

內有科學的漫畫：《工作細胞》與 《Dr.STONE 新石紀》之比較

A Comparative Study on Scientific Comics : 《Cells at Work!》 and 《Dr. Stone》

蔡宛蓉

國立中正大學電訊傳播所研究生

摘要

本研究旨在比較不同類型且內含科學的漫畫。研究採文本分析，最終選定《工作細胞》以及《Dr.STONE》為分析對象。並著重比較漫畫的架構、人物及科學知識，並從科學的理解模式與科學傳播的階段性來評斷漫畫的科學程度。研究結果顯示，兩部作品雖使用不同的方式引入科學知識，但是在人物的設定上及劇情上都較為嚴謹、在科學的正確性上比例較高。總結來說，科學漫畫仍處於引導對於科學的興趣及加深知識的印象，還不能作為專業知識的主要來源。

關鍵詞：科學傳播、漫畫、科普

e-mail : z0972380666@gmail.com

壹、緒論

日常生活中的科學有相當的多，而人們通常只享受這些科學帶來的便利，並不關心這些科學的原理或是背後的故事，甚至是連應用都不曾去思考。然而就是在這樣不關心的情況下，仍有作者試圖將科學融入日常的娛樂當中。而最有名的例子莫過於 2015 年時紅極一時的作品，那就是日本漫畫家清水茜的代表作——《工作細胞》。而數年前作者清水茜接受日本媒體訪問時表示：「會想到將細胞擬人化畫成漫畫，是因為當時妹妹正在唸生物，對背誦細胞的各種功能感到苦惱。妹妹向身為漫畫家的姊姊表示，要是能把各種細胞擬人化，將他們的作用跟功能編成故事，那就很好記憶了。」（何則文，2018）於是，一個優秀的科普漫畫就此誕生。

而五年過去，又有一部被漫畫迷們熱烈討論的作品出現，那就是由日本漫畫家稻垣理一郎（原作）和 Boichi（作畫）創作的一部少年漫畫作品——《Dr.STONE 新石紀》。內容講述在被石化後的三千年後，一位高中生運用過去所學的知識，在這個原始的世紀重新發展科學、科技的故事，而漫畫名稱的「Dr.STONE」指的便是能殺菌消毒的日用品——「肥皂」，這是因為在過去沒有衛生知識的情況下，相當多數的人皆死於不良的衛生習慣，比如：提倡醫護人員使用肥皂洗手的婦產科醫師伊格納茲·塞麥爾維斯的故事（醫院抗菌史，2019）。

然而過去並不是只有這兩部漫畫中有科學的成分或是描述，本研究便想知道，這兩部良好的科學漫畫有那些共通之處或是相異之處。

貳、文獻探討

一、公眾面對科學的理解模式

Brossard（2011）以兩種不同的面向聚焦，共分為四種模式。分別是以「訊息傳遞」為主體的情境模式（Contextual model）與欠缺模式（Deficit model）；以及將「吸引公眾」為主體的常民專家模式（Lay expertise model）和公眾參與模式（Public engagement model）。

- (一)、欠缺模式：為四種模式中最有過去專家制的味道且最有教育目的的一種方式，屬於單方向的傳播。簡單的說就是公眾缺乏什麼樣的知識，便給公眾他們所缺少的東西。而且這種方式通常被認為能夠更好的為科學提供支持。
- (二)、情境模式：相較於上述的欠缺模式，情境或是脈絡模式，更推崇使用「生活化」的方式，所以可能會因應時間、地點、語言文化的不同而有所變化，所以這種模式是會鎖定特定的受眾的，但同時也能讓受眾更快速且容易了解知識。
- (三)、常民專家模式：所謂的常民專家，就是一個富有經驗、有特定環境的某些人，那些人的經驗讓他們可以成為該個領域的專家，就好比農夫的智慧和、當地的耆老等等。在這個模式中，需要承認科學是有局限性的、承認潛在知識的存在。除了能夠接受科學家以外的專業知識，同時也強調科學過程是有互動的。
- (四)、公眾參與模式：而公眾參與是希望公眾廣泛參與政策制定過程的民主理想，並建立使公民參與積極決策的機制，討論的議題經常是涉及科學技術知識的政策問題，讓公共權力能真正實行於政策和資源。

二、科學的四個象限

黃俊儒（2018）認為能將帶有科學的傳播，在科學的部分能分為好的科學與壞的科學，同時，在傳播的部分也可以將之分為偏重說明性質或是故事性質的兩個方向。而根據這兩個向度，可以整合成一個象限圖，如圖 1。

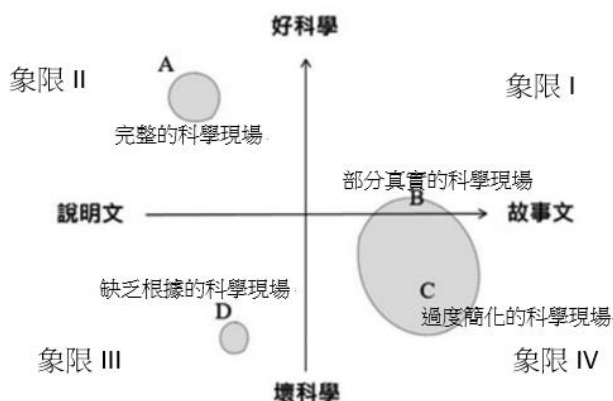


圖 1：科學的四個象限

資料來源：黃俊儒（2018）。流行文化中的科學：告訴我你看什麼科學，我就知道你活在怎麼樣的科技社會。林文源、楊谷洋、林宗德主編《科技社會人 3》，頁 80-89。新竹：國立交通大學出版社。

再者，這四種象限中的文本，還涉及三個層面，分別是科技知識面、心理層面、社會文化。A類型的文本在科技知識面是裡面最完整的，且通常不涉及情緒，在社會文化面以傳遞知識為主軸。B類型的文本在科技知識面是僅部分真實的，且通常較為符合現場真實概況，在社會文化面以議題探討、反思為主軸。C類型的文本在科技知識面是過度簡化的，且經常出現氾濫的心理情緒，在社會文化面經常缺乏相關主題的探討。D類型的文本在科技知識面通常缺乏事實根據，且情緒最為高亢激昂，同樣在社會文化面經常缺乏相關主題的探討。

三、科學傳播三階段論

黃俊儒（2015）把科學傳播分為三個階段，根據內容的正確性、知識的趣味化以及能否引發受眾的反思為基準。其中最基礎的就是「能正確」，其次為「能普及」，最後才是「能反思」。

