過來又可能變成爲基子。如此，單獨的物質恒存原理却是難以存立的。其次，能量恒存原理又要表示

宇宙內的諸種能量間雖有互相轉化的現象，但其總量又是保持着恒常不變的。然而基子間的互相作用的諸種現象對於如此原理的存立，時常却要提起疑義。依照物質與能量的同等性原理，物質恒存原理與能量恒存原理可能予以統合起來而成爲質能恒存原理。這種原理仍然還要堅持着質量究竟是不生不滅的。質能如有生有滅（根源意義的生滅），質能恒存原理則不能成立。我們曾經指出過，科學上的物質恒存原理是繼承哲學上的原子論（機械論的唯物論）的根本立場。科學與唯物論因均預料物質是不生不滅的根源存在，故有意無意地將要廻避物質發生問題的考究。從而物質起源問題對於科學與唯物論則要成爲嚴重的威脅問題。

如上述，科學本來不必考究到物質的發生起源問題。雖然如此，但却亦不妨提到如此問題。例如現在生物學已提到了生命的發生問題，其成果是相當可觀的。期望物理學與心理學亦可能做到如此境地。這是科學接近於哲學的方途，同時亦是哲學對於科學最感興趣與抱關懷的所在。現在物理學的基子論上已提出物質的創生與物質的消滅的理論。然而其所謂物質生滅並非根源意義的生滅，其實祇不過是物質與能量之間的互相轉化而已。假如是眞正的生滅，物質恒存原理與能量恒存原理乃至質能恒存原理則不能維持，卽要告崩潰。再者，天文學上的所謂定常宇宙論亦提出過物質創生說。依照這種學說，宇宙內的物質總量理應不斷地在增大。那麼物質恒存原理亦則不能維持。定常宇宙論主張宇宙內的物質平均存量（星雲分佈量）是恒常不變的（宇宙的定常狀態）。定常宇宙論爲要保持着宇宙的定常狀態而推翻了物質恒存原理。原是爲要保存物質平均存量的恒常性而將物質總量的恒常性供爲犧牲。孰是孰非，值得吟味。或許兩者皆非。這成爲科學上的相當奧妙的一事象。科學上所定立或預料的原理未必均爲眞確可靠的。其理論所依據的根本原理常有來自人性的先驗的要求，尙且將其認定爲神聖不可侵犯的眞理。在這方面，科學則與哲學，甚至與神學相類同的。哲學理論不容妄從之，科學理論亦然。對其理論的採納

均應抱持着愼重的批判態度。何去何從，須要明智的選擇。揭開理論背後的根本原理的秘奧，更加須要具備着能以識破的慧眼。

物質究竟有無發生起源，這是連關於物質恒存原理的存否問題。神學與唯心論是佔在有起源論的立場，而科學與唯物論是佔在無起源論的立場。然而神學與唯心論對於物質乃至宇宙所定立的起源論却是虛構的。我們不能因此則要讚同科學與唯物論的立場。兩種見解均不可採取。於是，哲學則要瀕臨於嚴重的難關與危機。這是哲學的緊要關頭。關於宇宙的起源問題的考究，應首先分別出虛無宇宙與實有宇宙。虛無宇宙可能成立無起源論，而實有宇宙却可能成立有起源論。實有宇宙是以物質爲其主要內涵的。實有宇宙既已可能成立起源論，物質亦應如此。唯能論是佔在物質乃至實有宇宙的有起源論的立場。而唯空論是佔在虛無宇宙的無起源論的立場。如有不生不滅的永恒存在，祇有虛無宇宙（虛無空間）始能該當之。卽使神亦不能成爲不生不滅的永恒存在，除非神卽是虛無空間（神卽是空，空卽是神）。實有宇宙發生於虛無宇宙內，而物質起源於能量（根源能量）。根源能量是形成實有宇宙的第一層次的存在，而物質則是其第二層次的存在。觀看諸種基子的激烈的生滅轉變現象，可以推定基子生滅於根源能量場內，而根源能量場生成於虛無空間內。基子的生滅便是物質的生滅，而且是根源的生滅。如此，物質如有根源的生滅，物質恒存原理則要告崩潰。

(1)基子論的物質創生說

原子物理學尤其基子論上所提出的物質創生說是基於物質與能量之間可能有互相轉化的現象。於此，能量轉化爲物質，稱爲物質創生。此時所創生的物質屬於基子。反之，物質轉化爲能量，稱爲物質消滅。此時所產生的能量屬於輻射能。例如兩個 Gamma 線可能凝結而變成爲一對正負的電子（正電子或陽電子 Positron 或 Positon 與負電子或陰電子 Negatron 或 Negaton ）。反之，一對正負的電子相接觸時又可能自告解體而變成爲一個或兩個 Gamma 線。然而

如此意義的物質的創生與消滅並非究極根源的生滅。一對正負的電子稱爲電子對（Electron Pair）。放射性元素所放出的 Gamma 線衝擊物質時，可能產生電子對。 Gamma 線是極爲短波長的電磁波，因而電子對可視爲光能變成爲物質的產物。電子對創生的逆行過程便是 Gamma 線的創生，這是物質再變成爲光能的。依照物質與能量的同等性的關係式（$E=mc^2$），質量 mg 的物質消滅時，可能轉變爲 mc^2 erg 的能量。電子對創生除 Gamma 線之外，由於高能量的荷電粒子在原子核的周圍作急劇的彎曲運動時亦可能生起。這是表示運動能量轉變爲物質的。又，被勵起了的原子核亦可能放出電子對，這稱爲核電子對創生。

陽電子（Positron）的發生有如下的幾種場合。(1) 10^6eV 以上的高能量的 Gamma 線衝擊物質時，在原子核周圍的電場內形成電子對。(2)高能量的荷電基子（如電子、介子、質子等）衝擊物質時，在原子核的周圍又可能形成電子對。(3)人工放射性元素中有許多原子可能放出陽電子。例如 B^9、C^{11}、N^{13}、O^{15}、Cu^{64} 等即是。 Cu^{64} 放出陽電子而變成爲 Ni^{64}，亦可能放出陰電子（Negatron）而變成爲 Zn^{64}。(4)正介子作自己崩潰時亦可能放出陽電子。陽電子本身雖是安定的，但衝入物質內時，則與陰電子相衝擊而均告消滅。此時要放出一個或兩個 Gamma 線。如與强結合着的陰電子相衝擊時，則要放出一個 Gamma 線。如與較爲自由的陰電子相衝擊時，則要放出兩個 Gamma 線。附帶地說，W. Heisenberg 曾經提出了能夠表示陽電子與陰電子的對稱性的理論。W. Pauli 又證明了遵從 Fermi 統計法的基子必定具有正負的電荷對的事實。遵從 Fermi 統計法的基子是指謂其 Spin （自轉角運動量）屬於半整數的粒子（如 Spin $\frac{1}{2}$、$\frac{3}{2}$、$\frac{5}{2}$、……$\frac{n}{2}$乘$\frac{h}{2\pi}$）。

P. A. M. Dirac 在其相對性論的電子論中曾經提出過電子對創生的理論。認爲普通所謂眞空其實是擠滿着負能量（或負運動能量

）的電子。眞空則成爲負能量電子的大海。如此負能量的電子如蒙受到高能量的衝擊時，則要變成爲陰電子而跳出眞空外。此時在眞空內則要生起一個空孔（空穴），而這個空孔便是該當於陽電子。如此，發生一對的陽電子與陰電子。眞空因爲由於負能量的電子所塡滿的，所以不能被觀測的。祇是眞空內的空孔（塡滿的缺損）始能被觀測到的。我們曾經指出過，這種理論是極爲不自然而又不合理的。凡有基子大致均具有正反的一對粒子。電子對不過是其中的一種類而已。那麼眞空內的各場處均要附纏着各種負能量的基子，卽同一的眞空點則要成爲凡有負能量的基子。從眞空內跳出的各種基子不知要跳到何處？眞空內的空孔又是由於各種基子所佔據着的。眞空以外是否尙存有另種空間，如擠滿着正能量基子的眞空或者眞正意義的虛無空間？無論由於正或負的能量所擠滿的眞空，其實不能成爲眞空，而應視爲實體空間（實有空間）。虛無空間始能值得稱爲眞空。而這些空間之間的關係又如何？屬於不同空間的正反粒子又如何可能相接觸？眞空內如何可能再生起空孔？而眞空內的空孔又如何可能成爲各種基子？此外，尙可能引起諸多疑義。理論常要出現如此不可思議的奇妙性。例如量子電氣力學中又要提出所謂電子的能量發散的無限大的理論。依照這種理論，認爲電子作加速度運動時，在其周圍要形成電磁場，而電子與此電磁場的互相作用的結果，電子的自己能量則要成爲無限大的。如此無限大的能量的來源如何，則成爲問題。電子的固有能量是有限的，理應不能成爲無限大，除非從外部供應能量或者由於根源的發生能量（無中生有）。果眞電子的自己能量能夠成爲無限大，宇宙內的能量總量則要無限地增大。如此，能量恒存原理亦則不能成立。爲要解決這種理論的困難，引起許許多多的諸種理論，到現在尙未得到定論。這可能是緣由於原本的理論本身含有不合理的因素所致的。理論內生起理論，恰如眞空內生起空孔一般。如其將非眞空認爲眞空，將眞空反而認爲非眞空，如此理論究竟屬實（眞）抑或屬空（僞）？

上述 Dirac 的電子對創生理論是依據相對性理論定立量子力學的方程式，而由於這種方程式的「解」所得到的結論。這種理論預測着陽電子的存在。這種理論發表後經過幾年，陽電子果然在宇宙線中被發現了。因此物理學界則認定這種理論是眞確的。這是表示學界太過於天眞。陽電子的存在亦可能由於別種理論來予以預測。再者，Dirac 的理論所依據的相對性理論本身的眞確性如何，又存有問題。特殊相對性論尙可容納眞空的存在，到了一般相對性論則要否定之。依據一般相對性所預測的幾項事象（如光線進路的彎曲，水星近日點的移動等）又被天文學的觀測所證實了。由此如要來證明相對性理論全般的眞確性，仍是過於輕率的論斷。其實相對性理論中含有眞確的部份，同時而又含有錯誤的部份。或許後者還要超過前者。相對性理論連關於後述的諸種實體空間的理論。而這些又連關於物質創生的理論。

現在基子論研究的深澈化已逐漸迫近於物質創生的階段。這樣傾向可以在兩方面看得出。第一是認爲物質（基子）與能量（輻射能；量子）之間不存有明確的境界。而將物質想要歸屬於能量場。第二是極力想要追究物質的奧底，卽是尋求根源物質。解明物質構造的奧密的意欲特別顯著。這又可由於其所提出的諸問題中明顯地看得出。例如基子中最基本的基子爲何？基子是否可能更加以分割爲更微細的因素？基子的內部構造如何？最單純的根源物質爲何？基子是由何種根源物質所構成，而如何被構成？基子的構成是否具有層次的程序？諸種基子的系譜關係如何？支配着諸種基子間的互相作用的基本法則爲何？其所追究的根源物質，一般地可稱爲 Elementon （原物質）。這正恰該當於唯能論的原儲能假說所設定的原基子。並且其根源物質的探究又是由於統一場理論所開展的。這可稱爲物質的統一場理論，而以提供統一的物理的世界像爲其主要目的。基子間的互相轉換的可能性是表示着其根底存有單一的物質的基礎。凡有基子的基底存有某種單一的物質逐漸被解明。而與這種基本的原物質相對應的基本的能

量場的追究便成爲物質的統一場理論的基本課題。

如上述，基子論的研究已深澈化而達到了 Elementon （原物質）的究極階段。Elementon 在概念上可視爲該當於唯能論的原基子，並且字義上亦可稱爲原基子。更進而，Elementon 再可能歸屬於或對應於基本的能量場。而基本的能量場大致又可該當於唯能論的原能場。其根本見解竟與唯能論的根本假定相類同。原來，唯能論是出自基子論的一種哲學的假說。如此哲學的推究與科學的追究的相合致，其實却不足爲奇。唯能論屬於後科學的哲學假說。這樣的唯能論反轉過來應對於科學指示其追究的途徑。即是將基本的能量場追究到原潛能，而再將原潛能追究到虛無空間（原本意義的眞空），這是在究極根源的探究上，唯能論對於基子論所可能指示的根本方途。

再說，基子論所提出的 Elementon 大致具有如下的幾項要件。(1) Elementon 的性質是最單純而且單一的。(2)其種類必須是唯一的。(3)具有粒子性或非連續性。因連續性的物質可能再加以分割，故不能成爲單一的。(4)具有互相作用的能力。因基子並非根源的，而是合成的，故 Elementon 必須具有可能合成各種基子的能力。而這種能力是依靠 Elementon 間的互相作用。(5)各種基子對應於其各自的能量場，相同地，Elementon 亦必須具有其所對應的單一的或基本的能量場。(6) Elementon 與大部份的基子相同亦具有 Spin （自轉角運動量；回轉 moment）。而其 Spin 具有$\frac{1}{2}$的決定值（最小限的回轉 moment）。由此，Elementon 則可被定義作基本的 Spinor 物質場。Spinor 場是指謂對應於 Spin $\frac{1}{2}\cdot\frac{h}{2\pi}$數值的而具有特定方向量的物理場。(7) Elementon 祇是與 Elementon 始能生起互相作用。當作基本的 Spinor 場的 Elementon 必須具有自己勵起的能力。並且又必須具有被勵起的能力。上列諸種特性中尙有屬於疑問的。例如唯一種類的 Elementon 如何可能合成諸種性質不同的基子

？又， Elementon 的作用範圍何以必須要限定於其互相間，而不能涉及到其他的基子？這些似乎須要重新的檢討。唯能論所推定的原基子的種類却是多種的，而且與其他的基子間可能成立互相作用。

Elementon 的上列的諸特性本來是與其相對應的單一的基本場所固有的。 Elementon 的這種理論稱爲「非線型 Spinor 場的統一理論」（ Elementon 與其基本能量場的統一理論）。然而這種理論尚未得到正確的結論。

凡有基子中究竟何種基子屬於最基本的？對於這項問題的看法，諸說紛紜，莫衷一是。然而多數的學者却認爲核子（質子與中子）是最基本的基子。例如坂田昌一主張凡有超重基子族與介子族是由於核子與Λ粒子（超重基子的一種）所構成的。 M. Goldhaber 又將核子與K介子當作最基本的基子。 E. Fermi 與楊振寧提倡π介子是由於核子與反核子所構成的。兩個正反的核子與π介子的質量差額是由於「質量虧損」轉變爲能量而被放出。 M. A. Markow 又認爲凡有基子是由於核子與反核子所構成的。偶數個的核子與反核子構成 Spin 屬於整數的 Bose 粒子（遵從 Bose 統計法的粒子），而奇數個的核子與反核子構成 Spin 半整數的 Fermi 粒子（遵從 Fermi 統計法的粒子）。 Markow 的理論是將基子的種類限定於最少數的一種試圖，但因許多數學的困難，未能得到滿足的結果。光子又可視爲核子與反核子的相接觸的結果所放出的能量。依照 $E=mc^2$ 的關係式，將光子的能量換算作質量時，則可相等於兩種核子與兩個反核子的質量的總和。這是使光子成爲高度的安定性的條件。這種理論可稱爲光子的核子假說。對之， L. de Broglie 提出光子的微中子假說，認爲光子是由於兩個微中子（ Neutrino ）的結合所構成的。然而這種假說未能得到實驗的證實。

一般地說，基子可分爲物質基子與輻射基子。物質基子指謂具有靜止質量的普通的基子（質量基子），而輻射基子指謂不具有靜止質量的特殊的基子（能量基子）。光子（電磁場的量子）便是屬於後者

的部類。能量基子通稱爲量子。由於兩個光子的互相作用可能轉化爲一對正負的電子（物質創生）。反之，由於一對正負電子的結合又可能轉化爲兩個光子（物質消滅）。現在一般地確認任何種基子都可能與別種基子作互相作用。這種事實便是表示各種基子間並不存有不能逾越的鴻溝。卽是表示基子間存在着近似性或者某種血緣關係。因而物質基子與輻射基子的兩者間的親緣關係的探究，則成爲基子論的重要課題。將量子概念再加以擴大時，可能適用於凡有基子。量子是從能量觀點看來的粒子，而基子是從物質觀點看來的粒子。物質原來是能量的凝結體。我們曾經指出的原能（根源能量）如何可能轉變爲原基子（根源基子；根源物質）的機序問題，或許由此可能得到解明。

如上述，基子中最基本的基子的探究，尙未得到定論。更進而，最基本的基子是否屬於原基子（唯能論所設定的根源基子），尙存有問題。原基子不僅有其原初的創生，亦有其無限連續的創生（依據原儲能不斷創生的假說）。並且其創生的種類亦可能增多（依據質能創生種類增多的假說）。就現在被發現的已超過三百種的基子而說，其種類無論如何雜多，可劃歸於五個族類。第一族類是 Microtron （微基子），這是質量最小的基子集團，其中包括光子與微中子。尤其光子的靜止質量等於零，這是表示光子如一靜止則告消滅。第二族類是 Electron （電子），其中包括正負的電子。這是構成原子殼的基子。基子的質量是以電子爲基準的。第三族類是 Meson （介子），其中包括許多種類的介子。這是介在於電子與核子之間的基子集團。第四族類是 Nucleon （核子），其中包括正負的質子與正負的中子。這是構成原子核的基子。第五族類是 Hyperon （超重基子），其中又包括許多種類的基子集團。其質量超過核子，其中亦有核子質量的兩倍程度，卽是電子質量的三千多倍的。可能尙有質量更大的超重基子。新近陸續被發現的基子大都屬於介子族類與超重基子族類的。其中可能存有由於人工所製造的。尙且這些雜多的基子大都屬於複合

基子，即是由於別種基子所合成的。關於基子的種類，尙有其他的分類法。這讓於別處再提。

普通的原子祇是由於電子與核子這兩種族類的基子所構成的。上列諸種基子中，第一族類的光子、第二族類的電子與第四族類的質子均屬於最安定的基子，其存續幾乎是恒久的。然而並非不變不滅的，亦有其一定的壽命。這些基子何以可能成爲安定的理由，這又要讓於別處再提。其他大部份的基子却是屬於瞬間的極其不安定的，其中亦有祇在一億乃至一百億分之幾秒間卽告消滅而轉化爲別種基子。新近被發現的基子中甚至亦有一千極分之一秒（10^{-23}sce）間卽告消滅的。最安定的基子中，電子的存續時間被推算爲十兆年（10^{13}），而質子的存續時間是一百京年（10^{19}）的程度。如此諸種基子的存續時間（通常稱爲壽命）成爲恒久與瞬間的兩極端，這眞是可令人深思難解的一大驚異的事象。安定的基子中，光子（輻射基子）與電子（物質基子）之間可能互相轉化，尙且質子在原子核內又與中子之間進行不斷的互相轉化的現象。在如此基子間的劇烈的轉變過程中，我們可以推想其中有微些的質能可能全告消滅。這是原本意義的質能的消滅。於是，則可定立質能有生有滅的假說。基子的創生須要通過原基子，其消滅是否還要通過原基子，則又成爲問題。這樣問題還要溯源於原能乃至原潛能的創生與消滅的問題。凡有事物生滅的究極問題存於此。

上述基子論中的物質的創生與消滅並非究極意義的，而祇是在物質與能量間的互相轉化的範圍內的生滅現象而已。這樣的生滅尙屬於相對意義的生滅。而絕對意義的生滅應深澈到原儲能的生滅，這始能稱爲究極的生滅。哲學的究極根源的探究必須深澈到如此境界。想要達到如此境界，哲學必須通過科學尤其基子論的研究成果。基子論的深澈化是否可能逼近於物質生滅的究極根源，這還要看其追究的情況如何始能判定。對此情形將要開始加以檢討以前，首先再提出Elementon（原物質）對於基子的生成關係如何的問題。依照

W. Heisenberg 的統合理論（量子力學與相對性論力學的統合），認爲原物質是屬於連續的同時而又非連續的某種單一的物質場。假如原物質是連續的，則要蓋蔽全宇宙。如此宇宙則可能成爲原物質的無限的大海。單一的物質場同時具有非連續性，即是由於再不能分割的原物質的量子所構成的。基本的物質場的非連續性可以用大約等於1（10^{-13}cn） Fermi 的長度來表示。基於量子論與相對性論的統合理論，除作用量子 h （6.625×10^{-27}erg·sec ；最小的能量單位；能量素量）與光速度 c（3×10^{10}cm·sec）這兩個宇宙定數外，還要包含第三個的宇宙定數 l_0（10^{-13}cm）。這便相是等於1 Fermi 的長度。原物質的粒子必須同時能夠轉化作正物質的粒子（+）與負物質的粒子（—）。於此，需要導入將其自乘可能成爲正數與負數的特別的「虛數」。如此在形式上$\sqrt{\pm1}$與±1之間的關係可以近似地表示原物質與基子之間的關係。據說，運用這種統合理論可能證明光子、π介子、K介子這些基子便是相當於原物質（基本的 Spinor 物質場）的高度被勵起的狀態。再說，決定原物質的性質，尙且爲要表現單一的自然法則，必須將物質緊密地統合於空間與時間（空間、時間、物質的統合體）。

基子論的深澈化的過程中，我們特別須要注目兩種理論的提出。因爲這兩種理論可視爲逐漸將要逼近於物質生滅的究極根源的試圖。第一種是基子的統一理論，第二種是基子的時空理論。統一理論中又包括幾種形態，例如複合理論、 Spinor 場一元論、非線型 Spinor 場理論等。其他尙有幾種理論讓於別處再提。其主要目標可擧出兩項。第一是尋求凡有基子中的基本的與派生的系譜關係，藉以統一地說明基子間生滅的程序。第二是尋求凡有基子所由生滅的基本的能量場。從唯能論的見地看來，尋求基本的基子似乎指向於原基子，而尋求基本的能量場似乎朝向於原儲能的途徑。自然現象的究極原因可以歸着於基子的性質與基子間的互相作用。從將萬物的根源求之於基子的

立場看來，基子的種類越少越符合於理論的要求。基子的種類的增多反而招致基子階段將要告終結，而更深一層的階段卽將要開始的預兆。如其要瞭解基子間的更深一層的連關時，則要追究到存於基子背後的超基子的根源。依照複合理論，認爲現在被發現的多數種的基子中祇有極其少數種的屬於眞正的基子，其他都屬於擬似的基子。眞正的基子指謂單一基子，而擬似的基子指謂複合基子。複合基子便是兩個以上的單一基子的複合體。單一基子屬於基本的基子（眞性基子），而複合基子屬於派生的基子（假性基子）。從這種立場看來，現在被發現的基子以外，尙可能預料繁多的極其不安定的假性基子的存在。新近陸續大量被發現的基子中可能推定大都屬於此類的。至於何種基子屬於基本的單一基子（眞性基子），尙未能得到定論。眞性基子與假性基子的判別基準何在，亦尙未被確定。關於這些問題的更爲具體的說明，讓於別處再來予以敍述。

其次， Spinor 場一元論是由於 Broglie 所提出的光子的微中子假說出發的，而發展到 Heisenderg 的非線型 Spinor 場理論。Heisenberg 認爲表現原物質（Urmaterie；Elementon）的場是屬於一種 Spinor 場，並且表現於這種場的基本方程式必須採取非線型的方程式。無論是單一基子或複合基子，凡有基子都可以當作這種基本方程式的各種「解」而獲得的。各種基子的質量的差異亦可能從其方程式中的非線型項所獲致的。尙且規定基子生滅的法則又必須從其方程式中的對稱性所導出的。除此對稱性外，規定基本方程式的指導原理祇是在求得最單純的形態。要之，這種理論的根本意圖是在從表現於 Spinor 場的非線型方程式的各種解（解的多樣性）來引導出各種基子（基子的多樣性）。各種基子中，光子的 Spin 是 1，介子的 Spin 是 0，其他基子的 Spin 是$\frac{1}{2}$的數值。基子的數學的表現通常採用 Scalar、Vector、Tensor、Spinor這樣的量。 Scalar 是對應於 Spin 0，Vector 對應於 Spin 1，而 Spinor

對應於 Spin$\frac{1}{2}$的量。從 Spinor 可能導出 Scalar 與 Vector 等量。然而從 Scalar 與 Vector 却不能導出 Spinor 量。因而可以將 Spinor 認爲基本量。基本的物質場（其實是能量場）採取 Spinor 量而稱而 Spinor 場的理由存於此。這對於基子間的生滅關係的探究上是特別重要的事項。祇從基子的 Spin 的見地看來，採取 Spin$\frac{1}{2}$的 Spinor量的基子則可認爲屬於基本的基子。關於 Spinor 場一元論乃至非線型 Spinor 場理論，尙有許多問題未能得到解決。我們現在祇能瞭解這種理論的根本意圖是存於從單一的基本的 Spinor 場中導出各種基子的生滅現象，則可滿足。

基子論深澈化的第二種理論便是基子的時空理論。正統的基子論原來是基於量子論與相對性論，尤其是量子力學與特殊相對性論。特殊相對性論所採取的時空是 Minkowski 的時空，這是屬於等方均質的平坦的時空連續體。在這種時空，時間成爲空間的第四次元而形成四次元的空間世界。這種空間尙可能成立爲空虛的空間（眞空）。更進而，一般相對性論所採取的空間是 Riemann 空間，這是屬於非等方非均質的歪曲的空間。這種空間不僅將時間，亦且將物質融合於其中的而成爲時空（四次元空間）與物質的統合體（空間、時間、物質的三位一體）。如此空間則成爲連續媒質的實體空間。於是，眞空則無法存在。物質的物理的性質終究要歸屬於空間的幾何學的性質。基子亦然，如此基子則成爲空間本身的微細構造的構成因素。物質的微細構造與時空的微細構造結成爲統合體。基子與時空之間成立着如此緊密的連關。基子可視爲空間本身的量子化的現象形態。在特殊相對性論，物質創生問題尙可能成立。然而在一般相對性論，物質創生問題似乎不能成立。除非時空本身可能成立其創生問題。如其不能成立，物質創生問題亦則不能成立。這與唯物論却有相類似之處。無論如何，物質的創生必須預料眞空的先在所與。

適應於基子的創生與消滅這樣非連續的變化之某種非連續性，可以推定存於時空的微細構造。時空的這樣的非連續性，其實是對應於基子這樣的點粒子（相當於古典力學的質點）的非連續性。然而量子力學所處理的基子並非限定於確實存在（1）與確實非存在（0）這樣非連續的兩個狀態，而是可能指示其存在確率在1與0之間所能採取的連續的各種狀態。如此量子力學的狀態的總體可能形成一種連續的空間。這種空間則可成爲無限次元的複素空間，而稱爲 Hilbert 空間。Hilbert 空間卽是連關於基子的存在樣式的，而又是包含其量子力學的狀態總體的一種實體空間。Hilbe·t 空間不僅包含正確率（＋），亦可能包含負確率（－）的一種奇妙的空間。這種空間具有連續性的性質，卽是屬於連續媒質的實體空間的一種。關於時空的新奇的構想，尙有「時空的量子化」的幾種試圖。其中有四次元量子化乃至五次元以上的多次元量子化的種種形態。將時空連續體（四次元空間）中的各點予以量子化，這可以對應於各種基子的存在狀態。其背後可以推想存有廣大的 Hilbert 空間，這種空間尙未被限定作明顯的時空構造以前的狀態可視爲渾沌的世界。再將這樣的時空認爲由於四次元的格子點所形成時，則可成立「格子空間」。更進而，亦可能逐次構想五次元以上的多次元的時空連續體，甚至於無限次元的複素空間。這些可視爲時空觀念的數學的思辨，至於其實在性如何，則可以置疑。此外，有關基子生滅的空間理論尙有解析的S行列理論、Legge-Poll 理論等，這些讓於後來的機會再來予以敍述。我們回想到 Dirac 的似是而非的眞空理論時，亦可將其眞空視爲一種思辨性的實體空間。物理學者與數學者的思辨能力却不遜於形上學者。後者嘗慣以語言迷惑人，而前者更能以數式蒙蔽人。

關於基子與時空的連關問題，尙有所謂局所場理論與非局所場理論的對立見解。局所場理論認爲基子本身不具有廣袤性的點粒子。局所場是指謂推想時空的各點存有各別獨立的演算子（operator），而當作如此時空的各點的函數所成立的全體場。反之，非局所場理論認

爲基子本身具有廣袤性。而當作時空的兩點的函數所成立的場，稱爲狹義的非局所場。例如由於發條所結合起來的兩個質點可比擬於這種場。再將狹義的非局所場擴大起來的，則可形成非局所場。所謂 Hilbert 空間便是連關於這種非局所場。大致看來，局所場具有非連續性的，而非局所場具有連續性的構造。孰是孰非，尚無定論。其次，特別對於空間尤其眞空（虛無空間）而說，基於一般相對性論的基子論自當要予以否認，而支持實體空間的立場。否認空虛空間的實體空間的觀念在哲學上有其長久的傳統（Parmenides → Aristoteles→ Descartes）。科學上亦有這兩種空間的對立情形。例如所謂 Ether 空間便是屬於一種實體空間。否認 Ether 存在的相對性論又要導入另種實體空間（時空與物質的統合體）。這自當是要來否認空虛空間的存在。基於一般相對性論的基子論者 Dirac 甚至倡導出，空間是由於負能量的基子所遍滿的，而這便是該當於普通所謂的眞空。這可視爲 Ether 空間的新種的復活形態。如上述，基子論上的時空概念是相當紛亂的。這須要予以澄清（讓於後來時空論的討究）。物質創生問題是否可能成立，端賴於空虛空間（虛無空間）是否可能存立。然而問題並非如此單純。這看唯物論便可知曉。

科學上的基子可以說是該當於哲學上的原子。卽是科學的基子論可視爲哲學的原子論的具體化的形態。科學上的基子與哲學上的原子都被認爲構成物質的究極因素。然而兩者間却有顯著的差異。哲學的原子論主張宇宙是由於空虛的空間與實質的原子所構成的。尙且原子是不生不滅的永恒存在，而不斷地運動於空間內。哲學的原子論屬於純正的唯物論（機械論的唯物論）。其雖承認空虛空間的存立，惟因認原子爲不生不滅的永恒存在，故無從成立物質創生問題。然而科學上的基子，除極少種的安定性的基子外，其他多種都屬於瞬間的存在，而不斷地生滅於空間內。基子論大致偏向於支持實體空間，於此亦無由成立物質的原初創生問題，除非從究竟無（絕對無）中能夠創生實體空間。基子論如能追究到基子生滅於空虛空間內，始能達到物質

創生的究極境界。如其想要達成此境界，其路程並非遼遠，祇是從實體空間跨進到空虛空間（眞空）則可。實體空間的觀念似乎成爲問題考究的障碍。其存廢祇是在一念之差。哲學上存有不少的多餘的幻想。科學上往往亦有相類似的情形。哲學上存有語言的魔術。科學上亦有數式的魔術。將基子的統一理論與時空理論統合起來，儘量排除其多餘的夾雜因素，而沿着正確的路線進行追究時，其結果或許可能與唯能論所指示的研究途徑（基子→原基子→原能→原潛能→虛無空間）相合致。然則唯能論的假說反轉過來亦可期望得到科學上的實證。哲學特重於合理性，而科學特重於實證性。合理性與實證性的更高的合理的統合乃是學問的理想形態。淺薄的實證主義的立場尙缺如合理性。

基子論的物質創生說的根本見解大致是如上述的，尙有遺漏的部份以及對其更深一層的檢討，讓於後來的有關論項中再來予以補充。我們再將基子論的物質創生說更加以深澈化，由此可能建立唯能論。卽是前者可成爲後者的科學的根據。唯能論認爲能量先行於物質，而能量又可溯源於原能乃至原潛能。純正的唯物論成立於哲學的原子論，而成爲科學尤其自然科學的根本前提。哲學的原子論的具體化的形態成爲科學的原子論，而後者的更深澈化的形態成爲基子論。如此看來，哲學的原子論（唯物論）則可視爲科學的原子論乃至基子論的哲學的根據。而基子論的更加深澈化的理論便可成立爲唯能論。如此唯能論可連繫於唯物論，且再將其深澈化而成立的哲學理論。要之，唯能論是一方面將唯物論，另方面將基子論加以深澈化而成立的。玆將這幾種哲學與科學的理論的發展程序表示如下：(1)哲學的原子論（唯物論）→(2)科學的原子論→(3)基子論(屬於科學)→(4)唯能論（屬於哲學）。哲學與科學的連繫關係如此密切，且其間又成立着互相依存關係。我們期望唯能論可能成爲再使科學深澈化的哲學的根據。得自科學，理應再寄與科學。來自科學，亦得還諸科學。

附帶地說，最近美國的幾位物理學者將基子認爲某種函數的複素

數在空間上所呈現的特異點。而且基子的多種性是要歸因於這樣的特異點的多樣性。自然界因應量要從多數形態中選擇出具有數學的優良形態的函數，所以就要導出具有多種多樣的變異性的基子。這種理論可能是類似於所謂解析性理論乃至解析的S行列理論。湯川秀樹又從其非局所場理論的見地，認爲各種基子的存在是由於其旋廻運動的形態與程度如何所呈現的。坂田昌一等人後來又主張基本的基子是在微中子，由此出發一方面導出光子，另方面導出電子、介子，進而再導出質子、中子、Λ粒子等的基子。這些理論大致可視爲基於數學立場而從物理場乃至空間中導出各種基子的試圖。由此可見基子論的探究逐漸逼近於原能場（原物質的基本的 Spinor 場可視爲屬於或類似於原能場）乃至空間。然而其所指示的空間是否指謂虛無空間，尙有考慮的餘地。所謂非局所場似乎尙屬於一種實體空間。然則須要再追究到虛無空間始能達到究極境界。因爲實體空間的成因如何的起源問題仍然存立着。如有實體空間的存在，亦則應成立於虛無空間內。溯源到虛無空間，發生起源問題的考究始能告終結。因爲虛無空間成爲究極的根源所與。從而唯能論更可溯源到唯空論。如此，唯空論則可成爲形上學上的究極學說。唯空論可以對應於唯實論。而唯實論可以包括唯能論與唯物論在內。

(2)定常宇宙論的物質創生說

宇宙起源論依繫於物質起源論，而後者通達於前者。這是表示着宇宙起源論必須通過物質起源論。我們曾經指出過，宇宙起源論祇能成立於實有宇宙，而虛無宇宙無由成立其起源論。卽實有宇宙發生於虛無宇宙內，而虛無宇宙本身却是不生不滅的永恒的根源所與。從唯能論的立場看來，實有宇宙發生的第一層次是能量的發生，物質的發生則是其第二層次的發生。能量與物質便是構成實有宇宙的基本原素與主要內涵。實有宇宙的發展亦可視爲能量與物質的發展。尙且物質是能量發展過程中的一段階層。物質是能量所凝結的產物，因而可以稱爲凝結能。而凝結能屬於能量的五種部類中的第二部類。在此部類

中，能量與物質成爲同等的。附帶地說，能量的五種部類指謂(1)原儲能、(2)凝結能（物質）、(3)低離能、(4)高附能以及(5)高離能（參閱拙著「宇宙論」第六章附說唯能說概說）。

再說，嚴格意義的宇宙起源應指謂實有宇宙的原初創生。相同地，嚴格意義的物質起源亦應指謂物質的原初創生。而物質的原初創生是指謂從虛無空間（虛無宇宙）中的創生。如此意義的物質創生又要分別出不斷的無限創生與此無限創生的開端。宇宙的原初創生即是連接於物質的無限創生的開端。物質創生除原初創生外，尙有在能量場內的物質與能量的互相轉化過程中的物質創生，這是相對意義的物質創生。基子論上通常所提出的物質創生大致是指謂這種意義的。然而如上節所述，却已有從相對意義的物質創生逐漸逼近於究極意義的物質創生的趨勢。如此基子論對於物質創生說可期望有其重大的貢獻。倘若再能夠追究到物質原初創生的開端，則對於宇宙的原初創生說或宇宙起源論更加有所貢獻。這些均俟於其將來的開展。過去形上學上的究極問題的眞實的解決依繫於基子論的深究。反過來說，基子論可成爲新時代的形上學。基子論成爲微細物理學，而微細物理學通達於形上學。另方面，形上學亦應深澈到微細物理學（Microphysics⟷Metaphysics）。過去哲學所未能解決的問題須要等待科學來謀求解決，這對於哲學可以說是一大諷諷。關於物質起源問題至乃宇宙起源問題的處理，在過去的哲學上，唯心說完全犯了錯誤，而唯物論又無能爲力。溯源於哲學的原子論的唯物論仍屬於科學以前的理論形態（前科學的形上學）。唯心論更加如此。唯能論是通過科學的基子論而成立的科學以後的理論形態（後科學的形上學），而且可能超克唯心論與唯物論的傳統的對立學說。然而唯能論所提出的諸種假說，尙須要等待將來科學研究的證實。如此唯能論還要深澈到唯空論始能達到究極的境界。卽在形上學上，唯空論始能成爲究極學說。

宇宙起源論緊密地連關於物質起源論或物質原初創生說。宇宙起源論本來是屬於哲學或宇宙論的考究部門。如上述，宇宙起源論應指

謂宇宙原初創生說。科學的宇宙論尙未考究到宇宙的原初創生的境界。哲學的宇宙論則應考究到如此境界始可。唯能論乃至唯空論便是想要開拓通達於如此境界的根本途徑的一種試圖。科學的宇宙論上所見的宇宙創生說尙停留於相對意義的宇宙創生的階段，並非指向其究極意義的原初境界。其物質創生說亦然。科學的宇宙論有許多學說，如靜態的宇宙論與動態的宇宙論，定常的宇宙論與非定常的宇宙論。而非定常的宇宙論的代表學說可以擧出爆發宇宙論。這些學說中，定常宇宙論含有物質創生說而缺如宇宙創生說。反之，爆發宇宙論含有宇宙創生說而缺如物質創生說。這是表示着科學的宇宙論上的奇異事象。靜態宇宙論認爲宇宙間的物質總量與其分佈狀態以及宇宙範圍是永恒不變的，因此無由考究宇宙創生問題。定常宇宙論與爆發宇宙論均屬於動態宇宙論，然却成爲對立學說。如上述，定常宇宙論中雖含有物質創生說，但仍未見有宇宙創生說。因爲其認定宇宙爲無始無終而且永遠保持其恒常不變的狀態。因而其所提示的物質創生是指謂不斷的無限創生，並非指謂其創生的開端。正恰相反地，爆發宇宙論雖有宇宙創生說，但却缺乏物質創生說。沒有通過物質創生說的宇宙創生說是屬於僞裝的。爆發宇宙論將宇宙開始爆發或開始膨脹的時點看作宇宙的開闢，這便是其所謂的宇宙的創生。宇宙開始膨脹以前的所謂原始宇宙的根源如何，除有人如 Lemaitre 主張由神所創造外，則付諸不問。這種宇宙創生說不僅不澈底，而且頗爲神奇的。現在的科學的宇宙論中祇能看見如此幼稚的宇宙創生說而已。所以急切期望哲學的宇宙創生說出現的理由存於此。

現在科學的宇宙論中祇有定常宇宙論提出物質創生說。這種學說所由提出的動因並非在處理宇宙起源問題乃至物質起源問題，而是出於想要補償由於宇宙膨脹所生起的物質量的減少的必要措施。定常宇宙論認爲宇宙是無始無終而且永遠保持恒常狀態（詳細參閱拙著「宇宙論」第二章第四節定常宇宙論）。其實這與原本意義的物質創生含有相牴觸之處。宇宙起源論上的物質創生是指謂原初的物質發生。然

而定常宇宙論上的物質創生却是指謂宇宙發生後的宇宙生成過程中的物質的不斷創生，卽是無限的物質發生。定常宇宙論旣已認定宇宙爲無其始源，則無從成立宇宙起源論。沒有考慮到實有宇宙的發生起源的物質創生說是不澈底的。物質的原初發生與無限發生，在概念上應有所分別。再說，定常宇宙論的物質創生却是限定於宇宙內的特殊區域的。這與無限空間的絕對平等性的宇宙論原理又有所牴觸。其次，稍微再回顧定常宇宙論中的物質創生的大略情形如何。P.Jordam認爲物質創生是以超新星的形態出現的。卽從虛無空間中突然地發生超新星這樣的鉅大天體。這顯然犯了通常意義的「無中生有」的錯誤。並且所謂超新星是恒星將要告死滅時發生大規模爆發狀態的天體。如此超新星是臨終時的天體，並非誕生時的天體。超新星的名稱本來是不妥當的。其爆發時或許可能有新物質的創生，但並非超新星本身的創生。這亦應有所分別始可。繼而 F.Hoyle 起初所提出的物質創生的形態是氫原子，然後再修正爲質子、中子、電子這些基子。Bondi 與 Gold 所提出的亦屬於基子部類。如此雖逐次逼近於物質的究極因素，然而對於物質如何發生的問題均未予考究。至於爆發宇宙論者 G. Gamow 認中子爲根源物質，而對其發生問題亦無所考究。中子本來是屬於不安定的基子，其平均壽命大約祇有十幾秒間。依據其學說，僅在半小時內由於中子的轉變可能完成原初宇宙創生的一大事件。殊不知在如此宇宙創生以前的中子的來源與其存在狀態如何。這又可算爲科學的宇宙論上的一種奇異事象。其實在物質發生的考究上，我們總不能對於科學的宇宙論有所苛求。這須要等待物理學尤其基子論的探究。然而現在基子論的物質創生說仍尙未能滿足我們的期望。

Ⅱ 唯能論的物質起源論

如上節所述，科學的物質創生說尙未達到原本意義的物質起源論。雖然如此，却可見已有逼近於追究物質發生起源的跡象。例如試圖

從單一的基本的 Spinor 場中導出各種基子的生滅現象，或者從諸種實體空間（如 Hilbert 空間、格子空間等）的量子化來導出諸種基子的生成（即將基子視爲實體空間本身的量子化的現象形態）。然而所謂基本的 Spinor 場與實體空間的成立由來如何，則成爲問題。假如基本的 Spinor 場是指謂一種基本的能量場時，則可示唆着基子生滅於這種能量場。並且諸種實體空間的量子化又可示唆着能量場的存在。因爲量子化的概念本來是屬於能量論的領域。凡屬於現實存在乃至實有存在，必定有其發生起源。能量場與實體空間亦不能作例外。又有如，將基子認爲某種函數的複素數在空間上所呈現的特異點。然則從複素數中如何可能生成基子，又成爲問題。上列諸種物質創生的看法可視爲數學主義的見解。如此數學主義的物質創生說可稱爲唯數論。這是將「數」認爲物質乃至宇宙生成的根本原理（根源）看待。如此見解可能溯源到古代希臘的 Pythagoras 學派的數理形上學。此外，科學的物質創生說又有可能溯源到 Platon 的理體形上學與 Aristoteles 的形相形上學的相類似的另種見解。例如從某種幾何學的原型來導出基子的生成，可歸屬於此類。這些均可歸屬於廣義的唯心論（包括唯理論在內）。這可表示在科學理論中又存立着唯心論與唯物論的對立學說的情形。

物質起源論包攝於宇宙起源論之內。這是表示物質發生起源問題的考究須要通過宇宙發生起源問題的考究。另方面，宇宙起源論依繫於物質起源論，而後者通達於前者。這又表示宇宙起源問題的考究須要通過物質起源問題的考究。如此，物質起源論與宇宙起源論成爲互相依存的密切關係。關於宇宙起源論，我們在宇宙論中已有所概述。其中自當包含着物質起源論在內。以下我們可以將宇宙論中的有關物質起源論的部份重新提出則可。宇宙的基本內涵是在能量與物質。而且根源能量先行於根源物質。因而能量發生成爲宇宙發生的第一階段，而物質發生則成爲其第二階段。能量與物質出現後的宇宙成爲實有宇宙。而實有宇宙出現於虛無宇宙（虛無空間）內。將根源能量（原

儲能）認爲實有宇宙生成的根本原理看待的形上學說，可稱爲唯能論。而將虛無空間認爲實有宇宙出現的根源所與看待的形上學說，可稱爲唯空論。如此，唯能論更要深澈到唯空論。唯空論可成爲形上學上的究極學說。我們又可以將唯能論與唯物論統合起來而稱爲唯實論，藉以對應於唯空論。

宇宙究竟是否有其發生起源，這是連關於物質發生起源問題的。這是哲學的究極問題。我們曾經指出過，神學與唯心論認爲物質乃至宇宙有其發生起源（有起源論）。而科學與唯物論却認爲或預料無其發生起源（無起源論）。科學上的物質創生說，如上段所提示，亦有些偏向於廣義的唯心論（包括唯數論、唯理論）的。但在原則上，科學却是佔在唯物論的立場。唯心論哲學大都是神學的變相形態。因而這一系統的物質乃至宇宙的起源論終究可歸屬於創造說。其所採取的方途犯有重大錯誤，尙且創造物質乃至宇宙的神本身的根源問題較於物質乃至宇宙的根源問題更加難爲處理。唯物論與以唯物論爲根本前提的科學認爲物質是無始無終，不生不滅的根源存在（科學上的物質恒存原理卽是表示這種見解而成爲科學的根本前提）。因而物質起源論則無法成立。這一系統的見解是表示根本原理追究的不澈底與廻避。我們對於上舉這兩系統的看法均不能同意與滿意。兩者都存有難點，其間形成了哲學史上的一大僵局。於是，我們不得不排除其難點，進而打開新局面與開拓新途徑。而對於物質乃至宇宙的起源問題的處理上，必須超克唯心論與唯物論的立場。

