

教育部111年度中小學科學教育計畫專案

成果報告大綱

計畫編號：39

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

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》)，原創設計動手做探究課程，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，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、研究流程與研究架構

為釐清本研究研究流程，研究架構、課程教學評量的設計，與實驗組學生與對照組學生的在研究過程中的差異。首先整理研究流程 (圖 1)以說明以下的研究步驟，研究架構(圖 2)說明量化研究架構，(圖 3)說明實驗組的探究實作課程模式。其他詳盡內容說明如下文字所述。

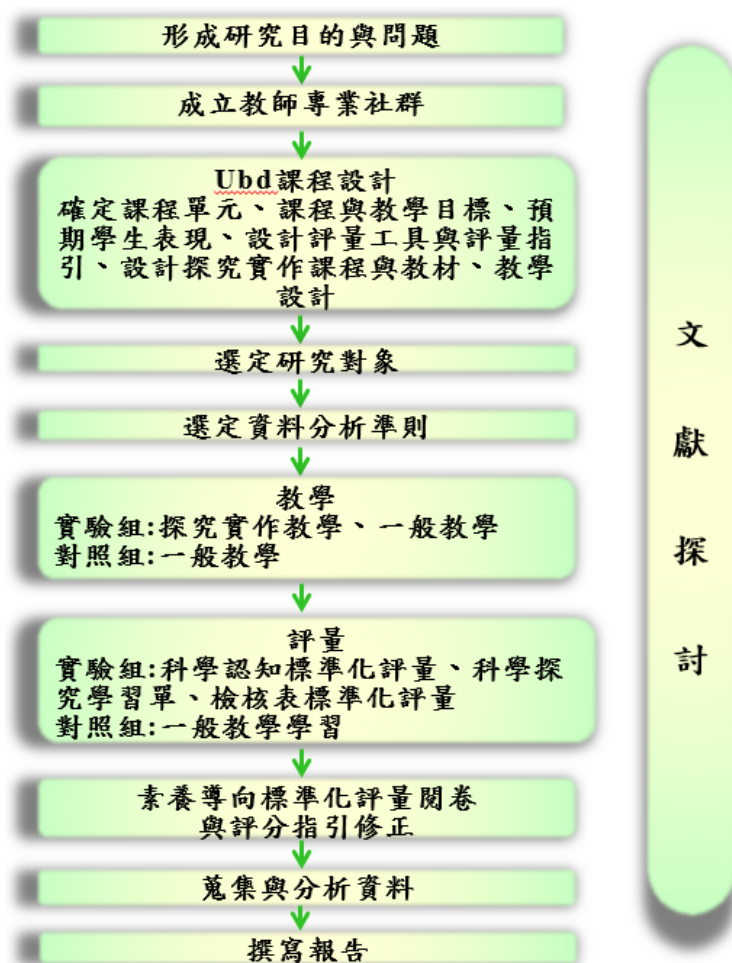


圖 1：研究流程

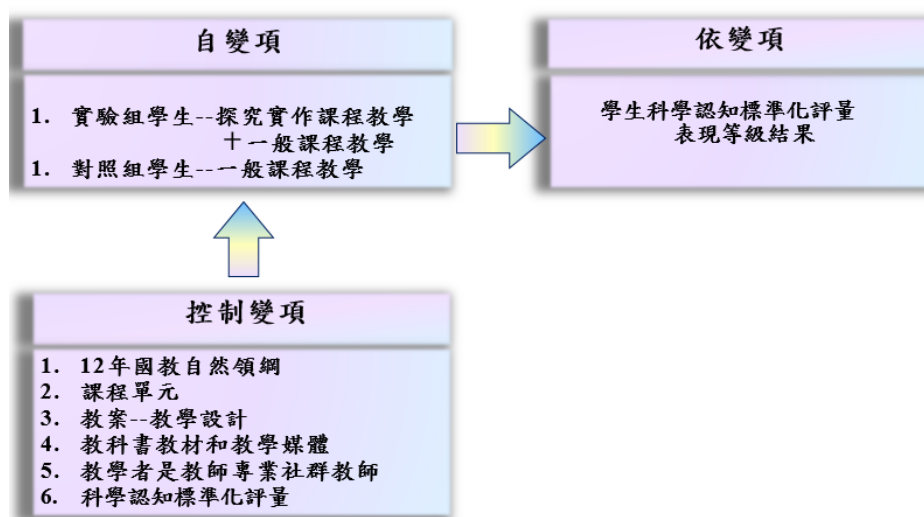


圖 2：研究架構

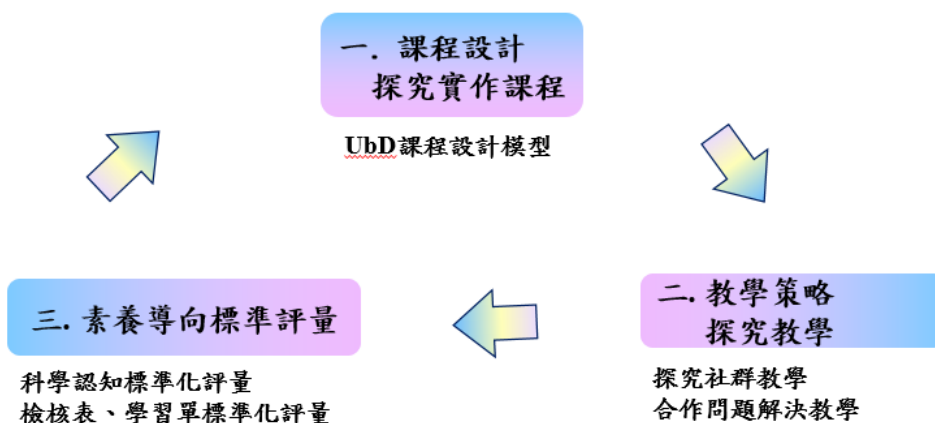


圖 3：實驗組的課程模式

二、課程設計理念：

研究者依據「理解課程設計(Understanding by Design)的逆向設計模式 (backward design model)來設計課程單元(Wiggins & McTighe,2005)。藉由1. 預期最終的教學目標--確認教學目的、目標與預期學生學習結果。2. 決定可接受的證據--決定如何評量課程，設計評量工具。3. 由學生學習經驗計畫教學--設計學習與教學歷程，教師自行設計課程、教學與評量，重視結果導向的課程與教學設計。期盼達到結果與目標的一致性。

