疫情下的物理探究實作競賽

文／張智淳、余進忠、蘇萬生
圖／余進忠

2021 第四屆全國高中物理探究實作競賽宣傳海報

新冠肺炎疫情世界延燒

新冠肺炎自 2019 年 12 月初自中國武漢迅速延燒全球，臺灣於 12 月 23 日即起強化邊境管制措施，初期國內疫情多為境外移入，隨著時間遞延終究不敵病毒於本地的散佈，於 2021 年 5 月萬華地區迅速爆發疫情，為防範避免社區感染與傳播風險，中央疫情指揮中心於 5 月 11 日公告提升疫情警戒至第二級。無奈疫情急轉直下，5 月 15 日中央疫情指揮中心評估社區傳播有擴大趨勢，正式提升雙北地區疫情警戒及相關限制措施，關閉休閒娛樂場所等易發生群聚之場所，其中包含各類展演場場所（音樂廳、表演廳、博物館、美術館、陳列館、史蹟資料館、紀念館），而全國亦於 5 月 19 日跟進疫情三級警戒，宣告國內 COVID-19 疫情進入社區流行階段。

在全國進入疫情三級警戒後，國教、高教端各級學校亦宣布全面停止到校，改為全面遠距線上教學，各校行政人員實施異地分流辦公等防疫措施，此重重打擊科普、社教、會議及競賽活動的進行，此時國內各項實體會議及競賽皆陸續宣布延期或停止辦理。

四月原校施測下的紙筆測驗

由中華民國物理教育學會主辦「2021 第四屆全國高中物理探究實作競賽」，4 月 11 日上午在全國 27 個試場進行「初賽-自然科素養測驗」為此次序列式競賽揭開序幕。此次素養題型係由台南一中「探究與實作推動中心」何興中老師與 20 位教師共同命題完

成，內容涵蓋物理、化學、生物、地科等，總計 10 個題組 30 小題。共開設 50 個試場，計 1462 位考生參與競賽，測驗後給予成績組距以為多元入學參採依據。

此時國內尚無疫情，然高中各校已限制校外人士進入校園，因此相較第三屆競賽，參賽學生僅能於該校應試，針對應試人數低於 20 人的高中學校學生則安排至鄰近大學應試，此時多數大學仍未禁止校外人士入校，因此尚得以辦理施測。高中及大學配置之監試及防疫人員僅能該校師生擔任，各校為疏散考生除配置多名防疫測溫人員外，成功大學甚至搬出熱影像測溫系統進行快速測溫（如圖 1），各試場也以大距離間隔座位讓考生應試（如圖 2）；此次彰化精誠高中超過 200 位學生參與，高雄道明中學、臺中衛道中學、屏東美和高中、高雄中學分別有近百位同學參與。此次競賽中，台東高中、花蓮高中、枋寮高中、蘭陽女中等校雖位處偏遠地區，但各校學子仍不減對科學熱情積極參與本次競賽，其中台東高中、花蓮高中報考人數超過 30 人以上實令人敬佩。各地區大學試場作為零散考生試場，分別有輔仁大學、中央大學、東海大學、嘉義大學、成功大學、高雄大學、屏東大學等。大學試場以中央大學 96 人居首，考生主要來自新竹地區高中。上午試前，所有考生皆進行防疫措施並繳交防疫切結書，此次僅 18 位學生缺席未到場應試，到考率達 99%，顯見參與學生非常認真看待此次競賽。

圖 1. 成功大學試場配置熱影像測溫及聲音提示系統

圖 2. 所有試場皆加大應試學生距離，此為成功大學試場

宅配到家做實驗

原訂 5 月 27 日進行的「初賽—實作測驗」，競賽實驗題目主要參考自「2021 國際物理辯論競賽」賽題共計 10 題，由嘉義協同中學何世明老師、國立東華大學物理學系曾賢德教授共同設計與制訂材料內容；題目涵蓋範圍很廣，除常見的聲、光、熱、電現象外，也有非常生活化的題目，如海綿吸水的效率研究、「浮沉子」沉降行為研究等。

