

中華民國的國際化學奧林匹亞經驗 —臺灣的一個數理資賦優異教育個案—

方泰山* 陳昭錦
國立臺灣師範大學化學系所

摘 要

中華民國，台灣地區所選拔的三個高級中學在學學生參加第廿四屆國際化學奧林匹亞競賽，在一百卅一位選手中，分別獲得一面金牌（前10%），一面銀牌（前20%）及一面銅牌（30%）。總平均成績在三十一個參賽國名列第七。本文報告，國立臺灣師範大學，在科學教育指導委員會指導下，化學系及科學教育中心，如何執行由化學競賽、研習營到準備第一次派隊參加的經過情形。

緒 論

國際化學奧林匹亞，簡稱 IChO，西元 1968 年由東歐國家發起，至今已舉辦 24 屆。這項國際競賽是世界各國高中化學資賦優異的青少年一展化學理論及實驗能力的最高場所，同時也是各國化學資優教育成果的展現。去年 23 屆 IChO 主辦國波蘭首度邀請我國組成觀察團，今年於美國匹茲堡舉行的 24 屆 IChO，我國終於正式獲邀組隊參加。為迎接這項重要的國際競賽，民國 80 年 10 月中華民國國際化學奧林匹亞指導委員會正式成立，負責策劃甄選及培訓指導的工作。

國際化學奧林匹亞的競賽內容，無論是理論或實驗試題都相當深入，大約是我國大學二、三年級的程度。由國際化學奧林匹亞委員會所公佈的教材綱要與我國現行高中化學課程有相當大的差距，因此如何針對 IChO 的取向以甄選出最適合代表國家參賽的選手，亟需建立一套完善的甄選及評鑑制度。IChO 的競賽內容除包含化學領域的相關知識外，也涵蓋了化學資優生應具有之解決問題等高層次思考技能，如何規劃切合實際需

要的培訓計畫，亦有待深入探究。從分析 IChO 的水準，到參賽選手的甄選、培訓及整體成果的總檢討，構成一套緊密結合之系統。因此，這樣一套系統的建立及運作成效的評鑑，乃是本研究致力的目標。

本研究擬探討的問題主要有下列五項：

1. 目前 IChO 選手的甄選制度是否需要改進？
2. IChO 選手的培訓計畫是否達到具體成效？是否需要改進？
3. 國際化學奧林匹亞對化學資優生在化學知識及解決問題的能力兩方面所要求的層次及內涵如何？
4. 我國參賽選手解決化學問題的能力如何？
5. 我國參加 24 屆 IChO 的表現之總檢討。

方法與策略

一、樣本

本研究以代表我國參加 24 屆 IChO 的選手為研究對象，探究下列數個變數之間的交互作用及其關聯性。這些變數包括：選手的個人背景、智力測驗成績、培訓過程的學習狀況及成果、解決化學問題的能力以及在 IChO 競賽中的表現。

