

# 宇宙射線是什麼？

Hayanon 著



# 宇宙射線的兄弟：X射線

大家在學校或者醫院做身體健康檢查的時候，都有拍攝過胸部X光片吧，顧名思義，這個檢查使用的是X射線。1896年，倫琴（Wilhelm Conrad Röntgen）發現了從陰極射線實驗產出的X射線，並且發現藉由X射線穿透人體的特性，看見身體內的骨頭而引起世界矚目。雖然X射線的強穿透力可以看到身體內的狀況，但同時，暴露在太多X射線的環境下也會對生物體產生很大的危險。

同樣在1896年，貝克勒（Henri Becquerel）發現鈾礦石會發出不可思議的射線。奇妙的是，被包裝起來的鈾鹽，卻能讓放在旁邊的照相底片感光並顯現出礦石的模樣！顯然鈾礦會自己發出放射線。鈾礦的射線跟倫琴發現的X射線雖然具有相似特性，但被確定與X射線是不同的。

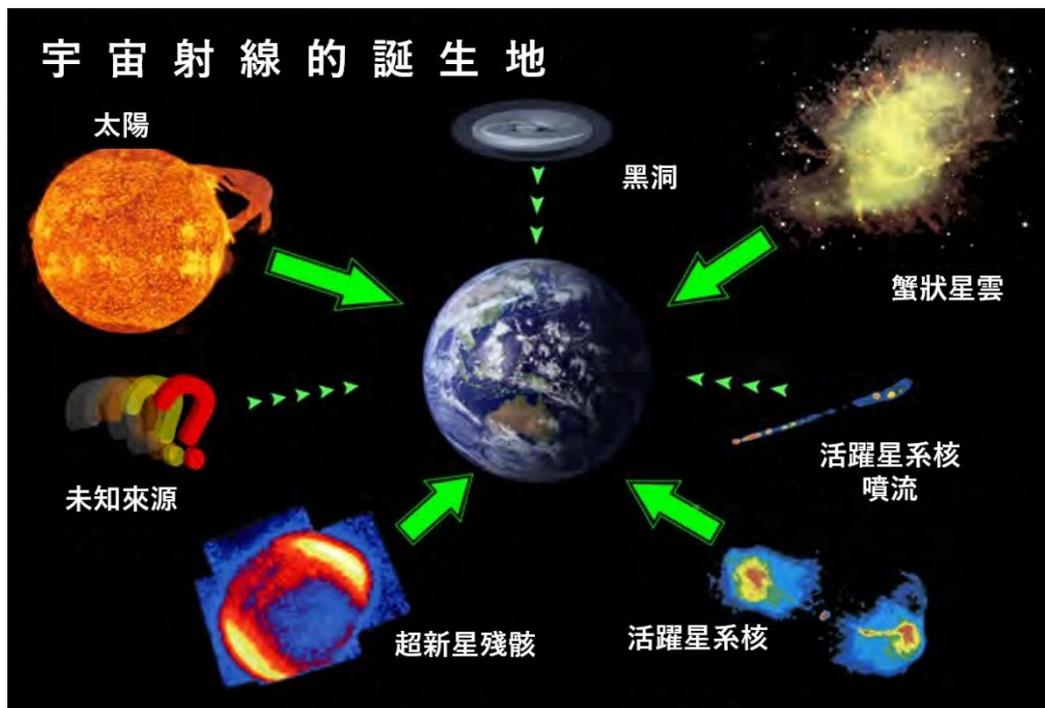
除了貝克勒發現的鈾礦石之外，於1898年，施密特（Gerhard Carl Schmidt）和居禮夫人（Marie Salomea Skłodowska-Curie）分別發現從釷和鐳等物質，也會放出同樣性質的射線。所以像這樣不可思議的射線，就被稱為放射線了。

1900年，人們瞭解到，放射線包括了帶正電荷的 $\alpha$ （Alpha）射線、帶負電荷的 $\beta$ （Beta）射線，和不帶電的 $\gamma$ （Gamma）射線三種。

