

聽故事，學學倫

劉啟民 國立臺灣師範大學 兼任教授
臺北市立中山女高 兼任教師

2024.05.03 @ 臺灣學術倫理教育學會工作坊

2024/5/3

五個故事

- ▶ 威斯康辛囊腫纖維化試驗 (醫學)
- ▶ 挑戰者號太空梭爆炸事件 (工程)
- ▶ MMR疫苗與自閉症 (醫學)
- ▶ 美國地質調查所的質譜儀事件 (地球科學)
- ▶ 一元三次方程式解法之爭 (數學)

2024/5/3

威斯康辛囊腫纖維化試驗

Wisconsin Cystic Fibrosis Trials

2024/5/3

威斯康辛囊腫纖維化試驗 (1/3)

■ 事件簡述

- 1985年至1998年間美國威斯康辛州進行了大規模的囊腫纖維化 (Cystic Fibrosis, 簡稱CF) 試驗研究, 參與者超過六萬五千名新生兒
- CF是一種遺傳性疾病, 特徵是外分泌腺功能不佳, 其所分泌的濃稠分泌物可能會阻塞通氣管道及其他器官系統的管道, 通常伴有肺部和腸胃道症狀, 以及汗中的鈉及氯的濃度升高
- 早期的CF患者由於肺部有黏液, 導致血液當中氧氣不足, 當提供高濃度的氧氣進行治療時, 反倒因為氧氣濃度過高造成毒性
- 本試驗的目的是為了分析「**透過新生兒篩檢(NBS), 早期發現CF, 進行早期治療及醫藥介入, 對於新生兒是否有利**」

2024/5/3

威斯康辛囊腫纖維化試驗 (2/3)

■ 事件簡述 (cont.)

- 試驗採用隨機對照試驗法(randomized controlled trial)
- 所有參與試驗的新生兒，都會接受免疫反應胰蛋白酶原(IRT)的檢測
- 實驗組的新生兒父母，會在孩子出生六週之內，收到IRT的檢測報告。如果IRT的濃度過大，會被通知前往CF治療中心進一步進行汗液試驗，如果氯化物的濃度過高，即可診斷為CF，新生兒將被要求進行長時間的流行病學研究，在此期間該新生兒會接受定期的治療，包含施予胰臟酵素、維他命、抗生素等。**實驗組也可以稱為早期治療組**
- 對照組的新生兒IRT的檢測的結果不會告知父母，研究人員也不可以查看檢測報告，所有的檢測結果會被保存於電腦之中。只有在三種情況之下，新生兒的父母可以詢問檢測結果，分別是：孩子已經開始接受CF治療、滿四周歲、父母主動提出要求；一旦對照組的孩子被診斷為CF，也會開始進行上述的長時間研究及定期的治療

2024/5/3

威斯康辛囊腫纖維化試驗 (3/3)

■ 爭議

- 知情同意的過程及內容不夠完備
- 研究人員宣稱任何人都無法得知對照組的實驗結果，進而推論出研究人員沒有知情不報的問題。這種走在道德的灰色地帶，把對照組嬰兒當成是實驗的工具，而不是用心照護的對象
- 研究結果封存衍生的問題，例如某對照組家長在第一個小孩罹患CF但不知情的情況下，生下了第二個孩子

■ 現狀

- 根據Cystic Fibrosis Foundation (2022)的報告，隨著醫療的發展，當今的CF患者可以透過治療可以延長生命
- 對於罕見疾病CF，「早期發現，早期治療」是現代醫學的標準作法

挑戰者號太空梭爆炸事件

Explosion of Space Shuttle Challenger

2024/5/3

挑戰者號太空梭爆炸事件 (1/5)

