

『進擊的巨人』物理學（下）

巨人的密度和科幻的意義

適用國中自然【八上】基本測量

指數比巨人更恐怖

在我們的世界中，以現在人類對大自然的科學知識，還沒有辦法進行高維度的物質傳送。因此就必須要憑空產生出額外的物質，無可避免地用到愛因思坦的質能互換定律 $E=mc^2$ 。可是，這又會引起另一個問題：產生質量的能量太過龐大。這是因為質量與高度立方成正比，所以變出越來越高大的巨人所需的能源是以指數上升的。

讓我來說個比巨人更恐怖的故事。從前有個國王想要賞賜黃金萬貫給他

【『進擊的巨人』物理學（下）】巨人的密度和科幻的意義

的大臣。其中一位大臣說，我不要黃金萬貫，只要一個棋盤，第一個方格上放一粒米，希望國王能夠答應每天賞賜比前一格多一倍的米就足夠了。國王聽了說沒問題，這不太簡單了麼，我國糧食儲備十年也吃不完！就著人給了這位大臣第一天的賞賜：一粒米。

第二天，大臣來領賞賜，於是拿到了第一天的兩倍：兩粒米。第三天，四粒。第四天，八粒。



【『進擊的巨人』物理學（下）】巨人的密度和科幻的意義

第五天，十六粒。就這樣，大臣每天都來領米，國王覺得這位大臣真的傻了，有黃金萬貫不要，只要區區的幾粒米！

過了三個禮拜，負責糧倉的官員來找國王，說大事不妙了，我們快沒有糧食了。國王就問，怎麼可能？我們的儲備十年也吃不完啊！官員就說，沒錯，第一個禮拜，大臣只拿到了兩百五十四粒米，可是第二個禮拜就已經三萬二千七百六十六粒了。今天，他剛拿走了二百零九萬七千一百五十二粒米，總計已拿了四百一十九萬四千三百零二粒米了。棋盤有六十四格，可只是到了一半即第三十二天，他就會拿到共八十五億八千

【『進擊的巨人』物理學（下）】巨人的密度和科幻的意義

九百九十三萬四千五百九十粒米！到了最後一天，我們就得給他總共三千六百八十九京三千四百八十八兆一千四百七十四億一千九百一十萬三千二百三十粒米！

然後國王就被嚇死了，這就是指數的力量。



【『進擊的巨人』物理學（下）】巨人的密度和科幻的意義

我們世界裡的巨人 竟然會比空氣密度更低？

延續著上一篇文章「《進擊的巨人》物理學（上）：變身巨人的那一刻就註定了人類的勝利？」的討論，就讓我們看看巨人究竟有多重吧！

《進擊的巨人》的作者諫山創也曾想過巨人如果與一般人類密度相同是否會太重的問題。於是在漫畫之中，也曾明示過「巨人比想像中輕」。

60 米高的超大型巨人身高是 1.7 米高的人類的 $60/1.7=35.29$ 倍，即約 2 的 5 次方多一點。再把這數字立方，即是 2 的 15 次方，即是國王故

【『進擊的巨人』物理學（下）】巨人的密度和科幻的意義

事裡差不多兩個禮拜的倍數，大約就是幾萬。可是， $E=mc^2$ 帶來的能源問題，並不是把巨人變輕一點點、或者輕幾倍、幾十倍就能解決的。這是因為光速實在太快了：使用國際單位制時，光速的數值是 3 後面跟 8 個零。所以，即是變出每 1 公斤的質量，就需要 $E=(1)c^2$ ，即 9 後面跟 16 個零這麼多的能量。

所以，我們不要忘了還有 c^2 這個因子，因此我們必須再在幾萬後面補上 16 個零（還要乘 9），得到的就是有 20 個零以上的天文數字了。我們

【『進擊的巨人』物理學（下）】巨人的密度和科幻的意義

就算有 20 個零好了，就算你把超大型巨人變得「比想像中輕十萬倍」，也還有 15 個零。

結論是，我們的現實中沒有高維度物質傳送，也不可能用 $E=mc^2$ 去變出巨人。所以這次我們就不是假設密度不變，而是質量不變。跟上次一樣，我們只要使用密度 = 質量 / 體積，就能夠計算出各種巨人的密度。

