

教育部111年度中小學科學教育計畫專案

期末報告大綱

計畫編號：2-1

計畫名稱：探討國中生素養導向標準化評量能力表現之研究
(第一年/三年計畫)

主持人：王淑卿

執行單位：臺中市雙十國中

壹、計畫目的及內容：

一、研究目的：

1.依據《十二年國民基本教育課程綱要--自然科學領域》(以下簡稱《自然領綱》)，設計發展動手做探究課程，包括第一冊第三章消化系統與消化作用、第四章心血管系統與循環作用和第二冊第一章生殖系統與生殖作用。作為實驗組學生探究學習的課程內容與探究活動參酌。

2.依據《十二年國教課綱國民中學標準本位評量工具彙編》(以下簡稱《標準本位評量工具彙編》)，設計發展第一冊第三章、第四章和第二冊第一章等3份素養導向標準化評量題組試卷和評分指引。作為跨校跨班不同學生表現的標準化依據，可提供教師教學反思與改進，提供學生反思與改進學習。

3.探討實驗組學生應用教科書配合動手做探究課程、實體教材與線上教材，並使用探究社群學習策略進行學習後，與對照組學生僅使用教科書課程學習，兩者在素養導向標準化評量題組試卷的表現的差異。主要分析項目有：學生的表現等級？學生是否能正確適切的回答素養導向標準化評量的問題？學生對於素養導向標準化評量的適應力如何？學生對於素養導向標準化評量的態度或心得如何？

二、待答問題

1.設計發展的動手做探究課程、實體教材及線上教材，是否適合學生的能力與需求？
(學生心得問卷、學生訪談、教師訪談)

2. 素養導向標準化評量題組試卷，是否能適切評估學生不同層級的素養能力？(學生評量結果與教師的評估)

3. 實驗組學生經探究社群學習策略動手做探究課程、實體教材及線上教材學習後與對照組學生，在素養導向標準化評量的表現有何異同？

貳、研究方法及步驟：

一、研究工具：

研究者依據《自然領綱》、《標準本位評量工具彙編》，設計發展第一冊第三章消化系統與消化作用、第四章心血管系統與循環作用和第二冊第一章生殖系統與生殖作用。3份素養導向標準化評量題組試卷和評分指引，作為評量的工具。以評估跨校跨班不同學生表現的標準化依據，更可提供教師教學反思與改進教學，提供學生反思與改進學習。

二、研究步驟：

1. 成立教師專業社群與課程教學設計：

成立跨縣市跨校的素養導向教學與評量教師專業學習社群，以活化探究課程與素養導向標準化評量設計，①教學前，舉辦教師專業成長研習與進行專業對話，依據《自然領綱》，設計發展動手做探究課程、實體教材，包括第一冊第三章消化系統與消化作用、第四章心血管系統與循環作用和第二冊第一章生殖系統與生殖作用。作為實驗組學生探究學習的課程內容與探究活動參酌。②教學中，社群教師教學與蒐集資料，彼此仍不斷針對問題，進行專業對話與解決問題。③教學後，進行素養導向標準化評量施測、評分、討論、達成共識。探討學生可能遭遇的學習或評量的困難與解決方法？分析、歸納資料。統整資料的結果作為修正動手做探究課程的依據。分析統整過程中教師遭遇的教學或評量的困難與挑戰，學生面對的教學或評量的困難與挑戰，曾使用的解決方法，探討適宜的解決策略，並提出建議。

2. 動手做探究課程設計：

以自然教科書第一、二冊課程為主，生物體的構造與功能（D）-動植物體

的構造與功能 (Db)；演化與延續 (G)-生殖與遺傳 (Ga) 主題與次主題，進行課程的延續與加深加廣。以探究社群教學策略進行小組或團體的探究學習。

3. 設計與精緻化素養導向標準化評量：

舉辦教師專業成長研習與進行專業對話，主持人與社群教師依據第一冊第三章、第四章和第二冊第一章教學目標與課程目標，進行命題與討論後，共3份素養導向標準化評量題組試卷和評分指引。評分指引以學習內容的記憶、了解、應用、分析、評鑑和創造六個不同層次的表現程度。分為 A~E 五個等級的學習表現，A 表「優秀」；B 表「良好」；C 表「基礎」；D 表「不足」；E 表「落後」。

