原著

從心物二元哲學觀點解讀愛因斯坦相對論物理——兼談愛因斯坦對於心物二元的哲學貢獻

王守益[1] 王淑琴[2]

[1] 新竹國立清華大學物理系退休
[2] 國立彰化師範大學物理系

舉世聞名的愛因斯坦相對論物理必然有其哲學背景。本文從心物二元哲學觀點來作些解讀。我們先陳述實相的四個層次，大略地把現象論分成宏觀與微觀兩大類，同樣也大略地把本體論分成理念與本體兩大層次。本文的主要內容是對應於心物二元的宏觀層次。

爲了比較與討論需要，我們從心物二元哲學觀點來看牛頓的物理架構。牛頓三大運動定律可從操作型定義來作解讀，特別是第二定律 $f = ma$ 的操作型定義。從這裡可以看出，這操作型定義已經把心物二元哲學的「物」切了出來，這也就是科學的誕生。當然我們要說明牛頓的物理科學並不是唯物論。

相對地，愛因斯坦的相對論物理則是以「光速爲常數」作爲基本假設。這是一種「以觀測者個人爲宇宙中心」的描述，也是佛家哲學的「唯心所現」。更明顯的是，愛因斯坦提出第四度的虛數空間 $x_4 = ict$，而虛數 i 是不能在實數世界裡操作的。這第四度空間 x_4 或虛數 i 因已超出「物」的範疇，故在相對論物理裡可被看成是「心」的某種暗示性指標。基於此，我們可以說牛頓把原本是心物二元的「物」切了出來，而愛因斯坦又把切了開來心物二元哲學縫了回去。這縫合回去的效益是，在物理上每當牛頓物理與相對論物理有所差別之時，都是相對論物理取得優勢。在哲學上，尤其是在哲學的宇宙論上，牛頓的重力方程式也被愛因斯坦的引力場方程式所取代。這充分顯示：在宏觀層次實相裡，心物二元才眞正是大自然所作的選擇！

關鍵詞：心物二元、物自體、本體論、唯心論、牛頓、愛因斯坦、相對論、宇宙論

壹、引言

舉世聞名的物理學大師愛因斯坦他自已說他是哲學家，他相信上帝或神靈的存在，而且他相信上帝作主宰不是靠計算機率來作決定。最著名的例子是他和波爾（Niels Bohr）的辯論，當時他表示，他不相信神靈的權威會求助於擲骰子遊戲。[1] 換言之，他的思維體系裡有「物」、「心」、「靈」三者的存在。對於他的相對論物理四大假設，儘管有其物理方面的種種考量作基礎，他必然也受到「物」、「心」、「靈」三者的影響。我們現在從「心物二元」的哲學觀念來重新詮釋他的相對論物理。

爲了便於討論相對論與心物二元哲學，我們將在第貳節裡陳述科學、哲學、與佛學的種種「實相」。我們將這些諸法實相簡化

投稿日期：2003 年 6 月 18 日；接受日期：2003 年 6 月 28 日
聯 絡 人 ：王守益，彰化市工校街 64 號 5 樓
E-mail: sywang@ebtnet.net

爲四個層次來作說明。在討論相對論之前，我們將在第參節裡陳述牛頓物理的相關部份，主要是他的操作型定義的理念。在第肆節裡，我們將從心物二元哲學觀念解讀愛因斯坦相對論物理的四大假設。在第伍節裡，我們將申論第四度空間，$x_4 = ict$，的心物二元哲學意義。在第陸節裡我們將論述愛因斯坦對於心物二元的哲學貢獻。最後我們將在第柒節作一簡單結語。

貳、科學、哲學、與佛學的諸法實相

實相（Reality）這個名辭常被廣泛使用。我們在科學上談實相，在哲學上也談實相，在佛學裡更談諸法實相。雖然科學、哲學、與佛學都談實相，實則其範疇各有不同。科學通常只探究現象，而不討論本體。哲學既談現象，也談本體，但不談靈魂。佛學探究的範疇最廣。由於佛學需要了解佛教的諸多理念，它必須探究現象、本體乃至於靈界的輪迴，即身、心、靈的所有問題，也就是世間、出世間的全部。

簡單地說，傳統的哲學描敘可分爲現象論與本體論兩大類。由於近代物理量子力學的發展，我們可大略地把現象論分成宏觀與微觀兩個層次。又由於相對論物理學的發展，我們可把本體論大略地分成理念層次與終極本體實相層次。下面第肆節第三小節將陳述的廣義相對論等效原理，即是理念層次的具體展現。爲了討論本文的需要，我們先把這四個簡化層次，陳述於後。

一、實相的四個層次

我們可借用「水」這種物質作例子來說明。實相的四個層次可簡單分爲：宏觀（macroscopic）層次、微觀（microscopic）層次、理念層次、以及終極本體實相層次。[2]

1. 宏觀層次

宏觀層次是指現象世界的實相層次，也是我們平常人感官能夠感知的層次。嚴格地說，宏觀層次可再分爲感官層次與超感官層次，前者指應用人類眼耳鼻舌身等五官所能認知的實相層次，後者是指藉用科學儀器的功能對宏觀現象達成認知的實相層次。基本上這種超感官層次只是感官層次功能的延伸或推廣。在一般情形下，我們可把超感官層次簡約地看成是廣義的感官層次。

