PATTI INSIGHT 傳奇篇 01

如果當年就有 Patti（01）空氣變麵包的三條路

歷史回顧版

版本	驗證編號	資料截止	發行日期	發行者
歷史回顧版	推廣文，未發驗證編號	第三幕：1910 年底 其餘各段：2026-11-02 查詢	2026-11-02	法瑪南強智權有限公司

本文為技術史回顧與推廣文：第三幕是以 1910 年以前可得資訊重建的模擬，不是當年的實際文件。非投資建議，非法律意見。

如果當年就有 Patti（01）：空氣變麵包的三條路

> Patti Insight 傳奇篇系列。我們拿一段大家都聽過的技術史，回頭做一份 Patti 報告：當年看得到什麼、該問什麼、該盯哪些路標（看到什麼訊號，就代表一條路開始走得通）。結局我們都知道，所以每一段都標清楚：哪些是**當年看得到的**，哪些是**後見之明**。每一幕交接的地方，我們都問一次：**如果當年就有 Patti，會有什麼不同？**
>
> 正文數字後面的每個〔S##〕，對應書末「出處代號對照」；主要事實句的查證狀態另有紀錄，可向發行方索取。

第一幕　你聽過的版本

你大概聽過這個故事：哈伯（Haber）發明了合成氨，博施（Bosch）把它做成工廠，從此人類用空氣做肥料，餵飽了半個地球。我們請 AI 寫這段歷史（下稱「一般 AI 版本」），它寫得很漂亮：哈伯-博施法是「現代高壓化學工業與多相催化的共同始祖」，合成氨全球市場「865 億美元」，相關巨頭「總市值規模已突破 6,000 億至 8,000 億美元」。

讀起來很過癮。問題是，哪幾句是對的？

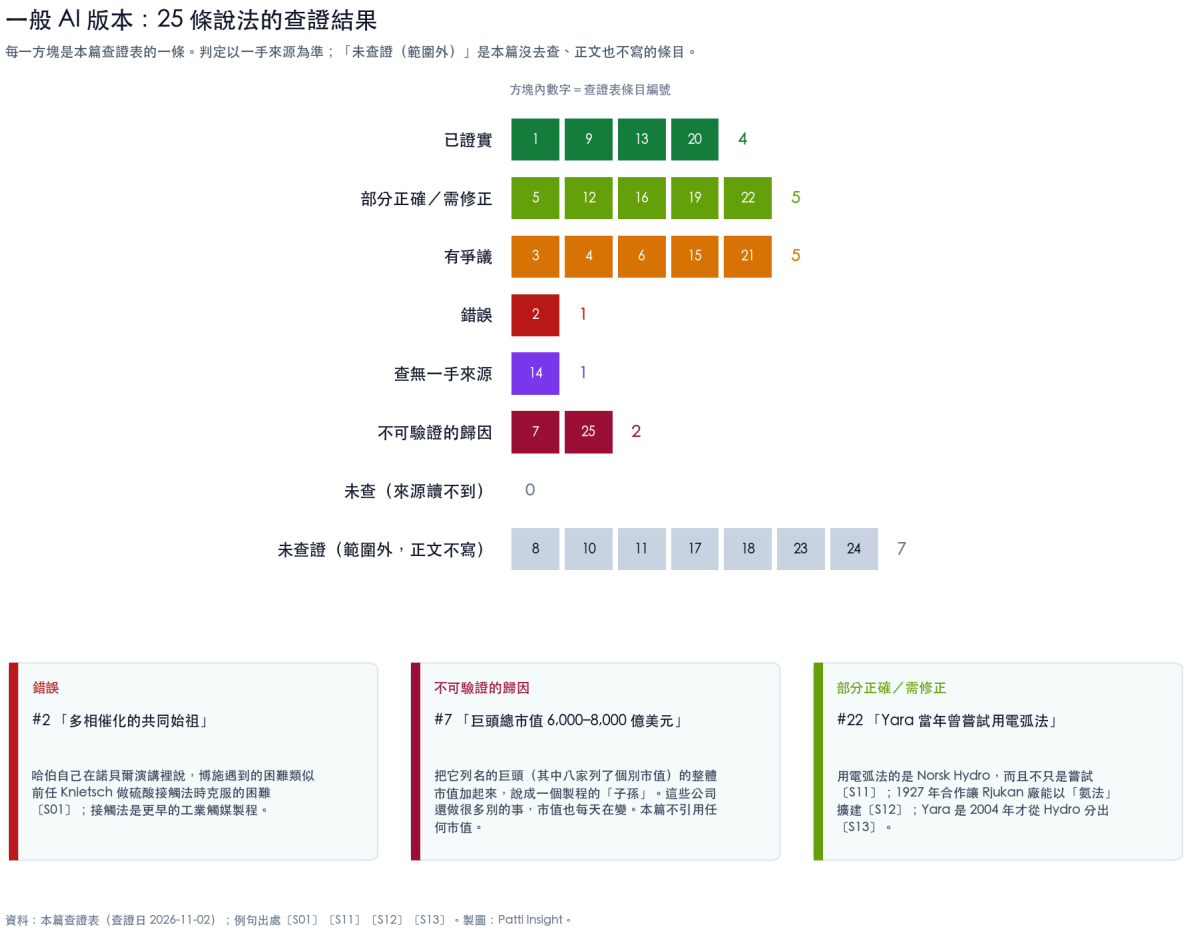
這個版本哪裡數不準

我們把一般 AI 版本逐條拿去對一手來源，完整查證表可向發行方索取。這裡挑六條：

一般 AI 版本說	判定	查到的情況
「多相催化的共同始祖」	錯誤	哈伯自己在諾貝爾演講裡說，博施遇到的困難類似前任 Knietsch 做硫酸接觸法時克服的困難〔S01〕；接觸法是更早的工業觸媒製程。
「全球市場 865 億美元，2034 年突破 1,210 億」	有爭議	865 億接近一家市調公司的 2025 年估值 869 億美元〔S21〕；1,210 億只在轉載頁讀到、原報告沒讀到〔S22〕〔S30〕；各家對 2034 年的預測從約 1,160 億到 1,540 億美元都有（這幾家只見搜尋摘要，未逐頁讀）〔S22〕。