4. 教學：

社群教師中以教師任教班級為單位，分為「實驗組班級」和「對照組班級」。「實驗組班級」以探究社群學習策略進行探究動手做探究課程；「對照組班級」根據教科書課程內容進行教學。以教科書課程為藍圖，發展動手做探究課程，包括第一冊第三章消化系統與消化作用、第四章心血管系統與循環作用和第二冊第一章生殖系統與生殖作用。

(1)第三章動手做探究課程，教師會購買動物豬的實體消化器官，如舌頭、食道(黑管或軟管)、胃(豬肚)、小腸(粉腸-十二指腸、小腸-空腸、迴腸)、大腸與肛門(大腸頭)等，配合課本、影片、教師製作的 PPT、學習單等，讓學生以探究社群的學習方式，共同觀察、測量、紀錄、討論、理解、探究消化系統的前後位置、構造與功能的關係，如攝食、消化和吸收等過程。生物體的構造與功能 (D)-動植物體的構造與功能 (Db)。藉由本研究針對探究課程教學目標設計的個人學習單與個人檢核表，學生完成個人學習單與教師評定學生個人檢核表，教師可以標準化評測學生的探究能力-問題解決的「觀察與定題」和探究能力-思考智能的「推理論證」的標準化表現程度。

所有實驗組班級和對照組班級的學生，在課程教學完成後，都會進行針對課程綱要的主題-次主題的科學認知-科學內容所設計的「素養導向標準化評

量」，以了解學生認知能力的標準化表現程度。

(2)第四章會購買動物豬的心臟、包括主動脈(白管或脆管)、肺動脈等血管，將實體的豬心臟和其相連的血管，配合課本、心臟模型、影片、教師製作的 PPT、學習單等，讓學生以探究社群的學習方式，共同觀察、測量、紀錄、討論、理解、探究心臟的各個心房心室的相對位置。先觀察冠狀動脈、分辨心臟的正面與背面、左心與右心。然後用手指頭探入血管與相連的心臟腔室，讓學生能確實觀察理解左右不同心房心室和血管之間3D 立體錯綜複雜的構造與運輸方向，以深入了解心血管系統的運作情形。學生不再是僅憑想像和課本平面圖片進行死背心臟結構、血液循環與物質交換。透過聽診器與血壓機，讓學生可經由心跳、心音、脈搏及血壓的探測、討論、理解、探究心跳、心音、脈搏及血壓與心血管系統和健康的關聯性。

學生完成個人學習單與教師評定學生個人檢核表，教師可以標準化評測學生的探究能力-問題解決的「觀察與定題」和探究能力-思考智能的「推理論證」的標準化表現程度。

所有實驗組班級和對照組班級的學生，在課程教學完成後，都會進行針對課程綱要的主題-次主題的科學認知-科學內容所設計的「素養導向標準化評量」，以了解學生科學認知能力的標準化表現程度。

(3)下學期第二冊第一章，會購買動物豬的生殖器官，將實體的哺乳動物的卵巢、子宮(生腸)和輸卵管等，配合課本、模型、影片、教師製作的 PPT、學習單等，讓學生以探究社群的學習方式，共同觀察、測量、紀錄、討論、理解、探究生殖系統的相對位置、能深入理解其構造與功能的關聯性。

學生完成個人學習單與教師評定學生個人檢核表，教師可以標準化評測學生的探究能力-問題解決的「觀察與定題」和探究能力-思考智能的「推理論證」的標準化表現程度。

所有實驗組班級和對照組班級的學生，在課程教學完成後，都會進行針對課程綱要的主題-次主題的科學認知-科學內容所設計的「素養導向標準化評

量」，以了解學生認知能力的標準化表現程度。

5. 評量與閱卷：

每次課程結束後，無論實驗組班級學生的探究與實作學習單與檢核表，或所有班級學生的素養導向標準化評量，皆由團隊教師依據評分指引閱卷與討論後，評定學生標準化等級作為評量結果，整理出全班等級成績，提供教師與學生參酌。