因為鐳會放出強於鈾數萬倍的強力放射線的性質，所以對放射線研究來說是不可或缺的存在。1903年，居禮夫婦和貝克勒一起獲頒諾貝爾物理學獎，1911年居禮夫人又獲頒諾貝爾化學獎。現今，X射線和放射線被頻繁地使用在癌症的治療或身體檢查等醫療行為中。微量的使用X射線或放射線，對人類是很有幫助的，但是依然必須嚴格控制使用量，否則放射線是會對人體有害的

多虧了居禮夫人發現深埋在地底下的鐳礦石，開啟了對放射線的研究，赫斯（Victor Hess）發現了從宇宙來的放射線，也就是宇宙射線。宇宙射線雖然具有比鐳更強的穿透力，但是因為地球大氣層的保護，因此對地面上的人們是無害的。但是，在大氣層之外，宇宙射線是十分危險的存在，太空人必須時常保護自己免受宇宙射線的危害。

那麼，讓我們與阿盛和米爾博，一起來看看宇宙射線的不可思議之處吧！



圖像出處：地球和太陽－NASA；蟹狀星雲－海爾天文台（Hale Observatory）；活躍星系核噴流、活躍星系核－美國國家電波天文台（National Radio Astronomy Observatory）；超新星殘骸－宇宙航空研究開發機構（JAXA）。

來自遙遠的宇宙，  
微小的、不可思議的  
粒子

它的名字是  
“宇宙射線”

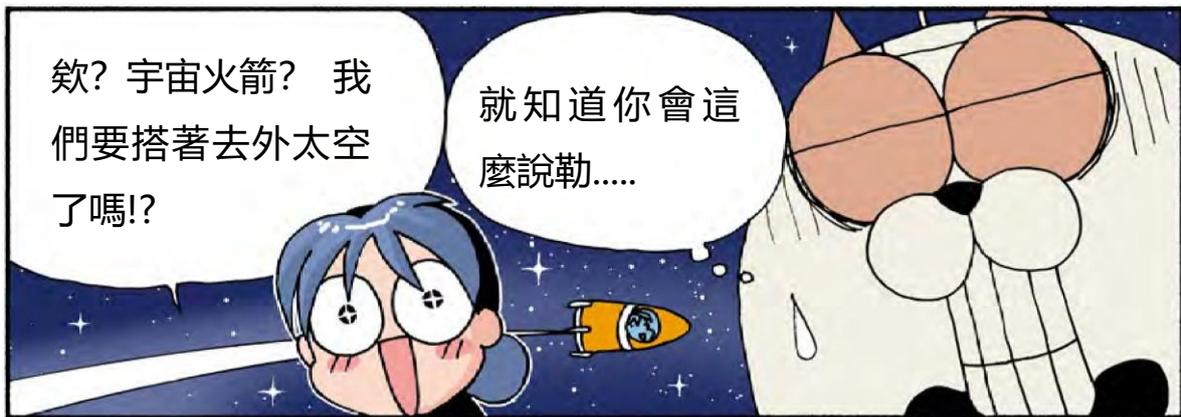
嗯....  
喔！看到了！

犬型機器人  
“米爾博”

欸！米爾博！  
你在看什麼？

我在看.....  
“宇宙射線”

