

第五章 結論與建議

本章分為結論與建議兩部份，研究者在結論中以研究結果為第三章研究問題提出解釋，並歸納研究結果作為結論，再根據研究結論提出具體建議，以供未來相關研究者參考。

第一節 結論

研究者依研究結果為研究問題提出解釋，並做出結論；茲將研究問題條列如下。

1. 如何將主辦國特色融入試題，並兼顧原創性和趣味性？

學術委員會以樟腦磺酸作為實驗一主題，展現我國特有產物與樟腦磺酸在生技製藥方面的應用價值，結合 D,L-PG 的製備與分離步驟，具有原創性；當選手操作實驗，親手完成非鏡像異構物的合成與分離，將理論付諸實行時，可以從中獲得樂趣。

2. 如何在試題中給予足夠資訊，而又不致過於限制參賽選手的創意與思考？

學術委員會在試題中以指導語說明注意事項和實驗步驟，引導選手了解實驗流程；實驗一試題評分內容為實驗結果，選手可根據自己的創意與思考，在實驗過程中使用額外的實驗技巧，以得到較好的實驗結果。

3. 如何確定大多數選手有足夠時間完成競賽試題，而又能從中分出優劣？

學術委員會在實驗一試題編製過程中舉行預試，再根據預試中發現的問題進行試題內容與施測流程修改，重複「預試-修訂試題」

步驟數次，至多數預試對象可在時限內完成實驗、有具體實驗成果為止，確保試題具有穩定且常態性的實驗結果分布，能夠以實驗成果來評定分數。

4. 如何決定實作考試的評分標準，才能公平又準確地呈現選手的實驗操作能力？

學術委員會以選手產物產率與純度對應得分，參考預試對象的實驗成果分布情形，訂定評分標準；產物產率與純度是有機合成實驗的成果指標，能製備出具有良好產率與純度產物的選手，即具備完成實驗一所需的有機合成實驗技巧。

為研究問題提出解釋後，研究者歸納研究結果作為結論，依實驗一試題的編製、施測與結果分析陳述如下。

1. 實驗一試題編製

在實驗一的編製過程中，學術委員會以樟腦為主題，代表我國特有的化學產物，並設計 D,L-PG 合成、非鏡像異構物分離之兩步驟實驗，作為選手實作評量的任務；採用產物產率與純度換算選手得分，分別測量步驟一、二產物的 ^1H NMR 光譜和比旋光度，以之鑑定產物純度、量化測驗結果，並模擬可能發生的誤差情形與影響程度，減少影響選手產物測量結果的因素。

決定選手實作的任務與評分方式後，學術委員會以初版試題進行預試，觀察與紀錄施測過程與結果的問題，作為修改試題內容和施測流程的參考，如此重複進行「預試-修訂試題」數次，確認試題指導語明確、施測結果具有穩定性，並參考預試結果分布來訂定評分標準後，競賽前的命題工作至此告一段落。

2. 實作考試施測流程

第 37 屆 IChO 競賽期間，各國教練在實作考試前檢視試場，並於國際評審團會議中審議試題，對試題內容和評分標準提出討論與修改；通過試題審議的實作試題交由各國教練進行翻譯，成為正式施測試題。實作考試於 2005 年 7 月 19 日假台灣大學思亮館舉行，在學術委員、監考人員與相關工作人員的通力合作下順利完成施測；實作考試結束後，由工作人員在兩天內完成產物純度鑑定，將結果交由批改試卷的學術委員統整成績。

在競賽尾聲的成績仲裁會中，選手成績經由各國教練與學術委員的討論和修改得以確定；成績確定後，學術委員統計各部分選手成績，依序頒發各項獎牌，第 37 屆 IChO 競賽至此圓滿落幕。

3. 實驗一試題與結果分析

實驗一屬於鑑別力優良、難易度符合預期的試題，具有良好的評分者信度與效標關聯效度，Cronbach's α 係數為 .41，解讀時應考慮測驗長度短、參賽選手同質性高，以及試題難易度設定等影響因素。其中，測驗長度較短而使信度係數降低，是實作評量常見的問題，可結合實驗二考驗不同領域與層次的實驗技巧，提升實作考試的實際信度；而參賽選手同質性高與試題難易度設定兩項因素，為 IChO 競賽之特色與固有文化，解讀信度係數時需同時列入考量。

採用兩種評分標準計算實驗成績時，原標準較新標準有較趨近常態的成績分布曲線，成績分布範圍也較為合理並符合預期，顯示透過預試結果可有效預測實驗成績分布，IJ 應採納學術委員會所訂定的評分標準。

綜合上述研究成果，學術委員會完成歷時數年的實驗一試題編製，並於第 37 屆 IChO 競賽期間時順利進行施測與實驗結果測量；由研究者試題性質與測驗結果分析得知，實驗一為符合 IChO 競賽目的和學術委員會預期之實作試題，其測驗編製與施測過程可供相關研究者作為參考。

第二節 建議

研究者根據研究結論提出兩點建議，茲將建議與試題後續發展分述如下。

1. 建議相關研究者針對測驗編製研擬長期計畫，進行詳盡的實驗條件測試、預試與修改等步驟，並參考預試結果訂定詳細的評分標準，預先模擬可能發生的問題，備妥解決之道；有了周全的準備，可望編製出符合預期的實作試題，並且順利完成施測。
2. 實作試題的編製、施測與評量相當耗時費力，用於各種規模的競賽或日常教學，均有推廣上的困難。然而實作考試可提起學生對操作實驗的興趣與重視，進而督促教育者培養學生的各層次科學技能，是值得研究與推廣的評量方式；建議相關研究者可進行長期實作評量研究，並定期進行交流與討論，共同累積經驗，持續提升我國在科學實作評量方面的研究實力。

第 37 屆 IChO 競賽落幕後，實驗一試題經細節修改成為教學實驗內容，編入台灣師範大學化學系大二有機實驗課程，學生於兩週分別進行實驗與產物純度測量，並由實驗助教說明反應機構與純度鑑定原理，使實驗一試題的教育意義更加完備，延續其引發學生興趣之目的。