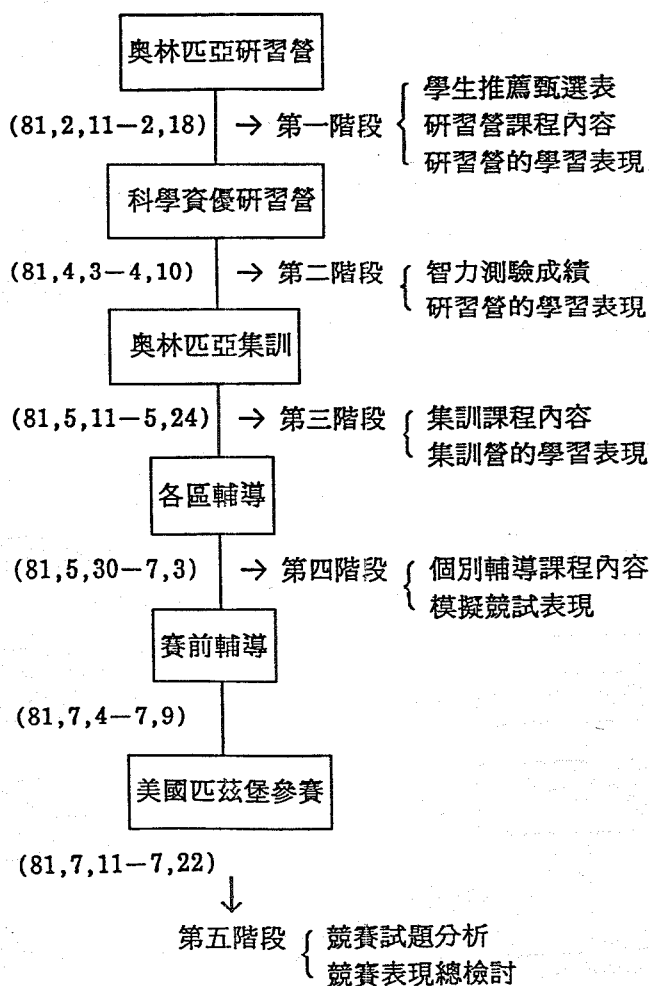
二、選拔程序與評估

由於本研究的目的是探究我國 IChO 選手甄選過程、培訓計畫及競賽表現之綜合評鑑，並且探討四位選手對於化學問題的解決能力，因此整個研究架構分為兩個部份：第一部份是關於我國 IChO 選手從選拔、輔導到參賽整個過程的資料收集，第二部份則是有關四位 IChO 選手解決化學問題能力的研究。

1. 追蹤 IChO 選手的甄選、培訓及參賽之完整流程並分五階段收集相關資料，如圖一所示。

2. 解決化學能力的研究

這部份的研究主要是想瞭解 IChO 的競賽試題在化學知識及解題能力兩方面所要求的層次，並進一步探討我國四位 IChO 參賽選手在這兩方面的表現。國際化學奧林匹亞委員會在一九八九年的會議中公佈了競賽的題材，其中一半以上超出我國的高中課程範圍，為配合我國高中生的層次，因此選擇「水溶液中的化學平衡」這個單元為本研究探討的主題。主要原因是歷年的 IChO 理論試題幾乎都包含此單元，而且此單元所涵蓋的概念層次符合現行高中教材，較適合做為本研究的主題。



圖一 資料收集流程圖

(1) 研究工具

根據 IChO 委員會公佈的「國際化學奧林匹亞教材綱要」中第 13 單元—「化學平衡」中有關水溶液中的化學平衡部份，訂出雙向細目表，以決定「水溶液中的化學平衡」所涵蓋之主要概念。根據雙向細目表，檢視歷年來 IChO 的預備試題及正式試題，篩選出具有代表性的題目，並作適當的修訂與補充，以編製「水溶液中的化學平衡」測試題。測試題經預試後，修訂完成「水溶液中的化學平衡」正式測試題。