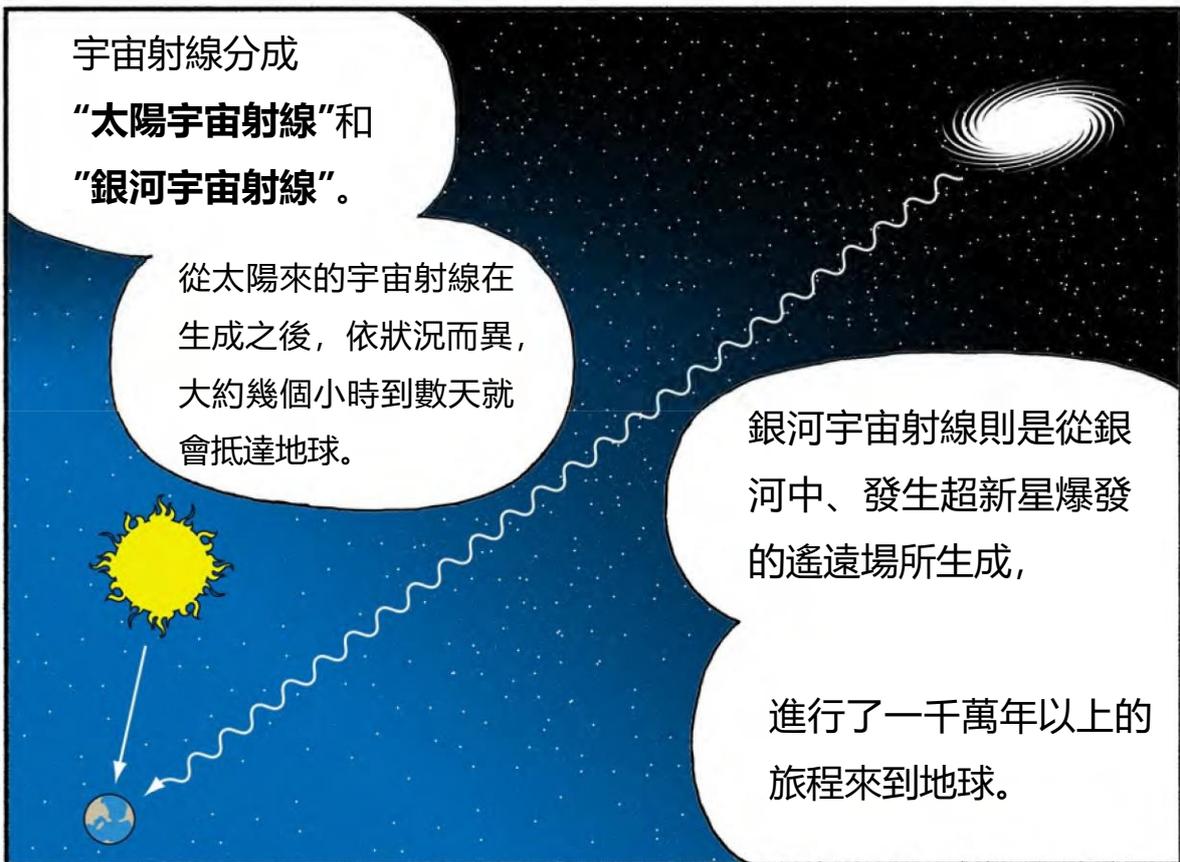
超喜歡科學的  
小學生“阿盛”