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。

三、研究步驟

1. 形成研究目的與問題：

依據《自然領綱》，設計發展探究實作課程 3 個單元，以及 3 個課程單元科學認知與科學探究素養導向標準化評量題組試卷和評分指引。探討設計的探究實作課程、實體教材，是否適合學生的能力與需求？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？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？

2. 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：

有 4 個縣市 5 位自然科學教師共同成立社群，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。

3. UbD 課程設計：

確定三個課程單元，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。

(1) 提出預期課程目標與教學目標，預期學生學習表現。課程目標是能理解並合理延伸動物體的消化系統與循環系統的構造與功能。能理解並合理延伸無性生殖及有性生殖的相關概念。教學目標是期盼實驗組學生經探究實作課程、教學與素養導向標準化評量的結果，證實實驗組學生能提升科學認知與探究能力。預期對照組學生一般課程、教學與素養導向標準評量的結果證據，能理解對照組學生科學認知能力。設計三個單元科學認知與探究能力的評量工具與評量指引、設計實驗組的探究實作課程與教材、教學設計(教案)。

(2) 設計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，計畫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，進行命題與討論後再修正。共 3 份科學認知素養導向標準化評量題組試卷和評分指引，提供所有學生包括實驗組和對照組學生約 700 人考試。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」。以及 3 份科學探究素養導向標準化評量題組試卷和評分指引，提供實驗組學生約 200 人考試。評分指引的主題有問題解決--觀察與定題的觀察，A 等級-能從學習活動、日常經驗及科技運用、自然環境、書刊及網路媒體中，進行有計畫的觀察而察覺科學問題。B 等級-能從學習活動、日常經驗及科技運用、自然環境、書刊及網路媒體中，進行觀察而察覺科學問題。C 等級-在引導下，能從學習活動、日常經驗及科技運用、自然環境、書刊及網路媒體中，進行觀察而察覺科學問題。D 等級-在引導下，能從學習活動、日常經驗及科技運用、自然環境、書刊及網路媒體中，嘗試進行觀察而察覺科學問題。E 等級-未達 D 等級。評分指引的主題另有思考智能-推理論證：A 等級-能將所習得的知識連結到所觀察到的自然現象及實驗數據，並推論出其中的關聯，進而運用習得的知識來解釋自己論點的合理性。B 等級-能將所習得的知識連結到所觀察到的自然現象及實驗數據，並推論出其中的關聯，進而運用習得的知識來敘述自己的論點。C 等級-在引導下，能將所習得的知識連結到所觀察到的自然現象及實驗數據，並指出其中的關聯性。D 等級-在引導下，能將所習得的知識連結到所觀察到的自然現象及實驗數據。E 等級-未達 D 等級。

(3) 設計探究實作課程。以教科書課程為藍圖，發展動手做探究課程。第三章消化系統探究課程，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。循環系統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，讓學生可經由心跳、心音、脈搏的探測、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。生殖系統，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。

(4)選定研究對象。由四個縣市四所學校的專業社群中教師們的任教班級，隨機並配合教學現場的可行性，排定實驗組班級和對照組班級。原本預估 200 個實驗組學生和 250~300 個對照組學生，後來依教師需求，對照組班級學生增加為 500 人。因為本研究的對照組學生雖然是接受一般課程與教學，但藉由素養導向標準化評量的評測結果，希望能夠幫助教師和學生理解，學生學習後在科學認知的科學素養的成長變化情形為何？實驗組與對照組的差異如表 1。

表 1：實驗組與對照組的差異

	實驗組	對照組
課程	一.教科書課程 1.第一冊第三章-消化系統與消化作用 2.第一冊第四章循環系統 3.第二冊第一章生殖系統 二.自編探究與實作課程 1.探索消化系統 2.探索心臟與循環系統 3.探索生殖系統與生殖作用	一.教科書課程 1.第一冊第三章-消化系統與消化作用 2.第一冊第四章循環系統 3.第二冊第一章生殖系統
教學	一般教學 探究與實作教學	一般教學
評量	科學認知標準化評量 檢核表、學習單標準化評量	科學認知標準化評量
人數	約200人	約500人

(5)教學設計。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」以探究社群與合作問題解決教學策略進行探究動手做探究課程，與教科書課程內容教學。「對照組班級」以教師常用的講述教學策略，根據教科書課程內容進行教學。

(6)實施標準化評量。所有實驗組班級和對照組班級的學生，在三次課程單元教學完成後，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。因為只有實驗組學生接受探究實作課程，所以只有實驗組學生在三次探究實作課程學習後，會接受科學探究的「素養導向標準化評量」。學生完成個人學習單與教師評定學生個人檢核表後，教師依據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。本計畫科學素養的評量工具內涵如表 2。

表 2：科學素養評量工具內涵

評量單元	評量工具	學習表現	學習內容	評量類型
1.第一冊第三章-消化系統與消化作用	對照組+實驗組班級學生-- 科學認知標準化評量	科學認知	1. Db-IV-1 動植物體的構造與功能	形成性評量
2.第一冊第四章-循環系統			2. Db-IV-2 動植物體的構造與功能	
3.第二冊第一章-生殖系統	實驗組班級學生-- 科學探究標準化評量 --檢核表、學習單	探究能力	思考智能-- 推理論證tr-IV-1 問題解決-- 觀察與定題po-IV-1	形成性評量

4. 素養導向標準化評量閱卷與評分指引修正：

每次課程結束後，無論實驗組班級學生的科學探究素養導向標準化評量--探究與實作學習單與檢核表，或所有班級學生的科學認知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，再依教師評估學生學習表現與評量結果的表現的一致性，以及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，社群教師綜合評估後，討論商議修正參考答案或評分指引。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。

5. 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，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。

6. 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、研究成果：

本研究成果有三個探究實作課程的設計發展、三個科學認知標準化評量工具的設計發展、三個科學探究標準化評量工具(檢核表、學習單)的設計發展。以及約200名實驗組學生與500名對照組學生的三個科學認知標準化評量工具的施測結果與統計、200名實驗組學生三個科學探究標準化評量工具的施測結果與統計。