（一）、能正確

簡單的說，就是傳遞正確、合理的科學知識。單這一個項目而言，臺灣媒體就普遍地會發生包括「理論錯誤」、「戲劇效果」、「名不符實」、「便宜行事」、「多重災難」、「關係錯置」、「忽冷忽熱」、「不懂保留」、「官商互惠」及「忽略過程」等不同類型的錯誤。或是翻譯上的錯誤也是其一。

（二）、能普及

意味著需要將科學的知識「簡單化」以及「有趣化」，讓科學不再居高臨下，而是讓它平易近人。

（三）、能反思

由於我們未能清楚地預估科學的效果及侷限，以及對各種部門所產生的影響或是衝擊。所以科學傳播最好也能逐步地帶領民眾去反思科技發展對於生活所產生的副作用或是負面衝擊。

參、研究方法

一、研究方法

研究預定以文本分析探究含有科學傳播元素的漫畫。根據台灣有出版且被認為具備科學元素之漫畫，並以出版年份、知名度、網路討論度等因素為考量，在類型上則挑選「以科學作為推進劇情的工具」和「以科學作為劇情設計的基礎」，各選取一則文本，總共兩個文本進行分析。

本研究僅針對漫畫中的部分內容進行分析，其一為劇情事件的組合，其次為角色的外在形象以及意象分析。並根據瑞士語言學家索緒爾，認為的「符號是語言的基礎單位，語言是符號的集合體」，並把符號劃分為「符號具」、「符號義」兩種層次。而所謂的「符號具」是指符號的外在形體，屬於具體的形象；「符號義」則是指符號所延伸出來的意義，也就是所謂的引申義或是隱含意義。（John Fiske，1995）將漫畫中的主要人物形象以及意象進行較為深入分析。

再者，本研究預計使用公眾面對科學的理解模式、科學的四個象限、科學傳播三階段論對文本進行分析。由於台灣的新聞產業已經偏向娛樂化，關於科普或是有較為深入的專題報導之篇章閱讀量以及普及度都略顯不足，然而針對漫畫、動畫的新聞報導卻不間斷，甚至本研究之選定文本《工作細胞》甚至在 2018 年時宣布《工作細胞》將無償授權教育、醫療機構使用，期望能寓教於樂（自由時報，2018）。

於是本文想嘗試以較偏向於科普新聞的方式，來嘗試分析探究含有科學傳播元素的漫畫，就公眾面對科學的理解模式、文本的象限、科學傳播三階段論進行探討，判別文本內容是否能達到科學傳播的要求，並期望能拓展科普的不同面向。

二、研究對象

根據網路搜尋科學漫畫，並排除台灣無引進、非以科普教學為主要目的之漫畫，如：科學漫畫套書、漫畫大英百科等等。發現屬於非以科普教學為主要目的的漫畫在數量上其實相當的稀少。發現能達到標準且又較具備知名動之漫畫僅有《工作細胞》、《農大菌物語》以及《Dr.STONE 新石紀》。

而在人氣上，又以有無動畫化、巴哈討論熱度為參考。最終選材為選材為 2015 年 3 月號開始連載的《工作細胞》與 2017 年 3 月號開始連載的《Dr.STONE 新石紀》，這兩部作品較能被認為具備科學元素的漫畫，且在名氣以及年代的部分，相差較小。

肆、文本分析

一、《工作細胞》與《Dr.STONE》劇情大綱與比較

首先以故事發展的路線找出主角們的短期、中期以及長期的目標，而除了主要的大劇情、大結構以外，劇情中還是有一般故事的公式存在，也就是：前提、衝突、衝突的化解、結局（蕭湘文，2002）。

只是在《工作細胞》中長期的目標是維持身體的正常機能，但這也是該故事的基礎本背景，而在《Dr.STONE》中則是找出造成石化的原因，偏向探索。所以說《工作細胞》的故事基礎，比較像是「維持」，所以衝突多是來自外在；而《Dr.STONE》則是「探索」，所以衝突部分來自外在群體、部分來自內在群體。

《工作細胞》的內容主要是在講述，一群細胞在身體中努力工作維持身體機能的故事，透過擬人化的方式呈現出細胞的日常樣態，女主角為紅血球個性開朗，男主角為白血球。在劇情方面呈現單元劇的方式，分開閱讀較不會有障礙，僅有小部分劇情為貫通的形式。而單元的主題則是來自於身體中會遇到的各種疾病或是突發狀況，比如：擦傷、感冒、中暑等等，而連續性的劇情則是較難攻克的病因或是身體的某種機能，比如：癌症、血液循環。

而《Dr.STONE》的內容，則是在描述某天，地球突然出現一個奇特的現象，那就是出現許多燕子的石像，後來演進到全人類都被石化了。而主角就在被石化後的三千多年後突然甦醒，而面對這樣一個回歸原始的狀況，主角決定要重新發展科學，找出石化的原因以及解決石化的問題，並恢復人類昔日的文明。於是，他便設想自己能夠醒來的原因，並透過科學方法，製造出能夠解除石化的溶劑，但是這種溶劑取得不易且原理未知，所以主角在無法量產且考慮到人性的因素下，開頭僅復活三人，然而就在這三人中，就有一人因為理念不合的緣故而產生分類，

在分裂後，轉移陣地之時，便發現還有個原始的聚落，主角便在這個聚落中，重新開始發展科學，並想要回到分裂之前的地方。故事也因此展開。

以下便就，這兩部漫畫中的劇情標題或是該話的主要環節進行分類，並比較兩部漫畫之間的差異，並整理成表一。透過表 1，可以發現兩部漫畫的架構設計都算是相穩固，而最大的差別仍然是敘事的連續性，一個是單元劇性質，一個是連續劇的類型。所以在入門上《工作細胞》比《Dr.STONE》更容易些；而連續性的故事《Dr.STONE》的優點則是更有浸入感。但是兩者的帶入感都相當高，在《工作細胞》中利用社會與學校的經驗來達成，而在《Dr.STONE》中則是通過日常的「食衣住行」相關知識、相當多國高中就學習到的知識點或是知名的科學家理論的方式，來拉近與觀眾之間的距離。

表 1：《工作細胞》與《Dr.STONE》劇情大綱比較

	工作細胞	Dr.STONE
短期	解決身體的突發疾病（外）	解決生存問題
	肺炎 擦傷 流行性感冒 食物中毒 花粉熱 黃金葡萄球菌 中暑 出血性休克	基礎的食衣住 躲避/擊敗掠食者 製作肥皂（避免細菌感染） 發展居住地 分裂（主角們理念不同） 發現原始聚落 製造電、藥物 發明、使用便利工具（滑輪）
中期	找出身體自身的病變（內）	找出石化的原因
	紅血球母細胞與骨髓細胞 癌細胞	尋找石化的源頭 尋找促發石化的機器或機制
長期	維持身體的正常運作	恢復文明、復活人類
	血液循環 胸腺細胞	復活需要的人才 大量製造石化恢復劑

