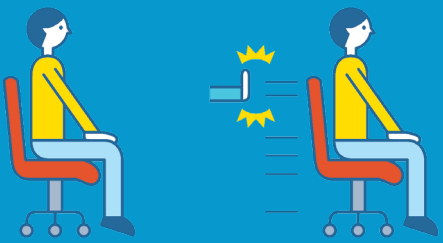
第1章

物理原理與切身的疑問



周遭那些我們視為理所當然的事物與自然現象。
忽然停下來想一想，
發現不懂其原理結構的事物好像還真不少。
慣性定律、地心引力、重力、浮力……諸如此類，
就讓我們一起來窺看我們身邊的物理構造吧。

01 為什麼在電車裡跳躍也不會向後著地？

原來如此！

因為人類和電車都是按照「**慣性定律**」，不斷以**相同的速度運動**！

如果在行進中的電車裡往上跳，我們會在自己的身後落下嗎？並非如此，我們依然會在原處著地。這是為什麼呢？

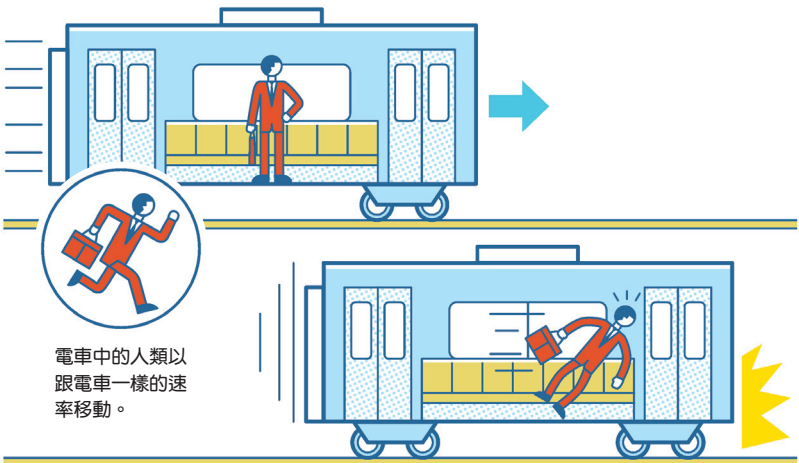
在物理的用詞上，物體的移動名為「**運動**」。假設電車在筆直的軌道上以一樣的速度運動，我們稱作「**等速直線運動**」。此時正在搭電車的人也會隨電車一同進行等速直線運動〔圖1〕。正在進行等速直線運動的物體，除非受到其他外力，不然會一直持續以同等的速度與方向做等速直線運動。這種性質叫「**慣性定律**」。

這時，無論電車還是人類身上都有「**慣性**」在作用。慣性是物體**靜者恆靜，動者恆動的一種性質**〔圖2〕。因此，不管是起跳也好、滯空也好、著地時也好，車上的人都還是跟電車一起，朝著電車的行進方向不斷在做等速直線運動。

如果搭載乘客的電車緊急煞車，車上的人就會往前傾倒。畢竟儘管電車突然減速，人也依舊在繼續基於慣性定律進行等速直線運動。因此雖然電車要停下來，但裡頭的人卻保持不停向前的狀態，所以身體才會前傾。

