

論笛卡兒與萊布尼茲「力」概念的形上基礎

劉俊法

輔仁大學哲學系助理教授

內容摘要：本篇論文針對物理學中「力」概念形成初期，笛卡兒和萊布尼茲之間對這一概念形而上理解的同異，做一比較與批評，並藉由萊布尼茲與笛卡兒主義者間關於力度量的爭議，說明在不同的自然形上基礎之下，能產生如何不同的科學理論。筆者同時分析論證，正由於這一不同的自然形上基礎，使得上述爭議無法達成和解。進而透過這一實例，說明自然的形上認識，如何在歷史上就已經先決地進入科學知識之中，並對科學理論產生決定性的影響。

關鍵詞：力、笛卡兒、萊布尼茲、形上學

對科學知識的反省，是西方自柏拉圖以來的古老哲學傳統。不論是《泰阿泰德篇》中對知識定義的探究，休謨透過心理主義對知識確定基礎的懷疑，康德先驗哲學對科學知識的基礎重建，直到當代科學哲學對科學語言的分析，甚至孔恩以典範間的革命轉移，來說明科學真理如何被接受認定。哲學家們都嘗試從不同角度，說明那些我們所認定的科學真理，它們本身究竟是什麼。然而，這一對科學真理的檢視，不應只是研究它所使用的概念的歷史演變，或只是對其邏輯結構的分析，而更應該要重視它所運用概念的形上基礎。因為自然科學中所運用概念的本質，正從根本上決定了自然科學的發展。而由於「力」概念，不但是古典力學，也是當代物理學中仍然相當重要的基本概念。所以，以下將特別針對物理學上的「力」概念，從事它形上基礎的研究。具體來說，以下將針對物理學中「力」概念形成初期，笛卡兒(René Descartes;1596-1650) 和萊布尼茲(Gottfried Wilhelm Leibniz;1646-1716) 之間對這一概念形而上理解的同異，做一比較與批評，並由此發現在這一概念中，形上學如何與物理學關聯在一起。

笛卡兒和萊布尼茲這兩位在形上學上分別以「心物二元論」和「單子論」建立

影響的哲學家，在 17 世紀時同樣都是著名的數學家和物理學家。更恰當地說，當時做為自然哲學的物理學，並沒有和哲學有如同今日一般明顯的界限。而從這裡我們就可以預見，這兩位在形上學上有不同主張的哲學家，在仍做為自然哲學的物理學上，會有不同的看法。事實上，笛卡兒的追隨者與萊布尼茲之間，確實有一關於「力」度量標準的著名爭議。這一爭議在他們各自的追隨者間，進行了將近百年。因此，我們將在本文中，首先考量他們各自關於「力」形上意義的認識，接著再從他們對「力」度量的看法中，重新發現這一形上學的預設，以及它們在如何程度上，造成了「力」度量爭議無法和解的背後根本原因。

根據以上的論述，本文的目的就是要藉由萊布尼茲與笛卡兒主義者間關於力度量的爭議，說明在不同的自然形上基礎之下，能產生如何不同的科學理論。並同時分析論證，正是因為這不同的自然形上基礎，使得上述爭議無法達成和解。進而透過這一實例，說明自然的形上認識，如何在歷史上就已經先決地進入科學知識之中，並對科學理論產生決定性的影響。形上學與科學之間的關係，絕不是介於無根據的玄學與清晰明確的真理之間的矛盾對立關係，形上學本身毋寧是科學知識得以被提出的先決條件。

在比較笛卡兒與萊布尼茲的「力」概念之前，首先我們要簡單地回溯近代科學形成前，「力」概念發展的歷史演變。

科學上的「力」概念形成，至少可以回溯到亞里斯多德使用「潛能」(*dýnamis*)這一概念，來解釋變化的發生。然而「力」這一概念在日常語言上的運用，卻早在科學對自然的系統研究之前。在日常生活中，我們已經把自己運用影響的能力概念化，並用「力」來命名這一概念。這一概念的源頭在於我們生理上的肌肉緊繃感，或是心理上所感受到的強烈意志。而這些在生理或心理上確實經驗到的感受，使我們相信它們就是影響與作用確實能產生的原因。接下來我們更把這一生理與心理上的實在經驗，投射於自然之中，並相信在自然的種種變化之後，同樣也有一在自然中起作用的力，以使得自然中的變化能夠發生。因此，對於自然力的預設，其實是在自然之中，預設了形上的普遍因果關係，透過這一普遍的因果關係，我們得以解釋並預測自然的變化。在歷史初期的神話中，我們常以自然神靈來當做這一自然力，解釋自然變化得以發生的原因，例如山神、河神等等。

而從對「力」的科學研究來看，亞里斯多德雖然透過「潛能」的概念，系統地解釋了變化的發生。但是對於一丟擲於空中的物體，他卻面臨了解釋上的困難。因為亞里斯多德認為，物體的運動必須有一外在於物體的原因，以使它運動。然而，投擲物離開了它運動的原因（例如丟擲出石頭的手或機械）之後，如何還能在空中