一般 AI 版本說	判定	查到的情況
「年產量約 1.97 億公噸」	有爭議（口徑沒寫）	美國地質調查局估 2025 年全球氨產量 160,000 千公噸，單位是**含氮量**〔S17〕；換算成氨大約是 1.9 億多公噸，數量級對，但一般 AI 版本沒說它用哪個口徑。
「巨頭總市值 6,000–8,000 億美元」	不可驗證的歸因	這是把它列名的巨頭（其中八家列了個別市值）的整體市值加起來，說成一個製程的「子孫」。這些公司還做很多別的事，市值也每天在變。我們不做這種加總。
「Yara 當年曾嘗試用電弧法，後全面轉向哈伯法」	需修正	用電弧法的是 Norsk Hydro，而且不只是嘗試：1905 年 Notodden 已在生產硝酸與硝酸鈣〔S11〕。1927 年 Hydro 與德國的 I.G. Farben 合作，讓 Rjukan 的硝酸鈣廠能以「氨法」擴建〔S12〕。Yara 是 2004 年才從 Hydro 分出來的〔S13〕。
博施的「雙層合金」耐氫反應器	部分正確	博施的演講確實描述了內襯管加外層鋼殼、後來加上排氣通道的設計，用來抵抗氫氣對鋼的侵蝕〔S02〕，但他沒有說是「合金」。

這張表要說的不是「AI 很糟」。一般 AI 版本的骨架大致正確，錯的多半是**數字的來源**和**歸因的方式**。讀的人分不出哪句可以信，這就是問題。



一般 AI 版本：25 條說法的查證結果

圖：查證表 25 條依判定分類。已證實 4 條，部分正確或需修正 5 條，有爭議 5 條，錯誤 1 條，查無一手來源 1 條，不可驗證的歸因 2 條；另有 7 條在本篇範圍外，沒有查證，正文也不寫。圖內下方三例的出處見上表〔S01〕〔S11〕〔S12〕〔S13〕。

第二幕　當年的人會怎麼問

把時間撥回 1910 年，想像你是德國一家中型製造廠的技術主管。你讀過 Crookes 的警告：智利硝石會用完。挪威人在用電弧燒空氣，另一批人在用碳化鈣吸氮。老闆問你：我們要不要投？

大多數人會這樣問：

> **一般人的問法：**「人工固氮技術的發展趨勢如何？」

這個問題得到的答案，會是一篇很像百科的綜述：三種方法、各自的原理、誰比較有前途。讀完你還是不知道要不要投。

如果 1910 年就有 Patti 可用，它會先把你的問題複述並重整一次（回述），把同一個問題改成這樣問：

> **Patti 回述後的問法：** 「我是做**耐壓鋼材與壓縮機**的德國中型廠（**說出你的位置**）。 我要決定**未來三年要不要投入固氮設備的材料與零件**（**說出你要做的決策**）。 三條固氮路線，各自**卡在哪一個物理或成本限制**（**問卡點，不問趨勢**）？ 出現哪些訊號，就代表某一條路線**開始勝出**（**要路標，不要預測**）？ 只用 **1910 年以前公開的資料**。」
>
> （示意。實際的回述畫面會逐字保留你的原題，再列出 Patti 建議新增的面向，讓你勾選。）

差別在四件事：位置、決策、卡點、路標。報告的方向因此完全不同。做鋼材的人關心的是：哪一條路需要我的東西？那條路的門檻什麼時候被跨過？

> **如果當年有 Patti ①：問法換了，拿到的報告就換了**
>
	一般人的問法	改用 Patti 的問法
問的是	趨勢	卡點與路標
拿到的報告	百科式綜述：三種方法、原理、誰比較有前途	路標表：每條路卡在哪裡、看到什麼訊號代表它開始勝出
讀完能做的事	還是不知道要不要投	知道該盯哪幾個訊號，看到了再動
對做鋼材的你	一堆跟你無關的化學原理	哪一條路需要你的東西
>
> 下一幕，就是用 Patti 的問法做出來的那份報告。

第三幕　當年的 Patti 報告（資料截止 1910 年）

以下由作者依這個問法手工重建，不是 Patti 實跑的產出。資料守住了截止日，但挑哪幾份、訂哪些路標，受後見之明影響。

以下只用 1910 年底以前已經公開或看得到的資訊。一頁版見本幕末的圖。

問題。 1898 年，英國科學促進會會長 Crookes 在演講裡警告小麥會不夠吃，並說「必須由化學家來拯救」〔S03〕。 他引用的數字是：智利硝石出口每年約 120 萬噸〔S03〕，而當地

審慎的估計是，照這個速度，原料約 20 到 30 年會耗盡〔S03〕。 這是一個供應有限、需求在漲的問題。

卡在哪裡。 空氣裡的氮取之不盡，但它幾乎不跟任何東西反應。三條路，各自用不同的代價讓氮反應。

路線一：電弧法（挪威，Birkeland–Eyde）。 Birkeland 的電弧專利申請日是 1903 年 2 月 20 日，挪威公告號 12961〔S10〕。 同一發明的法國專利 FR 335,692 於 1904 年 2 月 5 日公開，申請人 Eyde 與 Birkeland，主張挪威 1903 年 2 月 20 日的優先權；Birkeland 的美國專利 US 772,862「Process of electrically treating gases」於 1904 年 10 月 18 日公告〔S41〕。 1904 年，Notodden 被選定為設廠地點〔S13〕，Norsk Hydro 於 1905 年 12 月 2 日成立，當時 Notodden 已在生產硝酸與硝酸鈣〔S11〕。 電弧法的代價是電。Crookes 根據實驗數據估算，每噸硝酸鈉約要 14,000 度電〔S03〕；他也指出，在尼加拉瀑布那種水力電價下，電製硝酸鹽已可與智利硝石競爭〔S03〕。 - 路標（本文自訂）：每度電固定的氮量有沒有提高；挪威以外，有沒有出現同樣便宜的水電。 - 門檻（本文自訂）：每度電固定的氮量達到 Crookes 估算的兩倍以上（即每噸硝酸鈉用電降到約 14,000 度的一半以下）；觀察期三年。