人與電車都同樣恆作等速直線運動

電車和人進行同樣的運動〔圖1〕

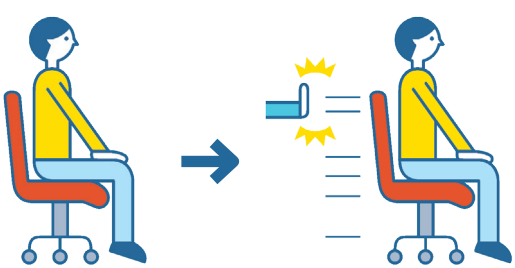


電車中的人類以跟電車一樣的速率移動。

如果電車正在等速直線運動，那麼車裡的人也同樣在等速直線運動。因此，一旦電車急煞，就會因為只有人在持續進行等速直線運動，而使身體傾倒。

「慣性」的性質〔圖2〕

物體若不受力就會一直靜止不動，一旦受力便將不斷進行等速直線運動，除非有其他外力介入。

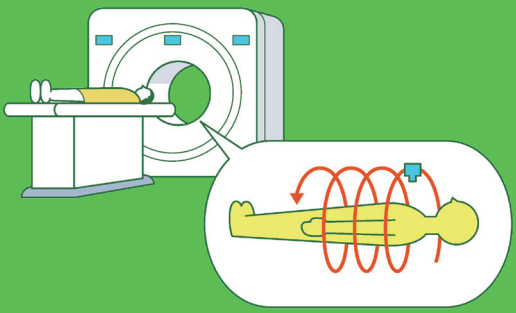


不受力就會繼續靜止。

若受力，且僅限於未被其他外力所影響時，運動會持續進行。

第2章

還能再延伸的種種物理知識



光、聲音、磁力……
從自身周遭的小事到無止盡的壯闊事物，
這些「物理」話題還可以再繼續延伸下去。
天空蔚藍的原因、宇宙的構造、還有體溫計的原理，
一起來碰觸物理那廣泛的世界吧！

25 雙筒望遠鏡為何看得見遠方事物？

原來如此！

是透過**物鏡**與**目鏡**這兩片鏡片放大來看的！

賞鳥和觀賞演出所不可或缺的雙筒望遠鏡。其構造原理究竟為何呢？

雙筒望遠鏡**是將兩個低倍率的小型望遠鏡並排做成的產品。**

望遠鏡有**折射式**跟**反射式**兩種類型，雙筒望遠鏡用的是折射式望遠鏡。折射式望遠鏡將兩片鏡片組合在一起，根據其製作方式又分成**伽利略望遠鏡**與**克卜勒望遠鏡**兩種〔圖1〕。一般常用在雙筒望遠鏡上的是克卜勒型，其原理是以目鏡放大物鏡上的成像來觀看，且物鏡上的成像將會上下左右相反。因為是類似放大鏡那樣放大來看，所以遠方的事物也可以變得又大又清晰。只不過，肉眼看見的成像依然是顛倒的**（倒立像）**。於是雙筒望遠鏡便**在目鏡與物鏡之間夾了一片稜鏡**（玻璃製的透明光學元件），**把成像倒回來變成正立像**〔圖2〕。

雙筒望遠鏡上會印著「8×30」這樣的數字。在這種情況下，8指的是倍率，30則是物鏡的鏡片口徑（直徑），單位是公釐（mm）。鏡片口徑愈小，攜帶就愈方便；而口徑愈大，代表看得愈清晰。倍率高的話畫面很容易晃動，因此8倍就很夠了。

