

橡膠之父—固特異

第 16 週

查理斯·固特異(Charles Goodyear 1800~1860)後人尊稱為橡膠之父，因為他將畢生心血都投入在橡膠的研究中。經由他的研究改良大幅提升橡膠的穩定性、彈性和防水力，讓橡膠耐磨且不易損壞，從此橡膠製品的產量每年以數倍成長。

在橡膠樹樹幹上用刀子劃出斜線刻痕，會流出白色黏稠汁液，俗稱「生膠」。將生膠加工烘乾後，可得彈性膠狀物質。在早期「生膠」常被人拿來當做黏膠使用，中美洲的土著會用煙燻去除生膠中的水分，使其變成乾燥且有彈性的蹴球，馬雅人用來做成鞋子。但天然生膠容易受溫度影響品質，夏天遇熱潮溼會變得黏稠，冬天則會變脆，因此推廣不易。

1800 年，固特異出生於美國的康乃狄克州，他一生沒有受過正規教育，但他的祖父與父親都是小有名氣的發明者，常會創作一些五金用品或家具，因此他從父親身上學會了不少實用的技術。

31 歲的固特異第一次接觸到生膠，覺得很神奇，開始蒐集資料並研究生膠所製造的產品。他意識到雖然生膠在一定溫度內，有很好的隔水性、彈性十分良好，但是生膠過熱會變得黏稠，過冷則會脆化，品質很難控制。因此當時的生膠製品，並不常流通於市面。不過他却滿懷希望認為若是改良生膠，應會為他帶來不少收益。

34 歲的夏天，固特異從波士頓帶回一批生膠準備回家做實驗，卻不幸因欠債而銀鐐入獄。然而固特異並沒有浪費時間，直接在牢獄中開始第一次的生膠實驗：他將生膠與鎂混合，再用手不斷的搓揉使其加熱，會產生漂亮的白色化合物，改善生膠遇熱會黏稠的特性，使橡膠開始固著。出獄後，他在家裡和妻兒一起用此法製作膠鞋，但最後這批鞋子，仍無法擺脫以前的缺點，此時債主對他已完全無法忍耐。然而固特異並沒有失去信心，獨自一人到紐約去繼續實驗。他將氧化鎂與橡膠先形成化合物，再將此化合物放入生石灰水中煮沸，此法幾乎使生膠失去黏性且固化。但沒多久他發現只要遇酸，成品又會開始變軟，這方法又再次失敗。

雖然經過了多次失敗，但他不曾停下他的夢想，他前往英國的格林威治，繼續他的實驗。這次他把橡膠放在硝酸中，表面會固化，為了要有更好的效果，竟然把硝酸加熱，想把橡膠放進去裡面煮，結果讓房間中布滿了高溫的硝酸蒸氣，差點害死他自己。

雖然多次慘敗，他在貧窮中仍不斷的進行實驗。在 39 歲的某天，他一樣坐在火爐旁進行實驗，此時的他家徒四壁，只能望著火爐，期盼下個結果能成功。這次使用的是硫磺與生膠混合，結果他不小心將此混合物滴到了火爐旁的高溫磚塊上，原本液態狀生膠瞬間水分蒸發變成硬塊。此硬塊並不會因冷、熱而變質，甚至變得比之前更有彈

性，後來他又多次改良配方後，終於找出生膠、硫和鉛的含氧化合物混合加熱固著的配方，製造出了世界最早的硫化橡膠。

然而固特異所作出的新材料，在美國遲遲無法被認同。直到 1841 年，他託人將硫化橡膠的樣品，帶去英國一家世界最大、名為漢克的橡膠公司。老闆非常驚訝樣品的效果，但漢克公司又不願意付給固特異權利金，因此一方面敷衍固特異，一方面偷偷測試固特異的製作配方，自行改良產品。

後來固特異在英國申請專利，但漢克公司却比固特異早幾天完成申請。自此固特異開始了專利訴訟的黑暗時光，不間斷的法庭攻防。這段法庭攻防傳遍歐洲，固特異與漢克公司各自請出了歐洲最有名的律師跟法學專家，進行三天三夜的辯論，獲得最終的勝利，但贏得訴訟並不代表他從此走出貧窮。

固特異之後利用硫化橡膠製造了許多商品。51 歲那年，固特異借錢參加英國維多利亞女皇所舉辦的展覽會，會中他展出許多硫化橡膠製品，獲得法皇讚賞，頒贈英雄勳章與十字勳章。但諷刺的是他在回國途中，因債權人再度告上法庭，還未回到家，就配掛著勳章又進了監獄。