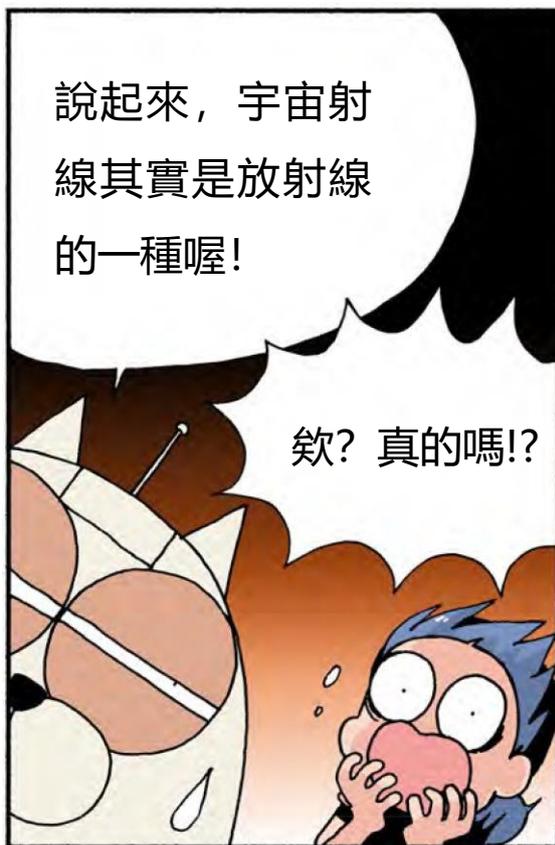




**※ 使用乾冰的時候請注意, 請勿讓乾冰直接接觸皮膚!**







宇宙射線是什麼呢？它們有哪些粒子呢？



從宇宙來的初級宇宙射線，主要是由質子組成。

質子

初級宇宙射線

初級宇宙射線與大氣碰撞，衰變成次生宇宙射線。

派( $\pi$ )介子

伽馬( $\gamma$ )射線

次生宇宙射線

中子

電子e

也就是說，抵達我們所在地表的宇宙射線，是質子衰變後生成的，非常小的粒子喔！

但是這些微小的粒子卻帶有非常高的能量喔。



到底有多高的能量呢？

大家的家裡或學校應該有日光燈吧.....

.....拿日光燈的能量和宇宙射線的能量來比較的話,



日光燈光的來源，是接收了能量的原子，從高能狀態回到原先狀態的時候，將收到的能量以光的形式放出來。

這個能量是等於2電子伏特(eV)。



然而，一個宇宙射線粒子的能量.....

竟然就高達  
10億電子伏特！



欸！這麼厲害的粒子落下來的話.....

會霹靂閃閃勒！



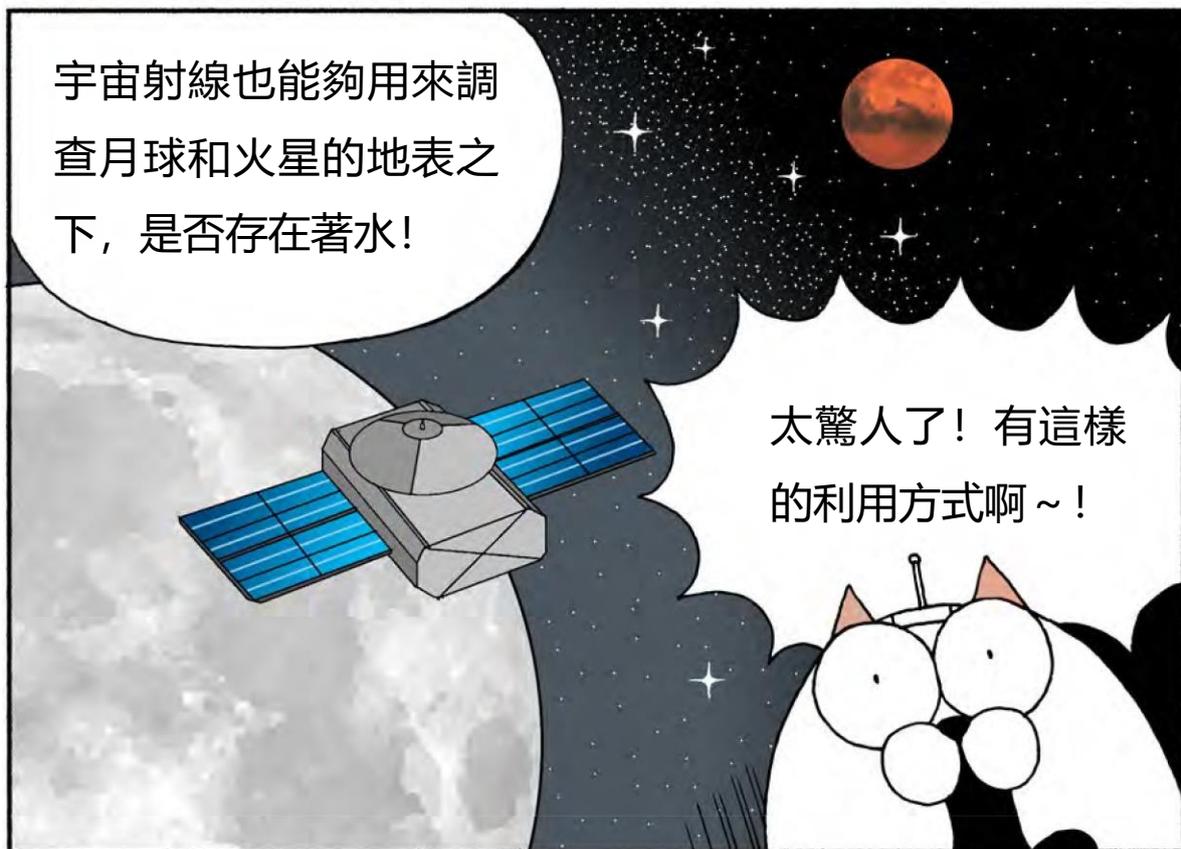
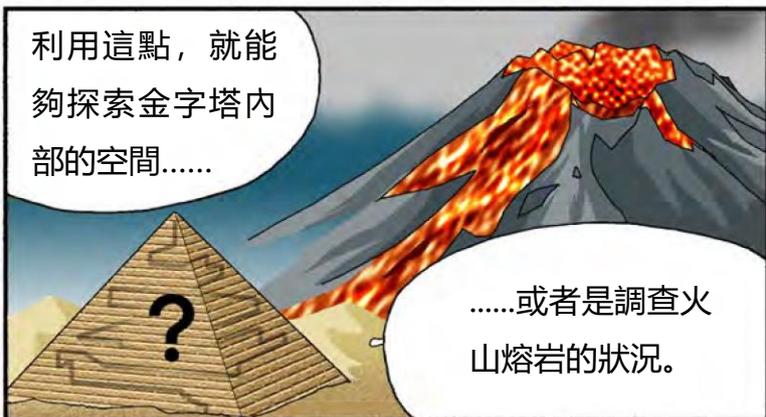
嗯，等等？但是好像沒聽說過這樣的事.....？