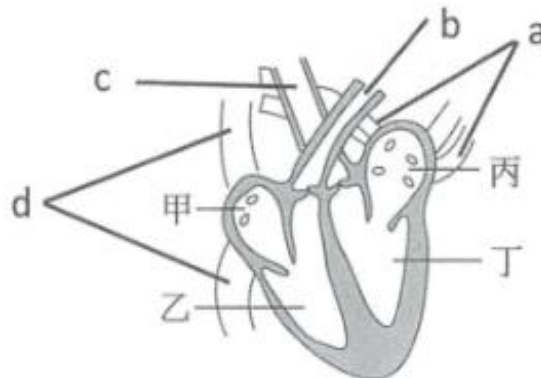
- 一、研發自然第一冊第三章「消化作用」、第四章「循環系統」、第二冊第一章「生殖系統」，共3份的科學認知標準化評量工具與表現等級評分指引。提供給實驗組和對照組所有學生共約700人，針對課程單元的科學認知內容表現等級評測使用。

(四) 評量標準與評分指引。

主題。	次主題。	A。	B。	C。	D。	E。
生物體的構造與功能。	動植物體的構造與功能。	能合理延伸消化作用的相關概念。	能熟悉消化作用的相關概念。	能知道人體消化系統的構造與功能。	能部分知道人體的消化構造與功能。	未達D等級。
	第一題。			能知道人體的消化系統構造與功能。正確回答第1題10~8格。	能部分知道人體的消化系統構造與功能。正確回答第1題7~5格。	能部分知道人體的消化系統構造與功能。正確回答第1題4格。

<p>評 分 指 引</p>	<p>第二題</p>		<p>能知道水煮蛋的營養成分是蛋白質，且能說明蛋白質轉變成可以吸收利用的小分子養分的過程。 正確回答第2題</p>	<p>無法知道知道水煮蛋的營養成分是蛋白質，且能說明蛋白質轉變成可以吸收利用的小分子養分的過程。</p>	<p>無法知道知道水煮蛋的營養成分是蛋白質，且能說明蛋白質轉變成可以吸收利用的小分子養分的過程。</p>	<p>未達D等級</p>
	<p>第三題</p>	<p>能合理延伸大腸癌與消化作用的相關概念。 正確回答第3題</p>	<p>無法合理延伸大腸癌與消化作用的相關概念。</p>	<p>無法合理延伸大腸癌與消化作用的相關概念。</p>	<p>無法合理延伸大腸癌與消化作用的相關概念。</p>	<p>未達D等級</p>

1. 圖一為人體心臟的構造示意圖，甲、乙、丙、丁為心臟的四個腔室，a、b、c、d為連結心臟的四種不同血管，試回答下列問題。



圖一：人體心臟構造的示意圖

2. 正確打○、錯誤打X

- ① (○) 甲腔室的名稱是右心房
- ② (X) 丁腔室的名稱是右心室
- ③ (X) c 血管的名稱是肺動脈
- ④ (○) a 血管的名稱是肺靜脈

3. 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

(1) 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。

① (肺部微血管)

(2) 血液循環時，微血管中有部分血球會滲出到組織細胞間，稱為血液。

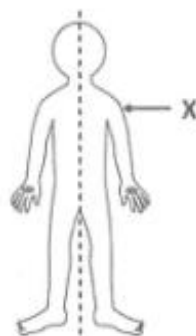
② (血漿)

③ (組織液)

(3) 這些液體如果滲入淋巴管中，則稱為淋巴。淋巴最後流入動脈，重新回到心血管系統。

④ (靜脈)

3. 注射 COVID-19 疫苗，可避免自己感染並降低 COVID-19 的傳播。圖二為人體注射 COVID-19 疫苗的部位示意圖。



圖二：人體注射 COVID-19 疫苗的部位示意圖

- (1) 亮亮從圖二的手臂“X”處肌肉注射 COVID-19 疫苗，疫苗會如何進入亮亮的心血管系統？
 (A) 疫苗經肌肉吸收後擴散到動脈，再進入血液循環 (B) 疫苗經肌肉吸收後擴散到靜脈，再進入血液循環 (C) 疫苗經肌肉吸收後擴散到微血管，再進入血液循環 (D) 疫苗經肌肉吸收後擴散到淋巴管，再進入血液循環

答：C

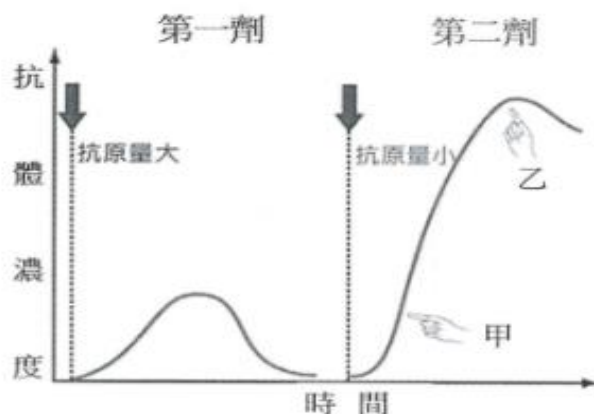
- (2) 亮亮從圖二的手臂“X”處注射 COVID-19 疫苗後，必須流經哪些血管與心臟的哪些腔室，讓疫苗進入血液循環輸送至全身？利用圖一回答循環過程所經過的血管和心臟腔室用代碼依序寫出。

答：d 甲 乙 b a 丙 丁 c

43

心血管系統中血液的部分成分會離開血管，進入淋巴系統。COVID-19 疫苗是將 COVID-19 的「抗原」施打入人體，以引發人體的系統產生「抗體」。任何可引發產生抗體的物質，皆稱為「抗原」。人體會跟據所接觸的抗原產生對應的抗體，即為人體的免疫反應(防禦作用)。

施打第一劑 COVID-19 疫苗時注射入的抗原量較大，是為了讓產生免疫反應的系統，製造抗體。施打第二劑疫苗時注射入的抗原量較小，產生抗體濃度如圖三所示。



圖三：人體注射 COVID-19 疫苗的抗原量與產生抗體濃度的示意圖(引自 <https://heho.com.tw/archives/184551>)

