

臺灣物理資優教育的現況與展望

林明瑞

國立臺灣師範大學物理系

臺灣資優教育的正式推展，始於 1972 年由教育部訂定的「國民小學資賦優異教育計畫」，繼之於 1982 年公布「中學數學及自然學科資賦優異學生輔導升學要點」，突破當時單一經由聯招考試的升學體制，科學資優生可另經由甄試保送升學。同一年並由國科會主導推動「高級中學數學及自然學科學習成就優異學生輔導實驗計畫」，委託四所大學和中央研究院辦理高中科學資優生在數理學科方面的學習輔導。二十多年來，科學資優教育的輔導對象，從國民小學延伸到高級中學的學生，並為資優生提供了跳級就讀和提早升學報考的機會及甄試保送升入大學的管道，臺灣在科學資優教育的實施方面，確實有相當蓬勃的發展。

在自然學科的課程設計上，我國在小學階段採用完全統整型的「自然科學」。在國中階段則採部分統整型，即分為理化、生物、和地球科學三科。在高中階段則分化為單科教學，即物理、化學、生物、和地球科學四科分立。因此，本文將僅限於高中階段物理資優教育的介紹。

一、現行對高中科學資優學生的輔導計畫

1. 數理資優班：

教育部在二十所高中正式設有數理資優班。各校對資優班的組成方式，可自定辦法。一般從高中一年級起，挑選聯招升學考試成績優異的新生和經由甄試保送升學的國中資優生組成資優班。升入高二時，再依學生的學業成績表現和意願重新編班。資優班的課程設計，容許彈性調整，有別於普通班，加重數學及自然學科的教學時數而酌減社會學科的份量。相關的教學儀器設備獲有教育部或省市廳局的特別補助。至於科學課程的教材方面，雖然強調以加深、加廣、加速為原則，但在大學聯招考試的陰影下，加速是有，加深未必，加廣則談不上。雖然編有專供資優班使用的補充教材，但是使用不廣，主教材仍和普通班相同。

2. 資優生週末數理實驗班：

國科會在清華大學、成功大學、中山大學分別設有理化實驗班（分成物理和化學兩組）；在臺灣大學設有數學實驗班；在中央研究院設有生物實驗班。每年舉辦各科的甄選考試，由各高中推薦高一學生應試，通過者可參加實驗班。學生在高中三年的在學期間，利用每週週末前往以上大學和研究機構研習，由大學教授指導授課。本計畫立意雖佳，但由於高中學生往返交通頗費時間，多數中途退出，辦理績效未臻理想。

3. 數理資優生甄試保送大學研習營：

每年三月底由教育部委託臺灣師範大學辦理，分成數學、物理、化學、生物、和地球科學五科研習營。由各高中所推薦的學生，必須滿足一定的學習成就水準，才能獲准參加資優生心理測驗（包括智力和性向兩部分）。測驗合格者繼續參加甄試保送大學研習營，通過者可取得保送大學相關數理科系之資格。其中物理科研習營由臺灣師大、臺灣大學、清華大學、和交通大學四所大學物理系，合組成甄試委員會，分擔命題工作。甄試內容有紙筆測驗、實驗操作、和口試三種。通過甄試者，依其成績高低和志願，以及各大學所提供的升學名額，分發保送升入各大學物理系。

4. 資優班物理科補充教材的編輯：

由教育部委託台北市建國高中，負責邀集數所高中的資深物理教師，在大學物理教授的指導下，合作編輯一套專供資優班學生使用的物理科補充教材。此計畫自1990年開始至今已進行五年，共編出理論教材五冊，現正繼續編寫實驗方面的教材。

5. 選修大學學分：

自1994年起，物理科學習成績特優的高三學生，可申請直接至大學選修「普通物理」科目。成績合格所取得的學分，將來升入大學後，可獲得承認。（其它如數學、化學等科亦同樣辦理。）