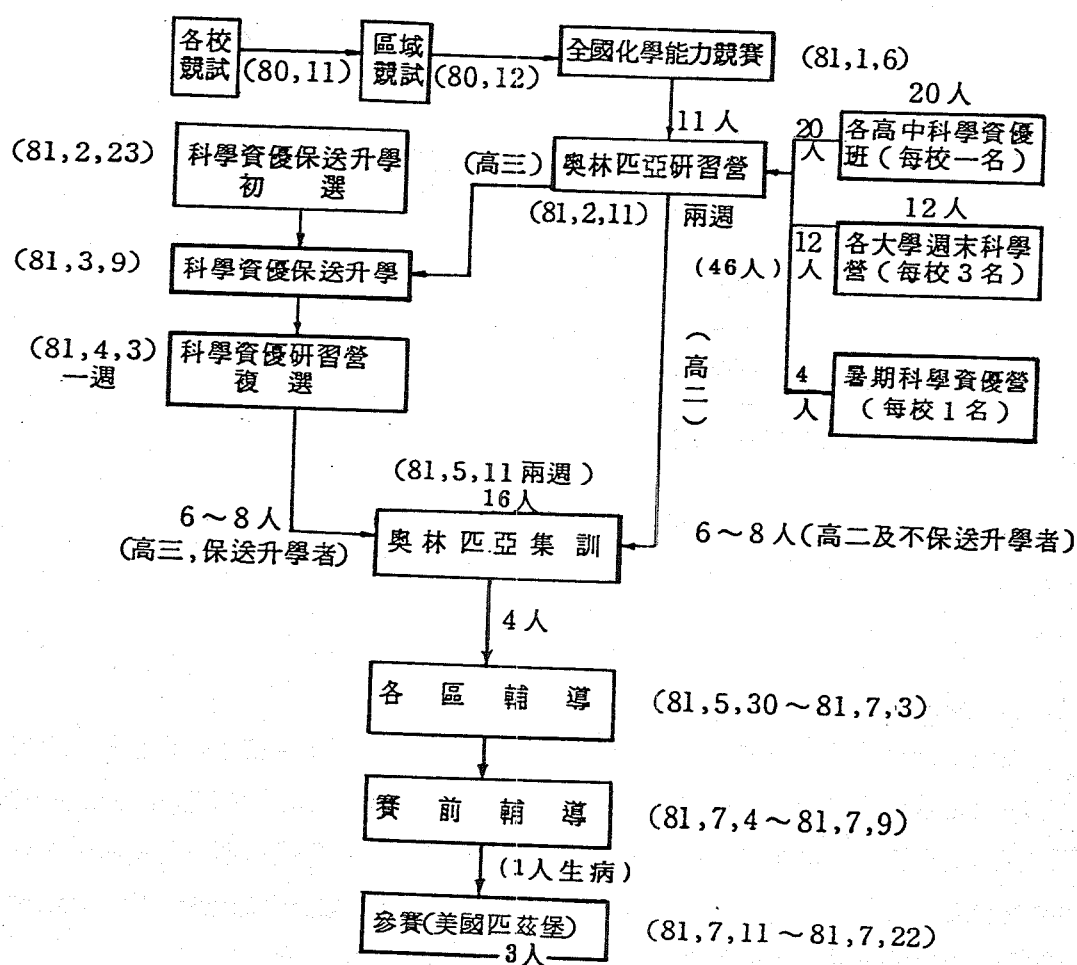
(2) 資料分析

本研究的定性資料分析根據 Ericson, S. & Simon, H. (1984) 的語意分析技術並參考 Harold C. (1977) 及 Moises & Ron (1989) 所發展的編碼清單 (coding

checklist)，逐一分析受試者所表現的解題行為。

結果與討論

1. 第24屆 IChO 中華民國選手的選拔流程如圖二所示，此選拔方案採競試與學校、研習營推薦甄選兩方向進行，讓全國高中學生均有機會參與選拔。此外甄選方式以研習營活動為主幹，參加的學生先研習部份課程後再舉行考試，不僅使學員獲益，也更能看出每位學生的個別差異及學習潛力。



圖二 我國 IChO 選手甄選流程圖

2. 我國 IChO 選手各階段之研習與培訓課程內容如表一：

表一 我國 IChO 選手培訓課程內容

	研 習 營	訓 練 營	個 別 輔 導
有機化學	4 hr	8 hr	※
無機化學	4 hr	8 hr	※
分析化學	4 hr	8 hr	☆
物理化學	4 hr	8 hr	◎
生物化學	4 hr	8 hr	◎
應用化學	4 hr	8 hr	※
環境化學	4 hr	8 hr	無
實 作	7 hr	8 hr r	☆
補充教材	無	無	◎

說明：補充教材—歷屆 IChO 試題及預備題

※：總計 72 hr

☆：總計 72 hr

◎：總計 72 hr

3. 第 24 屆 IChO 我國選手總成績如表二所示，在筆試方面以分析化學的成績最好，無機化學最不理想。探究其原因，可能是四個學門中分析化學的範圍在高中課程涵蓋較多，而有機化學的部份雖然是我國學生較弱的一環，但由於個別輔導階段特別加強有機化學的部分，因此反而成績較好，可見培訓課程的確彌補了選手較弱的部分。值得注意的是實作測驗的總得分率僅優於無機化學，顯示我國選手的實作能力需要再加強。由於只有三位選手，人數過少，數據的分析無法提供有力的統計意義，僅提供比較上的