6. 資料蒐集、分析與結果：

整理出全班素養導向標準化評量等級成績。①以學生問卷和學生心得調查學生對設計發展的動手做探究課程、實體教材及線上教材，是否適合學生的能力與需求？並訪談教師與幾位教師推薦的學生。②比較學生在素養導向標準化評量題組試卷評量結果是否能適切評估學生不同層級的素養能力？並訪談教師與幾位教師推薦的學生。③比較實驗組學生在素養導向標準化評量的表現與對照組學生有何異同？並訪談教師與幾位教師推薦的學生。

7. 討論與建議

探討學生可能遭遇的學習或評量的困難與解決方法？分析、歸納資料。統整資料的結果作為修正動手做探究課程與科學認知標準化評量的依據。分析統整過程中教師遭遇的教學或評量的困難與挑戰，學生面對的教學或評量的困難與挑戰，曾使用的解決方法，探討適宜的解決策略，並提出建議。

參、目前研究成果：

一、研發自然第一冊第三、四章兩章的科學認知標準化評量工具與表現等級評分指引：

1. 研發第一冊第三章「消化作用」科學認知標準化評量工具與表現等級評分指引。
2. 研發第一冊第四章「循環系統」科學認知標準化評量工具與表現等級評分指引。

3. 研發過程與計畫教師們、教授、標準化評量專家教師們不斷討論商議，修正所設計的科學認知標準化評量工具的試題與評分指引，能符合《自然領綱》和《標準本位評量工具彙編》的科學認知表現等級的規準。

二、 研發自然第一冊第三、四章兩章的探究與實作課程、探究與實作學習單與教學設計、探究能力標準化評量工具檢核表、探究能力-問題解決與思考智能表現等級評分指引：

1. 研發第三章「消化作用」探究與實作教學設計、探究與實作學習單、探究能力標準化評量檢核表與探究能力-問題解決與思考智能表現等級評分指引。

2. 研發第四章「循環系統」探究與實作教學設計、探究與實作學習單、探究能力標準化評量檢核表與探究能力-問題解決與思考智能表現等級評分指引。

3. 研發過程與計畫教師們、教授、標準化評量專家教師們不斷討論商議，修正所設計的探究與實作教學設計、探究與實作學習單、探究能力標準化評量檢核表與評分指引，能符合《自然領綱》的學生科學探究能力-問題解決和思考智能的表現和《標準本位評量工具彙編》探究能力表現等級的規準。

三、 研發自然第二冊第一章「生殖作用」的科學認知標準化評量工具與表現等級評分指引。

四、 研發自然第二冊第一章「生殖作用」的探究與實作課程、探究與實作學習單與教學設計、探究能力標準化評量工具檢核表、探究能力-問題解決與思考智能表現等級評分指引。

五、 依據科學認知標準化表現等級評分指引，完成自然第一冊第三章「消化作用」、第四章「循環系統」、第二冊第一章「生殖作用」的科學認知標準化評量工具與表現等級評閱、與評分指引修正、重新評閱修正學生表現等級。

六、 依據探究能力-問題解決與思考智能表現等級評分指引，部分完成自然第一冊第三章「消化作用」、第四章「循環系統」、第二冊第一章「生殖作用」的探究與實作課程、探究與實作學習單與探究能力標準化評量檢核表。

七、 完成實驗組、對照組學生的「消化作用」、「循環系統」、「生殖作用」科學認知標準化表現等級評閱。提供參與學校、教師、班級學生的修正前與修正後的標準化表現等級評分指引與等級表現學習成效。提供教師教學與學生學習的回饋。

八、 完成部分統計分析學生的認知標準化評量的結果。

肆、 目前完成進度

一、 施測自然第一冊第三、四章兩章的兩個科學認知標準化評量工具於四個縣市四所學校：

1. 實施「消化作用」與「循環系統」兩個科學認知標準化評量工具於四個縣市四所學校。
2. 共 29 班約 700 人施測，實驗組共 10 班約 200 人、對照組約 500 人。

二、 已實施自然第一冊第三、四章兩章的探究與實作課程教學於實驗組班級學生：

1. 實驗組班級學生共 10 班 200 人完成「消化作用」與「循環系統」的探究與實作課程學習。
2. 實驗組學生完成兩章的探究與實作探究能力學習單、學生與教師完成標準化評量檢核表的檢核結果。