二、全國中小學科學展覽、國際科學展覽、和全國高中生數學及自然學科能力競賽

1. 全國中小學科學展覽：

每年三月中旬，由國立科學館主辦。先由各中小學自行在校內辦理初選，然

後選出作品參加由省市教育廳局辦理的分區複選。複選優勝者再送全國決選。科學展覽作品分數學、物理、化學、生物、地球科學、和應用科學六科分別評選。

2. 國際科學展覽：

這是由國立科學館直接推動的計畫，向全國中學生徵求科學研究的作品，參加評選。入選作品的作者和指導教師，可獲邀請，經由科學館安排，代表國家出國參加國際學生科學展覽的活動。

3. 全國高中生數學及自然學科能力競賽：

每年十二月下旬，由教育部委託國內三所師範大學輪流主辦。先由各高中自行在校內選出代表，再參加省市教育廳局所辦理的分區複賽。按各區代表的分配名額，選出複賽優勝者，最後參加全國決賽。

三、參加國際物理奧林匹亞競賽國家代表隊選訓計畫

國際物理奧林匹亞競賽(International Physics Olympiad)始於1967年，由波蘭等五個東歐國家首先發起，目的在促使青年學生認識物理學在現代科學和技術領域中日增的重要性，同時也為促進物理教育經驗在國際間的交流。每年舉辦一次，由參賽國家輪流主辦，每一國家選拔五名中學生組成代表隊參賽，但為個人之間的競賽。由於此競賽的理想崇高，加入競賽的國家數目逐年增加，至1994年為止，已舉辦二十五屆，共計有四十七國參賽。除非洲外，世界各大洲都有國家組隊。

我國在1993年以觀察員身份，出席在美國維琴尼亞州威廉斯堡舉行的第二十四屆國際物理奧林匹亞競賽。1994年7月，我國首次選出五名高中學生組成國家代表隊，前往中國大陸北京參加第二十五屆的競賽，獲得一面銅牌和一榮譽獎，全隊總成績居四十七個參賽國家中的第十七名。

由於參賽的學生皆係各國自年青一代中選拔出的菁英，國際競賽的成績表現可作為比較各國辦理物理資優教育成效的參考指標。

我國國家代表隊的選訓計畫，辦有全國性的選拔競試，其中初選競試有近一千三百名學生參加，基數甚大，其競試成績應可相當程度地反映出各校在物理教育上的教學績效。

下面敘述國家代表隊選訓計畫的要點：

1. 計畫目標：

- (1) 甄選國家代表隊，參加國際物理奧林匹亞競賽，為國爭光。

- (2) 經由選拔和培訓過程，全面帶動中學生愛好學習物理學的風氣，並提升中學物理教師的教學能力。
- (3) 經由國際間文化和教學經驗的交流，促進我國中學物理教育的發展。