參考。

表二 我國三位選手* 各科得分率及平均得分率

科目 \ 選手	1	2	3	總平均
分析化學	97.50	91.67	93.33	94.17
無機化學	97.50	95.00	68.58	77.00
物理化學	91.25	92.19	70.63	84.69
有機化學	90.28	85.49	90.63	88.80
實 作	87.00	81.00	83.00	83.67

*：四位選手其中一位因病未參賽

4. 解決化學問題能力之研究

分析四位受試者在解八道「水溶液中的化學平衡」問題時所表現的解題行為及其運用之解題策略，發現四位受試者均具有「成功的解題者」之共同特徵（Moises, C. & Ron, G., 1989），這些特徵包括：有效的化學表徵、將解題視為一縝密分析及推理的過程、運用良好的思考法則（heuristics）、引用相關的原理及概念解題、表現高層次的思考能力等。然而，在表徵的方式、解題計畫的建構與解題策略的發展方面，四位受試者的表現則有顯著的內涵以及層次上的差異。

此外，若比較四位受試者在整個選拔、培訓過程的表現及 IChO 的競賽結果，發現與其解題行為之特徵有相當的關聯性，值得深入探究。

結論與建議

1. 現行的 IChO 選手甄選制度採競試與推薦兩種管道並行，具有廣泛選才之優點，惟各校推薦的名額可再增加，對於未成立資優班的學校也給予推薦的機會。此外甄選的方式採研習營的形式進行，除了增加參與同學的化學知識外，也能較深入地觀察學生的表現。

2. 從我國選手參加國際化學奧林匹亞的表現來看，培訓課程的設計符合實際需要。由於過去未曾舉辦類似活動，在教材的編排及課程分配上可再改進。今後如能建立有系

統的教材內容及完善的課程設計，相信更能提昇我國選手在國際競賽中的表現。

3. 國際化學奧林匹亞競賽的內容除了特定的化學學科知識之外，更需要高層次思考能力的展現。從我國四位選手的化學解題能力研究中發現，每位選手均表現出成功的解題者之特質，而在解題行為的內涵及策略的運用上則有顯著的個別差異。這些共同特徵及個別差異反應在選手的競賽表現中，並提供解釋的依據。因此，在選手的培訓輔導過程中，除了加強化學知識的內涵外，解決問題等高層次思考能力的培養與增進，也是重要的一環。

4. 我國首度參與國際化學奧林匹亞競賽獲得佳績，顯示培訓計畫確實發揮具體成效，以長遠眼光來看，最好能建立一套長期的化學資優生輔導計畫，由高中一年級開始，結合區域性的軟體及硬體資源，提供健全完善的資源輔導。藉著參與國際競賽，刺激我國科學資優教育的發展，更進一步帶動中學科學教育的改革，才是長遠的發展之道。

參考文獻

1. Days, H. C. et al. (1979) Problem structure, cognitive level, and problem solving performance. *Journal for Research in Mathematics Education*, 10, 135-146.
 2. Ericsson, S. & Simon, H. (1984) *Protocol analysis: Verbal report as data*. Cambridge, MA: The MIT Press.
 3. Frieda Painter (1989). *Who are the gifted? Definitions, identification and provision*, Horace Weaver.
 4. Gabel, D., Sherwood, R., & Enochs, L. (1984) Problem-solving skills in high school chemistry students. *Journal of Research in Science Teaching*, 21 (2), 221-233.
 5. Larkin, J. & Rainard, B. (1984). A research methodology for studying how people think. *Journal of Research in Science Teaching*, 21 (3), 235-254.
 6. Moises, C. & Ron, G. (1989) Problem solving and chemical equilibrium: Successful versus unsuccessful performance. *Journal of Research in Science Teaching*, 26 (3), 251-272.
 7. Newell, A. & Simon, H. A (1972) *Human problem solving*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
 8. Stephen K. Reed (1988) *Cognition: theory and application*, 2nd ed.
- 誌謝：感謝教育部中等教育司，及國立臺灣師範大學科學教育中心的行政支援。