此時全國已進入第三級警戒，已無法於各校辦理實驗競賽，此時學會理事長余進忠

教授與競賽委員會委員即時開會討論實驗競賽是否延期或取消？以及後續各項接續競賽的因應對策。學會基於與應試學生間的承諾，及學生後續學習歷程的取得，在抱持停課不停賽的精神下，決議調整競賽方式，首創「宅配到家做實驗」競賽模式，除了符合政府三級防疫規範也避免疫情群聚及中斷比賽，將實驗材料包郵寄至參賽隊伍學生家中（如圖 3, 4），各隊隊員透過網路視訊隔空進行實驗，參賽學生依照不同項目「科學原理」、「實驗操作」、「數據分析」、「誤差分析與結論」等進行分工，隊員各司其職，最終再以視訊線上討論、上傳數據分析結果至本次實作測驗疫情備案專用之實驗記錄上傳系統以供作後續評分。

為此學會及國立高雄大學工作團隊迅速依委員會決議及政府防疫規範重新擬定競賽流程及評測方案，並藉由競賽官網、電子郵件、Line 社群等管道進行競賽相關程序變更及消息發佈。此次實作測驗計 335 隊參與（1400 人），62 位學生棄賽。在疫情下，學生透過網路及視訊合作模式進行實驗報告綜整，仍有相當優質的成果表現。

圖 3. 工作人員於國立高雄大學分包裝 300 多箱實作測驗材料

圖 4. 國立高雄大學陳月端校長前往科學教育中心向分包裝實驗材料同學致意

60 場線上視訊決賽

參賽隊伍經由初賽素養測驗及實作測驗加總後，各賽題擇四隊參與決賽，計 40 隊伍（約 200 位學生）參與，如同前屆決賽仍以物理辯論方式辦理。直至 7 月 24 日與 25 日決賽時全國仍維持三級警戒，室內仍不得超過 5 人，因此決賽律定所有隊員不得群聚，須分散於各處以遠端方式以視訊辦理，學生須全程開啟攝影鏡頭以維持競賽公正，期間僅能以手機傳訊等方式進行聯繫，且不得發出聲響。

雖此時工作團隊已有線上辦理相關經驗，但每一賽題各隊伍交替捉對競賽，一賽題需進行 6 場線上視訊競賽，10 個賽題總計 60 場線上決賽，在在考驗評審、工作人員、網路視訊及後端計分平台的穩定性。此次學會投入 14 位工作人員，並開設三間實驗室

作為線上決賽視訊開立及即時聯繫用途（如圖 5）。決賽前學生必須線上簽到，隨後公告競賽場次學生分工情形與賽前猜拳狀況（已事先針對各場次競賽隊伍做猜拳調查），作為隊伍報告順序依據（如圖 6）。競賽開始後，工作人員隨即啟動競賽流程「倒數計時器」，該倒數計時係針對 Google Meet 線上視訊平台開發，讓決賽學生能於視訊畫面中隨時看到剩餘時間（如圖 7）；接著評審們透過手機操作 google 表單進行該場次評分並能於後台系統即時核對查閱所有評審的評分狀況（如圖 8），再由該場次評審主席確認各評審評分無誤後，由工作人員於 google meet 訊息列發佈該場次兩隊成績，隨即後台系統立即將該成績鎖定不容再次修改成績。

決賽前一週學會特舉辦 4 次學生及評審賽前演練，宣導線上決賽流程規範及注意事項，並於決賽前一小時辦理評審會議（如圖 9），除進行賽題及規則講解外，也提示相關決賽時學生需遵守的樣態，供評審與各場次主席能即時提點參賽學生。當天競賽結束後，評審團隨即召開線上評審會議，針對各場次學生違規樣態進行討論，並確認各隊獎項，以為後續公告依據。雖綿密進行事前籌劃，然亦有學生因線上競賽遲到而被剔除決賽得獎名單殊為可惜。