三、 已批閱完畢第三、四章兩個科學認知標準化評量工具施測結果、蒐集學生科學認知表現的學習成果：

1. 完成各班每個學生的科學認知表現等級評閱。
2. 批閱過程，由計畫教師們與教授、標準化評量專家教師們不斷討論商

議，修正科學認知標準化評量工具的評分指引，在依據《自然領綱》和《標準本位評量工具彙編》表現等級規準的前提下，能盡量符合學生實際的科學認知表現程度等級。

四、 已批閱完畢第三、四章兩個探究與實作的學習單和探究能力標準化評量檢核表、蒐集學生探究能力表現的學習成果：

1. 完成各班個人的科學認知表現等級評閱。
2. 批閱過程，由計畫教師們與教授、標準化評量專家教師們不斷討論商議，修正科學認知標準化評量工具的評分指引，在依據《自然領綱》和《標準本位評量工具彙編》表現等級規準的前提下，能盡量由評量所呈現的結果，去理解學生科學探究能力-問題解決和思考智能的表現程度等級。

五、 完成施測自然第二冊第一章「生殖作用」科學認知標準化評量工具於四個縣市四所學校共 29 班約 700 人。

六、 已實施自然第二冊第一章「生殖作用」的探究與實作課程教學於實驗組班級學生共 10 班 200 人。

七、 完成自然第一冊第三章「消化作用」、第四章「循環系統」、第二冊第一章「生殖作用」的科學認知標準化評量工具與表現等級評閱、與評分指引修正、學生表現等級修正。

八、 分析學生在「消化作用」、「循環系統」、「生殖作用」的科學認知表現與學習內容的關聯性，理解學生的迷思概念，探討如何提升學生的學習成效。

伍、 預定完成進度

目前完成進度達成預定完成進度，如下說明

一、 研發自然第一冊第三、四章兩章的科學認知標準化評量工具與表現等級評分指引。

二、 研發自然第一冊第三、四章兩章的探究與實作課程、探究與實作學習

單與教學設計、探究能力標準化評量工具檢核表、探究能力-問題解決與思考智能表現等級評分指引。

三、 施測自然第一冊第三、四章兩章的兩個科學認知標準化評量工具於四個縣市四所學校。

四、 實施自然第一冊第三、四章兩章的探究與實作課程教學於實驗組班級學生。

五、 批閱完畢學生「消化作用」、「循環系統」、「生殖作用」的科學認知標準化評量表現等級、與評分指引修正、學生表現等級修正。蒐集學生科學認知表現的學習成果。

六、 批閱完畢第三、四章兩個探究與實作的學習單和探究能力標準化評量檢核表、蒐集學生探究能力表現的學習成果。

七、 分析學生學生在「消化作用」、「循環系統」、「生殖作用」的科學認知表現與學習內容的關聯性，理解學生的迷思概念，探討如何提升學生的學習成效。

陸、 討論與建議(含遭遇之困難與解決方法)

一、 教師遭遇困難與解決方法：

1. 教師設計素養導向標準化評量過程面對的挑戰：

教師研發科學認知與探究能力標準化評量工具與表現等級評分指引的過程，教師必須參酌《自然領綱》與《標準本位評量工具彙編》表現等級命題，但僅藉由文字描述的規準為依據，發現有時文字意義抽象無法具體理解，尤其必須將文字呈現的不同表現等級轉化為實際命題時的 A~E 不同等級的評分指引，困難重重。

2. 理解領略《自然領綱》的學習重點、學習內容、學習表現後，必須由試題呈現《標準本位評量工具彙編》表現等級的規準差異，真的是字字推

敲琢磨。另則必須將表現等級的規準差異轉化為命題時，不同表現等級的評分指引差異時，真的困難重重。

3. 例如《自然領綱》主題-次主題：生物體的構造與功能-動植物體的構造與功能-動植物體的構造與功能《標準本位評量工具彙編》評量標準中，A等級：能**合理延伸**消化作用的相關概念。B等級：能**熟悉**消化作用的相關概念。手冊中定義：合理延伸可包括推論、比較、解釋、應用、分析、評鑑、創造。熟悉可包括詮釋、舉例、分類、摘要。此抽象定義對於教師轉化為命題的實務時，必須輾轉反覆思索與修正，方能設計試題符合《自然領綱》Db-IV-1 消化作用的學習內容：「動物體（以人體為例）經由攝食、消化、吸收獲得所需的養分」；以及能符合預計的核心素養內涵：「自-J-A1 能應用科學知識、方法與態度於日常生活當中」。又符合 A~E 等級的不同等級：能合理延伸、能熟悉消化作用的相關概念，能知道、能部分知道人體消化系統的構造與功能。讓試題能呈現不同層級的科學認知表現標準。