以「水」來說，它的現象可以是冰、水或雲霧。這種宏觀層次實相的特性是：

a. 感官可以觸知的
b. 實驗上可以觀測的
c. 理論上可以計算的
d. 牛頓物理學可以了解的。

在感官能觸知的範疇內，「心」與「物」兩者是同時存在的。這種實相層次的哲學描敘應是「心物二元論」，在下面第貳節第二小節裡我們有更明確的陳述。

2. 微觀層次

微觀層次實相是指極爲微細的世界，即是指藉用科學儀器的功能對微觀現象（Microscopic phenomena）達成認知的實相層次。以「水」爲例，那就是水分子 H_2O。這種層次的實相特徵是：

a. 不是人類感官可以觸知的
b. 科技儀器可以觀測
c. 理論上可以計算
d. 量子力學等理論可以了解。

這第二層次的實相必須再分作兩類：分子、原子類、與次原子類。次原子類的物質，如電子、質子、中子及其他基本粒子等，常常顯示出「機率波」的性質。物質或粒子的特徵是具有質量（以公克或公斤爲單位）和確定的空間位置；相反地，波則不是，波是以頻率或波長爲特徵，也沒有確定的空間位置（受測不準原理支配）。因此在這第二層次的實相裡，尤其是在次原子範疇，物質的存在基礎已不再有效。在這微觀層次裡「心物二元論」已不眞實。代替的描敘說法可以是「心能二元論」，因爲「能量」可以概括地包含物質。

3. 理念層次

理念層次是指數學、理論性、或觀念性的實相範疇。以「水」爲例，它的形式應該

是「波函數」Ψ，可寫爲Ψ_{H2O}，它可以被視爲一物體的「物自體」(thing-in-itself)。[3] Ψ可以應用量子力學計算出來，但本質上它是複數函數，即含有$i=(-1)^{1/2}$的虛數成份。也因爲這複數性質，Ψ是不可能被實驗觀測到的。[3] 又如下面第肆節第三小節裡談的「等效原理」的理念，也是屬於理念層次，因爲這裡已沒有「物」而只有「心」的理念了。這第三層次的特徵是：

a. 不是人類感官可以觸知的
b. 實驗不能觀測的
c. 理論可以計算
d. 數學或其他學理可以了解。

在理念層次裡，只有思維或個體性的理念等抽象事物存在。物質的現象世界可被認爲是浮在理念層次外面的表象，而且這物質世界是從這觀測者的「心」所展現出來的，即下面第肆節第一小節裡的「唯心所現」。這理念層次的實相應該可以用哲學的「唯心論」（spiritualism）來作描述。

4. 終極本體實相層次

終極本體實相層次是指具有超越性質的不二境界心理狀態。這也是佛陀所証的涅槃境界，即是具有常、樂、我、淨的眞常大我。[2] 由於這不二境界是一直存在著，而且任何人都可以證得，所以它是一種實相。又由於它是終結個別存在的終極狀態，我們稱它爲終極實相。再由於它是哲學人生問題中所最終追求的，也是人類本來或本有的實體，我們將它界定爲哲學本體。當然它也是這四層次實相的最終層次。

以「水」爲例，其形式是不具相的「無相」或「空」的。嚴格地講，應該是「無相無不相」，因爲這終極實相是既沒有「被知者」（被觀測對象）也沒有「知者」（觀測者）的狀態，而無相或空相仍然是被知者的相。[2] 這第四層次實相的特徵是：

a. 不是個別性知者用感官可以觸知的
b. 不是科學實驗所能觀測的
c. 不是理論可以計算的
d. 不是科學或任何其他學問可以了解的。

雖然這不二境界的終極實相超越現象世界，但此境界卻是任何人都可以實際體驗到或證得的。此終極實相層次具有既無知者也無被知者的特徵，這已超越了個別性或個體性的存在範疇，也不是理論所能及。這不是一般的唯心論，因爲一般的唯心論是在先有心與物二者相對理念的前提下才建立出來的理論，而這終極本體實相層次是連知者也沒有的不二境界。[2] 基於此，我們稱此實相爲「超越一元論」或簡稱爲「一元論」。

二、心物二元的「心」永恒存在而且當下就是

前面說感官層次的實相是「心」與「物」的二元實相範疇，其實笛卡兒早就提出這近代的心物二元哲學思想。[4] 這裡要強調說明的是，如向深的實相層次探索下去，如上面第貳節第一小節所述，到了微觀層次的次原子範疇，「物」的根元已然不能成立。繼續探索下去到更深的實相層次裡，更是沒有「物」了。但是「心」作爲根元的部分，在每個實相層次裡一直都成立的。即使在心物二元的實相範疇我們也可看到：心物二元的「心」永恒存在，而且當下就是。關於這一點，我們覺得須再作如下說明。