繼續飛行？如何還能做這一違背物體本性（朝地面落下）的非自然運動？因此他便主張，是那與投擲物接觸的空氣，傳達給物體那使它能繼續飛行的運動力，是空氣作為運動的「外在因」，在空中推動了物體。¹ 這一理論在中世紀晚期，當亞里斯多德的文稿在拉丁語的歐洲被大量翻譯研究之後，受到了挑戰。布里丹（Jean Buridan; 1292-1363）在他對亞里斯多德的物理學評註中認為，並不是空氣傳達了運動的原因，而是被投射出的物體中，本身就承接了一「衝力」（*impetus*）。這一「衝力」內在於被運動的物體之中，它本身是運動的原因，使得物體能繼續在空中飛行。² 類似這樣對亞里斯多德物理學的批評，一直進行到了近代早期。笛卡兒的自然哲學，基本上也可被認定是一對從亞里斯多德以來自然哲學的修正與批評。

I. 笛卡兒的「力」概念

笛卡兒科學研究的根據，是他一貫相信的方法：科學研究必須建立在完全穩固的基礎上。而這一穩固的基礎，就在於所使用概念本身的明確與清晰。因此他認為，相對於心靈實體是一思考著的東西（*res cogitans*），自然物體就只是一有展延的東西（*res extensa*）。任何對於物體的描述，只要脫離了展延這一顯明的概念，都不具有穩固的基礎。在《哲學原理》（*Principia philosophiae*）中，笛卡兒強調：

所有能歸於物體的，都預設了展延，且只是有展延東西的某一模態。³

自然物體中的所有現象變化，都是這一有展延東西在它空間展延上的變化，換句話說，現象變化基本上都是由物體運動而產生的。然而在這裡卻產生了一些笛卡兒哲學中的特別問題：如果運動物體中的「力」能歸於物體本身的模態，那麼它是否能夠由展延推導出來？是否在「力」這一概念中已經預設了展延？在《哲學原理》中，笛卡兒確實用「力」（*vis*）這一概念來說明他的運動法則⁴，並且認為「力」是在封閉運動系統中，總體大小不變的守恆運動量⁵。但是針對「力」是否是運動物體

¹ Aristotle, *Physics*, IV, 215 a 14-17; VIII, 266 b 28-267 a 20.

² 參見 Anneliese Maier. *An der Grenze von Scholastik und Naturwissenschaft*. Rom: Ed. di "Storia e Letteratura", 1952, p. 185。

³ René Descartes. *Principia philosophiae*, I, § 53 in *Oeuvres de Descartes*, VIII-1, p. 25.

⁴ 參見 *Principia philosophiae*, II, § 40 in *Oeuvres de Descartes*, VIII-1, p. 65。

⁵ 參見 *Principia philosophiae*, II, § 36 in *Oeuvres de Descartes*, VIII-1, p. 61。

中展延模態的問題，他卻從未做一清楚的說明。他一方面如同亞里斯多德一般，認為運動力只存在於運動的原因內，不在被運動的物體之中⁶。這並不是要去批評中世紀晚期的「衝力」理論，並主張回歸亞里斯多德的自然形上學。對笛卡兒而言，如果我們在物體之中預設一「內在力」以作為運動的原因，似乎正使得他所主張的，心靈與物體間的明確界限，又重新模糊掉了。因為這正使得物體中，好像有一能動的靈魂一般。但從另一方面來說，笛卡兒卻也認為，運動力的度量是可以以物體大小和運動速度的乘積，來做一量化的認定⁷，並且將它稱為「運動量」(*quantitas motus*)⁸。這就使得「力」可以成為物體展延屬性下的一個模態，而歸屬於物體。但是，這卻又將面臨了如何去解釋，一物體模態影響另一物體模態的難題。因為，物體的模態顯然不是一可從它分離出來的一部分，所以不能夠被傳遞。

從這一對「力」概念形上基礎在笛卡兒自然哲學中的模糊性來看，笛卡兒對「力」概念的使用，顯然是建立在日常生活語言上，出自於普遍因果關係而來的運用。只是笛卡兒從未反省這一因果關係在自然現象中的正當性，也從未明確的將「力」這一概念，與普遍的因果關係相連結。這實際上就明顯違反了他原先所設定的，對所有認識都必須要有穩固基礎的要求，使得「力」成為他自然哲學中一模糊不清的存有。

關於運動的原因，笛卡兒在他的《哲學原理》第二部分的第 36 與第 37 節中，將所有自然中存有的原因分成兩種：一是做為普遍第一因 (*causa universalis & primaria*) 的神⁹，另一是做為次要特定原因 (*causae secundariae & particulares*) 的自然法則¹⁰。在這裡，笛卡兒還沒有提到可作為運動原因的「力」這一概念。然而在之後的第 40 節中，他卻突然將「力」這一概念運用在運動法則中，並且暗示它的強度，可以以物體大小和運動速度的乘積來度量，而沒有對它的生成多做說明。也就是因為「力」概念在笛卡兒自然哲學中的這一模糊性，使得註解笛卡兒的學者們，對「力」在笛卡兒自然哲學中的認定，有不同的解釋：格魯特 (Martial Gueroult) 認為笛卡兒的「力」可被視為自然中的次要特定因，因此它是實際在自然物體之中的¹¹；蓋比 (Alan Gabbey)