物質起源問題的考究首先須要通過宇宙起源問題的考究。而對於上段所舉出的宇宙是否有其發生起源的問題的考究，我們又首先須要分別出虛無宇宙與實有宇宙這兩種宇宙。否則，宇宙起源論就無由進行的。我們不妨預先提示考究的一段歸結如下：關於虛無宇宙可能成立無起源論，而關於實有宇宙却可能成立有起源論。直率地說，虛無宇宙無其起源，而實有宇宙則有其起源。宇宙起源問題的基本要項存於虛無宇宙如何可能轉變爲實有宇宙。其考究的重點與其解決的關鍵

亦存於此。實有宇宙是生成於虛無宇宙內。恰如凡有事物生成於空間內。凡有事物的存在必須預料其所以可能存在的空間。空間便是凡有事物所以可能存在的預先條件。所謂虛無宇宙卽是指謂虛無空間。虛無宇宙亦卽是實有宇宙所以可能存在的根本前提。實有宇宙尙未出現以前的虛無空間可稱爲虛無宇宙。虛無宇宙像是容納實有宇宙的空虛的容器。虛無空間是指謂無任何事物存在於其間的空間。我們較爲容易想像有如此空間的存在可能性，然而極其難爲想像無空間的事物的存在可能性。事物的存在須要依存於空間的存在，後者却無須依存於前者。卽是空間的存在先行於事物的存在。這亦卽是表示虛無宇宙先行於實有宇宙。虛無宇宙等於虛無空間。虛無空間是屬於無性的存在，卽是屬於非積極存在性的消極存在（非存在性的存在，無性的有）。虛無空間雖屬於空無的存在，然而其存在並不遜於實在事物的存在。

凡屬於現實存在乃至實有存在，必定有其發生起源。而其發生亦必定有其所以發生的場處。如此場處卽是指謂空間。空間便是凡有存在所以可能生成的預先條件。虛無空間亦卽是實有宇宙所以可能生成的先行預件。要之，虛無宇宙成爲實有宇宙的存在與生成的根本預件。然則虛無宇宙是否又有其所以發生的根源？如此虛無宇宙的起源問題較於實有宇宙的起源問題更爲究極。這對於哲學的根源追究（根本原理探究）的要求成爲難以避免的嚴重問題。假如虛無宇宙尙有根源，則必須預料先行於虛無空間的某種存在。這種先行存在如何可能存在，則成爲問題。如其屬於現實存在，則必須存在於空間內。然則其存在與空間存在之間便要生起循環論法。如其屬於超現實存在，則究竟要指謂何種存在？於是，神學者或唯心論哲學者可能任意提出超時空的永遠存在如神、精神實體、絕對精神等這類的存在。這些超現實存在如何可能創造或產生虛無宇宙，又成爲問題。原來，虛無空間是無限的。如此無限的空間假如有其生成，其生成須要無限的時間。尙且在生成過程中的空間並非屬於無限的。有一定界限的或可能推擴的

有限的虛無空間却是難以設想的。要之，虛無空間的無限性是非生成的。更加嚴重的問題便是先行於虛無空間的超現實存在本身的起源問題。假如想要澈底追究其根源時，則難免要遭遇到無限論法的難題。總之，從先行於虛無宇宙（虛無空間）的超現實存在如何可能出現虛無宇宙，這種根源問題終究不能得到解決。我們可以推想，即使有先行於虛無空間的超現實存在，其存在亦理當較於虛無空間更爲空虛的。這種存在寧可說是應屬於眞正的非存在。即是其存在應完全被否定。我們對於虛無空間的存在尙不能予以否定，對於比較虛無空間更爲空虛的存在則不然。認爲先行於虛無空間的所謂超現實存在，其實祇不過是屬於虛構觀念而已。向來的神學者或唯心論哲學者對於如此虛構觀念反倒要賦予眞實存在的意義。

如上述，虛無空間是屬於無性的存在。惟因其屬於無性的存在，故得以成爲無限的存在。而其無限是屬於完結的無限，並非屬於生成的無限。如此非生成的無限空間具有兩種意義。第一是無限空間不能由於其他任何存在所創生的。這是表示不能設想有任何先行於無限空間的更爲根源的存在。第二是無限空間本身是屬於最根源的存在。這是表示無限空間屬於根源所與或根源與件。第二義自當是第一義的延伸。因此我們可以認定，虛無宇宙乃是屬於根源所與。如此既然成爲根源所與，則無由追究其根源。由此我們可以得到虛無宇宙的無起源的歸結。這便是關於虛無宇宙可能成立無起源論的論結。然而在觀念上我們還可以設想，虛無宇宙（虛無空間）的背後尙存有究竟無。究竟無是指謂再將虛無空間予以撥無（否定）的根源無，這可視爲第一義的絕對無。這是屬於眞正意義的非存在，雖可以當作思考上的觀念對象，其實却絕無其存在的可能性。否則，究竟無就要陷入自己矛盾的困境。究竟無既然絕無其存在，則絕不可能當作虛無空間的根源。因而虛無空間仍然可能維持其根源所與的境位。從究竟無如何可能出現虛無空間，這却是超越哲學的根源探究的極限。可能追究到的宇宙起源論則要限定於如下的範圍內：以虛空間爲根源所與，由此出發而考究實有宇宙如何可能生成的途徑。如此，宇宙起源論則成立爲實有

宇宙自然生成論。虛無宇宙先行於實有宇宙。後者生成於前者內部。以上所論述的虛無宇宙與實有宇宙的分別，乃至虛無空間的根源所與的認定便是考究宇宙起源論的第一根本前提。其第二根本前提是有關虛無空間的宇宙論原理。

宇宙論原理包括四個要項。第一要項是有關宇宙空間的諸特性的根本前提。第二要項是有關原儲能發生的假說。第三要項是有關實有宇宙的自然生成的根本假定。第四要項是有關實有宇宙範圍推定的根本假定。其中第二與第三要項對於物質起源論特別具有重要性。以下專就這兩個要項予以論述。其餘兩個要項則可從略。

宇宙起源問題的要訣是在虛無宇宙如何可能轉變爲實有宇宙，即是從虛無宇宙內如何可能生成實有宇宙。這是問題的眞正所在。向來的有關宇宙起源的見解，無論是有起源論或無起源論，因都未曾識破問題的這種要訣與其眞正所在，終歸於失敗。無起源論應限定於虛無宇宙，而有起源論應限定於實有宇宙的範圍內，始能成立。否則，問題處理就不能得到正確的途徑。就宇宙論原理的第三要項而說，宇宙起源論應成立作實有宇宙自然生成論（包括自然發生論）。這有兩項含義。第一是實有宇宙的發生並非一次完結的，而是恒久的連續發生，即是從悠久的過去到無限的未來的不斷的發生。這種發生是進行於無限過程中，或許是無終結的。第二是實有宇宙的發生是自生自成，自發自動的（自己原因），絕不依靠任何其他存在的外力。宇宙的生成過程乃是自然的生成過程。假如宇宙是由於某種外在的存在者如神、精神實體、絕對精神等所創造或產生的（非自己原因），宇宙的生成則不能稱爲「自然」的。凡有的存在者都生成於實有宇宙內，絕無所謂先行於實有宇宙的任何存在有者的存在可能性。即使有如此存在者，亦應屬於實有宇宙內。因而以先行於實有宇宙的存在者來說明實有宇宙的發生或生成，乃是犯了本末顚倒的錯誤。這種妄想的根由既已顯明，則應被掃除。任何存在者的發生亦歸屬於實有宇宙內的發生。除虛無空間外，任何存在者都要歸屬於實有宇宙內。否則，祇不過

是虛構觀念而已。即使神亦不能作例外，除非神是屬於虛無空間（神即是空、空即是神）。宇宙自然生成論可以推翻宇宙創造說與其相類似的哲學的謬見。

對於無始無終，不生不滅的存在，無由考究其起源問題。不生不滅的存在可以設想有兩種部類。第一是無性的存在，虛無空間便是屬於此類。虛無空間可視爲虛無宇宙。第二是有性的存在，神學者、唯心論者以及唯物論者所提出的宇宙生成的根本原理可屬於此類。唯物論者認爲或預料物質是無始無終，不生不滅的永恒存在。物質的存在既已內屬於實有宇宙，然則實有宇宙的起源問題亦就無由成立。神學者與唯心論者認定神、精神實體、絕對精神等爲無始無終，不生不滅的永遠存在。即使有如此類的存在，亦應內屬於實有宇宙。由此看來，實有宇宙的起源問題亦則無從成立。況且其所認爲先行於實有宇宙的存在者均屬於虛構的幻想。唯心論站在宇宙有起源論的立場，而唯物論站在宇宙無起源論的立場。對於宇宙起源問題而說，前者是假構問題或隱蔽問題的眞正所在，後者是問題追究不徹底或廻避問題的討究。物質既已內屬於實有宇宙，我們相信尙有其根源問題的成立可能性。假如神等的精神屬於眞實存在，亦然。我們可以提出原儲能來當作物質乃至精神發生的根源看待，這種立場可稱爲唯能論。宇宙論原理的第二要項便是指示這種假說。可能再追究物質起源問題的唯能論自當可成爲較於唯物論更加澈底的理論。在虛無空間內出現原儲能而由此結成物質，這便是實有宇宙出現的開端。實有宇宙發生的根源存於此。唯能論還要深澈到唯空論。我們曾經指示過，虛無空間應視爲根源所與或根源與件，因而其起源問題無由成立。虛無空間亦即是虛無宇宙。虛無宇宙雖無法討究其根源，實有宇宙則不然。除虛無空間（虛無宇宙）外，我們再不能預料有任何先行於實有宇宙的存在者（如唯心論者所預料），以及其他任何不生不滅的存在者（如唯物論者所預料）的存在。上舉的不生不滅的存在的兩種部類中，我們祇能承認第一部類，因而對於第二部類則應予以否認。否則，宇宙起源論就

無法進行的。宇宙起源論祇是對於實有宇宙始能成立，對於虛無宇宙却不能成立。這是考究宇宙起源問題的要訣。向來的哲學，無論是唯心論或者唯物論，似乎忽略了問題的這項要訣，因此終歸於無能爲功。

實有宇宙的背後尙須預料虛無空間（虛無宇宙）的存在。相同地，虛無空間的背後亦可設想更爲根源的究竟無。這便是哲學的根源探究的究極境界，亦卽是哲學思索的極致。究竟無是將一切的存在（包括現實的存在與超現實的存在；積極的存在與消極的存在）完全予以撥無（否定）的究極的絕對無。這樣的究竟無似乎與虛無空間相接近，其實相距極遠。兩者間所存有的距離可說是無限大。究竟無屬於無限小的極致（零），反之，虛無空間却屬於無限大的極致（非生成的完結的無限極大）。究竟無與虛無空間之間的差距較於基子與實有宇宙全體之間的差距還要大。虛無空間（虛無宇宙）屬於非生成的完結的無限極大，對之，實有宇宙却屬於生成的非完結的有限極大。依照超越神論，認爲神與宇宙之間存有絕對的斷絕。相同地，究竟無不僅與實有宇宙之間，並且與虛無宇宙之間亦存有絕對的斷絕。由此或許可以解釋，神乃屬於究竟無。這又可視爲神的存在的絕對否定。其次，虛無空間雖屬無性，尙有其存在；（無性的存在；消極的存在）。如此具有消極存在性的虛無空間可能成爲實有宇宙據以存在與生成的根源所與。究竟無因屬凡有存在的絕對否定，亦卽絕無其存在的可能性，故絕不能成爲根源所與。究竟無不僅不能歸屬於積極的存在，且連消極的存在性亦不能歸屬。不然，則不能稱爲究竟無。其既已與虛無空間之間介在着絕對斷絕的關係，對於凡有存在的生成亦則更加缺如其通路。如此，虛無空間尙可當爲根源所與的存在，究竟無則不然。

如上述，究竟無與空間之間存有絕對的斷絕。因兩者間缺如生成上的通路，故不能將究竟無當作虛無空間的發生起源看待。因此我們不得不將虛無空間認定爲非生成的根源所與。實有宇宙的發生可能溯源到虛無空間，却不能溯源到究竟無。反過來說，假如從究竟無中可

能發生實有宇宙時，則難免要遭遇到所謂「無中生有」的難題。從虛無空間中發生實有宇宙，亦存有「無中生有」的難題。然而兩者的情況却不盡相同。前者是屬於絕對意義的「無中生有」，而後者可稱爲相對意義的「無中生有」。關於這點，讓於隨後有關論項再來予以論述。總之，假如不通過相對意義的「無中生有」這一難關，實有宇宙的起源問題則無法進行考究，甚至不能成立。物質的起源問題亦然。認爲物質是不生不滅的根源所與的唯物論便是表示這種情形。物質起源問題既不能成立，宇宙起源問題亦則不能成立。因爲後者依繫於前者的緣故。唯物論之所以站在宇宙無起源論的立場，其理由存於此。這是表示唯物論在追究根源上尚未澈底的一大缺陷。我們相信物質本身的起源問題仍可能成立。物質起源問題通達於宇宙起源問題。前者又包攝於後者之內。實有宇宙的發生可分爲兩個階段。第一是原儲能（包括原潛能與原能）的發生。第二是物質的發生。如此，物質起源論成爲宇宙起源論的第二階段。物質的發生可能溯源到原儲能。而原儲能的發生可能更溯源到虛無空間。虛無空間因屬於非生成的根源所與，則可將此認定爲究極根源。這是我們在考究物質乃至宇宙起源問題上所採取的根本途徑。

遵照哲學的究極根源探究的理念要求說來，假如能夠將宇宙的發生溯源到究竟無，則可達到最究極的根源境界。這樣雖可能滿足理念的要求，然而却不能滿足現實的要求。我們總不能爲要維護理念（原理）來犧牲現實（事實）。哲學史常見如此情形。這在實踐問題上或許尚可以容納，但在學究問題上斷然不可。唯心論在這方面最容易犯上錯誤。唯心論者往往要揑造種種的虛構原理來替代究竟無（究極根源）。理論上看來似乎深澈，無奈其爲虛妄。原來，究竟無祇是在觀念上可能設想的，事實上絕無其任何存在的可能性。不然，則不能稱爲究竟無。如此，將究竟無當作觀念上的究極根源尚可，但絕不能當作事實上的究極根源看待。事實上的究極根源可視爲存於虛無空間。如此看來，虛無空間似乎可以代行究竟無。這在根源探究上總比起將

虛構的根本原理替代究竟無，還算更加合於事理。其次，究竟無可稱爲第一義的絕對無。這是名符其實的眞正的絕對無。可能代行究竟無的虛無空間可稱爲第二義的絕對無。這是準倣於究竟無的擬似形態的絕對無。虛無空間（虛無宇宙）雖是相對於實有宇宙，惟因其無須依存於後者而具有自存性，故亦可視爲絕對的。實有宇宙必須依存於虛無宇宙，其相反的却不然。虛無空間是一切的實在事物所據以存在與生成的場所。至於提倡虛無空間是由於神或類似於神所創造或產生的言說，其荒誕無稽之處，不堪置評。

總括地說，考究宇宙起源問題時，首先應將宇宙分別爲虛無宇宙與實有宇宙。而虛無宇宙（虛無空間）因既已成爲究極的根源所與，故無由考究其超源問題。實有宇宙發生於虛無空間內，其發生的第一階段是原儲能的發生，第二階段是物質的發生。而物質乃是原儲能的凝結所產。如此，宇宙起源問題祇能成立於實有宇宙，其發生須要通過能量與物質的發生。於是，能量起源論成爲宇宙起源論的第一階段，而物質起源論則或爲其第二階段。將實有宇宙的發生溯源到虛無空間的理論，稱爲唯空論。而將物質的發生溯源到原儲能的理論，稱爲唯能論。假如能夠再將實有宇宙乃至虛無宇宙（虛無空間）的發生更溯源到究竟無的理論，則可稱爲唯無論。然而如此意義的唯無論事實上却不能成立。由此看來，唯空論則可成立爲形上學上的究極學說。附帶地說，假如仍硬要將神認定爲宇宙生成的究極根源看待的理論，除非將其視同虛無空間（神卽是空）乃至究竟無（神卽是絕對無）之外，其理論事實上亦則不能成立。

(1)原儲能的假說

物質起源問題的考究須要深澈到能量起源問題的考究。能量與物質的發生成爲實有宇宙發生的兩階段。能量與物質又是形成實有宇宙的兩大基本內涵。宇宙的發展亦可說是能量與物質的發展。如上段所述，將物質的發生溯源到原儲能的理論，稱爲唯能論。而將實有宇宙的發生（包括能量與物質的發生）更溯源到虛無空間的理論，稱爲唯

空論。因而唯能論還要深澈到唯空論。如此，唯空論則可成爲形上學的究極學說。我們曾經暗示過，假如能夠解明從究竟無如何可能發生虛無空間（虛無宇宙），再從虛無空間內如何可能發生實有宇宙的機序，宇宙起源問題（包括能量起源問題與物質起源問題）則可能得到完整的解決。這樣雖可能滿足哲學的究極根源探究的理念要求，但實際上尚屬不可能事。第一，究竟無與虛無空間之間存有絕對的隔絕。究竟無祇是在觀念上可能設想的，實際上絕無其存在的可能性。不然，則不能稱爲究竟無，虛無空間雖缺如積極的實質內容，但尚有其空虛的廣袤性。從存在論的觀點看來，我們可以將虛無空間認爲屬於先行於現實存在的超越現實存在（先超現實存在）的一種。其存在雖是無性的消極的，但却不能予以否定。不然，則要歸屬於究竟無。乍看起來，虛無空間與究竟無似乎相類同，其實相差得甚遠。究竟無因缺如任何意義的存在性，故可能予以絕對的否定。一切存在的絕對否定性，始可值得稱爲究竟無。從這樣的究竟無如何可能發生無限廣大的虛無空間，不僅絕對無法設想，亦且屬於絕對不可能事。因而不得不放棄將究竟無當作虛無空間的發生起源，祇得認定虛無空間爲非生成的根源所與。惟因唯空論再不可能深澈到或歸屬到唯無論（以究竟無爲究極根源的理論），故仍可成爲究極學說。

第二，虛無空間（虛無宇宙）與實有宇宙之間又存有難以塡滿的空隙。從虛無空間如何可能發生實有宇宙，這便是宇宙起源問題（包括能量起源問題與物質起源問題）的眞正所在。哲學的究極問題存於此。事關哲學的最緊要關頭，又鑑於向來哲學的失策，對此問題的處理格別須要愼重的理由亦存於此。哲學成敗的決定關鍵亦復存於此。其實，從虛無空間內如何可能發生實有宇宙的機序，現在尚未能得到解明。其探究還須要等待將來哲學與科學的通力合作。在現在階段祇可能提出其問題解決方途上的預備假說而已。從唯能論的立場我們可以提出原儲能的假說。這是依據現在物理學的知見而再加以深澈化的假說。唯能論又是依照這樣途徑將唯物論予以補正與澈底化，終於超

克唯物論，隨着同時又超克唯心論的哲學說。哲學史上這兩種學說作了相當長久的對立論爭亦應達成其一段落的終結。而能夠打下其終止符的學說或許是在唯能論。

實有宇宙屬於現實存在，更恰當地說，是以現實存在爲其基本內涵。先行於實有宇宙的虛無空間屬於超越現實存在（先超現實存在）。實有宇宙（包括能量與物質）發生於虛無空間（虛無宇宙）內。如無虛無空間的先行存在，實有宇宙則無由發生。由於上述幾段的論究，我們祇得將虛無空間認爲根源所與。實有宇宙的發生可以推想有兩個階段。第一是原儲能的發生，第二是物質的發生。而前者自當是先行於後者。原儲能的發生亦可推定有兩個階段。第一是原潛能，第二是原能。物質的發生亦復可推定有兩個階段。第一是原基子，第二是基子。原潛能屬於可能態的根源能量，而原能屬於現實態的根源能量。後者是前者的顯現化的形態。原基子與基子便是構成物質的究極單位因素，可稱爲根源物質。物質本身可以解釋爲能量的凝結所產。原能以下的幾種因素均屬於現實存在。這些因素乃是構成實有宇宙的基本質料。由於上述，我們可以推知，原潛能正恰介在於超現實的虛無空間與現實的實有宇宙的中間位置。這兩者的連繫與其間的空隙，或許可以原潛能爲媒質來謀求其銜接與塡充。假如能夠成就如此任務，原潛能則可認爲實有宇宙發生的究極因素。不然，則還要進行追究更爲根源的因素。依照現在物理學的知見而說，在現階段祇能做到如此程度而已。

隨此機會，附帶地指出哲學應予以塡充的幾項空隙。究竟無與虛無空間之間存有絕對的隔絕，這可視爲一種空隙。惟究竟無祇是在觀念上可能設想的，絕無其存在的可能性，因而其兩者間的空隙雖可成爲觀念的，却不能成爲眞實的空隙。因此，這種空隙無法而又無須求得塡充。其次的空隙卽是存於上擧的虛無空間的實有宇宙之間，這可視爲眞實的根源的空隙（原初空隙）。原潛能本身既屬近於空虛的存在，由此或許可能塡充其兩者間的空隙。這種空隙亦卽是存於超現實

存在與現實存在之間的。然而超現實存在却有兩大部類。第一是先行於現實存在的。簡稱爲先超現實存在，時空則屬於此類。第二是後繼於現實存在的，簡稱爲後超現實存在，純理界（包括論理與數理）、範疇界、規範界等屬於此類。其中亦可推想可能出現所謂「高離能」（遊離生命、遊離心靈、遊離精神乃至神），這些是指謂能量發展的高級形態而且終於脫離物質基體的能量。假如這些可能的高離能果眞得到現實化時，則自當還要復屬於現實存在。在我們可能經驗的範圍內，屬於高離能的最高形態的神卽是尙未誕生的神。由此看來，神則可視爲存立於先超現實存在與後超現實存在的兩極端，亦卽是成爲宇宙的兩極端。神一方面可視爲虛無空間（神卽是空、空卽是神），這是宇宙的始極。神另面方又可視爲能量發展的最高形態（宇宙發展的最高目標），這是宇宙的終極。此外，神尙可視爲究竟無（神卽是絕對無），或者又可視爲從虛無宇宙實發實有宇宙乃至宇宙發展過程自體的發展性（宇宙發展性卽是神性）。這便是從唯空論與唯能論的觀點看來的四種神觀。

其次，屬於現實存在的實有宇宙發生後，在其生成發展的過程中逐次發生物質、生命、意識以及精神的存在。由此構成現實存在的四大階層。而這些階層間存有三種空隙，其中生命與意識之間的空隙可算爲最大。這正是成爲實在的存在（包括物質與生命）與觀念的存在（包括意識與精神）之間的空隙。因而這種空隙在現實存在中成爲最難以塡充的。最後又可以舉出現實存在與後超現實存在之間的空隙。這是成立於精神界與純理界、範疇界、規範界等之間的諸種空隙。這些大致可以將諸種文化形象（精神客觀化的所產）作爲其塡充的媒介。由於上述，我們應察知，哲學的重要任務是在塡充宇宙間（包括虛無宇宙與實有宇宙）所存立的諸種存在中的各種空隙。這是科學所缺如的哲學的特職。因此哲學應成立爲「塡空哲學」（包括宇宙塡空論）。宇宙起源論（包括能量起源論與物質起源論）亦則成立於此。這自當屬於實觀哲學的部門。而其反面亦可成立空觀哲學的另一部門。

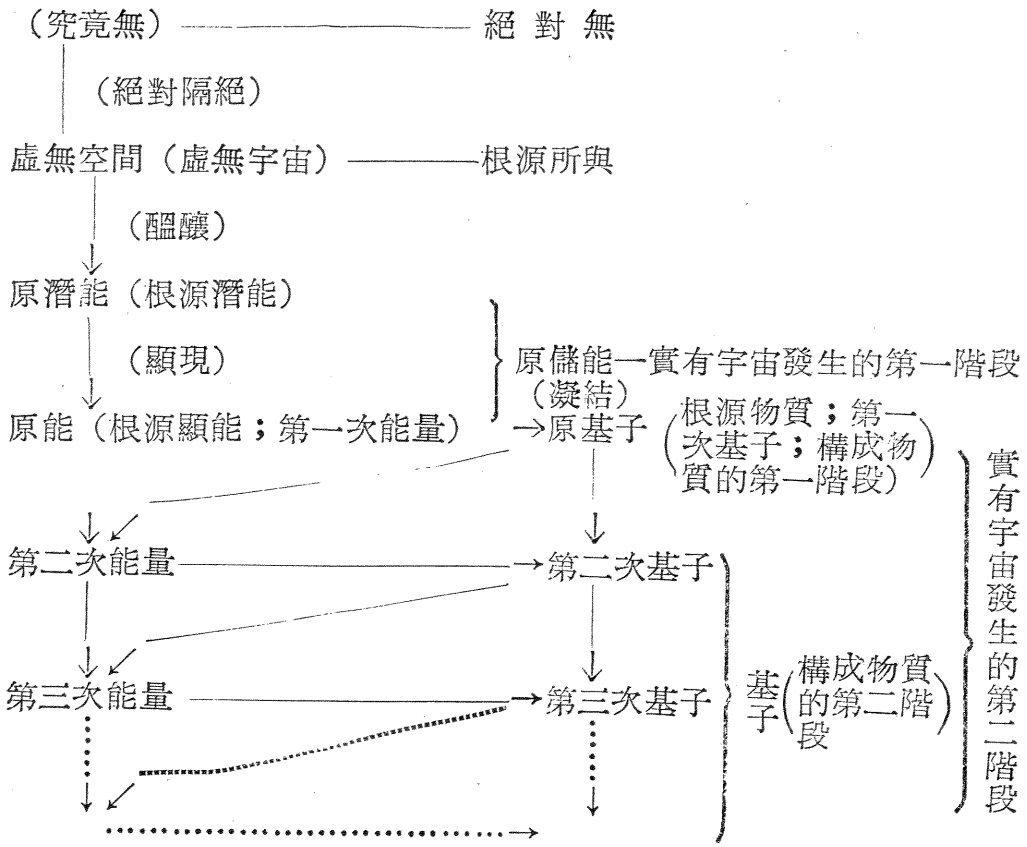
將以上所論述的作爲前提，我們可以推想，在虛無空間（虛無宇宙）內經過悠久的時間終於可能醞釀出原潛能（根源潛能）。原潛能是指謂可能態的根源潛在能量。原潛能是跡近空虛的可能存在，因而可視爲介在於有無之間的飄渺不定的，濛澒渾沌的根源的存在形態。如此原潛能的顯現化的形態成爲原能（根源顯能）。原能可稱爲現實態的根源顯在能量。實有宇宙發生的可能態的根源存於原潛能，其現實態的根源存於原能。原潛能是可能存在的根源，而原能是現實存在的根源。原潛能是原始定位與原始定刻的根源存在。原能是原始定量的原始定性的根源存在。所謂原儲能便是包含原潛能與原能在內的根源能量。這是先行於物質所含蘊着的能量（物質內在能量；凝結能）之能量自體的根源形態（超越物質的純粹能量）。卽是尙未結成爲物質以前的原初能量。原潛能因其性質與分量尙屬於無所規定（質量無規定者或質量無限定者），從而亦無由規定其種別。因此，原潛能可視爲原初的 Apeiron （無限定者）。然而在空間內部可能佔有一定區域的位限的根源存在（原始定位），而其發生與存續又具有一定的時限（原始定刻）。除開如此時空的原始規定性以外，尙未具有其他任何的規定性。由於這樣的無限定的原潛能的顯現化而發生的原能（根源顯在能量）始擁有一定的分量（原始定量）與一定的性狀（原始定性），因此可能發生種別的分殊。如此具有一定限度的分量與性狀的原能則可視爲原初的 Peras （限定者）。由此可以推定原能可能有雜多的種類。再從其空間狀態看來，由於原潛能的連續醞釀可能形成可能態的根源能量場（原潛能場），而由於原能的連續集合可能形成現實態的根源能量場（原能場）。然而原潛能與原能都可以推想存在於極其疏散而稀薄的、跡近於眞空的虛無狀態。卽是其存在狀態與虛無空間却無甚大差異。甚至容易被混同。

如上述，原儲能尤其原潛能的存在狀態與虛無空間無甚大差異。其兩者間雖仍存有間隔，但尙不如虛無空間與究竟無之間的絕對隔絕。自從實有宇宙發生以後不知經過了多少億年的現在的物質平均密度

（$2\cdot94\times10^{-29}g/cm^3$）尙近似於眞空狀態，何況於原潛能剛發生的原初狀態。虛無空間可視爲原潛能的空無化的極限的存在狀態。假如在如此空無化的途徑中尙可能存有其他存在時，亦可包含於原潛能之內。然則除虛無空間外，原潛能便可視爲現實存在的最究極的根源。虛無空間屬於先超現實存在。原潛能介在於先超現實存在（無性存在）與現實存在（有性存在）之間的現實存在所由發生的可能存在。如此原潛能成爲介在於有無交接間的極其機微的有無轉化契機。至於虛無空間，亦有與此相類似的情況。虛無空間對於原潛能而說，亦可稱爲原空。原空從其完全缺如任何的實質內容（積極存在）而說，屬於一種無。然而從其成爲一切現實存在所由存在與生成的不可缺如的根源預件而說，却屬於一種有。卽如其廣袤性的存在是絕不能予以否定的。如此原空可視爲無性的有（非存在的存在）與有性的無（存在的非存在）之有無交融甚至有無融合的極其微妙的有無相卽，有無相入的眞空妙有。如此原空對於實有宇宙（現實存在）的生成過程中的有無轉變而說，亦可視爲根源無卽根源有，根源有卽根源無的根源預件。總之，原潛能成爲有無轉化的動態的根源契機，而原空成爲有無相卽的靜態的根源所與。至於原空的背後尙可設想的究竟無，惟其屬於眞正意義的絕對無，則無由成爲實有宇宙發生的根源所與。再從有無相卽的觀點看來，原空與原潛能均可歸屬於絕對矛盾的自己同一者的部類。這種自己同一者尙可包括其他幾種形態，然而究竟無却不能歸屬之。

原潛能的顯現化起來的形態成爲原能（根源顯在能量）。原潛能與原能屬於實有宇宙發生的第一階段。原潛能是其可能態的根源，而原能是其現實態的根源。原能尙存在於極其疏散稀薄的狀態，其所凝結起來的形態可能成爲原基子（根源基子）。原基子屬於第一次基子。這是構成物質的第一階段的究極因素，因而可稱爲原質（根源物質）。這便是物質發生的開端。物質起源問題的考究自當要溯源到如此境界。原能可以推想是多種的，從而原基子亦可能是多種的。由於同

種或異種的原基子的結合或分離的結果，可能產生第二次基子。第二次以及第二次以下的基子，可總稱爲基子。基子便是構成物質的第二階段的究極因素。而原基子與基子屬於實有宇宙發生的第二階段。原基子是原始定形與原始定質的原基因素。卽是形成一定的形狀與一定的實質的原初因素。原能（第一次能量）一方面凝結成爲原基子（第一次基子），另方面由於其同種或異種的結合或分離而成爲第二次能量。相同地，原基子一方面由於其同種或異種的結合或分離而成爲第二次基子，另方面又可能由於其解體或放射而變成爲第二次能量。第二次能量與第二次基子依照同一道理各別可能再產生第三次能量與第三次基子。第三次以下的能量與基子的產生亦可以作類推。將以上所述概括起來，可以作如下的表示。

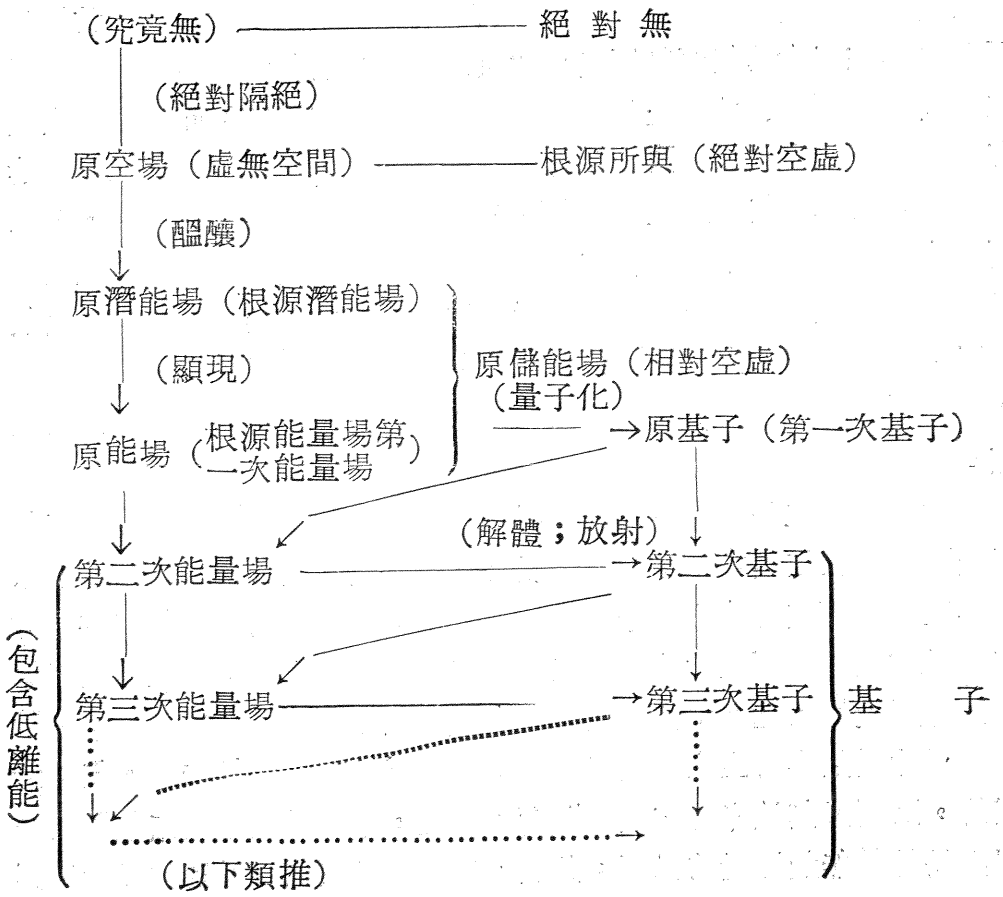


（以下類推）

上舉的原潛能、原能、原基子以及基子的各種因素中尙存有許多問題，這些讓於下節論項中再來提出而予以檢討。在物理學界現在被發現的基子的種類，據說已經超過 300 種（1967 年）。在宇宙間可能發生的原基子與基子的種類尙不知有多少，可以推想是相當繁多的。從雜多種的基子中祇是由於極少的特定種類的基子可能構成各種原子。而由於各種原子再構成各種分子。基子、原子以及分子便是構成物質界的三大階層的因素。基子自當是其基本因素。由於上述，我們已可確定，物質起源問題包攝於宇宙起源問題之內，而後者的考究必須通過前者的事理。後者的解決關鍵亦可說是存於前者的處理是否得當。物質成爲現實存在的基本，由此逐次可能發生生命、意識以及精神的諸現象。現實存在乃是由於這些四大階層的存在所構成的。實有宇宙亦卽是依照此程序而發展的，絕不容許有所顚倒。宇宙的發展亦卽是能量與物質的發展。而且物質屬於凝結能，生命、意識以及精神屬於高附能（附着於物質的高級能量）。限定於現實存在的範圍內，唯物論與唯心論孰爲正確，極其明顯，不容狡辯。理論總得準據於現實。唯物論中尙存有的缺陷，可由唯能論來予以補全與超克。

其次，再從場理論的見地看來，我們可以設定諸種場的成立與形成。原來，虛無空間本身可視爲絕對空虛的場，這可稱爲原空場（根源空場）。由此醞釀出來的原潛能可能形成根源潛能場，這是屬於可能態的根源能量場。由此再顯現化起來的原能則可能形成現實態的根源能量場。由於原能場的量子化的結果，可能結成爲原基子。量子是能量作用的最小單位因子。本來似乎具有連續性的能量場含蘊着非連續性的契機。量子化便是其非連續性的顯現化。能量上的量子大致該當於物質上的基子。在如此意義上，基子亦可種爲量子。再者，由於原基子的自己解體（歸還於能量）或者放射出自己內部所蘊藏着的能量，可能再形成第二次的能量場。這第二次能量場依照同一道理所產生的基子便是屬於第二次基子。以下可以作類推。第二次以及第二次

以下的能量場內包含幾種物理場，例如重力場、電磁力場、核力場均屬於此類。其量子化的結果所產生的基子有如重力子、光子、π介子、電子、微中子等。從原基子與基子所發出的能量，可種爲低離能。物理場則屬於此類。總之，能量與基子（物質）之間可能作互相轉化，並且成立着 $E=mc^2$（E爲能量，m爲物質質量，c爲光速度）的關係。能量與能量場的特性是在波動性，但却具有粒子化（量子化）的可能性。反之，原基子與基子的特性存於粒子性，然却具有又形成波動的可能性。粒子性與波動性成爲互相矛盾的對立關係。然而，能量內部與基子內部以及兩者間都成立着對立的統一的事態。這是實有宇宙的極微構造所呈現出的實相。茲再將上述的事項列表如下。



以上是從唯能論的立場來考究物質起源乃至宇宙起源問題的概述。這尙屬於假說的階段，自當還須要將來的更加詳細的討究以及等待其證實。事關哲學的究極而且最重大的問題，其處理特別須要抱持愼重的態度。對此問題的處理上我們所提出的原儲能的假說大致是依據現今物理學的知見所定立的，這是表示過去哲學的無能爲力。有關宇宙起源（包括物質起源）的根本看法，原則上祇有兩種立場而已。第一是認爲宇宙有其起源的立場（宇宙有起源說）。站在這種立場的論者首先提出宇宙發生以前的某種先行存在者例如神、精神實體、絕對精神以及與這些相類似的各種各樣的假構觀念來作爲根本前提（根本原理），藉以說明宇宙的發生與生成（其中包括物質的發生與生成）。這種見解完全屬於妄想或謬見。我們屢次强調過，其所提出的根本原理的存在本身的起源問題較於物質乃至宇宙的起源問題更加難爲處理。人何必要做如此難上加難的自尋困擾的想法，其愚昧眞可令人嗟嘆。再說，論者如仍硬要認定神爲究極根源者，似乎祇有剩餘兩條途徑可循。卽是虛無空間與究竟無。於是，如將神視同虛無空間，神則要變成爲有名無實的空虛存在。如將神視同究竟無，神則要完全喪失其存在可能性。探究究極根源，祇能推想到如此虛無空間乃至究竟無而已。我們相信，凡屬於現實存在乃至實有存在，必定有其發生起源，除非屬於假構觀念。更加嚴格說來，假構觀念亦有其所以發生的根源。

其次，第二是認爲或暗默裏預料宇宙無其起源的立場（宇宙無起源說）。站在這種立場的論者則以爲宇宙是無始無終、無生無滅的永恒存在，從而無由成立其起源問題。大致看來，唯心論者站在宇宙有起源說的立場，而唯物論者站在宇宙無起源說的立場。回顧過去哲學，其情形大概如此。宇宙的實質內容幾乎全由物質所佔有的。唯物論者認爲物質是宇宙生成的根本原理，而物質本身是無始無終，無生無滅的，因而又無法考究其起源問題。如此，唯物論的宇宙無起源說是根由於物質無起源說的見解。其實，宇宙起源論與物質起源論結成緊

密的連關。解開前者的關鍵存於後者。我們在考究宇宙起源問題時，亦是依照這樣的途徑而進行的。卽是通過物質發生的考究來考究宇宙的發生程序。我們站在唯能論的立場而相信物質起源論乃至宇宙起源論是可能成立的。這便是依照凡屬現實存在乃至實有存在必定有其發生起源的這種根本前提。唯能論祇能承認，唯有虛無空間始可成爲無始無終、無生無滅的永恒存在，而且成爲實有宇宙的發生根源。如此，唯能論更要溯源到唯空論。

如上述，在宇宙起源問題（包括物質起源問題）的處理上，唯心論與唯物論兩者均終歸於失敗。其所以然的主因存於未曾認眞究明其問題的眞正所在。宇宙起源論是否可能成立，端賴於虛無宇宙與實有宇宙的分別。關於虛無宇宙不能成立其起源論，對於實有宇宙則可能成立。這是考察宇宙起源論的根本前提。宇宙有起源論與宇宙無起源論的兩者都可能成立。前者應限定於實有宇宙，而後者應限定於虛無宇宙。其次，關於起源發生，我們還要留意宇宙的原初發生與其無限發生的分別。原本意義的宇宙起源應指謂其原初發生。宇宙的發生並非一次完結的，而是時時刻刻不斷地在延續發生的過程中。現在如此，將來亦將如此。宇宙塡空論成立於宇宙無限發生論，而宇宙起源論成立於宇宙原初發生論。如此看來，宇宙起源論與宇宙發生論亦應有所分別。所謂宇宙年齡問題是連關於宇宙起源問題（宇宙原初發生問題）。天文學上所推定的宇宙年齡尙未超過 100 億年，這是不足置信的。現存宇宙的年齡究竟幾何，其實尙難爲推定。依據現存宇宙的體積與其物質總量以及物質發生的速率等項，或許可能推算其大概。我們所推算的大約是在一京（10^{16}）年乃至一極（10^{20}）年之譜（參閱拙著「宇宙論」第三章第十節科學的宇宙創生說）。然而假如大型宇宙（極大宇宙）可能存在，其物質總量究竟有多少，尙無法推知。以上所論述的諸事項中含有許多問題，這些祇得讓於下節再來指出而予以檢討。至於唯能論與唯物論的對比，隨後亦將有所論及。

(2)問題的檢討

物質起源問題應包攝於宇宙起源問題之內，始能得到正確的解決途徑。然而在宇宙起源問題中，物質起源問題並非佔有究極的位置。雖然如此，前者總得通過後者這一大關所。有關物質乃至宇宙起源的諸問題，以上大致雖已有所論述，但尚有許多未提出的問題。茲再度總括地列舉起來，而予以再檢討。

(1)究竟無是否可能視爲宇宙原初發生的究極根源？假如屬於可能，宇宙起源問題亦即哲學究極問題則可能得到澈底的解決。然而事實上却無法達成如此境界。究竟無既已不能視爲虛無宇宙的發生起源，何況於實有宇宙。究竟無屬於眞正的絕對無，虛無宇宙屬於絕對空虛。後者雖類似於前者，但兩者間却存有絕對的隔絕。這是無法謀求塡充的。絕對無與絕對空之間的絕對的隔絕其實祇是成立於觀念上的絕對的空隙。如此空隙不僅無法謀求塡充，亦且無須予以塡充的。這項問題連關於下列的幾項問題。

(2)假如仍硬要認定究竟無爲宇宙生成的究竟根源，這種理論則可稱爲唯無論。如此唯無論雖可以滿足哲學的究極根源探究的理念要求，無奈乎其事實上的無由成立。因而唯無論則成爲有名無實的形上學說。從究竟無中發生宇宙即是指謂絕對意義的「無中生有」。對之，認爲實有宇宙可能發生於虛無空間內的理論，稱爲唯空論。這是我們所可能設想而又可能支持的形上學上的究極學說。從虛無空間中發生實有宇宙即是指謂相對意義的「無中生有」（後述）。

(3)虛無宇宙與實有宇宙的分別是否妥當？這種分別是宇宙起源問題的處理上的根本前提。不然，問題則始終無法尋求其解決的端緒。如此根本前提含有兩項要義。第一，凡屬於實有存在必定有其發生起源，而且其存在與發生必定有其所由存在與發生的場所。第二，如此實有存在所由發生的場所必定是空虛的，不然，則可再追究其發生起源。如要避免根源追究的無限後退論理，不得不認定虛無空間爲究極的根源所與。

(4)虛無宇宙無其起源而實有宇宙有其起源的根本前提是否妥當？

這是上列問題的延伸。第三與第四問題又連關於下列的幾項問題。

(5)究竟無與虛無宇宙（虛無空間）之間是否尚介在着別種存在？究竟無屬於眞正意義的絕對無，而虛無空間屬於擬似形態的絕對無（絕對空虛；絕對空）。擬似形態的絕對無除虛無空間外，尚可設想有其他諸種形態。然而這些絕對無却是實有宇宙出現後始能成立的。唯心論者或許可能提出神、精神實體、絕體精神以及與此相類似的存在，藉以介在於究竟無與虛無空間之間。然而這些不過是假構觀念而已，難以信憑有其眞實的存在。假如究竟無與虛無空間之間尚有別種存在，其存在必定還要較於虛無空間更爲空虛而且具有眞實性。這種存在似乎難爲設想的。

(6)虛無空間是否可能替代究竟無？即使可能，亦屬於無需要的。神、精神實體、絕對精神等的假構觀念是否又可能替代究竟無？即使可能，亦屬於無意義的。其實這是以假構觀念來替代假想觀念的。兩者都徒然要引起問題處理的更加困難。

(7)虛無空間是否可能視爲根源所與？將其認爲根源所與是否妥當？虛無空間與究竟無之間既已存有絕對隔絕，而又缺如其先行的眞實存在，其本身又屬於完結的無限極大的絕對空虛的存在，因而無從尋求這種存在的發生根源的所在。既然其起源問題無法成立，則不得不將其認爲根源所與。