路線二：氰氨化鈣法（德國，Frank–Caro）。 從碳化物製氰化合物的方法，1895 年 3 月 31 日取得專利（公司史的說法，未標明是申請日還是授權日）〔S14〕。 1901 年，Albert Frank 與 Hermann Freudenberg 提議把氰氨化鈣當肥料賣，取名 Kalkstickstoff〔S14〕。 1905 年義大利 Piano d'Orta 與德國 Westeregeln 建了第一批全規模工廠〔S20〕；1908 年，Bayerische Stickstoff-Werke 成立，要在德國 Trostberg 生產氰氨化鈣〔S14〕；挪威 Odda 廠 1909 年起年產能 12,000 噸〔S20〕。 氰氨化鈣法的代價是碳化鈣，碳化鈣要用電弧把石灰和煤燒出來〔S01〕。 - 路標（本文自訂）：碳化鈣的電力成本；農民接不接受這種新肥料。 - 門檻（本文自訂）：氰氨化鈣到農場的價格，每單位氮不高於智利硝石；觀察期三年。

路線三：高壓催化合成氨（哈伯實驗室，BASF 取得權利）。 1910 年 9 月 27 日，美國公告了哈伯與 Le Rossignol 的專利 US 971,501，受讓人是 BASF，第一項請求項是「讓含氮與氫的氣體通過含鐵的觸媒來製造氨」〔S06〕。 法國專利 FR 418,287 於 1910 年 12 月 5 日公開，申請人 BASF〔S07〕。 換句話說，到 1910 年底，讀專利公報的人看得到：BASF 受讓了美國專利、申請了法國專利，美國專利第一項請求項用的觸媒是鐵。「BASF 押了這條路」

是本文的解讀。 - 路標（本文自訂）：有沒有出現比鐵便宜、能大量取得的觸媒；反應器能不能在高溫高壓的氫氣裡長時間運轉；氫氣能不能便宜地大量供應。 - 門檻（本文自訂）：出現以常見金屬為主的觸媒專利；有工廠公開宣布連續運轉超過一年；觀察期五年。

當年的專利申請活動。 三條路都有專利，而且都很早：Frank–Caro 在 1895 年，Birkeland 在 1903 年，合成氨路線的美國與法國專利在 1910 年公開。當年能做的，是讀各國的專利公報；這一段只能寫成文字，畫不出完整的申請趨勢圖。

對你的意義。 如果你無力自己做整條路線，就準備你擅長的那一段：耐壓鋼材、壓縮機、觸媒、電力設備。路線一和路線二都要大量電，路線三要的是高壓設備和觸媒。三條路需要的東西不一樣，你的位置決定你該盯哪一組路標。



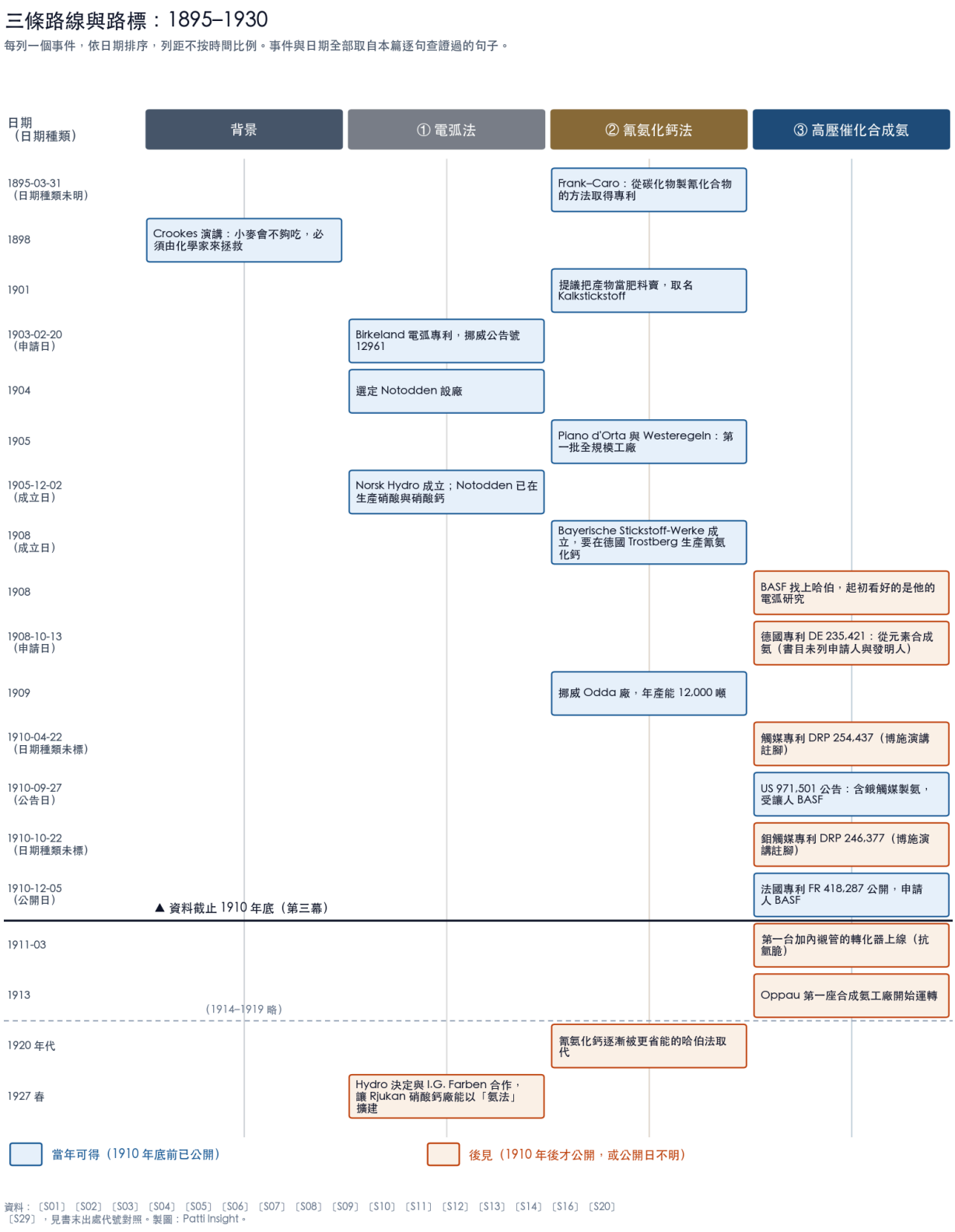
第三幕一頁版（模擬，資料截止 1910 年）

圖：第三幕的一頁版，只用 1910 年底以前已公開的資訊重建〔S01〕〔S03〕〔S06〕〔S07〕〔S10〕〔S11〕〔S14〕〔S20〕。這是模擬，不是當年的實際文件；門檻與觀察期為本文自訂。