■ 事件簡述

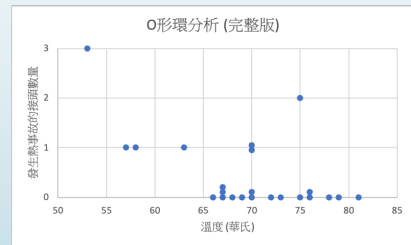
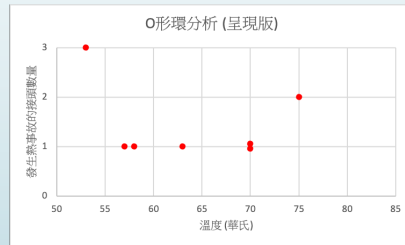
- 1986年1月28日美國挑戰者號太空梭在發射後73秒爆炸解體，七名太空人不幸罹難，美國在之後的兩年內停止了所有太空梭的任務
- 造成本次災難最主要的原因，是O形環失去了原本應有的功能。O形環的功能是密閉固體推進器，讓內部高溫的氣體不會外洩，避免影響甚至損毀其他的結構
- 製造固體推進器及設計O形環的Morton Thiokol (MT)公司，對於O形環材料的溫度及安全性，做出了不夠精準的說明，使NASA做出了依原計畫發射的決定
- 挑戰者號發射之後，在高空低溫的環境下，O形環無法達到原先預期的密閉效果，導致高溫氣體由固體推進器外洩，不僅燒穿了外燃料箱，也讓若干裝置失效，最終導致不可挽回的災難

2024/5/3

挑戰者號太空梭爆炸事件 (2/5)

► 關鍵會議

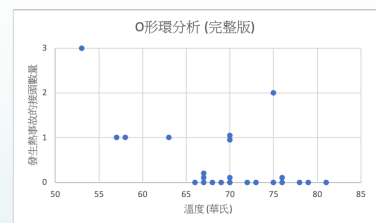
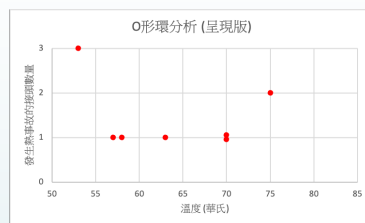
- 發射前一天的電話會議，MT公司和NASA必須確認O型環的安全性，據以判斷是否依原計畫發射
- 在挑戰者號發生事故之前，NASA共執行了23次太空梭任務，有7次的航行共10處的O形環發生了熱事故，出現了侵蝕或是漏氣的問題
- MT公司提供了左圖，用以討論O型環安全性



2024/5/3

挑戰者號太空梭爆炸事件 (3/5)

► 關鍵會議 (cont.)



2024/5/3

- 左圖的概念是「O形環熱事故和溫度似乎沒有關連性」
- 右圖的概念是「溫度低於65°F的所有發射，O形環都會出現熱事故」
- 過去O形環發生熱事故的太空梭都能夠平安返回，讓決策者忽略了潛在的風險
- 發射日溫度為31°F，遠低於以往太空梭發射日的溫度 (最低為53°F)

挑戰者號太空梭爆炸事件 (4/5)

- ▶ 工程倫理的先行者：Roger Boisjoly
 - Boisjoly是MT公司的工程師，1985年寫了備忘錄給MT高層，指出不解決O型環的問題，太空梭將會出現重大災難，但MT公司沒有採取行動。當Boisjoly得知挑戰者號確定的發射日期，他努力希望能夠阻止太空梭發射
 - 發射前一日的電話會議中，一開始MT的經理向NASA說明風險所在，希望能夠延遲發射日期，此時NASA的人員提出了質疑，MT提出了暫停會議的要求，在公司內部討論完畢後再繼續會議
 - 會議再次開始時，Boisjoly和相關工程人員卻被刻意排除，MT改變了說法，稱O型環相關的問題及調查不具結論性，該會議就做出了隔日發射的結論

2024/5/3

挑戰者號太空梭爆炸事件 (5/5)

- ▶ Boisjoly的後續影響
 - 在1986年的挑戰者號事件之後，Boisjoly應邀到各地演講，闡釋如何面對職場的壓力及做出正確的決定，也開啟了全球各地對於專業倫理(工程倫理)教育
 - 我國在1990年初期開始推動專業倫理教育

2024/5/3

MMR疫苗與自閉症

MMR Vaccine and Autism

2024/5/3

MMR疫苗與自閉症 (1/4)