- (1) 我們已經注射 COVID-19 疫苗，為何還要注射流感疫苗，這是因為抗體防禦外來抗原時具有何種特性？答：專一性
- (2) 請從圖三中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？並解釋造成差異的理由。

答：差異第一劑抗原量大，製造時間長，第二劑抗原量小，製造時間短
 理由：第一劑抗原量大，製造時間長，是淋巴球要有時間產生記憶性，第二劑已經有產生記憶性，所以抗體濃度產生較高，製造時間較快

A等級樣卷說明：

Q1、能正確回答心臟的構造與連接血管的名稱

Q2、能正確回答血液循環系統與淋巴系統的功能

Q3、能正確回答血液循環系統與淋巴系統運作模式

Q4、(1)能正確回答疫苗刺激人體產生的抗體，具有專一性。(2)並根據圖三能正確回答注射第一劑和第二劑疫苗後，人體製造抗體所需的時間與產生抗體濃度的差異。能正確解釋注射第二劑疫苗時，因為免疫系統(淋巴球或白血球)已具有記憶性，因此能快速且大量地產生抗體。

- 二、 研發自然第一冊第三、四章、第二冊第一章，共 3 份的探究與實作課程、教學設計、科學探究標準化評量工具--檢核表、學習單，與表現等級評分指引。提供給實驗組學生共約 200 人，針對課程單元設計的探究實作課程與探究教學的學生探究能力-問題解決與思考智能的探究能力表現等級評測使用。
- 三、 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，期盼能符合《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。
- 四、 完成實驗組、對照組學生的「消化系統」、「循環系統」、「生殖系統」科學認知標準化評量表現等級評閱。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。提供給教師教學與學生，作為教學與學習的回饋。
- 五、 完成實驗組學生的「消化系統」、「循環系統」、「生殖系統」科學探究標準化評量—檢核表與學習單的表現等級評閱。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。提供給教師教學與學生，作為教學與學習的回饋。

(五) 評量標準與評分指引

主題	次主題	A	B	C	D	E
問題解決	觀察與定題-觀察	能從學習活動、日常經驗及科技運用、自然環境、書刊及網路媒體中，進行有計畫的觀察而察覺科學問題。	能從學習活動、日常經驗及科技運用、自然環境、書刊及網路媒體中，進行觀察而察覺科學問題。	在引導下，能從學習活動、日常經驗及科技運用、自然環境、書刊及網路媒體中，進行觀察而察覺科學問題。	在引導下，能從學習活動、日常經驗及科技運用、自然環境、書刊及網路媒體中，嘗試進行觀察而察覺科學問題。	未達 D 等級

國中 111 學年度自然領域探究與實作實驗觀察檢核表

班級：_____ 組別：_____ 姓名：_____ 號碼：_____

主題-次主題	項次	依能力表現勾選符合的程度				
		A	B	C	D	E
問題解決-觀察與定題(觀察)	1. 學習單第 1.		<input type="checkbox"/> 4 分-能觀察豬的消化器官，並將 6 個器官名稱與代碼，及器官特徵至少 2 項，記錄於第 1.	<input type="checkbox"/> 3 分-打開錦囊妙計或請問同學、老師後，能觀察豬消化器官，並將 6~5 個器官名稱與	<input type="checkbox"/> 2 分-打開錦囊妙計或請問同學、老師後，能嘗試觀察豬消化器官，並將 4~3 個器官名稱與代	<input type="checkbox"/> 1 分-未達前述表現

	2. 題		題。 能正確回答第2.題，能提出科學問題。	代碼，及器官特徵至少2項，記錄於第1.題。 問同學或老師後，能正確回答第2.題，能提出科學問題。	碼，及器官特徵至少2項，記錄於第1.題。 問同學或老師後，能部份正確回答第2.題，能提出科學問題。	
	2. 學習單第3. 題	□5分-能寫出研究目的、觀察的步驟、要觀察的內容—消化器官的特徵、辨識所觀察的豬消化器官的名稱與構造特徵。 能正確回答第3.題。	□1分-無法寫出研究目的、觀察的步驟、要觀察的內容—消化器官的特徵、辨識所觀察的豬消化器官的名稱與構造特徵。 無法正確回答第3.題。	□1分-無法寫出研究目的、觀察的步驟、要觀察的內容—消化器官的特徵、辨識所觀察的豬消化器官名稱與構造特徵。 無法正確回答第3.題。	□1分-無法寫出研究目的、觀察的步驟、要觀察的內容—消化器官的特徵、辨識所觀察的豬消化器官名稱與構造特徵。 無法正確回答第3.題。	□1分-未達前述表現

思考智能-推理論證	3. 學習單第4. 題			□3分-能將人體的知識連結到豬消化系統，並正確回答豬的消化系統構造。 能正確回答第4.題(圖一)7~6格和(圖二)6~5格。	□2分-能將人體的知識部分連結到豬消化系統，並部份正確回答豬的消化系統構造。 能正確回答4.題(圖一)5~3格和(圖二)4~2格。	□1分-未達前述表現
	4. 學習單第5. 題		□4分-能將人體消化系統的知識連結到所觀察到的豬，並推論出其中的關聯，能運用知識敘述人與豬攝食玉米後的消化作用。	□1分-無法將人體消化系統的知識連結到所觀察到的豬，並推論出其中的關聯，能運用知識敘述人與豬攝食玉米後的消化作用。	□1分-無法將人體消化系統的知識連結到所觀察到的豬，並推論出其中的關聯，能運用知識敘述人與豬攝食玉米後的消化作用。 無法正確回答第5.題。	□1分-未達前述表現