> **如果當年有 Patti ②：哪一盞燈會先亮？**
>
> 1910 年底，你手上就是這份路標（一頁版在上方）：觸媒、反應器、氫氣、電價、農民接不接受。接下來幾年，哪一個訊號會最先出現？哪一條路會先卡住？先猜一下，再翻到第四幕對答案。

第四幕　揭曉（後見之明）

以下是事後才知道的事。當年的讀者看不到，標出來是為了讓你對照第三幕的路標。



三條路線與路標：1895–1930

圖：三條路線的關鍵事件，依日期排序，列距不按時間比例。藍框是 1910 年底前已公開、當年讀得到的事件；橘框是後見，也就是 1910 年後才公開、或公開日不明的事件。日期後的括號標出日期種類（申請日、公告日、公開日、成立日），原出處沒

寫的就標未明。哈伯實驗室示範與一戰封鎖，本篇沒有逐句查證，圖上不畫〔S01〕〔S02〕〔S03〕〔S04〕〔S05〕〔S06〕〔S07〕〔S08〕〔S09〕〔S10〕〔S11〕〔S12〕〔S13〕〔S14〕〔S16〕〔S20〕〔S29〕。

哪個路標先出現？ 依本文查到的日期，是觸媒。博施在 1932 年的諾貝爾演講說，銖全世界的存量只有幾公斤〔S02〕；BASF 做了累計 2 萬次試驗，找出以鐵為主的混合觸媒〔S02〕。 博施的註腳列出多件帶 1910 年日期的觸媒專利，例如 DRP 254,437（1910 年 4 月 22 日）和 DRP 246,377（1910 年 10 月 22 日，鉬觸媒），日期種類演講沒有標明〔S02〕〔S08〕。

反應器差點過不了關。 Mannesmann 抽製的兩根鋼管，各運轉了 80 小時就爆了；博施用金相分析發現，是氫氣滲進鋼裡造成脆化〔S02〕。 1911 年 3 月，第一台加內襯管的轉化器上線〔S02〕。 1913 年，Oppau 的第一座合成氨工廠開始運轉〔S16〕。 實驗室時的 200 大氣壓、500 到 600°C、高壓下循環、廢氣熱交換給進氣，這幾個特徵都保留到了工業製程〔S01〕。

誰讀懂了？ BASF。但不是一開始就讀懂。哈伯在 1920 年的諾貝爾演講裡說，BASF 在 1908 年找上他，起初是看好他改善**電弧法**效率的研究；對高壓合成氨，他們「只是猶豫地同意」〔S01〕。 在那之前，BASF 研究的是用鋁、矽、鈦的氮化物間接製氨〔S01〕。 德國專利 DE 235,421 申請日是 1908 年 10 月 13 日（書目未列申請人與發明人），請求項開頭寫著「從元素合成氨的方法」〔S04〕〔S05〕。

誰沒讀懂？ 據哈伯 1920 年的說法，法國化學家 Le Chatelier 在 1901 年就想過溫度與壓力的影響，但初次試驗失敗後放棄，只把想法寫在一件用外國人名義申請的法國專利裡（該法國專利本文未查）〔S01〕。 想到了，但沒有繼續追自己的路標。

另外兩條路怎麼了？ 哈伯在 1920 年指出，電弧法每度電只能把不超過 16 公克的氮變成硝酸，而理論上應該是 30 倍〔S01〕。 Hydro 的工程師曾把電弧視為「公司的靈魂」〔S12〕，但到了 1927 年春天，Hydro 決定與 I.G. Farben 合作，讓 Rjukan 的硝酸鈣廠能以「氨法」擴建〔S12〕。 氰氨化鈣在 1920 年代逐漸被更省能的哈伯法取代〔S20〕。

哈伯以合成氨獲 1918 年諾貝爾化學獎（1920 年演講），博施獲 1931 年獎〔S01〕〔S02〕。

回頭看第三幕： 路標的寫法沒有預測誰會贏，只列出「看到什麼就代表什麼」。博施註腳列的觸媒專利帶 1910 年的日期（日期種類未標明），當年是否已公開，本文沒有查。1911 年出現加內襯管的轉化器，1913 年 Oppau 開始運轉；第三幕訂的門檻（有工廠公開宣布連續運

轉超過一年），本文沒有查到符合的紀錄。一個 1910 年的讀者若定期追這幾個訊號，至少知道該往哪裡看。這只是檢驗方法，我們不主張任何人當年就能看準。

> **如果今天的你有 Patti ③：輸掉的路，會不會回來？**
>
> 第四幕看起來像結局：合成氨贏了，電弧法和氰氨化鈣出局。但路標只說「卡在哪裡」，沒說「永遠卡住」。電弧法卡的是用電量和電價。如果有一天，電價這個路標鬆動了呢？

反轉條件（後見之明）

本段全部是後見之明。

輸的路線，不等於輸的公司。 電弧法輸了，Norsk Hydro 卻沒有跟著出局：1927 年春天，它與 I.G. Farben 合作，讓 Rjukan 的硝酸鈣廠能以「氨法」擴建〔S12〕。

電弧法輸在哪個路標？ 輸在電。Crookes 在 1898 年就估算，每噸硝酸鈉約要 14,000 度電〔S03〕；哈伯在 1920 年指出，每度電固定的氮不超過 16 公克〔S01〕。 這兩個數字都顯示電弧法耗電很高。

今天，電價這個路標有了鬆動的跡象。 第三幕的路標訂的是每度電固氮量與便宜水電；這裡看的是電的成本，用太陽能發電成本代表，不是零售電價。國際再生能源總署的統計顯示，全球大型太陽能電廠的加權平均發電成本，從 2010 年每度 0.417 美元降到 2024 年 0.043 美元，降了 90%（2024 年幣值）〔S35〕。 美國勞倫斯柏克萊國家實驗室的資料方向相同，但也看得到路標會回頭：美國大型太陽能電廠的發電成本（不計稅務抵減，2025 年幣值），從 2010 年約每百萬瓦時 254 美元降到 2022 年約 49 美元，之後回升，2025 年約 61 美元（初步值）〔S36〕。 「用電固氮」換了形式回來：不再是電弧，而是用再生電力製氫的綠氨，以及直接用電的電化學合成。氨的生產本身用能很多：國際能源總署估計，氨的生產約佔全球最終能源消費的 2%、能源系統二氧化碳排放的 1.3%〔S25〕。 在專利活動上，綠氨／電化學在 2020–26 年有 1,400 個家族，其中 968 個只在中國申請〔S31〕。