1.「心」與「我」的關係

首先要說明「心」與「我」的關係。甚麼是「我」？[5,6] 如從笛卡兒「我思故我在」來看，「我」實是認知、辨識、思維、決策、主宰的主體。如再追索下去，就超出了這個個別性的「小我」或「我」的範疇。但從哲學觀點來看，心物二元的「心」主要是指心的「元」或心的本體，也是觀測者的認知、辨識、思維、決策、主宰乃至於佛學的生死輪迴的心的「元」或本體。這種本體即是那不生不滅永恒存在著的不二境界，是在前面第貳節第一小節第 4 點中所述的哲學終極實相，也是佛家的涅槃。[2] 關於本體的不生不滅性等，我們在下面第 2 點將作一簡單說明。

當然，一般文獻所談的「心」可以是指心、意、識三者之任一或三者全部的廣義的「心」。在這層意義上，「心」是包含了個別

性的「我」以及本體的「心」。

2. 本體「心」的不生不滅永恒存在性

本體「心」的不生不滅永恒存在性，可由釋迦佛講述的「顯見不滅」理念來作簡單說明。[7] 所謂「顯見不滅」是說我們能看見東西的那個能見的、本來的主體或功能是不滅的。例如某位老人看他的掌紋，因爲老了，他覺得掌紋花花的看不清晰。他會以爲他能見的主體是和他身體一樣，是變老了，變衰了，也會跟隨身體死亡而變滅。其實他能見的本來主體並不會變老、變衰而變滅。如果他配上一付適當的老花眼鏡，他的掌紋就看得很清晰了。如果他能見的主體已經變老、變衰，很顯然，他在身外配一付眼鏡並不能解釋內在的本質性變衰的問題。由此推之，這能見的主體是不會變老、變衰而變滅，而是不滅不生、永恒地存在著。

有了上述理念，我們便容易從心物二元哲學的本體「心」的觀念，去探究愛因斯坦相對論的物理。但這之前，我們先看看牛頓物理的哲學。

參、牛頓物理的心物二元哲學觀

牛頓物理主要是描敘宏觀或感官（Sensual）層次裡種種實相的自然科學。如上節所述，在感官層次裡的實相應由心物二元哲學所描述。現在我們從心物二元的哲學觀念來看牛頓的物理學。

一、從操作型定義看牛頓三大運動定律

舉世皆知的是，牛頓從蘋果的掉落發現了萬有引力的自然律，但是他更重要的貢獻是他先提出了甚麼是「力」，意即他提出了三大運動定律，由此開創了自然科學的千秋事業。

牛頓三大運動定律是牛頓物理的基本理論架構。仔細看來，這三條定律實是以第二定律爲其主要內涵。這第二定律是陳述甚麼是力，而且是以操作型定義來陳述的。

1. 牛頓第二定律的操作型定義

牛頓三大運動定律的第二定律 $f = ma$ 即是「力等於質量乘以加速度」。具體地說，一質量爲 m 的物體受到一外力 f 作用，即產生一加速度 a，其中純量 m 與向量 f 和 a 的關係是 $f = ma$。爲什麼 m 乘 a 剛好等於 f？這就表示第二定律是 f 的一種操作型定義。理由是 m 是質量，以公克爲單位，它是可以用數量及單位來量度或操作的。換言之，質量 m 已有了操作型定義。加速度 a 是速度向量 v 對於時間的改變率，而速度又是位移向量 r 對於時間的改變率。因爲位移與時間都分別以公分與秒爲其數量單位，因此加速度 a 也具有可數量化、可操作的操作型定義。

現在來看力 f 的情形。當一物體受力作用產生運動狀態改變之時，其力的大小是不易被直接觀察或量度出來的，因爲力不是所謂的「基本量」。力學的基本量是長度 c（公分）、質量 g（公克）、時間 s（秒）的 cgs 制，這些基本量才是可以直接被量度或被操作出來的。

由於 m 與 a 能被量度或操作，$f = ma$ 的關係即變成力 f 的定義，同時力 f 也能被操作及量度了，其單位定名爲達因（dyne），其數量即 ma 的數值。基於這個理念，牛頓第二定律 $f = ma$ 可以被解讀爲是對力 f 的一種操作型定義。[8]

2. 第二定律與第一、三定律的主從關係

當外力 $f = 0$ 時，從第二定律可得出加速度 $a = 0$，即速度 v 爲不變量的等速。這就是「靜者恒靜，動者以等速直線運動恒動」的第一定律或慣性定律。因此第一定律是第二定律在 $f = 0$ 時的特例。

第一定律是否只是第二定律在 $f = 0$ 時的特例？或是有它必須被特別提出來的原因？第二定律 $f = ma$ 既然是力 f 的操作型定義，這定義本身就沒有正確或不正確的問題。但在實際應用到大自然現象時，是否眞有 $f = 0$ 的情形存在？例如二物體間的萬有引力，不管它們相距多遠，它們之間總有一不等於 0 的力存在著。因此，對於 $f = 0$ 的情形必須作特別考慮。

因爲第二定律只是一個定義，不能確定是否可以把它應用到 $f = 0$ 的情形，也就是不

能確知是否眞有慣性系統存在，所以牛頓提出第一定律就是肯定(其實是假設) $f = 0$ 的情形存在，也就是肯定慣性系統的存在。這才能使得第二定律具有充分的物理意義。