(8)從虛無空間（虛無宇宙）中如何可能發生實有宇宙？這正恰是宇宙起源問題的眞正所在。我們假設，實有宇宙發生的第一階段是原儲能（根源儲能），這可分爲原潛能（根源潛在能量）與原能（根源顯在能量）的兩個層次。其第二階段是原質（根源物質），這又可分爲原基子與基子的兩個層次。因而實有宇宙發生的究極問題則要成爲：從虛無空間中如何可能發生（醞釀）原潛能？其機序又如何？其實，原潛能所以發生的機序尚未被解明。更恰當地說，原潛能的存在本身尚屬於假說的範域。從而對於這種問題祇能提示其解決的根本方針，尚未能予以眞確的解決。這祇得俟於將來更加深澈的探究。

(9)虛無空間與原潛能之間是否尙有別種存在的介在？這正是實有宇宙發生尤其能量發生的積極側面的究極問題。虛無空間屬於有無交融、有無相卽的絕對空虛，其無可視爲有性的無，其有又可視爲無性的有。原潛能屬於有無交接、有無轉變的相對空虛，其有近似於無性的有，其無又近似於有性的無。如此看來，其兩者間似乎難以設想更有別種存在介在的可能性。卽使有其存在，亦可視爲隸屬於或近似於原潛能的部類。原潛能因其質量的無規定性之故，可能含蘊任何可以設想的根源存在（除虛無空間外）。

(10)除虛無空間外，原潛能是否可能成爲最根源的積極的究極存在？這是上列問題的延伸。假如虛無空間與原潛能之間再不可能設想有別種存在的介在，對於這項問題祇得予以肯定。如此，祇得認定原潛能爲實有宇宙發生的根源存在。其實，原潛能成爲先超現實存在（虛無空間）與現實存在（實有宇宙的基本存在）之間的有無轉化契機。因而原潛能既已極其近接於虛無空間。

(11)虛無空間與原潛能之間是否尙存有空隙？兩者雖有相類似之處，其間的空隙却難以否認的。然則這種空隙如何可能予以塡充？究竟無與虛無空間之間的空隙成爲絕對的隔絕，這是無法而又無須謀求塡充。虛無空間與原潛能之間的空隙則可視爲相對的隔絕。這種空隙是否須要予以塡充，則可成爲問題。

(12)假如虛無空間與原潛能之間尙介在着空隙，而且這空隙可能謀求塡充時，則要以何種存在來予以塡充？這尙無以命名，暫定可稱爲超原潛能。這自當是屬於假設的存在（超原潛能的假說）。其實，虛無空間與原潛能之間是否存有這種存在，仍尙屬疑問。卽使有如此存在，依照第九問題所述，亦可視爲隸屬於或近似於原潛能的部類。如此，原潛能則可視爲形成實有宇宙的積極的究極存在。

(13)從虛無空間中醞釀出原潛能是否表示一種「無中生有」的情況？這種「無中生有」究竟如何可能成立？所謂「無中生有」必須分別出絕對的與相對的兩種意義。假如從究竟無能夠發生原潛能，這是屬

於絕對意義的「無中生有」。這自當屬於絕無可能的，因爲究竟無與虛無空間之間既已存有絕對隔絕之故。從究竟無中既已不能發生虛無空間，何況於原潛能。從虛無空間中發生原潛能，這是屬於相對意義的「無中生有」。

⑭相對意義的「無中生有」是否可能避免？或者是否須要予以摒除？假如想要廻避或摒除這種「無中生有」的難關，實有宇宙的起源問題則無法成立與處理。唯物論的見解卽是表示這種情況。反過來說，假如想要處理與解決宇宙起源問題，則必須通過這種「無中生有」的難關。這却是無法避免的究極難關。問題是極其嚴重的。然而我們特別須要留意，「無中生有」祇可能容許於第一次的發生根源問題上，而絕不容許使用幾次的。第二次以上的「無中生有」其實却是屬於「有中生有」的部類。「有中生有」的有尙不值得稱爲根源有。祇是「無中生有」的有始能成爲根源有（根源存在）。

⑮「無中生有」是否要觸犯因果律？從一般的情形看來，「無中生有」與因果律之間其實存有互相矛盾之處。因果律要求一切事物的發生必有其原因。而其所要尋求的原因應屬於「有」。這卽是表示因果律祇能容許「有中生有」，絕不能容納「無中生有」。按照形式論理而說，因果律所尋求的原因可能作無限後退而無止境，因而不能得到究極原因。因果律成爲科學研究的根本前提之一，不能輕率地觸犯之。神學與唯心論哲學上通常都要定立某種究極原因，藉以說明宇宙的創生與生成。這是觸犯因果律的。假如其所定立的究極原因尙屬於「有」，照理應再進行追求其原因始可。然而在宇宙起源問題上，必須預料某種究極原因始能成立。問題却是存於其所預料的究極原因何在與何如。因果律對於宇宙發生後的萬物生成過程有其效用，應嚴格地遵守之。然而對於宇宙的發生根源本身，則應作例外的考慮。不然，宇宙起源問題則無法成立。唯物論亦表示這種情形。因果律應有其適用的範圍與界限。「無中生有」的適用亦然。如上述，「無中生有」祇能適用於第一次的發生起源問題上，而絕不容許適用於兩次以上

的。依照我們的假說，「無中生有」所指謂的「無」應限定於虛無空間，其「有」則應限定於原潛能（假如尙有超原潛能的存在，亦可包攝於原潛能之內）。並且前者的「無」屬於有性的無，而後者的「有」屬於近似於無性的有。如此將因果律與「無中生有」的適用範圍嚴格地予以限定之後，謀求解開其兩者的矛盾糾葛並非絕無可能的。假如說從究竟無或虛無空間中突然間發生現成的宇宙萬物，這與神從無中任意創造宇宙萬物的說法相同，都屬於荒唐無稽之談。科學的宇宙創生說或物質創生說中亦存有與此相類同的說法。如此說法明顯地都要觸犯因果律與「無中生有」的正當的適用範圍與其眞正的意義。

(16)如在第十三問題上所述，所謂「無中生有」具有絕對的與相對的兩種意義。假如說從究竟無中發生原潛能乃至宇宙萬物，這是指謂絕對意義的「無中生有」，假如這種說法可能成爲一種理論，在名義上則可稱爲唯無論。其實這種理論却是難以支持的。在某種意義上，神學與唯心論哲學所提出的學說或許亦可歸屬於唯無論。因爲神等等這種假構觀念可能替代究竟無這種假想觀念，其兩者間似乎無甚差異。沒有預先將虛無空間作爲根本前題的神創造宇宙幾乎相等於從究竟無中創生宇宙。對之，從虛無空間中可能發生（醞釀）原潛能，這是指謂相對意義的「無中生有」。唯空論成立於此。於是，如此相對意義的「無中生有」亦可改稱與改釋爲「空中生有」。其含義可以按照上段所解釋的。唯空論的「空中生有」所提示的「空」自當是指謂虛無空間，其「有」是指謂原潛能，並非直接指謂現存既成的宇宙萬物（如日、月、河、山等）。如此，唯能論成立於唯空論之上。

(17)更加嚴重的問題終於要發生。這便是內存於物質不斷創生與物質恒存律(物質恒存原理)之間的矛盾問題。依照唯能論乃至唯空論的假說，虛無空間內不斷地可能發生原儲能（包括原潛能與原能）。這即是表示着宇宙內不斷地可能發生物質。因而物質總量可能不斷地增大。然而，物質恒存律却要主張宇宙內的物質總量始終保持一定不變

的。物質恒存律與因果律相同，亦成爲科學研究的根本前提之一，其重要意義無須贅言。其根底含蘊着物質無始無終、不生不滅的永恒存在的根本前提。唯物論正是站在如此立場的一種學說。物質恒存律與能量恒存律相結合而可能成立質能恒存律。但其根本意義却無所改變。物質恒存律依存於唯物論的物質觀。科學的因果觀大致具有機械論的性格，這又是依繫於機械論的唯物論。如此看來，科學尤其自然科學的指導原理存於唯物論。唯物論可成爲科學的根本前提。唯物論的全面否定可能導致科學的崩潰。然而科學的根本前提並非絕對確實、神聖不可侵犯的金科玉律。物質不斷創生根由於「無中生有」（應釋爲「空中生有」）的原儲能的假說。這是成立於唯空論上的唯能論的假說。因此，物質不斷創生與物質恒存律之間的矛盾對立的問題，終究則要歸屬於唯能論與唯物論的對決問題。現在祇提出問題的所在，其更加詳細的討究讓於後述。

(18)物質既已有其創生，然則是否又有其消滅？在物理學上，認爲物質與能量之間存有互相轉化的情形。能量轉化爲物質，稱爲物質創生；反之，物質轉化爲能量，稱爲物質消滅。然而如此的物質創生與物質消滅並非究極意義的創生與消滅。原儲能的假說所指示的物質創生始可成爲究極的創生。假如其相反的過程亦可能成立，則可視爲究極的物質消滅。然而如此的逆行過程究竟是否可能成立，尚難以判定。假如屬於可能，物質則成爲有生有滅的。不然，則成爲有生不滅的。於是，從唯能論的立場看來，物質究竟是有生有滅，或者是有生不滅，則成爲問題。這種問題自當要歸屬於原潛能是有生有滅，或者是有生不滅的問題。假如是有生不滅，宇宙內的能量與物質則不斷地可能增大。假如是有生有滅，其生量與滅量的比量又如何？這可能設想有如下的三種情形。第一，假如生量大於滅量時，能量與物質則可能不斷增大。第二，假如生量等於滅量時，能量與物質則難以存續。第三，假如生量小於滅量時，能量與物質則不能存續。鑑於實有宇宙的現狀以及依照「有生必有滅」的原則看來，似乎有生有滅的第一種假

定較爲可取。假如可能判定爲不生有滅，實有宇宙終究則要歸空。

⑲實有宇宙的有生有滅或者有生不滅與不生不滅所可能招致的結果如何？唯能論假定有生有滅或者有生不滅，而唯物論假定不生不滅。如上述，有生有滅與有生不滅均可能招致宇宙內的能量與物質的不斷增大。於是，可能成立宇宙塡空論。這種宇宙具有無限充實、無限發展、不斷更新的可能性。如此具有無限發展性的宇宙生成過程可視爲無限的塡空過程。然而在不生不滅的宇宙却不能成立如此的宇宙塡空論。如此從宇宙的充實與發展的見地看來，唯能論遠勝過唯物論。惟因唯物論假定宇宙的不生不滅，故尙可能保持質能恒存律。然而唯能論因假定宇宙的有生有滅或者有生不滅之故，則不得不揚棄質能恒存律。這對於唯能論必然地要引發嚴重問題。唯能論與唯物論的對決問題的重心存於質能恒存律的存廢問題之上。質能恒存律不僅是唯物論的根本假定，同時而又是科學的根本前提。這樣意義的質能恒存律是否絕對確實，尙可置疑。再說，關於宇宙生滅問題的四種可能設想的假定中，除上舉的三種假定外，尙有不生有滅的假定。這種假定却可成爲宇宙虛化論的根本前提。這或者可視爲理想形態的宇宙。因爲宇宙的悲劇由此可得其終結。更再就動態的宇宙論而說，唯能論較於唯物論更爲澈底。

⑳我們曾經指出過，究竟無與虛無空間之間存有絕對隔絕（絕對空隙），而虛無空間與原潛能之間存有相對隔絕（相對空隙）。後者是實有宇宙發生上的原初空隙。在有關宇宙發生的範圍內，原初空隙以外是否尙有其他的空隙？卽是原潛能與原能之間，原能與原基子乃至基子之間是否存有空隙？不僅這些根源因素間，凡有事物間的分別均須要預料其間存有各種不同與同種層次的空隙。否則，事物間的差異便無法辨別。原能乃至能量間，原基子乃至基子間存有空隙。原潛能與原能之間，原能與原基子之間卽使存有空隙，亦不妨。原儲能（包括原潛能與原能）與原質（包括基基子與基子）乃是宇宙發生的兩個階層。宇宙發生後，在宇宙生成過程中逐次所出現的各種階層間都

存有空隙。例如物質與生命之間，生命與意識之間，意識與精神之間便是。整體宇宙可以說是具有空隙構造的。其根底存有虛無空間。上舉各種空隙中，除究竟無與虛無空間之間的絕對空隙外，其他都屬於相對空隙。

(21)絕對空隙無法而又無須予以塡充。其他各種相對空隙是否可能予以塡充？空隙的塡充便是塡空。塡空須要分別出兩種。第一事態上的塡空。第二是認知上的塡空。前者屬於客觀側面的，而後者屬於主觀側面的。兩者都具有無限發展性的，同時又具有一定限度的。卽是無限而又有限的。宇宙本身的塡空自當屬於事態的客觀的塡空。其塡空過程中尙存餘的空隙，有些可能無限地進行塡充，有些却有其極限的。屬於後者的空隙則不能得到塡充。這是自然的本性。至於認知上的塡空，卽是表示認識發展的深澈化。事態上的塡空旣已有限度，認知上的空隙亦無法得到塡充。這便是認識的界限所在，無須超過這樣界限。否則，反而要招致認識的錯誤。我們須要留意，認識上存有過不及的現象。而且過猶如不及。更恰當地說，過猶不如不及。這般情形常見於哲學史上。明知故犯者，其罪責該當是嚴重的。

(22)可能態的原潛能如何可能顯現化而成爲現實態的原能？其顯現化的機序如何？這是可能存在轉化爲現實存在的原初問題。原潛能是近似於無，而原能是原初的有。因而這種轉化則可歸屬於相對意義的「無中生有」的第二階層。對之，從虛無空間中醞釀出原潛能的轉化可算爲其第一階層。這種問題尙未能予以解明。

(23)原能場乃至能量場如何可能量子化而成爲原基子乃至基子？或者原能乃至能量如何可能凝結而成爲原基子乃至基子？其量子化或者凝結的機序又如何？並且量子化或者凝結時，如何可能採取素量不同的單位？這些是屬於原基子乃至基子的發生問題，而又是物質發生的原初問題。各種原基子乃至基子的性質可能推定是由於原能乃至能量的分量所決定的。這可表示能量優先於物質的情形。分量決定性質的一般原則支配着各種現實存在領域。此外，或許尙有別種原因介在着

。這是連關於下列問題。

(24)諸種基子中有些是荷電的，有些是中性的，這兩種又有正負性質的，這些性質的決定原因如何？這種問題包含着電氣的發生起源問題。這算是基子性質中最重要的問題。因爲各種原子以及分子的形成都要依靠電氣作用。而又，荷電基子與中性基子孰爲原本？

(25)正負性質的基子相接觸時就要自告解體而完全轉化爲能量（物質消滅）。這是能量轉化爲基子（物質創生）的逆行過程。由此可以推知，物質乃是能量的凝結形態。這又可表示能量優先於物質的情形。如此能量與物質的互相轉化的原因與機序如何？荷電基子又可能發散出無限大的能量。這在物理學上（如電氣量子力學）成爲嚴重的難題。而又，諸種基子間尙存有互相轉化的現象。其原因與機序又如何？更加以，諸種基子間的互相作用中又有强性的與弱性的分別，而且其差異是非常顯著。其所以然的原因與機序又如何？上幾段所列舉的諸問題均屬於等待將來的解決。

(26)物理學上現在被發現的基子種類已經超過了 300 種以上。這些基子的發生程序如何？而在發生程序上，各種基子各別應要歸屬於第幾層次的基子？其中是否存有可能歸屬於原基子的部類？原基子（第一次基子）與第二次以上的基子的定義在原則上較爲容易，然而在實際上的確定却尙難爲判別的。關於諸種基子的階層構造問題，尙須要等待將來科學的深究與解決。由此原基子與衍生基子的分別或許可能得到證實。哲學祇能提示其研究途徑而已。

(27)物理學上被發現的諸種基子是否屬於構成物質的究極因素？是否尙具有其內部構造？假如具有構造性時，是否屬於眞正意義的基子？因爲可能再分解到更爲究極的單位因素。諸種基子中可能含有眞正形態的（眞性基子）與擬似形態的（假性基子），或者單一基子（基本基子）與複合基子（衍生基子）。其中又可分爲性質上的與分量上的究極因素。而且質量上又可分爲幾個階層。如此，基子的內部構造問題又要連關於上段的階層構造問題。通觀諸種基子間的互相作用等

等諸現象時，其內部構造與階層構造是相當顯明的。這是表示着大部份的基子並非屬於眞性基子。更進而，支配着各種基子間的互相作用的法則如何？基子的本性又如何？關於這些問題均須等待將來的深究與解決。

㉘我們所提示的原基子究竟是否物質的究極因素？這是物質發生根源上的最嚴重問題。原能假如是由於極微粒子所構成時，這種極微粒子則可稱爲超原基子。這始可成爲眞正意義的究極基子（究極根源物質）。如此看來，原質（究極根源物質）反而還要先行於原能（根源能量）。超原基子可視爲分量上的究極的單位因素。因其再不可能分解（不可分割性），故不具有任何的構造性。這纔是相當於哲學上的原子概念。假如超原基子的假說可能成立時，則可提高唯物論的地位以及保證其眞確性。唯能論似乎還要再讓於唯物論。在眞理當前，總得遵從其裁決。然而觀看基子生滅的種種跡象，可以推知能量還是優先於物質。至少超原基子尙可視爲原潛能乃至超原潛能的顯現形態。再說，對於超原基子成爲分量上的究極因素，原基子則可成爲性質上的究極因素。其實，原能是否可能由於超原基子所構成，尙屬疑問。

㉙諸種基子間是否存有週期性的法則？在化學上早已定立元素週期律。其所以成立的根由，在物理學上已被解明。這是屬於基子階層的重要法則。構成物質的究極因素是在基子尤其原基子。基子階層亦復如能成立週期法則，而能夠被發現與定立，其重大意義與功績或許還要遠勝過元素週期律之上。我們可期望這種法則定立的早日出現。物質的根本構造由此可能得到更加深澈的解明。再說，基子週期法則定立問題又連關於上列的基子內部構造問題、基子階層構造問題以及基子間互相作用的法則定立問題。基子的本性（本質）如何的問題由於這些問題的解決或許同時可能得到解決。這些均屬於基子論上的究極問題。

㉚原儲能（包括原潛能與原能）與原質（包括原基子與基子）的

創生率如何？其創生屬於定量抑或屬於非定量？其創生速度是否可能增大？假如可能增大，宇宙的塡空過程亦則可能加速。原儲能屬於根源能量，而原質屬於根源物質。因而這種假定可稱爲質能創生加速的假說。這種假說對於宇宙進化論特別具有重要意義。這項問題連關於下列問題。

31原儲能與原質的創生種類又如何？其創生屬於定質抑或屬於非定質？其創生種類是否可能增多？假如可能增多，其所招致的後果又如何？這雖難以逆料，但至少可以推想如下。新種基子構成新種原子，新種原子再構成新種分子，如此由於新種物質的不斷創生，宇宙的內質可能不斷地更新，而其相貌可能不斷地改觀。現在宇宙的樣相不過是悠久的宇宙生成過程中的一小階段的現象形態而已。如此假定可稱爲質能創生種類增多的假說。這種假說與上述的質能創生加速的假說相連關，而對於宇宙構造論與宇宙進化論可能賦予革新的見地。這兩種假說都是從唯能論的根本前提所導致出來的歸結。再說，這兩種假說顯明地與質能恒存律（這又屬於一種假說）之間形成嚴重的對立形勢。前者屬於革新的假說，而後者屬於保守的假說。我們曾經指示過，唯能論與唯物論的對決問題的重心存於質能恒存律的存廢問題之上。如此質能恒存律亦可成爲唯能論與唯物論的選擇問題上的試金石。質能恒存律既然屬於假說，亦則不可視爲絕對確實的眞理，因而尙存有重新檢討的餘地。質能創生加速的假說與質能創生種類增多的假說亦然。

32基子中存有恒久性的與瞬間性的兩種部類。恒久性的基子有如質子、電子以及光子。其他的大都屬於瞬間性的基子。依照物理學上的推算，質子的存續時間（壽命）大約是一百京年（10^{18}），電子的壽命大約是十兆年（10^{13}），光子的壽命尙未被推定，可能較於電子還要短些。其他大部份的基子的壽命是在一億分之一秒（10^{-8}）乃至一百億分之一秒（10^{-10}）之間，據說最短的有一千極分之一秒（10^{-23}）的。這樣短命的基子可以說其創生卽是消滅（生滅一如）。如此基

子壽命長短的兩極端的成因如何？其含義又如何？基子壽命問題又連關於基子本性問題。這是基子本性的最爲奧妙的難解問題。

(33)基子中是否存有永恒不變乃至永恒不滅的基子？假如有永恒不變的基子，則不能轉化爲別種基子。上擧的質子與電子雖是恒久性的，但並非永恒不變不滅的。質子在原子核內經常與中子作互相轉化。正反電子相接觸時，則要告消滅。高能量的光子相衝擊時，亦可能轉化爲電子。互相轉化乃是基子的特性。再說，原基子假如是永恒不變的，則不能產生基子。如此，永恒不變的原基子既已不能存在，何況於永恒不滅的基子。然而，哲學上常要提出永恒不變不滅的實體。所謂原子、單子、實子等等均屬於此類。無始無終、不生不滅、永恒不變的實體，可稱爲絕對實體。如此絕對意義的實體在實有宇宙內却是不能存在的。基子乃至原基子亦不能作例外。假如仍要保存實體概念時，祇得將其改釋爲相對意義的。我們尙可以將恒久性的基子乃至原基子視爲第一層次的相對實體，而將原子視爲第二層次的相對實體。這是實體的科學概念或者通過科學以後的哲學概念。向來哲學的絕對實體早已告崩潰。這看哲學上的原子概念便可推知。附帶地說，實體概念祇能成立於物質的基體上。而能量却是屬於機能概念。由此可以破除生命實體、心靈實體乃至精神實體等等的謬見。

(34)能量與物質孰爲先行存在或究極存在？這是實有宇宙發生根源的究極問題。同時而又成爲唯能論與唯物論的對決問題。通觀基子的生滅等等的現象，可以推定能量先行於物質。擴散着的能量收縮起來可能凝結成爲物質。物質的解體又可視爲再分散開來而歸還於能量。所謂物質的創生與消滅可以作如此解釋。然而這並非根源意義的創生與消滅，祇不過是能量與物質之間的互相轉化而已。唯能論是將基子論與唯物論再加以深澈化的假說。在理念上，唯物論可以將物質的發生根源溯源到基子、原基子乃至於超原基子，而唯能論又可以將能量的發生根源溯源到原能、原潛能乃至於超原潛能。原能先行於原基子，而原潛能又先行於超原基子。唯能論尙可深澈到唯空論。卽是將原

潛能乃至超原潛能迫近於虛無空間。如此根源追究恐怕唯物論所難以做到的。其實，唯物論既已認定物質爲究極根源，則不能又不必再追究其根源。如此看來，在哲學的根源追究的理念要求上，唯能論較於唯物論更爲澈底的。

㊴對於實有宇宙的發生起源，除能量與物質之外，是否尙有別種較於能量與物質更根源的存在？更進而，除虛無空間外，是否尙有別種較於原潛能乃至超原潛能更爲根源的存在？這是實有宇宙發生根源的更加嚴重的究極問題。假如可能有較於能量與物質更爲根源的究極存在，則可能成立超克唯能論與唯物論的更加深澈的理論。這種尙未能予以命名的理論則可成爲更加迫近於唯空論的究極學說。假如有較於原潛能乃至超原潛能的更爲究極的根源存在，則必須是較於原潛能乃至超原潛能更爲空虛的存在。如此始能更加迫近於虛無空間。原潛能本來既已近似於無性的有（空虛存在），較於原潛能更爲空虛的存在是否可能隸屬於超原潛能？假如可能，則可包攝於唯能論之內。再說，可能設想的空虛存在似乎可以舉出數理或論理的純粹理法或純粹形相，這可稱爲原型。然而，原型是否可能先行於原能？在實有宇宙發生以前，是否可能有其原型的先行存在？尙且如此原型的成立根源又如何？原型的成立是否還要預料其設計者（如神）？假如須要其設計者，如此設計者的存在本身則必須屬於實有存在。既已屬於實有存在，亦則必定有其發生起源。於是，則要發生更加嚴重的問題。我們曾經指出過，神發生的根源問題較於宇宙發生的根源問題更爲難以處理。除非神屬於虛無空間乃至究竟無，這是無法謀求解決的。再者，原型（純粹理法或純粹形相）假如無須預料其設計者而且又可能先行於原潛能乃至超原潛能時，以如此原型當爲實有宇宙發生根源的理論，或許可以暫定稱爲唯理論或唯形論。其實，這種理論是否可能成立，尙屬疑問。如果可能成立，唯能論自當還要讓於這種理論。

㊱物質是否有其發生起源？我們重新還要提出這項問題。唯物論認定物質爲宇宙生成的究極根源，因而無由成立物質起源問題。於是

，物質則與虛無空間相同地均屬於無始無終、無生無滅的永恒存在。另方面，神學與唯心論却要主張神與絕對精神是宇宙生成的究極根源，而又認其爲無始無終、無生無滅的永恒存在。如此，唯物論與唯心論雖成立作對立學說，但這兩種立場在其主張上却有相類同之處。因爲物質的存在性格與神的存在性格成爲同等同格的。從而物質亦可以替代神，由此則可成立所謂物神論。在物理學上成立着物質、空間與時間的統合學說。在哲學上似乎亦可能成立物質、神與空間的統合學說。於是，物質、神與空間則成爲三位一體。如果物質無其發生起源，唯能論則要成爲多餘的。

(37)宇宙究竟是否有其起源？這項究竟極問題是依繫上項問題的。物質如無起源，宇宙亦則無起源。唯能論乃至唯空論認爲虛無宇宙雖無起源，然實有宇宙却有起源。如此虛無宇宙與實有宇宙的分別是否妥當？這是我們在第四問題上曾已提出過的。這便是考究宇宙起源問題上我們所採取的根本前提。這種根本前提如不能成立，唯能論乃至唯空論亦則要成爲多餘的。唯物論站在宇宙無起源論的立場，而唯能論站在宇宙有起源論的立場（限定於實有宇宙）。孰是孰非，這是兩種理論的裁決上的緊要關頭。實有宇宙有起源論的立場又是依照凡屬於現實存在乃至實有存在必定有其發生根源這種確信。這又可算是考究宇宙起源問題上我們所採取的根本前提。在哲學的根源探求的理念要求上，唯能論乃至唯空論較於唯物論更爲澈底的。其成敗暫且不論，其探究精神應予以尊重。我們對於唯心論與唯物論均不得滿意的理由，亦則根由於此。

(38)唯能論與唯物論是否可能謀求統合？唯能論與唯物論在各自所採取的根本前提上雖有相反之處，我們仍相信兩者的統合却是可能的。物質界乃是現實存在的基本階層。因而將物質當作基體，藉以說明現實存在（實有宇宙的基本內涵）的生成是遵照順理之道的。唯物論雖尚不澈底，但其眞確性却無法予以否認的。我們曾經提示過，實體概念如能成立，祇能成立於物質基體上。在某種限定的範圍內，物質

與能量是同等的，即物質成爲凝結能。高附能（如生命、意識以及精神）是附着於物質的高級能量。假如可能出現高離能（脫離物質基體的高級能量如遊離生命、遊離心靈以及遊離精神乃至神），亦得首先通過物質的發展階段始可實現。物質可視爲能量發展的第二階層。唯能論不僅可以將原儲能當作根源能量來說明物質的發生，亦且可能說明能量本身的發生根源（唯空論）。尙且能量概念所包含的範圍較於物質概念更爲廣汎。物質不過是屬於能量的五種部類中的第二部類而已。因此，唯物論可以包攝於唯能論之內。如此，在深度與廣度上，唯能論均可勝過唯物論。此外，在精密與通貫等項上，亦然。將唯能論與唯物論統合起來，可稱爲唯實論。如此唯實論則可對應於唯空論。而且唯實論成立於唯空論之上，恰如實有宇宙生成於虛無宇宙之上。其次，唯能論與唯心論是否又可能謀求統合？唯物論與唯心論既已不能謀求統合，唯能論與唯心論亦難爲統合。唯心論對於現實存在乃至實有宇宙生成的說明犯有本末顚倒的重大錯誤，即其所採取的說明途徑是逆理之道的。雖然如此，從唯能論的立場看來，假如唯心論所提出的心靈與精神是屬於現實存在的（高附能），而以此來說明超現實存在的心靈與精神（高離能）的生成，祇在如此限定的範圍內，則亦可承認唯心論尙有其可能適用之處。然而無奈乎唯心論所提示的心靈與精神其實却大都屬於超現實的假構觀念，所謂神、絕對精神、精神實體等便是其代表形態。

㊴唯空論與唯無論是否可能統合？唯空論的「空」是指謂虛無空間。而唯無論的「無」是指謂究竟無。究竟無即是凡有存在（包括現實存在與超現實存在、積極的存在與消極的存在）的絕對否定，這是眞正意義的絕對無（第一義的絕對無）。虛無空間亦可視爲擬似形態的絕對無的一種（第二義的絕對無）。究竟無祇是在觀念上可能設想的，其實絕無其存在的可能性。否則，便不能稱爲究竟無。因而從如此究竟無中不能發生虛無空間。我們曾經提示過，究竟無與虛無空間之間存有絕對的隔絕。從究竟無中既已不能發生虛無空間，自當更加

不能發生實有宇宙。絕對意義的「無中生有」應指謂如此情況的發生。因從究竟無中絕對不能發生虛無宇宙乃至實有宇宙，故究竟無則不能成爲宇宙生成的究極根源。從而如此意義的唯無論是不能成立的。然而，從虛無空間中發生原儲能（實有宇宙所由發生的根源能量）是相對意義的「無中生有」，這其實應稱爲「空中生有」。由此可以避免「無中生有」的難題。於是可能成立唯空論。我們可以將如此唯空論當作宇宙發生起源上的究極學說。唯能論亦應深澈到如此唯空論，前者卽成立於後者之上。如上述，唯無論旣已不能成立，唯空論與唯無論的統合問題則要成爲無意義的。

(4)如上述，唯無論旣已不能成立，然則唯有論是否可能成立？唯無論的「無」是指謂絕對無（究竟無），而唯有論的「有」亦應指謂絕對有。而且如此絕對有是該當於絕對實體。絕對實體又是指謂無始無終、無生無滅的永恒不變的存在。我們曾經指出過，如此意義的絕對實體是不能存在的。假如可能有所謂無始無終、無生無滅的永恒存在，祇有虛無空間（第二義的絕對無）始能該當之。如此虛無空間自當不能成爲絕對實體。否則，便不能成爲虛無空間。主張絕對實體是宇宙生成的根本原理（究極根源），這是唯有論的第一含義。其第二含義是在否認虛無空間的存在。自從古代希臘的 Parmenides 的「純有」形上學出現以來，在哲學上否認虛無空間的學說並非稀有的。在科學上亦有否認虛無空間的存在的學說，例如所謂相對性理論便是其中的一個代表學說。否認虛無空間而將空間實體化起來的所謂「實體空間」的思想遍及於哲學與科學上。尤其在物理學上，實體空間的存在又不稀罕的。其所謂實體空間其實是指謂物理空間。實體空間的名稱是不妥當的，應改稱爲實有空間。物理空間乃是發生於虛無空間上的一種實有空間，這是由於能量與物質所塡充着的空間。如此實有空間的背後仍然存立着虛無空間。自從虛無宇宙內發生實有宇宙以後，實有宇宙與虛無宇宙成爲相並存着的（實虛宇宙並存），由此可以定立實虛宇宙恒存律，藉以替代質能恒存律。我們相信實虛宇宙恒存律

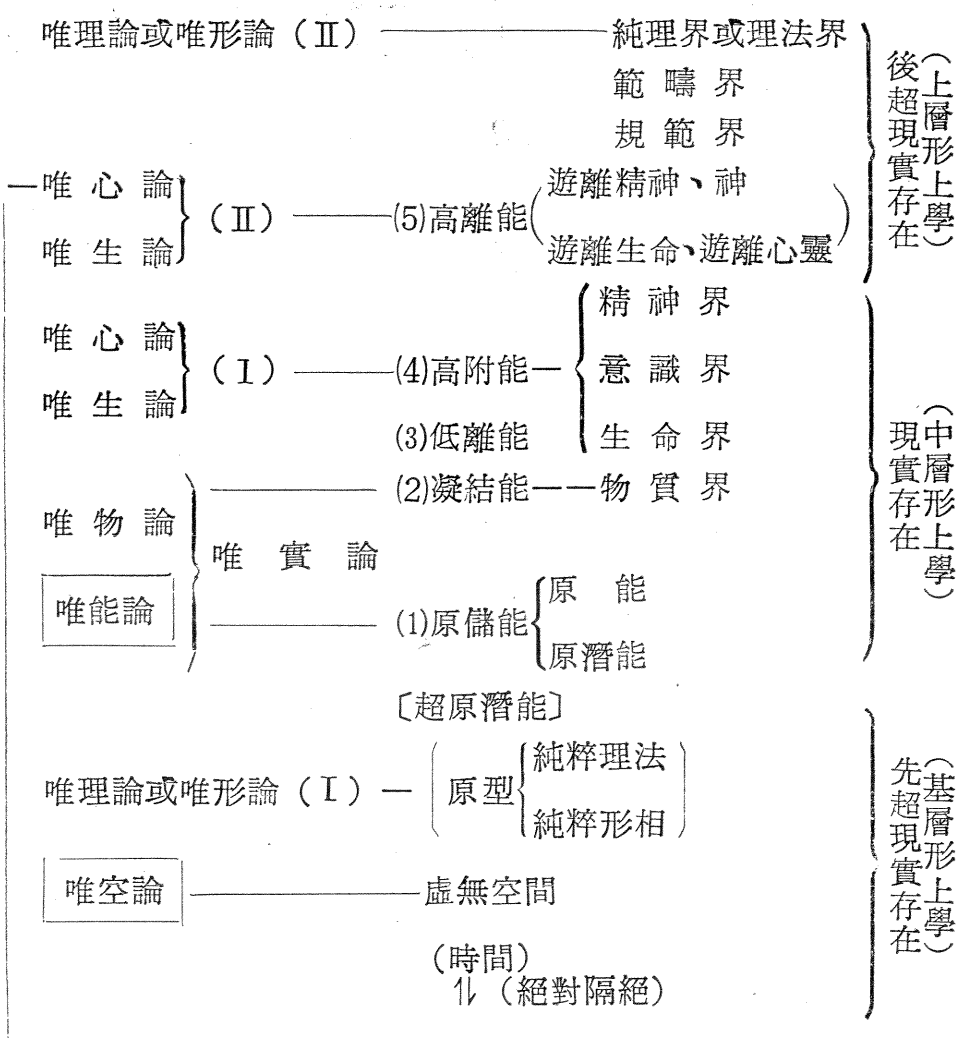
較於質能恒存律更爲眞確的。由於上述，絕對實體既已不能存在，尙且虛無空間又不容被否認，因而唯有論則不能成立。我們所得到的論結便是：唯無論與唯有論這兩種相反的理論均不能成立。

上述的唯無論與唯有論雖名義上成爲相反的理論，其間却存有一脈相通之處。或者可以說這兩極端的理論可能予以統合的（對立的統一）。神學者或唯心論者經常所提出的絕對實體（如神、絕對精神、單子、實子等）雖然是要指謂絕對有，其實大都屬於假構觀念的，如此假構觀念則可視爲絕對無（究竟無）。因爲究竟無本來是屬於假想觀念。如此，假構觀念（絕對實體）則可以替代假想觀念（究竟無）或者通達於假想觀念。因而則可以說絕對有卽是絕對無，絕對無卽是絕對有。如此，我們亦則可以將神等置於究竟無（神卽是究竟無、究竟無卽是神）。絕對無與絕對有均不能存在，卽均可予以否定。佛教空觀的「空」卽是對於這兩者的否定概念。空卽是非有非無。「空」所要否定的「有」應指謂絕對有，而其所要否定的「無」亦應指謂絕對無。如此「空」卽是指謂現象事物的流動轉變的存在性（法相空），亦卽是否定永恒不變的實體（法性空）。諸行無常，諸法無我，一切皆空的三法印的本義應作如此解釋的。這是極可稱讚的灼見。悟空是現象眞相的達觀，由此可以破除絕對實體的妄見。空觀的「空」亦可視爲擬似形態的絕對無的一種，然而却是成立於實有宇宙之上的。而因空觀的「空」與虛無空間的「空」各別屬於階層不同的領域，絕不可予以混同的。恰如究竟無的「無」與虛無空間的「空」絕不容混同。這些間的分別似乎極其微妙的。如不予以明確的辨別，則要容易觸犯重大的錯誤。哲學思索的精確與否的判別要訣存於此。祇依靠解析哲學的語言分析是否可能做到如此分別，尙屬疑問。語言分析的技術雖可尊重，但並非哲學研究上的最重要的要具。其實，解析哲學尙未達到哲學本來的境位。哲學的研究對象不能祇限定於語言上。迷惑於語言固不可，耽溺於語言亦不可。至於迷醉於語言又何如？祈望其能以儘早覺醒。

以上是將物質起源問題放置於宇宙起源問題之內的考察。宇宙起源問題不僅包括物質起源問題，更根源地包括能量起源問題。宇宙起源問題乃是哲學的究極問題，因而對於如此重大問題的處理特別須要抱持着愼重的態度。物質起源問題的考究必須溯源到宇宙起源問題的深究。物質起源問題成爲宇宙起源問題的第二階段，其第一階段卽是能量起源問題。因而物質起源問題的考究又須要通過能量起源問題的考究。宇宙起源問題在哲學上，向來是屬於形上學的部門。宇宙生成的根本原理（究極根源）的探究乃是形上學的最基本的核心課題。哲學不能避開這種問題的考究。缺如宇宙起源論的哲學是否值得稱爲哲學，尙存疑義。我們對於唯物論的無宇宙起源論的立場始終不能予以同意乃至不能得到滿意的主要理由存於此。我們將唯物論再加以深澈化的結果，可能建立唯能論。尙且唯能論還要更加深澈到唯空論，如此始能達到究極的境地。唯空論再不可能深澈到唯無論。因爲唯無論是不能成立的。因而我們可以認定唯空論乃是形上學上可能設想的究極學說。回顧向來的形上學，其主要學說是在唯物論與唯心論。這兩種學說應予以超克。由於唯能論乃至唯空論的建立，唯物論與唯心論的相當長久的對立論爭可能得到一段落的終結。

關於包括能量與物質的起源問題在內的宇宙起源問題，我們以上所作的考究中尙存有許多問題仍未能得到解決。我們儘量將其列擧起來，俟於將來逐步的深究。唯能論乃至唯空論尙屬於假說的階段，仍須等待將來的檢討與證實。現在祇能得以開拓哲學研究上的較爲正確的新途徑，則可以滿足。哲學研究是人類遼遠的最值得從事的崇高的精神工作。探究宇宙的深奧，聊可以忘懷人生的煩惱與悲苦。但總不要忘懷精神工作乃是能量與物質發展的高級的成就。精神便是能量通過物質基體所發現的高級能量（第三層次的高附能）。蔑視物質則是無視精神本身的根源。對於物質的無知，亦則是精神本身的恥辱。再說，在以上的論述中我們又列擧了可能設想的諸種理論或學說（在名稱上共有十種）。其中包含着可能成立的與不能成立的，同時指定出

其各別在形上學上所佔有的正當位置。爲要概括上述的理論要旨與使其明瞭化的起見，茲將其列表如下：



對於上列圖表尚須加以些說明。依照圖表所示，宇宙發展的程序是由下而上的。各種形上學說可以按照如此程序來安排其各自所佔有的位置。凡採取依照由下而上的說明途徑的學說是遵從順理之道的。相反地，凡採取由上而下的說明途徑的學說是逆理之道的，這則要觸犯本末顚倒的錯誤。「由下而上」是發展的途徑（往相之道），「由

上而下」是還元的途徑（還相之道），例如將精神的發生還元於物質則可，然而將其當作物質發生的根源則不可。反之，將物質當作精神發生的根源則可，將其發生還元於精神則不可。由此可知，唯物論雖尚不徹底，但仍可保持其眞確性。對於物質發生根源而說，唯心論所作的說明顯明地犯了本末顚倒的錯誤。其他諸種學說亦可作類推。如此，在考究各種存在的發生起源問題上，是否依照由下而上的說明途徑，由此可以當作判定各種學說的眞僞如何的最重要的基準。事理雖極其顯明，然而哲學尤其形上學上的諸多學說却偏要違反這種事理。哲學應將如此事理樹立作其研究途徑的根本原則。科學的研究途徑是遵照自然發展的這種事理。哲學何以偏要違背這種事理，可令人置疑。我們可以推知，其中必有學究以外的不純因素的介在。其次，在圖表中越佔在下位的學說，可視爲越是深澈的。以下將要按照如此根本原則，對於各種學說予以簡評。

首先我們要推出唯無論。假如這種理論可能成立，則可成爲最究極的學說。無奈乎唯無論無由成立。從究竟無中既已不能發生虛無空間，何況於實有宇宙。名義上與唯無論作相對立的學說，可舉出唯有論。唯有論否認虛無空間，而祇認定絕對有（純有）爲唯一不變的眞實存在（絕對實體）。因絕對實體本身是無始無終、無生無滅的永恒存在而又是唯一不變的眞實存在，故無由發生有生成轉變的宇宙。如其有生成轉變的宇宙，絕對有則不能成爲唯一的眞實存在。無宇宙生成的唯有論通達於唯無論。其實，絕對實體（絕對有）本身原來是絕對無其存在可能性。絕對有反而成爲其存在（有）的否定，則可轉變爲絕對無。絕對有又幾乎相等於絕對無。如此，唯無論與唯有論均不能說明宇宙的發生，因而這兩者均不能成立。兩者祇成爲有名無實的理論。另方面，唯有論又可通達於唯心論。因爲兩者所定立的絕對實體均屬於假構觀念。尙且，從宇宙無起源的觀點看來，唯有論又類似於唯物論。另方面，唯物論在定立絕對實體（如原子）的觀點上看來，又類似於唯有論。Parmenides 的唯有論（純有形上學）一方面被

認爲屬於唯心論，另方面又被認爲屬於唯物論的緣故，由此可以推知其一端。

其次，跟隨着唯無論而來的便是唯空論。驟觀之下，唯無論與唯空論似乎相接近，其實兩者間的距離却是相當遼遠的。因爲究竟無與虛無空間之間存有絕對的隔絕。反之，唯無論與唯有論成爲相對立的，其實兩者間却有相接近的可能性，甚至可能達成統合（對立的統一）。唯空論認爲從虛無空間內可能發生實有宇宙。其所以然的論據，我們已有所概述，茲無須再贅。實有宇宙的發生必須通過「無中生有」的難關。否則，宇宙起源論便不能成立。唯無論的難點可能由於唯空論來予以解除。唯無論既已不能成立，則不得不推出唯空論。唯空論如再不能成立，宇宙起源論亦則無由成立。唯空論如能成立，則可成爲究極學說。唯空論便是我們所要採取的假說，其主要問題是在說明宇宙的發生根源。唯空論假定虛無空間乃是實有宇宙發生的究極根源。唯能論成立於唯空論的基礎上，其主要課題是在說明物質的發生根源。

唯空論與唯能論之間似乎可能插入第一部類的唯理論或唯形論。這種理論是將某種原型（如純粹理法或純粹形相）當作宇宙發生的根本原理看待，如此理論是否可能成立，尙屬疑問，這種理論容易被解釋或改釋爲唯心論，其實又類似於唯心論。例如 Pythagoras 學派的數形，Platon 的理體（Idea）以及Aristoteles 的形相（Eidos）等均可成爲原型（Archetype）。科學的物質創生說中亦有與此相類似的見解，例如認爲基子是某種函數的複素數在空間上所呈現的特異點，這亦可視爲 Pythagoras 主義乃至 Platon 主義在科學上的表現形態。唯能論假定原潛能爲物質發生的根源，我們亦可能設想較於原潛能更爲根源的超原潛能的存在可能性。原型亦可能包攝於如此超原潛能之內。另方面，亦可能將超原潛能解消於原潛能之內。因爲原潛能本身既已近似於虛無的存在，無須再設想有其先行的根源存在（除虛無空間之外）。因而在唯空論與唯能論之間似乎無須再設想別種理論的

介在。再者，唯理論或唯形論可能成立的正當位置或許是在唯心論以上的境位。然則除唯空論之外，唯理論或唯形論則可佔有最下位與最高位。唯無論與唯有論可能成爲兩極端的合致，唯理論或唯形論亦有相類似的情形。

假如唯理論或唯形論可以免除，唯能論則可成爲對於物質發生起源的究極學說(除唯空論之外)。唯空論主要地是對於實有宇宙的根源，而唯能論主要地是對於物質根源的說明而成立的假說。這兩者便是我們所採取的兩個基本學說。唯能論認爲物質的發生根源是在原儲能，其中包括原潛能與原能。原潛能連接於虛無空間，而成爲先超現實存在的最高位的存在。原能連接於原基子（根源物質），而成爲現實存在的最下位的存在。原基子便是原能的凝結所產。原能先行於原基子卽是表示能量先行於物質。相反地，我們亦可能設想原能又是由於超原基子所形成的。假如有如此可能，超原基子反而先行於原能，這則可表示物質先行於能量。然而卽使有如此超原基子的存在可能性，亦要預料原潛能的先行存在。如此，根源能量仍可先行於根源物質。超原基子、原基子以及基子便是構成物質的究極因素。唯能論不僅可能說明物質的發生根源，亦可能說明能量本身的發生根源。因爲唯能論可能通達於唯空論。反之，唯物論不僅不能說明能量的眞正的發生起源，連物質本身的發生根源亦不能予以說明。唯物論與唯物論的主要差異點存於此。如此，在根源追究上，唯能論遠勝過唯物論。唯能論乃是將唯物論更加以深激化的學說。

