

中華學術與現代文化叢書

第十三冊

自然科學論集

中華學院印行

中華學術與現代文化叢書

第十三冊

自然科學論集

中華學術院印行

自然科學論集

本論集彙集中、英文自然科學論文凡五十篇，包含物理、化學、遺傳工程、數學、計算機及地質等。每篇皆為目前傑出學者或專家之著作。全書內容廣泛，系統完整。

時代日益精進，學術推陳出新。自然科學以理論與實證並重，尤為顯著。本集論文，立論新穎，創見頗多。足以啟發新思想，培養新觀念，乃一頗具參考價值之論集。

CHINESE LEARNING AND MODERN CIVILIZATION SERIES

Volume XIII

NATURAL SCIENCE

中華民國七十年三月第一版
中華民國七十二年八月再版
中華學術與現代文化叢書

定價：精裝每部全二十冊新臺幣 六二〇〇元正
平裝每部全二十冊新臺幣 五二〇〇元正

自然科學論集 (叢書第十三冊)

定價：平裝每冊新臺幣三五〇元正

編輯者：中華學術院

監修：張其昀

出版者：中國文化大學出版部

本冊主編：鄭嘉武
鄧天德

代表人：朱重聖

登記證：行政院新聞局版臺業字第 二一一六號

地址：臺北市陽明山華岡子正路一號

電話：八六一一八六一

郵撥：一〇一四二五號帳戶

門市部：華岡書城

地址：臺北市漢口街一段三十一號二樓

電話：三八一二八一

印刷者：華岡印刷廠

地址：臺北市陽明山華岡大功館

電話：八六一一八六一

版權所有・不准翻印

序 言

本論集乃爲紀念 蔣總統誕生九十週年而編印者。蔣公畢生提倡學術，鼓勵研究，茲當發刊之始，特引述他的嘉言，作爲啓發之資。

民國四十八年四月十五日，蔣公主持國防研究院第一期開學典禮，講述「國防研究要旨」。他曾說：「我們必須使科學的『窮理致知』，與哲學的『窮理明德』相會通，才不會陷於一偏之見的糾纏膠轕中。」綜合科學與哲學，成爲「科哲合一」，這是 蔣公治學的素志。

民國五十七年九月九日，蔣公主持國防研究院畢業典禮，講述「國防教育的宗旨和責任」。他分析智慧爲集體的、創新的、行動的三個要素。集體的智慧乃以別於個體，要能發生交互影響，相互傳承的作用，發揮相乘相加，相互融和，相互切磋的精神。創新的智慧就是不要保持現狀、瞑想自得，而是要有研究更要有發展，有學習更要有創造，發揮自動研究的精神，把智識變成力量。行動的智慧就是不要停留在只講理論、脫離現實的階段；也不是只講原則，而缺乏動變的脾應智慧；只講概念性的了解，而缺乏實際的、深入的體驗；而必須發揮即知即行、學以致用的精神。要而言之，我們必須把集體的智慧，創新的智慧，行動的智慧，三者合而爲一，方能達到教育上預期的目的。

民國五十九年三月廿九日，蔣公在中國國民黨十屆二中全會致辭，他說道：「研究發展，格物致知，爲學術進步之要領。余意今後各大學研究所及學術研究機構，均應重視研究發展工作，以促成教育事業能有計劃有步驟的精進創新。」

以上所引述的三段話，都是 蔣公晚年的訓示，剴切昭著，啓迪良深，茲用以說明編印此書的宗旨所在，爰定名爲「中華學術與現代文化」。

中華學術院成立於民國五十五年十月廿九日，蔣公八十華誕前夕，迄今已歷十年。本論集由本院發起編印，並依本院二十個分科協會之次序，即（一）哲學（含宗教）（二）文學（含譯學）（三）史學（含圖書博物館學）（四）戰史（五）美術（六）音樂、影劇（七）政治學（八）經濟學（九）法學（十）社會學（含民族學）（十一）教育學（含體育，家政學）（十二）新聞學（含大眾

傳播學) (㉔)自然科學 (㉕)地學 (㉖)海洋學 (㉗)工學 (㉘)農學 (㉙)商學
(㉚)醫學 (㉛)藥學，分冊印行，陸續出版。每冊均各收錄論文五十篇以上，
合成爲一套叢書，用以紀念 蔣公九十誕辰，亦祝賀本院成立十周年。敬
述斯旨，尚祈讀者諸君不吝指正爲幸。