二、《Dr.STONE》外在形象以及角色的意象分析

不管是漫畫中或是戲劇中，主要的角色都需要有能讓人一眼就知道的特色。而《Dr.STONE》的主角為石神千空，其形象最特別的莫過於一頭不能忽視青色白色漸層頭髮，其次還有衣服領口的 $E = mc^2$ ， $E = mc^2$ 為愛因斯坦狹義相對論中的公式，其傳頌度相當廣，能夠看得出作者意圖將愛因斯坦的形象頭設置主角石神千空身上，以及作者將主角名稱命名為「石神」就是意味著主角是《Dr.STONE》中、新石記中神一般的存在。而次要主角大木大樹的最大特點則是其眉眼的設計，眉毛的高度、角度以及粗細都能表現出不同的氣氛及情緒（李衣雲，2012）。而且在真實面象的討論中，濃眉大眼通常代表性格直爽，也象徵著正義感或是較為正面、陽剛的行事作風。

至於，配角獅子王司，角色的名字直言不諱就說明該角色是「獅子王」、而在外貌上，則是將髮型設計成類似於獅子鬃毛般的樣式。以赤腳空拳方式打鬥，在觀感上增加了其戰鬥力的表現，因為赤足觀感上比穿鞋更加接近「空手格鬥的本質」。再者，進一步討論到日本武術的習俗，習慣在進入室內時會脫下鞋子，赤足或穿襪在室內行動，因此可能令武術場所亦承襲這樣的傳統，要求習者赤足練習（衛爾良，2018）。

而配角小川杠則是次要主角大木大樹的女朋友，其人物設計較為符合典型女性形象，長髮且有曲線。其擅長的為手工藝，近似於家務類型的能力，又更加符合了對於日本傳統女性的描繪。且相較於其他同樣為原文明的男性角色，小川杠作為女性配角，身上有更多裝飾性的設計，比如：衣服側邊有緞帶，頭上也有裝飾品以及脖子上的蝴蝶結。

接著開始介紹新文明的角色，其中角色琥珀與琉璃為姊妹關係，姊姊琉璃是身體嬌弱的巫女，而琥珀的身分為巫女的守護者。在故事中琥珀雖為女性角色，但更多時候是武力擔當，可以發現其服裝下擺較寬，適合活動；而琥珀作為被保護的角色，身上有較多裝飾且衣服的形式近似於旗袍，並不適合劇烈活動。且兩者在髮型上也有很大的不同，琥珀的髮型有綁並且其髮質並非柔順的類型；而琉璃則是為中長髮，沒有綁，顯示兩者在身分上的相對性。

接著介紹故事中較具備行動能力的兩個角色阿銘與化石。角色阿銘身上常備工具、材料則表示，在劇情中也多次透過阿銘蒐集礦石的習慣來增加故事的進度，

且是能與主角石神千空在知識的面向對談者，所以可以知道他也非一般理論家，而是科學的實用派。且其頭上有綁帶，又稱作「鉢卷」，是日本祭典中經常使用的，象徵努力、勞力（株式会社平凡社）。而角色化石是主要角色中年紀最大的，同時也是實作經驗最豐富的工匠，相較於阿銘的工具包位於身後，化石的工具直接在最顯眼的正面，顯示其實作地位。在外裝上為長袍，雖然看起來身材矮小，但實際上肌肉發達。化石的髮型為光頭，光頭的形象自從 2009 年的「一拳超人」之後都可以被視為比較強大的特徵；而白色的鬍子又可以強調年齡的特徵。

在比對全部主要角色的外裝後，可以發現有幾個整體特點在鞋子上，主角群的原文明人類所穿的鞋子為皮製包鞋或是光腳；而新人類則是夾腳木製厚底鞋。其詞在男性角色上，僅有最重要的主角群都是一件式或是非日常最常見的「上衣」加上「褲子」的組合。再者，具備手動能力的角色，在腰部都會有放置工具或式材料的位子。而在髮色上，出現四種，分別為一般的金髮以及棕髮，其次為年齡象徵的白髮，最後僅有男主角一頭奇特的綠色白色漸層頭髮。以下，就上述分析摘要成表 2。

表 2：《Dr.STONE》主要人物外在形象分析

角色	外在形象	分析
石神千空 	綠色白色漸層頭髮 頭髮向上，有兩條瀏海 皮膚顏色淺 雙手有繃帶 整件式服裝，有縫線 細腰帶，高領 皮製包鞋 衣服有領子，上面有公式 $E=mc^2$ 腰左側有工具袋 腰後側有材料袋 身材較瘦 眉毛較細	$E = mc^2$ 是愛因斯坦狹義相對論中的公式。（貓頭鷹出版社，2012） 隱喻他是這個世代的愛因斯坦，帶領人類探索自然的法則。 身上常備工具、材料則表示，非一般理論家，而是科學的實用派。 主角群的原文明人類所穿的鞋子為皮製包鞋或是光腳

角色	外在形象	分析
大木大樹 	深棕色頭髮 頭髮向上，無瀏海 皮膚顏色深 兩件式服裝，上衣交錯，下裙，立領 細腰帶 皮製包鞋 腰有綁帶 身材較壯碩 粗眉毛	五官、眉毛、髮型符合少年向熱血系主角 衣著方便活動，但不適合打鬥 主角群的原文明人類所穿的鞋子為皮製包鞋或是光腳
獅子王司 	棕色頭髮 長頭髮 皮膚顏色中間 整件式服裝，僅交錯腰，有領 寬型綁帶 不穿鞋子 身材較壯碩 細眉毛	頭髮的呈現方式像獅子的鬃毛 服裝下擺較寬，適合打鬥 主角群的原文明人類所穿的鞋子為皮製包鞋或是光腳

小川 杠 	淺棕色頭髮 中長髮 膚色淺 整件式服裝，旗袍式 衣服上領有綁帶 衣服側邊有帶子 皮製包鞋 身材纖細 細眉毛	衣服所使用的材料，最為柔軟，僅有布質 主角群的原文明人類所穿的鞋子為皮製包鞋或是光腳
琥珀 	金色頭髮 中長髮，有綁 膚色淺 整件式服裝，高腰洋裝，下擺寬 粗繩腰帶 脖子有綁帶 衣服側邊有帶子 木底鞋子 身材纖細 細眉毛	服裝下擺較寬，適合打鬥 新人類的鞋子為木製高底鞋