■ 事件簡述

- MMR疫苗結合了麻疹、腮腺炎及德國麻疹疫苗，是一種三合一疫苗
- Wakefield及其他12名作者，於1998年在《刺絡針》發表了一篇論文，聲稱MMR疫苗與自閉症有關，導致許多國家的人們不願意讓兒童接種MMR疫苗，在許多地方爆發了疫情

■ 研究爭議

- 研究樣本只有十二位孩童，參與的人數遠小於正常研究應有的人數
- 沒有採用雙盲試驗，也缺乏對照組
- W98論文指稱MMR疫苗中的硫柳汞與自閉症有關，但其他研究者都找不到兩者間的關連性。W98論文的研究缺乏再現性
- 根據與病患父母的訪談記錄，發現所有孩童病歷都有問題或被變造

MMR疫苗與自閉症 (2/4)

其他爭議

- 在2004年，某律師對MMR疫苗的製造商提起訴訟，同一時間也付給Wakefield金錢
 - 研究中的十二名孩童，幾乎有一半是該律師轉介給Wakefield，意味著選擇孩童的方法不但有選擇偏誤，還有利益衝突
 - Wakefield在W98論文正式發表之前，他已經申請了和MMR疫苗競爭的另一個疫苗專利
- ### 《刺絡針》對W98論文的聲明 (2004)
- 對孩童的某些侵入性檢查，並沒有獲得倫理批准，此情況與W98論文內的陳述不符

2024/5/3

MMR疫苗與自閉症 (3/4)

《刺絡針》對W98論文的聲明 (cont.)

- W98論文是在對另一項完全不同的研究(25名兒童)的倫理批准的掩護下完成的
- 選擇參與者的過程中有選擇偏誤，偏向於選擇子女的疾病與MMR疫苗之間有關聯的家庭。上述和W98論文中所述「兒童們是連續轉介到皇家自由醫院小兒腸胃科」顯然不符
- 參與W98研究的兒童，同時也參與了Wakefield所執行的另一項由法律援助委員會資助的領航計畫，以上事項未向《刺絡針》編輯揭露
- W98論文的研究結果被傳遞給律師，並在正式發表前用於為多方面的法律行動提供理由，此情況未向《刺絡針》揭露
- Wakefield從法律援助委員會獲得了五萬五千元英鎊，用以執行領航計畫，此情況屬於財務上的利益衝突，並沒有向《刺絡針》揭露

2024/5/3

MMR疫苗與自閉症 (4/4)

- ▶ 結論與省思
 - 研究不嚴謹
 - 學術欺騙
 - 知情同意
 - 利益衝突
 - 對社會的影響

2024/5/3

USGS能源地球化學實驗室的醜聞

Scandal in EG Laboratory of USGS

2024/5/3

USGS能源地球化學實驗室的醜聞 (1/3)

■ 事件簡述

- 美國地質調查所(U.S. Geological Survey, 簡稱USGS)的研究及工作項目包含了地球科學各個領域, 是世界知名且非常重要的地球科學研究機構
- 隸屬於USGS的能源地球化學實驗室(EG實驗室), 目的是為了研究及評估美國和世界的能源資源、煤炭及水質。EG實驗室的工作之一是利用質譜儀來分析水或固體(例如煤炭和岩石)的特性
- 2014年年底, EG實驗室被發現大量變造質譜儀的測試結果, 時間自2008年起長達六年
- 1996年至2008年EG實驗室也曾發生類似的事件, USGS雖有更換一些工作人員, 並建立品質控管的機制, 但顯然沒有發生效果

2024/5/3

USGS能源地球化學實驗室的醜聞 (2/3)

■ 學術不當行為

- 未遵循質譜儀標準操作步驟, 蓄意操弄及變更質譜儀的測試結果,
- 質譜儀的實驗資料並未保存
- 機構內的舉發及管理機制出了問題。內部員工已經懷疑實驗室的研究品質多年, 也表示與其使用EG實驗室的資料, 不如使用USGS的其他實驗室或是商業實驗室的資料

■ 影響

- 24個研究與評估計畫, 經費合計1億800萬美金
- 政府對於環境及能源的評估及決策
- 相關研究者的論文被撤回或是延遲發表

2024/5/3

USGS能源地球化學實驗室的醜聞 (3/3)

- 影響 (cont.)
 - 對USGS的名聲造成嚴重傷害
 - USGS可能失去外部的研究合作機會、打擊了USGS其他人員的士氣
 - 降低了公眾對於USGS所提供資訊的信任
- USGS的後續處理方式
 - 下令實驗室暫停工作並展開內部調查
 - 通知受到影響的利害關係人 (例如大學、政府決策部門等)
 - 建立與強化實驗室的研究品質管控機制
- 其他
 - 地球科學界開始關注地科倫理(geoethics)的議題

2024/5/3

誰解出了一元三次方程式？

Who Firstly Solve the Cubic Equation in One Variable ?