第三定律可以簡單地看成是在第二定律定義下的力的應用。當一物體 A 施一作用力 f 於另一物體 B 時，物體 B 也必然同時施一反作用力 $-f$ 於 A 。 A 與 B 分別所受的力 $-f$ 與 f 的大小和方向都是由第二定律來決定。這就是「作用力與反作用力大小相等方向相反」的牛頓第三運動定律。第三運動定律的正確性是實驗驗証的結果，也是第二定律定義下的力在二物體交互作用時的應用。

二、牛頓以操作型定義把心物二元的「物」切了出來：科學的誕生

操作型定義怎樣能把心物二元的「物」切出來呢？我們先來看它的科學意義。

1. 操作型定義的科學意義

牛頓三大運動定律操作型定義的理念很自然地從「力」推廣到「能量」以及其他種種物質性質，這就開啓了「科學」的大門，牛頓也成爲自然科學的開山祖師。也基於這操作型定義理念，自然科學應具有下列性質：

a. 可重複性：不同觀測者或研究人員所得的實驗成果必須具有可重複性。對同一自然現象問題的觀測與運作，必須力求達成相同的共識。
b. 被觀測者與觀測者互不相干：被觀測者（物）的大自然現象世界是屬於客觀而獨立的存在。觀測者（心）與被觀測者（物）各自獨立，且互不影響。觀測過程不影響觀測者與被觀測者的存在狀態。
c. 探究範疇不及於哲學本體：由於操作型定義規範的侷限，牛頓自然科學的探究範疇只及於大自然界物質、能量等的現象界，而不及於哲學的本體範疇。

2. 科學並非唯物論，而是探究心物二元哲學的必要進化過程

由上述說明可知，從哲學觀念看，牛頓實質上是應用了操作型定義的理念，把宏觀層次的心物二元哲學的「物」切了出來。牛頓撇開本體的「心」不談，只從事現象（物）的單純研究，而導致科學的誕生。

但在這裡我們必須要說明科學並非「唯物論」。原因是在宇宙人生的大自然界裡，任何現象都必然有其根源所在，其終極根源應是哲學的本體。即使是最單純的一個物體，德國哲學大師康德也主張它有一不可觀測的「物自體」存在。[3] 這表示現象與本體猶如樹的枝葉與樹的樹根；枝葉與根有密不可分的關係。樹根雖然在空氣範疇中見不到，但在泥土範疇中是有其存在的。[5] 因此探究現象問題的科學只是不談本體問題，並非，也不可能否定哲學本體的存在。

如果從另一觀點來看，牛頓的物理學可以被看成是把心物二元哲學作出了分段式的簡化處理，即是先探究表現於外的物質現象部份，待研發成熟，需要作深入探究之時，再逐漸向本體範疇推進。其實本文下節要談的相對論物理的心物二元哲學觀即是由科學回向哲學的一個重要里程碑。

肆、相對論物理的心物二元哲學觀

愛因斯坦相對論物理的內容主要是假設、推論及科學性的實驗驗証，其中的推論包含各種理論，如四度空間的張量微積分及黎曼（Riemann）微分幾何等的艱深數學。[9] 和本文心物二元哲學觀念最相關的應是相對論物理的假設部份。下面來看看相對論物理的四個假設，即狹義相對論的兩個假設與廣義相對論的兩個假設。

一、相對論第一個假設的哲學意義：唯心所現

愛因斯坦認爲光速 c 爲常數是光的傳播法則或定律。它表示兩個慣性(不受外力作用)的觀測者 S 與 S' 不管他們的相對運動速度 v 的方向和大小是多少，他們所觀測到的同一道光線的最前端在眞空中的速度都同樣是 3 x

10^8m/s 。換言之，光速是在每個人心中作相同的展現，是一種「以觀測者個人爲宇宙的中心」的描述。這即是佛家哲學或佛學所說的「唯心所現」。[10,11]

所謂唯心所現即是說宇宙萬象都是唯獨觀測者自己的心所變現出來的。一紅色物體的紅色並不是它本身是紅色，這紅色是觀看它的人的心中所現的。這可由幾何光學作出証明。[10]

至於爲何每個人都看到大約相同的紅色？原因是因爲每個人都具有相同的視神經系統，這在佛學層面稱之爲「同分妄見」。[12] 所謂妄見是說所見的影象是視神經系統所變現的，是虛妄的。因此，其他生物如貓、狗、蜻蜓、蝴蝶之類所看到的形象不會相同，因爲他們與人類的辨識神經系統不相同，即不是「同分」，他們的視神經系統所變現出來的形象自然也不同了。

宇宙萬象既是觀測者心中所變現，光速自不例外。每位觀測者，不管他們之間的相對速度是多少，因爲「同分」之故，都應觀測到同樣的光速。這個光速爲常數的看法即是愛因斯坦相對論物理的第一個假設。其形而上的根源可追溯至佛家的唯心所現或心物二元哲學的「心」。[13]

二、相對論第二個假設與羅倫茲變換

繼續考慮上面一小節所述，如 S 和 S' 兩個慣性座標系統的運動方向與光的傳播方向都是沿 x 方向，則 S 觀測到的光的傳播定律即光在眞空中的運動方程式：$x = ct$ 或 $x\text{-}ct = 0$ ，其中 t 是時間。甚麼是 S' 觀測到的光的運動方程式？