市場面的數字和專利數並列，不能互相代替。 全球氨產量 2025 年估計為 160,000 千公噸（含氮量）〔S17〕。 綠氨本身的市場數字，我們找到的專案資料庫只准非商業使用，所以不

引用〔S34〕。 專利家族數說的是有多少人在押注，產量與用量說的是市場已經多大。1,400 個家族不等於綠氨已經有了市場。

給今天的技術人： 重點不是站在主流，而是看得懂路標，知道何時轉向。Hydro 在 1927 年決定與 I.G. Farben 合作，讓 Rjukan 的硝酸鈣廠能以「氨法」擴建。太陽能發電成本下降，和「用電固氮」專利家族增加，發生在同一段時間；兩者有沒有因果，本文沒有查。

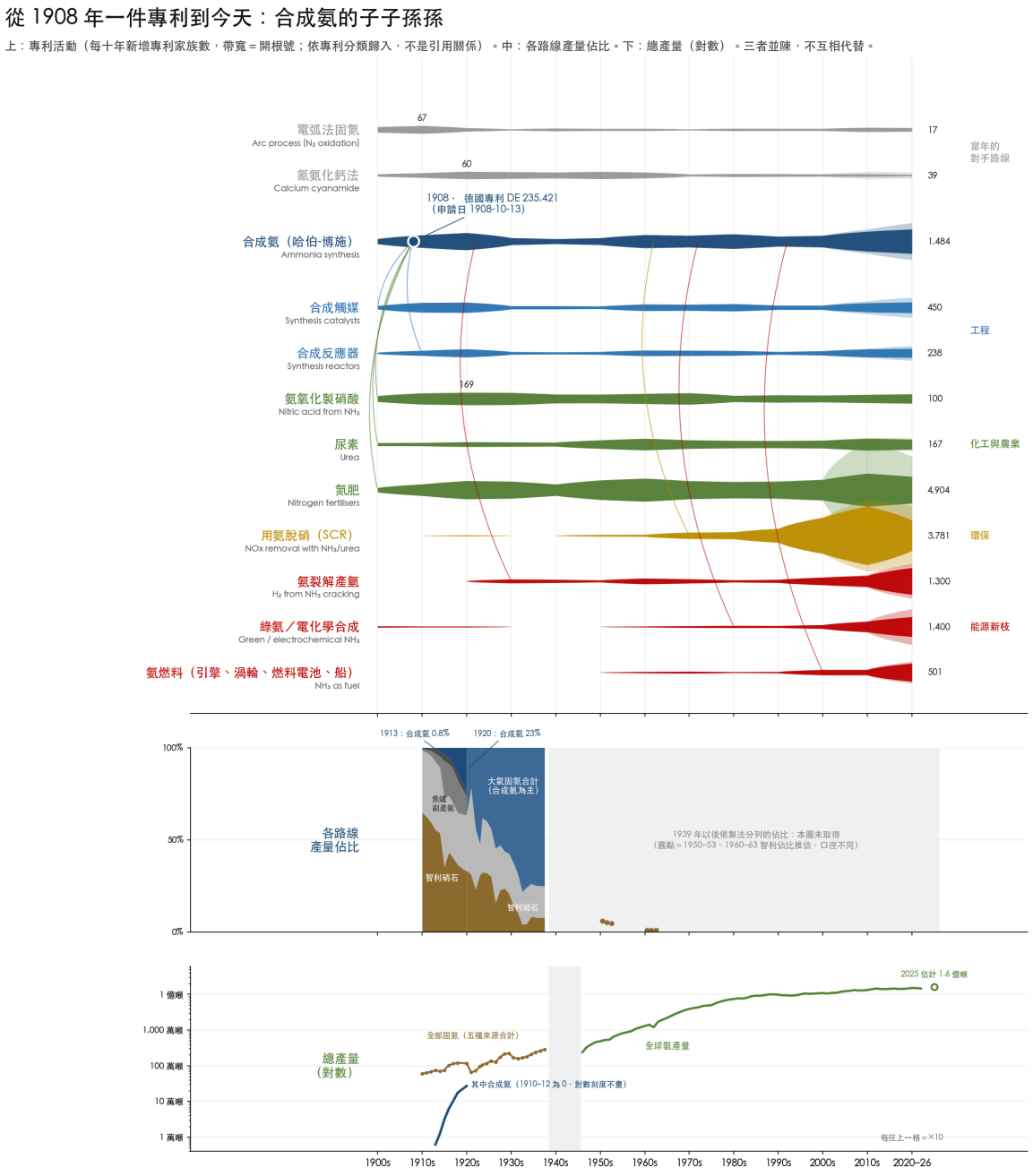
> **如果 1908 年就有 Patti ④：一件專利，會長成什麼？**
>
> DE 235,421 在 1908 年申請的時候，誰也看不到它一百年後的樣子；這樣的圖只有事後才畫得出來。下一幕把它畫出來。看完之後換你想想：你手上的那一件專利，會長成什麼？

第五幕　子子孫孫

把哈伯-博施法的核心功能抽掉細節，寫成一句比較概括的話（專利上叫上位化）：

> **在高壓與循環中，用便宜的觸媒，讓兩種原本不肯反應的氣體，穩定地變成一種可以儲存和運輸的化合物。**

用這句話往外找，我們先想畫一棵「引用樹」：從 1908 年的德國專利 DE 235,421 出發，看誰引用了它。結果做不出來。DE 235,421 在 Google Patents 的資料裡只被 2 件 2024 年以後的文件引用〔S31〕。 一百年前的專利沒有今天的引用習慣，引用樹會把整個家族譜系漏掉。今天的書目資料庫對 1900 年代也收錄不全：歐洲專利局的資料庫查不到挪威 12961 號〔S29〕；對 DE 235,421 回傳申請日、分類號與同族，標題與申請人空白〔S04〕；對其他幾件德國專利只回傳分類號〔S08〕〔S09〕。 所以我們改用**分類譜系**：依專利分類（CPC），把每一支後代的專利家族數按十年排出來。