⁶ 參見 *Principia philosophiae*, I, § 65 in *Oeuvres de Descartes*, VIII-1, p. 32。

⁷ 參見 *Principia philosophiae*, II, § 45-52 in *Oeuvres de Descartes*, VIII-1, pp. 61-70。

⁸ 參見 *Principia philosophiae*, II, § 36 in *Oeuvres de Descartes*, VIII-1, p. 61。

⁹ 同上。

¹⁰ 參見 *Principia philosophiae*, II, § 37 in *Oeuvres de Descartes*, VIII-1, p. 61。

¹¹ 參見 Martial Gueroult. „Métaphysique et Physique de la Force chez Descartes et chez Malebranche“, *Revue de Métaphysique et de Morale*, LIX (1954), 英文部分翻譯於：„The Metaphysics and Physics of Force in Descartes“, in: Stephan Gaukroger (ed.). *Descartes*.

在格魯特的看法上再做補充，他認為「力」在笛卡兒的自然哲學中，同時可由他的普遍第一因和特定次要因來說明¹²；哈特菲爾德 (Gary Hatfield) 卻強調，只有神才是笛卡兒自然中唯一的運動原因，「力」只是一口語的習慣用法 („customary usage“¹³)，因此「力」不在自然中，而是屬於神的；蓋伯 (Daniel Garber) 也認為笛卡兒自然哲學中所使用到的「力」概念是虛構的，但卻不將「力」這一物體之特性歸於神。他認為「力」概念在笛卡兒自然哲學中僅只是一口頭用語 („way of talking“)，而沒有任何實際的形上意義，它既不在自然物體中，也不屬於神¹⁴。在這眾多的分析中，我們可以確定的是，「力」這一存有在笛卡兒自然哲學中，本身就帶有一模糊性。然而，「力」既然是笛卡兒在物理學中常用的概念，總是必須有所指涉。學者們並沒有進一步指出笛卡兒的「力」概念所指涉的究竟是什麼。因此，我們要在這裡清楚指出，笛卡兒的「力」概念不過是一原因的觀念 (idea)。而究其為一觀念而言，它不實際地在物體之中，所以也無法在物體中有任何實際的形上基礎。這一觀念只不過是笛卡兒用來解釋一特定物體運動原因時，從日常語言上借用的概念。它只有一解釋的功能，並且根據理性對事物的直覺 (intuitus)¹⁵判斷，笛卡兒認為它可藉著運動的速度與物體的大小來衡量。這一物體大小與運動速度的乘積，也就是「運動量」(*quantitas motus*)，笛卡兒認為它是在宇宙間一守恆不變的量。因為恆定的神沒有任何理由，隨時去改變祂所創造出世界的運動強度。¹⁶ 然而，這樣一個觀念卻不是笛卡兒心目中物體運動的真正原因。運動的真正原因，根據笛卡兒的看法，只能或是神本身，或是神所訂定的，規範物體運動的自然法則。但由於運動法則只是運動發生的普遍規範，我們對於特定物體運動的發生，要求的是一特定的原因，所以做為認識主體的我們，就從其它物體對它的接觸或碰撞上，來尋找這一運動的原因，並將它套用上「力」這一概念。因此，「力」概念所指涉的，是一對特定物體運動在人心靈中的原因觀念。而觀念屬於思想的模態，不是展延的模態，所以它不實際在自然的物體之中，而是在觀察者的心靈之中。

Philosophy, Mathematics and Physics. Sussex, New Jersey: Harvester Press, 1980, pp. 196-229, 特別是 p. 198。

¹² 參見 Alan Gabbey. “Force and Inertia in the Seventeenth Century: Descartes and Newton”, in: Gaukroger (ed.), pp. 234-238。

¹³ Gary Carl Hatfield. „Force (God) in Descartes’ Physics”, *Studies in History and Philosophy of Science*, 10 (1979), no. 2, p. 120.

¹⁴ 參見 Daniel Garber. *Descartes’ Metaphysical Physics*. Chicago, London: University of Chicago Press, 1992, pp. 297-298. 另可參考 Tad M. Schmaltz. *Descartes on Causation*. Oxford: Oxford University Press, 2008, pp. 204-205, 116-121。

¹⁵ René Descartes. *Regulae ad directionem ingenii*, 11 in *Oeuvres de Descartes*, X, p. 407.