鄧縣張其昀敬誌

民國六十五年三月十二日於華岡

二〇、環境輻射偵測	朱鐵吉	333
二一、保健物理在我國的應用	呂應鐘	348
二二、蒙地卡羅方法及保健物理之應用	陳煥東	358
二三、輻射生物學在細胞和組織上的表現	陳光耀	377
二四、伽馬輻射保存食物與在衛生上的研究發展	蔡昭明	389
二五、輻射生物效應	于其康	399
大氣物理		
二六、AFCRL 大氣吸收光譜參數在大氣紅外線窗洞區之準確性	何紹堯 吳維申	405
二七、人造衛星之用途與其未來發展趨勢	白光弘	417
二八、正壓颱風路徑預報之數值方法比較	蔡清彥	450
二九、源遠流長的中國氣象學史	劉昭民	472
化 學		
三〇、微劑量學研究	董傳中	484
三一、保健化學之時代意義	許俊男	500
三二、電合成金屬一苯二甲基藍色料	陳煥林	512
遺傳工程		
三三、基因工程的回顧與展望	林仁混	525
數 學		
三四、統計決策之邏輯分析	吳鐵民	544
三五、線性第三階循環數列之模 P 均勻分布	周文賢	610
三六、論函數基本概念	榮沛霖	629
計算機		
三七、資料樹在資訊儲存與查尋上之應用	杜崇緯	638
三八、IBM 1130 電子計算機商用報表次常規	周 良	664
三九、企業經營之計量分析	洪澄洋	682
地 質		
四〇、明朝、清朝之中國東部大地震	顏滄波	709
西文論著		
四一、磁中子量之冷卻	鄒志剛	717

四二、極化液體之介電鬆弛理論	倪祖偉	730
四三、異質界面之電荷傳輸理論	吳啟明	758
四四、光電子之角分布	曾祥光	778
四五、交換環中線性第二階循環週期性之研究	許正倫	818
四六、組合分配與負二項分配之推廣	張三奇	822
四七、常態分布下最佳信賴區間之研究	鄭嘉武	831
四八、方程式 $x'(t)=ax(t)+bx(t-\tau)$ 中延遲參數的效應	李 冲	853
四九、喜馬拉雅山構造與阿爾卑斯山構造之相當部位	畢慶昌	872
五〇、臺灣產之天牛類	張書忱	896

空間、時間與相對性理論

范 庭 育

一九七九年三月十四日，恰是愛因斯坦百年誕辰。我以無限莊嚴喜悅的心情，寫下此篇紀念的文章，一面闡明相對論的真正意義，一面澄清一般人對相對論的誤解。在科學史上，相對論是既難解，而影響力又特別深遠的一門學問。因有許多一知半解者在誇大宣傳，故其影響特別深遠。而其所以難解，乃是因為相對論所描繪的時空圖像，與我們日常生活所熟悉的時空觀念，格格不入，而令人難以接受的緣故。我寫此文的觀點，在哲學上，係深受現象學的影響。我以現象學的態度（Phenomenological Attitude）來分析相對論與物理學理論之構造關聯。而引我入相對論之門者，實是俄國理論物理學家 V. Fock 所寫的一本書，其名曰：「時空論與重力論」（*The Theory of Space, Time and Gravitation*; 1959, N. Kemmer 英譯）。我這一篇文章，可以說全部都是在發揮 Fock 的觀念，雖然有些地方，我與他的見解稍有不同。將來如有機會，我還想將此書譯成中文。此書體大思精，是值得研究相對論者一讀再讀的。

相對論是相對性理論的簡稱，也就是一般所說的「狹義相對論」。我們不承認「廣義相對論」，而將之正名為「愛因斯坦的重力場論」。空間和時間是最基本的概念，用來描述我們的物理現象。就哲學的意義言，時間和空間是物質存在的形式。我們說：物質在空間中擴延著，在時間中延續著。古典物理學的理論系統，包括力學系統與電磁學系統等，都得使用這兩個概念。甚至用量子力學來描述微觀世界的現象時，也不得不使用這兩個先驗的觀念。從幾何學的觀點看來，空間和時間的理論可以分成兩種（為了討論方便，我們有時以「空間」一詞來替代「空間與時間」。）：一、均勻的伽利略空間理論（*Theory of Uniform, Galilean, Space*）；二、不均勻的黎曼及愛因斯坦空間理論（*Theory of Non-uniform, Riemannian and Einsteinian, Space*）。