2024/5/3

誰解出了一元三次方程式 (1/4)

■ 事件簡述

- 在十六世紀之前，一元三次方程式是無法求解的。數學家Pacioli就曾指出求解三次方程式應該是不可能的
- 1510年左右，Ferro發現了方程式 $x^3 + ax = b$ 的通解，但沒有公開發表，只將解法告訴了學生Fiore
- 當Fiore知道求解的方法之後，也沒有公開發表解法的步驟，但他對外宣稱已經成功求解三次方程式，而且發出英雄帖歡迎其他數學家來參加競賽。競賽的方式是雙方各向對方提出三十個三次方程式的題目，能解出較多的題目者為勝，敗者需招待勝利者三十次的美食饗宴
- 英雄帖發出之前，本事件的第一位主角Tartaglia已經知道了 $x^3 + ax^2 = b$ 的解法，他在1535年參加了這場解題挑戰

2024/5/3

誰解出了一元三次方程式 (2/4)

■ 事件簡述 (cont.)

- 在競賽之前，Tartaglia發現了 $x^3 + ax = b$ 和 $x^3 = ax + b$ 的通解。因為Tartaglia會解的三次方程式種類比較多，Tartaglia打敗了Fiore
- 本事件的第二位主角Cardano得知Tartaglia有 $x^3 + ax = b$ 的解法，便向Tartaglia索取解法，並告知將會把該解法及Tartaglia的名字寫入自己的書中
- Tartaglia拒絕了這個請求，告知Cardano未來會將這個解法寫入自己的書中。這讓Cardano認為Tartaglia為人貪婪且不樂於助人
- Cardano並未死心，他向Tartaglia表示可以利用和米蘭統治者良好的關係，為Tartaglia找到合適的工作。Tartaglia終於同意把解法寫成隱晦的詩，交給了Cardano，並囑咐不可公開發表求解的方法

2024/5/3

誰解出了一元三次方程式 (3/4)

■ 事件簡述 (cont.)

- 有了Tartaglia的 $x^3 + ax = b$ 解法之後，Cardano和學生Ferrari找到了 $x^3 + ax^2 = b$ 、 $x^3 = ax^2 + b$ ，以及 $x^3 + b = ax^2$ 的解法，相當程度完成了三次方程式的所有解法
- 1545年Cardano出書介紹了三次方程式的解法，提到了Ferro和Tartaglia曾經獨立找到解法，以及學生Ferrari找到了四次方程式的求解方法。Cardano在書中強調了自己對三次方程式求解的貢獻
- Tartaglia看到Cardano的書之後，公開譴責Cardano違反了保密的誓約
- Cardano的學生Ferrari對Tartaglia展開了反擊，指責Tartaglia靠著貶損他人名聲藉以墊高自己，也偷了自己的某個數學證明。Ferrari要求Tartaglia進行所有數學主題的辯論

2024/5/3

誰解出了一元三次方程式 (4/4)

■ 事件簡述 (cont.)

- Ferrari和Tartaglia在1548年於米蘭大教堂附近進行辯論，Tartaglia在第二天因細故放棄後續的辯論，提前離開米蘭，宣稱自己獲得辯論的勝利，但是多數人認為勝利者應該是Ferrari
 - Tartaglia則是因為辯論失利，失去了教職，他終其一生沒有公開發表三次方程式的解法
 - 當今通常將一元三次方程式的解法稱為Cardano公式
- ### ■ 省思及後續
- 公開發表的雙重意義：加速科學發展、提高個人聲望
 - 促成了學會的成立

2024/5/3