2. 組織：

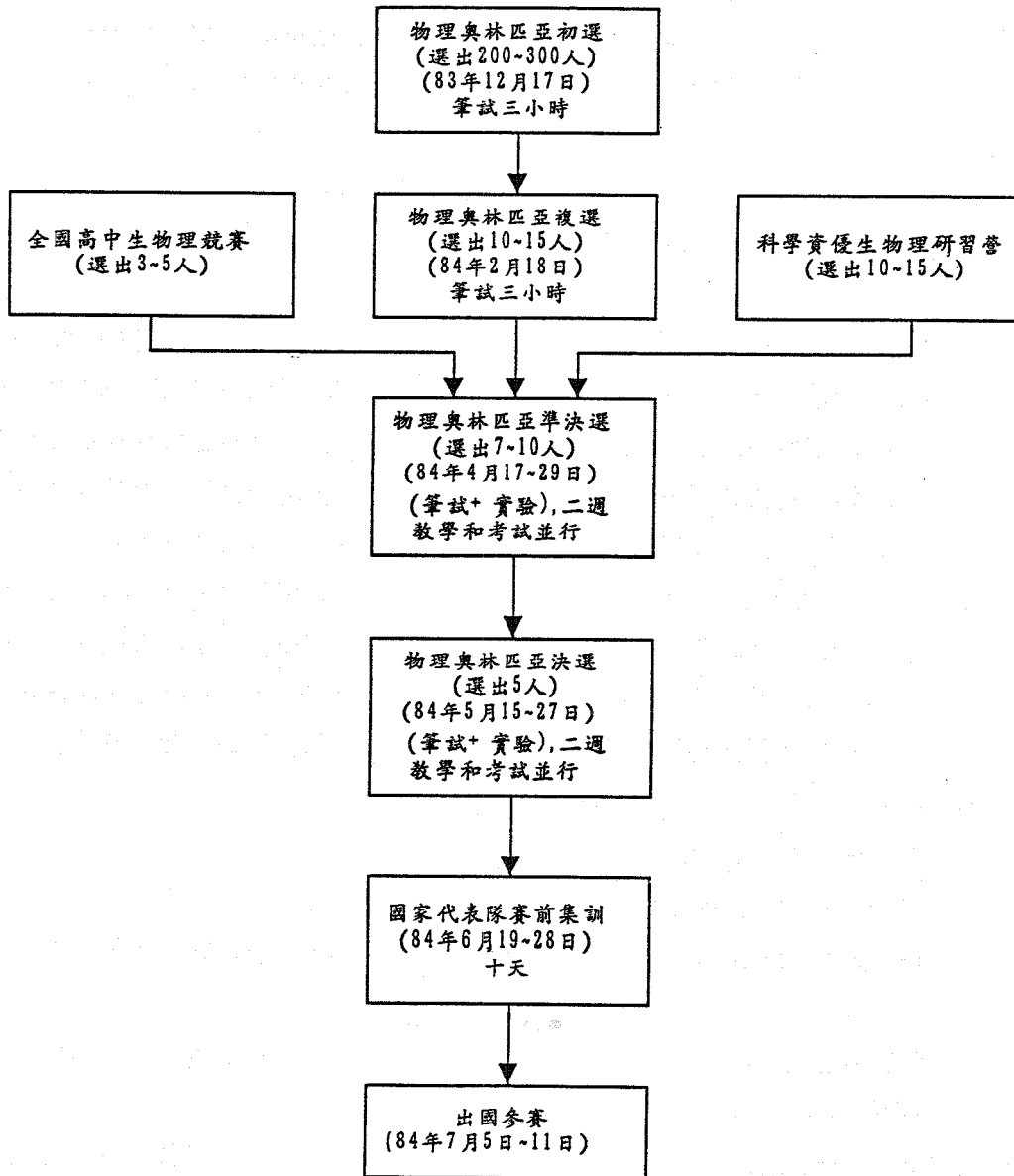
- (1) 中華民國物理奧林匹亞指導委員會：由教育部次長擔任主任委員，另由部聘物理界學術人士及相關教育行政主管三十人組成，指導本計畫工作方向。
- (2) 中華民國物理奧林匹亞工作小組：由十五位物理教授組成，實際規畫並執行本計畫各項工作。
- (3) 高中物理教師輔導群：視入選學生的來源，聘請各區高中優秀物理教師若干人，擔任學生平時在校時的輔導及培訓工作。

3. 選拔流程：

- (1) 初選：由各高中學生自由報名參加，但須取得任課物理教師的簽名推薦。初選競試為筆試一場，時間為三小時，命題範圍為高二以至高三上學期的物理教材，在全國分設九區考場，同時舉行。按成績排序，擇優錄取 200~300 名。入選學生發給一套國家代表隊訓練教材，並且聘請該校優秀物理教師擔任平時輔導教授工作小組成員定期輪流前往各分區高中指導學生研習訓練教材。
- (2) 複選：初選入選學生取得參加複選競試的資格。複選競試仍為筆試一場，時間為三小時，命題範圍擴增為全部高中物理教材及國家代表隊訓練教材，仍在全國分設九區考場，同時舉行。按成績排序，擇優錄取 10~15 名。入選學生發給一套類似國際競賽水準的訓練教材。入選學生的輔導如同初選模式。
- (3) 準決選：下列學生取得參加準決選競試的資格：
 - (i) 複選入選的學生；
 - (ii) 全國高中生物理能力競賽成績排名居前 3~5 名者；
 - (iii) 參加「甄試保送大學科學資優生物理科研習營」總成績排名居前 10~15 名者。準決選競試為期二週，考試與教學並行，加強實驗操作訓練。合算準決選成績和以往各次參賽成績，擇優錄取 7~10 名。
- (4) 決選：準決選競試入選的學生取得參加決選的資格。決選競試為期二週，考試和訓練並行。最後，加權計算所有參賽成績，擇優正取五名，組成國家代表隊，另備取二名。