這麼說也是？

啊勒？

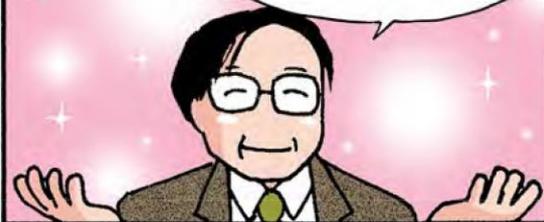






或許之後也會發現新的利用方法呢！.....

..... 然後宇宙射線本身的研究也會往前邁進吧。



就好像解讀從宇宙送來的訊息一樣。好有趣！

從宇宙送來的訊息嗎....！



閃閃發亮 ✨

遠道而來的宇宙射線！想要好好地把它們擋住呢！



說是要擋住，但其實從身體穿過去了勒，阿盛.....

# 什麼是宇宙射線？

 老師好，請告訴我關於宇宙射線的事情。究竟宇宙射線能量比放射線的能量高出多少呢？

 一般來說，宇宙射線的能量比其他類型的自然背景輻射的能量高一千倍以上。如果要說能量最高的宇宙射線，百兆倍也是有的喔。

 欸？為什麼能量會這麼高呀？

 很好的問題呢，阿盛。宇宙射線是藉由跟其他的粒子反覆碰撞中獲得能量，慢慢地能量就越來越高了呢。

 宇宙射線是從哪裡來的呢？

 宇宙射線是從太陽，或是遠方的恆星過來的。不屬於我們地球，而是從遙遠的銀河過來的的情況也是有的。會在太陽爆發的閃焰中生成，或是在恆星爆發時生成。

 宇宙射線看得到嗎？它有特殊的顏色、形狀和氣味嗎？

 本大爺是看得到啦，但顏色和氣味就不知道了。不過肯定是沒有像燒肉那樣美味可口!!