資料：Google Patents Public Data（BigQuery）・2026-11-02 查詢；依專利家族最早優先權年歸入年代；分類依 CPC（早年文件的分類為後來補標，1900–1940 年代屬概略）。
一個家族可同時屬於多支・深色＝含中國以外申請的家族；淺色＝僅在中國申請的家族・2020–26 尚未完整公開（公開滯後約 18 個月）。「氫燃料」一支另以標題含「氫」篩選。
產量：1910–1920＝1922 美國政府報告 Table 17；1920–1938＝美國商務部 Foreign Commerce Weekly 1942-09-05 Table 1（三類：智利／副產／大氣固氮合計）；圓點＝USGS（礦業局）Minerals Yearbook 1952、1963 國別表推估智利佔比（口徑不同）。
全球氨產量 1946–2022＝USGS Data Series 140；2025＝USGS MCS 2026 估計・各段口徑不同，不作連線；淨噸已換算公噸・灰底＝本圖未取得・製圖：Patti Insight・

從 1908 年一件專利到今天：合成氨的子子孫孫

圖：當年的三條路線，只有一條長成森林。上方兩條灰色細帶是電弧法與氰氨化鈣法，2020–26 年分別只剩 17 和 39 個新家族；合成氨主幹本身是 1,484 個，往下還分出觸媒、反應器、化工、環保與能源各支〔S31〕。 帶寬是每十年新增專利家族數開根號，依家族最早優先權日歸入年代〔S31〕。各支依專利分類歸入，**不是引用關係**；主幹到各支的連線只標出該支首次達到 5 個家族的年代，也不是引用。主詞是**專利活動**，不是市場。早年文件的分類是後來補標的，1900 到 1940 年代屬概略；2020–26 年的申請還沒有完整公開。

圖分三層，由上而下是專利活動、各路線的產量佔比、總產量；三層並陳，不互相代替。佔比層看各路線的產量消長：合成氨在 1913 年只佔當年全部氮產量的 0.8%，1920 年升到 23%〔S38〕。1913 年，哈伯法的產量是 6,798 淨噸氮，在原表的五

種氮源裡最小；氰氨化鈣 35,838、電弧法及其他 19,800，都比它大〔S38〕。1920 年，哈伯法 297,000 淨噸，超過氰氨化鈣的 130,000（原表註明為估計值）與電弧法及其他的 42,130〔S38〕。原報告也提醒，戰時增產有一大部分來自「沒有經濟商業生產能力」的工廠〔S38〕。智利硝石的佔比，從 1920 年的 33.6% 降到 1932/33 年的 4.2%〔S39〕。1950–53 年約 5–6%、1960–63 年約 1.1–1.2%；這兩段是用智利全國的氮產量推估的，兩段的口徑也不同〔S40〕。1939 年以後依製法分列的佔比，以及 1900–1909 年與 1939–1945 年的總量，本圖都沒有取得。總產量層用對數刻度，每往上一格乘 10。全球氨產量 1946 年 2.38 百萬公噸、2022 年 145 百萬公噸，單位是含氮量〔S37〕；2025 年估計 160 百萬公噸〔S17〕。1910–1920 年的原表單位是淨噸（短噸），圖上已換算成公噸；1919 年原表缺；1917 年氰氨化鈣與哈伯法兩格印刷不清，以合計反推〔S38〕。

對照第三、四幕：三條路線在專利活動上的消長。 電弧法固氮在 1910 年代有 67 個專利家族，1920 年代剩 13 個〔S31〕。 氰氨化鈣在 1920 年代有 60 個〔S31〕。 合成氨從 1910 年代的 173 個，增加到 1920 年代的 322 個〔S31〕。 這和第四幕的歷史對得上，但它只是專利數，不是產量，也不是誰賺了錢。

往外長的枝。

- **肥料與含氮化學品。** 美國地質調查局的資料顯示，美國約 88% 的氨用在肥料，主要衍生物依產量依序為尿素、硝酸銨、硝酸、磷酸銨、硫酸銨〔S17〕。 圖上的「氮肥」一支在 2010 年代有 10,357 個家族，其中 9,167 個只在中國申請〔S31〕。 這個數字反映的是中國的申請行為，不能當成全球趨勢講。
- **其他高壓化工。** 博施在 1932 年說，BASF 把高壓與觸媒的經驗用到甲醇合成、尿素生產，以及買下 Bergius 專利後的煤加氫〔S02〕。
- **半導體。** 氨是氮化鎵（GaN）有機金屬化學氣相沉積常用的氮源〔S19〕。
- **能源新枝（2020–26）。** 氨裂解產氫 1,300 個家族，其中 519 個只在中國申請；綠氨 / 電化學合成 1,400 個，其中 968 個只在中國申請；氨燃料 501 個〔S31〕。 前兩支在 2010 年代分別只有 173 和 129 個家族〔S31〕，跳升很明顯（2020–26 只有七年，資料也還沒公開完）；不過只在中國申請的占比高，不能直接讀成全球趨勢。一般 AI 版本說綠氨是「跨洋運輸氫能的最佳化學載體」。國際能源總署 2021 年的氨技術路線圖寫得比較保守：氨比純氫容易運輸和儲存，2020 年全球生產 1.85 億公噸、其中約 2,000 萬公噸跨國貿易，全世界近 200 個港口有氨碼頭；但它用的詞是「有潛力」，也點出毒性與氮氧化物、氧化亞氮排放是主要障礙〔S25〕。「最佳」是一般 AI 版本自己加的。

衍生市場——本文未調查。 下表各支的市場有多大，本文刻意留白：專利家族數只說明有人在押注，不說明那一支的市場。

分支（見上圖）	衍生市場
氨氧化製硝酸	本文未調查
尿素	本文未調查
氮肥	本文未調查
用氨脫硝（SCR）	本文未調查
氨裂解產氫	本文未調查
綠氨 / 電化學合成	本文未調查
氨燃料	本文未調查