4. 設計的試題必須適合學生閱讀理解其情境，並能理解題幹與試題的意涵，讓不同程度的學生能依其能力與素養能呈現出不同的學習成果。

5. 教師能藉由學生評量結果，更深入了解學生的迷失概念、學習或閱讀理解的困難、學生在此學習內容的表現等級的程度。

6. 最困難的是：評分指引的 A~E 等級標準如何能適度適當切出學生不同等級表現的界線？

7. 解決方法是：學生考試前，教師先設計出預計的評分指引。考試後，教師發現不同等級表現的切點界線不適宜，必須再評估學生表現與《標準本位評量工具彙編》評量標準的評分規準。然後，命題教師可與參加評量學生的教師(教授和評量標準的專家教師)討論商議，再將設計的評分指引進行微調修正。

8. 教師設計探究與實作課程與教學所面對的挑戰：(1) 設計消化系統與消化作用單元時，教師必須先實作觀察豬的消化器官以了解各種實際可能發

生的狀況。(2)設計循環系統與免疫防禦作用單元時，教師必須先將實作觀察豬的心臟與課本人體心臟的構造，課本是示意圖，但是豬心是立體，教師必須課前充分準備除了新鮮豬心外，如何製作學習單，幫助學生探究與理解？這是教師的重大挑戰？(3)設計生殖系統與生殖作用單元時，發現自然或健康教育課本介紹的人體生殖系統與生殖作用的內容較淺顯、不多，也缺乏比較說明人體男女生殖構造與發育過程的差異。然而七年級學生正值青春期發育，對於自己與異性的生殖系統與生殖作用有相當程度的好奇心。這些內容都較為複雜與困難，尤其是人體男性的精子製造、雄性激素分泌、精液分泌、精子的儲存、活力與運輸過程，甚至生殖器官的大小、長短、勃起等，都是學生充滿好奇的問題，但平日都僅能在網路隨意搜尋，可能學習到不正確的內容與行為，甚至學習偏差的性知識與性觀念。如果完整介紹說明，探究實作課程配合學習單以圖片配合文字說明，則篇幅內容頗多，上課討論時間以及撰寫學習單的時間也需較長。如果基本概念簡單介紹，可以縮短上課討論時間及撰寫學習單的時間。設計時，陷於兩難的選擇。

9. 解決方法是：(1)教師必須事先將購買一份豬消化器官和消化腺，自己研究各器官的差異，因為每個消化器官的型態與構造差異頗大，豬與人體的消化器官相似，因此容易辨識。(2)事先購買豬心，先將豬心的正面、背面拍照。再將豬心剪開，將豬心內部各個腔室與連接的血管，逐一拍照作成學習單，幫助學生觀察與理解。(3)教師可善用學生青春期對生殖系統發育與對性觀念好奇心的需求，設計正確且較完整的知識內容，幫助學生理解自己與異性的人體生殖系統與生殖作用，配合性教育與性平教育教學。鼓勵學生，將來成年能順利成家並生產後代，而非一味盲從流行，不婚不生只願意養毛小孩。上課透過哺乳動物公豬與母豬生殖系統的觀察探究實驗，來類比推論理解人體的生殖系統，同時比較雄性與雌性的差異，以及人體與豬隻的異同。生殖系統的探究與實作課程，先利用實驗室課堂中，

進行實驗觀察比較紀錄公豬母豬生殖構造，同時以豬和人體的生殖構造圖片連結說明，以增加學習成效。其他較為困難或複雜的閱讀文本，教師再利用其他上課時間再共同閱讀討論學習單的閱讀文本與圖形，學生各自撰寫完成學習單。

10. 教師準備生殖構造探究與實作生物材料所面對的挑戰：選擇以豬為實驗材料，公豬與母豬的生殖構造如睪丸連接著副睪、輸精管，卵巢連接著輸卵管，一般市面無法取得完整的構造。

