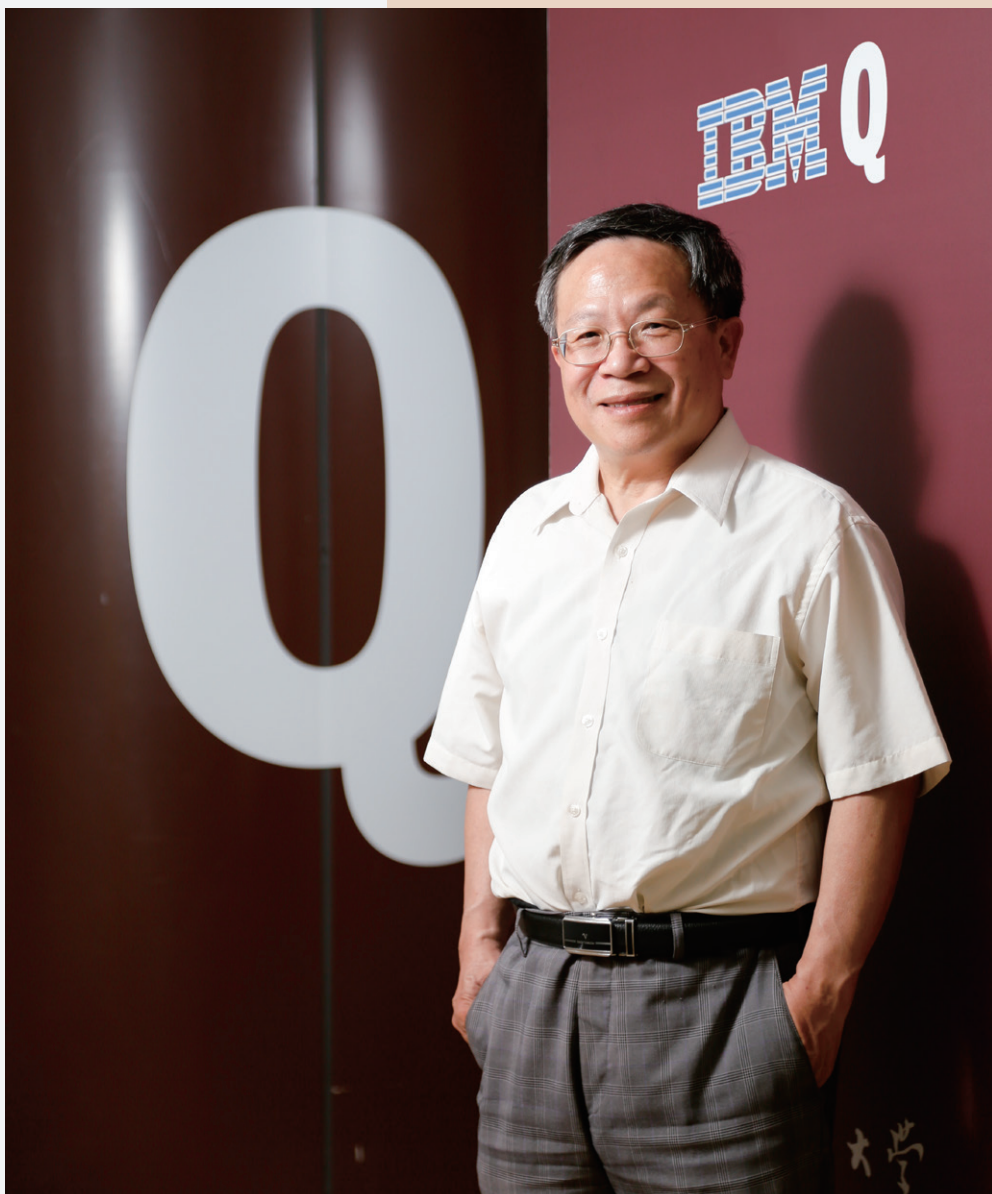


物理×管理的火花

以物理學詮釋組織動能， 激發管理新思維



張慶瑞

美國加州大學聖地牙哥分校（UCSD, University of California, San Diego）物理學博士。曾任台灣大學行政副校長、中華民國物理協會理事長，現為台灣大學物理學系特聘教授、台灣大學-IBM量子電腦中心主任。曾受邀於台塑、鴻海等企業的人事訓練課程，分享物理管理學的概念思維。

研究人與組織的管理活動的管理學，與解釋宇宙事物運作原則的物理學之間，能擦出什麼樣的火花？

對台灣大學物理學系教授張慶瑞來說，是接觸管理活動後的體悟。深耕物理多年的經驗使然，張慶瑞在擔任台灣大學的行政副校長期間，經手組織改革、人事溝通等管理事務中，總能看見物理的影子。