產業規模的數字列出出處，不代表因果歸屬：

- 全球氨產量：2025 年估計 160,000 千公噸（含氮量）〔S17〕。
- 全球氨市場：2025 年 869 億美元，2034 年預估 1,280 億美元（一家市調公司的估計）〔S21〕。 其他公司對 2034 年的估計從約 1,160 億到 1,540 億美元（這幾家只見搜尋摘要，未逐頁讀）〔S22〕。
- 合成氮肥支撐的人口：估計約四成到一半的世界人口〔S18〕；這個數字來自 Smil 和 Erisman 等人的研究，原文我們沒讀到〔S23〕〔S24〕。

上面這些數字，**不是**哈伯-博施法或任何一件專利的功勞。產業長出來，靠的是一百年來成千上萬人的工作。第五幕這張圖只回答「這個功能延伸到哪裡」，不回答「這些錢該算誰的」。

結尾　如果你也有一個技術問題

這篇的問法可以照用：當年看得到什麼、該問什麼、該盯哪些路標。

想請 Patti Insight 查自己的題目，有兩條路。現成報告的題目由我們選定，可以直接購買。量身研究要先申請：我們先以人工審核身分與題目，通過才寄付款連結，付款後才開始研究。題目可能不獲受理，報告也可能答不到你想問的事。沒有讀到全文的地方，Patti 不判斷那裡有沒有技術空白（還沒有人解決的地方）。

你的技術落在哪一支、那一支的情況如何，本文沒有往下查。

Patti Insight 怎麼做、有哪些限制： https://patti.empryon.ai/methods-zh

本文的第三幕是模擬：由作者以 1910 年以前可得資訊手工重建，不是當年的實際文件，也不是 Patti 實跑的產出。所有路標的門檻都是本文自訂，用來示範寫法。

附錄　出處代號對照

正文每個〔S##〕對應下列書目行；以下列出本文用到的每個代號。標「未查」者為讀不到的來源，正文引用時對應句子的狀態為未查。

〔S01〕Fritz Haber｜“The synthesis of ammonia from its elements”，Nobel Lecture（1918 年化學獎），演講日 1920-06-02｜收於 Nobel Lectures, Chemistry 1901–1921（Elsevier, 1966）｜https://www.nobelprize.org/uploads/2018/06/haber-lecture.pdf｜一手史料

〔S02〕Carl Bosch｜“The development of the chemical high pressure method during the establishment of the new ammonia industry”，Nobel Lecture（1931 年化學獎），演講日 1932-05-21｜https://www.nobelprize.org/uploads/2018/06/bosch-lecture.pdf｜一手史料

〔S03〕Sir William Crookes｜The Wheat Problem: based on remarks made in the presidential address to the British Association at Bristol in 1898, revised, with an answer to various critics｜London: John Murray, 1899｜https://archive.org/details/wheatproblembase00croorich（全文 OCR：..._djvu.txt）｜一手史料

〔S04〕EPO Open Patent Services（OPS v3.2）書目：DE235421C｜查詢日 2026-11-02｜https://ops.epo.org/3.2/rest-services/published-data/publication/docdb/DE.235421.C/biblio｜一手史料（專利書目）

〔S05〕Google Patents：DE235421C｜https://patents.google.com/patent/DE235421C/de｜一手史料（專利全文 OCR）

〔S06〕Google Patents：US971501A “Production of ammonia.”｜https://patents.google.com/patent/US971501A/en｜一手史料（專利全文）

〔S07〕EPO OPS 書目：FR418287A｜查詢日 2026-11-02｜一手史料（專利書目）

〔S08〕EPO OPS 書目：DE249447C、DE254437C、DE246377C、DE254571C（及同族 DE256296C）｜查詢日 2026-11-02｜一手史料（專利書目）

〔S09〕EPO OPS 書目：DE88363C｜查詢日 2026-11-02｜一手史料（專利書目）

〔S10〕Equinor（新聞存檔，原 Hydro 石油部門）｜“When the chemistry was right and the gun flashed”｜2003-02-06｜https://www.equinor.com/news/archive/2003/02/06/WhenTheChemistryWasRightAndTheGunFlashed｜一手史料（公司史・企業自述）

〔S11〕Norsk Hydro 公司史｜“1905 A new working day – 2 December 1905”｜https://www.hydro.com/us/global/about-hydro/company-history/1900—1917/1905-a-new-working-day-2-december-1905/｜一手史料（公司史・企業自述）

〔S12〕Norsk Hydro 公司史｜“1919 Research as driving force and inspiration”｜https://www.hydro.com/us/global/about-hydro/company-history/1918—1928/1919-research-as-driving-force-and-inspiration/｜一手史料（公司史・企業自述）

〔S13〕Yara International｜“The breakthrough that helped feed the world”｜https://www.yara.com/knowledge-grows/the-breakthrough-that-helped-feed-the-world/｜一手史料（公司史・企業自述）

〔S14〕Evonik 公司史｜“Co-founder of SKW – Nikodem Caro”｜https://history.evonik.com/en/predecessor-companies/skw-trostberg/caro-nikodem｜一手史料（公司史・企業自述）

〔S16〕BASF 公司史年表｜“1913 – First ammonia synthesis plant”｜https://www.basf.com/global/en/who-we-are/history/chronology/1902-1924/1913｜一手史料（公司史・企業自述）

〔S17〕U.S. Geological Survey｜Mineral Commodity Summaries 2026：Nitrogen (Fixed)—Ammonia｜2026｜https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2026/mcs2026-nitrogen.pdf｜一手史料（政府統計）

〔S18〕Hannah Ritchie｜“How many people does synthetic fertilizer feed?”｜Our World in Data，2017-11-07（持續更新）｜https://ourworldindata.org/how-many-people-does-synthetic-fertilizer-feed｜學術二手

〔S19〕Yuxuan Zhang, Zhaoying Chen, Kaitian Zhang, Zixuan Feng, Hongping Zhao｜“Laser-Assisted Metalorganic Chemical Vapor Deposition of GaN”｜arXiv:2104.01064，2021-04-02｜https://arxiv.org/abs/2104.01064｜學術（預印本）

〔S20〕Wikipedia｜“Frank–Caro process”｜讀取日 2026-11-02｜https://en.wikipedia.org/wiki/Frank%E2%80%93Caro_process｜一般媒體

〔S21〕IMARC Group｜“Ammonia Market Size, Share, Trends and Forecast”（摘要頁）｜讀取日 2026-11-02｜https://www.imarcgroup.com/global-ammonia-market｜一般媒體（市場研究公司摘要）