1. 第二個假設的形而上根源：心物二元哲學的「心」

基於宇宙萬象都是每一位觀測者自已「唯心所現」的事實，或基於光速爲常數的第一個假設，這個光的傳播定律在另一個慣性觀測者 S' 看來也應該具有同一的形式，即：$x'\text{-}ct'= 0$ ，當然光速 $c'= c$ 都同樣是 3×10^8m/s。愛因斯坦把這種「同一形式」的理念推廣到其他所有正確的物理定律，便是相對論的另一個或第二個假設，即「任一物理定律在所有慣性系中皆有同一形式」。[14]

愛因斯坦這種推廣的思維「可能」來自他對大自然(或上帝)運作的體會。在前面引言裡我們談到愛因斯坦對上帝的看法，他認爲上帝不需要擲骰子來決定事情。換言之，上帝會採取的方式是讓任一物理定律對於任一觀測者都呈現同一的形式，因爲這種方式對每位觀測者都是最公平、單純而不需擲骰子來作決定。他後來與波爾對量子物理的著名擲骰子辯論也應該是基於這公平而單純的理念。[1] 從佛家哲學看來，這種對每一觀測者都相同的呈現就是上面第肆節第一小節所說的「同分妄見」。

由上段可知這第二個假設是光的傳播定律具有「同一形式」理念的一種推廣。又因這「同一形式」來自每一位觀測者的「唯心所現」與「同分妄見」，這第二個假設的形而上根源仍可溯至佛家的唯心所現或心物二元哲學的「心」。

2. 羅倫茲變換：不同觀測者心中所現「同一形式」理念的表達

羅倫茲變換（Lorentz transformation）的推導可由 S 和 S' 二系統中光的傳播定律具有相同形式的理念而得出。[14] 這個變換即可用來判斷一物理定律是否合乎相對論的要求。我們在下面會述及牛頓的 $f = ma$ 並不合乎羅倫茲變換，故 $f = ma$ 並不是物理定律的基本形式，它需要作出相對論的對應公式才算完全正確。

由於每位觀測者只能觀測到他自己座標系統內的宇宙萬象（即他的唯心所現），羅倫茲變換可以看成是不同觀測者心中所現「同一形式」理念的表達，也是兩位觀測者所觀測實驗的相互換算、比較、溝通的工具。愛因斯坦後來使用張量代數（Tensor algebra）方法即是基於這個理念。祇要能把物理定律寫成矢量或張量方程式，這定律就符合羅倫茲變換，也符合相對論原理。[15]

羅倫茲變換原是羅倫茲爲電動力學物理而作，現在可看成相對論第二個假設的一種表達形式。由於這第二個假設的形而上根源

來自心物二元哲學的「心」，羅倫茲變換的形而上根源也可追溯到心物二元哲學的「心」。

三、廣義相對論的兩個假設：等效原理與同一形式

廣義相對論是將前述相對論（即狹義相對論）推廣到可以納入萬有引力或重力的大學問。其前提也是兩個假設。第一個假設是等效原理。

所謂等效原理是說重力或引力場與座標系統的加速度具有相等的效應或效果。例如在一靜止的電梯內，一位實驗者站在一磅秤上所受到重力（$m_g g$）的大小或是他的體重可以由磅秤上讀出來。假如電梯的電纜線被切斷了，此時電梯、磅秤和他都變成同一加速度 a 的自由落體，但此時磅秤上顯示出他的重力爲零。換言之，他原來受的重力已被他的座標系統（包含電梯、磅秤）加速度的慣性力所取代了。從牛頓的慣性定律看，他具有加速度 a 的慣性力是 $f = m_i a$，其中 m_i 是他的慣性質量。當這重力與慣性力相等時即得到 $m_g/m_i = 1$ 的結果。[16] 所以這個等效原理的假設實際上是：重力質量 m_g 與慣性質量 m_i 相等。利用等效原理，原來要處理的重力問題就變成處理座標系統加速度的問題。原來產生重力的物質的作用就變成座標系統所描敘的空間的彎曲。

廣義相對論的第二個假設也是同一形式，即：「任一物理定律，在任何運動座標系統中，皆有同一的形式。」[17] 這個假設是上面第肆節第二小節所述的狹義相對論第二個假設的推展，即是將慣性座標系統推展爲任何運動座標系統。從哲學的四層次實相來看，將重力問題轉變成座標系統加速度問題即是將「宏觀層次」具相的物理問題轉移到不具相的「理念層次」裡去，這裡已沒有「物」而只有「心」了。

也基於這等效原理，愛因斯坦才能用「四度空間」的（微分）幾何性質（包含空間彎曲等性質）來代替萬有引力。[16] 在下面第伍節裡，我們將說明這「第四度空間」應可看成是心物二元哲學的「心」的某種暗示性指標。

伍、虛妄、真實、與第四度空間 $x_4 = ict$ 的虛數

相對論的四度空間是牛頓的三度空間（x, y, z）或（x_1, x_2, x_3）加上第四度空間 x_4。第四度空間 $x_4 = ict$ 是非常具有哲學意義的。現陳述於下。