 宇宙射線非常小的關係，就算是用顯微鏡也看不見。而且，也沒有顏色和氣味。雖然用顯微鏡看不到，如果使用稱為「雲霧室」的道具就能看到。宇宙射線幾乎是以光速從宇宙飛來，像下雨一樣在我們的頭上瀉落落下。

 宇宙射線也會落在月球或是火星上嗎？

 當然會飛過去呀。但是，因為火星有少量的大氣，宇宙射線降下的量，只有月球的一半左右。實際上，人類進行太空旅行的時候，最大的問題就是宇宙射線的存在。如果是米爾博的話，就能很平常地做太空旅行呢。

 欸嘿！厲害吧！

 真羨慕米爾博啊！說到這，聽說可以利用宇宙射線調查火星和月球上是否有水，這是為什麼呢？請老師多告訴我們一點細節吧。

 宇宙射線可以穿透月球或火星的地表下約40公分。所以，要是塵埃覆蓋在表面，導致上空看不到被隱埋起來的冰的話，用宇宙射線就能發現。進入土裡的宇宙射線，會像撞球那樣被氫原子核反射。也就是說，在太空中的人造衛星只要偵測被氫原子所反射的宇宙射線就行了。因為在氫原子多的地方，反射回來的宇宙射線也會變多，所以就能知道水冰的存在。

 但是，不只是氫(H<sub>2</sub>)，還要有氧(O)的存在，才能說有水(H<sub>2</sub>O)的存在對吧？

 嗯，很精準的提問呢。確實，要證明真的有水存在的話，就必須要派出月球車降落在宇宙射線被大量反射的月球南北兩極降落，仔細探索調查一番才行！

 既然太陽也會放出宇宙射線，那地球也會朝宇宙放射宇宙射線嗎？我們能從月球上看到嗎？

 因為地球岩石所放出的放射線能量很弱的關係，還沒離開地球就會被大氣層吸收了。但是，像是地球的極光或雷暴等現象，會放出低能量的伽馬射線或X射線；因為它們通常發生在大氣稀薄的上空，所以有機會在月球上偵測到呢！但是因為放出的能量很低，所以不叫做宇宙射線----或許能夠稱做地球射線呢。

 地球射線嗎？好想要去月球上測測看啊~

 好，本大爺也來升級，去月球看地球射線吧！

## 宇宙射線為什麼要在高山上測量呢？



宇宙射線的測量通常是在高山上進行。我們就來說明一下原因吧。

這是因為，地球被大氣覆蓋的關係。首先注意到大氣壓力的，是法國的帕斯卡（Blaise Pascal）。因此之故，現在大氣壓力的單位，是用帕斯卡來表示，當大型颱風來臨時，會顯示如910百帕等等的數值。而且，這個數值代表的，是很強烈的颱風，因為其中心部位的空氣壓力，比平常的大氣壓力要低了10%以上。只不過，要是登上高山的話，大氣壓力會減少更多呢。

例如說，日本名古屋大學研究所的太陽中子望遠鏡放置所在的乘鞍岳（標高2770公尺），大氣壓力只有地上的75%；日本富士山山頂的話，則是地上的60%。如果攀登日本富士山的話，接近山頂就會變得呼吸困難，能感覺到大氣的稀薄呢。