圖 5. 工作人員於國立高雄大學進行線上決賽視訊開立與即時聯繫

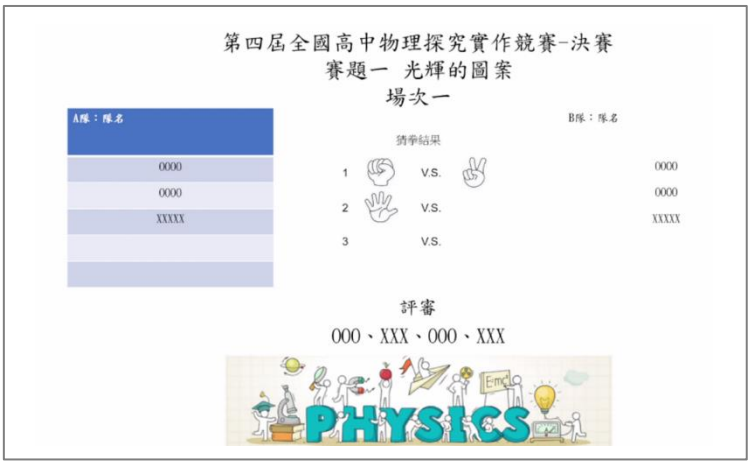

圖 6. 決賽賽前針對猜拳勝負及學生角色分工做調查

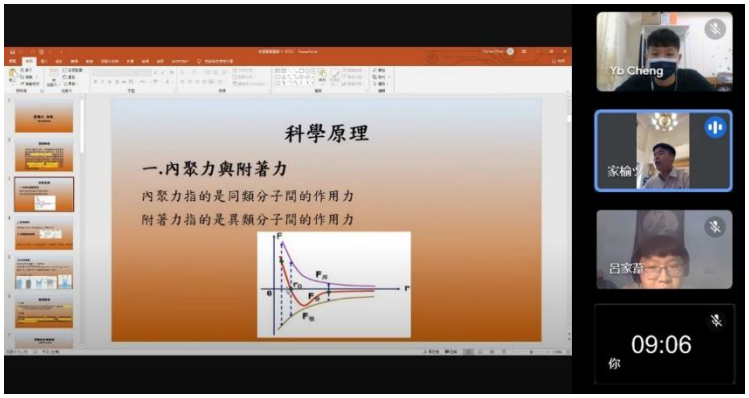

圖 7. 線上決賽中「屏東參加貳」隊的報告實況與倒數計時器的呈現

	本表格為評審評分分數							D1
隊名	分組	評審名字	報告者成績總分5分	提問者成績總分3分	評論者成績總分2分	評審提問總分1分	合計總分	總平均	A組評審給分:
	A隊		3.9	2.3	1.4	0.9	8.5	7.725	:8.5,
			3.7	2.1	1.2	0	7		:7,
			4	2.1	1.5	0	7.6		:7.6,
			3.4	2.4	1.5	0.5	7.8		:7.8
	B隊		4.5	2.7	1.8	0.8	9.8	8.4625	合計總平均7.725
			3.6	2.2	1.3	0	7.1		B組評審給分:
			4.5	2.5	1.5	0	8.5		:9.8,
			3.85	2.5	1.5	0.6	8.45		:7.1,
		A隊平均	3.75	2.225	1.4	0.35	7.725		:8.5,
		B隊平均	4.1125	2.475	1.525	0.35	8.4625		:8.45
									合計總平均8.4625