「如果了解物理核心，會知道物理其實是匯集宇宙間所有現象後，所歸納出的簡單法則。」張慶瑞指出，每條法則都是物理學家在處理物理問題時，能做出判斷、推動解決方法的準則，就如同企業管理者拿管理理論來處理經營問題一般。

物理與管理的相似處： 觀察現象，歸納法則

在行政經驗的積累下，張慶瑞因而思索是否有機會以物理法則激發管理思維，為管理學提供另一套思維和解決問題的工具。他從2019年開始在台大通識中心開設的「給未來首席執行長的物理課」。課程從管理與物理間的相似處開始，進一步將物理法則套用在企業日常的管理事務上，試圖讓兩個學科產生跨領域的對話。

舉例來說，主管在團隊中如果遇到愛唱反調、導致組織空轉、執行力不彰的部屬，該怎麼處置？打造團隊向心力的管理理論，會教管理者聆聽、感化或說服異議者。

但張慶瑞說，如果把組織當作一塊磁鐵，以磁力學

的觀點來說，不管怎麼切分，磁鐵都會有正負兩極。意見相左的人就如同避免不了的負極，與其花時間消除負極，物理學家讓負極去吸別的磁鐵，讓負極的磁力下降。應用到管理層面，主管要找些枝微末節的小事消耗他，降低他對組織整體運作的干擾。

企業愈來愈複雜， 愈需要以簡馭繁

張慶瑞觀察，物理與管理之間的關聯性，可從管理的發展脈絡開始。早期的企業管理，各單位的互動相對單純，組織間的溝通即使沒有經過管理者的整合，也還是能運作。但隨著現代企業規模愈來愈龐大、組織複雜度增加，公司內部勢必要整合各單位，才能運作順暢。

像是1990年代由美國諮詢公司Gartner Group Inc.所提出的企業資源計畫(ERP, Enterprise Resources Planning)，其中的概念，正是替公司內部建立一套整合部門資訊的系統平台。各部門要有能互相交換資訊的方法，才有利於單位間協同合作。這套管理概念迅速為全世界企業所接受，現在幾乎每間公司都有自己的ERP計畫。

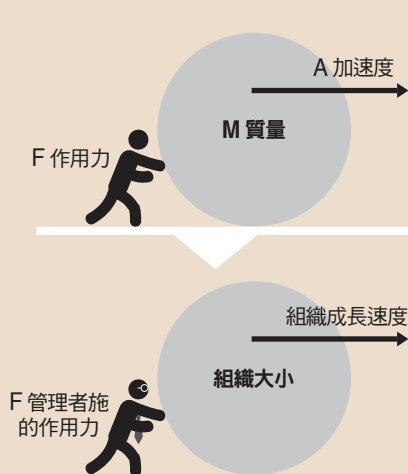
現代企業就像一套大型物理系統，而部門間的資訊像是物理系統內的粒子，粒子數目很少時，讓他們直接互動就好，但數量一多，就會需要像是ERP計畫這樣能夠整合所有粒子互相協調運作的方法。這種在組織中導入統一運作的管理方法，其實就是物理思維應用在管理上的典範。

3種物理學架構，快速分析組織狀態

張慶瑞舉出物理學上力學、熱力學、電磁學的概念，如何應用在管理實務。

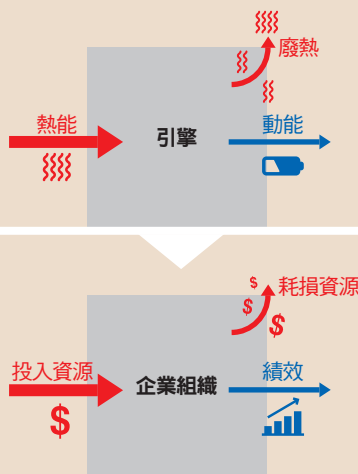
力學：加速度

根據牛頓第二定律 ($F=ma$)，物體的加速度 (a) 與作用力 (F) 成正比，與質量 (m) 成反比。當物體質量愈大 (組織越大)，管理者須耗費更大的力氣，才能維持同樣加速度 (組織成長速度)。



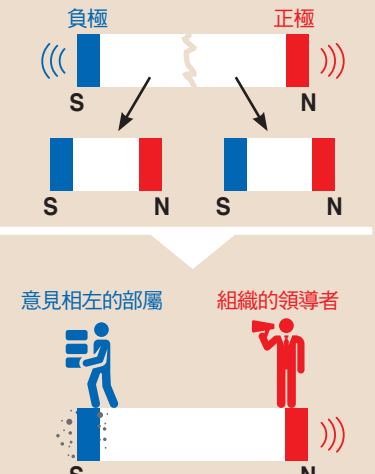
熱力學：熱力學第二定律

投入讓引擎運轉的熱能中，一定會有被耗損的廢熱，不可能百分之百轉化成動。投入在組織的資源，也一定會有耗損、不可能完全轉化成績效，管理者能做的是盡量控制資源耗損的比例。