唯物論雖有缺如物質乃至宇宙起源論的缺陷，但尙有其不能予以否認的眞確性的所在。物質成爲現實存在的基本階層，因而對於物質以上的諸階層（如生命、意識以及精神）的生成的說明上，唯物論的見解是正確的。這是符合於「由下而上」的說明途徑的根本原則。在這一點上，各種學說中能夠與唯能論相對決的，祇有唯物論而已。唯能論如不能成立，則祇得讓位於唯物論。卽唯物論可能成爲唯一眞確的學說。在唯物論與唯心論的對決上，孰是孰非，極其明顯，無法抗

辯。唯物論可能將物質當作基體，藉以說明生命、意識以及精神等現象的生成。然而這些現象並非屬於物質概念，而是屬於能量概念。物質本身原來又是屬於凝結能。生命、意識以及精神便是通過物質發展所生成的，而且又是附着於物質基體的高級能量（高附能）。要之，物質、生命、意識以及精神這四層現實存在均爲能量發展的所產。唯能論尙且可能推想終於能夠脫離物質基體的遊離生命、遊離心靈以及遊離精神（高離能）的出現可能性。尙未出現的這些高離能可視爲屬於後超現實存在的範域。如此，對於現實存在與超現實存在，唯能論可能作通貫的說明。在深度與廣度上，唯能論均可勝過唯物論。唯能論可能補全唯物論的缺陷。將唯能論與唯物論統合起來，可稱爲唯實論，藉以相應於唯空論。

至於唯生論，這種學說認爲宇宙發生根源是在生命或者具有生命性質的。然則生命本身的發生根源如何？唯生論則無法予以說明。恰如唯心論對於心靈與精神的發生根源無法說明相同。假如唯生論所指出的生命是指謂現實的生命，這對於意識與精神的發生起源的說明上尙有其效力，對於物質則不然。唯心論亦可作類推。依據「由下而上」的說明途徑的根本原則看來，唯心論所犯的錯誤最爲重大。唯生論與唯心論由於其相類似或相接近的性格，可能予以統合。卽可以將唯生論包攝於廣義的唯心論之內。實際上，唯生論與唯心論中所指示的生命、心靈乃至精神時常要被混同，尙且又是指謂超現實的。假如其所指示的生命、心靈乃至精神是指謂現實的，這些對於超現實的生命、心靈乃至精神的生成的說明上，尙有可能適用的餘地。在如此限定的範圍內，唯生論與唯心論尙有其存立的權限。然而哲學史上所見的唯生論（生命主義哲學）乃至唯心論（精神主義哲學）大都並非如此性質的。爲要指定其成立位置的起見，我們將成立於現實的高附能（生命、意識、精神）的唯生論與唯心論安置於第一部類，而將成立於超現實的高離能（遊離生命、遊離心靈、遊離精神）的唯生論與唯心論安置於第二部類。

最後，成立於後超現實存在領域的學說，除第二部類的唯生論與唯心論之外，我們在理念上尙可以設定第二部類的唯理論或唯形論。這種理論特別是成立於純理界或理法界。如此第二部類的唯理論或唯形論是對置於第一部類的唯理論或唯形論。前者居於最高位置，而後者居於最低位置（除唯空論之外）。前者可以將唯理論作爲代表，而後者可以將唯形論作爲代表。如此，唯形論與唯理論則要成爲先後相對應的學說。這兩種學說如能成立，唯形論則可成爲先超現實存在的究極學說（除唯空論之外），而唯理論則可成爲後超現實存在的究極學說。兩者均爲有關純粹形式的，卽完全超脫任何的實質內容。最高位的唯理論通達於最低位的唯形論。由此似乎可以示唆着宇宙發展的始端與終端的兩極端的相合致。假如將純粹理法（Logos）當作原型（Archetype），而且再將原型當作宇宙生成的根本原理看待時，唯理論則要轉變成爲唯形論。這種理論或許可能成爲形上學的極致。然而是否可能成爲眞確的理論，尙存疑義。至少這種理論極其容易陷落於唯心論的圈套。形上學史可鑑，總不要再覆踏前轍。

如上述，我們可以設想十種形上學說，其中包括可能成立的與不能成立的在內。這些學說的互相連關大致如下。第一，唯無論與唯有論成爲兩極端的對立學說而且可能相合致的。這一對有名無實的學說是不能成立的。第二，唯形論與唯理論又成爲兩極端的對應學說而又可能相合致的。這一對學說是否可能成立，尙屬疑問。如果可能成立，亦應超脫唯心論始可。第三，唯生論與唯心論可能統合，其眞僞端賴於其所成立的位置如何而判定。第四，唯物論與唯心論成爲對立學說，且絕不能謀求統合。第五，唯能論與唯物論成爲對決學說，但可能統合而成爲唯實論。第六，唯空論與唯實論成爲相對應而且相並行的學說。眞確的形上學說究竟可能歸屬於這一對學說。再者，唯空論與唯形論成立於先超現實存在的領域，而成爲基層形上學說。唯物論與第一部類的唯生論與唯心論成立於現實存在的領域，而成爲中屬形上學說。唯能論成立於先超現實存在與現實存在的中間領域，而成爲

形上學中的重心學說。第二部類的唯生論與唯心論以及唯理論成立於後超現實存在的領域，而成爲上層形上學說。

第六章　附　　說

1　基子的種類、特性及其互相作用

達到最近1967年爲止，被發現了的基子的種類已經超過了三百種以上。這比起1965年的約一百種，在年兩間竟增多了兩倍。如能按照這樣增加速度繼續連行，將來眞不堪設想。基子種類發現的急劇增多可能引起種種問題。第一，我們可以推想，被發現的基子種類祇不過是自然存在着的基子中的一小部份而已。然則宇宙內可能生成的自然的基子種類究竟有多少種？第二，被發現的基子是否均屬於自然的基子？其中是否含有由於人工所製造的？我們可以推想其中大部份是屬於人工製造的。第三，人工製造的基子是否屬於眞正的基子？至少我們可以推定人工製造的基子並非屬於基本的基子。第四，眞正的基子（眞性基子）與擬似的基子（假性基子），基本的基子（單一基子）與衍生的基子（複合基子）的判別基準何在？我們曾經提示過，基子種類的增多可能引起基子論的混亂與困境。現今的基子論果然呈現出如此情況。

這十幾年來，基子論在實驗方面確有長足的進展（新種基子的陸續發現與人工製造卽是表示這種情況），然而在理論方面似乎無甚顯著的發展。實驗的過剩似乎壓制着理論的展開。上述現今基子論所遭遇的混亂與困境似乎表示着基子論在理論方面已告一段落（終端），而將要開拓新局面（新開端）的情勢。這可視爲基子論的深澈化的趨向，其將來的開展極可期望。其結果或許可能達到我們所假設的原基子乃至超原基子的境地。唯能論由此則可得到更加鞏固的論據。現在基子論中已可看到基子的統一理論乃至時空理論的提出。這可表示基子論的重新整理與其深澈化的開端。

基子的統一理論是連關的基子的內部構造問題與其階層構造問題（系譜問題）。基子的內部構造表示現階段所發現的基子可能再予以分解而溯源到更爲究極的因素。基子的階層構造便是表示原基子與基子的諸多層次的生成發展。至於基子的時空理論，這雖是考究基子的時空規定問題，然而如能將實體空間溯源到虛無空間，則或許可能達到唯空論的境地。實體空間（實有空間）的發生亦卽是基子的發生。如此，我們的唯能論乃至唯空論則可對於基子論賦予其研究途徑的根本方針。基子論的將來的發展或許可能達到基子的發生起源問題的考究。於是，科學則要變成爲哲學。向來的哲學所未能解決的問題，或許可能由於科學來予以解決。基子的起源問題正是我們對於基子論所期望的最爲關切的問題。哲學的原子論曾經擔當過指導科學研究的任務，其結果將要被科學所超克。繼哲學的原子論（唯物論）而起的唯能論乃至唯空論是否還要遭遇與此相同的命運，有待於將來科學的發展成就可得判定。再說，基子的起源問題亦卽是物質的起源問題。基子論如能處理與解決如此問題，不僅要超克哲學的原子論，同時亦則要超克過去科學的根本前提（物質恒存律）。物質恒存律如不被揚棄，物質起源問題仍然不能成立。而揚棄物質恒存律則可成就科學的一大革命。唯能論乃至唯空論雖將要建立於科學的基礎上，但對其根本前仍還要抱持着懷疑態度。由此形成科學與哲學之間的極其微妙的交涉關係（如對立統合關係）。

再說，現在被發現的三百多種的基子中，據說一百多種是屬於介子（Meson）的族類，另一百多種屬於超重粒子（Hyperon）的族類。基子的種類有幾種分類法。我們在本書第三章第一節基子論中所採取的分類法是將核子（Nucleon）與電子(Electron）作爲基準的。核子指謂原子核內的基子，卽是質子與中子。電子是原子核外的基子。核子與電子便是構成原子的三種特別基子。質量較於核子更大的基子卽是超重粒子。質量介在於核子與電子中間的基子，稱爲介子。超重粒子與介子在被發現的基子中佔大部份，而各別又含有幾多種類。質

量較於電子更小的基子，可稱爲微細粒子（Microtron）。如此，依照質量的大小將這些基子排列起來，可得如下五種族類：(1)超重粒子、(2)核子、(3)介子、(4)電子、(5)微細粒子。然而依照量子力學的所謂 Bose 與 Fermi 的統計法，介子族類中除 μ 介子之外，均屬於Bose 粒子。光子又屬於 Bose 粒子。光子因其幾種特性（後述），亦可以放在普通的基子族類之外。μ 介子與電子以及微中子（Neutrino）均屬於 Fermi 粒子，將這些合併起來，稱爲輕粒子族。對之，超重粒子稱爲重粒子族。核子與超重粒子均屬於 Fermi 粒子。依照如此統計法，基子種類則可分爲如下五種族類：(1)重粒子族（Fermi 粒子）、(2)核子族（Fermi 粒子）、(3)介子族（Bose 粒子）、(4)輕粒子族（Fermi 粒子）、(5)光子（Bose 粒子）。附帶地說，Bose 粒子的 Spin（回轉角運動量）是零或整數，而 Fermi 粒子的 Spin 是半整數。最簡單的分類法是將介子族爲基準，將介子族以上的基子稱爲重粒子族（Barion），而將介子族以下的基子稱爲輕粒子族（Lepton）。

諸種基子中質量最小的是光子（Photon）。光子的靜止質量是零，這是表示光子如一旦靜止時，則要告消滅。光子的 Spin數值是1，這在諸種基子中算是最大的。如此質量最小而且 Spin 數值却成爲最大，這可說是難以理解的一事象。其他基子的 Spin 數值，除介子族（但不包含 μ 介子）屬於零之外，其餘的均屬於 $\frac{1}{2}$。光子是量子被發現的最初的基子（量子）。光子同時具有粒子性與波動性。如此具有雙重性的性質又可擴延到其他的基子。光子是從電子中所放出的輻射線，即是相當於電磁波。因而光子通常被認爲屬於輻射基子（能量基子），用以區別於質量基子（物質基子）。然而這樣的區別並非絕對的，而祇是相對的。因爲電子又是從原子核內所放出的一種輻射線。原子核又可能放出光子，這稱爲 Υ 線。原子核所放出的電子稱爲 β 線。原子核又可能放出 α 線，這是相當於 He 核（兩個質子與兩個中子的結合體）。原子核放出這些輻射線時，經常附帶地還要放出微中

子，這又可視爲一種輻射線。輻射基子（能量基子）與質量基子（物質基子）的區別既是相對的，量子與基子的區別亦然。我們亦可以將量子與基子視爲同等的，恰如能量與物質成爲同等的。物質具有惰性的質量，能量亦然。基子的靜止質量是以電子靜止質量1爲基準的（電子質量的實值是約 10^{-28}g）。其他基子的靜止質量則成爲電子的對比量，例如微中子是約 0.0005，質子是約1836，屬於重粒子族的Xi 粒子是約2567～2585。依照相對性理論，基子在作運動時，其質量還要增大。然而我們又可以推想，基子由於其運動如要消耗能量時，其質量反而可能減少。

光子便是光線的本體，而可視光線不過是電磁波中的一小部份而已。光子的運動速度（光速度）在物理學上又被認爲凡有運動中的最大的，而且成爲一種常數（C＝約 10^{10}cm/sec）。光速度常數與Planck 常數成爲相對理論與量子論的基本定數。Planck 常數的數值是h＝約6.624×10^{-27} erg/sec，這稱爲作用量子或能量素量。光子的能量卽是其振動數乘這種常數的(hv)。這些基本定數並非絕對不變的，在經過悠久的時間（如幾十億年或幾百億年）中可能有所變動。光子雖屬於安定的基子，但又並非絕對不滅的。天文學的天體觀測是依據光線（電磁波），其所推測的宇宙半徑大約是55億光年。這或許可能是光子的存續時間（壽命）的極限。其實，光子經過55億年而不消滅，極可置疑。光子既有一定壽命，天文學的觀測範圍則亦有其一定的限度。再者，光線在眞空中所通過的徑路是否可能完全採取絕對的直線，又可置疑。因爲光線既屬波動，在長久的運動過程中可能生起彎曲。光線的彎曲並非祇是起因於重力場的影響。

我們曾經提示過，基子中存有安定的與不安定的兩種部類，而其壽命正恰成爲兩極端。安定的基子包括光子、微中子、電子以及質子，其壽命幾乎是恒久的。其餘均屬於不安定的或者準安定的基子。中子屬於準安定的基子，其平均壽命大約是20秒間。其餘的基子均屬於不安定的，其壽命祇是在 10^{-6}～10^{-16} 秒之間，甚至尙有 10^{-23} 秒間

的。這些基子可說是生滅一如的瞬間即逝的存在。基子何以成爲如此恒久與短瞬的兩極端，尙未得到解明。如上述，光子壽命的極限度是在55億年間，而其生成的由來可能是多因的。由於正負的一對電子的相接觸可能創生光子(通常却稱爲物質的消滅)。又由於正負的兩對核子的相接觸亦可能創生光子。光子則可視爲正負電子或者正負核子相接觸的結果所放出的能量（物質歸屬或歸返於能量）。依照 $E=mc^2$ 的關係式，將光子的能量換算作質量時，則可相等於兩個正核子與兩個負核子的質量的總和。這可表示光子的結構是堅固的。這或許是使光子成爲安定性的條件。至於微中子的安定性的成因，尙未被解明。坂田昌一等人認爲微中子是基本基子，其他的基子均由此所衍生的（後述）。這種見解如能成立，微中子的安定性或許是由於其本身屬於基本基子的緣故。光子與微中子均屬於基子中的微粒子（microtron），而又是電荷中性的。

其次，電子的壽命被推算是在 $10^{13}\sim10^{17}$ 年（十兆年乃至十京年）。關於其安定性的成因，有如下的解釋。依照能量保存律，電子作崩潰時，祇可能變換爲較於其自己更爲輕質量的基子，這祇有微中子與光子而已。然而這兩種基子均屬於電荷中性的。假如電子可能變換爲如此中性的基子時，其所固有的電荷則要告消滅。電荷的消滅因違反電荷保存律，故電子的崩潰則成爲不可能的。最後，質子的壽命被推算是在 $10^{18}\sim10^{22}$ 年（一百京年乃至一百極年）。其安定性的成因又被解釋如下。質子具有重粒子數的保存量，而其重粒子數是 1（後述）。較於質子質量更爲小的基子的重粒子數均屬於零。因而質子作崩潰而變換爲質量更小的基子是由於重粒子數保存律所禁制的。另方面，質子又不可能崩潛到較於自己的質量更爲大的基子。如此，電子與質子的安定性是由於電荷保存律與重粒子數保存律所保證的。物質界的安定性又是依存於電子與質子的安定性，因而究竟還要依存於上列的兩種保存律。然而如此說明是否眞確，尙存疑問。再者，基子的崩潰大都屬於弱性的互相作用，此時幾多種保存律又不能維持（後述

）。即保存律本身不能被保存。由此則可推知，凡有保存律（包括物質恒存律與能量恒存律在內）並非絕對的。

如上述，諸多基子種類中大都屬於不安定的部類。現在被發現的三百多種的基子大都又屬於介子族與超重粒子族，據說這兩族就佔有二百多種。這些基子自當均屬於不安定的。介子族含有 π 介子與 K 介子，後者又包含幾多種的基子。超重粒子族有如 Lamda 粒子、Sigma 粒子、Xi 粒子以及 Omega 粒子等等，其質量可能有超過3000以上的。我們可以推定，這兩族的基子均成爲衍生基子（複合基子）或者擬似基子（假性基子）。這些極其短命的基子可視爲點綴於宇宙間的無常轉變的生滅幻相。我們又可以推定，這些假性基子的質量在宇宙進化過程中可能有相當激烈的變動。如此基子的更多發現似乎已無甚重大意義。

基子的種類通常分爲電荷基子與中基性子。電荷基子又分爲正負的一對，例如陽電子與陰電子。中性基子又分爲正反的一對，例如中子與反中子。電荷基子與中性基子孰爲基本？這尚未被解明。電荷基子與中性基子之間亦有互相轉化的現象。例如質子放出正介子或者放出陽電子與微中子而轉變爲中子；反之，中子放出負介子或者放出陰電子與微中子而轉化爲質子。由此可以推定，中性基子是表示其中由於正負電荷的相抵消而成爲中和狀態的。如此看來，電荷則可視爲基子的基本特性。然則電荷的成因如何？這便是電氣的發生起源問題。原子乃至分子的生成均依靠基子的電氣作用。電氣乃是支配着物質界全般的基本特性。電氣的起源問題應成爲基子論的基本問題。然而在基子論上却難以看得到如此問題的提出，何況於其解決。我們可以推想，電氣或許是起因於基子的內部構造的特性。基子可能是由於更爲究極的基本因素（如原基子乃至超原基子）所構成的。基子內部的基本因素或許具有 Spin。而 Spin 有正反方向的。某種基子內部的基本因素的 Spin 方向成爲整齊的，或者帶有正方向的 Spin 的基本因素的數量超過帶有反方向的 Spin 的基本因素的數量時，或許可能

呈現爲正電氣的。其相反的基子則可能呈現爲負電氣的。正方向的Spin與反方向的Spin的基本因素的數量相等時，則可能呈現爲中性的。尙且，Spin間又可能存有振動與共鳴等現象。Spin方向的正反與電氣的正負的區別却是任意規定的。再者，構成基子的究極的基本因素可能是尙未具有電氣性質的。不然，則還要再追究其所以發生的根源。究極的基本因素應是最單純性質的。

同一質量的正負基子（電荷基子）或者正反基子（中性基子）如相接觸時，則要告消滅（其實是歸還於能量），其原因如何？不同質量的基子（如質子與陽電子）具有同一的電荷，其原因又如何？中性基子何以成爲正反性質？單一的光子何以兼備正反的兩種性質？這些問題是連關於上述的電氣起源問題。對此我們所提出的假說，尙存有許多難點。再者，光子的靜止質量如果是零時，是否尙有其內部構造？假如有內部構造，其構成因素是否具有質量？能量的本性如果是在運動而且不具有質量，能量則何以可能構成具有靜止質量的其他的各種基子？光子靜止時則要告消滅，何以其他基子靜止時不告消滅？我們曾經指示過，輻射基子（能量基子）與質量基子（物質基子）的分別祇是相對的。量子與基子應成爲同等的。能量結成爲量子或基子時，何以要採取一定的分量？即能量的量子化的機序如何？這便是量子或基子的成因問題。各種基子的質量與性質可能是由於各種量子的分量所決定的。這是表示能量的分量決定物質的性質，亦即是表示能量先行於物質。物質一旦生成後，能量與物質則可成爲同等的。物質便是能量的凝結物。量子或基子既是由於特定分量的能量所結成的，則要具有特定的內部構造的特定的性質。由此可知，量子論上的量子與基子論上的基子並非指謂分量上的究極因素。上舉電氣的成因問題又可能連關於量子或基子的成因問題。這兩者均可包攝於基子的內部構造問題之內。而這些問題的成立是在預示現階段的基子論將與告終結，而重新開始探究更加深層的基子。這可視爲指向通達於原基子乃至超原基子的途徑。

規定各種基子的特性通常被舉出質量、電荷、Spin、Isotpic spin、Parity（偶奇性）、Strangeness（奇妙性）、重粒子數、輕粒子數以及壽命。其中除質量與壽命之外，其餘的諸特性均可以用單純的數值來予以表示，其各別稱爲量子數。這些量子數又稱爲保存量，而且成立各種保存律（後述）。各種正負基子（電荷基子）或正反基子（中性基子）的差異便是依照這些保存量（量子數）中的四種，即電荷、奇妙性、重粒子數、輕粒子數的正負記號來予以分別。上列諸特性中有些已有所論及，以下再來予以補充的說明。

古典力學在理論上分別出重力的質量與惰性的質量，然而相對性論力學却要將這兩種質量認爲是同等的。另方面，電磁的質量的發現與「能量的惰性」的確認更加要使質量概念生起變革。質量已不再成爲物質的固有量，而在本質上却要歸屬於能量。物質之所以具有質量，其實是由來於其擔荷着能量的緣故。再說，依照相對性論力學，認爲物質的質量是其運動速度的函數。尙且在其運動方向的惰性（縱質量）與對此成爲垂直方向的惰性（橫質量）是有所差異的。然而在靜止狀態時，這兩者却是成爲同等的，這稱爲靜止質量。再依據能量與質量的同等原理，靜止能量與靜止質量之間成立着 $E_0=m_0c^2$ 的關係。如上述，質量是其運動速度的函數。因而假如某種基子的靜止質量爲 m_0，其在作運動時的質量爲 m 時，依照相對性理論則可成立着 $m=\frac{m_0}{\sqrt{1-(v/c)^2}}$ 的關係（v：基子的運動速度，c：光速度）。基子的運動速度如接近於光速度時，其質量則要成爲無限大。這種理論是否眞確，尙存疑義。光子本身又屬於一種基子，然則何以獨有光子的質量不成爲無限大，而其他種的基子質量偏要成爲無限大，這是相當費解的。

Spin（基子的自轉角運動量）是量子力學上的最重要的量子數。Spin 量子數採取整數倍（1，2，3，……），或者採取半整數倍（$\frac{1}{2}$，$\frac{3}{2}$，$\frac{5}{2}$，……），亦可能採取0（包含於整數內）。量子數

零與整數倍與基子在量子統計力學上是依照 Bose-Einstein 統計法，因而稱爲 Bose 粒子。而量子數成爲半整數倍的基子是依照 Fermi-Dirac 統計法，因而稱爲 Fermi 粒子。所謂角運動量是質量與回轉中心至其圓周的距離以及運動速度這三種數量的相乘數量。Spin 的實值是 $S\times\frac{h}{2\pi}$（S：整數或半整數，h：Planck 常數，π：圓周率）。各種基子具有其特定數值的 Spin。一般地說，回轉速度越大，其 Spin 數值亦越要成爲大（正比例）。Spin 其有大小與方向。爲要同時表示這兩者，在大小的數值的前邊附加上正負的記號。例如電子的 Spin 朝向上方的表示爲 $+\frac{1}{2}$，朝向下方的表示爲 $-\frac{1}{2}$。Spin 數量屬於 $\frac{1}{2}$ 的基子，其 Spin 方向是朝向着磁場的方向（$+\frac{1}{2}$），或者朝向着其逆方向（$-\frac{1}{2}$）。而 Spin 數量屬於 1 的基子，是朝向着磁場的方向（+1）或其逆方向（−1），或者與磁場作垂直的方向（0）。如此，在直觀上 Spin $\frac{1}{2}$ 是表示上向或下向，右轉或左轉；Spin 1 表示上向或下向或橫向。Spin 這種概念本來是爲要說明原子內部的電子軌道的狀態而被導入的。依照 Pauli 的禁制原理，屬於同一軌道的電子數量祇可能容納 Spin 方向相反的兩個電子而已。

隨此機會稍微說明以前時常提及的 Bose-Einstein 統計法與 Fermi-Dirac 統計法的大竟。量子統計力學是基於量子論的一種統計力學。對於由衆多的基子(量子)所組成的粒子體系，近似地考察其分佈狀態而定立其確率的法則，便是其主要的課題。Bose-Einstein 統計法在考察粒子體系的熱力學的平衡狀態時，將表示粒子位置的直交座標（x，y，z）與其相對應的三項運動量（速度）作成六次元的狀相空間，其次將存於能量 Es 與 Es+dEs 之間的狀相細胞數表示爲 As，而將粒子總數表示爲 Ns，由此來計算粒子分佈於各狀相細胞的狀態確率。依照如此方法，Bose 所得到的關係式是：

$$Ns=\frac{As}{e^{\frac{Es}{kT}}-1}$$

（d：Boltzmann 常數，T：絕對溫度）。其次，

Fermi-Dirac 統計法是在考察金屬原子間的電子氣體（自由電子羣）的熱力學的平衡狀態時被採用的。在金屬的古典電子論，將電子氣體視爲互相間完全自由飛動的電子的集合體系，而其分佈狀態可能成立 Maxwell-Boltzmann 的速度分佈法則。然而實際上這些電子却要受制於來自原子的束縛，因而要依從 Pauli 的禁制原理。在如此條件下，祇可能容許電子的能量轉移時，電子所具有的能量（E）的確率則可得到如下的關係式： $f(E)=\frac{1}{Ae^{\frac{E}{kT}}+1}$（A：無關於E的常數）。而 f(E) 稱爲 Fermi-Dirac 的分佈函數。關於量子力學乃至量子統計力學，我們在別處尙有論及的機會。

仿傚於 Spin，尙有 Isotopic Spin（同位 Spin）這種特殊的量子數。這是特別祇適用於核子族與介子族的量子數。核子（質子與中子）的同位 Spin 是 $\frac{1}{2}$，而 π 介子同位 Spin 是 1。核子的 Spin 是 $\frac{1}{2}$，這與其同位 Spin 則相合致。π 介子的 Spin 本來是 0，因而與其同位 Spin 則不相合致。Spin $\frac{1}{2}$ 的基子可能有右轉狀態與左轉狀態的兩種。仿傚於如此兩種狀態，爲要統一地記述電荷性質不相同的質子與中子的方便上，將其各別的同位 Spin 視爲 $\frac{1}{2}$ 較爲適宜。相同地，π 介子具有正負與中性的三種電荷性質，而各別賦予同位Spin 1。這又是仿傚 Spin 1 具有三種狀態（+1，−1，0）的。與 Spin 相同，同位 Spin $\frac{1}{2}$ 在直線上可以表示右轉與左轉，而同位 Spin 1 可以表示上向、下向以及橫向。附帶地說，具有一定方向的運動量成爲 Vector 量。

基子尙有 Parity（偶奇性）這種特性。廣義的偶奇性性可以包括左右、上下、前後等的對稱性，而成立各種偶奇性或對稱性的保存律。正負基子（電荷基子）或正反基子（中性基子）的存在亦可視爲偶奇性的一種表現。楊振寧與李政道對於弱性作用的基子推翻了其偶奇性的保存律。卽是推翻了特殊的偶奇性保存律的一部份。本來，一般的保存律本身並非絕對可靠的（後述）。最基本的保存律是在物質恒

存律與能量恒存律，這兩者可以統合爲質能恒存律。這如能被推翻，則可視爲最澈底的。由此其他衍生的保存律則難以保存。各種保存律在小規模的範圍內可以成立，在宇宙規模上則難以成立（除實虛宇宙並存律）。偶奇性在量子力學上是要分別出原子殼或原子核的波動函數是成爲其構成粒子的座標的偶函數，或者其奇函數這樣狀態的差異性，將原子核作爲原點，將屬於原子殼的電子的座標各別作爲 x_1，y_1，z_1；x_2，y_2，z_2；……，而將某種狀態的原子的波動函數作爲 ψ（x_1，y_1，z_1；x_2，y_2，z_2；……）時，其相反的 $-\psi$（$-x_1$，$-y_1$，$-z_1$；$-x_2$，$-y_2$，$-z_2$；……）如與原本的 ψ 相合致時，如此狀態稱爲偶狀態。如不相合致時，稱爲奇狀態。相同地，在原子核內，將核的重心作爲原點，將質子與中子的座標各別作爲 x_1，y_1，z_1；x_2，y_2，z_2；……時，亦可以作如上的區別。原子殼或原子核放出光子時，而這如屬於電子雙重極輻射時，在放出的前後，原子殼或原子核則要從偶轉變爲奇，或者從奇轉變爲偶，如此在其偶奇性必須有所變化。

基子更有奇妙性（Strangeness）這種奇妙的特性。這特別是對於K介子、Lamda 粒子（Λ）、Sigma 粒子（Σ）、Xi 粒子（Ξ）這些基子所賦予的。這些基子因而稱爲奇妙基子。奇妙性的名稱是由來於這些基子的生滅時具有不可解的緣故，對於奇妙性又賦予量子數，尙且成立其保存律。這本來是爲要解除奇妙性所設定的，其結果反而似乎還要奇妙加上奇妙的。K介子包含許多種類，如θ介子、τ介子、κ介子、e介子、σ介子等。Lamda 粒子、Sigma 粒子以及Xi 粒子均屬於超重粒子族。奇妙性的量子數，K 介子是＋1，Lamda 粒子與 Sigma 粒子均爲－1，Xi 粒子是－2。奇妙性是由於基子的電氣性質的所決定的，其量子數一般地可以表示作0，＋1，＋2，……－1，－2，……的系列，這樣的量子數特別在複合基子生成的理論被使用的。基子論上又要提出重粒子數與輕粒子數這樣的量子數，而各別均成立保存律。這些是爲要說明基子間的轉變或互相作用的

便宜上被設定的（後述）。最後關於基子的壽命，我們在上面已有所提及，現在祇可補充簡略的說明。依照强力的作用作崩潰的基子，稱爲超短命基子。新近被發現的Y基子的壽命竟是 10^{-24}（一萬極分之一秒）。如此極爲短命的基子並非眞性的基子，其實是由於兩種基子（如介子與質子）的相衝擊所形成的『共鳴狀態』，因而可稱爲共鳴基子（後述）。共鳴基子可視爲某種基子將要轉變爲另種基子的過渡現象。共鳴基子自當屬於複合基子。而複合基子本來是短命的假性基子。共鳴基子比起這樣的假性基子更爲短命的。因而共鳴基子亦可視爲假性基子中的更爲假性的幻滅存在。然而從反面看來，基子的原初發生時或許又是如此狀態的。這是極微現象的實相。從悠久的時間觀點看來，極大宇宙內的萬物萬象又是如此幻滅的存在。生滅無常乃是宇宙的實相。

基子的種類與特性可以依照基子間的互相作用的考察來予以分類與規定。恰如人的品質如何可由其在人間社會上的行動來予以判定一樣。這雖尙是外表上的觀察，但由此可以迫近於其本質的理解。基子間的互相作用通常大別分爲强性的互相作用（强性作用力；强性力）、弱性的互相作用（弱性作用力；弱性力）以及電磁的互相作用（電磁氣力；電磁力）。這些互相作用稱爲基子的三種基本力。此外，尙有重力（萬有引力）的互相作用。但惟因其强度在基子間却是過於微小的，故在現在的基本論上通常不予以考慮。凡有物質現象均由於力所生起的。力便是生起物質現象的原動力。例如物質的化學變化是由於原子間所作用的原子間力(大都屬於電磁力)所引起的。力概念曾經與能量概念被混同。力是由來於能量，卽能量是力所由發生的根源。

凡屬於電荷基子均具有生起電磁力的能力。電荷基子在作加速度運動時，在其周圍可能形成電磁場。電荷基子間以及電荷基子與電磁場之間可能生起互相作用。依照『場』的量子論，電荷基子間要放出或吸收光子。電磁場便是由於電荷基子間的光子的交換所形成的。而光子便是電磁場內的量子。電磁力亦是作用於電磁場的力。光子的靜

止質量因爲是零，所以電磁力可能達到無限的遠方。如此，電磁力是屬於遠距離力（遠隔作用力），其强度雖是反比例於距離的自棄而減少，但仍可達到無限遠方。電磁力不僅作用於基子間，尙且可能使原子核與電子相結合而形成原子，再使原子與原子相結合而形成分子，更加使分子集合起來而形成物體。電磁力的强度是强性作用力的大約一百分之一的程度。

强性作用力祇是成立的重粒子族與介子族的基子間。屬於重粒子族與介子族的基子均可能作强性的互相作用。所謂核力便是强性作用力的基本的代表。核力是由來於核子（質子與中子）間的介子的交換。核子間由於π介子的交換而形成核力場，π介子便是核子場內的量子。恰如電荷基子間傳達電磁力的基子（量子）是光子，核子間傳達核力的基子（量子）卽是π介子。質子放出正π介子或者吸收反π介子時，則要變成爲中子；反之，中子放出反π介子或者吸收正π介子時，則要變爲質子（核子間的互相轉化）。此時，放出π介子的核子將其能量與運動量傳達給吸收π介子的核子，由此生起互相作用。原子核形成的主因可能是在如此核力作用。π介子的質量爲 273，因而由其交換所生起的核力不能達到遠方，而祇能在原子核的半徑程度的範圍內有所作用。卽核力屬於近距離力（近接作用力），其達到距離約爲10^{-23}cm（十兆分之一cm）。核力的强度是電磁力的約一百倍。其他的强性作用力大致相同。

弱性作用力成立於幾乎凡有基子間。除光子以外，其他一切基子均可能作弱性的互相作用。弱性作用力的强度是强性作用力的約10^{-14}（一百兆分之一），而其達到距離較於後者的更爲小些（$<10^{-23}$cm）。凡基子大都具有兩種乃至三種作用力，祇是光子與微中子成爲例外。光子祇能參與於電磁力，而微中子祇能參與於弱性作用力。原子核的β崩潰便是弱性作用力的基本的代表現象。這是中子放出陽電子與反微中子而轉變爲質子的轉化現象。屬於輕粒子族的μ介子（muon）的質量（約207）較於其他的輕粒子的質量（1與1以下）

更爲很大，其質量近於 π 介子（pion）的質量（約273），其所以不屬於介子族乃是由於其祇具有電磁力與弱性作用力而不具有强性作用力的緣故。尙且，μ 介子與其他輕粒子（如電子與微中子）均屬於 Fermi 粒子，而其他介子均屬於 Bose 粒子。要之，μ 介子不屬於介子族的理由是在互相作用的分類法與量子力學的統計法的差異。基子間的互相作用成立着幾多保存律。然而這些保存律在弱性的互相作用中却大都不能成立（後述）。這通常被視爲弱性作用力的特徵。

重力又可能形成重力場（萬有引力場）。而重力場內的量子可稱爲重力子（Graviton）。重力子的質量可能是近於光子的質量。重力亦可以設想由於重力子的交換而生起的，其發源尙未被確定，可能是在原子尤其原子核。原則上，凡有基子間可能存有重力的互相作用。重力的達到距離與電磁力相同是無限大，兩者均屬於遠隔作用力。重力的强度僅是强性作用力的 10^{-39}（一極分之再一千京分之一），因而在基子間難以發現其感應力。重力場、電磁力場以及核力場便是物理學上的三大能量場，我們將其稱爲低離能（脫離物質基體的低級能量）。我們將上述的四種作用力列表如下：

種　　類	達到距離（cm）	强　　度
强性作用力	10^{13}	1
電　磁　力	∞	10^{-2}
弱性作用力	$<10^{13}$	10^{-14}
重　　力	∞	10^{-39}

上述的諸種作用力支配着基子的各種現象，其中包括基子的創生、結合、散亂、共鳴、崩潰、消滅等現象。由於這些作用力所生起的典型的基子互相轉化（基子變化；基子反應）有如下的三種基本方式：

(1)$N \rightleftharpoons N + \pi$（核子放出或吸收介子）。這是依照强性作用力，其進行速度大約 10^{-23} 秒。

(2)$e \rightleftharpoons e + \gamma$（電子放出或吸收光子）。這是依照電磁力，其進行速度大約10^{-21}秒。

(3)$n \rightleftharpoons p + e + \bar{\nu}$（中子或質子放出或吸收電子與反微中子）。這是依照弱性作用力，其進行速度大約 10^{-9} 秒。大部份的基子的崩潰是依照這樣的弱性作用力，而其崩潰速度相等於其壽命。

基子種類的分類有發生分類與形態分類。基子的發生分類學與形態分類學如能告確立，由此可能解明基子的內部構造以及基子間的階層構造，而終於可能導致基子的周期律表的製成。這須要等待將來基子論的更加深澈化的研究發展。依照上述的基子間的互相作用，可以作如下的兩種分類。

第一分類：

(1)重粒子族與介子族——依照强性作用力、電磁力、弱性作用力。

(2)μ介子與電子（輕粒子族）——依照電磁力、弱性作用力。

(3)微中子（輕粒子族）——依照弱性作用力。

(4)光子（輕粒子族）——依照電磁力。

第二分類：

(1)安定性基子——由於幾種保存律保持其安定性。

(2)準安定性基子——由於弱性作用力而告崩潰。

(3)不安定性基子——由於强性作用力而告崩潰。

(4)準不安定性基子——由於弱性作用力或電磁力而告崩潰。

與基子變化（基子反應）上的互相作用相連關，基子論上常要提出幾多種保存律。例如(1)質量保存律、(2)能量保存律(3)運動量保存律、(4) Spin 保存律（角運動量保存律）、(5) Isotpic spin 保存律、(6)電荷保存律、(7)電荷共軛變換的保存律（粒子負粒子變換的保存律）、(8)重粒子數保存律、(9)輕粒子數保存律、(10)奇妙性的量子數保存律

、(11)關於空間反轉的對稱性保存律（偶奇性卽 Parity 保存律）、(12)關於時間反轉的對稱性保存律等。這些保存律是要表示各種分量或數量在基子反應的前後可能保持着不變性。然而這些保存律是否可能被保存，尙存疑義。過去某時代曾經認爲嚴密能夠成立的保存律，現在有些已被認定不能成立。其實，現在的基子論逐次進行着打破這些保存律。卽這些保存律逐漸在告崩潰的過程中。爲要說明某種現象而假定某種保存律（假說），終於還要將其予以破除，這可視爲基子論研究的發展性與進步性。由此我們可以預料，科學研究的根本前提的質能恒存律終於可能告崩潰。我們曾經指出過，諸種保存律在較小規模的範圍內雖可以成立，然而在宇宙規模上却難以成立。尙且，科學所可能予以證實的亦祇限定於較小範圍的，這便是科學研究的限制所在。實證所不能達到的境界，祇得藉助於合理的推論。

基子的種類到 1960 年爲止被發現的大約是三十種的程度，達到1967年竟超過了三百種，卽在不到十年間竟增加了十倍多。如此多種的基子在陸續被發現的期間中，基子論上判定了由於强性作用力的新種基子的創生是依照一定的規則。爲要說明這種規則的便宜上，設定所謂奇妙性（Strangenss）這種概念，而且定立奇妙性的量子數保存律（簡稱奇妙性保存律）。例如，將高能量的質子衝擊到靜止着的質子時，則要產生正K介子，此時必定同時要產生 Λ 粒子（Lamda 粒子）或者Σ粒子（Sigma 粒子）。相同地，Λ粒子或者Σ粒子產生時，亦必定要隨伴地產生正K介子。核子與介子的相衝擊時亦必定要產生正K介子與Λ粒子，或者正K介子與Σ粒子這樣一對組合的新基子。爲要說明如此現象，設想新創生的基子各別具有特定的奇妙性的量子數，而且這些量子數是可能被保存的。到現在爲止，被發現的奇妙性基子有如正K介子、Λ粒子、Σ粒子以及Ξ粒子（Xi 粒子）這四種基子。而設定正K介子的奇妙性的量子數是＋1，Λ粒子與Σ粒子各別都是－1，Ξ粒子是－2。不具有奇妙性的其他基子（如核子 π 介子）的奇妙性的量子數自當是0。一個正K介子與一個Λ粒子的

組合，或者一個正K介子與一個Σ粒子的組合，因其數量子各別是1而且是相反的，故互相抵銷而成爲0。一個Ξ粒子的產生必定隨伴着兩個正K介子的產生，因Ξ粒子的量子數是－2，故與兩個正K介子的量子數的總和＋2相抵銷而成爲0。原來，奇妙性的量子數與其保存律是如此人爲的設定。據說，這種奇妙性保存律在强性的互相作用雖可能成立，但在弱性的互相作用未必可能成立。尙且，奇妙性基子的創生時是依照强性的作用力而告崩潰。

再說，到1956年爲止，物理學界一般地相信自然現象都要遵從「空間反轉的對稱性」這種保存律。所謂 Parity 保存律或者偶奇妙性保存律便是其代表（對鏡面的左右方向的對稱性）。在此1956年，李政道與楊振寧提出這種對稱性（亦可稱爲對等性）的保存律在弱性的互相作用（弱性作用力）未必可能成立的新見解。如此見解果然由於實驗得到了證實。於是，偶奇妙性這種對稱性保存律終於被推翻。依照實驗的結果證實如下：由於弱性作用力的基子的崩潰時，其 Spin 的左轉與右轉並非依照左右對稱性（偶奇對稱性），而却是左轉優越於右轉的。偶奇性是以左右方向的對稱性爲其基本的。由於這種保存律的崩潰，則可以解開所謂「θ-τ之謎」。θ與τ是屬於介子族的基子（θ介子、τ介子）。這種「謎」在1954年至1959年之間成爲基子論上的一種難解的嚴重問題。θ介子與τ介子的崩潰方式如下：

i)$\theta \rightarrow \pi^+ + \pi^-$($\theta$介子崩潰而產生一個正$\pi$介子與一個負$\pi$介子)。

ii)$\tau \rightarrow \pi^+ + \pi^- + \pi^+$（$\tau$介子崩潰而產生兩個正$\pi$介子與一個負$\pi$介子）。

θ介子與τ介子的質量與壽命相同，因而須要認爲屬於同一種類的基子。然而假如將兩者認定爲同一種類的基子時，依照兩者的崩潰方式的差異，則不能同時滿足偶奇性保存律的要求。從這種保存律的立場看來，則必須將其兩者認定爲兩種不同的基子。於是，則要發生互相矛盾的兩種見解。θ介子與τ介子的崩潰都是依照弱性的作用力，在如此場合，偶奇性保存律未必可能成立。這種保存律如不能成立，θ

介子與 τ 介子則可視爲屬於同一種類的基子。由此「θ-τ之謎」則可告解除。現在的基子論將這兩種基子均歸屬於同一種類的K介子。

依據現在基子論的見解，認爲上述的奇妙性的保存律與「空間反轉的對稱性」的保存律（以偶奇性保存律爲基本）在强性的互相作用仍可能成立，然而在弱性的互相作用却未必可能成立。這般情形在其他的保存律大致相同。因而認爲越能夠保持保存律的基子，越要屬於强性的互相作用；反之，越不能保持保存律的基子，越要屬於弱性的互相作用。一般地說，基子創生時是依照强性的作用力，而其崩潰時是依照弱性的作用力。而以强性的作用力作崩潰的基子，特別稱爲超短命基子，其壽命僅有 10^{-23}秒～10^{-24}秒。又認爲自然界所生起的互相作用，其所具有的保存律尤其對稱性的保存律越堅强的，其作用越是强力的。其所以然的原因如何，尚未被判明。我們亦可以提問，基子間何以具有如此强性的與弱性的互相作用，其所以有如此分別的原因如何？諸種保存律之所以成立的根由又如何？强性的作用力果眞能夠保持各種保存律？這尚屬於疑問（後述）。

如上述，「空間反轉的對稱性」的保存律在弱性的互相作用已告崩潰。「時間反轉的對稱性」亦有如此情形。例如，中性K介子的崩潰（其壽命約10^{-10}秒；因而屬於弱性作用力）而轉化爲兩個 π 介子時，其互相間的「時間反轉的對稱性」的保存律被判定爲不能成立。其次，關於電荷共軛變換的保存律或者「粒子－反粒子變換」的保存律，在强性的互相作用尚可能成立。例如，質子與中子的相結合而形成重質子這種原子核；相同地，反質子與反中子的相結合亦可能形成反重質子這種反原子核。由於原子所構成的物質界與由於反原子所構成的反物質界，或者世界（宇宙）與反世界（反宇宙）的成立可能性卽是要表示如此對稱性。然而在弱性的互相作用，這種保存律又被判定爲不能成立。創生時可能保存，崩潰時則不能保存，這其中却含有難點。