伽利略空間有極大的均勻性（Uniformity），此可以下列三義說明之：

一、空間中一切點，時間中一切時刻，對於物質的影響都相同。二、空間中一切方向對於物質的影響都相同。三、一切以等速直線相對運動的慣性系統（Inertial Systems），對於物質的影響都相同（伽利略相對性原理〔Galilean Principle of Relativity〕）。值得一提的是，空間與時間的性質，不是本然存在的，而是物理學的理論構造所賦予的。時空觀念的內容與物理學的定律之間有直接的關係。例如，上述的伽利略空間之均勻性，顯示出一個轉換群（A Group of Transformations）的存在，在轉換的過程中，四度空間中二點間的「距離」保持不變。而這種不變性，與物理定律的形式有很密切的關係。

上面對於伽利略空間之均勻性所作的三項說明，對應有下列三種轉換：一、時空座標原點之位移轉換。此轉換需要四個參數，即三個空間座標與一個時間座標。二、空間座標軸的旋轉轉換。此轉換需要三個轉角作為參數。三、從一慣性系統到另一慣性系統之轉換。此轉換需要三個參數，即慣性系統間相對速度的三個分量。擁有這十個參數的轉換，稱為羅倫茲轉換（Lorentz Transformation）。在數學上，使 n 度空間中無限接近之二點間距離的平方 ds^2 保持不變的轉換，至多可以有 $\frac{1}{2}n(n+1)$ 個參數。若有一個轉換群擁有 $\frac{1}{2}n(n+1)$ 個參數，則此空間具有極大的均勻性。時空連續體有四度，故在轉換的過程中，至多可以有十個參數。羅倫茲轉換的參數數目剛好是十個。因此，與羅倫茲轉換有關聯的伽利略空間，確有極大的均勻性。習慣上，我們稱以羅倫茲轉換為基礎的空間理論為「狹義相對論」。狹義相對論的主題，便是根據伽利略空間的性質來描述物理定律，也就是使物理定律在羅倫茲轉換下保持相同的形式。這樣的物理定律稱為羅倫茲協變性定律（Lorentz-Covariant Law），而物理定律中所含的物理量則稱為羅倫茲協變量。若物理量為一向量，則稱為羅倫茲協變性向量；若為張量，則稱為羅倫茲協變性張量。

由相對性理論我們知道，物質系統的慣性質量 M 與能量 W 之間有一種等價關係（Equivalence），即質量與能量緊緊的關聯在一起，而且彼此間成比例 $W=Mc^2$ （ c 為光速）。物質系統的能量發生任何改變，其慣性質量亦必隨之而變。另外，質量與能量都只是此系統的能量—動量四維向量（Energy-momentum Four-vector） $\langle P_0, P_1, P_2, P_3 \rangle$ 第一分量 $P_0=Mc=W/c$ 之一部份。這個四維向量是一個羅倫茲協變性四維向量，而且還滿足所謂的守

恒定律。牛頓以質量為萬有引力的來源。在伽利略空間裏，如果我們想用質量為萬有引力的來源，那麼除非我們也把能量—動量四維向量之其他三分量都當作萬有引力的來源，否則我們的萬有引力定律將不可能在羅倫茲轉換下保持不變的形式。對於在伽利略空間中連續分佈的物質系統，其質量密度（Mass Density）為質張量（Mass Tensor）之一分量。這個質張量為一對稱的二階張量，共有十個獨立分量。假如把質張量當成萬有引力的來源，則其所產生的重力位（Gravitational Potentials）也將是一對稱的二階張量，共有十個分量。物理學家 Rosen 與 Papapetrou 曾建議說，這十個分量可以代表場源在伽利略空間中所產生的重力位。但愛因斯坦持以不同的看法，他把這十個分量當成四度彎曲空間的測度張量 g_{ij} 之十個獨立分量。測度張量（Metric Tensor）又稱為基本張量（Fundamental Tensor），可以用來測量彎曲空間的幾何性質。在數學上，愛因斯坦的觀點正就是放棄歐幾里德幾何學，而採用黎曼幾何學。