一、引述愛因斯坦自己的說法

我們現在引述愛因斯坦自己的說法來說明使用四度空間的來源及其正確性。愛因斯坦說：「乍聽『四度空間』這個名詞的時候會受到一種難以言述的驚嚇，殊不知我們所居住的世界就是一個最具代表性的四度空-時連續的地方。」[18]

愛因斯坦爲了要定義他所認識的四度空間，他說：「我們將常用的時間坐標 t 用一個成比例的虛數值 $(-1)^{1/2}ct$ 取代，在這種情形下，自然律滿足了特殊相對論所假設的數學形式的要求，同時，時間坐標的作用與其他三個空間坐標完全一樣，於是，這四個坐標就與歐氏幾何中的三個空間坐標完全對應。」[19]

二、虛妄與真實

上面愛因斯坦的兩段話表明我們所居住的世界不是一個牛頓物理的三度空間，或空間與時間可以分開來看的世界。換言之，如果我們把時間和空間作出分別開來的想法或處理時，我們已從所居住的四度空間投影到三度空間了。

如果我們對空間、時間都不作任何「分別想」，根据上面愛因斯坦的看法，我們本來就是居住在四度空間裡，至少沒有明顯地掉入牛頓的三度空間去。談到這裡，不禁令人聯想到禪宗六祖惠能的話：「分別一切法，不起分別想」。也許在生活活動中不能不「分別一切法」，但是仍要儘量應用「不起分別想」的方法，務使自己不要落入人世間的三度空間吧！[20] 當然禪宗主張的「離言絕思」也應該是同樣的旨趣。

四度空間的人看三度空間的事物，會覺

得三度空間的事物是虛妄而不眞實的。高度空間的觀測者常認爲低度空間的事物是不眞的。例如在二度球面空間裡，兩點間最短線的「直線」在三度空間的觀測者看來，並不是直線，而是彎曲的線。[21]

地心引力是牛頓三度空間裡的觀念。在四度空間的相對論裡，蘋果向地心垂直下落的走向已不存在了。取而代之的是，它的走向是沿著四度空間球面上的「測地線」或「最短線」(geodesics) 的路線。[22]

蘋果下落的速度不高，但若考慮物質世界中速度最高的光，則就奇怪了。假如一人在座標原點按一下手電筒向某一方向發出一道光。光在 t 時間所行進的距離可以分別在三度及四度空間來看。三度空間的觀測者看到的「三度距離」是

$$(x_1)^2+(x_2)^2+(x_3)^2)^{1/2}=ct>0,$$

這距離是我們三度空間的人實際上觀測到的，當然是大於零。但是四度空間的觀測者看到的「四度距離」是

$$(x_1)^2+(x_2)^2+(x_3)^2+(x_4)^2)^{1/2}=0,$$

原因是 $(x_4)^2=c^2t^2$ 剛好使得上式的左端爲零。費曼也談過類似的結果。[23] 這結果表示，儘管三度空間的人看到光的發射，但四度空間的觀測者觀測到的是光並沒有發射出來，而是三度空間的人所見的虛妄相。這種由四度空間的人來看是三度空間的人所見的虛妄相的觀法，就有些像《金剛經》卷尾的四句偈所說的：「一切有爲法，如夢幻泡影，如露亦如電，應作如是觀！」

三、x_4 或 i 可看成「心」的某種暗示性指標

如前面第貳節第一小節第 1 點及第貳節第二小節所述，我們所居住的世界應是一個心物二元哲學的實相世界。愛因斯坦說我們所居住的世界就是一個四度空間的地方。比較之下，這四度空間的表達必然有心物二元哲學的「心」的部份。其次，又因爲這第四度空間 $x_4=ict$ 裡的時間 t 是記錄事物發生次序的參數，而這事物的依次發生也是「唯心所現」，故 x_4 也是脫離不了「心」的範疇。更重要的是，這第四度空間 $x_4=ict$ 中的 $i=(-1)^{1/2}$ 是虛數，是實驗上不能被觀測到的，是超越「物」的範疇的。基於這三點理由，x_4 或 i 應可被解讀爲：心物二元哲學的「心」的某種暗示性指標。

陸、愛因斯坦對於心物二元哲學的貢獻

愛因斯坦對於哲學有很多方面的貢獻，在這裡我們僅就前面各節所述的相關內容對於心物二元的「心」的方面簡略地作一陳述。

一、解除掉操作型定義：超越了「物」的侷限

在前面第參節第一小節，我們陳述 $f=ma$ 的操作型定義。由於所有物理學家都按同樣的定義操作，於是科學家們趨向於達成對於「物質世界」的認知的共識，也因此不能超越「物」的侷限，而認爲時間與空間是客觀地分別獨立存在的。例如在 $f=ma$ 的操作型定義裡，我們測量加速度 a 必須使用分別獨立存在的時間 t。在相對論裡，對應於 $f=ma$，式中的微分時間 dt 是「微分原時」$d\tau$ (proper time)，在 $d\tau$ 中不是只有時間，而是時間與空間一起參與的。[24] 這就不能用分別度量時間的方法來操作了。很明顯地，相對論已不受操作型定義的約束，因此已超越了「物」的侷限。