重粒子數與輕粒子數各別又成立着保存律。各種重粒子的重粒子

數各別是＋１，各種反重粒子的重粒子數各別是－１。某種重粒子轉化爲另種重粒子時，或者某種反重粒子轉化爲另種反重粒子時，其重粒子數可能被保存。然而同一質量的重粒子(＋１)與反重粒子（－１）相接觸時，兩者的重粒子數的總和則要成爲零，這自當是要表示兩者的消滅。此時其重粒子數是否仍可能被保存？假如兩個重粒子相衝擊而可能產生一個反重粒子時，其互相作用（基子反應）的結果必須含有三個重粒子與一個反重粒子。這是否可能生起？假如不可能時，重粒子數的保存律則不能成立。輕粒子數的保存律亦可以作類推。更加嚴重的問題是在，假如重粒子數與輕粒子數的保存律均可能成立時，重粒子族與輕粒子族之間的互相轉化則如何可能生起？這是否要表示重粒子族與輕粒子族之間存有絕對的隔絕？這特別對於基子的統一理論成爲嚴重問題。原來，保存律是要來束縛基子的自由作用。這是相似於束縛人類個人的自由行動的法律。基子世界的保存律則可對應於人類社會的法律。其實，因爲個人可能侵犯法律所禁制的事項，始須有法律的制定。基子世界是否與此又有相類同？如其有相同，其各種保存律則要成爲並非絕對不可侵犯的。況且，其中有些祇是人爲的制定。奇妙性、重粒子數、輕粒子數均屬於此類。

質量相同的正基子與反基子的相差異是在其電荷、奇妙性、重粒子數或者輕粒子數的記號成爲相反的特性上。基子全般存有正負基子（相反電荷基子）與正反基子（相反中性基子）。基子何以發生如此現象？質量相同而記號相反的「基子對」如相接觸時，則要告消滅，其所以然的原因又如何？相反基子的存在可以示唆着如此基子尙具有其內部構造。如此基子似乎又可以表示尙非屬於究極因素。究極的基子應成爲無構造性的。將來的基子論應追究到如此階層，這須要通過上列問題的考究。再說，基子的其他對稱性又是密切地連關於其內部構造。因而由於各種對稱性的成立根由的探究，亦可能追近於基子本質的究明。基子間的諸種互相作用的成因如何的問題，或許由此同時可能得到解明。各種保存律的成因問題亦然。

重粒子族與輕粒子族尙可能成立重粒子數與輕粒子數的保存律。然則介子族何以不能成立介子數的保存律。介子族因不具有其個數的保存律，故在其創生與消滅上可能有所增減。這似乎可以暗示其構造較爲鬆弛而不具有中心核。反之，屬於重粒子族與輕粒子族的基子的構造似乎較爲緊密而具有中心核。重粒子數與輕粒子數的保存律乃至鉅視的物體的安定性或許是依存於如此構造的堅固性。從質量上看來，介子族本來是介在於重粒子族與輕粒子族的中間領域。然而最近被發現了質量較於核子質量更大的介子的存在。因而介子本來的意義已不能保持。至於重粒子族，亦可能推定質量較於核子質量的幾十倍乃至幾百倍的超重粒子的存在。這些超重粒子的質量已與一般的原子質量相等，如此超重粒子是否仍可視爲基子，則要成爲問題。這是連關於共鳴粒子是否可視爲基子的問題。再說，現在被發現的三百多種的基子中大部份是屬於介子族與重粒子族，其意義何在，大致可以推知。

以上我們概觀了現在基子論上的四大論項，卽是基子的種類、特性、互相作用以及保存律。對於這些論項我們擧出了四種分類法、九種特性、三種基本的作用力以及十二種保存律。實際上這些却是互相緊密相連關着的。基子的分類是依照其特性與其間的互相作用。諸種保存律又是成立於諸種特性與諸種作用力。互相作用的名稱有時是不妥當的。例如某種基子作單獨的自己崩潰的場合，尤其稱爲互相作用，不如稱爲作用力較爲妥當。此時，如有逆行過程的成立，則可當別論。關於十二種保存律，我們僅就具有特殊意義的後半的六種加以說明，而將具有一般性意義而較爲容易瞭解的前半的六種的說明予以省略。現在基子論對於互相作用與保存律的考究所得到的結論似乎有如下的三項原則。第一、基子的創生時是依照强性的作用力，而其崩潰時是依照弱性的作用力。第二，諸種保存律在强性的作用力可能成立，然而在弱性的作用力却未必可能成立。第三，對稱性越大的基子，其作用力越大；反之，對稱性越小或者不具有對稱性的基子，其作用

力越小。第三原則可以附屬於第二原則。第一原則亦有例外。例如有依照强性作用力的基子的崩潰現象，超短命粒子或共鳴粒子便是。其實，不安定性的基子（這佔有基子中的絕大部份）的創生與崩潰（消滅）幾乎是同時的，生滅一如便是這種基子的特性。因而將其分爲創生時與崩潰時的兩個階段是否妥當，尚有商討的餘地。第一原則似乎可以改譯爲依照作用力越强大的基子的生滅，其壽命越要短。上列三項原則的成立根由如何，尚未被解明。其實，這三項原則是否眞確，尚存疑義。僅就保存律而說，隨着基子論的研究進行逐一在告崩潰。李政道與楊振寧的推翻了偶奇性保存律似乎是開啓其先河。其在科學上的重大意義存在於此。我們曾經指出過，各種保存律在狹小範圍尚可成立，但在廣大範圍却難以成立。關於基子的生滅現象，如能成立保存律，其生滅則非眞正意義的。反過來說，如其是眞正意義的生滅，保存律則不能成立。諸種保存律的背後存有質能保存律的根本前提。這是通貫於自然科學全般領域的一大根本假定。這種最根源的保存律如能被推翻，則可引起科學上的一大革命。由此其他衍生的諸種保存律在宇宙規模上亦就難以成立。質能保存律雖是認能量與物質有其轉變，但要否認其根源的發生。這是由來於唯物論的根本見解。唯能論既已認定能量與物質有其根源的發生，則不能容認質能保存律。

原子是由於雜多種的基子中的僅有三種特殊的基子所構成的。這三種基子中，質子與電子屬於安定性的，中子屬於準安定性的。據說，質子的壽命是10^{18}年乃至10^{22}年，而電子的壽命是10^{13}年乃至10^{17}年。尚且，質子的安定性是由於重粒子數的保存律，而電子的安定性是由於電荷保存律所保證的。如此推算與推定是否眞確，尚可置疑。這兩種基子無論如何恒久，亦有其一定的壽命。既然如此，終究還要告崩潰。如其告崩潰，隨之保證其安定性的保存律亦則要告崩潰。由此可知，保存律本身又是難以保持的。中子的壽命僅有十幾秒間。原子核便是由於質子與中子所構成的。基子論認爲質子與中子在原子核內不斷地在作互相轉化。果眞如此，則要發生嚴重的問題。各種原子

（元素）的特性主要的是依據質子的特定數量。假如質子的數量不斷地在變動，各種原子如何可能保持其固有的特性？基子論似乎忽略了如此問題的發生。質子與中子的互相轉化是依據介子的交換，而由此形成核力場。質子與中子的結合卽原子核的形成是依據這種核力。如此爲要說明原子核結成的成因，反而招致更加嚴重的問題。質子與中子的互相轉化這種基子反應似乎是一種假想的。基子論的論述雖應尊重之，但不可全信賴之。科學的根本前提與其理論並非絕對可靠的。

基子論上最近又發現了所謂「共鳴粒子」的存在。這種新粒子是由於兩個基子（如質子與 π 介子）的相衝擊時所發生的，其壽命僅有 10^{-22} 秒乃至 10^{-24} 秒而已，因而稱爲超短命粒子。基子反應的過程中所生起的結合狀態稱爲「共鳴狀態」，這又可視爲一種粒子，因而稱爲「共鳴粒子」。而因其質量超過核子質量，故屬於超重粒子。共鳴粒子便是兩個基子極爲相接近時所生起的一種能量的共鳴現象。而其創生與崩潰均依照强性的作用力。其實，其創生與崩潰是同時的，無由予以分別。這種粒子不過是基子反應過程中的曇花一現的過渡現象而已。這可以代表不安定性基子的特性的典型的現象形態。雖有程度上的差異，其他一般的不安定性基子亦可視爲類似於這種粒子。我們亦可以推想，由於衆多的基子的相結合又可能生起共鳴現象，這可稱爲諧振現象。由此所形成的粒子質量可能超過核子質量的幾十倍乃至幾百倍。原子核亦可視爲如此狀態的粒子。另方面，原子核亦可視爲 Plasma （電漿）的結合狀態（電漿氣體結成爲液體狀態）。原子核的共鳴現象可能由於其內部構造的能量準位來予以說明。基子的共鳴現象表示着基子本身尙有內部構造。基子的共鳴準位如能被解明，基子的內部構造亦則可能被解明。如此，共鳴粒子的發現可能導致基子的內部構造的解明問題。將來的基子論由此可能更加深入到基子內部構造的探究。現在的基子論將要告一段落而重新開掘更深階層的探究，共鳴粒子的發現對於如此情勢具有重大的意義。共鳴粒子的新發現可說是揭開了舊來被發現的基子的眞面目。

現在被發現的基子中祇有質子、電子、微中子、光子這四種屬於安定性基子。中子介在於安定性與不安定性的中間領域，因而可視爲準安定性或準不安定性的基子。上述的超短命粒子（共鳴粒子）可稱爲超不安定性基子。其他的基子均屬於不安定性基子，其壽命大致有五個階層。第一，μ介子的壽命是 10^{-6} 秒的程度。第二，π介子與K介子的壽命是 10^{-8} 秒的程度。第三，中性K介子、Lamda 粒子、Sigma 粒子、Xi 粒子的壽命是 10^{-10} 秒的程度。第四，中性 Sigma 粒子的壽命是 10^{-11} 秒的程度。第五，中性π介子的壽命是 10^{-16} 秒的程度。通觀這些基子可以發現，屬於同一種族的中性基子的壽命較於電荷基子的壽命還要短。基子的壽命何以有如此階層，中性基子的壽命何以較於電荷基子的更爲短，均成爲問題。安定性基子中，屬於不同種族的中性基子（微中子、光子）的壽命又是較於電荷基子（質子、電子）的更爲短。而又，安定性基子中，質量越大，其壽命越長。反之，不安定性基子，質量越大，其壽命越短。超短命粒子便是表示如此情形。我們可以推想，基子壽命的長短似乎是由於各種基子的內部構造的特性，尤其是由於其結構上的疏密的程度如何所決定的。原來，物質是能量的凝結形態，粒子又是波束的收縮形態。而且電荷基子的結構較於中性基子的更爲緊密。在被發現的基子的範圍內，質子的壽命最長（10^{22} 年），而Y粒子的壽命最短（10^{-24} 秒）。這成爲基子壽命的兩極端。更進而我們亦可推想，Y粒子或許便是質子將要告崩潰（物質解體）時的能量解開的疏散狀態。至於正負的電荷基子或者正反的中性基子相接觸時何以要告消滅而歸還於能量，仍存有問題。這似乎又是由於其內部構造的特性，尤其是由於其構成因素的 Spin 方向成爲正反所使然的。

凡有基子中，電荷基子與中性基子各別大致佔有其一半。質量不同的電荷基子所具有的電荷量却是同等的。何以如此，難免還要成爲問題。中性基子亦可視爲電荷的中和狀態。電子是電荷基子的基本。電荷乃至電氣現象的起因問題又是連關於基子的內部構造問題。而又

，電氣隨伴着磁氣。所謂電磁力自當包含着電氣力與磁氣力。既已有電子（Electron），理應亦有磁子（Magnetron）的存在。P.A.M. Dirac 在其電子論中曾經預示過磁子的存在。早已在 Maxwell 的電磁方程式所表示的電磁氣現象的基本法則中，電氣與磁氣成爲對稱的構造。Dirac 依據這種對稱性而提倡，如有電氣力的發源的電子的存在，亦應有磁氣力的發源的磁子的存在。電子與磁子之間存有對應關係。恰如電子有陰電子與陽電子，磁子亦有南極磁子與北極磁子。恰如電子的周圍可能形成電場，磁子的周圍亦可能形成磁場。而又，電子在作運動時，在其周圍可能形成磁場；相同地，磁子作運動時，在其周圍亦可能形成電場。電子間存有電氣力的作用，相同地，磁子間又存有磁氣力的作用。依照 Dirac 的理論，認爲磁氣力的强度較於電氣力還要超過4690倍。尙且，磁子的質量被推定爲電子質量的大約5000倍。磁子與其他基子的作用又是相似於電子與其他基子的作用。更如由於光子（ϒ線）可能創生電子對（Electron pair），光子亦可能創生磁子對（Magretron pair）。假如沒有磁子的存在，亦必定有禁制其創生的法則的存在。發現這種禁制法則不遜於磁子的發現，乃是值得讚揚的研究工作。

上述的 Dirac 的理論有可採納又有可置疑的。例如，推定磁子質量是電子質量的大約五千倍。果眞如此，磁子質量則要超過現在被發現的質量最大的超重粒子。這却是難以相信的。磁氣力的强度亦然。磁子與電子的質量以及磁氣力與電氣力的强度的差距如有那樣的懸殊，兩者間的對稱性則難以保持。再者，磁子質量與磁氣力强度如有那樣的鉅大，理應容易被檢出。我們可以推想，磁子之所以難爲檢出的主因或許是在磁子的質量是近於光子的質量。微中子的存在曾經一度亦是難以被檢出的。磁子或許是類似於微中子。磁子的質量頂多亦難以超過電子的質量。磁氣力的强度亦然。這些須俟於將來的實驗的證實。

光子在基子中佔有特殊的位置。電子間放出或吸收光子，由於光

子的交換而形成電磁場。電子以外的電荷基子亦可作類推。電荷基子與中性基子的關係似乎有些相似於電子與光子的關係。電磁場呈現爲電磁波，其本體是在光子。光子卽是電磁場內的量子，通常稱爲輻射量子。因其具有粒子性，故將其隸屬於基子。光子是電荷中性的，其靜止質量是零。同一光子兼有正反的兩方性質。光子祇能參與電磁力的互相作用。光子是介在於電子與磁子之間的，而成爲傳達電磁力的媒介基子。磁子是否又可能放出或吸收光子？如其不可能，磁子是否又是由來於電子？磁子如是由來於電子，磁子與光子則可均隸屬於電子。如此，磁子與光子則成爲近緣的種類。電子與光子之間有互相轉化，磁子與光子之間理應亦有互相轉化的現象。然則電子與磁子之間是否又有互相轉化？電氣與磁氣的互相感應現象似乎是在表示有其可能性。除磁子之外，與光子結成近緣關係的基子，尙可以推想有音子（Phonon）與熱子（Calorion）乃至重力子（Graviton）的存在可能性。重力子與音子已有人提出過。恰如光子成爲電磁場內的量子，重力子成爲重力場內的量子，其質量被推定是近於光子的質量。光子是電磁波的量子，相同地，音波的振動量子可稱爲音子。熱現象本來是屬於一種能量（熱能），而熱能這種輻射能的輻射量子亦則可稱爲熱子。光子、音子與熱子這三種量子的類緣關係特別顯著。固體的比熱與電氣抵抗這樣的現象如不藉助於量子力學是難以得到說明的。音子與熱子對於這些現象成爲其問題解決的關鍵。關於熱現象，在化學史上曾有所謂熱素（Phlogiston）這種化學元素的假說，這往後却要被推翻。熱素是屬於原子階層的假說，然而熱子却是屬於基子階層的。總之，光子、音子、熱子以及重力子均屬於輻射量子，這些可視爲特殊的能量基子而區別於其他的物質基子（質量基子）。然而如此區別並非絕對的。

在我們可能觀察的範圍內，衆多的基子中祇有三種基子（電子、質子以及中子）可能構成正常的原子，而其構成是依照基子間的電氣作用。可能構成正常的原子的基子必須具備兩個基本條件，卽是電荷

基子與安定性基子。而可能滿足這兩個條件的基子祇有電子與質子這兩種而已。中子單獨存在時是不安定的（其壽命僅有十幾秒間），然而與質子相結合而構成原子核時却可能長久存續的。反之，質子單獨存在時是極爲安定的，然而在原子核內則要與中子作互相轉化而喪失其固有的安定性。如此，原子核本身含有自己矛盾的因素而形成對立的統一狀態。我們曾經指出過其中所包藏着的難點，茲不再贅。要之，由於陰電子、質子以及中子構成正原子，而由於陽電子、反質子以及反中子構成反原子。正原子與反原子如相接觸時，則要告消滅（解體）而歸返於能量。物質界的安定性是依存於原子乃至基子的安定性。然而原子乃至基子本身的安定性並非絕對的。從而物質界的安定性中含蘊着不安定的因素在內。如此自己矛盾的因素或許卽是物質界所由發展的基本動因。

除正常的原子之外，尙有異常的原子的存在可能性。就原子殼而說，可以將負電荷基子來替代陰電子，亦可以將正電荷基子來替代陽電子。例如負μ介子與正原子核構成正原子，而正μ介子與反原子核構成反原子。這稱爲μ原子。如此原子自當是不安定的，其壽命端賴於核基子的壽命。一般地說，原子的大度（直徑）是相當於其最外部的核外基子的軌道直徑。而這樣的直徑的大小是由於核外基子的質量所規定的。質量越大，其直徑反而越小（質量與直徑成爲反比例）。尙且，核外基子的軌道直徑還要受制於核的電荷的强度。核的電荷强度越大，軌道直徑反而越小。卽是質量越大的原子，其軌道直徑越要縮小。如此情形似乎反於常識的奇異現象。原子的大小雖無甚差異，但基子的大小仍可推想有相當的差距。我們可以推定，基子的質量是由於能量的分量，而其大小是由於能量凝縮的疏密所規定的。附帶地說，原子的直徑大約是 10^{-8}cm，而基子的直徑大約是 10^{-13}cm 的程度。在質量更大的μ原子，μ 介子的軌道直徑可能較於核的直徑更爲小，因而μ介子可能在核內作廻轉運動。μ介子的壽命約爲 2×10^{-6}秒，在其將要告消滅以前可能與質子作互相作用。此時所生起的基子

反應如下：$P+\mu^{-}\rightarrow n+\nu$（負$\mu$介子作用於質子而轉變爲中子與微中子）。原則上，我們又可以構想與上述相對比的異常原子。卽是電子廻繞於不安定性核的周圍的異常原子。由於兩個基子的結合所形成的共鳴粒子，乃至由於更多基子的結合所形成的諧振粒子可視爲類似於原子核。然而這些却是極爲不安定的超短命粒子。

上述μ原子的質量最小的μ氫原子的大度是正常的氫原子的約二百分之一。如此微小的原子在超低溫下亦可能生起核融合反應。μ氫原子與普通正常的重氫原子（Deuterium；氫同位元素 H^2）相衝擊時，可能構成 $H\mu\cdot D$這種分子。因μ氫原子是微小的，故這種分子中的兩個核間的距離亦成爲非常小。卽成爲普通的 H•D 的核間距離的約二百分之一。兩個核如此相接近時，依照某種確率可能相融合起來。其生成物便是He^3這種核（He 同位元素核）。將上述的生成過程表示如下：(1)$\mu+H\rightarrow H\mu$，(2)$H\mu+D\rightarrow H\mu\cdot D$，(3)$H\mu\cdot D\rightarrow He^3+\mu$。附帶地說，普通的核融合反應是在超高溫下所生起的，因而稱爲熱核融合反應。隨着溫度的上昇，物質則要依照固體、液體、氣體的程序逐次生起狀態的變化。將氣體溫度更加提高時，則要變成爲 Plasma 狀態（幾乎所有原子分解爲離子與電子的電漿狀態）。熱核融合的原理是在，將重氫氣體置於超高溫（約爲攝氏一億度）的 Plasma 狀態，而使重氫離子（重氫核）互相間相衝擊，由此相融合起來而合成 He 核。氫原子彈的製造便是依照如此原理的。

除上述的異常原子之外，尙可以設想有另種構成方式。例如原子殼與原子核均採取不安定性基子的原子以及無核原子。這兩種異常原子均類似於共鳴粒子或諧振粒子（超短命基子）。由此看來，如此原子與基子之間却無甚差異。所謂無核原子有如連星的原子（雙重星的原子），這稱爲 Positorium 。其大度是普通的氫原子的約兩倍。這樣的無核原子便是陰電子與陽電子相接近時，將要告消滅的直前互相作廻繞運動的超短命原子。這種原子亦可視爲一種基子。因其類似於天文學上的連星，故稱爲連星原子。恰如正常原子是類似於太陽系（

恒星一行星系）的構造。這可表示極大世界與極小世界之間的一種對應關係。異常原子的構成或許尙有其他的別種方式。上述的正常原子與異常原子是在我們可能觀察的現存宇宙內的現實的與可能的存在。從宇宙輪次進化的觀點看來，尙可以推想有更多種的原子的存在可能性。現世代的宇宙內的原子不過是其中的一部份而已。總括地說，依照上述我們可以將基子的種類分爲如下的三大部類。第一是可能構成正常原子的基子部類。普通所謂物質便是由於這些基子所構成的。其種類雖然極其少數，但却成爲物質界的基本因素。第二是可能構成異常原子的基子部類。其種類可能較於第一部類的更爲多種。這些是介在於正常原子與一般基子之間的幻滅的原子。第三是不能構成原子的其餘的基子部類。現在被發現的三百多種的基子大部屬於此類。尙未被發現的不知其數。這些是存於宇宙間的生滅無常的遊離幻滅的基子。其實是否屬於眞性的基子，尙存疑問。其種類既然遠多於可能構成原子的基子種類，其分量亦可推想更多於正常的物質分量。物質界雖成爲無常中的恒常存在，但其生成轉變的發展過程仍是幻滅無常的。無常卽有常，有常卽無常。宇宙何以呈現爲如此樣相，可令人深思不已。

Ⅱ　基子的統一理論

現在被發現的三百多種基子中，我們可以推想其大部份是屬於超重粒子族與介子族。這些基子大致又是屬於衍生基子或假性基子。這在共鳴粒子乃至諧振粒子更爲顯明。如此假性基子將來無論可能再發現或再製造多少種，在基子論上似乎已無甚多大意義。就現存的正常原子而說，核子族的基子種類是固定不變的。至於輕粒子族，其種類似乎亦不會有顯著的變動。就安定性基子而說，祇在核子族與輕粒子族中始能發現如此基子。物質界的存在乃是依存於安定性基子。由此可以推定，基本基子或眞性基子或許是在核子族與輕粒子族之中。然而現在被發現的基子中是否存有眞正的基本基子（根源基子），仍可

置疑。由於上節的論述，我們容易隨處覺察到現存基子中尙有內部構造以及階層構造。這是表示着現存基子並非究極根源的。亦卽是示唆着現存基子的背後尙存有更爲基本的基子。基子的內部構造乃至階層構造的考究可能導致更深階層的基子的探究。我們曾經指出過，現在基子論已呈現出混亂狀態，其研究將要告一段落而重新開拓新局面。這是基子論研究的深澈化所使然的。現在基子論須要將衆多雜亂的基子加以整理，而由於其生成程序上的解明可能進入於基本基子的探究。現在基子論上已提出基子的統一理論，這則可表示其研究已達到如此境地。以下我們將要逐次紹述諸種統一理論，在其中我們又將要發現其理論的混亂情形。這是基子論的現狀。現在基子論正在其發展上的轉變的過渡時期。

我們在第五章考究物質的發生起源問題時，已提出過諸種科學的物質創生說。這些學說是要探究根源物質乃至根源基子（Elementon），藉以說明其他基子的生成。如此學說已屬於基子的統一理論，尙且又是這種理論中的最爲深澈的。爲要避開重複，玆將其紹述予以省略。我們尙可指出一項重要事象，卽是科學在探究到物質創生問題時，則要連繫於或通達於哲學。希臘哲學（形上學）有質料主義與形相主義的兩大系統。前者提出某種「原質」（根源物質），而後者提出某種「原型」（根源範型如數形、理形、形相等），而認定這些爲宇宙生成的根本原理。如此根本見解又要重現於科學的物質創生說上。由此可見，科學的根本思惟的範型早已存於哲學中。附帶地說，質料主義的形上學發展爲唯物論，而形相主義的形上學發展爲唯心論。唯形論乃至唯理論是類似於唯心論或者可能通達於唯心論。「原型」本身的發生起源問題較於「原質」更加難爲處理。有形必出於無形。

基子的統一理論所要加以討究的問題大致有如下列幾項。基子何以有如此衆多的種類，如何加以整理，其分類的基準何在（分類與整理的問題）。衆多的基子間是否有其生成的程序關係或系譜關係（階層構造問題）。基子是否尙有其構成因素，其內部是否存有中心核（

內部構造問題）。現存的基子中是否存有單一基子，何種基子屬於單一基子（基本基子的問題）。基本基子是否究極因素，是否尙有其生成的根源（發生起源問題）。規定基子的諸特性的根源本性如何（本質問題）。規定基子間的諸種互相作用的究極的法則如何（基本法則的問題）。基子間是否可能成立周期性的法則（周期律的問題）。上列這些問題是互相連關着的。現在基子論對於這些問題尙未能予以解明，這自當有待於將來的深究。現在被提出的基子的統一理論尙屬於初步階段。現今可見的有如下列幾種：「原物質」理論、「襯着」理論、超多時間理論、非局所場理論、複合理論、解析性理論（解析的S行列理論）、Legge-Poll 理論。以下逐次予以簡略的說明。

「原物質」理論是在1951年由於 W. Heisenberg 所提出的。自然界的基本法則本來是單純的，衆多基子的發現可能導致自然界的究極的單純性的發現。凡有基子是由於同一的「根源物質」所生成的。各種基子的差異是由於其「形相」的差異所規定的。卽各種基子的差異不過是表示原物質的形相的差異而已。因而基子的特性是在形相。原物質可能與其自己本身作互相作用，由此可能導出凡有基子與其間的互相作用。而規定原物質的狀態的形相是從微積分方程式的理論所導出的數學的「形」（數形）。Heisenberg 將如此原物質所要依從的數學的「形」從諸種要請來予以規定。這樣的「數形」卽是表示宇宙的根源的存在方式，由此可能導出宇宙的凡有現象，因而稱爲「宇宙方程式」。這樣的方程式的設定是將如下的幾個要項作爲其指導原理。第一，表現於方程式的「場」的量是採取可能適用於物質一般（凡有基子）的，而不限定於特定的基子。第二，「場」的方程式必須包含着與其自己本身作互相作用。各種基子的質量是由於其中的互相作用所導出的。第三，成立於基子的互相作用的各種對稱性是由來於宇宙方程本身所含有的對稱性。第四，宇宙方程式須要採取最單純的形態（數形）。Heisenberg 將如此依從這些要項的宇宙方程式表示如下：

$$\Upsilon\mu\frac{\partial}{\partial x\mu}\psi\pm l^2\Upsilon\lambda\Upsilon_5\psi\ (\psi^+\Upsilon\lambda\Upsilon_5\psi)=0$$

ψ是表示原物質的「場」。$\Upsilon\mu\frac{\partial}{\partial x\mu}\psi$是表示原物質的「場」的時間與空間的變化。$l$是表示原物質的普遍的長度，而其長度是採取基子質量的單位。$\Upsilon\lambda\Upsilon_5\psi$（$\psi^+\Upsilon\lambda\Upsilon_5\psi$）是表示原物質與其自己本身的互相作用。如此，Heisenberg 是將「場的量子論」（後述）原本地適用於原物質理論。原物質所依從的數形表現於如此宇宙方程式的「形」。規定基子的性質（本質）是在數形。假如祇有數形成爲原物質乃至凡有基子的本質時，原物質乃至物質全般的物質性則要被捨棄。如此，物質終究則要被否認。另方面，Heisenberg 又將原物質視同於「原能量」。認爲凡有基子，從而宇宙的凡有物質是由於原能量所生成的。這是唯能論所要主張的。說來，F. W. Ostwald 在本世紀初期提出過所謂 Energetik（能量論），這可視爲唯能論的前驅學說。Ostwald 說：「無有物質的存在。祇有存在着不斷在轉化着的能量。而且能量正是唯一的世界的存在」。其能量論本來是要否認物質的存在。Ostwald 在物理化學上否認分子說乃至原子說，而將一切現象都要從其能量論的立場來予以解釋。然而後來不得不承認原子說。Heisenberg與 Ostwald 均佔在實證主義的立場。前世紀末期至本世紀初期的許多實證主義的觀念論者們高喊着物質已告消滅的口號，而想要將能量來替代物質。Ostwald 的能量論本來是應如此機運而出現的。實證論是屬於現象論（觀念論），而極力排斥實在論乃至實體論。對之，我們所提出的唯能論却是佔在實在論的立場，因而絕非要否認物質的存在。再說，Heisenberg 將「原物質」乃至「原能量」歸還於「數形」，這可視爲一種「原形」或「原型」。由此看來，其學說則可歸屬於唯形論。而如此唯形論可以溯源到古代希臘哲學（形相主義的形上學）。

電子在作運動時，其周圍可能形成電磁場，而電磁場內的量子便

是光子。依照理論（如「場的量子論」）的計算，電子與其電磁場（光子）的互相作用的結果可能放出無限大的能量。再依照相對性理論，能量與質量是同等的，而又認爲質量的運動速度如成爲光速度時，其質量（能量）則要成爲無限大。於是發生所謂能量（質量）無限大發散的困難問題。爲要解決如此難題，許多學者提出許多理論。關於這般事項，我們在別處已有所論及。其許多理論中有如「襯着（繰込）」理論與超多時間理論。這是由於朝永振一郎所提出的。超多時間理論設定空間的每一點存有各別的時間（各別的時間點對應於各別的空間點），由此將要試圖將「場的量子論」與相對性理論予以結合。關於「場的量子論」，我們後續一節中將要加以說明。其實，「場的量子論」本身含有幾多難點。相對性理論亦然。難點與難點的統合的如此難上加難，由此超多時間理論或許則可表示超多難點理論。

依照場的量子論的計算，某種物理量所可能採取的數值時常要成爲無限大。然而依照超多時間理論的解明，認爲將場的量子論中所發生的無限大的困難加以分析時，則可判明無限大的出現並非無限制的，這是由於基子間的互相作用的結果所生起的，而其出現却有一定的規則。由於其分析的結果判定了可能成爲無限大的祇有質量與電氣量這兩項，其餘的物理量却不能成爲無限大。祇有某種物理量可能出現無限大是表示着物理量中有兩種部類。一種部類是現在的場的理論不能予以計算的，另種部類是可能計算的。就質量而說，場的量子論在其出發點所設定的電子質量其實是附加上來自電子與電磁場的互相作用所產生的質量。於是應分別出電子的原本質量與由於電子與其電磁場的互相作用所產生的附加質量。而將後者逐次添加於前者之上，則可成爲無限大。這可以比喻於裸體的電子層次加穿衣服。電子質量之所以成爲無限大便是由於這樣的情形所致的。電氣量亦然。「襯着」理論的要旨似乎是如此的。這雖可視爲免除無限大困難的一種便法，但並非問題的根本解決。尙且，另有別種理論認爲質量成爲無限大，電氣量却要反而成爲無限小。如此，理論間存有互相矛盾。孰是孰非

，尙難以判定。兩者或許可能皆非。假如質量與電氣量均可能成爲無限大時，其所以然的眞正的根由如何？其與質量保存律與電荷保存律的關係又如何？除非預料質量與電氣量的根源的無限的創生的可能性之外，問題似乎難爲解決。果眞如此，其所招致的結果如何，極爲明顯。要之，無限大這種難題的解決關鍵似乎存於其理論的根本前提是否眞確的判定。專在理論的數式上弄技巧是無濟於事的。煩瑣的數式的計算常會欺瞞人。理論的眞確與否，應取決於客觀的事實。再說，上述的理論對於基子的統一理論是否有積極的意義與貢獻，尙存疑問。

「非局所場」理論是1949年由於湯川秀樹所提出的。所謂「非局所場」是指謂具有一定廣袤性的空間場。這是對立於不具有廣袤性的「局所場」。向來的場的量子論與上述的超多時間理論均認爲空間的各別的每一個「點」可能存有場的振動子。這是相當於場的量子（基子）。如此無廣袤性的空間點的場稱爲「局所場」。出現於場的量子論中的所謂無限大可能是由來於這樣的「場的局所性」。因爲空間點不具有廣袤性，所以存於空間的各別點的場的振動子的波長可能成爲無限小。原來，波長是反比例於波動的振動數。因而波長成爲無限小時，振動數則要成爲無限大。而又依照量子論，量子的能量是作用量子（Planck 常數 h）乘振動數 ν（$e=h\nu$）。因而量子的振動數成爲無限大時，其能量亦則要成爲無限大。又因爲能量與質量是同等的，於是出現質量的無限大。由此可知，質量的無限大是根由於「局所場」。

如上述，基子的質量（量子的能量）的無限大是根由於「局所場」。那麼如要避免其無限大，採取「非局所場」則可。「非局所場」因爲具有一定的廣袤，所以場的振動子（基子或量子）的波長則可採取一定有限的長度。波長既非無限小的，振動數則不成爲無限大的。因而質量或能量亦則不能成爲無限大的。「局所場」是局限於空間「點」的閉鎖場。反之「非局所場」是非局限於空間「點」的開放場。

閉鎖場內的基子質量成爲無限大，開放場內的基子質量反而不能成爲無限大。這似乎是一種奇妙的事象。基子不僅具有空間上的區間，在時間上亦具有亘於過去與未來的區間。卽是存於「非局所場」的基子具有空間與時間的非局限性。基子旣然具有一定的廣袤，亦則可能具有某種形狀。其形狀如何，尙未能判定。現在可以暫時推定作球狀的。球狀的基子可能採取種種的狀態，亦可能作種種的運動。大致可以推想有三種方式。第一，形狀不變而作自轉運動（Spin）第二，體積不變而作表面形狀變動的表面振動。第三，體積有所變動的體積振動。如此，「非局所場」因可能有種種的形狀與運動，故可能發生種種的回轉能量與振動能量。這可以表示具有種種質量的基子的出現。如此，從「非局所場」中可能導出雜多種的基子。由此可以推定，諸種基子的特性是由於空間的特性所規定的。湯川秀樹新近又提出了「素領域」理論。「素領域」是指謂時空自體的再不能加以分割的究極單位。這似乎可以視爲時空自體的量子化的現象形態。「素領域」理論是將「非局所場」理論更加以澈底化的。假如湯川的理論可以解釋作基子的出現是根由於時空自體的量子化的顯現時，這種理論則可視爲通過唯形論而達到唯空論的。但是須要以是認虛無空間的存在爲根本前提。其「非局所場」乃至「素領域」似乎尙屬於一種實有空間（物理空間）。這可以與我們所提出的唯能論乃至唯空論作相對比。從基子的統一理論的觀點看來，湯川的理論較於上段所述的朝永的理論更爲優秀。附帶地說，湯川秀樹與朝永振一郎這兩位均爲受領過諾貝爾物理獎金的理論物理學者。

衆多基子中分別出單一基子與複合基子，而認爲複合基子是由於複數的單一基子的結合所形成的理論，稱爲複合理論。單一基子又可稱爲基本基子，而屬於眞性基子。複合基子又可稱爲衍生基子，而屬於假性基子。複合理論是由幾位學者所提出的，而各家的意見均不相同。如此複合理論本身成爲雜多種的。複合理論所要討究的主要問題如下：(1)複合粒子由於何種粒子（基本粒子）所形成的？(2)由於幾個

基本粒子的集合所形成的？(3)如何形成的？(4)基本粒子是依從何種法則？現在的複合理論對於這些問題尚未得到確定性的解決。以下祇簡略紹述其中的三種學說。

首先，E. Fermi 與楊振寧在1949年提出一種複合理論，這祇是限定於 π 介子的。認爲 π 介子是由於核子與反核子的結合所形成的。核子與反核子接近到約 10^{-14}cm（原子核直徑的約一百分之一的程度）的距離時，其互相間可能生起極其强大的引力。如此核子與反核子正在極小距離間相接近的結合狀態所表示的量子數是 Spin 0，重粒子數 0，電荷 $+1$、0、-1 的三種類，Strangeness （奇妙性）0。這些量子數正恰與 π 介子的量子數相同。因而 π 介子則可視爲核子與反核子的結合狀態的複合粒子。如此核子與反核子相結合而成爲 π 介子時，其質量的約十三分之十二須要轉化爲其他的能量（質量的虧損）。依照這種理論，核子與反核子之間的極小距離所生起的位置能量成爲極其强大，這幾乎完全可以抵消核子與反核子的總質量（質量可以換算作能量）。在如此狀態下，核子對（核子與反核子的一對）的創生與消滅的現象是非常顯著的。這種理論示唆着兩項事象。第一，質量較大的正反粒子的相結合可能產生質量較小的複合粒子。其質量的差額是要被消耗於結合能量。第二，在强大的能量狀態下，可能創生正反粒子的一對。而且正反粒子再相結合時，卽要告消滅。衆多基子大都含有正反粒子。由此可以推定，正反粒子的創生是由來於能量的結成。其創生的機序如何，這便是屬於基子的發生起源問題。基子的統一理論應溯源到如此問題的探究。

其次，坂田昌一在1956年又提出另一種複合理論，這是限定於重粒子族與介子族的，其中包含着上述的 Fermi 與楊振寧的理論在內。認爲質子、中子、Lamda 粒子與其各別的反粒子是屬於基子粒子，而重粒子族與介子族的各種粒子是由於這些基本粒子的結合所形成的複合粒子。而複合粒子又被認爲基本粒子的結合狀態。而又認爲質子與中子祇是電氣性質有所差異的同一核子的兩種狀態。質子、中子

以及 Lamda 粒子這三種基本粒子間被推定存有顯著的對稱性。即是將這三者作適當的交換，其主要的性質亦不致有所變動。茲將基本粒子的諸性質與複合粒子的形成狀態列表如下：

基本粒子的性質：

粒子	記號	重粒子數	電荷	奇妙性
質子	P	1	+1	0
反質子	$\overline{P}$	−1	−1	0
中子	n	1	0	0
反中子	$\overline{n}$	−1	0	0
Lamda粒子	Λ	1	0	−1
反 Lamda 粒子	$\overline{\Lambda}$	−1	0	+1

複合粒子的形成：

粒子	重粒子數	電荷	奇妙性	複合狀態
Sigma 粒子	1	+1	−1	$(P\,\overline{n}\,\Lambda)$
中性Sigma 粒子	1	0	−1	$(n\,\overline{n}\,V)$
反Sigma 粒子	1	−1	−1	$(n\,\overline{p}\,V)$
中性 Xi 粒子	1	0	−2	$(\overline{n}\,\Lambda\,\Lambda)$
反 Xi 粒子	1	−1	−2	$(\overline{p}\,\Lambda\,\Lambda)$
π 介子	0	+1	0	$(p\,\overline{n})$
中性 π 介子	0	0	0	$(p\,\overline{p})$；$(n\,\overline{n})$
反 π 介子	0	−1	0	$(n\,\overline{p})$
K介子	0	+1	+1	$(p\,\overline{\Lambda})$
中性K介子	0	0	+1	$(n\,\overline{\Lambda})$

由於上列表示可知，重粒子族的複合粒子是由於三個基本粒子，而介子族的複合粒子是由於兩個基本粒子所形成的。尙且，曾經被認爲神秘的奇妙性的保存律可能由於 Lamda 粒子的重粒子數的保存律所替代。再者， Fermi 與楊振寧的複合理論中所提出的介子更要限定於中性介子。坂田昌一的複合理論雖較之更爲廣汎的，但尙未能涉及輕粒子族。據說，坂田其後再提出更爲澈底的另種複合理論，而認定微中子（ Neutrino ）爲基本粒子，由此試圖導出其他的各種粒子。如此理論如能成立，基子的統一理論則可告完成。

最後 ， M. German 最近提出一種奇妙的複合理論 ， 稱爲「 Quark 模型」理論。 Quark 是假想的基本粒子，而假定有三種類。其性質與普通的基子不相同，卽其重粒子數與電荷均成爲非整數的奇妙粒子。認爲如此粒子的兩個的複合可能形成介子，而三個的複合可能形成核子 。 向來的複合理論大都將核子認爲基本粒子 ， 然而在 German 的理論却要變成爲複合粒子。其所擧出的 Quark 的性質如下：

粒子	重粒子數	電荷	奇妙性
第一種 Quark	$\frac{1}{3}$	$\frac{2}{3}$	0
第二種 Qnark	$\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	0
第三種 Quark	$\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	-1

假如有如此 Quark 的存在，其質量要成爲核子質量的十倍的程度。German 本身又說， Quark 不過是數學象徵（ Symbol ）而已。假如基本粒子祇是象徵時，由此如何可能結成爲複合粒子，這似乎還要成爲象徵。於是，複合理論本來的意義則要被抹煞。何以要提出如此奇妙的複合理論，可令人費解。這種理論似乎可以歸屬於將數學的「原型」視爲物質創生根源的唯形論。因爲數學的「原型」亦可視

爲一種象徵。此外，German 尙提出所謂「八道說」的理論。八道是指謂兩種核子、一種 Lamda 粒子、三種 Sigma 粒子以及兩種Xi粒子這樣的八種粒子。假如將這八種粒子認爲基本粒子時，則更要喪失統一理論的根本意義。因爲統一理論須要將基本粒子的種類儘量減少。由於上擧的幾種複合理論可知，基子的統一理論本身成爲不統一的。這可表示基子論的混亂狀態的一端。再說，依照 Quark 模型假定基本粒子間的某種互相作用力，由此想要導出諸種複合粒子的質量、Spin 以及其間的對稱性等等的性質。如上述，當作 Quark 的基本粒子既然祇是數學的象徵，那麼這種試圖是否可能，尙屬疑問。

關於基子的統一理論，我們還要簡述兩種理論，卽是解析的S行列理論與 Legge-Poll 理論。後者是將前者更加以擴大的理論。這兩種理論均可包攝於廣義的解析性理論。這種理論是使用數學的解析法，藉以說明基子的生成現象的相當難解的理論。其理論的出發點是在說明粒子的結合狀態、共鳴狀態乃至散亂狀態，更進而將要擴張到基子的全般領域。這種理論現在尙在建立的初期階段，因而仍存有許多不明確的所在。其理論是否可能告成功，還要等待其將來的確立始能判定。再者，其理論主要的是依據所謂 S-Matrix （S行列）的解析，爲要瞭解其理論的內容，首先須要簡單說明 S-Matrix 的大意。

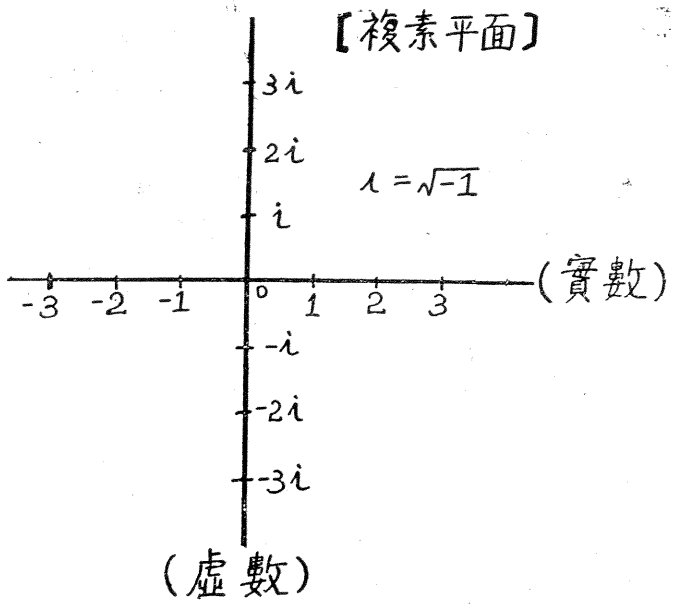
例如，電子衝擊原子時，則要生起種種的反應。卽電子將自己的能量賦與給原子而使原子成爲勵起狀態，此時由於能量的量子條件如何，可能發生如下的諸種現象。第一，從原子殼中放出光線（普通波長的光子）。第二，使原子成爲離子而放出電子。第三，入射電子通過原子核的近傍時，引起制動輻射而放出X線（較於普通光線的波長更小的光子）。第四，有時又可能創生電子對（正負電子的一對）。依照量子力學，由於種種形態的入射波 ϕs 所引起的反應的結果，要生起種種形態的波 ψt。此時，由於重合原理 ϕt 當作 ϕs 的一次結合而表現作 $\psi t = \Sigma Sts\,\phi s$ 這樣的形式。Sts 在散亂狀態時是由於入射波與散亂波的位相的偏差所決定的。而將如此 Sts 視爲 Matrix，

稱爲 S-Matrix （S行列）。又將散亂波的位相在共鳴準位的近傍作180 度的方向轉變的狀態如用S來表示時，S在共鳴準位的場所則具有某種特異性，而成爲S的特異點。這樣的S的特異點卽是表示基子的存在狀態，尙且還要表示基子的種類與其質量。如此見解稱爲依據S行列的自然的記述（尤其基子現象的記述）。S行列當作自然的記述是否完全，其性質是由於何種原理所規定的，尙有待於將來的研究。

依照解析性理論，認爲能量的變化從實數擴張到複素數（實數＋虛數）時，隨之S行列亦要生起與其相對應的變化。使用數學的語言而說，S行列稱爲能量的「解析函數」，或者稱爲S行列是「解析的」。而將如此S行列的解析性作爲原理，認爲由此可能導出凡有的基子。廣義的解析性理論的第一種是解析的S行列理論。這是由於美國的 Chew 所提倡的。這種理論的主要目的是在想要說明凡有基子的質量與其間的互相作用。其出發點是在說明依照强性的作用力的共鳴狀態。Chew 主張凡有基子是同格的，而否認基子中的基本粒子乃至原物質的存在，亦卽否認基子的階層的構造，而將如此情形稱爲基子的「民主制」。這便是要反對假定有基本粒子的「貴族制」的見解。要之，將要試圖從S行列的解析性中平等地導出凡有的基子現象。