琉璃 	金色頭髮 中長髮，沒有綁 膚色極淺 整件式服裝，長板旗袍，側邊有綁帶 胸下細繩綁住 脖子有綁帶裝飾 木底鞋子 身材纖細 細眉毛	衣著不適合激烈活動 身上有明顯裝飾性的物件
阿銘/克羅姆 	棕色頭髮 短髮，有綁繩 皮膚顏色中間 兩件式服裝，一般的 上衣加上褲子 腰有粗繩腰帶 木底鞋子 身材纖細 細眉毛	身上常備工具、材料則表示，非一般理論家，而是科學的實用派。 日本習俗在頭上有綁帶表示努力

化石/卡瑟吉 	沒有頭髮 白色長鬍子 皮膚顏色中間 整件式服裝細腰帶 不穿鞋子 身材矮小，但實際較壯碩 白色下垂粗眉	身上常備工具、材料則表示，非一般理論家，而是科學的實用派。 穿著有帽兜
--	---	--

接著，以下就從上段描述中的重點，分析《Dr.STONE》主要人物透過符徵與符旨組成，分析結果如表 3。石神千空的記憶力、計算能力都超過常人，且透過相對論公式以及漫畫中多次吐舌頭等動作，可以推測他將千空天才般的形象代入頂尖學者愛因斯坦，象徵人類的智慧與現代科學。而大木大樹則是典型的熱血動漫主角，這類型的主角，通常都是毅力、努力的代表，並透過這樣的特質改善自己的處境。而他確實也透過毅力以及勞動，改善新世紀的生活品質，故認為其象徵人類的毅力、體力。獅子王司是角色裡最直接的，作者直接將他冠上「地表最強高中生」的名號，顯示武力象徵。小川杠則是在後期展現超乎常人的耐心以及精細的手工，其意義也是角色中相對直接的。

琉璃是新世紀中的巫女，其責任是透過故事傳承智慧、知識，這就是人類能夠更為發達的緣故，個而象徵的是人類傳承的能力。而歷來巫女的安危都需要被注意，才不至於讓文明斷裂，這也就是琥珀的工作，也是可以被當作人類守護能力的象徵。阿銘則是新世紀人類重新發展科學的可能性，千空也多次表示即使沒有自己，也可以重現科學的世代，就是因為阿銘還保有探索未知的好奇心，甚至知行合一，以致阿銘可被視為人類的好奇心、求知欲。而化石在故事中，不管千空提出如何細緻且操作難度極大的要求，化石都可以透過其高超的技法完成，且

在面對千空以玩鬧的心態來面對自己的專業領域時，直接以爆衫來表明自己已經看不下去了，顯現出他達人的心態，故而認為化石可以作為人類群體中，那群達人的頂尖工匠。

表 3 《Dr.STONE》主要人物意象分析

角色	符徵（符號具）	符旨（符號義）
石神千空	原文明人類	現代科學的重塑者
		象徵人類的智慧與現代科學
大木大樹	原文明人類	科學發展的協助者
		象徵人類的毅力、體力

角色	符徵（符號具）	符旨（符號義）
獅子王司	原文明人類	最強的人類
		象徵人類的武力
小川杠	原文明人類	手藝社的幹員
		象徵人類精細操作的能力
琥珀	新人類	聚落中最強戰士
		象徵人類的守護能力

角色	符徵（符號具）	符旨（符號義）
琉璃	新人類	聚落中的巫女
		象徵人類的傳承能力
阿銘	新人類	聚落中的巫術使
		象徵人類的好奇心、求知欲
化石	新人類	聚落中的老爺爺
		象徵人類群體中的「工匠」

三、《工作細胞》外在形象以及角色的意象分析

整體來說，《工作細胞》的作者在設計人物時，多數參考現實中的細胞之元素，比如在身高上，除了「殺手 T 細胞」在設計上，可能為了符合特種部隊的形象，所以並未符合大小之外，其餘皆符合大小的順序，由小至大依序為血小板、殺手 T 細胞、紅血球、白血球等。

其次，部分細胞具備代表色，比如紅血球代表色為紅色，白血球為白色等。而在服裝設計上，多數角色都有帽子這個配件，而且上面經常有以文字的形式直接點出該細胞的名稱。而殺手 T 細胞與白血球同樣為類似警察的裝束，因為兩者同樣都是以殺死細菌或是不良細胞為目的的類型。而輔助 T 細胞則因為是以司令官的形式出現，所以配件有眼鏡與肩章。

再者，有些細節的設計，無法直接以靜態人物外觀的方式去觀察，比如：紅血球的帽子其實中心原本有一顆球，但是在紅血球成熟至血管中時，那個球會被摘下，其實那個「球」，就是細胞中的細胞核。或是紅血球的工作外套其實有兩面穿法，一面是鮮紅色表示在動脈中；一面是深紅色表示在靜脈中。但即便是難以直接看出來，作者在書中也有盡量以易懂且詳細的說明，來告訴讀者自己的設計。

所以說，多數細胞的外在形象都是以職業套裝搭配不同顏色來顯現特色，其中比較特別有血小板，雖然作為修復人員，但由於身材矮小，在配色上也貼近幼兒園服裝之色系。其次為故事中的反派癌細胞，身穿以 T 恤配上牛仔褲為極為普通的日常穿搭，藉此來凸顯角色眼睛的反白以及異常增生的觸手。其餘形象分析，將統整於表 4。

表 4：《工作細胞》主要人物外在形象分析

角色	外在形象	分析
紅血球 	紅色代表色 帽子中間凹陷 有外套 短褲	帽子中間凹陷，因為現實中紅血球為雙盤狀 外套在設定上，兩面可穿，一面為深色一面為淺色 平均直徑 7 微米
白血球 	白色代表色 帽子寫有白血球 工人套裝 軍靴 大腿配有武器袋	除去顏色之外，與日常中警察的衣著相似 白血球是無色、球形、有核的血細胞，直徑為 10-12 微米

角色	外在形象	分析
血小板 	代表色為水藍色 帽子寫有血小板 身材矮小 整群行動	血小板體積小，無細胞核，呈雙面微凸的圓盤狀，直徑為 2-3 微米。
輔助 T 細胞 	以文官的樣態出現 帶有眼鏡 身上有肩章 身穿西裝型的褲子	輔助 T 細胞並不參與圍捕的行動，而是以通知或是下令的方式活動
殺手 T 細胞 	代表色為黑色 帽子寫有 KILL 身材壯碩 以群體出動的形象 警察的裝束	以部隊的形式出現 為類似警察的裝束 殺手 T 細胞直徑大小在 6-7 微米左右