¹⁶ 參見 *Principia philosophiae*, II, § 36 in *Oeuvres de Descartes*, VIII-1, p. 61。

對觀察者而言，它的強度可以藉由物體運動的模態來被衡量。「力」概念在笛卡兒的自然哲學中，只單純地是認識主體解釋物體特殊運動現象成因的功用性觀念，而不是在運動物體本身中所真實存在的原因。

這一概念如此被笛卡兒設想，特別呈現在笛卡兒所認為的力傳播方式中。笛卡兒認為力的傳播不需要時間，正如同我們移動一根棍棒的一端，棍棒的另一端也同時（“*uno et eodem instanti*”¹⁷）被移動。他並且認為這正是光線傳播的方式，所以他一貫強烈地捍衛光線的傳播是不需要時間的。¹⁸ 在這一點上，笛卡兒與他的好友貝克曼（Isaac Beeckman; 1588–1637）曾經有強烈的爭論，並說：「如果[光線傳播的延遲性]能被察覺，我的整個哲學將被徹底毀滅。」¹⁹ 笛卡兒在這裡將光傳播的瞬時性，強烈地認為是他哲學思考的根本所在。而使得笛卡兒如此強烈捍衛「力」傳播瞬時性的真正原因，正是「力」原本就不實際在有展延的物體（*res extensa*）之中，而是在思想者（*res cogitans*）的觀念之中。力傳播瞬時性的理論基礎，正是在於「力」其實是一位於思想者心靈中的觀念。真正的瞬時性或同時性，發生在思考者與物體之間，因為觀念與現實的相應，可以是同時的。²⁰ 也就是說，當現實中的現象變化發生時，觀察者可以「同時」在其心靈中，對這一現象變化，產生其原因的觀念。最起碼而言，觀念發生的時間順序，不必和物理現象的時間順序，有必然的接續關係。因為對笛卡兒而言，它們根本位於兩個不同的界域之中。但是，任何在現實中的物體真實運動，卻絕不能是瞬時的。運動必須要在時間中有一先後接續性。如果「力」是在物體中真實地被傳遞，那麼將沒有任何根據，能合理地說明這一笛卡兒所擁護的瞬時性。而這一點正就是笛卡兒將理想與現實混淆了的地方：他以數學知識為範本，將現實理想化，以清楚明白地說明知識。他嘗試用理性的方式去認識現象，卻又無能去解釋這一只單由理性構思出的理想世界與現實世界間有差距的原因。如果「力」在笛卡兒物理學中只是一解釋原因的「觀念」，那麼它根本不在自然之中，因此也完全不能決定，力在自然中的傳播是否需要時間的問題。這一理想與現實的混淆，貫穿著整個笛卡兒的自然哲學，而不為他所自覺。針對這一理想與現實之間差異性的問題，笛卡兒唯一做過的說明，也

¹⁷ *Regulae ad directionem ingenii*, 9 in *Oeuvres de Descartes*, X, p. 402. 笛卡兒在他書信文章中反覆強調這一力傳播的瞬時性，請另參見 *Oeuvres de Descartes*, XI, p. 49; VI, p. 84。

¹⁸ 參見 René Descartes. *Le Monde* in *Oeuvres de Descartes*, XI, p. 49 及他的書信於 *Oeuvres de Descartes*, I, pp. 308, 310; *Dioptrique* in *Oeuvres de Descartes*, VI, p. 84; *Principia philosophiae*, III, § 63 in *Oeuvres de Descartes*, VIII-1, pp. 114-115。

¹⁹ *Oeuvres de Descartes*, I, p. 308.

²⁰ 參見 Max Jammer. *Concepts of Simultaneity. From Antiquity to Einstein and Beyond*. Baltimore: Johns Hopkins University 2006, pp. 65-66。

只是在《哲學原理》的法文翻譯出版時，為他單純由理性構思而得的運動法則，提出以下的辯護：「這裡的證明是如此牢固，即使經驗顯示給我們的與其相反，我們仍然應該要相信我們的理性，更多於相信我們的感官。」²¹

正因為這一除了對力傳播瞬時性的疑問之外，以及其它笛卡兒運動法則中明顯背離經驗事實的陳述，使得他的追隨者和批評者，無不想要修正笛卡兒的自然哲學。而萊布尼茲所引發的力度量爭議，正是其中最具影響力的，對笛卡兒自然哲學的質疑。

II. 力度量的爭議

在笛卡兒 1644 年出版了《哲學原理》之後，學者們一方面積極接受了他對物體中存在有運動法則的看法，一方面卻也對部分他所提出的運動規則質疑。而由於這一質疑聲浪愈來愈大，英國的皇家科學會在 1668 年針對運動法則如何決定的問題，公開徵文要求學者提出看法。在這一機會下，惠更斯（Christiaan Huygens; 1629—1695）提出了他對運動法則的修正，並論證笛卡兒的「運動量」並不守恒，這一運動量只有當它是一向量的時候，也就是我們今日物理學中所說的動量（*momentum*），才是一守恒量。²²而這一由英國皇家學會主導的對話，也引起了當時年輕萊布尼茲的注意，並開始跨入自然原理的研究。萊布尼茲同時卻也發現他在數學領域的認識還不足夠，於是他利用職務上的機會，於 1672 年到巴黎和數學家們，特別是和惠更斯，一起學習與討論數學方法。在萊布尼茲後來回到漢諾威後，他已經累積了足夠的數學知識及哲學思考，並首度於 1686 年公開發表文章，抨擊笛卡兒的力度量原則²³。他提出只有質量和速度平方的乘積，才是力度量的根據，因為只有它才是一在運動中守恒的純量。而只有守恒量，並且是一純量，才能是力的度量。笛卡兒的「運動量」不守恒，以向量形式守恒的運動量，卻又不是純量，所以它們都不能作為力