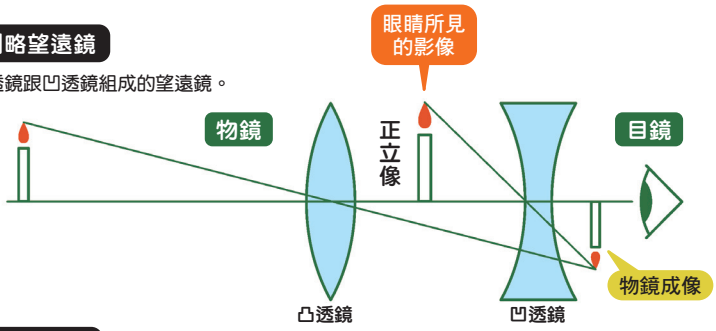
用目鏡放大物鏡的畫面

雙筒望遠鏡所採用的折射式望遠鏡原理〔圖1〕

折射式望遠鏡是以將物鏡的成像用目鏡放大來看的方法製成。

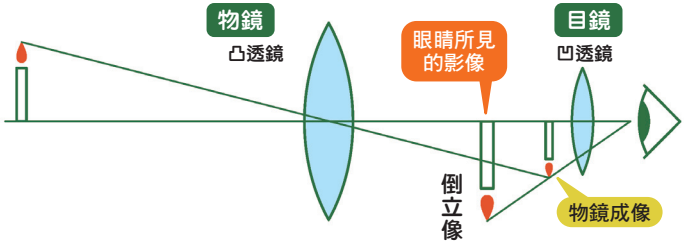
伽利略望遠鏡

以凸透鏡跟凹透鏡組成的望遠鏡。



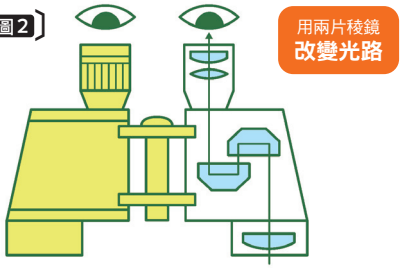
克卜勒望遠鏡

用兩枚凸透鏡組成的望遠鏡。



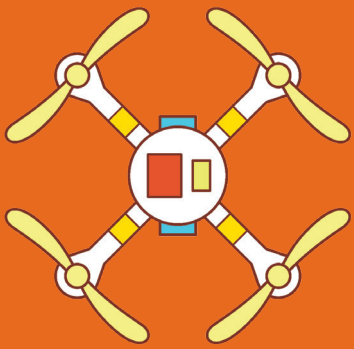
雙筒望遠鏡的構造〔圖2〕

因為透過克卜勒望遠鏡看到的是倒立成像，所以要用稜鏡改變光路，將成像顛倒回來形成正立像。這種望遠鏡叫做普羅式望遠鏡。



第3章

物理與最新科技的關係



GPS、磁浮列車、無人機……
這些五花八門的最新科技中，
也都活用到了物理的結構。
現在開始我們不僅談物理，
還會稍微接觸到科學的話題，
同時了解一下最新技術跟物理的關係！

55 GPS的原理：為什麼可以定位？

原來如此！ 找出**3顆GPS衛星與接收器**的距離，藉以了解自己（接受器）的位置！

利用人造衛星查看自己在地球的哪裡，這種方式叫做**衛星定位系統**。**GPS**（Global Positioning System）是美國研發的衛星定位系統，起初雖用於軍事用途，但後來也對民間開放，隨後汽車、飛機之流就變成非得知道自身位置不可的東西了。

在高度約20,000公里的**6個軌道上，分別設置4顆GPS衛星**，包括備用衛星在內，約有30顆衛星在繞著地球旋轉〔圖1〕。

為了知道自己的位置所在，至少必須接收到4顆衛星的電波，而GPS就做成讓人不管在地球上的任何地方都能接收4處以上的衛星電波。

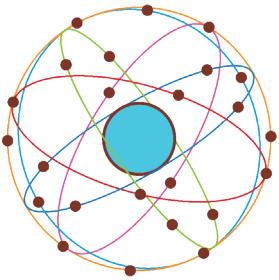
在制定三角錐底面三角形的形狀時，**如果知道底面以外的3條邊的長度，第4個頂點的位置自然就確定了**。運用這個原理，通過接收器（車、智慧型手機等）接收從3顆GPS衛星上發出的電波。測量接收電波所需的時間，以求得接收器和衛星的距離，算出接收器的所在位置〔圖2〕。