11. 解決方法是：必須尋找特定商家能提供客製化豬的新鮮材料。豬隻新鮮實驗材料配合設計教材學習單，提供充足的閱讀文本與圖片資料，幫助學生閱讀理解。學生在學習過程會充滿許多學習動機、學習興趣、主動探究學習的樂趣與成就感。

二、 學生遭遇困難與解決方法：

1. 缺乏耐心仔細閱讀試題。常依其平日作答習慣回答，無法靜心仔細閱讀題目規定。
2. 例如消化作用的第 1 大題屬於 C~E 等級，試題規定：選項中勾選正確者(V)，但錯誤者打叉(X)。後來修正評分指引，只要正確勾選正確者，錯誤者沒有打叉，不扣分。第 3 大題 A 等級，學生沒有真正完全閱讀理解題幹中：衛福部發布有關大腸癌的相關研究資訊，因此分析試題中：安安的爺爺的飲食習慣與罹患大腸癌的可能原因時，大多僅能憑著課本或媒體等片面知識與訊息回答，無法準確針對科學研究來分析罹患大腸癌的因果關係。僅有極少數學生達 A 等級，能合理延伸大腸癌與消化作用的相關概念。
3. 解決方法：教師平日可以加強培養學生的閱讀習慣、態度與方法。避免學生在短時間又有考試壓力的情境下，慌亂又缺乏耐心，無法仔細閱讀和冷靜作答。平日訓練學生時，必須思考並聚焦在題幹、試題與科學概念

之間因果關係的連結與分析，才能針對試題的重點回答，命中答案。

三、 學生迷失概念：

1. 例如消化作用的第 2 大題屬於 B 等級，學生很多人不清楚消化系統中，食物只會經過消化道，不會經過消化腺的概念。
2. 容易混淆消化道和消化腺、不清楚消化道的前後位置概念。
3. 容易混淆消化腺的位置與功能、記憶不清楚，養分醣類，蛋白質，脂質，需要哪些消化腺分泌哪些消化液，才能分解？
4. 僅有少數學生，能詳細記憶消化道和消化腺的相關位置圖、消化腺的功能。

四、 評閱循環系統試卷後的反思：

1. 試卷設計完成後排版時，為求空格空間的美觀，壓了 enter 鍵後，不料數字的自動編號將第 1 大題循環系統的試題題號變成第 2 大題，造成試卷的各大題都增加一個數值。
2. 反思修正：以後列印前校稿，必須更謹慎，再次確認除了試題內容外，各大題數值一切無誤。

五、 修正評分指引

1. 消化作用第 2 大題屬於 B 等級，能熟悉消化作用的相關概念。熟悉可包括詮釋、舉例、分類、摘要。經討論結果決議：第 2 大題包含消化道、消化腺位置構造、功能等複雜知識內容，因此可以部分容錯，其中①②③小題，達對 3~2 小題者即達 B 等級。
2. 修正結果，有少數同學可達 B 等級，且比達 A 等級同學稍多，符合一般班級學生的表現程度比例。
3. 循環系統第 1~2 大題屬於 C~E 等級，試題敘述：「請修正下面句子中底部畫線處的內容，在畫線下面的 () 內填入正確答案。」有少數學生無法理解意義，之後修正為直接註明是：「改錯題」，學生較熟悉其意思。第 2 大題的第(1)小題試題：「肺循環時，血液中的二氧化碳，會在肺靜脈處經由

擴散作用進入肺泡，進行氣體交換。」參考答案原本設定為肺微血管，閱卷後發現達對學生幾乎大多都修改為微血管。教師討論後發現，其實並不影響其正確性，商議修正參考答案為微血管。

4. 修正結果：符合 C 等級學生，較符合一般學生的表現等級，也符合教師的期待。

5. 循環系統第 3 大題有(1)(2)小題，試題選項敘述較冗長，又有圖形的閱讀理解。學生閱讀時缺乏耐心，不容易理解，又容易誤會。

6. 修正：可將第(1)小題，選項中重複的內容出拉到題目中，可降低學生閱讀量的負擔。因為第 3 大題屬於 B 等級：「能熟悉人體血液循環系統及淋巴系統運作模式的相關概念」。題幹與「注射 COVID-19 疫苗」有關，雖然是學生熟悉的生活情境關係密切，但 COVID-19 疫苗本身有 RNA、DNA、蛋白質等不同的抗原，其機制也不是學生熟悉的知識。