²¹ René Descartes. *Principes de la Philosophie*, II, § 52 in *Oeuvres de Descartes*, IX-2, p. 93。在原先拉丁文版的《哲學原理》中，笛卡兒甚至只簡單的如此說明：「這些不需要證明，因為它們是自明的。」（*Principia philosophiae*, II, § 52 in *Oeuvres de Descartes*, VIII-1, p. 70）一般認為 1647 年法文翻譯版中多出來的字句，是笛卡兒本人自己加入補充的。

²² 參見 Hans Stammel. *Der Kraftbegriff in Leibniz' Physik*. Dissertaion Mannheim, 1982, pp. 70-71, 190-191。

²³ 參見 Gottfried Wilhelm Leibniz. *Mathematische Schriften*, edited by Carl Immanuel Gerhardt. Hildesheim: Ohm, 1971, VI, pp. 117-119.

度量的標準。²⁴ 萊布尼茲之後並將他的力度量標準，也就是質量與速度平方的乘積，稱為「活力」(*vis viva*)²⁵。

這一對笛卡兒力度量的公開挑戰，導致後來的學者們被劃分為兩個對立的陣營，一方支持以笛卡兒的「運動量」為基礎的力度量，另一方則支持以萊布尼茲的「活力」為力度量的基準，雙方互相激烈公開爭辯。這一爭辯延續了幾乎百年，直到 1747 年，前批判時期的康德還嘗試為它找出一調解的方式。²⁶ 而這一爭辯，在達朗伯 (Jean le Rond D'Alembert; 1717–1783) 1743 年的《動力學》(*Traité de dynamique*) 前言中，將它歸為名詞之爭的假議題之後，後來經常被認為是與學術內容無關的意氣之爭。²⁷ 特別是在 19 世紀後半，當科學實證主義成為潮流，形上學被徹底批判的時期，「活力」論爭甚至成為形上學對科學負面影響的批判對象。這使得萊布尼茲與笛卡兒間關於力度量的爭議內容完全被遺忘，而其原因也正是前述的對形上學的輕忽與敵視，才使得這一爭議本身變得毫無意義。²⁸ 這一爭議在物理學上的解決，必須是在 19 世紀時，當學者們對於電磁學、熱力學等學科有更多的認識之後，才能成功地把「活力」加上一 „ $\frac{1}{2}$ “ 的比例係數，並將它定義為物體運動的動能，而歸併於牛頓力學之中，這才使得力度量爭辯不了了之。在 20 世紀的後半，學者們卻又開始重新審視這一爭辯，但卻鮮少從形上學的角度來看待這一關於力度量的爭議。²⁹ 然而，這一爭議的始肇者萊布尼茲，卻始終認為這並不只是一個僅關於數學或物理學度量上看法的不同，而更是一個形上學的議題。³⁰ 所以我們似乎更

²⁴ 參見 Marshall Spector. „Leibniz vs. the Cartesians on Motion and Force“, *Studia Leibnitiana*, VII/1 (1975), pp. 141-143。

²⁵ *Mathematische Schriften*, VI, p. 238.

²⁶ 參見 Immanuel Kant. *Gedanken von der wahren Schätzung der lebendigen Kräfte*. In: *Kant's gesammelte Schriften*, Bd. 14, herausgegeben von der preußischen Akademie der Wissenschaften, Berlin: de Gruyter, 1910, p. 14. 關於此爭議的歷史，可詳見 Larry Laudan. „The Vis viva Controversy, a Post-Mortem“, *Isis*, vol. 59 (1968), no. 2, pp. 131-143。

²⁷ 參見 Jean le Rond D'Alembert. *Traité de dynamique*. Paris: David, 1743, p. XXI; Max Jammer. *Concepts of force: a study in the Foundation of Dynamics*. Cambridge: Harvard University, 1957, p. 165; Norbert Schirra. *Die Entwicklung des Energiebegriffs und seines Erhaltungskonzepts*. Frankfurt a. M.: Harry Deutsch, 1991, p. 63; István Szabó. *Geschichte der mechanischen Prinzipien und ihrer wichtigen Anwendungen*. Basel: Birkhäuser, 1979, p. 70。

²⁸ 這一點可從 Ernst Mach 對「活力」論爭抱持的態度上發現。參見 Ernst Mach. *Die Mechanik*. Darmstadt: wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1963 (原版發行於 1883 年)，p. 289。

²⁹ 參見 Spector, pp. 135-144. 以及 David Papineau. „The Vis Viva Controversy“ in: Roger S. Woolhouse (ed.). *Leibniz: Metaphysics and Philosophy of Science*. Oxford: Oxford University Press, 1981, pp. 139-156。