黎曼空間並不具有均勻性。但根據重力場論，在無限小的區域內，這個空間具有局部的均勻性。其所以如此，乃是因為在空間之某一點附近，重力場可以被加速場（Field of Acceleration）取代，而這就是所謂的「等效原則」（The Principle of Equivalence）。這個原則所根據的物理定律是伽利略發現的。那便是：在沒有介質的阻抗下，一切物體都以相同的加速度往下掉。伽利略定律可以表成一般的形式。那便是：重力質量與慣性質量具有相等性（Equality）。匈牙利的物理學家 Eötvös 曾以精密的測量，證實這個定律。我們要強調的是，重力質量與慣性質量的相等性是普遍的物理定律，而等效原則只是表現黎曼空間之局部性質而已。等效原則幫助愛因斯坦建立新的重力場論。然而，如果要完全取代牛頓的萬有引力理論，光是討論空間的局部性質是不夠的。我們多少也得把「整部空間」（Space as a Whole）的性質表現出來。如果不這樣做，重力場的問題是不可能確定的答案的。雖然愛因斯坦將萬有引力「幾何化」，但是如果他所討論的幾何只是微分幾何，而不是整部空間的幾何，那麼我們要說，他的理論不能超越、包攝萬有引力理論。然則，「整部空間」的意義是什麼呢？我們下這樣的定義：整部空間是一個空間區域，置於其中的物質系統所產生的場，在此區域的邊界，其值趨近於零，而可忽略不計。整部空間的大小，

可以由物理問題的性質來決定。如果我們要研究原子或分子，則 10^{-6}m 的長度即可決定一個整部空間。若要研究太陽系，則需要一光年的長度。若要研究銀河系，則需要十億光年的長度。整部空間絕對不是一般人所說的「宇宙」(Universe)。站在現象學的立場，我們只願意從實際的物理問題中研究空間的構造。對於宇宙問題，我們只能存而不論。

愛因斯坦的重力場方程式是偏微分方程式，只有在起始條件、邊界條件，或其他具有相同性質的條件都決定了以後，這些方程式才會有唯一的解。重力場方程式和邊界條件是緊緊的關聯在一起的，而後者的重要性絕不亞於前者。那麼，邊界條件的形式要靠什麼來決定呢？我們的答案是：整部空間的性質可以決定邊界條件的形式。我們假設整部空間的邊緣地帶具有均勻性，其均勻性可以用羅倫茲轉換表示出來。因此，重力質量及其所產生的不均勻的黎曼空間，都嵌入一永無止境的伽利略空間之中。這樣一來，物質系統的守恒定律才算有了保證，因為守恒定律與空間的均勻性有很密切的關係。例如，由時間的均勻性可以導出能量守恒定律；由空間的均勻性可以導出動量守恒定律。愛因斯坦並不重視邊界條件的重要性。他只重視「局部的」(Local)黎曼空間，而不注意「整部的」(Whole)黎曼空間。這也是他一再強調「廣義相對論」的主要原因。「廣義相對論」(General Theory of Relativity)，是根據「廣義協變」(General Covariance)一詞來命名的。而所謂的「廣義協變」乃是指物理方程式在任意的座標轉換下仍保持不變的形式。我們當然希望物理方程式對任何座標系統都保持相同的形式，但座標轉換並沒有什麼特別的意義，也絕不會給我們新的物理觀念。

在四度的黎曼空間中，無限接近之二點，其距離的平方 ds^2 可以表成 $ds^2 = \sum_{i,j=1}^4 g_{ij} dx^i dx^j$ ，其中 g_{ij} 為此空間的測度張量。在任意的座標轉換下， ds^2 保持不變的形式，而 g_{ij} 則是廣義協變性張量 (General Covariant Tensor)。測度張量的函數形式不但與座標的選擇有關係，而且還可以把黎曼空間的內稟性質 (Intrinsic Properties) 表現出來。而根據等效原則，黎曼空間的內稟性質又和重力現象發生了關係。由於測度張量是廣義協變性張量，因此若將之用來代表重力位，則我們的重力場方程式將可在任意的座標轉換下保持不變的形式。愛因斯坦的確採用測度張量來代表重力位，而且還寫下

了在任意的座標轉換下形式不變的重力場方程式（他的方程式發表於公元一九一六年的論文中）。但他把任意的座標轉換誤會成羅倫茲轉換的推廣，因此便稱呼自己所發明的重力場論為「廣義相對論」（一般相對論），而稱以羅倫茲轉換為內容的空間理論為「狹義相對論」。其實，廣義相對論與狹義相對論在內容上毫不相干。此需稍加說明。