〔S22〕市場預測轉載（歸屬 Fortune Business Insights）｜dev.to / hackmd.io 等轉載頁（經搜尋摘要讀到）｜2026｜https://dev.to/newsinsights26/ammonia-market-is-thriving-to-boom-in-the-forecast-year-2026-2034-4kab｜一般媒體（轉載，原報告未讀到）

〔S23〕J. W. Erisman, M. A. Sutton, J. Galloway, Z. Klimont, W. Winiwarter｜"How a century of ammonia synthesis changed the world"｜Nature Geoscience 1, 636–639（2008）｜https://www.nature.com/articles/ngeo325｜**未查**：303 轉登入頁（idp.nature.com），全文與摘要頁皆讀不到。僅經〔S18〕轉述。

〔S24〕Vaclav Smil｜Enriching the Earth: Fritz Haber, Carl Bosch, and the Transformation of World Food Production｜MIT Press, 2001｜**未查**：付費書，未取得全文。僅經〔S18〕轉述。

〔S25〕IEA｜Ammonia Technology Roadmap: Towards more sustainable nitrogen fertiliser production（2021），Executive summary 與 Box 2.2（p.71–72）｜https://www.iea.org/reports/ammonia-technology-roadmap｜2026-11-02 下載 PDF 閱讀｜國際機構報告（IEA, All rights reserved；本文只引用事實與數字，不轉載圖表）

〔S29〕挪威專利 NO 12961（Birkeland，1903）原件｜EPO OPS 2026-11-02 以 epodoc NO12961、docdb NO.12961.C／.A、檢索 pn=NO12961 四種寫法皆查無；Google Patents 亦無｜**未查**：原件未讀到，號碼僅經〔S10〕公司史轉述；同族一手文件見〔S41〕。

〔S30〕Fortune Business Insights 氨市場報告原頁｜**未查**：未找到原頁（試讀的網址為其他產業報告），只讀到〔S22〕轉載。

〔S31〕Google Patents Public Data（BigQuery 公開資料集 `patents-public-data.patents.publications`）｜2026-11-02 查詢｜一手史料（專利書目資料集）

〔S34〕Ammonia Energy Association｜Low-Emission Ammonia Data（LEAD）說明頁｜讀取 2026-11-02｜https://ammoniaenergy.org/lead｜一般媒體（產業協會）

〔S35〕IRENA｜Renewable Power Generation Costs in 2024｜2025｜ISBN 978-92-9260-669-5｜Table S1（p.15）｜https://www.irena.org/Publications/2025/Jun/Renewable-Power-Generation-Costs-in-2024｜2026-11-02 下載 PDF 閱讀｜國際機構報告（IRENA 允許註明出處後自由使用）

〔S36〕Lawrence Berkeley National Laboratory｜Utility-Scale Solar, 2026 Data Update（Seel, Mulvaney Kemp et al., October 2026）資料檔，工作表 LCOE Trend (PV only)｜https://emp.lbl.gov/utility-scale-solar｜2026-11-02 下載資料檔讀取｜美國國家實驗室資料（美國能源部資助）

〔S37〕U.S. Geological Survey｜Nitrogen (Fixed)—Ammonia Statistics, Data Series 140（最後修改 2024-01-09；compiled by C.A. DiFrancesco, D.A. Kramer, L.E. Apodaca）｜https://www.usgs.gov/media/files/nitrogen-historical-statistics-data-series-140｜一手史料（政府統計；美國政府公有領域）

〔S38〕U.S. Army Ordnance Department & U.S. Department of Agriculture｜Report on the Fixation and Utilization of Nitrogen｜Washington: Government Printing Office, 1922｜Table 17 "World production of nitrogen"，印刷頁 p.50｜掃描影像 https://archive.org/download/reportonfixatio01agrigoog/page/n68.jpg（archive.org 識別碼 reportonfixatio01agrigoog）｜一手史料（政府報告）

〔S39〕U.S. Department of Commerce, Bureau of Foreign and Domestic Commerce｜Foreign Commerce Weekly, Vol. 8, No. 10, 1942-09-05｜p.5, "TABLE 1.—World Production of Inorganic Nitrogen [Nitrogen content, tons of 2,000 pounds]"｜掃描影像 https://archive.org/download/sim_international-commerce_1942-09-05_8_10/page/n4.jpg（archive.org 識別碼 sim_international-commerce_1942-09-05_8_10）｜一手史料（政府出版品；美國政府公有領域）

〔S40〕U.S. Bureau of Mines｜Minerals Yearbook 1952, Vol. I, "Nitrogen Compounds", TABLE 5（p.785；fiscal years ended June 30, 1951–53；metric tons of contained nitrogen；fertilizer N only, exclusive of U.S.S.R.）；Minerals Yearbook 1963, Vol. I, "Nitrogen", TABLE 6（p.864；years ended June 30；thousand short tons of contained nitrogen；all nitrogen compounds）｜掃描影像 https://archive.org/download/pub_usgov-minerals-yearbook_1952_1/page/n826.jpg、https://archive.org/download/pub_usgov-minerals-yearbook_1963_1/page/n871.jpg｜一手史料（政府統計；美國政府公有領域）

〔S41〕EPO OPS 書目資料｜FR 335,692 A（1904-02-05 公開；申請人 S. Eyde、Kristian Birkeland；優先權 NO 1903-02-20；Procédé et dispositif pour la production de réactions chimiques intenses dans les combinaisons gazeuses ou les mélanges gazeux）；US 772,862 A（1904-10-18 公告；Kristian Birkeland；Process of electrically treating gases）｜https://worldwide.espacenet.com/patent/search?q=pn%3DFR335692A ；https://patents.google.com/patent/US772862A｜2026-11-02 查詢｜一手史料（專利書目）

EMPRYON

Patti Insight

以機制為主軸的技術缺口與市場報告

發行：法瑪南強智權有限公司

聯絡　data@empryon.ai

傳奇篇 01 · 歷史回顧版 · 推廣文，未發驗證編號 · 2026-11-02

Patti Insight 為 Empryon 品牌產品；本文由法瑪南強智權有限公司發行。本文為技術史回顧，非投資建議，非法律意見。© 2026 法瑪南強智權有限公司。版權所有。