³⁰ 參見 Gottfried Wilhelm Leibniz. *Philosophische Schriften*, III, p. 48。

有理由，從形上學的角度，來認識近代物理學中運動力概念的形成基礎。

在我們前面將笛卡兒的「力」概念界定為認識主體對物體運動原因的主觀觀念之後，接下來必須要研究的是，萊布尼茲是否也同樣如此地看待運動力。

III. 萊布尼茲的「力」概念

與笛卡兒類似，萊布尼茲同樣也認為，自然界中的物體運動是受到機械因果關係的宰制。但是他的「力」概念卻不如笛卡兒一般，是一將因果關係投射於物質中的主觀觀念。這其中的關鍵在於兩人對物質實體 (*substantia corporea*) 的認定不同。物質實體的根據，對萊布尼茲來說，不在於空間的展延，而是在一普遍存在於物質中的「原形力」(*vis primitiva*)³¹，這一「力」無時無刻不想要展現自身。物體的彈力（物體受壓迫時的恢復力），以及慣性作用中的慣性力，都是我們可以經驗到的，物質中這一原形力的展現。甚至展延本身以及物體的不可穿透性，也都是這一力作用的展現。也就是說，力是物體存有的基礎，而展延與不可穿透性都是在這一基礎上展現出來的現象³²，所以萊布尼茲據此把物體稱為「有根據的現象」(*phaenomena bene fundata*)³³。

萊布尼茲這樣用經驗來證實「力」存在的事實，卻正違背了笛卡兒對知識須有穩固基礎的要求。經驗對笛卡兒而言，充滿了不確定性，無法提供真正的認識。也因此使得笛卡兒的運動法則中充滿了違背經驗的條則，卻又無法合理地去解釋，為何有這一背離經驗的現象。與笛卡兒相比，萊布尼茲並不將知識的穩固確定性，認定為認識的根據。知識的確定性，毋寧是在理性本身，而經驗則可以用來檢驗理性

³¹ *Mathematische Schriften*, VI, p. 236.

³² 關於這一點，在萊布尼茲 1712 年寫給 Lelong 的信件中，表達的特別清楚：„L'étendue même n'est rien sans la force, puisqu'elle n'est autre chose que la diffusion ou repetition continuelle simultanée de la substance corporelle; mais l'erreur où l'on est vulgairement chez les Cartesiens de la concevoir comme quelque chose de primitif, d'absolu, et de substantiel, fait leur erreur sur la substance; au lieu que c'est une chose relative. L'étendue bien loin d'être quelque chose de primitif, suppose la chose dont elle est la diffusion, elle est l'extension ou la continuation de ce qui est antérieur à elle. Et cet antérieur ne sauroit être que la force de résister et d'agir, qui fait l'essence de la substance corporelle.“（引自 Robinet, André. *Malebranche et Leibniz. Relations personnelles*. Paris: J. Vrin, 1955, p. 451）類似陳述可參考 *Philosophische Schriften*, IV, p. 499; VI, p. 584。

³³ *Philosophische Schriften*, II, pp. 306, 435, 473.

判斷是否正確。³⁴ 所以萊布尼茲認為，物質實體的現象特性，正可以合理地說明「力」真實地存在於物質之中。而且，這一「力」不僅只是做為運動原因的運動力，而是物質存在的本質。所有物質現象都是這一原形力的展現，甚至運動力也只是這一原形力的「衍生力」(*vis derivativa*)。

由質量與速度產生的力是衍生力，它屬於聚合物或現象。當我說原形力常存時，指的並不是我們之前討論過的總運動力守恆，而是那一除了其它現象外也展現這一總力的「現實」，衍生力就只是原形力的應變和結果。³⁵

「力」對於萊布尼茲來說，並不是一認識主體中的觀念，不是一認識主體投射於運動物體的原因，而是真實合理地存在於物體之中，並以它做為物質的本質。運動力的觀念並不是源於主體對因果關係的要求，而是源於物體本身實際的本質。萊布尼茲認為，運動並不源自於一其它運動著的物體中，有某種可被傳導的動力，而是經由與它物的接觸，使物體本身已經具有的力產生了變化，而作用於自身使自己運動。就如同兩個相碰撞的皮球，經歷了變形之後，一個恢復原狀的恢復力，也就是彈力，各自使自身朝反方向彈開。³⁶ 萊布尼茲甚至認為，所有的物體都具有彈性，沒有所謂絕對堅硬的物體。³⁷ 而我們所經驗到的不具彈性的物體，只是因為力被消耗於物體內部的相對運動，而使我們不能從外側觀察到它恢復原形的變化。³⁸

由於「力」實存於物體之中，所以它會隨著它的運動而實際地累積變化，並造成實際的運動結果。例如一物體從高處落下，在速度變化中累積它的動量，並使自身在同樣的重力作用下，又回升至原先的高度。這與笛卡兒的「力」概念不同，而近似於我們今日物理學中的「能量」觀念。笛卡兒的「力」，如前所述，只是一原因的觀念，它只存在於作用的一瞬間，所以也不會在自然中真實地累積。而且由於「運動量」的不守恆，運動發生前後的「運動量」會不同，那麼它就不能是造成結果的原因。因為原因必須等同於結果。假若原因與結果不等值，那麼一定是我們錯把某

³⁴ 參見 *Philosophische Schriften*, II, p. 170.