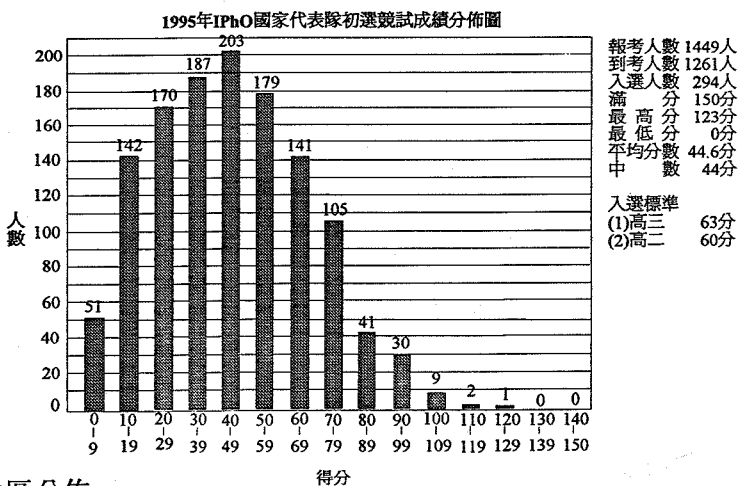
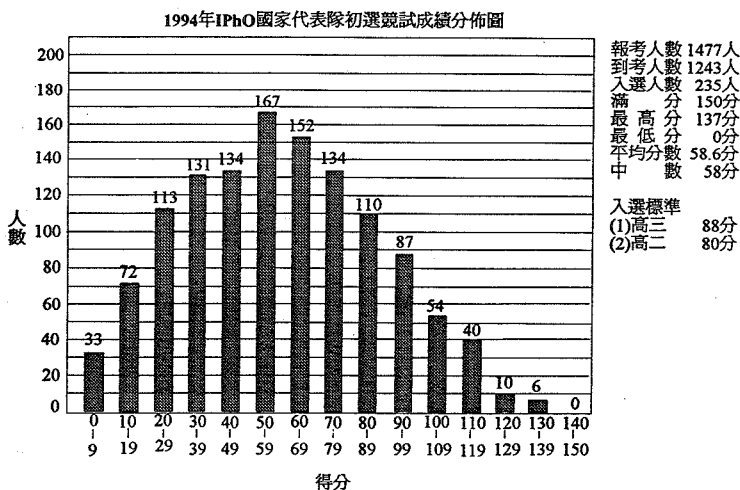
- (5) 賽前集訓：為期十天，除物理訓練課程外，另安排有英語會話、社交禮儀、旅遊介紹、國際競賽須知等項。