對於一個 3 米級的巨人，其體積是一個 1.7 米高的人類的 5.5 倍。如果要維持質量不變，那麼 3 米級巨人的密度就是人類的 $1/5.5=0.18$ ，即是

【『進擊的巨人』物理學（下）】巨人的密度和科幻的意義

只有人類的18%。以人類平均密度大約為 0.95 g/cc 去計算（ g/cc 即是每立方厘米克），3 米級巨人的密度就是每平方厘米 0.17 g/cc 。順帶一提，一個大氣壓力下、攝氏 15 度的水的密度是 1 g/cc ，這就是為什麼人體是會浮在水面上的原因。而巨人受到的浮力就更加強了，想潛水基本上是不太可能的。

那麼 15 米級的巨人呢？體積是人類的 687 倍，密度是人類的 0.1%，即是 0.0014 g/cc 。一個大氣壓力下、攝氏 15 度的大氣密度是 0.0012 g/cc ，所以 15 米級巨人的密度原來跟空氣差不多，被其打中應該就像

【『進擊的巨人』物理學（下）】巨人的密度和科幻的意義

颱風時站在街上的感覺吧……

最後，當然少不了大家最關心的超大型巨人了。體積是人類的 44,000 倍，密度就只有人類的 0.0022%，即 0.00002 g/cc 。這不就是只有大氣密度的 1.8% 嘛……這樣的話，如果超大型巨人真的出現，我們頂多也只會看見一團非常輕薄的肉色氣團，被打中也是不會有什麼感覺的。而且，因為其比空氣密度更低，所以會慢慢升上天空，很恐怖的說……哇，什麼時候變成鬼故事了？

【『進擊的巨人』物理學（下）】巨人的密度和科幻的意義

科幻是科學的翅膀

在前一篇的文章刊登後有許多的討論，有人曾評論我說「不尊重科幻作品」，我尊重他們發表意見的權利，亦欣賞他們對科幻作品的熱誠。我相信，這種熱情亦是推動好奇心的源動力。而我同時認為，如同《進擊的巨人》這樣好的科幻作品，是能夠激起人們思考科學、社會問題，再應用於我們所生存的這個世界之中的。

我希望藉著有趣的動漫題目，吸引各位思考科學原理。這當然就不是說

【『進擊的巨人』物理學（下）】巨人的密度和科幻的意義

我要破壞原作者的創作。誰不知道在作品當中，作者就是神、就是物理定律？我們會不會把科普文中提到的科學問題傳給作者叫他修改作品？不會，因為我們明白探討的題目是「如果在我們這個世界打出一記認真拳 / 打出龜派氣功 / 變身成為巨人，會發生什麼事情呢？」

就如同從前科學仍未發達的時候，登陸月球被視為幻想。有小說作家幻想登上月球，我們不會去攻擊他「不科學」，而是把這個幻想當成思考科學問題的機會，改善我們的科學技術。想必有些人曾經思考過「如果我們真的能夠飛上月球，會發生什麼事情呢？」

【『進擊的巨人』物理學（下）】巨人的密度和科幻的意義

最終，阿姆斯壯踏出了人類的一大步；幻想，成了真實。

科幻絕不應只幻不科。其實，我自己也是《進擊的巨人》的粉絲。吸引我的，除了那些刺激的戰鬥場面外，也是那些叫人反思現實的情節。高牆和巨人，都一一暗喻了許多發生在我們身邊的社會問題。我們會把作品中對社會的描寫化作現實的反思，為什麼我們不能把作品中的科幻化作現實科學的思考？這樣，科幻才能成就科學。

【『進擊的巨人』物理學（下）】巨人的密度和科幻的意義

我相信，這就是科幻的意義。

其實，很多科學家也是科幻故事、漫畫、小說等的粉絲。如我上述，欣賞科幻作品和思考科學問題並非對立。科幻作品是科學進展的翅膀，驅動著人類對大自然的好奇心，帶領人類飛上月球、飛到宇宙深處。