依照解析的S行理論，認爲採取複素數的能量的數值逐漸增大時，卽能量在複素平面作移動時，S行列可能達到無限大的「點」。此時，這個「點」卽是表示基子的存在與其質量。S行列的數值（能量變化的數值）普通是作平滑的變動，然而在某種場所（點）其數值可能作急劇的飛躍。這個場所（點）卽是相應於兩個以上的基子的存在狀態，又是表示兩個以上的基子間的交換力（互相作用）的强度。要之，S行列卽是能量變化的解析函數。而在其數值變動（複素平面的移動）上存有無限大的「點」與非連續（飛躍）的「點」。這些稱爲S行列的「特異點」，而認爲由於特異點的位置與性質可能決定凡有的基子現象。因而這種理論的重心問題是在，如何決定特異點的位置

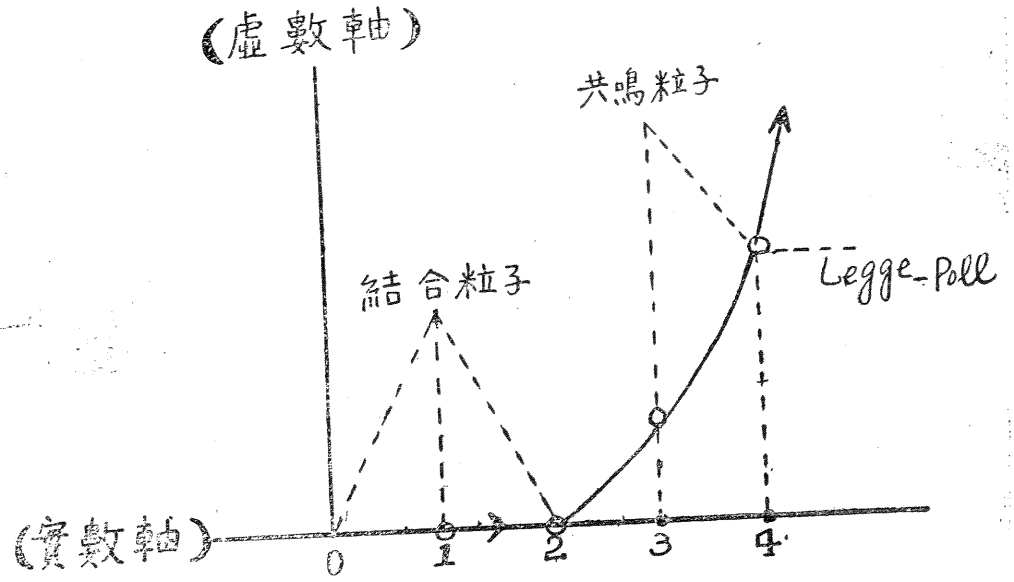
與性質之上。對於如此問題的解答祇是在極爲簡單的場合可能得到，一般的解答仍尙未被判明。再者，這種理論是將解析性與確率的保存律作爲其基本假定。這兩者雖是一般性的假定，然而祇能適用於强性的互相作用。卽是電磁的互相作用與弱性的互相作用均不能滿足這種理論的基本假定。因而這種理論祇能成爲「强性的互相作用」的理論。



其次，廣義的解析性理論的第二種便是 Legge-Poll 理論。這是意國的 Legge （綴字恐有錯誤，容後訂正 ）在1959年所提倡的。所謂 Legge-Poll 是指謂能量有所變化時，其在複素平面上所表出的特異點，亦卽是S行列上的特異點。這又是要來表示基子的存在狀態與其種類、質量以及其間的互相作用等現象。一般地說，互相間存有引力作用的兩個粒子所可能採取的狀態，有如兩個粒子的結合狀態、共鳴狀態以及散亂狀態這三種樣式。結合狀態是兩個粒子相結合時，如無外來的能量的干與則不能分離開的狀態。這是相當於複合粒子。共鳴狀態又是一種結合狀態，但是無須依靠外來的能量亦能夠獨自地告崩潰。這是相當於共鳴粒子，其壽命極爲短暫（超短命粒子）。在結合狀態與共鳴狀態，兩個粒子互相間作回轉運動的角運動量是採取一定的數值，其數值依照量子論祇能採取0、1、2、3、……等的正整數。散亂狀態是兩個粒子相接近時，由於其間的互相作用兩者均變更其進路而互相遠離開的狀態。在如此散亂狀態，却可能採取量

子論所容許的角運動量的凡有數值。

連結着散亂的初時狀態與終時狀態的S行列（能量變化的解析函數）中含有將兩個粒子的能量變化作爲其變數，其能量可能擴張到複素數。從能量的複素平面上看來，結合狀態與共鳴狀態是表現於S行列上的能量成爲無限大的特異點之上。Legge 不僅限定於能量，認爲S行列中所含有的角運動量亦可能擴張到複素數。角運動量採取某種複素數的數值時，S行列可能成爲無限大。此外，角運動量在複素平面上作移動時，S行列亦可能作連續的變動。這是表示着S行列對於角運動量亦成爲解析的。S行列成爲無限大的角運動量的複素數值又是表示特異點，而其位置是跟隨着能量的變化同時作連續的變化。Legge-Poll便是如此跟隨着能量的變化，其位置亦有所變動的角運動量之在複素平面上的特異點。Legge-Poll這種特異點可以表示如下：



觀看如此 Legge-Poll 的動向時，可以指出如下的一般的情形。兩個粒子所具有的能量從0的位置出發而逐漸增大。亦即是其角運動量在複素平面上的S行列的特異點（Legge-Poll）從實數軸上的某一點出發而逐漸增加其數值。如此能量達到某種數值時，角運動量的數值亦要達到1乃至2的位置。1與2便是角運動量所可能採取的數值

。如此， Legge-Poll 在其能量的數值與其角運動量的數值相合致的狀況下，是要表示兩個粒子形成作結合狀態而成爲結合粒子。更進而，能量更加提高時，其數值則要變成爲複素數而離開實數軸。而在實數軸上的整數值（如3與4）的上方的複素平面上的特異點是要表示兩個粒子形成作共鳴狀態而成爲共鳴粒子。尙且共鳴粒子的壽命又可以依照其所表示的 Legge-Poll 的位置如何來決定的。卽是離開實數軸越遠的，其壽命越短。由於上述可知，結合粒子與共鳴粒子均可能從同一原理來予以總體的說明。原來 Legge-Poll 理論包含着「凡有基子均屬於 Legge-Poll 」這樣的假定。

如上述， Legge-Poll 理論是將解析的S行列理論更加以擴大起來的，卽是從粒子的能量與運動量擴張到角運動量的理論。認爲S行列不僅是能量與運動量的解析函數，同時而又是角運動量的解析函數，並且特別側重於後者。至於將解析性作爲其說明的根本原理，兩者却是相同的。再說，解析的S行列理論祇能適用於强性的互相作用的粒子。Legge-Poll 理論似乎亦然。其實，Legge-Poll 所表示的結合粒子與共鳴粒子均屬於複合理論所提出的複合粒子。解析的S行列理論否認了基本粒子的存在，而主張凡有基子均爲同格的。Legge-Poll 理論似乎又是相同的。如此看來，兩種理論似乎都認爲凡有基子均屬於複合粒子。然而如無基本粒子的存在，複合粒子如何可能形成，則成爲嚴重的問題。如其想要否認基本粒子，亦則無須而又無由提出結合粒子與共鳴粒子這樣的複合粒子的形成理論。由於上述可知，解析性理論尙未能統一地說明凡有基子的生成現象。總之，假如不預料基子的階層的構造，基子的統一理論亦則難以成立。

以上紹述了現在基子論上的幾種統一理論。這些理論尙未能得到確定性的解答。基子論的混亂狀態尤其在統一理論最爲顯著。這些理論出現的時期，被發現的基子種類祇有幾十種而已。其後被發現的基子種類陸續大量地增加，現在已成爲幾百種。在如此狀況下，應有新種的統一理論的出現。基子種類越增多，統一理論的建立越有其必要

性。統一理論的主要課題是在從少數種的基本基子層次地衍生多數種的合成基子與分解基子。而其理念的要求是在儘量減少基本基子的種類。如將基本基子解釋作根源基子，這是該當於唯能論所要提出的原基子。唯能論推定從原基子可能衍生幾多層次的基子。而原基子與各層次的基子各別又是多種的。如此見解對於基子的統一理論或許可能予以其研究上的基本方途。再說，基子的內部構造與階層構造導致了基子的統一理論。由此可能再進入基子的本質究明與其基本法則（如基子周期律）的定立。這些應可成爲將來基子論的主要課題。

Ⅲ　量子論、量子力學以及「場」的量子論

基子論的成立是通過量子論、量子力學以及場的量子論的發展。本一節將要概述這些理論的成立與其發展的大略情形，藉以幫助基子論的瞭解。這些理論均屬於微細物理學的領域，而可以將基子論當作微細物理學的代表。微細物理學包括原子物理學與原子核物理學在內。如此微細物理學尤其基子論便是本世紀的物理學乃至自然科學上的最大成就。微細物理學（新興物理學）這樣的名稱是要來對比於向來的鉅視物理學（古典物理學）的。微細物理學尤其基子論的研究已經迫近於物質構造的究極階層。這是通達於形上學上的根本原理的探究。由此看來，微細物理學（Microphysics）則可視爲通達於形上學（Metaphysics），甚至可以替代形上學。向來的形上學（哲學）所未能解決的問題，將要由於物理學（科學）來予以解決，至少提供其解決上的重要資料。以基子論爲中心的物理學的發展逐次影響到化學、生物學乃至生理學，而通過生理學將來可能影響到心理學。由此可能引起科學的革新。科學的將來的發展是相當可觀的。哲學亦應隨之有所革新。哲學的思索與科學的推論的合理的統合由此庶幾得以達成。哲學的思惟、科學的探究以及數學的表現可以說是基子論成立的三大要件。

從歷史的發展次序看來，量子論的成立是先行於基子論的。然而

從研究對象的本來意義看來，量子論與基子論應可成爲同格的。量子是從能量觀點看來的單位因素，而基子是從物質觀點看來的單位因素。亦卽量子是能量作用時所採取的基本數量，而基子是構成物質的基本質量。在某種意義上，量子與基子是同等的。恰如在某種範圍內，能量與物質是同等的。再從發生起源的次序看來，能量是先行於物質的。由此看來，量子論先行於基子論的發展次序却含有事態自體的深遠意義。量子力學是基於量子論而成立的，其主要課題是在記述與說明量子的運動狀態。量子力學可對比於古典力學，其中包含着幾種理論與許多研究分野。場的量子論是再將量子力學更加擴延起來的，其主要課題是在記述與說明諸種基子的互相作用以及其生成現象。這已無異於基子論的主要課題。「場」是指謂能量場。而能量場的量子化的結果，可能導出各種基子。根源的能量場（原儲能）卽是物質發生的母胎，而物質本身又可能形成衍生的能量場（低離能；物理場）。依照物理學的見解，物質是包括物體與物理場在內的。唯能論則認爲物質乃至物體是根源能量（原能）的凝結體，而物理場是從物質尤其基子中再放出的輻射能量所形成的。廣義的能量場包括這些物理現象在內，而在其中量子與基子成爲同等的。基子既已是多層次的，量子自當亦然。根源能量（原能）的量子化的成果卽是原基子（第一次基子）。根源意義的基本基子應指謂如此原基子。由於原基子所放出的能量的量子化的成果卽是第二次基子。以下作類推。第二次以上的各層次的基子則可稱爲衍生基子。我們可以推定，現存的衆多基子大都屬於此類。

如上述，量子與基子成爲同等的，尙且具有階層構造。基子的特性是在激烈的互相轉化。原則上雖可分別其層次關係，實際上却是非常雜亂的，因而難以判別。現存的基子不知經過了多少次的轉變。基子有一定的壽命，其絕大多數又是瞬間性的存在。除非新創生的原基子，在悠久的宇宙內難以設想有原基子的恒久的存續。其他各層次的基子亦然。基子間的壽命的相差異成爲長久性與短暫性的兩極端。長

久性的安定基子可能轉變爲短暫性的不安定基子。其相反的過程是否可能生成，尙不得而知。宇宙內的基子的生滅轉變的實相是難以名狀的。這可能是緣由於能量的本性。基子間的質量的相差異又是相當顯著的。就既知的基子而說，其間的差距有幾千倍，或許可能有幾萬倍以上的。這是以電子爲基準的（電子質量爲1）。假如以光子爲基準（光子質量爲0），其間的差距幾乎要成爲無限大。原子間的質量的差距祇有二百多堺而已（以氫爲基準）。由此可知，基子界較於原子界更爲複雜多端。祇因原子界較爲安定，通常將其視爲物質界的基本內容。其實更爲普遍的基本物質是在基子界。物質界的實相表現於基子界。基子界卽是量子界。基子的生滅轉變亦卽是量子的生滅轉變，這究竟是根由能量的本性。物質界乃至能量界成爲無常的宇宙的基本內涵。

現存的基子中是否仍存有根源的基本基子（原基子），尙屬疑問。如上述，除非原基子的不斷創生，却是難以設想的。如有原基子的不斷創生，物質恒存律則不能成立。原基子是由來於原能。如有原能的不斷創生，能量恒存律亦則不能成立。如此恒存律的存立與根源的基本基子（絕對意義的基本基子）的存續似乎是難以兩立的。然而基子間的相對意義的基本基子的存在却可能設想的。我們在上一節所舉出的解析性理論是要否認基本基子的存在，而認爲凡有基子是平等同格的。由此否認基子間的階層關係。這種見解是難以支持的。其實，其所提出的結合粒子與共鳴粒子是指謂高層次的複合粒子。既已屬於複合粒子，則必定是由於更爲基本的粒子所結成的。相對意義的基本基子仍然可能存在着。解析性理論又認爲能量變化達到某種特異點的位置卽是表現基子的出現。這似乎是暗示着基子是由於能量採取特定數值（分量）所結成的。而如此能量的特定數值的單位因素可以解釋作就是量子。

如上述，量子（Quantum）是能量作用時所採取的一定數值的單位因素。這種量子概念是由於 M. Planck 所創立的。這是在現代

科學的發展中引起科學革新的最重大的革命概念。Planck 在1900年爲要定立所謂黑體的熱輻射法則而提出量子假說。這便是量子論建立的開端。依照量子假說，輻射能量並非採取連續的數值，而却要採取非連續的數值。認爲輻射能量中存有一定數值的素量，這稱爲能量量子或作用量子。作用量子卽是能量作用時所採取的最小分量的單位因素，通常稱爲 Planck 常數（h），其數值大約是 $h=6.6\times1^{-27}$ erg.sec.。從振動體所放射的能量採取非連續的作用量子的整數倍的數值，其數值是表示作 $E=nhv$（E：能量、n：1，2，3，……的整數、h：Planch 常數、v：振動數）。這是表示能量現象的非連續性，亦則表示自然現象的非連續性。自然現象如此具有飛躍性，由此奠定自然的非連續觀的基礎。

物理學上向來認爲能量的變化過程是連續性的。量子假說打破了這種傳統見解而引起了能量概念的一大革命。能量量子卽是表示能量具有粒子性。這是對立於能量的波動性。就光現象而說，向來有粒子說與波動說的對立學說。達到1905年，A. Einstein 依據量子假說而提出光量子假說，認爲光具有粒子性。光量子卽是光子（Photon）。光子又是屬於一種基子。從原子殼中的電子放出光子時，祇能放出一個或幾個這樣整數個的光量子，却不能放出光量子的幾分之一的。吸收光子時亦然。光子所具有的能量是與其振動數作正比例的，其數值是按照上述的 $E=hv$。光線（光子的流動現象）的特定色彩是對應於其振動數。Planck 的能量量子假說通過 Einstein 的光量子假說而逐漸展開到量子論。量子論便是從 Planck 的量子假說所展開的理論的總稱。

量子論的最重要的展開是在1913年 N. Bohr 將量子假說導入於其原子模型假說。電子在原子殼內作楕圓軌道是依從電子所具有的能量的作用量子（h）的整數倍的條件(能量準位的量子條件)。依照量子假說，極微現象具有非連續性既已被判明時，將如此現象認爲是由來於原子的內部構造的推論可以說是理所當然的。由此始能說明分光

現象的理論（光譜理論）。更進而，Bohr 依據量子假說解明了物質元素（原子）的周期性的成因。雖然收到了相當可觀的成功，但還要遭遇到量子論與向來的電氣力學（古典電子論）之間的矛盾關係的困難。爲要解決這種問題，則提出所謂相應原理（Correspondence principle）。將量子論與古典電子論作相比較，量子數相當大時，兩者理論所設定的振動數是相一致的。Bohr 假定這種關係在量子數較小的場合亦可能成立，認爲量子數的差值△m 是相應於古典電子論所設定的 Ti，由此設定△m 所可能採取的數值。如此假定稱爲相應原理（量子論與古典理論的相對應關係）。

運用上述的量子論的方法尙未能予以說明的諸種事象往後逐漸被發現。達到了1925年，W. Heisenberg 再從上舉的相應原理出發，並且得到 M. Born 與 P. Jordan 等人的協力而建立了所謂 Matrix（行列）力學。另方面，E.Schrödinger 又依據 L. de Broglie 的物質波的假說而建立了波動力學。這兩種力學便是量子力學創立的開端。這是將量子論再加以發展起來的理論。由此不僅可能排除從前的理論所遭遇的困難，尙且還可能說明更多的新事象。於是，量子力學創立以前的量子論被稱爲古典量子論。

依照能量量子假說，認爲能量具有粒子性。相反地，依照物質波假說，認爲物質具有波動性。這兩種假說均違反了舊來物理學的一般見解。在鉅視現象，這種見解仍尙可能維持。然而在微細現象（極微世界），粒子性與波動性似乎可能相統合。物質波假說是在1923年由於 L. de Broglie 所提倡的。Broglie 依據電子與光子的對應關係的追究而導入了物質波（Material wave）的概念。這可以對比於 Planck 的量子概念的導入。認爲物質粒子（如電子）具有波動性。物質波卽是表示物質粒子的運動狀態的一種位相波。物質粒子的力學的狀態表現於其能量 E 與其運動量 P，而其位相波的狀態表現於其振動數 v 與其 Vector n（表示其進行方向的單位）。Broglie 假定這

兩者間存有 $E=hv$，$P=h\frac{n}{\lambda}$ 的對應關係（λ：波長）。如此，波束的進行則可表示粒子的運動。而又同時表示物質粒子亦須要依從量子法則。隨後的 Sehrödinger 的波動力學便是依據這種物質波假說所建立的。物質波假說成爲波動力學的前驅，恰如量子假說成爲行列力學的前驅。而這兩種力學均可以包攝於量子力學。附帶地說，從現在基子論的見地看來，光子與電子均屬於基子，而同時具有粒子性與波動性的双重性。凡有基子都具有如此双重性。如此双重性的關係亦可可視相補性關係（相補原理）。凡有基子又可視爲量子。物質粒子又可稱爲波粒子（Wavicle）。我們曾經指出過，基子是從物質觀點看來的基本因素，而量子是從能量觀點看來的基本因素。由此可以推定，在極微世界內的物質與能量的緊密的連結關係。大致說來，物質是側重於粒子性，而能量是側重於波動性的概念。然而物質（基子）的粒子性與能量（量子）的波動性却要相統合着的。這是表示着向來的粒子觀念與波動觀念須要予以根本的改革。粒子性（非連續性）與波動性（連續性）本來是成爲互相矛盾的，其兩者的相統合卽是表示着「矛盾對立的統一」。

量子力學是將原子、分子以及輻射場（能量場）視爲廣義的力學體系，而討究其中所存有的基子或量子的運動狀態的理論。如上述，基子或量子同時具有粒子性與波動性。粒子的運動方程式亦可以表現作波動的方程式。粒子（質點）的運動除其運動速度與運動量之外，具有質量、位置以及運動方向等的特性。波動的傳播除其進行速度與進行量之外，具有位相、振動數、波長以及進行方向等的特性。這兩者間存有對應關係。Broglie 的物質波（粒子波）的理論便是依據如此對應關係所建立的。粒子（基子）作運動時，同時隨伴着波動的傳播。例如電子在原子殼內作軌道運動時成爲定常波，卽其軌道圓周的長度成爲電子波的波長的整數倍（依照量子假說的量子條件）。基子運動時隨伴着波動，恰如電荷基子運動時隨伴着電磁場（輻射場；能

量場）。波動可能形成波動場（能量場）。能量場本來具有波動性的。如此能量場的粒子化的形態便是量子或基子。從能量場的觀點看來，基子（粒子）的運動方程式本身可能表現作能量場的方程式，其中包含波動的方程式在內。反過來說，波動方程式亦可表現作基子（粒子）的運動方程式。量子力學的主要課題是在定立如此方程式，藉以表示基子或量子的運動狀態。

最初成立的量子力學是行列力學與波動力學的總稱，而成爲往後出現的幾多理論的基本。行列力學側重於粒子性，而波動力學側重於波動性。然而究竟是可能相合致的。這兩種力學所採取的物理的假定與其所運用的數學的方法雖然完全不相同，但其所得到的結果却是相合致的。行列力學運用行列（Matrix）的算法，而波動力學運用波動函數的數式。將兩種方法作相對應的考察時，兩種力學結果被判明成爲同等的。其後 P. A. M. Dirac 運用演算子（Operator）的方法而建立了包括行列力學與波動力學在內的當作一般的理論體系的量子力學。演算子是函數演算中的一種記號。例如將函數ϕ（X）依照一定的規則對應於函數ψ（X）時，則表現作$\phi = 0\,\psi$，此時 0 稱爲演算子。量子力學所記述的函數間的關係是表示確率的關係，由此導入確率振幅的概念。而對於確率振幅使用ϕ（a，b）的記號時，這並非表示 ϕ、a、b 間的數值的關係，而是要表示附隨於這些數值的演算子間的關係。設定適當的基本演算子與演算子算法，藉以定立量子力學上的基本關係。通觀量子力學的書籍，其中大部份是數式的羅列。數式這種數學的記號形式祇是要來表示某種物理狀態的表現上的工具而已。更爲重要的却是在理論的實質內容，尤其理論的根本假定是否眞確，則成爲最重要的問題。繁雜數式的羅列往往會蒙蔽理論的內容，因而不要過份拘泥於數式爲佳。僅就數式而說，波動力學比起行列力學較爲簡單。以下對於這些理論的說明，除基本的方程式之外，其他的數式儘量將要予以省略。就建立時期而說，行列力學（1925年）是先行於波動力學（ 1926年 ）。祇因說明的方便上，首先簡述波動

力學。

波動力學是 E. Schrödinger 在1926年依據 Broglie 的物質波（粒子波）的新概念所建立的一種量子力學。其主要課題是在記述與說明物質粒子尤其電子在原子殼內的運動狀態。因電子的運動隨伴着波動，故可以設定波動函數來表示其運動狀態。由此所定立的波動方程式則可成爲粒子的運動方程式。茲首先提出其基本的方程式如下：

$$\triangle\psi+\frac{8\pi^2m}{h^2}(W-V)\psi=0 \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(1)$$

$$\triangle\psi+\frac{4\pi im}{h}-\frac{\partial\psi}{\partial t}-\frac{8\pi^2mh}{h^2}V\psi=0 \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(2)$$

（ψ：波動函數，m：質量，W：全能量，V：位置能量，（W－V）：運動能量，h：Planch 常數，π：圓周率，i：虛數，t：時間）。(1)式是表示波動的空間的傳播，(2)式是表示波動的時間的變化。再將空間的傳播與時間的變化聯合起來的基本方程式表示如下：

$$\left[-\frac{h^2}{8\pi^2m}\triangle+V\right]\psi(\Upsilon,t)=i\frac{\partial}{\partial t}\psi(\Upsilon,t) \cdots\cdots\cdots(3)$$

波動函數ψ（Υ，t）即是ψ（x，y，z；t）；x，y，z 表示空間位置的直交軸（空間座標系），而各別成爲演算子。如此波動函數ψ一方面表示粒子的運動狀態（尤其位置與運動量），另方面表示波動的確率分佈的狀態。這便是 Broglie 的物質波（粒子波）的數學的表現。波動函數ψ在物理的意義上是表示作確率振幅。波動方程式中的ψ通常是採取複素函數的形態，其本身雖不能表示作確率，但其絕對值的自乘$|\psi|^2$因經常採取正整數的形態，故對此可能賦予確率這種物理的意義（即具有物理意義的確率）。如此$|\psi|^2$即是表示粒子在波動場中所佔有的位置的確率，亦即表示其存在可能性的確率。就電子在原子殼內的運動狀態而說，$|\psi|^2$在直觀上可以描繪作電子雲的分佈狀態，其濃淡的程度是要來表示電子的存在位置的確率。

波動函數ψ與其自乘的$|\psi|^2$爲要具有上述的物理的意義，必須具

備如下的三項條件。第一，其在任何的時空點不能成爲無限大。第二，在某同一個時空點不能同時採取兩個以上的不同數值。第三，在極其相接近的時空點的數值不能成爲非連續的切離。要之，波動函數在其被容許的任何的時空點必須採取有限的、一義的而且連續的數值。這三項條件稱爲量子條件。由此可知，波動力學仍側重於連續性，即佔在連續觀的立場。其所定立的波動方程式亦則要表示連續性的物質場的存在狀態。從而自然現象則要被解釋作如此物質場的因果的變形。依照這種理論，認爲波動函數ψ是要表示波動場內的某種位置存在着物質粒子，然而仍還要成爲連續性的波動狀態。因而如要滿足量子力學本來的非連性的要求，則須要將ψ再加以量子化。於是，側重連續性（波動性；粒子波）的波動力學則要移行於側重非連續性（粒子性；波粒子）的行列力學。

行列力學是 Heisenberg、Born 以及 Jordan 等人所建立的一種量子力學。Heisenberg 是佔在實證主義或現象論的立場，而試圖祇依靠直接可能觀測的物理量（例如從原子內所放出的光的振動數與强度等）來形成理論。認爲原子殼內的電子軌道，其在軌道上的周期運動與速度，乃至物質波（粒子波）等是不能作直接的觀測，因而極力想要將這些模型的概念與假想的概念予以排除。惟因實證主義的立場有所限制，其在微細物理現象（極微世界）的考究中是否可能維持，則成爲問題。其實，基於這種立場所形成的理論中反而時常要出現奇異的陰影。這是實證主義本身的作祟。科學上的實證精神應予以尊重，然而哲學上的實證主義却是不健全的。知識論上的實證論是反對實在論的一種觀念論（感性的主觀的觀念論）。科學者亦有些還要主張或支持這種理論。現在著名的科學者中，如 Einstein 與 Heisenberg 竟陷入於這種理論的圈套。實在論立場的實證態度與觀念論立場的實證主義應予以峻別。這在對於哲學祇有半知半解的科學者們似乎是難爲做到的。

依據上述的實證主義的立場所形成的量子力學的理論，因運用行

列（Matrix）作爲非連續量（非連續的物理量）的數學的形式，故稱爲行列力學。這是將物理場（能量場）予以量子化的一種量子力學。這種理論的內容尤其數學的表現是相當繁雜而難解的。實際上，依照這種方法的記述與說明是極其不方便的。通常大都還要採取波動力學的方法。行列力學是從可能觀測的物理量的互相間的關係出發，而將凡有物理量尤其力學量（如質量、位置、運動量）當作量子數的函數來予以處理。例如對於從量子數的定常狀態轉移到量子數的定常狀態（n→m）的場合，將 $qnme^{iv}\ nm^{t}$（這是表示q行列，而q表示位置）這種量來附隨於如此場合，而按照由於m與n所可能採取的凡有數值而成立的行列（$qnm^{iv}\ n\ m^{t}$）來定義q這種量。此時假定 qnm^{2} 是要表示與（n→m）的轉移確率作相比例的量。尙且表示q這種行列的對角線元素（jj）是要表示在 j 定常狀態的q位置的時間的平均值。將原子視爲多重周期體系，而使用一般化座標 qk 與運動量 pk 來表示如此行列時，在這些行列之間已不能成立着乘法的交換法則（ab≒ba）。更進而，f（x，y，z，……）成爲行列 x，y，z，……的函數時，使用 $\frac{\partial f}{\partial x}=\lim_{a\to 0}\frac{f\ (x+aE,y,z,\cdots\cdots)-f\ (x,y,z,\cdots)}{a}$ 來定義關於 x 的 f 的微分（a：常數，E：單位行列）。由此來定立 $qr=\frac{\partial H}{\partial pr}$，$pr=\frac{\partial H}{\partial qr}$ 這種的運動方程式，其中H是表示着能量的行列。這不過是行列力學所設定的數式中的基本的一部份而已。由此可知，其數式羅列的何等的繁雜。將行列力學應用於某種特殊對象的問題時，則要設定對應於該對象的力學體系的 Hamilton 函數H（p，q）的諸行列，由此求得 pk 與 qk 的數值。所謂 Hamilton 函數H是表示運動體（質點）的位置（q）與運動量（p）的一種函數。這是在古典力學中常被使用的一般性的函數。

Heisenberg 的行列力學中成立着所謂非確定性的關係，認定成爲共軛關係的兩個物理量的測定不能同時予以精密的確定。這通常稱

爲非確定性原理。關於這種原理，我們在本書第三章中已有所概述。其中祇舉出了位置（q）與運動量（p）這一組共軛量。此外尙有時間與能量，波動的位相與粒子的數量的共軛關係。茲將這三組共軛量的非確定性關係表示如下：

$$\triangle q \triangle p \gtrsim h \quad \cdots\cdots(1)$$

$$\triangle t \triangle E \gtrsim h \quad \cdots\cdots(2)$$

$$\triangle \phi \triangle N \gtrsim h \quad \cdots\cdots(3)$$

(1)式的△q表示位置的非確定量，△p 表示運動量的非確定量。這兩者的相乘值大約相等於或較大於 Planck 常數 h 。例如電子在原子內作回轉運動時，如要精密地測定其位置，運動量的同時測定則要生起非確定量。其相反的測定亦然。(2)式的△ t 表示時間的非確定量，△E表示能量的非確定量。(3)式的△ϕ 表示波動位相的非確定量，△N表示粒子數量的非確定量。(2)式與(3)式所要表示的與(1)式相同。Planck 常數 h 介在着的微細現象在力學上是要依從量子力學的法則。h＝0 的現象，或者不要考慮 h 的現象仍可以依從古典力學的法則。在如此場合，運動體的位置與運動量則可能同時予以確定。附帶地說，依照相對性理論，運動體的速度非常大時，則要依從相對論力學的法則。無須要考慮光速度的普通的運動體亦仍可以依從古典力學的法則。h與c成爲現在物理學（新興物理學）的兩項基本的常數。依照現今的物理學界的見解，認爲古典物理學可視爲現在物理學的特殊形態。反過來說，現在物理學是將古典物理學更加以精密化起來的理論。尙且量子力學與相對性理論又可能相結合而成爲相對論的量子力學。

基於實證主義立場的行列力學本來是要祇依靠可能觀測的物理量的關係來形成其理論。然而上舉的非確定性原理所提示的諸種物理量間的非確定性關係是否祇依靠可能觀測的事實所定立的，則可置疑。極微現象的直接的觀測，尤其物理量的直接的測定是極爲困難的，大都屬於不可能的。我們可以推定，上舉的諸種物理量間的關係的測定

其實祇是一種假想的實驗。例如想要測定電子在原子內作回轉運動時的位置，須要藉用高能量的光子（如 Gamma 線）來予以照射，此時電子的位置與運動量均因蒙受着光子的能量的影響必定要生起變動。這在思考上是可以推想的，但在實際上的精確的測定仍尙難爲實現。因爲實驗的觀測與測定有其一定的限制。依照實證主義的立場，不能直接觀測的物理量乃至自然現象應予以排除。如此看來，上擧的諸種物理量間的非確定性關係的定立似乎是要超出了實證主義本來的立場。不然，則是表示觀測手段上的限制。非確定性關係究竟是自然現象本身所具有的性質，抑或祇是表示對其觀測的實驗方面的事象，則成爲問題（後述）。前者屬於客觀側面，而後者屬於主觀側面。實證論本來是要將這兩側面予以混同的一種主觀的觀念論。附帶地說，原子核內的質子與中子的互相轉化的過程（$p \leftrightarrows n + \pi^+$），可能又是一種假想的過程（假想反應）。其他諸種基子間的反應過程中可能又有如此假想反應的。由於假想反應所產生的基子，則可稱爲假想基子或潛在基子。假想的實驗必須預料物理量的實在的關係。恰如假想基子必須預料實在基子的存在。

非確定性成爲行列力學乃至量子力學一般的基本概念。量子力學的主要課題是在記述與說明基子（量子）的運動狀態以及基子間的互相關係（包括其反應過程與生成過程），這是自然現象所由生成的基本過程。因而非確定性關係亦則可表示支配自然現象的法則是非確定的。自然法則如成爲非確定的，嚴格意義的因果關係則不能成立。於是，基於因果律的決定論(決定論的因果觀)亦要告崩潰。由於非確定性原理的出現，有些科學者乃至哲學者則乘機出而要主張因果律已告消滅。恰如在十九世紀末期曾經强調過物質已告消滅。這些人士大都屬於實證論者。非確定性關係本來是要表示支配微細現象的法則是確率性質的。如此性質的法則成爲統計法則。微細現象的精確的測定雖然是不可能，然而確率統計的測定仍爲可能的。否則，量子力學本身亦就不能成立。確率統計性的因果的決定論似乎仍然可能成立。所謂

波動函數本來是要表示基子的運動狀態的確率振幅。基子的諸種物理的測定既是確率性的，基子間的互相關係的測定亦然。由此所定立的法則亦則具有確率統計性。於是，量子力學應成爲量子統計力學。如上段所述，這是表示微細現象的觀測乃至測定的界限，亦則表示關於微細現象的我們的認識的界限。非確定性關係成爲統計法則定立的根本前提。

如上述，非確定性原理引起了因果律（因果性原理）的存立問題。非確定性似乎可能推翻嚴格意義的因果性。原則上看來，非確定性原理成爲非決定論，而因果性原理成爲決定論的根本前提。向來的科學是佔在決定論的立場，機械論便是其代表形態。因果律與物質恒存律（可以擴張到質能恒存律）乃是科學成立的兩大支柱。因果律如能被推翻，在科學上則可引發一大革命。因果律的存立問題不僅對於科學，對於哲學亦成爲嚴重問題。決定論與非決定論的對立學說，在哲學上已有相當長久的歷史。這是關於現象生成方式的基本問題。如此問題在科學上的出現，可以說是哲學問題的科學的翻版。僅就科學而說，如此問題的解決關鍵是在將問題本身分別出如下的兩項。第一，非確定性乃至非決定性是否自然現象本身所具有的客觀的性質，抑或祇是對於自然現象的我們的認識上的主觀的限制？第二，微細現象的非確定性是否要導致鉅視現象的非確定性？微細現象本身是否具有非確定性，現在尙未能予以確定。關於微細現象的現在階段的認識存有非確定性，這是可以承認的事實。然而將來科學的發展是否可能超克如此界限，尙有考慮的餘地。微細現象的統計法則可以表示絕對意義的決定性雖不能成立，但相對意義的確定性仍可能成立。這又可表示其非確定性並非絕對的。微細現象的相對的非確定性與鉅視現象的確定性是可能兩立的。我們曾經提示過，微細現象是要依從量子力學的法則，鉅視現象仍可依從古典力學的法則。而後者成立於決定論的因果觀的基礎上。量子力學的法則雖成爲確率統計性的，但仍未能完全否定因果的決定性。因果律的全般的否定可能導致科學本身的崩潰。

限定於特殊現象的因果律的修改與因果律的全般的否定應有所峻別。惟因實證論將自然現象（實在界）與自然認識（觀念界）予以混同，其結果引起了種種無謂的問題與其處理上的糾紛。我們總不要迷惑於實證論這種美麗的名稱。

實證論在科學上成立作科學的觀念論。決定論與非決定論的對立論爭是以因果律爲中心問題而展開的。科學的觀念論是佔在非決定論的立場，所謂非確定性原理的定式化便是依據這種立場的，由此來否定古典的因果的決定論。如此科學的觀念論極力想要否認獨立於觀測主觀的自然的自體存在。認爲自然科學的對象並非當作客觀的實在的自然，而祇是人類與自然的關係而已。自然法則並非自然本身的法則，而是關於自然的認識的法則。認識的界限究竟是自然本身的界限。非確定性不僅是自然認識的非確定性，亦則是自然本身的非確定性。因而非確定性不是程度的暫定的，而是本質的原理的（本質的非決定論）。如此，將非確定性認爲自然的究極的本性。從而自然現象的確實的預測在原理上是不可能的，其中存有相當程度的自由性（偶然性）。基於非確定性原理的量子力學的根底存有如此不穩健的觀念論的因素。

科學的實在論者大都要支持決定論的立場。因果律在力學上是指謂運動體（質點）的位置與運動量在其時間的變化過程中存有一義的決定性。由此可能定立具有確定性的自然法則。自然的非確定性祇不過是外觀上的，自然的更深奧的本性却是因果決定性的。討論自然的非確定性是將自己拘束於擬似問題，其實並無任何眞正的積極的意義。非確定性是由來於觀測或測定中含有缺陷，而這是主觀的因素，如將其予以改善，非確定性則可能被克服。將自然的非確定性認爲是自然的究極的本性的見解，是將主觀的條件的不整備誤認爲客觀的，即將現象的外觀上的非確定性誤認爲本質的。決定論者將要否定如此誤認，認爲外觀上的非確定性由於科學理論的發展早晚將可告解消，其時自然的因果性可望再見其恢復。現在物理學的狀況是表示過渡的

時期。將來科學更加發展時，決定論的物理學理論則可望再出現。再者，自然現象中存有未知的被隱蔽的因素，這如能被解明，量子力學亦則將可成爲決定論的。從決定論的立場看來，自然法則可分爲因果律的法則（第一的自然法則）與確率統計的法則（第二的自然法則）。科學的實在論的立場雖較爲穩健，但我們仍須留意，科學的實在論者所提示的「實在」未必卽是實在自體。更一般地說，物理學乃至科學上的「實在」因未必卽是實在自體，從而科學理論難以成爲完整的。科學的實在論尙須發展到哲學的實在論（批判的實在論）始能避免實在觀念與實在自體的混同。從知識論的見地看來，科學的觀念論犯了根本的錯誤，而科學的實在論又包含部份的錯誤。科學者如能具備着正確的知識論的見解，對其理論的形成可能有重大的貢獻。哲學與科學的統合的必要性，由此可以窺見其一端。在知識的實質資料的提供上，哲學須要依存於科學。對於知識構造的批判上，科學又須要依存於哲學。

非確定性原理的解釋連關於基子的粒子性與波動性的雙重性的解釋。這兩項是存於量子力學的根底的哲學問題。關於粒子性與波動性的問題，有如一元論與二元論的對立學說。二元論認爲波動是由於數學所設定的純粹可能性，這再由於觀測或測定得到現實化時，則可顯現爲粒子。卽是依照從可能性（波動）移行到現實性（粒子）的轉化來將波動與粒子的二元性予以統一。依照這種立場，粒子可以解釋作波束的收縮形態。一元論再分爲波動一元論與粒子一元論。波動一元論側重波動性而認爲粒子不過是波動羣的頭端而已。反之，粒子一元論側重粒子性而認爲粒子是實在的構成因素，其所顯現的波動不過是實在的粒子的確率密度而已。粒子與波動的關係可以比喻作豆粒與豆漿的關係。關於這種問題，現在似乎尙未得到定論。粒子是物質的構成因素上的特性，而波動是能量的作用狀態上的特性。依照唯能論，基子可視爲基本能量（能量的基本素量）的凝結形態。這可以對應於粒子是波束的收縮形態。波束是種種波長不同的波動的混合。同一基

子同時具有粒子性與波動性是表示着其中含有自己矛盾的因素，同時又可示唆着其中尙存有構造性。基本的波動現象本身可能是由於更爲微細粒子所形成的。極微世界的粒子與波動的本性或許是要超越常識上的粒子與波動的觀念。因而如不通過後者的觀念的改變，恐怕難以理解前者的本性。

量子力學本來是要考究基子階層的理論，而在衆多的基子中主要地考究電子與光子的運動狀態。後來其考究的範圍逐漸擴大到原子階層以及分子階層。現在的量子力學的研究分野是相當廣汎，因爲其可能適用的對象幾乎遍及於物質界的全般領域。凡是自然現象中帶有非連續性構造的均可成爲其研究對象。不僅物質界，生物界亦可成爲其研究對象，現在已能看到「量子生物學」的成立。更進而，將來尙可以預料「量子心理學」的成立。另方面，在時空界亦已成立着「量子時空論」。量子力學以電子爲仲介者而將諸種科學如地球物理學、宇宙物理學、化學、生物學、電子工學等分野漸次予以統合。量子力學是從量子論出發而漸次發展起來的，據說其發展的終點是在量子電氣力學（Quantum electrodynamics）。發展的終點似乎還要歸復於其出發點。量子力學通過量子電氣力學而最後還要轉移到「場」的量子論。量子論本來是成立作「能量場」的理論。其發展的結果又要歸復於「場」的量子論。茲將其發展的程序表示如下：(1)量子論→(2)量子力學→(3)量子電氣力學→(4)「場」的量子論。廣義的量子論可以包括這一系列的諸種理論。如此量子論又可相合致於基子論。因爲基子與量子可視爲同等的。我們曾經指出過，基子是從物質觀點看來的究極因素，而量子是從能量觀點看來的究極因素。並且能量與物質在某種範圍內本來可以成爲同等的。

量子電氣力學的考究對象又是在電子與光子所形成的電磁場。光子是電磁場的量子化的基子，其發源是在電子。古典電氣力學認爲電磁場是連續性的場。然而量子力學須要將其量子化，於是成立量子電氣力學。其最初的建立是 O.Klein 依據相應原理所遂行的（1927年

）。這祇是古典電氣力學與量子力學的片斷的結合。繼而，P. Dirac 提出更爲廣汎的量子電氣力學（1927年）。然而其理論尙未能滿足相對性理論的要求。其後陸續出現了幾種相對性論的量子電氣力學，例如 W. Pauli 與 P. Jordan 的不含有物質的電磁場的四次元理論（1927年），W. Heisenberg 與 W. Pauli 的包括物質與電磁場的互相作用的四次元理論（1929年），P. Dirac 重新建立的多重電子的電磁場理論。依照這些理論，電子與其所形成的電磁場的互相作用的結果，其自己的能量則要成爲無限大。這又是表示電子的質量成爲無限大。另方面，電子的電氣量反而成爲無限小。量子電氣力學要遭遇到如此困難問題。爲要解決這種問題，引起了許多理論，到現在似乎尙未能得到解決。關於這般情形，我們已有所提及。要之，這些理論中必定含有重大的缺陷。這又可表示量子力學本身的缺陷與其理論的界限。

如上述，量子力學的缺陷與界限尤其在量子電氣力學上最爲顯著。量子電氣力學又是被認爲量子力學發展的終末。於此，量子力學似乎達到了山窮水盡的困境。完成了量子力學的正統的解釋（基於實證論立場的主觀的解釋）的，據說是 J. Neumann 的理論，這被認爲量子力學的完成體系。然而其理論中含有濃厚的主觀論的色彩。其所作的觀測大都是由於自我意識（認識主觀）所操縱的。這是實證論的本色。對於量子論的創立有所貢獻的前輩學者們，如 Planck、Einstein、Broglie 等人對於完成了的量子力學均表示不滿意。Planck 與 Broglie 本來是站在實在論的立場，自當要反對實證的立場。Einstein 在其晚年似乎從實證論轉向到實在論的立場。量子力學的完成亦則是達到了絕境，於是須要重新開拓新局面始能打開困境。「場」的量子論便是在如此狀況下出現的。然而「場」的量子論並非表示量子論的安泰。最後而來的這種量子論還要遭遇到更多的難題。量子論的根本缺陷由此更加要暴露出來。現在基子論的混亂狀態又是表示如此情況的。廣義的量子論亦卽是基子論。因爲能量場的量子化的

粒子卽是基子。

「場」的量子論（ Quantum theory of field ）是由於 W. Heisenberg 與 W. Pauli 所提出的。這是要記述依從量子法則的「場」的理論體系。向來的量子力學不能適用於基子的生滅現象。這種理論則要試圖記述與說明這種現象。所謂「場」是指謂「局所場」，這是相當於空間的「點」。「場」又是「量子化了的場」。如此「量子化了的場」如要指謂量子或基子時，自然全體則可視爲無數的「量子化了的場」的重疊複合的一大體系。那麼自然科學的最終目的是在定子立「量子化了的場」的互相作用所依從的量子法則。「場」的量論則成爲基子間的互相作用的理論。「場」的量子化須要採取第二次量子化的手續。這是依照P. Dirac的「多時間理論」的方法。「場」的量子論所以採取第二次量子化的手續是因爲由於基子的生滅現象所引起的力學系的粒子數有所變動的緣故。通常的量子力學是將粒子的位置與運動量視爲量子數。此外，「場」的量子論更進而須要導入使粒子數生起增減的演算子（Operator）這種新的量子數。第二次量子化的結果，則要生起粒子數與「場」的强度的動搖。例如一個電子在其周圍所形成的電磁場內要生起光子的生滅現象（這便是第二次量子化的現象）因此電子的自己能量則要成爲無限大。具有無限的自由度的「場」因爲要生起如此動搖，所以其自己能量亦要成爲無限大。量子電氣力學上曾經出現過的困難問題，在「場」的量子諸中再度還要出現。