1995年IPhO國家代表隊選拔流程圖

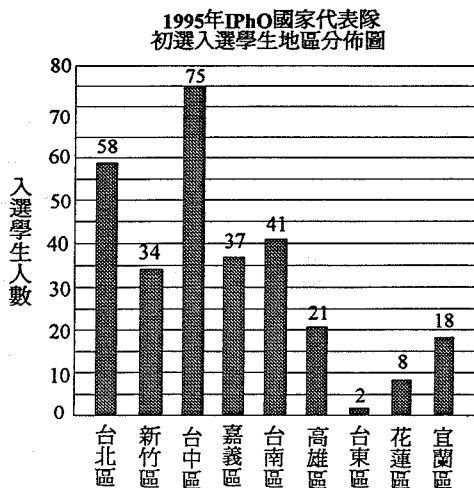
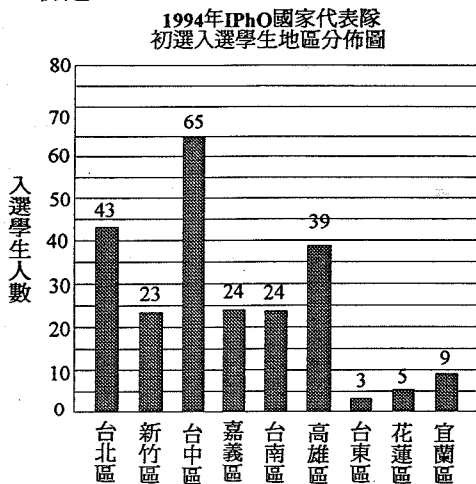