前面說過，伽利略空間的均勻性可以從羅倫茲轉換中表現出來。在數學上，羅倫茲轉換是從一組笛卡兒座標轉換到另一組笛卡兒座標。但這不是說，伽利略空間的均勻性只可以用笛卡兒座標來表示。事實上，如果我們採用任意座標（Arbitrary Coordinates）來描述伽利略空間的均勻性，我們仍然可以找到另一種轉換式（也擁有十個參數），使伽利略空間的測度張量 g_{ij} 之函數形式不改變，即 $\delta g_{ij} = 0$ 。但在黎曼空間中，我們找不到任何可以使 g_{ij} 之函數形式保持不變的轉換，因為黎曼空間沒有均勻性可言。在黎曼幾何中，我們研究座標轉換以及與之對應的 g_{ij} 之轉換。但座標轉換與空間的均勻不均勻根本不發生關係。因此，代表均勻空間的羅倫茲轉換與任意的座標轉換也根本毫不相干，根本沒有所謂的「狹義」與「廣義」相對論的分別。於是我們可以開始澄清由「相對性」（Relativity）這個字眼所引起的誤解。在討論相對論的最早作品中，相對性的意義與空間的均勻性有關係。所謂相對性理論就是伽利略空間的理論。所以要命名為相對性理論者，主要是因為「伽利略相對性原理」在此理論中扮演極重要的角色。然而，「相對性」一詞卻引起廣泛的誤解。首先，有人以為愛因斯坦的理論「把空間與時間給相對化了」（Relativizes Space and Time）。Emile Meyerson 也指出，有些孔德與馬赫哲學之追隨者想利用「相對性」一詞來宣傳其相對主義。然而，事實上，相對論所研究的卻是伽利略空間的「絕對」性質。因此，Adrian D. Fokker 建議用「時間幾何學」（Chronogeometry）一詞來取代「相對性理論」。其次，當愛因斯坦建立其重力場論時，他將之命名為「廣義相對論」（愛因斯坦之論文的標題為“Die Grundlage der Allgemeinen Relativitätstheorie”（廣義相對論的基礎））。這給人非常混亂的感覺。這個名詞是根據「廣義協變」一詞來命名的。但我們已看出任意的座標轉換與空間的均勻性無關，即「廣義相對論」與「真正的相對性」毫無關係，而後者卻又被稱為「狹義相對論」，指的是廣義相對論的特殊情形。

伽利略空間的均勻性不僅可以用羅倫茲轉換，也可以用任意的座標來表示。在重力場論中，假設空間不具有均勻性，而相對論則討論空間的均勻性，結果是在一般相對論中沒有相對性。就算我們允許黎曼空間在局部有均勻性，我們也得承認，重力場論只能限制相對性的概念，而不能將之推廣。公孫龍說：「夫名，實謂也。知此之非此也，知此之不在此也，則不謂也。知彼之非彼也，知彼之不在彼也，則不謂也。」愛因斯坦的重力場論既然沒有相對性之「實」，當然不可以用相對論之「名」來稱謂，更不可謂之為廣義相對論。另一方面，相對性就是相對性，沒有狹義與廣義之分，因此也不可用狹義相對論之「名」來稱謂相對論之「實」。於是，我們將狹義相對論正名為相對性理論，而將廣義相對論正名為愛因斯坦的重力場論。事實上，就是「相對性理論」一詞，也絕不是「徑易而不拂」的「善名」。不過這個名字沿用已久，已是「約定俗成」之「實名」，如果不會引起大家的誤解，自然沒有變更的必要。但「廣義相對論」一詞便不同了。此詞不但不是「善名」，而且很容易「因百家之知」。而如 Peter G. Bergmann 所說的：「在廣義相對論的全部發展史上，物理學家把直觀能力都消磨在澄清敘述物理狀況時所遇到的含糊性，這種含糊性是由廣義協變所產生的。」J. L. Synge 也說：「爲了要區分時空彎曲所產生的真正的重力場，與觀察者的世界線之彎曲所產生的重力場，我曾經苦心積慮一番。」