依照「場」的量子論，認爲空間的每個點（局所場）均存有振動子，這便是基子。基子卽是代表一個「場」。振動子充滿於全空間。凡有振動子在非振動狀態（靜止狀態）時是能量最低的狀態，這便是表示眞空。眞空與物質存在的差異祇是由於振動子的振動狀態與否所決定的。空間的每個點(局所場)中存在着凡有種類的基子。這是要表示基子的粒子性。而每種基子的存在又要擴延於全空間。甚至每個基子佔有全空間的場。這是要表示基子的波動性。一個基子存在於空間

的一點（粒子），同時而又擴延於全空間（波動）。凡有基子不僅充滿於全空間，尙且認爲空間的一點內存有凡有種類的基子。這其中則存有難問。基子的種類尙不知有多少。凡有種類的基子佔有空間的一點，這是難以設想的奇異的見解。每個基子又佔有全空間的場，這更加是不可思議的。再者，其所謂空間的「點」或者「量子化了的場」是指謂「局所場」，這又是要指謂無限小的「點」或者不具有廣袤的「場」。「場」的量子論本來成爲「局所場」的理論，「場」的振動子（基子）因不具有空間的廣袤性，故不能具有內部構造性。無廣袤的振動子如何可能生起振動，無內部構造的基子如何可能擴延到全空間，眞可令人費解不已。「場」的量子論本來具有如此先天不足的重大缺陷。

「場」的量子論爲要表示基子的存在狀態而設定所謂「狀態函數」。這同時又要表示在每時刻的基子的個數。卽是由於基子的個數來表示其狀態。其次，爲要表示基子的生滅現象而設定所謂「場的演算子」，其中包括「生成演算子」與「消滅演算子」。這是要表示基子個數的增減。「場」的量子論便是由於這樣的「狀態函數」與「場的演算子」所組成的。茲將其所定立的基本方程式（一般公式）表示如下：

$$\phi = A\ (x)\ \psi \cdots\cdots (1)$$

$$\frac{eh}{2\pi}\ \frac{\partial}{\partial t}\psi = H\psi \cdots\cdots (2)$$

(1)式是適用於基子祇有一種類的場合。其中表示狀態函數，A（x）表示在x場所的基子增減的演算子，ϕ表示基子增減的狀態。(2)式是適用於兩種類以上的基子的場合。其中H表示 Hamilton 函數，$\frac{\partial}{\partial t}\psi$ 表示狀態的時間的變化。Hamilton 函數卽是決定狀態函數的時間的變化的因子，而又是相當於基子集團所具有的能量的數值。狀態函數ψ是表示在某時刻的基子的存在狀態量。由於「場的演算子」A（x）所規定的 Hamilton 函數作用於狀態函數時，則要決定次

一時刻的狀態函數。由此逐次決定後繼時刻的狀態函數（基子的存在狀態）。如此，如能判明現在的基子狀態，則可能預測其將來的狀態。這其中含有決定性的意義。由此似乎可能超克非確定性原理所表示的非決定論的立場。這可表示「場」的量子論超克了基於非確定性原理的量子力學的理論。這可以說是其理論的進步性。然而，如上段所述，「場」的量子論中却含有更多的不可解的難題。這種理論至少不能適用於基子的內部構造、基子間的强性的互相作用乃至基子的統一理論。

通觀上述的諸種理論，我們可以發現許多疑義，而將其歸納於如下的兩項。第一是理論的根本前提有些是不穩健的。例如非確定性原理（因果觀）、局所場與眞空的觀念（空間觀）乃至時空與物理量測定的相對性原理等均有重新檢討的餘地。這些大都是緣由於實證論立場的作祟。第二是數學的表現的過份繁雜。數式不過是要表現物理量的記號工具，並無決定物理現象的實在自體的權限。從數式的演算要來導出物理現象乃是數學的越權。理論的根本前提與其推論如有錯誤，其所定立的數式亦則不可置信。繁雜數式的羅列往往會隱蔽理論內容的錯處。科學者擅長於數學的表現，但往往缺乏對於理論構成的嚴密的批判。基於確實的事實根據、深邃的哲學思索、合理的假說定立、正確的推論、精密的實驗、簡明的數學的表現，這些是科學理論構成的要件。按照這些要件來對於上述的諸種理論加以評定時，可知其中尙有須要改進的餘地。

Ⅳ　基子論、物性論以及量子化學

我們在本章以上所考究的均是有關基子的問題。在第一節考究過基子的種類、特性以及其互相作用。在第二節考究過基子的統一理論。這是尙未告完成的理論。在第三節所考究的量子論、量子力學以及「場」的量子論可以包攝於廣義的量子論。如此量子論又可視爲基子論。基子論是通過這些理論而成立的。因而這一節所敍述的可以說是

基子論成立的發展史的一階段。在基子論中雖有基子的生成問題乃至生滅問題的提出，但難以看到其發生起源問題的考究。生成問題或生滅問題並非根源意義的發生問題。我們在第五章考究過物質的發生起源問題，其中包括基子的發生起源問題。其實前者問題應成爲後者問題。因爲基子卽是構成質的基本因素。基子論中所要考究的大致包括上舉的這些問題。近年來，基子論在實驗方面有長足的進展，被發現的基子種類已超過幾百種。將來尙可預料陸續增加。然而在理論方面似乎無甚可觀的發展跡象。我們所可能看到的諸種理論間却是呈現出相當混亂的狀態。而又通過這些理論，我們明顯地看得出基子尙具有內部構造與基子間的階層構造。基子論應考究到這些問題。而這些問題又是通達於基子的發生起源問題。基子的統一理論如不通過這些問題的考究，是難以成就的。我們曾經提示過，現在基子論將要告一段落而重新開拓新局面。我們期望將來的基子論能夠深澈到基子的發生起源問題的考究，而通過其內部構造與其間的階層構造的解明，藉以確立其統一理論。由此定立基子全般的基本法則與究明其本質。再者，由於支配着基子全般的統一法則的定立或許可能同時制定基子的周期律表。

基子論與物性論成爲現在物理學的兩大基本部門。基子論可以包括原子物理學與原子核物理學。原子物理學是要考究原子的內部構造，而其構成因素是在基子（電子、質子、中子）。原子核物理學特別要考究原子核的內部構造的。從基子論與物性論的觀點看來，原子核是由於質子與中子所結成的基子集團的流體狀態，而是類似於物質的第四狀態的電漿（Plasma）現象。關於基子論與物性論的連關，我們在本書第四章物質的根本性質的論項中已有所提及。本一節將將要再來予以補充的說明。凡有物理現象（物質現象或自然現象）可分爲微細現象與鉅視現象，後者又可分爲幾多階層，微細現象本來是屬於基子論或廣義的量子論（包括量子力學在內）的考究領域。鉅視現象究竟又是基於微細現象所呈現的。重重疊疊的幾多階層的鉅視現象在

某種限制之下，原則上可能逐次溯源到微細現象。從微細現象發展到鉅視現象是由下而上的展相的途徑（往相之道）。反之，從鉅視現象逐次歸屬到微細現象是由上而下的還元的途徑（還相之道）。前者成爲優創展相法，而後者成爲根源還元法。這是學問研究應遵循的基本方法。鉅視現象的構成因素逐次可能還元到微細現象的基本因素。鉅視現象的諸種過程又可能還元到微細現象的基子過程。亦即前者的諸種法則可能還元到後者的基本法則。物理現象的統一理論應按照如此方法而建立。物性論便是從如此微細現象的基本因素，基本過程乃至基本法則的觀點來說明鉅視現象所由生成的根據。由此可知，物性論是基於基子論而成立的基本物理學。如此物性論則可視爲將舊來的物理學予以深澈化的新起的物理學。凡可能適用基子論或量子論的方法來加以說明的物理現象，均可能成立物性論。更進而，不僅物理現象、生理現象乃至心理現象亦可能援用基子論或量子論來予以說明的。於是可能成立量子生理學（量子生物學）乃至量子心理學。對於將來科學的進展，我們可以作如此的展望。科學界全般的革新將要來臨。期望在本世紀中能夠得到其基礎奠定工作的初步的完成。知識逐漸要變成爲陳舊的，最重要的是在不斷產生新知識的構想方式的革新。社會科學跟隨着自然科學亦應有所革新。

自然界具有階層構造，其所呈現象是極其複雜多樣的。雖然如此，究其根底，却是由於單純的少數的基本因素的諸種組合所生起的。凡有自然現象究竟是少數種的基本因素的集團依從一定的秩序法則與運動法則所引起的展相形態。基本因素與基本法則便是理解自然現象的生成根源的兩大要件。物性論研究的基本部門大致如下：(1)物質構造論，(2)物質存在狀態論，(3)物質運動形態論，(4)物質特性論。物質構造論主要的是要考究原子的內部構造（原子構造論）與分子的內部構造（分子構造論）。將來的基子論可能再深澈到基子的內部構造的探究。隨之，物性論亦可能成立於基子構造論的基礎之上。物質存在狀態論主要的是要考究物質的固體（包括剛體、彈性體）、液體、氣

體、電漿體等的狀態及其變化。物質構造論與物質存在狀態論上所定立的法則可視爲靜態的法則。物質運動形態論主要的是要考究物質的諸階層的運動形態，尤其從較低階層的運動形態發展到較高階層的運動形態，如此所定立的發展法則可視爲動態的法則。物質特性論主要的是要考究出現於諸階層的各種物質的特質性狀。其他的論項大致可以附屬於上列這四大部門中的類近部門。物性論如能通貫這些部門，自然現象的統一理論由此得以確立（統一的自然觀的確立）。十九世紀的自然科學對於各種自然現象的運動形態與其法則曾經作過各別的考究與定立。本世紀的自然科學將要更進而將這些各別部門逐次連貫起來，由此形成其統一理論。科學分化的結果應導致其統合。物性論在如此趨勢中佔有基本的重要位置。物理學向來享有自然科學的冠冕之稱，物性論則可稱爲其基幹，而其根基是在基子論。如此，基子論與物性論則可值得稱爲現在物理學的兩大基本部門。

物性論是從基子或量子的階層來考究物理現象的物理學上的基本理論，這可稱爲基層物理學或深層物理學。現在的物性論尚屬於初步階段。其理論大都是依據量子統計力學所形成的。上舉的物性論研究的四大部門中，現在所可能看到的大部份是屬於物質狀態論與物質特性論的。關於物質構造論（包括原子構造論與分子構造論）的研究部門，大致却是屬於量子化學或化學量子論的研究領域。量子化學是根據量子力學尤其量子統計力學而成立的理論化學。其研究的主要部門有如原子價理論、分子構造論、化學反應速度論、結晶理論，多原子分子的核運動論等。其所採取的方法有如攝動法、變分法、分子軌道法、配示法等。而其最初所處理的對象是較爲簡單的原子（如H、He）與分子（如 H_2、CH、CH_2、H_2O、C_6H_6）。往後其研究範圍逐潮擴大，現在已經涉及到相當複雜的有機反應的領域。量子化學的成立便是表示着化學理論的革新。量子化學成立後不久，在生物學上又引起了量子生物學的成立。這將來可能再引起量子心理學的成立。究其

根源，自當是在物理學上的量子論。茲將這一系列的理論的發展程序表示如下：(1)量子論→(2)量子化學→(3)量子生物學→(4)量子心理學。這一系列的理論可能成爲自然科學的統一理論建立的基本。本世紀的自然科學的最輝煌的成就可望由此得以達成的。這是我們對於本世紀所寄望的三項祈願中的一項。較於自然科學、社會科學顯然的仍在落伍。哲學亦然。自然科學的革新將來又可期望可能引起社會科學乃至哲學的革新。

量子化學對於化學現象的說明是要依據量子力學的兩項方法。第一是制定量子的能量圖表（能量準位的表示）。第二是決定量子的確率分佈狀態（確率振幅或波動函數的定立）。量子化學併用這兩項方法來解決種種化學問題。量子力學所描繪的原子的形狀是由於電子的確率雲所籠罩着的。在直觀上由於如此雲分佈的濃淡度來表示電子的存在確率。而在數式上是使用波動函數的自乘來表示其確率量。量子化學又要依照這樣的方式描繪原子雲與分子雲來說明原子與分子的構造以及化學反應。分子雲的形狀可視爲化學構造式的翻譯。化學反應上的化合（結合）與解離（分離）是起因於在原子核外廻繞着的電子的運動狀態的變化，即是要歸着於電子的狀態變化，這又是屬於量子現象。所謂化學能量究竟要歸着於原子與分子內部的量子間的能量變化。如此，諸種化學現象可能適用量子力學而得到相當透澈的理解。量子化學由此可能與物理學相並立。這可表示物理學與化學的統合。原本意義的物理化學應指謂如此統合。再說，生物內所生起的諸種反應亦可視爲起因於分子內部的量子的運動狀態的變化，對此自當亦可能適用量子力學。於是成立量子生物學。一般地說，我們可以推想量子（基子）的運動形態的變化可能引起原子的運動形態的變化，這又可能再來引起分子的運動形態的變化。這是物質發展的基本程序。於是物質運動形態論則可成爲物質發展論。物性論對於這方面的問題似乎尚未予以處理，這有待於其將來的討究。

物質採取某種形狀時，稱爲物體。即具有特定量的空間廣袤而且

呈現作幾何學的形狀的物質特別稱爲物體，而通常是指謂鉅視現象的物質。通常認爲物質固有的特質是在質量。然而能量亦具有質量。物質所含有的能量有所增減時，其質量亦有所變化。因而質量並非物質的固有量，究竟還要歸屬於能量。物質的恒存究竟又要歸屬於其最後的構成因素的基子的恒存。然而基子可能轉化爲輻射能量；反之，輻射能量又可能創生基子。因而物質恒存的觀念須要被放棄。物質包括物體系與輻射系，而這些均可歸屬於能量。能量的特性是在不斷的生滅轉變。能量的諸種形態如力學能量（運動能量、位置能量）、重力能量、熱能量、電磁能量、輻射能量、化學能量等，這些便是呈現於物理化學現象上的能量的轉化形態。這些能量轉化的根底如有根源的生滅時，能量恒存的觀念亦則應予以廢棄。通觀基子（量子）的生滅現象時，能量的恒存律是否可能維持，極可置疑。能量恒存律如不能維持，物質恒存存律亦則不能維持。悠久而無限極大的宇宙間，能量如有一糸一豪的變動（根源的生滅）時，能量恒存律則要告崩潰。最近在物理學界已有人對於如此恒存律提出疑義的。

現在的物性論特別側重物質狀態論與物質特性論方面的研究。物質狀態論主要的要考究物質的固體、液體、氣體、電漿體的理論。固體、液體、氣體通常稱物質的三態（其實應稱爲物體的三態）。這些是物質的三種凝聚狀態，因而又可稱爲固態、液態、氣態。而將這些視爲物質的狀相的差異時，亦可稱爲固相、液相、氣相。物質由於其溫度與壓力如何，可能採取這三態中的任何一種狀態。一般地說，物質由於溫度上昇與壓力減低，可能從固相轉變爲液相，而後者再轉變爲氣相。固體通常是指謂對於形狀與容積的變化具有相當强大的抵抗的物體。依照分子論，固相是指謂構成物質的各分子具有一定規則的排列而結成爲結晶構造的狀態。不然，即使在外觀上呈現爲固態，亦要被解釋爲屬於液相（如玻璃）。固體具有一定的融解點。液體通常是指謂雖具有一定的體積，但却不具有一定的形狀的物體。在液相上分子間存有一定的作用圈，而在此圈內作互相作用，即各分子還要受

制於其他分子的作用。液體具有一定的沸騰點。氣體對於容積的擴大不具有任何的抵抗，即具有自由擴散的性質。如此，在氣相上各分子具有自由飛動性。除非互相作衝擊，各分子可能不受制於其他分子的作用。

物體除其三態之外，尙有膠質狀態。固體、液體、氣體中散佈着較於分子更爲粗大粒子時，稱爲膠質狀態。例如氣體中散佈着固體或液體的粒子(如煙霧)，液體中散佈着固體、液體、氣體的粒子，固體中散佈着固體、液體、氣體的粒子均可呈現膠質狀態。最普通的是液體中散佈着固體粒子或者液體粒子的，前者稱爲浮游膠質或懸濁質，而後者稱爲乳狀膠質或乳濁質，這兩者總稱爲膠質溶液或 Sol 。由此看來，膠質可視爲物體三態的混合狀態。膠質是對比於晶質，而曾經被稱爲物體的第四狀態。然而現在所謂第四狀態却是要指謂電漿體（Plasma）。電漿體是指謂由於荷電粒子（如電子、質子、原子核、離子等）的集團所形成的流體（電離氣體）。新近又被發現了物體的第五狀態，而稱爲「超金屬體」。這是在比大氣壓力高出幾百萬倍的高壓力之下，物體所呈現的狀態。在此狀態中的原子構造被壓碎，其中的核子尙可保持穩定而電子又尙可作自由活動。這是類似於金屬狀態的。據說，物質如使用碳時，在如此超高壓力之下，可能產生鑽石。

物體的三態中，存於固體與氣體的中間的液體最難爲處理。固體中的分子因有一定規則的排列，氣體中的分子因成爲自由的擴散，理論上較爲容易處理。關於液體，不僅在古典物理學，現在的物性論亦仍未能予以透澈的說明。氣體中的分子的空間分佈是完全無秩序，其運動亦完全無規則的。固體中的分子具有規則性的周期的配置，而在其平衡位置內作振動。如此兩極端的情形反而有利於理論的形成。液體中的分子的配列較於固體更爲無規則的，但較於氣體却更爲有秩序的，因處於這兩者的中間，故難於運用統計力學的方法來予以說明。從體積、密度、形狀、黏性、比熱等的觀點看來，液體是近似於固體。從分子的分佈狀態的觀點看來，液體是近似於氣體。如此，在外觀

上液體雖是近似於固體，但在理論上却是近似於氣體。然而就黏性而說，液體與氣體却成爲相反的。氣體隨着溫度的上昇，其黏性率要增大。液體的黏性率反而急劇地要減少。

液體理論有如自由體積理論與分佈函數理論。依照自由體積理論，認爲液體的諸種性質中近似於固體的相當多數，由此出發而將固體的格子構造作爲範型來形成液體理論。卽在直觀上認定構成液體的分子（在單原子液體是原子）的配列狀態是類似於格子的配置，而又認爲各分子或各原子在一定的範圍內以某種確率可能自由地採取幾種位置。依據這樣的直觀的前提而設定分配函數，藉以說明液體中的分子或原子的配置與運動狀態。這種理論可稱爲一種格子理論。其次，分佈函數理論較於格子理論更想要形成純粹的理論。這種理論不依靠直觀，而運用數學的方法設定分佈函數來表示分子的配置與運動狀態，由此想要導出液體的諸種性質。上列這兩種理論尙未能得到可以滿足的成果。由此可知液體理論形成的困難。

物性論的研究成績最佳的部門還是在物質特性論方面的。這一部門所涉及的範圍是非常廣汎的。多種多樣的物質所呈現出的諸種性質，在原則上均可包攝在其研究範圍內。其中有些物理現象祇依靠古典物理學是不能得到說明的。例如固體的比熱與電氣抵抗的現象須要藉用量子力學的方法始能予以明確的解明。物性論尤其對於極低溫的物理現象的研究，特別值得注目。其中可以擧出液體 He（Helium；氦）的超流動性（Superfluidity）與金屬的超傳導性（Superconductivity）的研究作爲其最顯著的代表事例。如此超流動性與超傳導性便是物性論所處理的量子效應呈現於鉅視現象的兩種特性。關於超高溫現象有如電漿體（物體的第四狀態）的研究。物性論將來可能開發超高壓現象的研究領域，新近被發現的超金屬（物體的第五狀態）則是屬於此類。超高溫與超高壓的現象是呈現於恒星內部的。由此看來，物性論的研究可能通達於宇宙物理學。這是表示極微世界的探究可能通達於極大世界。微細物理學（基子論、量子論）與宇宙物理

學的兩端由此將可望得到統合。而物性論則可成爲兩者間的橋樑。物性論的研究尙有待於將來的開展。其研究領域是非常廣汎的。僅就其現在的研究成果，我們亦無法予以概述。這是超出我們所能作與應作的範圍。以下祇是限定於上舉的極低溫現象的兩種特性而予以簡略的紹述。

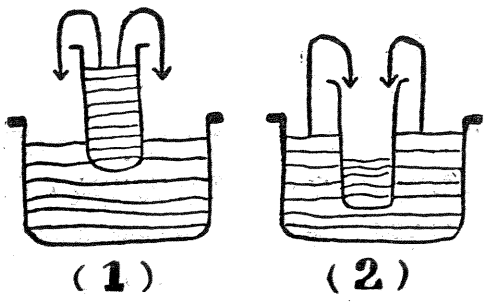
超低溫的極限是絕對溫度的零度（ 0°K ），這大約相當於攝氏零下 273 度（ -273°C ）。超低溫有極限，超高溫的極限似乎尙難以推定。溫度達到大約二十億度，星體（恒星）就要生起爆發。原子核是在恒星內部的超高溫的條件下逐次被形成的（參閱拙著宇宙論）。氫以外的諸原子的產生場處是在恒星（尙有其他的可能性）。除極爲簡單的分子之外，其他諸種分子的產生場處却是在恒星的附屬天體（如行星與衞星）。由於相反物質所構成的兩種星雲相衝擊時所可能發出的溫度如何，尙難以確定，或許可能超過恒星爆發時的溫度的幾萬倍以上。相反的中型宇宙的相衝擊時的溫度更加難以設想的。因而超高溫的極限是無法設定的。在各層次的超高溫的條件下，物質所可能呈現的性質如何，這或許是要超出地球物理學的研究範圍。地球物理學可能擴張到宇宙物理學。恰如地球生物學可能擴延到宇宙生物學。現在所謂太空科學或許可視爲宇宙物理學成立的開端。在地球上所可能觀測到的並非自然現象的全般領域。其實，地球上的物質並非包含宇宙內的全般物質（就其構成因素與種類）。恰如地球上的生物並非包含宇宙內的全般生物。尙且我們可以推定，現存的物質祇是宇宙進化過程中的一階段的產物而已。

在絕對零度之下，據說凡有分子與原子的運動要告停止。原子與分子內部的基子運動是否又要告停止，則成爲問題。基子的運動如告停止時，原子與分子的構造則要告解體。基子的運動如不停止時，原子與分子的運動仍可存留，至少尙有其振動。再者，基子的運動如告停止時，其運動量自當要成爲零。這是表示量子力學已不能成立的界限。於是，所謂非確定性原理亦則要告崩潰。依照這種原理，基子（

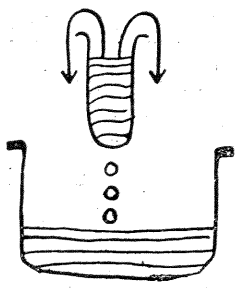
量子）的位置與運動量絕不容許同時成爲零的。更加嚴重的問題却是在，基子（量子）的絕對靜止是否可能成立？基子的絕對靜止亦則是表示能量作用的絕對停止。絕對無作用的能量是否可能存在？追究到根底時，則要發生如此問題。不知科學將要如何處理這些問題。科學所依據的根本前提並非絕對確實的。其所提示的一般見解又不可絕對信憑的。下面將要紹述的關於超流動性與超傳導性的理論亦然。

He（氦）在常溫是氣體，溫度降下到4°K 時始成爲液體。普通的物質在 0°K 時，均要成爲固體，獨有 He 仍可保持液體。其固體化須要加以25氣壓以上的高壓始能實現。He 在0°K 仍可保持液體狀態是緣由於其量子效應的，因而液體 He 特別稱爲量子液體。He 液體在2.2°K 以上的狀態稱爲He Ⅰ，而在2.2°K 以下的狀態稱爲He Ⅱ。He Ⅱ具有超流動性的奇妙性質。He Ⅱ的黏性非常小，其熱傳導率却是非常大。將如此 He Ⅱ 裝入在試驗容器內時，可能沿着容器的內壁爬上起來而流出到容器的外部。構成 He Ⅱ 的 He 原子的一部份具有超流動的性質，其他的部份却是與普通的液體原子的性質相同。前者稱爲超流動部份（Superfluid part），而後者稱爲正常部份（Normal part）。

玆將液體 He Ⅱ 裝入於大小兩個容器內，而再將小容器放置於大容器內而使其能夠作上下的移動時，這內外兩個容器內的 He Ⅱ液體的表面高度經常具有將要保持同等水準的傾性（如下圖）。將內部容器提高，而使其中的液體表面高於外部容器中的液體表面時，其中的液體則要沿着其容器內壁上昇而流入到外部容器內〔圖表(1)〕。反之，將內部容器沉下，而使其中的液體表面低於外部容器中的液體表面時，外部容器中的液體則要沿着內部容器的外壁上昇而流入到內部容器內〔圖表(2)〕。如此，內外兩個



容器中的 He 液體的表面高度將要保持平衡狀態。又，再內部容更加提高而使其離開外部容器的液面時，其中的液體則要沿着其內壁而流出，通過其外壁，在其器底下成爲液滴而落下到外部容器內〔圖表(3)〕。


(3)

關於液體 He 的超流動性的理論有流體力學的量子化理論與準粒子理論。流體力學的量子化理論是由於 L, Landau 所提出的。依照這種理論，認爲液體 He 的溫度從 0 °K 漸次上昇時，首先生起音波的勵起狀態，而將由此所形成的音波場的量子化的粒子稱爲 Phonon （音響子）。如此 Phonon 的振動因隨伴着運動量，故 Phonon 的集團全體朝向着某種方向作移動時，其全體則具有運動量。而認爲具有如此運動量的質量卽是構成 He II 的超流動部份。其次，溫度再上昇時， He II 的力學體系（流體體系）的勵起狀態除開 Phonon 之外，還要出現稱爲 Roton （回轉子）這樣的勵起狀態。如此 Roton 又被認爲構成 He II 的超流動部份的質量。要之，Phonon 與 Roton 這樣的勵起狀態呈現作 He II 的超流動部份。超流動性的現象便是指謂這種超流動部份的運動狀態。而超流動部份的運動卽是 Phonon 與 Roton 的勵起狀態的移動。而勵起狀態包含音波（第一勵起狀態）與流體的回轉（第二勵起起狀態）。Phonon 是音波場的量子化，而 Roton 是流體回轉（漩渦運動）場的量子化的粒子。如此 Roton 可視爲一種運動量子。

依照上述的 Landau 的量子化理論，認爲液體是類似於固體。卽是將液體視爲量子化了的勵起狀態的粒子集團的連續體。認爲液體與固體相同地具有音波場。然而固體所發出的音波帶有縱波與橫波，其固有振動包羅凡有的自由度，液體的音波祇帶有縱波，由此却不能包羅凡有的自由度。於是，Landau 除開上述的 Phonon 之外，再設定 Roton 這種假想粒子。認爲 Phonon 與 Roton 均具有質量與運

動量，由此構成 HeⅡ 的超流動部份。而且設定超流動的條件爲 $v \leq e/p$（v：速度，e：能量，p：運動量）。基於如此設定，認爲 HeⅡ的超流動部份以 v 速度作運動時，在此超流動部份則要勵起音波與流體回轉的運動。如此勵起了的運動狀態的能量場之量子化的粒子，稱爲量子論的 Phonon 與 Roton。而將超流動性現象究竟歸因於這些粒子（量子）的運動。

其次，準粒子理論是由於 F. London 所提出的。這種理論認爲液體是類似於氣體。而又認爲構成液體 He 的原子是依從 Bose—Einstein 的統計法。這是假定 He 原子間不存有互相作用的 He 液體是一種理想氣體。而理想氣體是要依從 Bose-Einstein 的統計法。基於如此假定，認爲超流動性現象是起因於 He 原子依從 Bose-Einstein 的統計法。然而實際上原子間却存有引力與斥力的互相作用，因此與理想氣體則有相當顯著的差異。於是，則要形成包含互相作用的 Bose-Einstein 流體的理論。這是非常煩瑣而且難解的理論。要之，粒子間不存有互相作用的力學體系稱爲理想 Bose 氣體。然而依照這種理想氣體却不能說明超流動性現象。含有互相作用的 Bose 粒子所形成的力學體系稱爲 Bose 液體。而將含有互相作用的勵起狀態視爲相似於粒子，稱之爲準粒子（Quasi particle）。在 Bose 液體內，準粒子各自獨立地出現而又告消滅。表示 Bose 液體的勵起狀態的這種準粒子是相當於上述的量子化假想中的 Phonon（音響子）。準粒子又是一種量子化了的假想粒子。而將超流動性的現象又要歸因於如此準粒子的運動。流體力學的量子化理論與準粒子理論這兩種理論在其出發點雖有差異，其理論的歸結却是相類同的。

關於極低溫下的液體 He 超流動性的現象與理論，大致是如上所述的。繼而我們還要紹述金屬的超傳導性的現象與其理論。這兩項便是微細現象的量子效應呈現於鉅視現象的最顯著的事象，而又是物性論的研究收穫最大的事例。這兩項現象的發生機構又有些相類似的。超傳導性的理論還得藉用 Phonon（音響子）這種假想粒子的媒介。

恰如眞空中的電子間的互相作用須要將假想光子的交換作爲其仲介。原子核內的質子與中子的互相作用在理論上又須要預料 π 介子的交換，這又是屬於假想粒子。

在低溫下，金屬的電氣抵抗急劇地告減少，溫度更加降低時，電氣抵抗幾乎要喪失。於是呈現出超傳導現象。在如此超傳導狀態，電子的能量要生起飛躍，卽是電子要進入新的狀態。在如此狀態，電子要排成有規則的配列（如格子配置），或者要生起凝縮。然而並非電子的全體都要進入如此狀態的。因此，將超傳導狀態下的金屬電子分爲兩種部份，參與超傳導的部份稱爲超傳導電子（Superconducting electrons），其他部份稱爲正常電子（Normal electrons）。這正恰對應於超流動現象的超流動部份與正常部份的區分。在超傳導體，其磁氣誘導（B）經常成爲零。卽是超傳導體並非表示完全傳導性，而祇是表示完全反磁體性（$B=0$）的。

關於超傳導現象的發生機構，J. Barden、L. N. Cooper、J. G. Schrieffer 所提出的理論簡稱爲 BCS 理論。這是將其發生機構歸因於以 Phonon 爲仲介的電子間的互相作用（超傳導的電子理論）。首先設定結晶格子間存有相隣近的兩個電子A與B。電子 A 放出 Phonon 而電子B吸收之，或者電子B放出 Phonon 而電子A吸收之。依照量子理論，電子A與 Phonon ，或者電子B與 Phonon 的關係不須要能量與運動量的保存。然而電子A與電子B之間却須要其能量與運動量的保存。仲介着電子間的互相作用的 Phonon 稱爲假想 Phonon （virtual Phonon）。

電子間交換着假想 Phonon 而互相作用，這是屬於引力抑或屬於斥力，尙有問題。現在將其設定爲引力。電子間本來存有 Coulomb 力的斥力。此外，電子的周圍尙有來自離子的正電氣的作用。由此，電子的負電荷則要被遮蔽。其結果，Coulomb 力的作用範圍成爲 10^{-8} 的程度。於此，以 Phonon 爲仲介的電子間的引力如能勝過被遮蔽的 Coulomb 力時，則要生起超傳導狀態。在以 Phonon 爲仲

介的引力， Spin 的方向與運動量各別成爲相反的電子對之間的引力擔荷着主要的角色，由此則可能導出超傳導的現象。如此電子對是由於運動量P而 Spin 上向的電子與運動量—P而 Spin 下向的電子所形成的。這稱爲 Cooper 對〔（P↑）（—P↑）〕。

上述的電子對間作用着引力時，各個電子的基底狀態（能量準位最低的狀態）與勵起狀態之間存有能量的飛躍。因有如此能量的飛躍之故，電子的全體體系難以被勵起，於是則要生起超傳導現象。存在於超傳導狀態中的金屬的溫度從 0 °K 漸次上昇時，因蒙受着外來的能量的作用，存在於勵起狀態中的電子數量逐漸要增大。這些電子具有與普通金屬的正常電子羣相同的性質。難爲被勵起的電子羣除非飛躍成爲零，仍可保持着超傳導的性質。要之，在金屬的超傳導狀態中並存着超傳導電子羣與正常電子羣。隨着溫度的上昇，能量的飛躍逐漸減少，而達到某一定溫度時，其飛躍則要成爲零。於此，凡有電子成爲正常電子，超傳導現象則要告消逝。通過上述的超傳導現象的理論，我們同時可以瞭解金屬的電氣抵抗的發生機構。

V 物質的發展與物理學的世界觀

物質是形成自然界的基本質料。物質界成爲自然界的基本階層。考究物質界的基本科學是物理學與化學。卽物理學與化學成爲自然科學中的基本科學。從來認爲考究物質的物理的變化是屬於物理學，而考究其化學的變化是屬於化學的研究領域。物理的變化是指謂物質的形態變化而不涉及其構造的變化。化學的變化卽是指謂化學反應，這自當涉及物質尤其分子的構造變化。關於物質構造的研究，到十九世紀的末期爲止，幾乎是由於化學所獨佔的。在這方面化學佔有領導的位置。物理學的研究對象其實却是側重呈現於物質上的諸種能量的形態以及其轉化。然而達到本世紀，情形一大轉變，研究物質構造的領導權漸次從化學移轉到物理學。向來的化學是將化學元素（原子）作

爲基本，而考究由於原子所構成的分子構造。至於原子構造的考究，則要等待原子物理學乃至原子核物理學。量子論乃至量子力學等又是屬於這一系列的研究。而基子論可視爲這一系列的研究的總括。自從量子化學或化學量子論成立之後，物理學與化學在基本的理論上已可達成相統合的境域。我們可以預料，基子論將來尙可能進入到基子構造的研究領域。如此，由分子構造而原子構造，而基子構造，這便是物質構造探究的深澈化的途徑。哲學總不能無視基本科學的如此進展。因爲哲學在其根本原理的探究上必須通過如此途徑。否則，祇得放棄其探究。其結果則可招致哲學本身的廢棄。附帶地說，化學深入到原子構造而考究原子間乃至分子間的化學的結合（化合）以及一般的化學反應時，其化學能量究竟要歸着於構成原子的基子間的能量作用（分子間的能量→原子間的能量→基子間的能量）。這卽是表示化學的能量歸屬於物理學尤其量子力學的能量。

量子論出現以前的物理學，現在通常稱爲古典物理學。其中，力學特別稱爲古典力學（對比於量子力學），電磁學亦可稱爲古典電磁學（對比於量子電磁力學）。力學是古典物理學發展的開端，而電磁學成爲其終端。古典物理學的研究部門大別分爲力學、熱學、音響學、光學以及電磁學。通觀這些部門的研究對象時，我們可以發覺，古典物理學大致是依靠我們的諸種感官來考察與其相對應的諸種物理現象的。例如力學是對應於筋覺，熱學對應於溫覺，音響學對應於聽覺，光學對應於視覺而成立的。電磁學所考究的電磁現象却被視爲呈現於特殊物體上的特殊現象，這又可對應於觸覺。往後發現光現象（光波）是屬於電磁現象（電磁波）的一種，因而光學可包攝於電磁學之內。上擧古典物理學的這些研究部門的成立本來是互相獨立着的。然而物理學的發展漸次發現其所考究的諸種物理現象間存有密切的連關。尤其由於能量原理的確立，將諸種物理現象歸屬於諸種能量形態，而認爲這些能量形態間存有互相轉化的關係。由此，物理學研究的各別部門漸次趨向於其相統合的情勢。

本世紀當初（1900年），M. Planck 提出量子假說，繼而陸續出現幾種量子力學的理論。關於這些理論的發展，我們已在本章第三節中予以概述過。這一系列的理論可以包攝於廣義的量子論，而又可以總稱爲基子論。另方面，A. Einstein 在1905年提出特殊相對性理論，到了1915年又發表一般相對性理論。這可稱爲相對性論力學，而可以對比於古典力學。前者是後者的擴大與修正的理論。相對性理論與基子論或量子論便是本世紀出現的物理學上的兩大理論體系。相對性理論是關於鉅視現象的新理論，而基子論是關於微細現象的新理論。由於物理學理論的發展，漸次可能將諸種物理現象置於統一的理論體系中而予以解說。由此可以提供關於自然界的統一的世界形像，這可稱爲物理學的世界形像（世界像）。而且基於如此世界像可以形成物理學的世界觀。

關於物理學的世界觀，依照物理學的發展可以舉出如下的四種形態：(1)力學的世界觀，(2)電磁學的世界觀，(3)相對性論的世界觀，(4)基子論的世界觀。第一種與第二種已成爲古典的，而第三種亦將要成爲古典的理論。第一至第三這三種均是關於鉅視現象的世界觀。第四種是關於微細現象的世界觀。第三種是第一種的擴大形態，其基本特徵是在常數 c（光速度）的介在。無須考慮 c 時，古典力學仍可以成立。第四種是第二種的深化形態，其基本特徵是在常數（Planck 常數；作用量子）的介在。無須考慮 h 時，古典力學與古典電磁學仍可以成立。相對性論的量子力學是包括 c 與 h 在內的，這可視爲第三種與第四種的統合形態。以下逐次將這些形態予以簡略的說明。

力學的世界觀卽是機械論的世界觀。這是將凡有物理現象（自然現象）依照力學原理來予以解釋的根本看法。力學原理除 Newton「運動法則」之外，尙包含「運動量恒存的法則」、「重心恒存的法則」、「面積速度恒存的法則」、「力學的能量恒存的原理」、「假想變位的原理」、「D'Alembert 的原理」、Lagrange 的「運動方程式」、「Hamilton的原理」、Gauss「最小束縛的原理」、Hertz 的

「最直線軌道的原理」、Hamilton 的「正準運動方程式」、Hamilton•Jacobi 的「偏微分方程式」等。基於這些力學原理的機械論想要將凡有物理現象歸着於運動體（質點）的運動與力的作用，而成爲因果的決定論的典型的代表。認爲如能判定某種運動體的初發條件時，其將來的運動狀態則可予以一義的決定，即可能預料其將來的進行狀況。依照力學理論，音響是由於物體的彈性的振動所生起的波動（音波），熱是由於分子的不規則運動所生起的現象，光是 Ether 的彈性的波動（光波），電流現象亦可以作力學的類推。然而 Maxwell 的電磁理論出現後，對於 Maxwell•Hertz 的電磁方程式所表示的電磁場與其發源，依照力學理論已不能予以說明。又，對於荷電粒子的運動，力學原理亦必須予以更改。如此，力學的世界觀的界限漸次被判明，終於被電磁學的世界觀來取代之。

電磁學的世界觀是要試圖將凡有物理現象歸屬於電磁現象的根本看法。其主倡者是 M.Abraham。如上述，力學的世界觀對於 M. Faraday 與 J. C. Maxwell 所設定的電磁場與其發源體以及 J. J. Thamson 與 O. Heaviside 所發現的荷電粒子的運動已不能適用。Maxwell 根據 Faraday 的電磁場的考察所定立的電磁場的運動方程式在物理學上是很著名的，而被譽稱爲神來的法則。這可以對置於 Newton 的萬有引力的法則。隨此機會，玆將其基本方程式表示如下：

$$\text{rot}\ H=\frac{4\pi}{C}J+\frac{1}{C}\frac{\partial E}{\partial t}$$

（H：磁場的强度，C：光速度，J：電流，E：電場的强度，rotH：磁場的空間的變化，$\frac{\partial E}{\partial t}$：電場的時間的變化）。繼而，H. R. Hertz 再加以擴充而定立的所謂 Maxwell-Hertz 的電磁方程式如下：

$$\frac{\varepsilon}{C}\frac{\partial E}{\partial t}=\text{rot}\ H-\frac{4\pi\sigma}{C}E\cdots\cdots\cdots(1)$$

$$-\frac{\mu}{C}\frac{\partial H}{\partial t}=\mathrm{rot}\,(E-E^{(e)})\quad\cdots\cdots\cdots(2)$$

（ε：電媒常數，σ：比電氣傳導度，μ：透磁率，$E^{(e)}$：外部電氣力）。(1)式是表示電流的磁氣作用，(2)式是表示 Faraday 的電磁感應法則。由於這兩個基本方程式再加上關於電氣變位D、磁氣感應B、荷電的空間密度ρ、傳導電流密度i等的附屬條件的諸式，則可能完全表示電磁場的運動狀態。

上述的 Thomson 與 Heaviside 在十九世紀末期發現了荷電粒子（電子）的電磁的質量，更進而 G. F. C. Searle 與 M. Abraham 依照理論的計算認爲電磁的質量是其運動速度的函數。Abraham 將電子視爲剛體的球體，而其質量完全是電磁性質的，此外並無所謂力學的質量，由此建立純粹電磁性的電子力學，而倡導所謂電磁學的世界觀。將電子的電磁的質量認爲運動速度的函數，如此見解可視爲後來的相對性理論的前驅。Heaviside 將 Maxwell 的電磁理論予以理論的整序，而且再將荷電體運動的電氣力學更加以發展。隨後，W. Kaufmann，依據實驗證實了電子以接近於光速度的速度作運動時，其質量急劇地要增大的事象。這是對於 Abraham 的理論提供了實驗的根據。電子的質量是其運動速度的函數，這可表示質量恆存律發生動搖的開端。

另方面，由於陰極線的實驗的研究，電子的存在被證實。尙且依照 H. A. Loreutz 的電子理論，認爲電子是凡有原子的共通的構成因素。因此，一般的認定電磁氣並非特殊的現象，而却是物質的最普遍的根本性質。在如此狀況下，Abraham 建立了凡有物質均由於電子所構成的電子論與純粹電磁的電子力學，於是試圖建設電磁學的世界觀。如此思想曾經風靡了本世紀初期的物理學界。然而對於 Abraham 的電子力學，J. H. Paiocaré 提出了異議，而指摘出爲要維持電子的剛體的形體必須預料非電磁性的別種因素。及至相對性理論的出現，認爲質量成爲運動速度的函數祇依據相對性論的力學就

可以導出的，未必是由來於電磁的性質。達到一般相對性理論，萬有引力場（重力場）成爲與電磁場相並立的更爲普遍的物理場（場的單一理論），因此想要將凡有物理現象歸屬於電磁現象（物質全由電子所構成，而電子質量均屬電磁性質）的電磁學的世界觀則要被推翻。於是，相對性理論的世界觀將要取代電磁學的世界觀而登台。

電子的電磁的質量究竟要歸屬於能量。因而電磁學的世界觀緊密地連關於能量原理。在能量原理與電磁學的世界觀風靡了物理學界的狀況下，許多佔在實證論立場的科學者乃至哲學者乘機出而高喊着物質已告消滅，而極力强調祇有能量是唯一的存在。我們可以舉出 E. Mach （感覺一元論）與 F. W. Ostwald （能量一元論）爲其代表者。我們層次指出過，實證論是屬於一種主觀的觀念論。一般人容易蒙蔽於實證論的美名，其實含有感覺主義的偏見。依照實證論的見解，認爲物理量祇是表示其測定的操作上的記號（操作主義），而完全無關於客觀的實在。其根本見解是在，認爲實在界（物質界）祇不過是諸種感覺的複合體而已（感覺與件卽是實在事物）。這卽是表示客觀的主觀化，實在的觀念化的主觀的觀念論的立場。由於物質的消滅，則可以排除物質的障礙。由於客觀的實在的障礙物（物質）的廢棄，則可以滿足主觀的觀念的要求。實證論的背後存有人類本位主義的偏見。科學豈可囚於如此狹窄的範域。Ostwald 道出，物質已不存在，祇有存在着不斷轉化着的能量，而能量正是世界的唯一存在。如此能量一元論（Energetik）亦可成立爲能量論的世界觀。能量一元論認爲支配着自然現象的基本量是在能量，不僅物理學與化學，生物學上的凡有法則亦都是當作種種形態的能量間的一般的關係式而成立的。能量論的世界觀卽是將凡有自然現象乃至文化現象均歸屬於能量現象的一種現象論的根本看法。我們將要提出的唯能論却是佔在實在論的立場，而承認物質的客觀的實在性與其實體性。這應峻別於 Ostwald 的實證論的現象論的能量一元論。

相對性理論又是在實證論的風氣之下所出現的。A. Einstein 在

1905年提出特殊相對性理論，到了1915年又發表一般相對性理論，後者是將前者再加以擴張的理論。這種理論是繼承幾種前驅思想而形成的。這些前驅理論本身值得再檢討。由此所成立的相對性理論亦然。其實相對性理論中含有眞確與謬誤的兩種因素在內，這應予以分別。其謬誤的來源大都又是在實證主義立場的作祟。特殊相對性理論與一般相對性理論之間尚存有互相矛盾之處。量子力學亦有採納相對性理論的，而成爲相對性理論的量子力學。這時常要提出奇妙的理論。相對性理論本身亦有如此情形。基於這種理論亦可能成立相對理論的世界觀。這種世界觀是想要將凡有物理現象（自然現象）歸屬於所謂四次元的時空世界的幾何學的形態變動的一種數學主義的根本看法。如此，物理學的性質與法則亦則要歸屬於幾何學的性質與法則（幾何學本位的世界觀）。