電磁學：磁性

依據磁鐵的特性，不管如何切分都會有正負兩極，若想保持正極吸力，可讓負極吸附細小磁性物質，藉此降低負極的干擾。管理者想不被影響領導方針，就分派一些小任務給意見相左的部屬發揮。



資料來源：張慶瑞

張慶瑞解釋，物理學一直以來都試圖在宇宙這般大型複雜系統中，理出簡單法則，而隨著現代企業組織的複雜程度提高，物理學以簡馭繁的原理，就更適合應用在現代管理中，許多當代一流的管理理論其實都看得見物理法則的影子。

其中的經典例子，莫過於寶僑公司 (P&G) 發現的長鞭效應 (bullwhip effect)。寶僑公司某次發現一次性尿布在零售端的需求量其實波動不大，但零售商所下的訂單量，透過供應鏈中各盤商的轉手，回到生產端後，訂單量往往會大幅增加。企業要控制供應鏈的長度，才能改善訂單量被扭曲、放大的現象。

在這個效應中，「長鞭」用來比喻的是供應鏈，但在物理學中也有類似的現象。長鞭甩動的波動，會在傳到鞭子末端的過程中被逐級放大，因而在尾端產生巨大的劈啪聲。一旦管理者了解這是避免不了的物理現象，就能明白，想要調整尾端的聲音，得從改變鞭子的長度、形狀及密度下手。

伊隆·馬斯克管理心法：遵循物理「第一性原則」

若常以物理原則，作為思考管理問題的工具，長期下來也能淬鍊出自己特有的管理心法。

像是大學時期雙主修經濟與物理的特斯拉創辦人伊隆·馬斯克(Elon Musk)，在企業中奉行的「第一性原則」(first principle)，就是物理學家用來思考解決問題的方法。馬斯克認為一般人常只是將別人做過的事情，作為參考對象，照著過往的成果下去修改，最後通常只會產生細微的進步，難有巨大突破。

而「第一性原理」強調觀察事物時，要剝開事物的表象，從源頭理解事物運作的方式，再從源頭開展處理問題的方法。舉例來說，馬斯克在開發特斯拉的過程中，沒有因為市面上價格高昂的電動車電池而受阻，他反倒從源頭檢視電池的製造過程，重新設計出符合成本、功能兼具的電動車電池。

借鏡物理3大架構， 分析管理難題

張慶瑞認為，物理學中的力學、熱力學、磁力學等3大架構，都能作為解讀管理難題的參考框架。

1.力學：一個基本觀念是，萬物運動時會自己走最省能的路徑，就像是水流遇到石頭阻礙就會繞路(不會固執地「穿石」)；組織中的人也是如此，部屬總會挑自己最「省能」的方式做事，而不見得會走原本主管設定好的路徑。

2.熱力學：熱力學中的「相變」，指的是溫度在一路下降的過程中，肉眼看不出變化，但到達某個臨界點，就會呈現完全不同的樣貌，像是水變成冰的瞬間，管理者事後想再改回來就很困難。放在企業的觀點，就是管理者要留意辦公室的氛圍，比方壓力到達一定的程度，團隊之間爆發無法挽回的衝突，才察覺相變作用。

3.磁力學：電磁學中的共振原理，是指每個物理系統中會有特定的共振頻率，若能掌握到對的共振頻率，只需要很小的驅動力便可產生比其他頻率更大的振幅做振動。管理者若想提升與不同單位溝通的效率，就需要掌握到會讓對方「有感」的溝通方式。

舉例來說，某次台塑的子單位發生重大工安意外，當時董事長林健男向剛好受邀到公司演講的張慶瑞出題，問他物理學能在這種時候派上用場嗎？張慶瑞分析，企業面對重大突發事件的大原則，可分為短中長期3個階段。

短期可參考力學經驗。企業面對突發的意外事件，就像有顆球由高處落下，如果你看到球愈彈愈低，即符合物理常規，管理者大可不必插手，等待事件自然平息。但如果發現球愈跳愈高、事件愈鬧愈嚴重，那就代表有外力介入，管理者要立即分析外力由何而來，阻斷來源，才能必免事件被炒作放大。

中期參考電磁學的共振原理。不同單位有不同的共振頻率，面對重大工安事件後的企業形象復原，公司要針對社會、政府、媒體等3方面，分別調對頻率，用不同的溝通方式(頻率)，才能達到作用，而切換到對的頻率溝通，需要專業的公關團隊才能做到。

長期應用熱力學的知識。根據熱力學第二定律，投入運轉機器的能量中，一定有部分被浪費。管理者要先承認資源的浪費是必然，能做的是去控制必要的浪費，將之降低在合理的範圍。以大型公司來講，工安部門像是必要的浪費，投入的資源無法產生明確的績效，但只有持續投入固定比例的資源在這方面，公司整體才能維持正常運轉。