			正確回答第 5. 題。	無法正確回答第 5. 題。		
	5. 學習單第 6. 題	<input type="checkbox"/> 5 分-能將人體消化系統的知識連結到所觀察到的豬，並推論出其中的關聯，能運用知識來解釋市售豬的胰臟會事先切除以及必須進行冷凍的合理性。 正確回答第 6. 題。	<input type="checkbox"/> 1 分-無法將人體消化系統的知識連結到所觀察到的豬，並推論出其中的關聯，能運用知識來解釋市售豬的胰臟會事先切除以及必須進行冷凍的合理性。 無法正確回答第 6. 題。	<input type="checkbox"/> 1 分-無法將人體消化系統的知識連結到所觀察到的豬，並推論出其中的關聯，能運用知識來解釋市售豬的胰臟會事先切除以及必須進行冷凍的合理性。 無法正確回答第 6. 題。	<input type="checkbox"/> 1 分-無法將人體消化系統的知識連結到所觀察到的豬，並推論出其中的關聯，能運用知識來解釋市售豬的胰臟會事先切除以及必須進行冷凍的合理性。 無法正確回答第 6. 題。	<input type="checkbox"/> 1 分-未達前述表現

※引導下：指在教師或同儕指導下，或使用錦囊妙計。錦囊妙計--實驗桌上放有器官代碼的信封袋，內裝紙條說明器官名稱。如果打開看說明，即使用錦囊妙計。使用完，放回信封袋，並在信封上紀錄自己的班級座號姓名，並請組長、副組長協助觀察與紀錄使用者。

六、 完成實驗組與對照組學生在「消化系統」、「循環系統」、「生殖系統」科學認知標準化評量表現等級的統計分析。

檢核表

國中 111 學年度自然領域探究與實作實驗觀察檢核表

主題-次 主提	項 次	依能力表現勾選符合的程度				
		A	B	C	D	E
問題解決 - 觀察與定 題(觀察)	1. 學習單 第 1. 2. 題		<input checked="" type="checkbox"/> 4 分-能觀察豬的消化器官，並將 <u>6</u> 個器官名稱與代碼，及器官特徵至少 <u>2</u> 項，記錄於第 1. 題。 能正確回答第 2. 題，能提出科學問題。	<input type="checkbox"/> 3 分-打開錦囊妙計或請問同學、老師後，能觀察豬的消化器官，並將 <u>6-5</u> 個器官名稱與代碼，及器官特徵至少 <u>2</u> 項，記錄於第 1. 題。 問同學或老師後，能正確回答第 2. 題，能提出科學問題。	<input type="checkbox"/> 2 分-打開錦囊妙計或請問同學、老師後，能嘗試觀察豬的消化器官，並將 <u>4-3</u> 個器官名稱與代碼，及器官特徵至少 <u>2</u> 項，記錄於第 1. 題。 問同學或老師後，能 <u>部份</u> 正確回答第 2. 題，能提出科學問題。	<input type="checkbox"/> 1 分-未達前述表現
	2. 學習單 第 3. 題	<input checked="" type="checkbox"/> 5 分-能寫出研究目的、觀察的步驟、要觀察的內容—消化器官的特徵、辨識所觀察的豬消化器官的名稱與構造特徵。 能正確回答第 3. 題。	<input type="checkbox"/> 1 分-無法寫出研究目的、觀察的步驟、要觀察的內容—消化器官的特徵、辨識所觀察的豬消化器官的名稱與構造特徵。 無法正確回答第 3. 題。	<input type="checkbox"/> 1 分-無法寫出研究目的、觀察的步驟、要觀察的內容—消化器官的特徵、辨識所觀察的豬消化器官名稱與構造特徵。 無法正確回答第 3. 題。	<input type="checkbox"/> 1 分-無法寫出研究目的、觀察的步驟、要觀察的內容—消化器官的特徵、辨識所觀察的豬消化器官名稱與構造特徵。 無法正確回答第 3. 題。	<input type="checkbox"/> 1 分-未達前述表現
思考智能 -推理論 證	3. 學習單 第 4.			<input checked="" type="checkbox"/> 3 分-能將人體的知識 <u>連結</u> 到豬消化系統，並 <u>正</u> <u>確</u> 回答豬的消化系統構	<input type="checkbox"/> 2 分-能將人體的知識 <u>部份</u> <u>連結</u> 到豬消化系統，並 <u>部份</u> <u>正</u> <u>確</u> 回答豬的消化系統構	<input type="checkbox"/> 1 分-未達前述表現

題			造。 能正確回答 第 4.題(圖一) 7-6 格和(圖 二) 6-5 格。	造。 能正確回答 第 4.題(圖一) 5-3 格和(圖二) 4-2 格。	
4. 學習單第 5. 題		<input checked="" type="checkbox"/> 4 分-能將人體消化系統的構造與功能知識連結到所觀察到的豬，並推論出其中的關聯，能運用習得的知識 <u>敘述</u> 人與豬攝食玉米後的消化作用。 正確回答第 5. 題。	<input type="checkbox"/> 1 分-無法將人體消化系統的構造與功能知識連結到所觀察到的豬，無法推論出其中的關聯，無法敘述人與豬攝食玉米後的消化作用。	<input type="checkbox"/> 1 分-無法將人體消化系統的構造與功能知識連結到所觀察到的豬，無法推論出其中的關聯，無法敘述人與豬攝食玉米後的消化作用。	<input type="checkbox"/> 1 分-未達前述表現
5. 學習單第 6. 題	<input checked="" type="checkbox"/> 5 分-能將所習得的人體消化系統的構造與功能知識連結到所觀察到的豬，並推論出其中的關聯，能運用習得的知識來 <u>解釋</u> 市售豬的胰臟會事先切除以及必須進行冷凍的合理性。 正確回答第 6. 題。	<input type="checkbox"/> 1 分-無法將所習得的人體消化系統的構造與功能知識連結到所觀察到的豬，無法推論出其中的關聯，能運用習得的知識來解釋市售豬的胰臟會事先切除以及必須進行冷凍的合理性。	<input type="checkbox"/> 1 分-無法將所習得的人體消化系統的構造與功能知識連結到所觀察到的豬，無法推論出其中的關聯，能運用習得的知識來解釋市售豬的胰臟會事先切除以及必須進行冷凍的合理性。	<input type="checkbox"/> 1 分-無法將所習得的人體消化系統的構造與功能知識連結到所觀察到的豬，無法推論出其中的關聯，能運用習得的知識來解釋市售豬的胰臟會事先切除以及必須進行冷凍的合理性。	<input type="checkbox"/> 1 分-未達前述表現