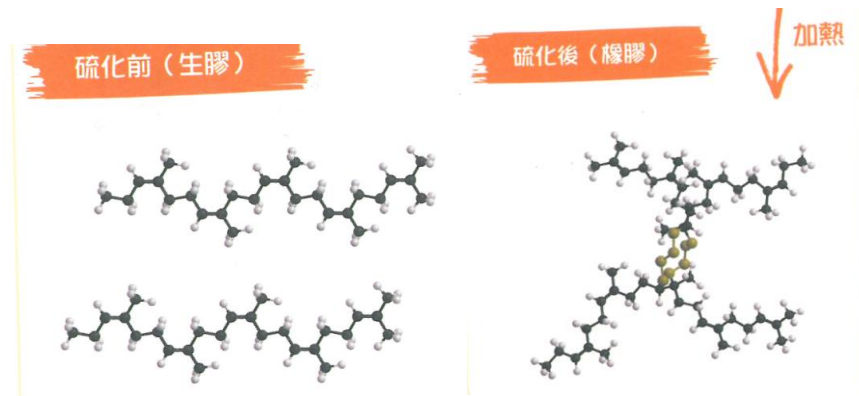
固特異因長期在實驗室中吸取橡膠煙霧，六十歲便離開人世。去世時留給子女的，僅僅只有一些現金、一紙專利和幾十萬美元的債務，令人不勝唏噓！

世界上第一個可以完全防水、堅固耐用，且有良好可塑性的材質，便是硫化橡膠。至今硫化橡膠的產品，生活中隨處可見，從防止水龍頭漏水的橡膠墊圈、皮鞋底、輪胎、膠鞋、防水與潛水衣、籃球、足球……，都是硫化橡膠的製品。固特異被視為是美國重要的發明家，甚至連之後美國弗蘭克·史伯林把自己建立的輪胎橡膠公司(美國最大的輪胎公司)也以固特異命名，向他致意。

硫化橡膠的原理

橡膠是種聚合物，聚合物是指由許多小單元聚集而成的物體。聚合物在現今社會無所不在，但是性質各有變化。例如塑膠袋和塑膠水壺都是聚合物，但是塑膠袋遇熱會變形、熔化，而塑膠水壺卻能夠盛裝熱水，這是因為分子結合的構造不同而有不同的特性。

為什麼橡膠經過硫的作用後，性質會改變呢？剛採下的生膠混合硫磺，在約 150～180°C 間加熱，會發生硫化反應。如下圖所示：左圖為生膠的分子結構圖，可以看到原本是一條條各自散開的狀態，但因為硫的特性，在高溫下，會形成如右圖。硫能將原本散開的生膠分子，結合在一起，變成較為緊密的連結。因此整體的結構，除了韌性強、高彈性，同時也較不易受溫度而影響性質。



※本文節錄 瘋狂科學家 他們的夢想與堅持 / 陳亮洲 著

請根據以上文章，回答下列問題：

- 請問文章的主角是誰？(A) 弗蘭克·史伯林 (B) 維多利亞
(C) 固特異 (D) 漢克。
- 文章主要是說明何種材質的發現？
(A) 生膠 (B) 硫化橡膠 (C) 鏈狀聚合物 (D) 網狀聚合物。
- 承第 2 題，創造出此材質最佳性質並可廣泛實用的實驗內容為何？
(A) 在橡膠樹樹幹上用刀子劃出斜線刻痕，就會流出白色黏稠汁液
(B) 生膠與鎂混合，再不斷的搓揉使其加熱，會產生漂亮的白色化合物
(C) 將氧化鎂與橡膠先形成化合物，再將此化合物放入生石灰水中煮沸，使生膠失去黏性且固
化 (D) 生膠、硫和鉛的含氧化合物混合加熱，製造出世界最早的硫化橡膠。
- 此發現可以改善生膠的何種缺點？
(A) 生產不易 (B) 密度太小
(C) 容易受溫度影響品質，在夏天遇熱潮溼會變得黏稠，在冬天則會變脆
(D) 比熱小，溫度易升易降。
- 結合以上概念，此篇文章所述的「硫化橡膠」具有下列何種特性？
(A) 屬於熱固性聚合物 (B) 遇酸成品會開始變軟
(C) 輪胎、膠鞋、籃球、足球……硫化橡膠製品，都是鏈狀聚合物
(D) 夏天遇熱潮溼會變得黏稠，冬天則會變脆。