四、1994年和1995年國家代表隊初選、複選競試成績的比較

1. 初選成績分佈

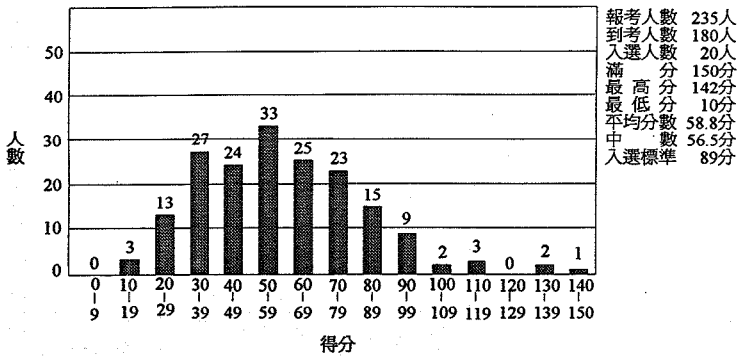


2. 初選入選學生的地區分佈

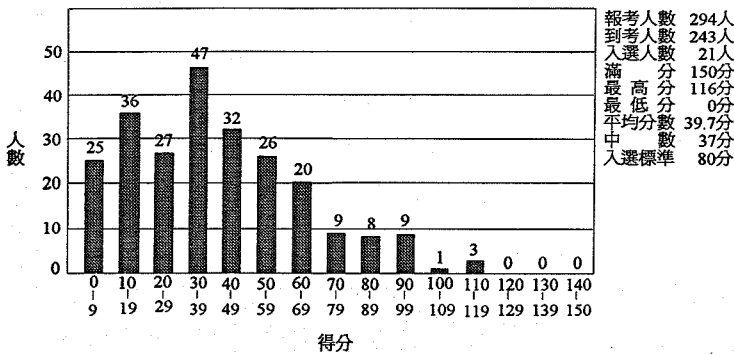


3. 複選成績分佈

1994年IPhO國家代表隊複選競試成績分佈圖

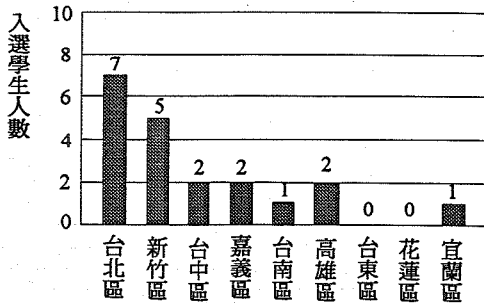


1995年IPhO國家代表隊複選競試成績分佈圖

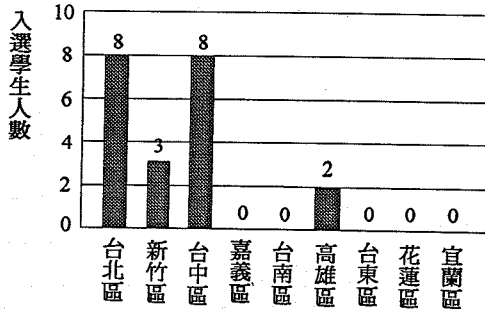


4. 複選入選學生的地區分佈

1994年IPhO國家代表隊複選入選學生地區分佈圖



1995年IPhO國家代表隊複選入選學生地區分佈圖



五、我國物理資優教育的檢討和展望

1. 我國的科學資優教育開展了二十多年，在「法令的制定」和「輔導數量」上，確有相當可觀的成長，但是在「品質」上，則尚須改善之處仍多。對於推行中的各種科學資優計畫，例如各高中的資優班、大學和研究機構所承辦的資優生數理實驗班等，其辦理的成效如何？有何須改進之處？我們一直沒有建立一套可供評估的辦法和參考指標。教育部雖然曾委託高雄師範大學特殊教育中心，對升入大學的科學資優生作過為期三年的追蹤研究，但可惜僅只是對資優生在大學中所受到的輔導概況的調查而已。對於這些資優生升入大學後的學習成就和專業表現，我們沒有建檔追蹤，因此也無從累積客觀的資優教育資料，據以改進資優生的鑑定工具和現行的資優教育措施，只是從主觀的輔導經驗出發判斷，作一些技術性的調整。例如，做為初步鑑定物理科資優生的測驗工具之一的「物理性向測驗」，其題目型態應為何？又其信度和效度為何？所聘請的命題人員是否熟悉中學物理教育？測驗結果與日後學生的學業成就是否正相關？種種這些需要成立研究群，進行長期研究的努力，我們付之闕如。各高中辦理的科學資優班，自主權甚大，但在升大學聯招考試的壓力下，是否已走上超級升學加強班之勢？而各校又都採集合編班的模式，同儕間的競爭心強烈，若某生一科特別出色，其它科平平，則此學生是否可安然在此科上傾入全力求其有成？這樣的編班模式，是否仍存有適合個別差異、開拓個人創造能力的功能？是否合乎資優生的教育理想？總之，我們欠缺評估科學資優教育成效的參考指標，也亟待加強專業性的、系統性的科學資優教育研究。
2. 全國高中生物理能力競賽雖然分有校內初賽、地區複賽、和全國決賽三級，但是各校派出的學生代表有一定的人數限制，地區複賽的優勝人數也有比例配額。同一學校的強手們不見得有機會出賽，而在教育環境較弱勢的地區由於有配額，即使學生能力並不突出，也可參加決賽。因此全國物理能力競賽的結果並不能反應出各高中辦理物理資優教育的績效，只能視為個人間的競賽。
3. 物理奧林匹亞國家代表隊的初選競試，採取開放、自由報名的方式，命題範圍也僅限於現行的高中物理教材和教學進度，且在全國分設九區考場，同時考試，因此其考試成績的統計分佈，應可相當程度的反映出各地區高中學生在物理科學習成就的差異。初選競試舉辦兩年來，每年實際到考的人數近一千三百人，可說是

在臺灣地區唯一由同齡學生集體參加的大規模的學科競試。由初選成績的分佈曲線可看出爲一良好的常規分佈，顯示試題的區別能力甚佳。對學生個人而言，他可據以知道自己的物理科學習成就，在全國同齡學生中的級別。由初選入選學生人數的地區分佈圖，對照各考區高中的校數，可作爲各地區一般性（非資優）物理教學成果的比較指標。