※引導下：指在教師或同儕指導下，或使用錦囊妙計。錦囊妙計-實驗桌上放有器官代碼的信封袋，內裝紙條說明器官名稱。如果打開看說明，即使用錦囊妙計。使用完，放回信封袋，並在信封上紀錄自己的班級座號姓名，並請組長、副組長協助觀察與紀錄使用者。

1. 在預計時間內有計劃地觀察完所有的消化器官，實驗桌上放置的消化器官旁會貼有標註不同代碼 A-G 的紙，將所觀察到豬消化器官的實驗結果，具體以文字詳實記錄，描述外部、內部構造，可用文字、可配合畫圖或拍照照片填入表一。

表一：紀錄豬消化器官的外部、內部構造的觀察結果

消化器官	外在構造描述(顏色和狀態)和內在構造描述(顏色和狀態)
1. 舌 代碼(C)	紫紫灰灰的、長長的 長度:38cm, 紅褐色 摸起來軟軟的、有白色的小點
2. 食道 代碼(E)	硬硬的管子狀 運送食物
3. 胃 代碼(A)	長度:53cm 囊袋狀 消化食物
4. 小腸 代碼(D)	紅色 長度:132cm 吸收水分養分 捲捲的
5. 大腸 代碼(F)	長度:50cm 吸收水分形成糞便 白白粉粉的 有味道
6. 肝臟 代碼(B)	暗紅色 有很多片 分泌膽汁 有味道

(觀察與定題-觀察 B-E 等級)

2. 經過觀察豬的消化器官，與組員共同討論、分析、歸納和總結後，請提出與消化器官有關的科學問題，即可利用科學方法解決的問題。科學問題如：可利用觀察、體驗或可度量等科學方法解決的問題。例如：「假如將活豬的小腸前段長度切短 50 公分，那麼豬的

消化液分泌量是否會減少？」根據本實驗提出科學問題：假如...，那麼...

答：假如小腸前段切短1公尺，那麼豬的消化功能是否會降低？
將豬小腸長度縮短至豬的消化功能是否有差異？

(觀察與定題-觀察B等級)

3. (1)反思進行觀察時，你的研究目的(具體的觀察目標)是什麼？

答：研究目的(具體的觀察目標)

了解各個器官的外型、功能。

(2)具體詳實寫出你觀察豬消化器官過程中所規劃的①每個步驟、②觀察的內容—想要觀察消化器官的哪些特徵、③如何應用已學的人體消化器官知識，辨識出你所觀察的豬消化器官的名稱與構造特徵？

答：觀察步驟

先看外觀，以後用手摸，再測量^{長度}公分最後記錄

②觀察的內容—消化器官的特徵

舌—紫灰色、長長的—38cm 小腸—紅色捲捲的—177cm

食道—硬硬的管子狀— 大腸—白白粉粉、有味道

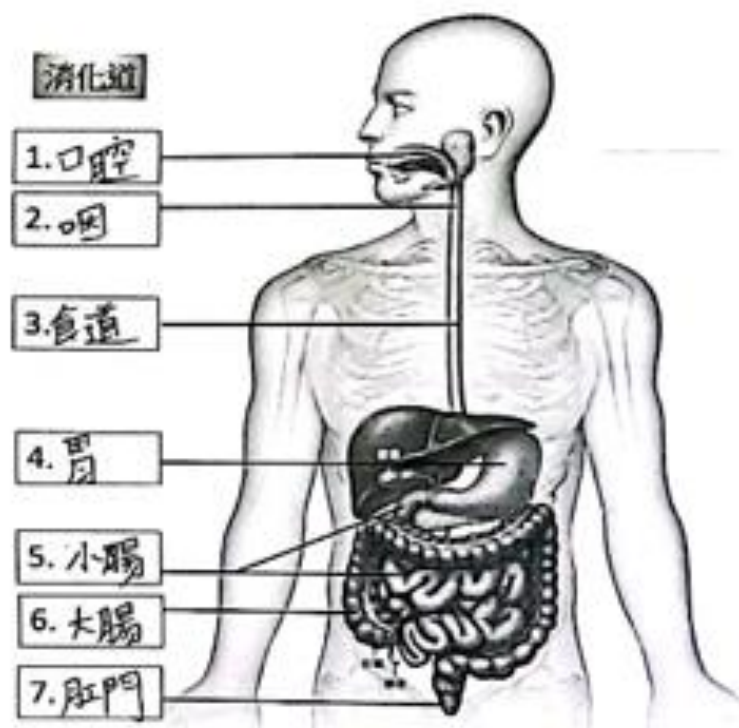
胃—囊袋狀—53cm 肝臟—暗紅色、很多片

③如何辨識出你所觀察的豬消化器官的名稱與構造特徵？

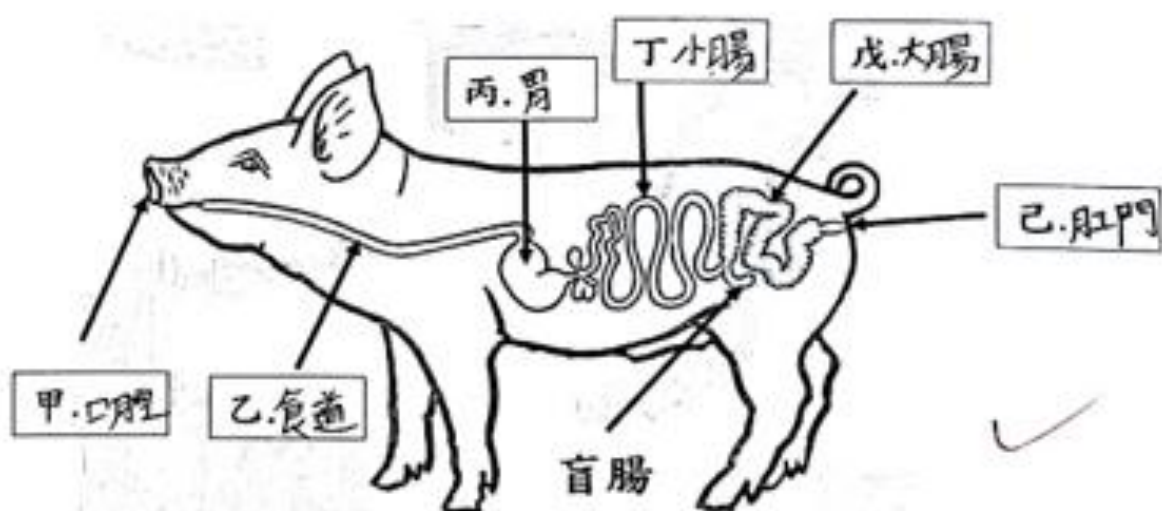
用上課所學的知識來分辨

(觀察與定題-觀察A等級)