原則上，通過3顆衛星就能知道自己的位置，但要藉接收4顆衛星傳來的電波進行各種修正，以推斷出正確的位置。

30顆GPS衛星繞行地球

繞著地球飛的GPS衛星〔圖1〕

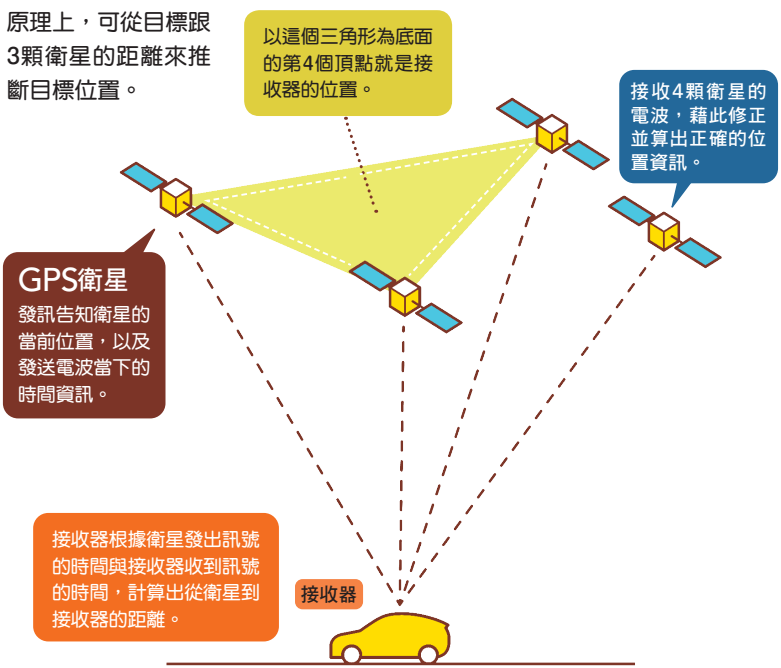
6條軌道上分別部署4顆GPS衛星，總計24顆。加上備用的衛星，共有30顆衛星在繞行地球。



無論在地球上的哪個地方，都至少要能接收到4顆衛星的電波——衛星是以這個原則飛行的。

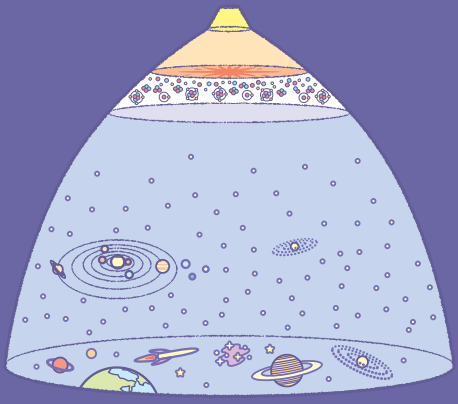
GPS的構成〔圖2〕

原理上，可從目標跟3顆衛星的距離來推斷目標位置。



第4章

未來想與人暢聊的物理故事



物理的世界愈窺視愈深奧。

相對論？暗物質？……等，

這些東西雖然都聽過，卻從未真正明白它們是什麼東西。

接下來，我會概略介紹一下這些物理故事。

71 愛因斯坦的相對論是什麼？①

原來如此！ 是有關**光**、**時間**、**空間**的新理論，也是**在物理學界掀起革命**的理論！

「20世紀最優秀的天才是誰？」聽到這個問題時，大部分的人應該都會回答愛因斯坦（1879～1955）吧。他認為19世紀以前解釋世界和宇宙物理現象的牛頓理論是「一大堆用不到的現象！」，於是自己想出了一套**嶄新的物理學理論：「相對論」**。

愛因斯坦在1905年發表**「狹義相對論」**，1915年至1916年發表**「廣義相對論」**。這兩個理論統稱「相對論」。簡單將這套理論統整後，便如右圖所示。

其中「涉及到時間的事物」的第**〈2〉**項跟第**〈6〉**項，我們會在下一篇（➡P.198）介紹。這裡就先非常簡單地說明一下第**〈4〉**項跟第**〈5〉**項吧。

第**〈4〉**項是以知名算式$E=mc^2$（E：能量，m：質量，c：光的速度）示人的理論，意思是，**物質的質量可轉化為能量，能量也能轉變成質量**。舉個例子，核能發電廠也是根據這套理論建立的，它證實微量的鈾在消失的同時會轉成極大的能量。