由於愛因斯坦強調廣義相對論，強調等效原則的重要性，便產生了所謂的等效問題（Problem of Equivalence）：若愛因斯坦之重力場方程式有兩組形式不同的解，則我們根本不容易分辨到底這兩組函數 g_{ij} 是代表兩個本質上不同的物理狀況，還是以兩個不同的座標系統來敘述相同的物理狀況。爲了解決這個問題，有些物理學家還得尋求什麼「可觀察項」（Observables），「內稟座標」（Intrinsic Coordinates），甚至想藉此尋求重力場論與量子論之間的關係。關於這一切，這裏不能詳說，有興趣的讀者可以參閱物理百科全書第四卷（*Handbuch der Physik*, Band IV）二百四十七頁及其後諸頁的討論。於此，我只想說說我的看法。我以爲，假如我們不先把相對性的基本觀念弄清楚，那麼便無法對等效問題作根本的解決。任意的座標轉換與相對性根本沒有關係，因此只要再假設一個選擇座標系統的

條件，重力場方程式就只會出現一組解，而等效問題也就不會發生了。爲什麼愛因斯坦會將「羅倫茲轉換」與「任意的座標轉換」混爲一談呢？我想這和他對「空間」所下的定義有密切的關係。他在「相對論的意義」一書中討論「空間」時說道：

我們可以把 B C，……諸物體和 A 物體連接起來。我們可以將 A 物體和任何其他的 X 物體連接起來。一切可與 A 物體相連接的物體所成的集合，我們可命名爲「A 物體的空間」。那麼一切物體必然存在於「（任意選擇的）A 物體的空間」之中。就此意義而言，我們不能談論抽象的空間，只能討論「屬於 A 物體的空間」。（據英譯本意譯）

由此可見，在愛因斯坦的心目中，沒有物體，空間根本不能獨立存在。換句話說，牛頓的「絕對空間」是不存在的。因此愛因斯坦只談「準據空間」（Space of Reference），即屬於「準據物體」（Bodies of Reference）之空間。當準據物體運動時，準據空間也跟著運動。而伽利略相對性原理在愛因斯坦的心目中變成：彼此間以等速沿直線相對運動的準據空間，表現於其中的物理定律皆有相同的形式。於是他想將伽利略相對性原理推廣而「一般化」，而要求：彼此間以任意方式相對運動的準據空間，表現於其中的物理定律皆有相同的形式。

其次，由等效原則及慣性質量與重力質量之相等性，更加强愛因斯坦推廣伽利略相對性原理的決心。由等效原則，加速場可以取代重力場，而「慣性」與「重力」之相等性則可變爲「等速直線運動之準據空間」與「加速任意運動之準據空間」之間的相等性。這樣一來，愛因斯坦認爲他可以超越慣性定律、包攝伽利略相對性原理，而代之以「廣義相對性原理」了！愛因斯坦說：「廣義相對論的重要成就是：使物理學可以不必引用慣性系統。」，而這樣一來，物理學家馬赫所面臨的「慣性定律問題」也就迎刃而解了！愛因斯坦說：「我肯定廣義相對論比古典力學的概念來得優越，而在其中所遇到的一切困難和其進步之處相較之下，便可等閒視之了。」

總結上文中對愛因斯坦的批評，我得到如下之結論：一、愛因斯坦沒有把下列兩種「相對性」分辨清楚：（一）伽利略相對性原理之相對性、（二）使用任意座標系統之相對性。如 V. Fock 所說的：

He never realised the distinction between relativity in the sense of uniformity of space and relativity in the sense of the possibility of using arbitrary coordinate systems, and he considered the latter relativity to be generalization of the former.

他把這兩種相對性混為一談，而稱前者為「狹義相對性」，稱後者為「廣義相對性」。因此他稱伽利略空間之幾何學為「狹義相對論」，而稱自己發明的重力場論為「廣義相對論」。二、他將慣性座標系統與加速座標系統等量齊觀，而想建立一統一二者之相對論，使物理學定律不但能在慣性座標系統的轉換中保持不變的形式，且能在加速座標系統中保持相同的形式。三、他將慣性作用與重力作用混為一談，而想藉此解消牛頓的慣性定律，改造牛頓力學。