4. 科學家研究發現豬與人體的消化系統構造與功能相似。(圖一)為人體消化道示意圖，觀察豬消化器官後，請依據課本所學的人體消化道的器官名稱填入(圖一)。(圖二)為豬的消化道示意圖，請根據觀察所知的豬消化道的器官名稱填入(圖二)。



圖一：人體消化道示意圖(引自翰林出版社)



圖二：豬消化道示意圖

引自 https://www.sohu.com/a/198712563_465237

推理論證 C-E 等級

5. 由文獻得知：人體和豬都是擁有複雜消化系統的哺乳動物，其消化系統的構造與功能都相似。假設人體和豬都攝取玉米後進行消化作用，根據課本所學的人體消化系統的知識，配合實驗觀察結果，(1)寫出人體和豬攝食玉米後，分別需要在哪些消化道(填入圖一、圖二代碼)，並注入哪些消化液，才能將玉米分解？(2)最後分別在何處(填入圖一、圖二代碼)吸收其養分至體內？

(1)①人體：?消化道(填圖一代碼)—分泌?消化液(填中文)

1 唾液 — 5 腸液, 胰液 ✓

②豬：?消化道(填圖二代碼)—分泌?消化液(填中文)

甲 唾液 — 丁 腸液, 胰液 ✓

(2)①人：1 5 (圖一代碼) ②豬：甲 丁 (圖二代碼)

推理論證-B 等級

6. 閱讀本文後，回答下列問題。

哺乳動物如豬和人類其胰臟兼具有內分泌和外分泌的功能。內分泌功能是指：胰臟能釋放激素(又稱荷爾蒙)，包括胰島素和升糖素，可以調節身體的血糖。外分泌功能是指：能釋放消化液和酵素來分解養分。市面一般買不到豬的胰臟，因為胰臟含有豐富的消化酶，因此「屠宰場會事先將豬的胰臟切下來，避免其分泌的消化酶會分解掉豬的養分。」此外，「豬的胰臟切下來後，會先冷凍，然後再賣給藥廠。藥廠將胰臟分離萃取後，可以作為醫療上治療糖尿病的胰島素和幫助消化的消化酶。」

- (1) 文本所述「屠宰場會事先將豬的胰臟切下來，避免其分泌的消化酶會分解掉豬的養分。」根據學習過的人體消化系統和消化作用的知識來解釋，屠宰場必須事先將胰臟切下的詳細理由？

答：要避免分解掉有醣類蛋白質、脂質的養分 ✓
胰臟分泌的消化液

- (2) 文本所述「豬的胰臟切下來後，會事先冷凍，然後再賣給藥廠。藥廠將胰臟分離萃取後，可以作為醫療上治療糖尿病的胰島素和幫助消化的消化酶。」請根據所學習「酶」的知識來解釋，必須將切下豬的胰臟事先冷凍的理由？

答：因為溫度很低，所以酵素活性會降低，也不會到沒有活性 ✓

推理論證-A

七、實驗組、對照組學生在 3 個課程單元科學認知表現差異的統計分析結果。3 個課程單元包括消化系統、循環系統、生殖系統，將實驗組學生與對照組學生的表現等級依 Pearson 卡方檢驗，統計分析結果卡方值皆小於.01，表示有統計上顯著差異。且實驗組學生的 A、B 表現等級人數百分比與對照組學生的 A、B 表現等級人數百分比高，顯示實驗組學生在科學認知的素養導向標準化評量的學習表現優於對照組學生。舉例(表 3)說明實驗組、對照組學生消化系統科學認知標準化評量的表現差異。

表 3：實驗組、對照組學生消化系統科學認知標準化評量的表現差異

實驗組、對照組學生消化系統科學認知表現差異(N=434)					
表現等級	A	B	C	D	E
實驗組學生	13(7%)	76(41%)	67(37%)	23(12%)	5(3%)
對照組學生	2(1%)	64(25%)	154(61%)	20(8%)	10(4%)
卡方值(皮爾森卡方檢驗) 30.02 $p<.01$					

八、實驗組學生在 3 個探究實作課程單元科學探究表現等級的統計分析結果。經 3 個科學探究素養導向標準化評量—檢核表和學習單發現，學生表現屬於偏度為正（正偏態；右偏）右側的尾部比左側的長，絕大多數的學生位於平均值的左側，眾數 $Mo <$ 中位數 $Md <$ 平均數 M 。學生達到 B 等級或 A 等級的人數比例較少，大多數集中於 C 和 D 等級。

九、探究實作教學學習活動



從不同角度觀察睪丸
看清楚睪丸、副睪、輸精管的構造位置關係



換母豬的生殖系統上場



我們要開始剪開看內部構造
比較子宮角、子宮體、子宮頸、陰道看內部構造
看與學習單說的相不相同



又大又重又新鮮的肝
我將來要學餐飲 直接用手來感覺一下觸感如何？



小腸比我手臂還長
你們再幫忙我拉長 繼續量下去

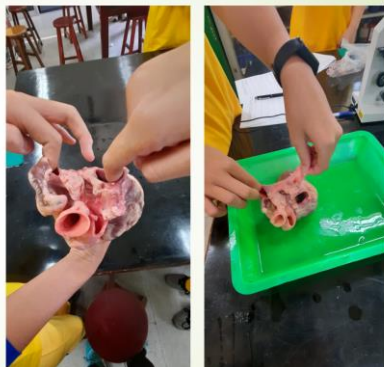


原來豬心這麼大
人的心有這麼大嗎？
調整一下
這個角度與課本的心臟一樣



心房末端的囊袋狀、突起--心耳

用手穿進去找看看心臟分別連接
哪些血管？









終於切開心臟
看到內部構造 好複雜啊



肆、完成效益

本計畫期程間，約200名實驗組學生依探究實作課程-教學-評量模式完成三次的探究實作學習與三次的科學探究標準化評量。約200名實驗組與約500名對照組學生完成三次的科學認知標準化評量。完成工作項目如研究完成進度表(表4)，具體效益分述如下：