圖 8. 評審評分後台系統

圖 9. 決賽賽前的評審會議

線上實作報告評選

針對沒有進入決賽的隊伍，此次因疫情額外安排了「線上實作報告評選」，各隊伍得上傳至多 24 頁橫式 pdf 簡報檔，並製作線上報告 mp4 影片 10 分鐘，後續由評審觀看簡報檔及報告影片評分給獎。整隊學生都必須出現在報告影片畫面中，並同時由報告者（學生可輪替擔任報告者）進行簡報檔的說明（如圖 10）。評分表單中除了賽題研析、科學原理（建議應含物理模型）、實驗設計與規劃（應含實驗設計與變因控制等細節）、實驗結果與分析（應含數據蒐集與圖表呈現）、誤差分析、結論等內容外，刻意規劃「簡報檔內容」及「影片內容」兩項佔比 30%的評分指標。

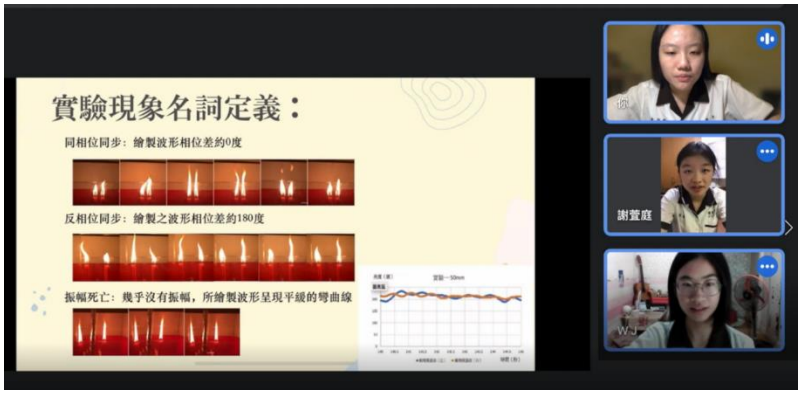

圖 10. 賽題「同步蠟燭」獲獎隊伍精誠中學「DA」隊的線上實作報告評選影片

雲端檔案紀錄與後台評測系統

在國內疫情突如其來的急轉直下，距離五月實作測驗僅剩不到半個月的準備時間下，學會及國立高雄大學工作團隊除了嚴謹規劃線上競賽進行流程外，團隊成員們更結合自身所學，同時善用 Google 各項線上服務（Google Form、Google Sheet、Google App Script）搭配，開發出一整套線上實作競賽系統，包含實驗數據檔、影片、簡報上傳平台，建置檔案瀏覽及評分系統供評審們線上遠距進行評分，並同時以無紙化線上競賽模式朝愛護環境之方向邁進（如圖 11）。

為講求評分公正，「初賽－實作測驗」、「線上實作報告評選」等兩項競賽，於評分前透過 Python 程式將所有實驗報告檔案消除參加學生姓名及校名隊名等資訊，並由系統自動隨機給予隊伍編號，同時於評審評分完成後自動計算組別分數，期間評審無法透過隊伍編號及任何資訊得知隊伍各項參賽基本資料，以維護競賽公正性。上述相關疫情下的競賽作為，實實在在地運用雲端科技與程式批量作為，讓線上競賽得以進行，可作為其他國內競賽的參考借鏡。