4. 物理奧林匹亞國家代表隊的複選競試，其目的在甄選出物理學科能力特優的學生，作爲加強培訓的對象。參賽的學生人數雖只有二百多人，但他們皆係經由初選競試篩選出的物理科績優學生，大多屬各高中科學資優班的學生，因此，複選競試的結果似可用以檢驗各高中資優班物理科的教學績效。從複選成績的分佈曲線，可看出試題的區別能力仍相當良好。其入選學生人數的地區分佈，則出現一有趣的現象：北區學生的錄取率呈穩定之勢，約佔一半；中、南區則有大幅的起落。其原因爲何？僅憑兩年的統計資料，似乎言之過早。但是考量中、南區學生家長傾向子女學醫的傳統願望，也許是造成這一現象的因素。
5. 物理奧林匹亞國家代表隊的選拔競試和訓練計畫，具有雙層的意義：一則經由初選、複選考試的宣傳和活動，吸引並鼓勵有潛力的中學生，愛好學習物理學，也藉由國家代表隊訓練教材的研讀和教師輔導的安排，引導學生正確理解物理定律的本質，提高其分析、解決問題的能力，對一般性物理教育的推廣應有相當的貢獻；二則經由準決選、決選的過程，選拔出特優的學生，給以高品質的加強訓練，對於學生個人學術能力的養成，應極有幫助，這也是資優教育的一環。另外，如前所述，國家代表隊的全國性選拔考試的結果，可作爲檢驗國內各高中辦理物理資優教育績效的參考指標，而參加國際競賽的成績，更是用以檢驗我國總體物理資優教育的成效。以現行物理奧林匹亞國家代表隊的選訓模式，若能持續進行，應能對國內物理資優教育素質的提升，有積極而重大的促進作用。
6. 展望我國的科學資優教育，在目前已具有「普遍開辦」和「數量」的優勢下，若能從「品質」上研究改進之道，則必遠景可期。

附錄

1994年第25屆國際物理奧林匹亞競賽成績統計表								
國名	理論平均	實驗平均	總分平均	總分排名	金牌	銀牌	銅牌	表揚獎
中國大陸	25.93	14.64	40.57	1	4	1		
德國	19.80	11.56	31.36	2	1	3		
美國	18.73	8.14	26.87	3			3	1
英國	17.50	8.80	26.30	4	1		2	
伊朗	16.61	9.06	25.67	5			2	3
烏克蘭	17.15	6.94	24.09	6			2	1
土耳其	15.02	7.85	22.87	7			1	2
俄羅斯	15.97	6.59	22.56	8			1	2
澳大利亞	16.00	6.36	22.36	9				4
韓國	15.47	6.81	22.28	10			1	2
越南	16.13	6.02	22.15	11			1	2
以色列	15.68	6.46	22.14	12			1	3
匈牙利	16.80	5.07	21.87	13				4
捷克	12.96	8.50	21.46	14			1	2
羅馬尼亞	13.50	7.04	20.54	15			2	
斯洛伐克	12.04	8.04	20.08	16				2
中華民國	12.53	7.26	19.79	17			1	1
波蘭	12.92	6.41	19.33	18		1		
保加利亞	12.67	6.32	18.99	19			1	2
加拿大	12.24	5.41	17.65	20			1	1
荷蘭	11.48	4.60	16.08	21				
新加坡	10.58	5.10	15.68	22			1	
奧地利	9.16	6.07	15.23	23				
泰國	7.68	7.30	14.98	24				
瑞典	7.78	6.75	14.53	25				1
芬蘭	9.72	4.68	14.40	26				1
斯洛維尼亞	8.51	5.57	14.08	27				1
西班牙	9.72	4.34	14.06	28				1
立陶宛	8.89	5.00	13.89	29				1
義大利	9.10	3.82	12.92	30				
克羅埃希亞	7.97	4.43	12.40	31				
希臘	7.57	4.38	11.95	32				
愛沙尼亞	7.40	4.44	11.84	33			1	
古巴	4.20	7.50	11.70	34				
挪威	8.39	3.21	11.60	35				
印尼	7.95	3.60	11.55	36				
比利時	5.12	4.06	9.18	37				
蘇利南	4.97	4.10	9.07	38				
葡萄牙	7.04	1.80	8.84	39				
冰島	3.38	5.35	8.73	40				
南斯拉夫	5.28	3.09	8.37	41				
哥倫比亞	5.13	2.64	7.77	42				
塞浦路斯	3.84	3.88	7.72	43				
菲律賓	5.33	2.24	7.56	44				
墨西哥	4.77	2.51	7.28	45				
阿根廷	3.43	3.78	7.21	46				
科威特	1.80	0.90	2.70	47				

★