表4：研究完成進度表

	民國111年8月1日~112年7月31日					
	預定完成進度 					
階段	8~9月	10~11月	12~1月	2~3月	4~5月	6~7月
1.準備期 成立教師 專業社群						
2.發展期 設計研發 素養導向 課程、探 究教學、 素養導向 評量						
3.實施期 前測、教 學、後 測、訪談						
4.詮釋期 資料分析 及統計						
5.成果期 撰寫成果 報告及成 效評估						

- 一、經由教師課室觀察實驗組學生的探究實驗課堂表現、學習單表現、學生訪談與教師反思，發現本計畫設計發展的三個探究實作課程、實體教材，適合學生的能力與需求(代答問題1)。學生能於課程時間內完成探究實驗活動，大多有能力合作探究完成實驗，大多有興趣進行探究實驗。但是學習單的撰寫，往往無法於於有限的課堂時間完成。學生除了探究實驗的紀錄與一些較簡單的問題，可以於課堂立即完成。其他需要比較多時間討論、思考、甚至查資料或問老師才能撰寫完成的部分學習單，常常需要很長時間才能

完成，甚至有些問題會不寫、漏寫或隨便作答。此現象提供的訊息是：學習單內容太多？太難寫？學生欠缺探究實驗的思考智能與問題解決能力的訓練？學生欠缺科學寫作表達能力的訓練？如果計畫能再持續進行，希望能繼續探討此現象背後的可能真正因素。本計畫設計發展的三個探究實作課程、教材，精緻化後，可提供給教育現場有探究教學需求的教師與學生，計畫發展的探究實作課程適切 12 年國教精神：建構科學素養，使學生具備基本的科學知識、探究與實作能力及科學態度，透過實地操作探究活動探索科學問題的能力，規劃簡單步驟，操作適合學習階段的器材儀器與資源，進行科學實驗，能於實際生活中有效問題解決。

二、經學生於三個單元評量結果與教師對學生學習表現一致性的評估，發現本計畫設計發展的三個科學認知素養導向標準化評量題組試卷和三個科學探究素養導向標準化評量—檢核表和學習單，能適切評估學生不同層級的素養能力(代答問題 2)。無論實驗組與對照組學生於三個科學認知素養導向標準化評量的表現，都符合常態分佈，與教師的期望差距不大。但是大多教師期待能有更多學生達到 A 等級，卻發現 A 等級學生人數很少。因為學生答 B 等級熟悉課程內容知識只需努力熟讀課本知識，要達到 A 等級合理延伸課本概念知識，必須能融會貫通課本概念知識並應用於不熟悉的情境，或是能閱讀理解文本、圖表，或綜合問題推理後能將答案以正確合理的文字或圖形，有邏輯的敘述或繪圖來表達。學生較欠缺此種訓練，但經過三次科學認知素養導向標準化評量後的 A 等級表現學生，有逐漸增加的趨勢。值得注意的是：學生經三個科學探究素養導向標準化評量—檢核表和學習單發現，學生表現實驗組學生在 3 個探究實作課程單元科學探究表現等級的統計分析結果。經 3 個科學探究素養導向標準化評量—檢核表和學習單發現，學生表現屬於右偏態（偏度為正），絕大多數的學生位於平均值的左側，大多數學生表現集中於 C 和 D 等級，達到 B 等級或 A 等級的人數比例較少。學生達到 B 等級或 A 等級的人數比例，比科學認知素養導向標準化評量的人數比例更少。此現象提供的訊息是：學習單內容太多？太難寫？學生欠缺耐心或時間完成？學生探究能力--思考智能與問題解決能力的訓練不足？學生欠缺科學寫作表達能力的訓練？學生喜歡較動手做(hands-on)較不喜歡探究思考(minds-on)或解決問題(problem-solving)？如果計畫能再持續進行，

希望能繼續探討此現象背後的可能真正因素。本計畫設計發展的三個科學探究素養導向標準化評量—檢核表和學習單，可配合探究實作課程，精緻化後，可提供給教育現場有探究教學需求的教師與學生，評量學生的探究能力-問題解決-觀察與定題(po-IV-1、po-IV-2)。評量學生的探究能力-思考智能-推理論證(tr-IV-1)。

三、實驗組學生比對照組學生多了探究實作課程教學，但兩組都有一般課程教學，經三個單元的科學認知素養導向標準化評量的結果發現，實驗組學生經探究社群學習策略動手做探究課程、實體教材後與對照組學生，經統計在三次科學認知素養導向標準化評量的表現結果優於對照組，且 A、B 表現等級的人數百分比也高於對照組。由學生的訪談與學習心得可發現，對於探究實作課程也覺得有興趣且充滿期待，能將課本中的不同系統的器官，真實近距離的看到不同的外觀型態構造、摸(戴手套或不戴手套由學生自行決定)到不同的觸感，測量器官的大小、長短、厚度，聞到不同器官的氣味甚至臭味，解剖看內部構造，將豬與人體的器官進行類比或比較，覺得很好奇、很有趣、很好玩、很新奇。也有同學覺得很噁心很臭很腥不敢觸摸不願靠近，還有同學發現到大腸中殘留的屎，覺得必須克服終生難忘的氣味與生命危險來研究這些器官，但又覺得好玩有趣，期待老師再準備其他不同的系統與器官來上實驗課(代答問題 3)。由研究結果發現，國中自然科學課程融入探究實作課程教學，不僅可以提升學生的探究能力—思考智能、問題解決能力，也能提升科學認知能力和對探究實作的興趣與實驗過程技能。

伍、參考資料

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.
- Wiggins, G., & McTighe, J. (2005). *Understanding by design (2nd ed.)*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development ASCD.
- Wiggins, G., & McTighe, J. (2011). *The Understanding by Design guide to creating high- quality units*. Alexandria, VA: ASCD.