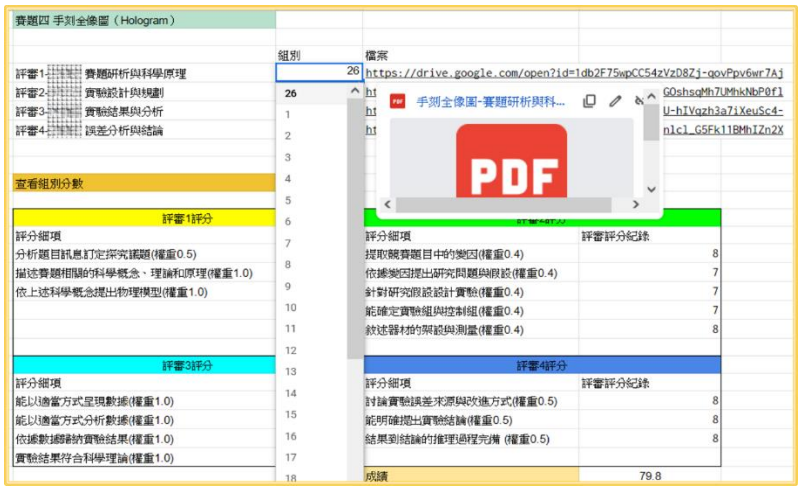

圖 11. 「初賽－實作測驗」及「線上實作報告評選」所使用的雲端檔案紀錄與後台評測系統

物理教育聯合會議及壁報競賽

系列性的「全國高中物理探究實作競賽」尾聲即為 8 月中下旬的壁報競賽，如同以往併同 8 月 19 日至 21 日的「中華民國物理教育聯合會議」辦理，此次聯合會議亦因疫情改線上辦理，為疫情期間全國最大的線上會議，國教及大學端與會者多達 600 人，會議期間「科普樂」、「實作工作坊」等皆仿照本競賽的「初賽－實作競賽」將實作材料宅配到家，並以線上視訊方式完成線上教學。

壁報競賽於專屬會議分組內進行，報告者 3 分鐘線上報告，後續由評審提問 2 分鐘，除本競賽壁報高中參賽者外，聯合會議亦安排教師研究生組及大專生組的區分壁報競賽，後續於會議第三天公告獎項並進行線上頒獎。

圖 12. 賽題「海綿」獲獎隊伍－「桃園市自主學習 3.0 實驗室」的線上壁報報告實況

獎項下載、貴賓合影與線上頒獎

為響應環保作為，本次競賽的組距證明、一等獎、二等獎、優勝獎項及合影照片檔皆提供線上 pdf 檔下載，讓學生能如期上傳至該學期的學習歷程檔案資料庫中。由於此次決賽無法與評審等貴賓合影，因此學會特地邀請宏碁集團創辦人暨智榮基金會董事長施振榮伉儷及國立高雄大學陳月端校長、所有評審委員，及決賽隊伍學生提供個人照片，供科教中心人員製作頒獎合影照（如圖 13）；除此之外，也安排於聯合會議第三天由學會余進忠理事長依各賽題各校表現狀況給予講評，頒獎期間施振榮董事長伉儷也特別蒞會線上致詞給予參賽隊伍勉勵（如圖 14），後續於線上會議播放參賽各校於「決賽」、「線上實作報告評選」及「壁報競賽」的成果，及各隊學生獲獎照片。

圖 13. 宏碁創辦人暨智榮基金會施振榮董事長伉儷與各賽題金獎隊伍合影照片

圖 14. 宏碁創辦人暨智榮基金會施振榮董事長伉儷於線上會議給予獲獎隊伍勉勵

後記

筆者提供文稿前，北部疫情仍未停歇，且有新冠 Delta 病毒於北部現蹤，顯見疫情仍起伏不定，於今年後期許多競賽改採線上辦理，此次「全國高中物理探究實作競賽」率先於國內實施「宅配到家做實驗」及線上頒獎模式，後續引起各種科普及競賽活動仿效，除建立疫情下典範作為外，也確實讓參賽學生看到不屈不撓的精神。由「實作報告評選」及「壁報競賽」評分指標，可以看出本競賽除傳統實驗要項外，更強調學生口說能力、簡報與圖表呈現、時間掌控、臨場表現等細節，此為本競賽與其他國內各競賽最大差異所在。

今年競賽進入第四屆除感謝教育部國教署持續給予經費補助外，宏碁創辦人施振榮董事長伉儷除捐贈相關競賽及科普活動經費促成偏鄉及弱勢學生參與競賽外，也錄製頒獎致詞及得獎合影照予決賽獲獎隊伍，在此筆者由衷感謝所有人士於此次疫情下的無私協助。

張智淳
國立高雄大學應用物理學系學生
余進忠
國立高雄大學應用物理學系副教授
國立高雄大學科學教育中心主任
中華民國物理教育學會理事長
蘇萬生
國立臺灣科學教育館推廣組薦任編輯