角色	外在形象	分析
癌細胞  癌細胞 由於細胞的遺傳因素發生異常，而導致細胞增殖的結果。會大量增殖而產生腫瘤。若不早期發現，惡性腫瘤會擴散，如果發現後不治療，最終會導致患者死亡。癌細胞會侵入正常組織，破壞正常組織，最終會導致患者死亡。癌細胞會侵入正常組織，破壞正常組織，最終會導致患者死亡。	背後有很多觸手狀的增生組織 眼睛呈現黑底	在化療的時候，會掉頭髮等，就是因為癌細胞的增生速度較快，而化療就是殺死快速生長的細胞

再者，又根據人物的形象與故事中的作為來分析該角色的符徵與符旨，分析結果如表 5。可以發現作者依照細胞在身體中的運作，來與現實中的職業作聯想與搭配。紅血球就是負責運送 O_2 、 CO 的細胞，所以是其職業便是送貨員、宅配配元，象徵的是身體的運輸系統。而白血球則是扮演第一線警察，是故事中最快抵達事發現場的，便可以象徵身體的第一道防線，也就是免疫系統的前線。血小板則是施工人員，會將不便通行的地方封鎖起來並進行改善，象徵的就是身體的自我修復能力。

表 5：《工作細胞》主要人物意象分析

角色	符徵（符號具）	符旨（符號義）
AE3803 	紅血球	宅配員/送貨員
		象徵 O ₂ 、CO ₂ 的運輸細胞
U-1146 	白血球 (皆代指「嗜中性球」)	第一線的警察
		象徵身體的基礎防衛機制
血小板 	血小板	施工人員
		象徵身體的基礎修復機制

角色	符徵（符號具）	符旨（符號義）
輔助 T 細胞	輔助 T 細胞	工作司令官 象徵身體的警告發布系統
	殺手 T 細胞	特種部隊 象徵身體的「專一性」防禦機制
	癌細胞	破壞者/逃犯 象徵著身體的不良變異
		

伍、文本中的科學

由於兩部漫畫中的科學成分皆相當的多，無法一一列舉，所以僅歸納前三冊漫畫之科學成分。再者，內容之科學涉及相當多個領域，無法詳盡解釋，僅能通過自身的知識儲備以及網路查詢相關資料，並同時搜尋網路上之分析文章，以彌補知識不足之處，最後查證、篩選並統整。

一、《Dr.STONE》的科學成分

(一)、合理的科學與觀念

- 1.酒精發酵：酒精發酵一般發生於無氧環境，其反應式為 $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2 + 2ATP$ ；若發生於有氧環境則為呼吸作用。在漫畫中提到兩項釀造葡萄酒的重點，一是不加蓋，二是不斷攪拌，而容器是窄口寬瓶身的罐子，故而可能製造出無氧環境（周成功，2011）。
- 2.煙燻保存法：煙燻是常見的食物調理手法。燃燒木材產生的煙霧中含有甲醛、乙酸等成份，可以作為天然的防腐劑使用。
- 3.碳酸鈣改變土質：碳酸鈣溶於水是呈現很弱的鹼性，因此，當面對不適合耕作的酸性土壤時，在土壤中混入碳酸鈣可以做為肥料，藉酸鹼中和來改變土質。
- 4.用碳酸鈣製造砂漿：石灰砂漿是一種建築材料，最早由古埃及人開始使用。吉薩金字塔便是使用石灰砂漿加固的。由於石灰砂漿有柔軟、多孔透氣的性質，最主要用於既有建築的加固（Chemical Book）。
- 5.皂化反應：皂化反應通常指的是鹼，且通常為強鹼，並和酯反應，而生產出醇和羧酸鹽，尤指油脂和鹼反應。這個反應是製造肥皂流程中的一步，因此而得名。
- 6.薑黃反應：具芳香環的蛋白質遇硝酸(HNO_3)呈黃色；遇氨水(NH_4OH)呈橙色。這個現象被稱為薑黃反應（三民輔考）。
- 7.青銅病：青銅是銅與錫的合金，當青銅接觸到氯離子 Cl^- 時，氯離子便會與銅或是其表面上的銅化合物反應，形成氯化銅 $CuCl_2$ 由於氯化銅與表面上的這一層銅化合物的晶型不同，無法良好的鍵結在一起，就會漸漸腐蝕，這種情形就稱為青銅病（鄭政峰，2020）。
- 8.黑火藥：黑火藥是用硫磺粉和木炭粉（供碳）以及硝酸鉀（供氧）按照化學計量「一硫二硝三木炭」的比例（質量硝酸鉀 75%、硫磺 10%、木炭 15%）

混合製成（陳鍾誠，2018）。

- 9.黃鐵礦與打火石：黃鐵礦是一種在火成岩地區常見的礦物；而敲打取火的礦物需要具備兩個條件：有一定的硬度且要能被敲出細小易燃的碎屑。
- 10.鋁熱反應：鋁熱反應是由高還原力的金屬鋁來冶煉金屬礦物的方法，混合金屬鋁和金屬氧化物後點燃，會放出高熱和耀眼的火光，溫度可以來到 $2500\text{--}3000^{\circ}\text{C}$ 之高，最終產生氧化鋁和還原的金屬元素。
- 11.粉塵爆炸：當細小的可燃粉末接觸到火源時，由於粉塵的表面積相當大，便很容易起火燃燒。
- 12.石器：石器時代人類所使用的石器，依據其加工方式可以分為兩種：打製石器和磨製石器。
- 13.生火：摩擦生熱，運用熱能生火
- 14.皮革製作：要製作皮革，首先需要將獸皮下方的結締組織與脂肪組織剷除，
若是太厚的獸皮也必須先削薄。接著要泡進酸液中，目的是軟化皮張，順便可以溶出膠原蛋白，同時殺菌。
- 15.滑輪：滑輪是一種在圓盤周圍刻上凹槽，並在凹槽中放入繩子來傳遞力的簡易機械裝置，且依據在運作時滑輪的中軸是否移動，可以將滑輪分為定滑輪及動滑輪兩種。定滑輪的功能是改變施力方向，但不省力；動滑輪的功能是省力一半，但不改變施力方向。
- 16.焰色反應：焰色反應是一種用來辨別分析物中是否有某種特定元素的方法。不同的元素擁有不同的原子能階，當用火焰給予能量時，電子在這些不同能階之間躍遷就會放出不同能量的光，便產生了不同的焰色。
- 17.鍍金：利用汞在銅鐵器表面鍍上一層金的技術，稱為鑒金。而在汞中熔化砂金，便可以得到金汞齊。控制成分中金與汞的比例使得製作出的金汞齊保有一定的流動性後，塗附在想要鍍金的器物表面，最後加熱讓汞蒸發，器物上就只留下金了。
- 18.地軸偏移：現代的地球，地軸並非垂直於公轉面，而有一個 23.5° 的傾角。這個傾角造成了地球在公轉面上不同的位置時受太陽照射的範圍不同，也就產生了季節變化。而故事中距離現代已經過了三千多年了，所以確實有其可能性。
- 19.製麵：麵團的製作原理是透過揉壓讓蛋白質變性，使得其中含硫的結構彼此膠聯，形成複雜的網絡結構，這個化學變化是麵團彈性有嚼勁的原因。