然而，一個新的理論之不為其發明人所完全了解，在歷史上是屢見不鮮的。馬克士威發明了電磁場的理論，但他和赫芝卻一直在用力學的觀念來說明其理論。只有等到羅倫茲、愛因斯坦等人，才將馬克士威方程式的物理意義弄清楚，而證明電磁「場」亦是物質系統的一個獨立構造單位，即「場」亦是物理的實體（Physical Reality）（愛因斯坦有一篇文章，題名“馬克士威對物理實體概念發展的影響”〔Maxwell's Influence on the development of the Conception of Physical Reality〕）因此，愛因斯坦之誤解相對論及重力場論並不足為奇。我們最驚奇的是：何種創造性的衝動竟能使他實現此項偉大的發明？

愛因斯坦得到一九二一年諾貝爾物理獎。得獎的理由是基於他在理論物理學上的貢獻，尤其是發現了光電效應定律。理由中沒有提到相對論的發明，因為當時的科學界仍在討論這個理論，其價值性尚未能確立。一九六九年，瑞典科學院院士 Harald Nordenson 寫了一本書，題名為「相對性、時間與實在」（*Relativity, Time and Reality*）。他在書中說道：「我很高興愛因斯坦沒有因相對論而得諾貝爾獎，因為相對性理論不是物理，而是哲學，據我看，還是差勁的哲學呢！」又說：「愛因斯坦的時間觀念現在是，將來仍是一種空想（Phantom），一種隨便的數學符號，沒有物理意義。」又說：「因此，大量的相對論文獻及其沒有物理意義的美麗而複雜的數學公式都可完全忽視不顧。」

Harald Nordenson所持的理由是：愛因斯坦一方面拒絕「絕對時」的觀念，一方面卻利用「絕對時」的觀念來定義自己的新時間觀念；因此，從邏輯的觀點來看，愛因斯坦的理論自相矛盾，而沒有存在的價值。Nordenson之書從頭到尾，幾乎都在證明這個理由。Nordenson的見解不是沒有道理的。牛頓的「絕對時」代表時間的均勻性。（牛頓說：Absolute, true, and mathematical time, of itself, and from its own nature, flows equably without regard to anything external, and by another name is called duration. [絕對，真實的數學之時間，在自己的本質上與任何外在物皆無關係，而均勻的流動著；若謂之以他名，則稱為延續] [宙·久]）愛因斯坦在定義新的時間概念時，的確用到了絕對時的觀念。然而，Nordenson只知其一，不知其二。他不知道愛因斯坦雖然沒有改變時間的均勻性，但卻改變了時間的幾何性。以前，空間和時間是彼此獨立的。時間只有一個向度，只需要一度空間的幾何來描述其構造。但在相對論中，時間與空間合成四度而不可分解的伽利略空間，時間的幾何性與空間的幾何性有密切的關係，而時間的均勻性也成了伽利略空間之均勻性之一部分。愛因斯坦擴充了伽利略相對性原理的意義，使這個原理也能應用到電磁學上，並由「想像的物理經驗」中，闡明新的時空觀念的意義，這是他最大的功勞。而這筆功勞絕不可因他誤解絕對時的觀念而完全抹除掉！

另外，有人想藉「操作觀點」(Operational Point of View)來否定絕對時的觀念，以為「絕對時」沒有操作上的意義，因而是玄學上的觀念，不得見容於物理學之中。然而，代表時間均勻性之絕對時是「能量守恒定律」的保證，而「能量守恒定律」卻是可以用實驗操作來證明的，而且是屢試不爽的。事實上，物理學的理论構造本來就是建立在實驗操作的基礎上，但這不是說，物理學上每一個概念、命題，都得具有度量上的意義。從現象學的立場看來，物理學的理论構造是「完形的」。物理學理論當然要和物理經驗相符合，但這種符合，是整體的符合，而不是一個個概念、命題與事實經驗作「孤立的」符合。愛因斯坦也說過，一種物理學理論的邏輯系統，「無須要求其所有的斷定，都能獨立的解釋，和操作的檢驗。事實上，這種事情從無任何理論做得到，而也根本不能做到的」(P. A. Schilpp, "Albert Einstein", P. 679)。

我們在前面曾說過，時空連續體的性質不是自有的，而是物理學的理

論構造賦與的；伽利略空間是描述物質系統（包括場和質點）的物理定律所要求的理想四度空間。而我們也知道，物理學的定律乃是建立在反覆實驗、精密觀察的基礎上的。因此，伽利略空間是經驗事實所要求的理想空間。這種空間乃是人類理性自由創造出來的，用來幫助我們說明物理現象的。而對於此空間之幾何學的發明人愛因斯坦，我們謹於此再度表示最崇高的敬意！