二、愛因斯坦提出第四度空間 $x_4=ict$，縫合了心物二元哲學

牛頓物理的時空結構是三度空間加上時間，其中時間只有單方向地從過去到未來的流向，因此可被看成是空間事物發生次序的指標參數。基於這三度空時理念及前述的操作型定義，牛頓把原本是心物二元的「物」切了出來，開創了自然科學。相對地，愛因斯坦提出第四度的虛數值空間 $x_4=ict$，其中虛數 i 是不能在實數世界裡操作的，而且 i 在相對論物理裡可被看成是「心」的某種暗示

性指標。基於此，我們可說牛頓把原本是心物二元的「物」切了出來，而愛因斯坦又把切了開來心物二元哲學縫了回去。

把哲學縫了回去的好處是不單在哲學上不至於只有「物」而沒有「心」，在科學上更得到十分優異的成果，比牛頓物理處處都要殊勝些。關於這一點，費曼先生有一段話說：「有一點非常重要，那就是：舉凡依照愛因斯坦理論預期的結果，若跟牛頓力學觀念有明顯差異的話，大自然都選擇跟隨愛因斯坦的理論走，至今尚無例外。」[25]

三、愛因斯坦對於哲學宇宙論的貢獻

宇宙論是探究我們現存宇宙的學問，包括天地日月星辰是怎樣形成和怎樣演化等等問題。這確是集合古今中外各大天文學家、科學家、數學家、哲學家、宗教家們等的研究成果而逐漸達成共識的大學問。其理論基礎原是由牛頓關於天體運行的重力方程式所主導，但自愛因斯坦廣義相對論發展出來以來，這個宇宙論的理論基礎就轉移到愛因斯坦的引力場方程式。

愛因斯坦爲了要滿足當時所認知的不會擴張也不會收縮的靜態宇宙，他根據數學觀念，在他的引力場方程式中加上了一個「宇宙常數」(cosmological constant)的修正項。這在後來他承認那是他一生中的最大錯誤。[26] 有作者將這個引力場方程式在宇宙論中的權威性比喻爲相當於電動力學裡的馬克氏威爾方程式（Maxwell Eqs.）。[27] 其實它的實用價值也非常之高。這可從兩位年青數學家的成果得到印証。一位是 Karl Schwartzchild ，他從這方程式得到「黑洞」存在的預測，後來由於「雙星」（binary stars）等的出現而得到了証實。[28,29] 另一位是 Alexander Friedmann ，他從這個修正方程式作出宇宙更有可能發生的解，認爲該解對應到擴張的宇宙。這在後來爲 Hubble 所觀測到的宇宙擴張所証實。[30,31] 可惜的是，這兩位了不起的天才數學家都是英年早逝，未能看到他們所預測的結果獲得實驗證實。

從心物二元哲學觀念看來，如前面第肆節所述，愛因斯坦的引力場方程式的根源是「光速爲常數」等基本假設，而這些基本假設又可追溯到「唯心所現」的「心」。相對於牛頓的宇宙論，我們可說愛因斯坦引入了心物二元的「心」，以取代牛頓以「物」爲基礎的宇宙論，成就了引力場方程式等宇宙論的理論基礎。

是什麼根本原因取代了牛頓以「物」爲基礎的宇宙論？基於上述，答案應該是：在宏觀層次實相裡，心物二元才眞正是大自然所作的選擇！

柒、結語

讓我們用下面三個問答作我們的簡單結語：

第一、我們主旨在談心物二元的「心」，問題是「心」在相對論裡的甚麼地方展現？

答案：在「光速爲常數」上展現。理由是：能觀測「光速爲常數」現象的，是每位觀測者「心」的功能的展現，科學儀器只是心的觀測功能的延伸。這也是「心」的存在的實証。

第二、我們說牛頓切開了心物二元哲學而展開了自然科學，又說愛因斯坦縫合了心物二元哲學，問題是在相對論裡的甚麼地方縫合的？

答案：愛因斯坦在相對論裡開頭處所作的「假設」上做縫合，首先是假設在眞空中「光速爲常數」，然後以此爲基礎，隨其需要而提出相對論的四大假設。

第三、心物二元與愛因斯坦的四度空間如何關聯？

答案：愛因斯坦的四度空間（人類所居住的空間，不是指基本粒子）是心物二元哲學的某種程度的數學形式的表達。理由是：牛頓的三度空間加上時間參數的架構主要是描敘「物」的世界，愛因斯坦的第四度空間 $x_4 = ict$ 中的 $i = (-1)^{1/2}$ 是虛數，是實驗上不能被觀測到的，是超越「物」的範疇的，應是「