- 20.人造磁石：當鐵磁性物質被通以磁場時，這些小磁鐵便會順著磁場的方向排列，因此材料本身也產生了磁性。
- 21.人力發電機：千空所設計的發電機，其原形是參考歷史上第一臺電磁感應實驗裝置－法拉第的圓盤發電機，且兩架發電機的磁場方向是相反的，因此在發電時兩個圓盤轉動的方向也要相反（華人百科）。
- 22.過敏反應：過敏反應是指當人接觸到一些原本應對人體無害的外來物時，產生了過度激烈的免疫反應。
- 23.基本交互作用：物質之間有四種基本交互作用：重力、電磁力、強作用力及弱作用力。

(二)、部分合理的科學與觀念

- 1.硝酸酒精溶液：硝酸酒精溶液俗稱「Nital」，是一種工業常用的蝕刻劑。它通常用於腐蝕金屬，尤其是含碳的鋼。雖然本身的原理並沒有問題，但是實際情況中是相當劇烈的放熱反應，故與描寫的過程的實驗方法不太適合。
- 2.以六分儀定位緯度：六分儀的原理相傳是由牛頓所提出，並由高斯進行設計發明。航海所使用的六分儀使用了二次反射的光學設計，因此只需要用六分之一圓，也就是 60° 便足夠測量。但是在劇情中簡化了這個工具的樣貌，且忽略一般人的計算能力。
- 3.肥皂泡泡：肥皂是一種介面活性劑，它的化學結構一端是親水的，另一端是疏水的，因此介面活性劑能夠讓疏水性的物質進入到水中穩定存在。而肥皂泡表面的彩虹光澤來自於光的干涉。不過當時使用的水，是富有相當多礦物質的溫泉水，但是泡泡並不能良好的生成於硬水中。
- 4.硫磺球靜電器：硫磺球的靜電產生器最早由德國科學家奧托·馮·居里克所發明，我們對他主要的印象是他曾進行了家喻戶曉的馬德堡半球實驗。但是漫畫中的呈現明顯大於靜電造成的電擊威力。
- 5.抗生素：抗生素為一類抗細菌藥的總稱，主要的抗菌機轉是透過抑制細菌生命週期中重要的生化反應（如細胞壁的合成）來達到殺菌的效果。人類史上重要的抗菌藥物有兩個：第一個人工合成的抗菌藥物百浪多息，以及第一個由自然界中萃取的抗生素青黴素/盤尼西林。而這裡使用的是第二個，但是在非實驗室的成功機率是極低（陳彥旭，2018）。
- 6.高爐煉鐵：高爐是目前最廣泛應用的煉鐵法，其主要原理是透過不斷吹入

空氣，讓焦炭燃燒，產生高溫的還原性煤氣來還原鐵礦。由於鐵礦中的雜質，高爐往往需要加熱到 1400°C 以上，不夠高溫的情況下，只能煉出純度不夠的鐵塊（國立臺灣大學科學教育發展中心，2010）。

(三)、不合理的科學與觀念

1. 瓶蓋提煉汽油：逆反石油分餾的結果
2. 切斷頸神經一擊必殺：若想實現通過對頸部的攻擊來讓對方暈厥，那勢必得要造成大失血；而造成死亡則需要達成長時間供氧不足，讓大腦停止運作而失去意識，最終腦死。（春雨醫生，2018）
3. 石化的質能守恒：目前沒有解釋

(四)、未知的科學與觀念

1. 費洛蒙藥：費洛蒙，概念來自於昆蟲。其功能是讓同物種的其他個體經由嗅覺器官接收，進而達到影響其生理、心理的目的，通常以交配為目的。而哺乳類的神經系統複雜許多，反應也涉及許多變數，目前的研究無法支持這種說法（王道還，2017）。

二、以科學傳播模式、科學傳播三階段論看《Dr.STONE》

在《Dr.STONE》的故事中，多數採情境式的溝通方式，利用劇情的需要教學科學的原理或是方式，如圖 2。但在較為複雜的部分仍然有直接的教學，在故事中會稱為「千空的科學教室」，會出現一個機器人形象的主角，來解說此時使用的原理或是科學的來源、故事等等，如圖 3。其次，作者有時候更會採取圖解的方式去解釋科學的步驟，以免故事的科學過於偏向欠缺模式，如圖 4。

圖 2：情境式的溝通



圖 3：千空的科學教室



圖 4：圖解科學的方式



而在科學傳播的階段，在能正確的部分，並不是完全正確，雖然仍有部分的科學是偽科學或是過度渲染，如機率、計算能力或是可得環境等部分，但是多數的科學原理還是正確或是具備較高可行性的方案，甚至是直接提倡「科學方法」的應用。在能普及的方面，有相當多生活上的應用，比如：生火、滑輪或是抗生素的來源等等，即便是已經學過的知識，透過這種趣味化，也較能有印象。最後為能反思的部分，在該作品中，反思的成分並沒有太多，最為明顯的為對人類社會中的階級問題提出看法。所以《Dr.STONE》可以被認為是以情境式的方式提倡科學方法以及傳播多數正確且能普及的科學知識之作品。

三、《工作細胞》的科學成分

(一)、正確的科學與觀念

- 1.紅血球：白血球的工作是搬運氧氣、二氧化碳等氣體，並運輸給身體裡的其他細胞。且有動脈、靜脈之間的顏色差異（台灣血液基金會，2011）。
- 2.白血球：白血球遊走於身體各處，為身體內部的第一道防線。當有發炎反應時是第一個主動來參與的細胞（台灣血液基金會，2011）。
- 3.血小板：負責在血管受到損傷的時候集合起來封閉傷口，透過血小板聚集並凝結的方式，來阻止身體流血，而乾燥以後傷口就變成痂。（台灣血液基金會，2011）
- 4.輔助 T 細胞板：在免疫反應中扮演中間過程的角色，負責調控或「輔助」其它淋巴細胞發揮功能（呂怡貞，2011）。
- 5.殺手 T 細胞：消滅受感染或突變的細胞。就像一個「殺手」，它們可以對產生特殊抗原反應的目標細胞進行殺滅（呂怡貞，2011）。
- 6.癌細胞的出現：癌細胞是機率病變，產生的方式與一般的細胞相同。且會過度且快速的增生。