第**〈5〉**項表示，恆星、銀河及黑洞這種**重力強大的天體，周圍的空間是彎曲的**。從遙遠的太空中傳來的星星和銀河的光芒，在中途經過重力大（沉重）的天體時，也同樣沿著扭曲的空間前行。這樣的星光雖然微弱，卻也在彎曲後送到了地球上。

相對論的內容

將狹義相對論（狹義）與廣義相對論（廣義）所表明的內容簡單歸納如下：

〈1〉世上沒有可以比光快的東西（狹義）

〈2〉高速移動的物體中，時間的流速較慢（狹義）

〈3〉高速移動的物體看起來比較短（狹義）

〈4〉質量（物體的重量）與能量是一樣的東西（狹義）

〈5〉重的（重力大的）東西，其周圍的空間會扭曲（廣義）

〈6〉重力大，時間的前進速度就會變慢（廣義）



阿爾伯特・愛因斯坦

物理學的15個大發現！

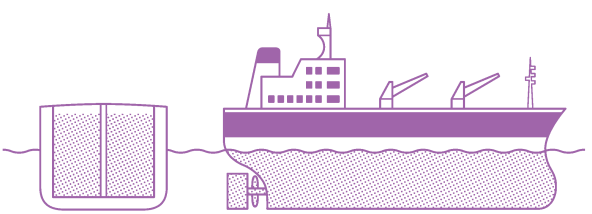
從西元前的阿基米德原理開始，精選15個物理學上的重大發現。
來看一下這些「改變世間常識的大發現」的歷史吧！

1 有關浮力的大發現
「阿基米德原理」

發現家
阿基米德
希臘數學家、物理學家

▶ 西元前250年左右

物體在流體（液體或氣體）中時，浮力等於物體所排開的流體重量，這就是作用在物體上的「阿基米德原理」所闡明的內容。這個法則與船舶、氣球或熱氣球、冰山……等所有飄浮的東西息息相關，即使在現代也被視為計算浮力的基礎而使用著。



2 有關壓力的大發現
「帕斯卡定律」

▶ 1653年

發現家
布萊茲・帕斯卡
法國數學家、物理學家

如果在密閉的容器裡，對靜止流體的一部分施加壓力，那麼這塊壓力上升的部分會以相同強度朝所有方向傳遞到流體中。這項「帕斯卡定律」被發現後，人們應用其原理，製作出液壓千斤頂和液壓煞車等液壓機器和水錘泵等產品。

3 力學上的大發現

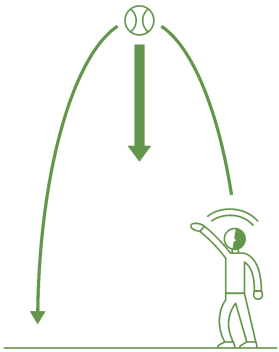
「萬有引力定律」

▶ 1687年

發現家

艾薩克・牛頓

英國物理學家、天文學家等



宇宙中，所有物體和物體之間都有著互相吸引的力量。這種物體彼此吸引的力稱為萬有引力。包括這項定律在內，從地球到宇宙的物體運動規則都被牛頓統一彙整了起來。在這之後，「力學」這門學問的研究進展良多。

4 有關溫度和體積的大發現

「查理定律」

發現家

賈奎斯・查理

法國物理學家

▶ 1787年

若在固定壓力下提高氣體溫度，溫度每上升1℃就會增加0℃時體積的273分之1，這就是查理發現的「查理定律」。這項關於氣體膨脹的法則，在現代被運用在冷氣或冰箱的結構上。

5 有關電流的大發現

「電磁感應定律」

發現家

麥克・法拉第

英國化學家、物理學家

▶ 1831年

只要改變線圈內的磁場，線圈中就會產生使電流流通的力（電動勢）。由電磁感應所引起的電動勢叫做感應電動勢，因此而流動的電流則稱為感應電流。發電機和馬達的出現，正是得益於法拉第所發現的這套原理。