7. 修正：教師們討論以後將第 3 大題試題中所有「注射 COVID-19 疫苗」一律修改為「注射藥物」。

8. 因為 COVID-19 疫苗做肌肉注射，肌肉細胞也有良好的接受抗原能力，讓 B 淋巴球與 T 淋巴球辨識抗原，經肌肉吸收後擴散到微淋巴管。

9. 修正：將第 3 大題第(1)小題：「亮亮從圖二的手臂”X”處肌肉注射 COVID-19 疫苗，試問疫苗會如何進入亮亮的心血管系統？」的原本參考答案「(C)疫苗經肌肉吸收後擴散到微血管，再進入血液循環」，增加「(D)疫苗經肌肉吸收後擴散到淋巴管，再進入血液循環」，即修正(C)(D)皆為參考答案。

10. 學生循環系統迷思概念：循環系統第 4 大題屬於 A 等級，能合理延伸人體血液循環系統及淋巴系統運作模式的相關概念。「抗原」和「抗體」於文字、意義、因果關係，都容易混淆，雖然於題幹已經定義「抗原」，但是其實有些學生對於課本的「抗體」概念本身，其實就已經不甚理解。必須藉由閱讀理解圖 3 的意涵，然後正確比較注射第一劑疫苗與第二劑 COVID-

19 疫苗時，製造抗體所需的時間與產生抗體濃度的差異。並能解釋造成差異的原因即是「抗體」對「抗原」的專一性與記憶性。

11. 反思：有些同學，有模糊概念不甚理解，作答中對於「抗體」和「抗原」反覆不定。有些同學理解，但對於試題要求針對製造抗體所需的時間與產生抗體濃度的差異進行比較，卻只比較其中之一。或者沒有看清楚題目針對所問問題來回答，僅回答自己想的或所知道的。但仍有極少數同學，能正確回答，能合理延伸人體血液循環系統及淋巴系統運作模式的相關概念，達到 A 等級。

12. 學生生殖系統迷思概念：(1) 學生不理解染色體是由 DNA 與蛋白質共同組成。(2) 學生不理解同源染色體的定義。(3) 學生無法分辨減數分裂與細胞分裂，經減數分裂產生精子或卵，經細胞分裂產生胚胎的體細胞。

(4) 學生無法理解課本或閱讀文本所敘述的體內受精或體外受精的定義與區分方式。(5) 學生不理解胎生的定義，無法分辨卵生與胎生的差異。因為課本並沒有特別著墨強說明胎生的定義，也沒強調兩者的差異，僅是文字敘述。(6) 學生不理解體細胞與卵的染色體與 DNA 的含量變化情形。

13. 反思：學生對於染色體和 DNA 的概念，細胞分裂和減數分裂過程，容易出現迷思概念。這些概念都有些相似、有關聯性、又有很多不一樣的細節，且是微觀抽象不容易理解的知識內容。教師可以利用網路 youtube 適合學生程度的影片，配合課本，一部分一部分慢慢學習。

柒、參考資料

宋曜廷、趙子揚、王雅鈴、黃璥瑩、陳佳蓉、曾芬蘭 (2013)。「中學生考試壓力量表」之編製及其信度與效度之分析。測驗學刊，60 (2)，291-318。

張凱翔、莊舒婷、陳亞華。(2016)。科學素養評量融入國中地球科學教學評量對國中教育會考自然科成績之影響。科學教育月刊，(390)，14-33。

吳俊憲。(2020)。素養導向學習評量理念與標準本位評量設計示例。臺灣教育評論月刊，9(9)，143-148。

曾芬蘭、鍾長宏、陳世玉、張銘秋。(2018)。國中課室素養導向標準本位評量的設計與應用:以英語科閱讀為例。教育科學研究期刊，63(4)，119-155。

宋曜廷、周業太、曾芬蘭。(2014)。十二年國民基本教育的入學考試與評量變革。教育科學研究期刊59(1)，1-32。

Sesen, B. A., & Ince, E. (2010). Internet as a source of misconception: Radiation and radioactivity. The Turkish Online Journal of Educational Technology, 9, 94–100.