(二)、部分正確的科學與觀念

- 1.紅血球：紅血球會在身體裡遊走，但正常情況下僅限於血管中，不會發生走錯的問題，且只能存活約 120 天（台灣血液基金會，2011）。
- 2.白血球：白血球殺死細菌的方式是吞噬，通常白血球僅存活幾小時至幾天，數天在脾和其他組織。雖然被稱為「白血球」，但在現實中樣態則偏向於細小，模糊的粉色（台灣血液基金會，2011）。
- 3.血小板：血小板不算完整的細胞，一般生命期約 5-9 天（台灣血液基金會，2011）。
- 4.輔助 T 細胞：輔助細胞其實有更細緻的分類方式，比如：TH1 輔助細胞、TH2 輔助細胞、TH17 輔助細胞等等。它的表面有抗原受體，可以辨識抗原提呈細胞的特定分子呈獻的抗原片段。且在免疫反應中扮演中間過程的角色，它可以增生擴散來激活其它類型的產生直接免疫反應的免疫細胞（呂怡貞，2011）。
- 5.殺手 T 細胞：這些細胞的功能就像一個「殺手」或細胞毒素那樣，其實是因為它們可以對產生特殊抗原反應的目標細胞進行殺滅（呂怡貞，2011）。

(三)、錯誤的科學與觀念

- 1.肺部細胞等多數細胞：肺部細胞是不能隨意移動的細胞種類
- 2.巨噬細胞與白血球的辨別能力：免疫球細胞是不能自己辨別細菌以及直殺死被感染的身體細胞的。
- 3.白血球與殺手 T 細胞：白血球其實比殺手 T 細胞還要大。

四、以科學傳播模式、科學傳播三階段論看《工作細胞》

在《工作細胞》的故事中，多數採情境式的溝通方式，利用劇情的需要教學科學的原理或是方式，如圖 5。但在新角色出現的時候，仍然有透過方框直接教學該細胞的主要作用，來解說此時出現的細胞是因為甚麼緣故等等，如圖 6。再者，作者在故事主線之外，仍然會透過番外故事或是圖文解說的方式，讓讀者能深入了解該細胞的正確知識，如圖 7。

圖 5



圖 6



圖 7



而在科學傳播的階段，在能正確的部分，並不是完全正確，雖然仍有部分的科學是為了情結需要、設定的緣故，以至於無法全部正確，但是多數的細胞功能以及細胞日常，還是偏向正確或是可忽略的小瑕疵，比如在細胞的存活天數上，由於故事並沒有交代，所以並不能說是直接的錯誤。在能普及的方面，有相當多日常生活中的知識點，比如：感冒的因素、花熱的原因等等，而透過細胞擬人化的方式，也較能較有帶入感，進而促進學習的意願。最後為能反思的部分，在該作品中提到了癌細胞誕生那刻，就不斷被免疫細胞組成的警察跟軍隊追殺，開始懷疑自己的存在，因而對細胞世界產生的仇恨，為了復仇而不斷增生想要反擊，想消滅自己的免疫細胞。(何則文, 2018)有點類似於「人到底為了什麼而活呢？」的一哲學思考。所以《工作細胞》也可以被認為是以情境式的方式提倡科學方法以及傳播多數正確且能普及的科學知識之作品。

陸、結論

兩部作品確實有相當多的相似之處，比如在人物設定上都運用了許多巧思在其中，比如：在《工作細胞》的職業劃分與《Dr.STONE》的性格設定。且其中都暗藏了一些玄機在裡面，像是以衣著的細節象徵人物的分類，這點兩部漫畫中都有實現。雖然在一般日常的觀看中，觀眾在欣賞的過程中，經常會忽略這些細節，然而，即便觀眾一開始不一定會注意到，但是隨著劇情發展以及回憶所學的知識的時候，就能夠讓觀眾感受到這些潛移默化的知識。

在劇情中的劃分，兩者也是都相當嚴謹，架構都十分穩固，所以讀者並不會感受到各話之間的比例過於偏重。都是一步一步告訴讀者接下來發生的事情，在本劇中也鮮少使用回顧式這種較為簡略，但是容易出戲的敘事手法。所以讀者在閱讀時的節奏會比較緊湊，而不覺得中間有些地方變得容易分心。

而在科學的正確性上，兩部漫畫的正確比例都是相當的高，但是都還是有出現部分正確的描述，這就是在簡化、趣味化的過程中經常會出現的問題，若依照科學的四個現象的分類，兩部都會分類在第一象限中，指不過在象限圖中指的是「部分真實」，而漫畫這樣性質的敘事手法中，其實在格子跟格子中間的空白，是需要讀者自己填補的，所以我認為不用「錯誤」描述它是可以被接受的。其次，在知識的比例上面，由於《工作細胞》是單元劇的形式，所以每一話裡面都有其偏重的知識點；而連續劇形式的《Dr.STONE》，知識含量就更高了。只是兩部漫

畫在設定時，就會出現一些誤差，這也是漫畫性質的情境模式經常會碰到的問題，而這兩部作品都有融入奇幻的元素時更會如此。而在能普及傳播中，兩部漫畫都是相當知名的代表，也有相當多的網路文章，在討論裡面的科學知識，甚至是幫忙修正劇情中的一些知識誤差等等。

總結來說，如果是要增加民眾對於科學的熱情以及一些簡易的知識點，透過情境模式漫畫、動畫、戲劇等文本形式都是相當適合的。但是這些方式還是無法完整的學會相關的理論或式完全正確的科學。所以作為輔助教材或式日常生活中帶有趣味性質的再複習是比較合適的。但看完而產生興趣的觀眾確實更有可能會對科學產生興趣，甚至能查閱相關的文獻的時候，那麼這部作品作為科學傳播的一環，就能說是絕對的成功了。

參考文獻

Celeste_蔚晴（2019 年 11 月 23 日）。【密技】認真就輸了？科學解析《Dr.STONE 新石紀》(更新至第 20 話)。巴哈姆特。2020 年 8 月 15 日，取自：<https://forum.gamer.com.tw/C.php?bsn=41386&snA=24>