心」的某種暗示性指標。

參考文獻

1. 王守益 譯。*原子物理與人類的知識*。台北市：台灣商務印書館，1973 年。(譯自：Bohr NHD. Atomic Physics and Human Knowledge。New York: John Wiley and Sons, 1963)
2. 王守益。從科學觀點提出哲學本体及其與佛教涅槃之等同。*佛學與科學* 2001; 2: 88-97
3. 王守益、王慧琴。量子力學波函數與康德的物自体。*佛學與科學* 2000; 1: 21-30
4. 鄔昆如。*西洋哲學十二講*。台北市：東大圖書公司，1987 年，頁 141
5. 王守益。「無我」與「有我」的比較、釐清、圓通與整合。*佛學與科學* 2003; 4: 15-26
6. 王智益、王月娥。假我與眞我的辨識修眞：提出一種禪識圓修模式。*無心山通訊*2003; 3: 43-67
7. *《大佛頂首楞嚴經》*。佛教出版社，1987 年，卷 2，頁 30
8. Halliday D and Resnick R. *Fundamentals of Physics.* New York: John Wiley & Sons, 1988, p. 82
9. 吳大猷。理論物理第四冊：*相對論*。臺北市：聯經出版社，1987 年，頁 139。
10. 王智益 (王守益)。*三個三分鐘的現代佛學*。新竹市：三季出版社，1995 年，頁 23-28
11. 同 7，頁 36
12. 同 7，頁 56
13. 王智益。愛因斯坦相對論假設可追溯到佛學的「唯心所現」？！。*佛學與科學* 2003; 4: 45-47
14. 同 9，頁 22
15. 同 9，頁 41
16. 同 9，頁 179
17. 同 9，頁 171
18. 江紀成、李琳。*相對論*。臺北市：徐氏基金會，1997 年。頁 30
19. 同 18，頁 32
20. 唐．法海。*大鑑禪師法寶壇經述旨．機緣品*。台北市：台灣諾那精舍，1977 年，頁 37
21. 師明睿 譯。*費曼的六堂 easy 相對論*。台北市：天下文化書坊，2001 年，頁 159。(譯自：Feynman RP. *Six Not-So-Easy Pieces: Einstein Relativity, Symmetry, and Space-Time.* Cambridge: Perseus Publishing, 1998)
22. 同 9，頁 137
23. 同 21，頁 137
24. 同 9，頁 89
25. 同 21，頁 153
26. 葉李華 譯。*大霹靂*。台北市：天下文化書坊，1995年，頁35。(譯自：Barrow JD. *The Origin of the Universe.* New York: Prometheus Books, 1988)
27. 盧炬甫 譯。*黑洞*。湖南科學技術出版社，頁26 (譯自：Luminet J-P. *Black Holes.* Cambridge: Cambridge University Press, 1992)
28. 同 9，頁 228
29. 蔡承志、潘恩典 譯。*穿梭超時空*。台北市：商周出版，1998 年，頁 297。(譯自：Kaku M. *Hyperspace: A Scientific Odyssey Through Parallel Universe, Time Warps, and the Tenth Dimension.* Peterborough: Anchor Books, 1995)
30. 同 26，頁 35
31. 林淑眞、林宏濤 譯。*預知宇宙紀事*。台北市：商周出版，1998 年，頁 23。(譯自：Ferris T. *The Whole Shebang: A State of the Universe Report.* London: Simon & Schuster UK Ltd, 1997)

Understanding Einstein's relativity physics from the viewpoint of mind-matter dualism: stating also about Einstein's contribution to mind-matter dualism philosophy

George S Wang[1] and Shu-chin Wang[2]

[1]Retired from Department of Physics, National Tsing-hua University, Hsin-chu, TAIWAN
[2]Physics Department, National Changhua University of Education, Changhua, TAIWAN

The world famous Einstein's relativity physics has interesting and significant background of philosophy. Here we try to visualize the relativity physics from the viewpoint of the mind-matter dualism. We first state all kinds of reality in the scheme of 4 levels, which, simply speaking, consists of macroscopic and microscopic levels of reality for phenomenal world, and conceptual and noumenal levels for the ontalogy.

To facilitate our discussion we need to visualize Newtonian physics also from the viewpoint of mind-matter dualism. The Newtonian three laws of motion can be visualized from the viewpoint of operational definition of physical entities, starting with the 2nd law of motion, $f = ma$. It can be seen that practice of this operational definition had already cut off the matter part out of the mind-matter dualism and had also resulted in the birth of Natural science. However, we must emphasize that certainly physical science is not materialism.

On the contrary, Einstein's relativity physics has "Velocity of light c being a constant" as its fundamental hypothesis. This hypothesis can be seen as a description of the universe with its origin centered at each individual observer. This is the concept in Buddhism that all phenomena of the universe are emergence of the individual observer's mind. The most important statement of Einstein is the 4th dimension $x_4 = ict$, where $i = (-1)^{1/2}$ is imaginary and is not measurable or operational in real number world. Since x_4 is beyond the domain of matter, it should denote some implicit index of the mind because of the existing mind-matter dualism. Consequently, we may claim that, whereas Newton cut off the matter part from the mind-matter dualism, Einstein sewed on and recovered the dualism. Benefits of the sewing on are at least twofold: on physics and on philosophy. For physics part, wherever Newtonian physics and relativity physics are different the latter is always better than the former with no exception up to present. For philosophy part, on the cosmology, for example, the Newtonian gravitational equation has been well replaced by Einstein's cosmological field equation. This seems to strongly demonstrate: What the Nature chooses is the mind-matter dualism in the macroscopic level of reality.

Keywords: mind-matter dualism, noumenon, ontology, spiritualism, Newton, Einstein, relativity, cosmology