A.A. Michelson 與 E. W. Morley 早在1878年共同測定了由於地球與 Ether 的相對運動的光波干涉現象，其消極的結果成爲後來的 Einstein 的相對性理論的一個前驅的根據。這種所謂Michelson-Morley 的實驗是要表示對於地球上的光速度的觀測，地球運動並無任何的影響的事實。對於如此事實，H. A. Lorentz 提出運動物體的短縮（物體作運動時，在其運動方向要短縮其長度）與對於運動觀測者的局所時的假定來予以說明。此外，尙且定立座標系間的變換式來表示其相對運動的關係。這些又成爲相對性理論的前驅。E. Mach 的相對理論的力學（相對運動論）又是其前驅思想之一。Michelson-Morley 的實驗與 Lorentz 的電子理論均仍假定絕對靜止的 Ether 的存在，然而相對性理論却要否認其存在。相對性理論提出相對性原理與光速度不變原理的假定，藉以說明 Michelson-Morley 的實驗與 Lorentz 的運動物體的短縮以及其質量的增大（運動物體的質量成爲其運動速度的函數）等現象。

特殊相對性理論是依據上述的相對性原理與光速度不變原理的兩項假定而成立的。所謂相對性原理是要表示：「凡有自然法則是對於

互相作等速運動的凡有座標系保持着同一的形式」。由此主張自然現象的觀測是相對於觀測者的立場，而又觀測者的立場間互爲相對的，因而觀測者的絕對靜止或者絕對運動是無由判定的。這是要否定 Newton 的古典力學所假定的絕對空間、絕對時間、絕對靜止、絕對運動（絕對速度）等的觀念。認 Ether 爲絕對靜止的物理的媒質的見解，由此亦要被否認。Ether 本來是一種假想存在，否定如此存在尙可，然而由此更要來否定絕對靜止乃至絕對空間，這是否妥當，則成爲問題。Einstein 將如此相對性原理與光速度不變原理相結合的結果，對於互相作等速運動的座標系間則可成立着 Lorentz 的變換關係，並且要求凡有座標系均屬於惰性系。等速運動與惰性系的限制便是表示特殊相對性理論的界限。將這些限制予以解除的，則可成爲一般相對性理論。

相對性理論主張物理量的測定是相對於觀測者的立場而有所差異。例如對於某種座標系作相對運動的物體，其運動速度越大，其質量越要增大，其長度越要縮短，其時間進度越要緩慢。運動速度如能達到光速度時，其質量則要成爲無限大，其長度反而要成爲零，其時間進行或許要停止。相對性理論的如此假想的推測如果成爲眞實時，宇宙間的各種自然現象則要生起非常奇異的樣相。其理論的根本假定（根本前提）是否眞確，須要重新予以檢討。物理量的測定與物理量自體應有所分別。佔在實證論立場的理論本來不能作如此分別的。通過自然現象的觀測上的相對的立場來定立絕對的自然法則，這是可以讚揚的卓越見解。自然法則的普遍的同一形式，理應指謂其自體的絕對性。相對性理論應指向自然法則的絕對的定立與其理論形成的絕對性。通過相對性的絕對性的確立，相對性理論的眞義應存於此。實際上，其理論中尙含有許多含糊之處。繁雜數式的運用適可以隱蔽事態的眞相。重要問題仍然存於理論的根本前提是否眞確。其實，相對性理論本身是否又是相對性的，值得深察。

依照特殊相對性理論的見解，時間成爲三次元空間的第四次元而

形成四次元的時空連續體（時空的相對性）。對於如此時空的見解，H. Minkowski 特別强調空間與時間絕非互相獨立的概念，祇有兩者相統合着的四次元的時空世界是唯一可能的時空概念，而對此賦與幾何學的意義解明。由此表示如此時空世界對於自然界具有根本的重要意義。並且表示在物理學上具有根本意義的諸種物理量與其法則的關係是對應於如此時空世界的幾何學的諸量與其間的關係。在時空世界中，時間以同一資格參與於空間是要表示自然現象中的時空的緊密的互相關係的重要意義。

在特殊相對性理論的範圍內，上述的四次元的時空世界尙仍採取擬 Euklid 幾何學的空間，達到了一般相對性理論時，則要採取 Riemann 幾何學（非 Euklid 幾何學的一種）的空間。時空世界在 Riemann 幾何學的空間內則要呈現出任意的歪曲（歪曲空間），由此則要表現作萬有引力場。時空世界所以生起歪曲而形成爲萬有引力場，是緣由於再將物質融合於時空世界內所使然的。於是，成立空間、時間與物質的三位一體的三者的相對性關係。在特殊相對性理論尙承認有眞空（空虛空間）的存在，並且假定在眞空中的光速度不變的原理。這又是成爲特殊相對性理論的根本前提之一。然而到了一般相對性理論，眞空的存在則要被否認，在其萬有引力場內的光速度已不能保持不變性（光線的進路亦要成爲歪曲的）。萬有引力場論成爲一般相對性理論的重心理論。萬有引力場（重力場）卽是表示時空世界的幾何學的變形。相對性理論後來又假定新種幾何學，由此試圖再將電磁力場同樣地表示作時空世界的幾何學的變形（場的單一理論）。總之，相對性理論想要將凡有物理現象（自然現象）究竟歸屬於時空世界的幾何學的變形。於是，力學的法則成爲幾何學的法則。如此，物質的物理的性質與作用等均要歸屬於幾何學的概念與其關係。相對性理論的世界觀終究成立作時空世界的幾何學本位的世界觀。

依照上述的相對性論的世界觀，物理學的實質內容（物質）則要解消於時空世界的幾何學圖形的變形。這可以通達於形上學上的唯形

論。相對性理論的時空概念須要重新予以檢討。這讓於後來時空論再提。上擧的三種世界觀中，力學的世界觀與相對性理論的世界觀均屬於鉅視現象的世界觀。古典力學的考究對象雖有所限制，但其眞確性已被證實。現在仍可以適用於普通物體與天體的運動狀態。相對性理論所擧出的諸種事象大都屬於假想的推論或思考的實驗，其眞確性的程度如何，尙有待於將來的深究。僅依靠少數的幾種事象的證實，尙不足以保證其理論全般的眞確性。電磁學的世界觀可視爲從鉅視現象將要進入於微細現象的過渡形態的世界觀。關於微細現象（極微世界）的考究上，可能成立基子論的世界觀。這尙須要等待將來的開展。電磁學的世界觀亦可包攝於基子論的世界觀內。電磁學的考究對象是在電子與電磁場，這些祇是基子論的研究領域中的一小部份而已。

基子論的世界觀現在尙未告確立。我們可以推定，基於基子論將來可能成立基本的科學的世界觀。微細現象可以通達於鉅視現象。因爲後者是基於前者的顯現形態。從基子論的觀點來說明各種鉅視的物理現象，這便是物性論的課題。古典物理學所考究的各種物理現象大致可以依照基子或量子的作用來予以解明。例如，對於重力現象（重力場）可以提出重力子（Graviton）來予以說明。對於電磁現象（電磁場）可以提出電子（Electron）與磁子（Magneton）。對於光現象可以提出光子（Photon）。因光波屬於電磁波，故光現象可以包攝於電磁現象內。對於音現象可以提出音響子（Phonon）。對於熱現象亦可以假定熱子（Calorion）。基子論或量子論漸次擴大而成立量子化學以及量子生物學，甚至還可能成立量子心理學。如此，基子論不僅可能說明物理現象以及化學現象，尙且可能說明到生理現象乃至心理現象。這是包括基子論的現狀與其將來的展望在內的。基子論的世界觀如告確立，在其深度與廣度上則可遠勝過其他的物理學的世界觀。基子論的世界觀可能成爲物理學的世界觀的基本。原來，基子是構成物質的基本因素，而量子是能量的基本因素。物質與能量乃是包羅自然界全般領域的基本內涵。而且基子與量子又成爲同等的。

因而在原理上，由於基子或量子可能通貫地說明物理現象乃至基於物理現象的其他現象。基子論的世界觀卽是將凡有物理現象歸屬於基子或量子作用的根本看法。諸種物理學的世界觀的統一原理亦應存於基子論。附帶地說，物理學的世界觀成爲科學的世界觀的基本。而哲學的世界觀應成立於科學的世界觀的基礎之上。

上述的四種物理學的世界觀的形成同時表示着物理學發展的四個階段。物理學是指向着自然像（世界形像）的統一理論的形成而發展起來的。力學的世界觀除 Newton 系統的古典力學之外，尙可包括熱學、音響學以及光學在內。古典力學所考究的物理現象是在力與運動等，其所採取的物理量有如質量、速度以及加速度等。由於這些物理量的函數關係可能定立力學的法則。普通的物體與天體的運動現象是由於萬有引力（重力）所支配着的（運動法則）。重力是屬於遠隔作用。熱學所考究的物理現象是在熱現象，其所採取的物理量有如熱量與 Entorpie 等。由於這些物理量的函數關係又可能定立熱力學的法則。從分子的不規則的運動可能導出熱現象（氣體分子運動論）。音響學與光學的考究對象自當是音現象與光現象，其所採取的物理量有如波長與振動數（周波數）等。其次，電磁學的世界觀除 Faraday 與 Maxwell 的電磁學之外，尙包括 Abraham 與 Lorentz 的電子論在內。電磁學所考究的物理現象是在電磁氣，其所採取的物理量有如電荷、電力線、電壓、磁力線、磁極等。由於這些物理量的函數關係又可能定立電磁學的法則（電磁力學的法則）。從電子的運動可能導出電磁氣現象。電氣力與磁氣力均屬於近接作用。Maxwell 的電磁方程式同時表示着光運動現象（光波屬於電磁波）。由此可以將光學包攝於電磁學之內。而電磁學與電子論又可包攝於後來的基子論之內。電磁力學對於後來的量子力學特別稱爲古典電磁力學。電子論對於量子論亦稱爲古典電子論。

Einstein 的相對性理論是從光現象的考究出發，而終於建立四次元時空世界的幾何學的重力場理論（相對性論的力學）。由此將古典

力學的法則歸屬於特種幾何學的法則（歪曲空間的幾何學變形的法則）。物理學的性質歸屬於幾何學的性質。由此看來，相對性理論的世界觀與其稱爲物理學的世界觀，不如視爲幾何學的世界觀更爲恰當。依照相對性論的力學，認爲接近於光速度的超高速運動的法則須要採取四次元時空的物理量的表現形態。並且主張古典力學不能適用於如此超高速的運動。相對性論的力學卽是想要將古典力學擴張到超高速運動的更爲廣汎的力學。其結果却成爲無力的力學。恰如某種行動心理學成爲無心的心理學。其實，接近於光速度的普通物體與天體的運動是難以設想的。光子以外的其他基子的運動如能達到光速度，據說其質量則要成爲無限大。鉅大天體的質量尙且是有限的。微小基子的質量是否可能超過鉅大天體的質量，基子是否可能變成爲超天體，這又是難以設想的。量子電氣力學又要提出電子的能量（可以換算爲質量）成爲無限大的理論。實有宇宙無論如何廣大，尙屬有限的。無限大的概念除開虛無宇宙與數理的表現之外，不容許濫用。無限大與無限可能增大亦應有所分別。宇宙內的物理量的無限增大尙可以設想，但無限大的物理量却難以設想的。天文學還要測定宇宙的範圍以及宇宙內的物質總量。物質恒存律是要表示宇宙內的物質總量是一定不變的有限量。能量恒存律亦然。這並非表示其總量的無限大。其恒存律的推翻亦祇是要表示其總量的可能無限增大，並非要表示其現實的無限大。有些物理學說因缺如深刻嚴密的哲學思索，反而蒙受着淺薄的某種哲學說（如實證論）的影響，在其理論中往往要提出令人費解的奇論。這般情形在相對性理論與某種量子力學特別顯著。理論物理學又要依靠數學。然而物理的本質與數理的本質應有所分別。數學的無限理論尙可成立，物理學却不然。其實，數量的無限大並非眞正完結的無限大，而是生成的非完結的無限大。無限大的概念祇是象徵的記號而已。數理量尙且如此，何況於物理量。

諸種物理學的世界觀中，基子論的世界觀可能成爲最基本而又最廣汎的世界觀。這是物理學發展到現在的最後的理論體系。基子又是

構成物質的最後的基本階層。基子論本來是要探究極微世界的理論。這是通達於哲學的究極的根本原理的探究。哲學對於物理學的最大的關懷存於基子論。基子論所要探究的極微世界又可通達於極大世界。極微世界卽是極大世界所由生成的根源。我們曾經指出過，所謂鉅視現象是基於微細現象的顯現形態。分子的構成基於原子，而原子的構成基於基子。凡有自然現象乃是由於這三層物質因素的總體作用所呈現的樣相。原子構造理論的確立成爲物理學與化學的統一的橋樑。原子核反應的解明又成爲極微世界與極大世界的統一理論形成的橋樑。基子論的將來的發展尙無可逆料的。基子論可能再深澈到基子構造論。除基子的內部構造問題之外，尙有許多問題等待將來的深究。現在被發現的基子種類已超過原子種類的幾多倍。現在既知的基子的質量有質子質量的四倍程度的，這是相等於 He 原子的質量。假如有質子質量的幾百倍乃至幾千倍的基子，這還要超過重原子的質量。其基子反應的情形與既知的可能有相當顯著的差異。現在被定立的量子力學的法則是確率統計性質的。這尙屬於初步的階段。基子全般的基本法則尙未被確立。由於基子論的出現，物理學已見一大革新。從再深澈化的將來的基子論的觀點來觀看極大的自然世界（宇宙）時，世界形像可能再度呈現出一大改觀。基子論的世界觀藏有深遠而廣汎的展望。物理學乃至科學的世界觀的精華存在於此。哲學的世界觀的成立基礎亦應存於此。

物理學的發展程序正恰與物質的發展程序相反。物質是從基子階層發展到原子階層，由此再發展到分子階層，亦卽是從微細現象發展到鉅視現象的。物理學的研究却是從鉅視現象開始而逐次進入於微細現象的。物理學的發展可分爲(1)現象論，(2)實體論(3)本質論的三個階段。現象論階段的物理學主要地是考究屬於鉅視現象的各種物理現象。力學、熱學、音響學、光學、電磁學等的古典物理學以及相對性理論卽是屬於這個階段。其中，包括光學在內的電磁學尤其電子論可視爲從現象論將要進入於實體論的過渡階段。實體論是要考究各種物理

現象所由生成的基體（實體）。這是物理學深入到物質構造論尤其原子構造論的階段。原子物理學與原子核物理學卽是屬於這個階段。其中包括量子論、量子力學、「場」的量子論等的諸種理論。這些可以總稱爲基子論。在物理學上，可以將原子與基子當作凡有物理現象的實體看待。實體是指謂存於現象背後的基體。本質論是再要深究到實體的本性問題。現在的基子論將要進入到本質論的階段。其主要課題是在探究基子的本性以及基子間的互相作用的基本法則。基子論將要從原子構造論深澈到基子構造論。實體論與本質論亦可以包攝於物質構造論（分子構造論—→原子構造論—→基子構造論）。各種物理現象究竟是各種物質構成因素（實體）在其各種階層所呈現出的顯現樣相。上舉的物理學發展的三個階段便是表示着對於物質界探究的逐次的深澈化的情形。由此可知，基子論在物理學上所佔有的重要位置。從基子論的立場再反轉過來解明各種物理現象便是物性論的主要課題（物質存在狀態論、物質運動形態論、物質特性論）。

物理學的革新發動於基子論。基子論（量子論）卽是表示物理學的深澈化。這可能再引起物理學的擴大化。因爲極微世界可以通達於極大世界。物理學的擴大化成爲宇宙物理學。物理學的革新包含如此深澈化與擴大化的兩個方向。物理學是自然科學乃至科學的基本。因而物理學的革新可能引起科學的革新。在生物學方面已可看到量子生物學與宇宙生物學的成立（參閱拙著生命論）。隨之，心理學方面將來亦可預料量子心理學與宇宙心理學的成立。心理學成立於自然學與社會科學的中間領域，而成爲社會科學的基礎。其革新又可能引起社會科學的革新。再說，微細物理學（基子論、量子論）與宇宙物理學正是物理學的兩端，而物性論可成爲連結其兩端的橋樑。科學的統一理論建立的基礎存於基子論，這可以表現於：(1)量子論（基子論）→(2)量子化學—→(3)量子生物學（量子生理學）—→(4)量子心理學這一系列的發展情形。這又是對應於物質發展的趨向（基子的運動形態的變化—→原子的運動形態的變化—→分子的運動形態的變化）。物質

的發展主要的是依據物質的運動形態的變化。而考究物質的運動狀態的物理學是在力學。力學通貫於物理學的各種部門，例如古典力學、熱力學、電磁力學、相對性論的力學以及量子力學。由此可知，力學成爲物理學的樞軸，而其基本存於量子力學。

從物質構造論的見地看來，物質發展的程序是：(1)基子階層→(2)原子階層→(3)分子階層。從物質運動形態論的見地看來又是：(1)基子的運動形態的變化→(2)原子的運動形態的變化→(3)分子的運動形態的變化。如上段所述，物質的發展主要的是依據物質的運動形態的變化。這些又是表現於物理學上的諸種能量（機械的能量、熱能量、電磁能量、化學的能量、原子能量）的形態轉化。而這些卽是向來的物理學研究的主要對象。物質的根本特性是在運動變化，發展便是其所引起的結果。基子、原子以及分子各別又具有幾多的層次。由於這些雜多因素的互相連關與互相作用所呈現的總體樣相是非常繁雜多端的。考察物質發展的立場除上擧的物理學的立場之外，尙可擧出辨證法的立場、唯能論的立場以及宇宙輪次進化論的立場。以下簡略的說明這些立場的根本看法。

依照物理學的根本見解，認爲原子與分子的組成是由於正負的荷電基子的結合，卽是依靠電氣力的作用。而原子核的組成是由於核力的作用。雜多種的基子中可能組成正常原子的，祇是少數種的安定性基子（質子、電子）與準安定性基子（中子）而已。其他的安定性基子（微中子、光子）與幾百種的不安定性基子都是遊離基子。荷電的不安定性基子雖然偶爾亦可能組成異常原子，但却是瞬間的存在。質子雖是最安定性的基子，然而又可能轉化爲一個正電子與兩個正負的微中子，或者轉化爲一個正μ介子與兩個正負的微中子。依照物質構成因素的三大階層，物質的變化亦應分爲三個階層。在化學反應中，分子雖有所變化，但原子却是不變的。在原子核反應中，原子雖有所變化，但基子却是不變的。祇是在基子反應中，基子始能發生變化。按照這樣的順序，由於反應所發出的能量逐次要增大。最澈底的物質

的變化是在同種的正負基子相接觸時，物質完全要轉化爲能量（物質消滅）。附帶地說，原子彈的爆發是依照第二階層的原子核反應（核分裂或者核融合反應）。如能製造基子彈，其威力更加還要增大。

再依照物理學乃至科學的一般見解，又認爲各種事物的各種性質是由於其構成因素的分量所規定的。分量規定性質的這種原則是繼承哲學上的原子論的根本見解（機械論的立場）。原子論以爲依據原子的集散離合的關係不僅可能說明凡有事物的生成與消滅，亦可能說明其性質以及發展。由於原子所構造的事物雖有生滅，但原子本身却是不變的。現在物理學上的原子概念雖有所改變，但對於事物的性質規定的根本看法仍然保持着古代原子論的根本立場。原子論（機械論的唯物論）成爲科學研究的根本前提。例如各種原子的性質是由於電子的數量與配置以及原子核的質量（質子與中子的數量）所規定的。這可以在元素周期律表上明顯的看得出來。各種分子的性質規定亦可作類推。將來基子構造論如告成立，對於各種基子的性質規定或許亦可能適用同一的原則來予以說明。物理學對於各種階層的物質性質的說明大致如此。尙且對於物質發展的說明又是採取機械論的根本見解。要之，從單純的基本因素的結合逐次組成較爲複雜的物體，如此通過幾多階層而產生多種複雜的物體，這則可以表示物質的發展。物理學的各種部門對於其所考究的各種物理現象定立了許多的法則。這些法則的統一的連關以及通貫於物質界全般領域的發展法則似乎尙未被確立。

科學的機械論的適用範圍雖尙有所限制，但其眞確性却不能否認的。對於如此機械論，在哲學上有所謂辨證法想要與其作相對立。辨證法是特別側重事物發展的動態論理。由此極力排斥形上學上的靜態論理。辨證法所定立的諸法則有如：對立統一的法則（統一律）、互相連關的法則（相關律）、轉化的法則（轉化律）、矛盾的法則（矛盾律）、「否定之否定」的法則（否定律）。將這些法則總括起來可以稱爲發展的法則（發展律）。轉化的法則中包含「量變引起質變」

的法則與「質變引起量變」的法則。「量變引起質變」的法則與科學上的「分量規定性質」的原則特別有密切的連關。辨證法的矛盾律與形式論理的矛盾律的意義正恰相反。後者是要避免矛盾，而前者却是要顯揚矛盾的。辨證法認爲事物因爲包含着自己矛盾的緣故，而由其矛盾的展開的結果，事物始能發展的。如此，矛盾成爲事物發展的動因。考究事物所以可能發展的動因，這是辨證法的主要課題而又是其根本特質。辨證法想要依據上列的諸法則來說明凡有事物的發展情形。在這方面，辨證法可說是相當可觀的。然而對其適用特別須要抱持愼重的態度始可。因爲辨證法容易被濫用，而又容易變成爲詭辯法。在客觀的眞理當前，論理是無法抗辯的。例如，基子的粒子性與波動性成爲相對立的，這是否可能適用對立統一的法則。又，正反基子的相接觸時，則要告消滅而轉化爲能量。對於如此事例，對立統一的法則與轉化的法則是否可能適用，總得經過一番深慮之後，始可判定。對於物質發展的說明上，辨證法可能適用的範圍與機械論相同，各自均有其限制，而又有其眞確性之處。按照對立統一的法則，辨證法與機械論的對立理應可能統合的。動態論理與靜態論理的對立亦然。

從唯能論的立場看來，物質的發展不過是能量的發展的一階段而已。因而物質的發展應包攝於能量的發展之內。物質發展乃是能量發展的基本階層。這是對於能量發展的更高階層而說的基本階層。依照原儲能的假說，從虛無空間內可能醞釀出原潛能（可能態的根源能量），而原潛能顯現化成爲原能（現實態的根源能量）。原能的凝結形態卽是原基子（根源物質）。從原基子逐次衍生幾多層次的基子。如此，能量先行於物質，而物質乃是能量的凝結所產。假如原能是由於究極的構成因素所形成的，這則可稱爲超原基子（超原基子的假說）。假如存有如此超原基子時，根源物質則要歸屬於超原基子。於是，根源物質反而要先行於根源能量。然而原潛能仍要先行於超原基子。卽是我們仍可將超原基子視爲原潛能的凝結形態。如有超原基子，原基子乃至基子則應具有內部構造，而超原基子本身應成爲無構造性的

。這是基子論所可能達到的究極境域。要之，廣義的基子包括幾多階層的（超原基子→原基子→衍生基子）。這是表示基子的發展階層。

如有超原基子的存在，這則可視爲物質發展的始端。而物質發展的終端是在超高分子。如此，超原基子與超高分子則成爲物質發展的兩端。其間介在着基子階層、原子階層以及分子階層的各別的幾多層次的發展階段。我們屢次指出過，現在被發現的基子的種類已超過原子的種類（除開同位元素）。就質量而說，重基子的質量相等於輕原子的質量，特大的超重基子的質量可能相等於重原子的質量，甚至或許還要超過後者的。基子的內部構造與階層構造尙未被解明。原子的種類有一定限度。因爲原子核的構成有所限制。原子雖非究極因素，但不愧於成爲構成物質界的樞軸。原子的發展程序表現於元素周期律表之上。其內部構造與階層構造大致已被解明。這應歸功於本世紀的物理學研究的輝煌的業績。至於分子的種類，這幾乎是無限多種的。其內部構造與階層構造的研究主要的是屬於化學。分子的發展程序表現於從單純分子逐次複雜化而形成到高分子乃至超高分子這一系列上。高分子可以擧出蛋白質與核酸作爲代表。這是構成生物的兩大基本分子。生命發現於如此分子的結合之上。物質發展到高級階層時，則可能成爲生物體。生命發現於生物的基體上。生物屬於物質（高級物質），而生命屬於能量（第一層次的高級能量）。因而生命可稱爲第一層次的高附能（附着於物質的高級能量）。生命更加發展起來的結果，逐次出現意識（第二層次的高附能）乃至精神（第三層次的高附能）的高級現象。生命、意識以及精神這些高附能如能脫離物質基體而告獨立時，則可能出現遊離生命、遊離心靈以及遊離精神這些高離能的更高階層的諸現象。這些便是屬於能量發展的一系列。生物體是物質發展的終極。生物體雖尙有發展的餘地，但總不能超出物質的界限。以生物體爲基體，能量可能繼續發展，終於可能脫離生物體而更加發展。物質成爲能量發展的媒質。物質的發展有其限度，然而能量的發展尙難爲推定其終極。

最後，從宇宙輪的立場看來，物質的發展可能輪次進化呈現出輪廻轉變的樣相。依照大型宇宙與宇宙輪次進化的假說，宇宙內的恒星、小型宇宙（星雲宇宙）以及中型宇宙（現今天文學所考究的宇宙）各別均可以推定有其生滅的輪替現象，而這些層次地生滅於大型宇宙內（參閱拙著宇宙輪）。恒星有一定的壽命，在其誕生時與死滅時的物質組成有顯著的差異。在第一次誕生的恒星，氫以外的諸種原子均是在其內部由於熱核反應所產生的。這些原子卽是恒星的進化過程中的產物。恒星死滅（爆發）時，既成的諸種原子的大部份可能解體，有些轉化爲能量，有些歸還於基子。第二次誕生的恒星的物質組成中可能包含氫以外的諸種原子，由此其進化速度可能增大，而且其所產生的原子的種類亦可能增多。經過恒星的幾多次的輪替進化，基子的質量可能有所變異。隨之，原子的質量亦可能生起變異。原子是經過恒星的輪次進化的精煉產物。現存的恒星可以推定至少經過了一萬次以上的輪次進化的成果。恒星的輪次進化的累積可能引發小型宇宙的輪次進化，而這又可能引發中型宇宙的輪次進化。能量與物質乃是構成宇宙的基本內涵。因而宇宙的輪次進化中包含着能量與物質的輪廻轉變。宇宙不斷地在進行着生成流轉，凡有事物生滅於其間。由此可以推定，現存的基子與原子是宇宙進化過程中的歷史的產物。通過宇宙的輪次進化，由此在能量與物質的發展過程中含有其改造與更新的可能性。

以上我們從物理學的立場，辨證法的立場、唯能論的立場以及宇宙輪次進化論的立場來考察過物質發展的大略情形。這些立場的統合亦卽是科學與哲學的統合。基子間的基本法則尙未被確立。因而物質發展的根本法則的確立尙有待於將來的科學與哲學的通力合作。惟因物質發展成爲能量發展過程中的基本的一階段，由此更進而定立能量發展的根本法則，這應成爲更加重要的課題。宇宙進化的根本法則究竟存於能量發展的根本法則。大型宇宙表示着宇宙的廣漠無際，宇宙輪次進化表示着宇宙的深遠無窮。關於能量與物質的諸種基本問題，

應從如此觀點來予以考究。物理學一方面深澈到基子論，另方面亦應擴大到宇宙物理學。現存宇宙內的能量與物質祇是宇宙進化過程中的一階段的顯現形態而已。在悠久的宇宙進化過程中，能量與物質的總量應有所增大。通過基子論的考究，我們隨處可以察知能量與物質的恒存律是難以維持的。僅在極小局部現象中已有如此跡象，何況於悠久而廣大的宇宙。科學者總不要始終墨守成規，應將其眼光放大，始能適應於科學的革新。我們曾經指出過，科學革新的兩大基本方向是在深澈化與擴大化。由此科學與哲學的統合庶幾達成。

Ⅵ　物質問題與實體問題

我們在本物質論中所討究過的物質問題大別分爲三個部類。第一是物質的發生起源問題。對此問題，我們是從唯能論乃至唯空論的立場來予以討究的。唯能論是唯物論與基子論的深澈化的學說。唯物論不能處理物質的發生起源問題，因爲認定物質是根源的存在。唯能論却認爲物質尙有其起源問題，由此可能超克唯物論。依照原儲能的假說，認爲物質發生的根源是在原潛能。科學不考究根源問題尙可，哲學則不可。唯空論是將唯能論更加以深澈化的究極學說。這是再要追究根源能量的發生問題的，而認爲原潛能所由出現的根源是在虛無空間。虛無空間是究極的根源所與，因而再不能追究其根源問題。在根源問題的探究上，唯空論則已達到了究極的境界。第二是物質的根本構造問題。對此問題的討究，我們是依據物理學的新知見，尤其特別側重於基子論。在這方面，向來的哲學幾乎完全是無能爲力的。缺如科學的實質內容時，哲學祇能作空洞的思辨而已。哲學須要依存於科學研究的成果，在這方面特別顯明。第三是物質的發展問題。對此問題的討究，物理學雖可提供寶貴的參考資料，但尙無可觀的成就。尤其關於物質發展的動因問題，物理學似乎尙無所提及。在這方面，須要等待將來的科學與哲學，尤其物理學與辨證法的共同協力的深究。缺如物理學知見的辨證法是不大可靠的。依照上列的三項問題，各

別可能成立物質起源論，物質構造論以及物質發展論。

上述的三項問題中，在物質的構造上與其發展上均可成立各別的法則。這是關於物質的根本法則定立的問題。成立於構造上的法則大都屬於靜態的法則。物理學上所定立的諸種法則大致屬於此類。成立於發展上的法則屬於動態的法則。發展法則亦可視爲構造法則的動態化的形態。如此構造法則與發展法則的定立均須要等待將來的整理與開展。除開如此法則定立問題之外，物質論還要討究物質的存在狀態問題、運動形態問題以及特性問題。這些均屬於物性論的研究領域。其中。運動形態問題又可隸屬於發展問題內。按照上列的諸種問題，物質論則可分爲如下的諸種部門；物質起源論、物質構造論、物質發展論、物質法則論、物質狀態論、物質形態論以及物質特性論。其中，前三者成爲基本部門，而後四者成爲附屬部門。而且物質構造論包括基子論、原子論以及分子論在內。對於這些部門的大略情形，本物質論已有所概觀。其更加深入的討究，尙有待於將來物理學的發展。

連關於哲學，尙有物質的根源性問題與實在性問題。關於根源性問題，在形上學上成立着唯物論與唯心論的對立學說。關於實在性問題，在知識論上成立着實在論與觀念論的對立學說。唯物論認定物質是根源的存在，精神是物質發展的所產。反之，唯心論却要主張精神是根源的存在，物質是精神活動的所產。孰是孰非，依照科學的見解，極爲明顯。依照唯能論，物質是根源能量的凝結形態，而精神是能量發展的高級形態（第三層次的高附能）。由此可能超克唯物論與唯心論的相對立。其次，實在論認定物質是獨立於或超越於觀念（精神機能所形成的內容）的自體存在，則認定物質有其自體的實在性。反之，觀念論却要主張物質是依存於或內在於意識內容（觀念），而否定物質自體的實在性。所謂實證論乃是屬於感性的觀念論。依照實證論的根本見解，物質不過是諸種感覺的複合體（感覺與件）而已。有些科學者還要支持如此實證論的立場，而宣言物質已告消滅乃至因果的決定性已不能成立。我們在能量一元論、量子力學以及相對性理論

中均可以發現實證論見解的跡象。科學的實在論對立於科學的實證論。科學的實在論雖較爲穩健而且眞確，然其所指示的實在未必均爲實在自體。科學的實在論尙未達到哲學的批判的實在論的立場，因而往往還要將認識內容（觀念的實在設定）誤認爲認識對象（實在自體）。包括實證論在內的觀念論反而將認識對象（客觀的實在）誤認爲認識內容（主觀的觀念）。前者將主觀予以客觀化（觀念的實在化），而後者反而將客觀予以主觀化（實在的觀念化）。實在自體的存在定立問題與其內容規定問題之間，應有所峻別。關於物質的內容規定上，有如所謂第一物性與第二物性的分別，科學者對此亦應有所瞭解。

實證論乃至觀念論又連繫於現象論，而實在論連繫於實體論。現象論不承認有實體的存在，除非將觀念與精神認定爲實體。在物理學上，通常將物質視爲實體。當作轉變着的現象所由生成的基體，假定有某種恒常不變的存在，而稱之爲實體。能量恒存原理確立後，有些能量論者又認能量爲實體，而想要將能量來替代物質。然而依照相對性論的力學，能量並非不變量。能量恒存律既已不能成立，物質恒存律亦則不能成立。因爲能量與物質成爲同等的。從而依據恒存原理要來定立實體，却是難爲成立的。尙且，物理學上的原子並非恒常不變的。因而將原子視同實體，亦則不能成立。基子的特性是在激烈的生滅轉變。基子中是否存有恒常不變的存在，尙屬疑問。然則基子似乎又難以成爲實體。如此看來，在物理上似乎難以定立實體。

我們曾經提出過，物理學的研究可能設定現象論、實體論以及本質論的三個階段。如此研究階段上的現象論與知識論上的現象論的意義不同。後者將要否認實體的存在，前者却不然。物理學上的實體論與形上學上的實體論又應予以分別。後者所提出的實體是指謂無始無終、不生不滅、永恒不變的存在。這可稱爲絕對意義的實體。然而對於物理學的實體却無須作如此絕對的要求。相對意義的實體仍可以設定（後述）。

實體在哲學尤其形上學上成爲基本問題。形上學上的實體（

Substance)是指謂存在於凡有事物現象的背後的基體（Substratum），或者擔荷着萬物的諸屬性（Attributes)與諸樣相（Modes）的基體。如此實體大致相當於本體（Noumenon），而對立於現象（Phenomenon）。唯物論者認爲實體是物質性質的，而唯心論却要主張實體是精神性質的。尙且，物質實體與精神實體均成爲宇宙生成的根本原理。實體有時被認爲內在於現象（內在觀），有時却認爲超越現象的（超越觀）。如將實體視同神時，在內在觀上成立汎神論，而在超越觀上成立有神論。總括地說，實體或本體有如下的諸種意義：(1)超現象的超自然的存在，(2)內在於現象事物的不可知的擔荷體，(3)現象事物的本質（Essence），(4)物自體（Ding an sich），(5)自己原因的原本實在（Hypostasis），(6)存在於現象根底的基體（Hypokeimenon），(7)物心合一的根源存在，(8)構成世界的原質（構成原理），(9)統制世界的原型（規制原理）(10)全般存在的究極存在。

形上學要求實體的絕對性。如上述，絕對意義的實體是指謂無始無終、不生不滅、永恒不變的存在。然而除非虛無時空，宇宙內却難以設想有如此絕對實體的存在可能性。凡屬於實有存在，均有其發生起源，並且有其變化與消滅的可能性。如有實體的存在，祇能成爲相對意義的，而且祇能成立於物質。實有宇宙的基本內涵存於能量與物質。能量是屬於機能概念，其特性是在流動轉變。因而能量不能成爲實體。祇有物質可能成爲相對意義的實體。經過悠久的宇宙輪次進化的過程中，基子與原子的質量可能有所改變，隨而其性質亦可能有所變異。既知的基子中，最安定的質子亦有其一定的壽命（大約10^{18}年）。何況於原子與分子。雖然如此，我們仍可以設定相對的物質實體。

如上述，實體祇能成立於物質。惟因絕對實體不能存在，故物質祇能成爲相對實體。構成物質的三大因素是在基子、原子以及分子。這些又是物質發展的三大階層。而其各階層內部又分爲幾多的層次。物質具有如此多層次的階層構造。大致說來，基子是構成原子的基體

，而原子是構成分子的基體。因此我們可以將基子稱爲第一實體，而將原子稱爲第二實體。分子發展到高級形態時，由此可能形成生物。生命發現於生物的基體上。分子尤其高分子是構成生物的基體。因而特別對於生物而說，我們又可以將分子稱爲第三實體。物質實體卽是包括這三階層的實體在內的總體。物質實體不僅成爲凡有物理現象的基體，而且又成爲生命現象以及其他更爲高級的諸種現象的基體。生命、意識以及精神等現象卽是發現於物質實體的基礎上的能量發展的高級形態。如此，物質實體成爲能量發展的仲介媒體。生命、意識以及精神這些現象是屬於能量（機能），並非屬於物質（實體）的範域。因而生命實體、心靈實體以及精神實體是不能成立的。這些實體究竟要歸屬於物質實體，尤其歸屬於其中的第三實體（分子）。

宇宙的進化發展的根本內涵存於能量與物質的發展。能量的發展階段可以設定如下的五大部類：(1)原儲能（原潛能，原能），(2)凝結能（物質），(3)低離能（物理場），(4)高附能（生命、意識、精神），(5)高離能（遊離生命、遊離心靈、遊離精神）。在我們的地球上，高離能尚未出現。在別種天體上的情況如何，尚未能獲知。然而我們可以預料將來有其出現的可能性。能量發展的始端是在原潛能，其終端何在，尚未能予以確斷。神或許可能成爲其終端。物質包含物體與物理場。物理場是由於幾種基子所形成的。物質相當於上列能量的第二與第三部類。物質的發展階段自當包含基子、原子以及分子這三大階層。其發展的始端是在原基子乃至超原基子，其終端是在高分子乃至超高分子。物質發展的高級形態（高分子）連接於高附能，這又是能量發展的高級形態。高附能卽是指謂附着於物質基體（實體）的高級能量。如此高附能如能脫離物質實體時，則可能出現高離能。由此可以推知，完全脫離物質實體的所謂生命實體、心靈實體乃至精神實體是不能成立的。這些祇是屬於高級的遊離能量。而能量除非結成爲物質，則不能成爲實體。

上述的能量與物質的發展是生成於現存宇宙內的大略情形。其實

祇是在地球上所可能觀察的事象，這尙未能包羅現存宇宙的全般領域。地球物理學應擴大到宇宙物理學，地球生物學亦應擴大到宇宙生物學。隨而將來亦可能成立宇宙心理學。我們曾經提出過，這是科學革新的一側面。另一側面是在科學的深澈化。這是由於基子論或量子論所引起的量子化學、量子生物學乃至量子心理學的一系列。從科學革新確立後的觀點看來，我們現在所作的概觀應有所更改。再說，現存宇宙不知經過了幾多次的宇宙輪次進化之後的顯現形態。在悠久的宇宙輪次進化的過程中，能量與物質亦可能生起改變。現存的能量與物質便是悠久的宇宙進化的歷史的產物。其將來的發展尙無可逆料。能量與物質既然如此，其高級的顯現形態的生命、意識乃至精神等現象亦然。要之，現存宇宙是悠久的宇宙進化過程中的特定階段所呈現的特定樣相。現存宇宙祇是可能生成的幾多種宇宙中的一種現實形態。

現存宇宙內所生成的基子種類不知有多少種。假如有超原基子的存在，廣義的基子則可分成超原基子、原基子以及衍生基子的三大階層。我們所假定的超原基子是指謂形成原能的原本因素，而又是原潛能的原初的顯現形態。當作物質的究極因素的如此超原基子理應是無構造性的。不然，則可以再追究其構成因素。原基子是原能的凝結形態。現存的基子中是否尙存留着原基子，則成爲問題。除非有其不斷的創生，却難以設想有其存留的可能性。因爲原基子亦必定有其一定的壽命。不然。衍生基子則無由產生。衍生基子可能有幾多層次。其中又可分爲眞性的與假性的兩種。所謂共鳴粒子是屬於假性的。原基子與衍生基子均可推想具有構造性。現階段的基子論尙未解明基子的內部構造與其階層構造的眞相。然而透過基子論的研究成果，我們可以作如上的推想。衆多的基子中僅有極少種的基子可能構成正常的原子。其餘的基子成爲遊離基子，而其絕大多數均爲極其短命的。由於如此基子偶爾所構成的異常的原子自當又是極爲短命的。宇宙內除了正常原子所構成的正常物質之外，衆多的遊離基子與異常原子劇烈地

生滅於其間。這些瞬間性的存在因不能呈現作鉅視現象，故難爲被觀察到的。其總量或許可能匹敵於普通的正常物質的總量，甚至還要超過後者。物質恒存律不知有否考慮到這樣情形。

地球上所存有的自然的原子種類僅爲九十二種（除開同位元素），由人工製造的原子種類已有十幾種。由人工可能製造的原子，在同一條件下，在自然界亦可能產生。在別種天體上的原子種類如何，尙未能判定。宇宙間所存有的凡有基子的種類與其特性，尙有待於將來的推究。原子的種類似乎有一定限制。除開自然原子與人造原子、正常原子與異常原子之外，尙有正原子與反原子、安定原子與不安定原子等的分別。放射性元素屬於不安定原子。一般地說，原子的質量越大，越要成爲不安定的。可能構成分子的原子，又是原子中的一部份而已。其餘的原子成爲遊離原子。原子雖非究極因素，但仍成爲構成物質（物體）的樞要因素。至於分子的種類，這幾乎是無限多種的。其特性亦然。在地球上既然如此，宇宙間更加如此。普通的物體大致是由於諸種分子所結成的複合體。物質界所呈現出的多樣性主要的是依存於分子的多種性。分子本來是原子爲要求得更加安定所構成的，然而其發展的結果反而越要成爲不安定的。這在有機的高分子特別顯著。分子發展到有機高分子（如蛋白質、脂質、核酸）時，則可能構成生物。蛋白質、脂質以及核酸便是構成 Virus （原始生物）的基本因素。如此有機高分子卽是物質發展的終極。由此發現生命現象。隨而逐次發展到意識現象乃至精神現象。生命、意識乃至精神這些現象雖乃附着於生物，但已不屬於物質，而屬於高級的能量。因此將這現象總稱爲高附能。如能脫離生物的基體（物質實體）時，始能出現高離能。

我們已經指出過，實體祇能成立於物質。通觀構成物質的三大階層的因素（基子、原子、分子），我們不能發現永恒不變的存在。因而所謂無始無終、不生不滅、永恒不變的絕對實體是不能存在的。物質祇能成立爲相對實體而已。對於原子的構成，基子可稱爲第一實體

。對於分子的構成，原子可稱爲第二實體。特別對於生物的構成，分子亦可稱爲第三實體。然而構成原子的基子祇是基子中的特定基子。構成分子的原子亦祇是原子中的特定原子。構成生物的分子亦然。在化學反應，分子要生起變化，原子仍可保持不變。在原子核反應，原子亦要生起變化，基子仍可保持不變。達到基子反應，基子本身則要生起變化。這些物質的構成因素不僅有所變化，亦有其發生起源。上述這些事象均可以表示物質實體的相對性。物質是能量的凝結體。這又是表示能量中的特定能量可能成爲實體。然則何以祇是特定能量（物質）始能成爲實體，則成爲問題。假如將實體概念擴延到能量的全般領域時，生命實體、心靈實體乃至精神實體等均可以成立（實體的濫立）。其結果反而要招致實體概念的正當意義的喪失。其實，生命實體、心靈實體乃至精神實體均應歸屬於物質實體，尤其歸屬於第三實體的分子（如蛋白質、核酸、腦髓的分子機構）。

回溯到物質的發生起源時，我們不由還要提出，何以要發生物質這樣的問題。物質發生於根源能量（原儲能），而根源能量發生於虛無空間（虛無宇宙）。虛無宇宙內出現能量與物質以後的宇宙，稱爲實有宇宙。那麼，問題還要溯源到，虛無宇宙內何以要發生能量？宇宙何以不停留於虛無宇宙，而要成爲實有宇宙？實有宇宙何以呈現爲如此樣相，而不呈現爲別種樣相？這些問題或許要超出科學問題的範圍，但仍不失爲哲學問題。宇宙內如不發生能量與物質，亦則不能發生生命、意識乃至精神等這樣的現象。這些現象不過是能量與物質發展的高級形態而已。凡有事物的發生與生成過程中存有偶然因素與必然的因素。必然性是透過偶然性的。悠久的時間可能解決一切問題，亦可能成就一切事象。時間的威力還要勝過神。對於時間，神亦無可奈何。宇宙的發生與生成無須依靠精神實體的發想與攝理。如有神，則可解釋作如下的幾種。第一，神卽是究竟無（神卽是無，無卽是神。第二，神卽是虛無空間（神卽是空，空卽是神）。第三，神卽是原潛能（實有宇宙的發端）。第四，神卽是宇宙發展的發展性（宇宙發

展的動向）。第五，神卽是宇宙全體的表現。第六，神是能量發展的終極（最高的高離能）。我們須要瞭解這幾種神的眞正的涵義。

虛無空間亦可以推想有時間的過程。我們假定，經過悠久的時間過程，虛無空間內終於可能醞釀出原潛能而顯現化爲原能（原儲能的假說）。這是實有宇宙發生的開端。能量的發生是實有宇宙發生的第一階段，物質的發生成爲其第二階段。如此宇宙的發生或許是偶然的。必然性是成立於宇宙發生後的偶然因素間的結合關係。自從宇宙發生後發展到現在不知經過了多少期間。在此期間中，宇宙又不知經過了多少層次的輪替進化（宇宙輪次進化的假說）。不斷的生成轉變乃是宇宙的實相。在各層次所呈現的宇宙樣相各別可能有所改變。現存的宇宙樣相是宇宙輪次進化過程中所可能呈現的多種的宇宙樣相中的一種特殊形態。宇宙的進化依繫於能量與物質的發展。現存宇宙內的萬物萬象卽是如此宇宙進化發展的歷史的產物。實有宇宙雖可以推想有發生的開端，然而却難以設想有其終端。因而宇宙將來似乎尙有無限發展的可能性。能量與物質的背後存有廣漠無際、恒久無窮的時空。能量與物質不斷地生滅於其間。由於如此能量與物質的無限發展的結果，時間終於或許可能創生神。神似乎亦有其無限發展的可能性。