Chemical Book（2019 年 12 月 12 日）。碳酸鈣的用途。2020 年 8 月 17 日，取自：https://www.chemicalbook.com/NewsInfo_12463.htm

Neets 追劇神器（2018 年 8 月 17 日）。工作細胞中「真實身高」對比，老婆果然是最萌的！。2020 年 8 月 15 日，取自：
<https://kknews.cc/news/v6554m4.html>

三民輔考（無日期）。薑黃蛋白反應。2020 年 8 月 16 日，取自：
<https://www.3people.com.tw/知識/蛋白質的檢驗（最簡單的胺基酸：甘胺酸，味精屬此類）/國營事業-台灣中油公司/9f2b35ec-a157-4965-9cad-c9618a6a59f2>

王道還（2017 年 5 月 1 日）。〈人類可以用費洛蒙吸引異性嗎？〉。科技大觀園。2020 年 8 月 15 日，取自：
<https://scitechvista.nat.gov.tw/c/sfVe.htm>

呂怡貞（2011）。〈保衛人體健康的免疫大軍〉。科學人雜誌。2020 年 8 月 17 日，取自：
<https://sa.ylib.com/MagArticle.aspx?Unit=easylearn&id=1885>

李衣雲（2012）。變形、象徵與符號化的系譜：漫畫的文化研究。新北市：稻鄉。

言水君（2019 年 7 月 4 日）。[其他] **【盤點】**新石紀之成員名單。微博。
2020 年 8 月 16 日，取自：
<https://www.tsdm.live/forum.php?mod=viewthread&tid=950743>

周成功（2011 年 3 月）。〈酵母菌什麼時候才會進行酒精發酵？〉。科學月刊，495。取自：<http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=23244>

春雨醫生（2018 年 9 月 7 日）。〈手刀砍一下脖子就能暈倒，真的嗎？〉。
2020 年 8 月 16 日，取自：<https://ek21.com/news/1/66185/>

淺色回忆、Homura（2019 年 9 月 28 日）。〈如何评价 2019 年 7 月新番《Dr.STONE 石纪元》？〉。知乎。2020 年 8 月 15 日，取自：
<https://www.zhihu.com/question/333498337>

株式会社平凡社（無日期）。鉢巻。2020 年 8 月 12 日，取自：
<https://kotobank.jp/word/%E9%89%A2%E5%B7%BB-602087>

國立臺灣大學科學教育發展中心（2010 年 12 月 15 日）。鐵金屬－煉鐵。
2020 年 8 月 16 日，取自：
<https://case.ntu.edu.tw/magichem/blog/?p=1113>

張錦華（譯）（2005）。《傳播符號學理論》（原作者：John Fiske）。
台北市：遠流。（原著出版年：1995）

陳彥旭（2018 年 9 月 3 日）。抗生素的發明、演進與困境。科技大觀園。
2020 年 8 月 18 日，取自：<https://scitechvista.nat.gov.tw/c/sTNc.htm>

陳鍾誠（2018 年 8 月 3 日）黑火藥的歷史。2020 年 8 月 16 日，取自：
<https://medium.com/%E4%B8%96%E7%95%8C%E6%AD%B7%E5%8F%B2/%E7%81%AB%E8%97%A5%E7%9A%84%E6%AD%B7%E5%8F%B2-3d58d81a3e39>

華人百科（無日期）。法拉第圓盤發電機。2020 年 8 月 17 日，取自：
<https://www.itsfun.com.tw/%E6%B3%95%E6%8B%89%E7%AC%AC%E5%9C%93%E7%9B%A4%E7%99%BC%E9%9B%BB%E6%A9%9F/wiki-8970883>

黃俊儒（2014）。〈科學傳播中「確定」與「不確定」的敘事：以莫拉克風災之系列報導為例〉。《科技、醫療與社會》，19，73-116。

黃俊儒（2018）。〈流行文化中的科學：告訴我你看什麼科學，我就知道你活在怎麼樣的科技社會〉。《科技社會人 3》，80-89。新竹：國立交通大學出版社。

黃俊儒，簡妙如（2006）。〈科學新聞文本的論述層次及結構分佈：構思另一個科學傳播的起點〉。《新聞學研究》，86，135-170。

黃俊儒，簡妙如（2010）。〈在科學與媒體的接壤中所開展之科學傳播研究：從科技社會公民的角色及需求出發〉。《新聞學研究》，105，127-166。

黑色情人節（2018 年 11 月 2 日）。【心得】 全年無休只為身體健康——《工作細胞》。巴哈姆特。2020 年 8 月 16 日，取自：
<https://forum.gamer.com.tw/C.php?bsn=60037&snA=71918>

雷雅淇（2019 年 8 月 4 日）。一直追番一直爽！那些讓人科宅魂大爆發的動漫畫(1)：工作細胞、農大菌物語、Dr.STONE 新石紀。PanSci 泛科學。2020 年 8 月 18 日，取自：<https://pansci.asia/archives/166639>

維基百科。T 細胞。2020 年 8 月 16 日，取自：
<https://zh.wikipedia.org/wiki/T%E7%BB%86%E8%83%9E>

衛爾良（2018 年 6 月 21 日）。〈武術鞋-赤足-穿鞋不穿鞋會影響武術練習嗎〉。《香港 01》。2020 年 8 月 16 日，取自：<https://www.hk01.com/武備志/201980/武術鞋-赤足-穿鞋不穿鞋會影響武術練習嗎>

鄭政峰（無日期）。文物保修化學----青銅病的產生與預防。。2020 年 8 月 13 日，取自：
<https://www.nchu.edu.tw/~infochem/%A4%E5%AA%AB%AD%D7%ABO%A4%C6%BE%C7/%A4%E5%AA%AB%AD%D7%ABO%A4%C6%BE%C7.htm>

醫院抗菌史：19 世紀醫生呼籲洗手被逐出醫界（2019 年 10 月 1 日）。BBC 英倫網。2020 年 8 月 15 日，取自：
<https://www.bbc.com/ukchina/trad/49892799>

Brossard ,D. and Lewnstein, B. V.(2011) “A Critical Appraisal of Models of Public Understanding of Science”. In L. Kahlor and P. A. Stout (eds.) Communicating Science-new Agendas in Communication. New York: the Routledge Press.(p.11-17)

Huang, C. –J. (2014). Double media distortions for science communication -an analysis of “compiled science news” transforming in Taiwan. Asian Journal of Communication, 24(2), 128-141.

Pansegrau, P. (2008). Stereotypes and images of scientists in fiction films. In B. Huppauf and P. Weingart (eds.), Science images and popular images of the sciences (pp.257-266). NY: The Routledge.