³⁵ 同上, p. 251。

³⁶ 參見 Gottfried Wilhelm Leibniz. *Specimen dynamicum*, II in *Mathematische Schriften*, VI, pp. 248-249。

³⁷ 參見 Gottfried Wilhelm Leibniz. *Sämtliche Schriften und Briefe*, VI, 2, p. 229。

³⁸ 參見 *Philosophische Schriften*, II, pp. 154, 161, 169; VII, p. 414; *Mathematische Schriften*, VI, p. 230。

物當作是某一作用的原因，或者是這一物不足以解釋某作用。這一點是萊布尼茲經常反覆說明的³⁹。而這正是根據他形上學思考中的最基本原則：充足理由律。具體的說，也就是「沒有任何事物是沒有理由的，亦或沒有作用是缺乏原因的」⁴⁰。

由於萊布尼茲的「活力」(mv^2)是一可累積的純量，在數學的計算上，它可用以下的積分式來表達：

$$\int mv (dv) = \frac{1}{2} mv^2$$

「活力」可由運動量在運動變化中累積而得，並且轉化為其它作用，使得自然中的力永遠守恒，關於這一點，萊布尼茲在他的《動力的理念》(*Specimen dynamicum*)中特別做了說明。⁴¹

然而不管是運動量 mv (萊布尼茲在《動力的理念》中將它稱為“*impetus*”)，或是萊布尼茲稱為「傾向」(*solicitatio*)的 $m(dv)$ ，都只是數學計算上的抽象存有 (*entia mathematica*)，它們並不實際在自然之中起作用⁴²。不論是瞬時的運動量，或是透過一虛擬的極微小速度變化(dv)而被思考的「傾向」，都不是一在自然中的的實量。只有在積分式中被累積而成的「活力」，才是真正能在自然之中造成實際作用的實量。然而，它所具有的實在性，並不是單純從它是可累積的事實而來。笛卡兒的運動量同時也可說是「傾向」的累積，但是「傾向」本身並不具有任何實在性：

$$\int m (dv) = mv$$

(透過此算式來看，萊布尼茲的「活力」可說是「傾向」($m(dv)$) 在運動速度變化下的二重積分：

³⁹ 例如可參見 *Philosophische Schriften*, III, pp. 45-46: „je crois qu’au lieu de Principe Cartesien, on pourrait etablir une autre Loy de la nature que je tiens la plus universelle et la plus inviolable, scavoir qu’il y [a] toujours une parfaite Equation entre la cause pleine et l’effect entier.” 或在萊布尼茲寫給 Des Billettes 的這封信件中，也很清楚的表達出這一原則：„Ma maxime fondamentale des Mecaniques tirée de la Metaphysique est, que la cause et l’effect entier sont toujours equivalens, ensorte que l’effect, s’il y estoit tourné tout entier, pourroit toujours reproduire sa cause precisement, et ny plus ny moins.“ (*Philosophische Schriften*, VII, p. 455)

⁴⁰ Gottfried Wilhelm Leibniz. *Sämtliche Schriften und Briefe*, VI, 4, p. 1645.

⁴¹ *Mathematische Schriften*, VI, p. 237.

⁴² *Mathematische Schriften*, VI, p. 238.

$$\iint m(dv) (dv) = \int mv(dv) = \frac{1}{2} mv^2$$

「活力」是一實量的真正原因，是因為它在自然中，真實地造成一可被觀測到的結果，並與其相等。例如使在重力作用中的物體，上升至某一高度。或是藉由物體運動撞擊彈簧，使彈簧壓縮至某一長度。這些都必須由運動速度平方來衡量，而不是由單純的運動速度本身。而不管是「運動量」或「傾向」，都不能根據守恆關係，得出任何自然中實際可發現的結果。所以，它們都只是虛擬的度量。在這裡我們可以特別看出，一個物質中的實量（萊布尼茲的活力），和觀念對物質運動所設定的虛量（笛卡兒的運動量），這些形上學上對「力」概念的認識，會在物理學的數學度量上，產生如何不同的結果。

IV. 結語

經由以上的分析，我們可以初步看出，一個關於物質力的形上定義，如何能影響自然科學中概念的形成。萊布尼茲的「力」概念，是透過充足理由律而論證出的一自然中的實量，因而它必須以質量與速度平方作為度量標準。而笛卡兒的「力」概念只是透過理性的直覺，而構思出的一運動原因的觀念，並直覺地以物體質量與它的速度乘積作為測度標準，這一「運動量」並不是真實地在現實世界中起實際作用。笛卡兒毋寧是將現實世界透過數學幾何理想化，而構思出一違背經驗事實的理想世界。萊布尼茲則藉由充足理由律，在考慮了物質在實際經驗中的變化之後，初步構思出真實物理世界中的運動能量守恆原則。也就是說：自由下落的物體應在相同重力作用下，藉由其下落速度所累積的能力，使自身回到同一高度。自然世界在萊布尼茲的物理理論中，並沒有被數學幾何理想化，而是透過理性（充足理由律），加以充分地說明。另外，我們可以從這裡同時看出，萊布尼茲對笛卡兒力度量的批評，打擊的不只是笛卡兒力度量的數學法則，更是笛卡兒對物質形上學的理解。藉由物體中實在內存的「力」，他從根本上推翻了笛卡兒所認定的物體不過是一「有展延的東西」（*res extensa*）。對物理世界本質的理解，關涉到整個自然形上學的系統，甚至同時牽涉到整個科學研究的方法。因為笛卡兒的那一用理性直覺來決定自然、宰制自然的科學方法，也在這一力度量爭議中，一併被萊布尼茲之基於充足理由律的方法所質疑。因此，萊布尼茲對力度量的批評，真正打擊的是笛卡兒尋求科學知