玻利維亞多民族國的查卡塔雅（Chacaltaya）觀測所位於5250公尺高的場所，那裡的大氣只有地面上的一半。

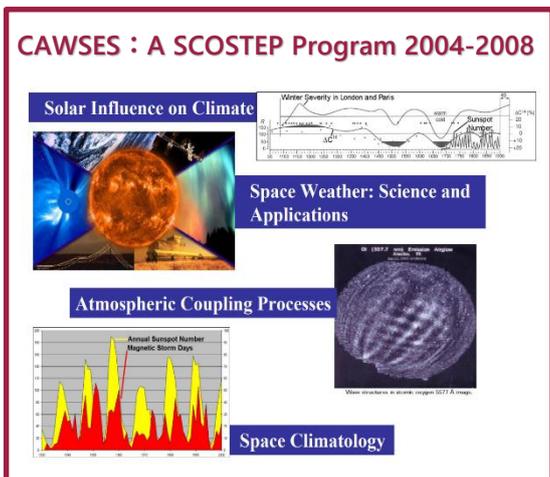
我（作者）曾以標高5400公尺的山頂為目標，（從觀測所）不過少少走一點路，心臟就狂跳不已，記得非常艱辛。或許也有人看過喜馬拉雅登山隊背著氧氣瓶登頂的畫面吧？氧氣稀薄的話，就是這麼辛苦呢。

但是，宇宙射線觀測是在大氣稀薄的地方較好，這是因為宇宙射線和大氣碰撞後會被吸收的緣故。當空氣質量大約每平方公分產生200克的差距時，宇宙射線的數量就差了十倍。所以，和乘鞍岳相比的話，查卡塔雅觀測所的觀測裝置只要約十分之一的大小就行了。相反地，要是使用同樣大小的裝置，在高山上可以得到更精確的優良數據呢。



位於日本乘鞍岳的太陽中子望遠鏡

查卡塔雅觀測所。（Chacaltaya - Japanese Emulsion Group提供）



## CAWSES Climate and Weather of the Sun-Earth System (CAWSES)

CAWSES 是由 SCOSTEP (日地物理學科學委員會) 贊助的一項國際計劃，旨在顯著提高我們對太空環境及其對生活和社會影響的理解。CAWSES 的主要任務是去幫助協調並實現至關重要的觀察、建模和理論方面的國際活動，讓已發展和發展中國家的科學家能夠參與進來，並為各級學生提供教育機會。CAWSES 辦公室位於美國馬薩諸塞州波士頓的波士頓大學。CAWSES 的四個科學主題如左圖所示。

<http://www.bu.edu/cawses/>  
<http://www.ngdc.noaa.gov/stp/SCOSTEP/scostep.htm>



## Solar-Terrestrial Environment Laboratory (STEL), Nagoya University

STEL 在由日本多所大學一起合作運行的實驗室，其目的是與日本國內外的許多大學和機構合作，促進“日地系統的結構和動力學研究”。實驗室下設大氣環境、電離層和磁層環境、太陽圈環境、綜合研究四個研究室。地球空間研究中心也隸屬於實驗室，以協調和推動聯合研究項目。在其七個天文台/觀測站，對各種物理和化學實體進行地面觀測。

<http://www.stelab.nagoya-u.ac.jp>

## はやのん Hayanon

Hayanon 畢業於琉球大學物理系，是一名作家同時也是漫畫家，憑藉其深厚的科學和電腦遊戲背景，在熱門雜誌上投稿多部連載。用她一貫的寫作風格，表達對科學的熱愛，廣受大眾好評。

<http://www.hayanon.jp/>

## 子供の科学

誠文堂新光社出版的《子供の科学》是青少年面向的月刊。自1924年創刊以來，該雜誌通過提供從日常生活中的科學現象到前沿研究主題的各個方面的科學，不斷地促進科學教育。

<http://www.seibundo.net/>

“宇宙射線是什麼？”與《子供の科学》合作出版。

阿盛、米爾博和老師感謝 TTSS 和 TSU 幫忙準備我們的中文版故事。

中文版本執行單位為臺灣科學特殊人才提升計畫 TTSS 及臺灣太空科學聯盟 TSU。

翻譯：鄭宜帆；編排：許仁愷，楊孟澤。

審閱：奇奇，MVP，小英、小同 (依名字筆畫次序)。

June 2022

All rights reserved.