識的方法，以及透過這一方法，先於科學知識而被決定的自然形上認識。而這才是力度量爭議為何纏綿百年的真正癥結。透過上述的分析，我們最後也為形上學如何先決地影響了科學理論發展，提供出一在近代科學理論形成時期的線索。

參考文獻

- Aristotle. *The Complete Works of Aristotle*. Edited by Jonathan Barnes. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1984.
- D'Alembert, Jean le Rond. *Traité de dynamique*. Paris: David, 1743.
- Descartes, René. *Oeuvres de Descartes*, edited by Ch. Adam and P. Tannery, Paris: Léopold Cerf, 1897-1910.
- Garber, Daniel. *Descartes' Metaphysical Physics*. Chicago, London: University of Chicago Press, 1992.
- Gaukroger, Stephan (ed.). *Descartes. Philosophy, Mathematics and Physics*. Sussex, NJ: Harvester Press, 1980.
- Hatfield, Gary Carl. „Force (God) in Descartes' Physics”, *Studies in History and Philosophy of Science*, 10 (1979), no. 2, pp. 113-140.
- Jammer, Max. *Concepts of force: a study in the Foundation of Dynamics*. Cambridge: Harvard University, 1957.
- . *Concepts of Simultaneity. From Antiquity to Einstein and Beyond*. Baltimore: Johns Hopkins University, 2006.
- Kant, Imanuel: *Kant's gesammelte Schriften*, Bd. 14, herausgegeben von der preußischen Akademie der Wissenschaften. Berlin: Walter de Gruyter, 1910.
- Laudan, Larry. „The Vis viva Controversy, a Post-Mortem“, *Isis*, vol. 59 (1968), no. 2, pp. 131-143.
- Leibniz, Gottfried Wilhelm. *Mathematische Schriften*, edited by Carl Immanuel Gerhardt. Hildesheim: Ohm, 1971.
- . *Philosophische Schriften*, edited by Carl Immanuel Gerhardt. Hildesheim, New York: Ohm, 1978.
- . *Sämtliche Schriften und Briefe*, herausgegeben von der preußischen (現改為 deutschen) Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Darmstadt, später Leipzig, zuletzt Berlin:

- Walter de Gruyter, 1923-.
- . *Specimen Dynamicum*, herausgegeben und übersetzt von Hans Günter Dosch, Glenn W. Most und Enno Rudolph. Hamburg: Felix Meiner, 1982.
- Mach, Ernst. *Die Mechanik*. Darmstadt: wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1963.
- Maier, Anneliese. *An der Grenze von Scholastik und Naturwissenschaft*. Rom: Ed. di "Storia e Letteratura", 1952.
- Robinet, André. *Malebranche et Leibniz. Relations personnelles*. Paris: J. Vrin, 1955.
- Schirra, Norbert. *Die Entwicklung des Energiebegriffs und seines Erhaltungskonzepts*. Frankfurt a. M.: Harry Deutsch, 1991.
- Schmaltz, Tad M. *Descartes on Causation*. Oxford: Oxford University Press, 2008.
- Spector, Marshall. „Leibniz vs. the Cartesians on Motion and Force“, *Studia Leibnitiana*, VII/1 (1975), pp. 135-144.
- Stammel, Hans. *Der Kraftbegriff in Leibniz' Physik*. Dissertaion Mannheim, 1982.
- Szabó, István. *Geschichte der mechanischen Prinzipien und ihrer wichtigen Anwendungen*. Basel: Birkhäuser, 1979.
- Woolhouse, Roger S. (ed.). *Leibniz: Metaphysics and Philosophy of Science*. Oxford: Oxford University Press, 1981.

The Metaphysical Basis of the Concept of Force between Descartes and Leibniz

Liu, Chun-Fa

Assistant Professor, Department of Philosophy, Fu Jen Catholic University

Abstract: The controversy over the true nature of material beings in early modern times has had great influence on the subsequent development of natural science. One of the major discussions of the time was the dispute over the measure of force between the followers of Leibniz and Descartes. Today it is still often seen as a meaningless verbal dispute, since there are no empirical criteria for the mathematical formulation of force as a metaphysical concept. In this paper I argue that these disagreements must be attributed to the metaphysical view of nature. The difference of opinion is not only in the evaluation of nature through mathematics but also in the understanding of the concept of force and thus the deep insight into the metaphysics of nature as a whole. In addition, I argue that Leibniz has a much deeper understanding of nature and its metaphysical basis than the Cartesians do. Thus the controversy is not a meaningless verbal dispute but a metaphysically-based subject worthy of discussion.

Key Terms: vis viva controversy, force, Descartes, Leibniz, metaphysics