

新北市私立格致高級中等學校 114 學年度第 1 學期彈性學習時間

自主學習計畫

附件2-1

申請學生 資料	班級 普一忠	學號 411001	姓名(請親自簽名) 王偉丞
自主學習 主題分類	<input type="checkbox"/> 自我閱讀 <input type="checkbox"/> 科學實做 <input checked="" type="checkbox"/> 專題探究 <input type="checkbox"/> 藝文創作 <input type="checkbox"/> 技能實務 <input type="checkbox"/> 其他：		
主題名稱	材料初探-見微知「著」結構		
學習動機	生活中有許多能夠使我們生活更便利的工具。刀子用來切割、鋼筋用於建造。那麼對於這些材料，是否有特定的製造方式或混合比例能夠使其更堅固？抱著這些疑惑，我選擇了Evant的這個課程，將材料的世界一探究竟。		
自主學習 學習目標	能夠了解基本的材料知識，比較之間結構的差異		
自主學習 實施地點	<input type="checkbox"/> 圖書館 <input type="checkbox"/> 化學實驗室 <input type="checkbox"/> 物理實驗室 <input type="checkbox"/> 生物實驗室 <input type="checkbox"/> 電腦教室 <input type="checkbox"/> 實習工場 <input checked="" type="checkbox"/> 其他：教室		
自主學習 規劃內容	週次	實施內容與進度	
	1-2	理解材料科學的歷史背景	
	3-4	比較材料科學與材料工程的差異	
	5-6	材料分類與特性之比較	
	7-8	了解現代材料的物質與意義	
	9-10	理解原子結構和相互作用結合	
	11-12	原子結構與模型	
	13-14	區分主要的原子間鍵結	
	15-16	進行統整複習，開始製作簡報	
學生簽名	王偉丞	父母或監護人簽名	葉玉青
申請受理情形(此部分，申請同學免填)			
受理日期	編號	領域召集人/科主任	指導教師
114.09.19	43	化學王振沅	化學王振沅

導師核章

自主學習工作小組

圖書館主任核章

導師陳玗妃

館員陳映汝

資媒代理張至賢  
組長

新北市私立格致高級中等學校114學年度第1學期彈性學習時間

自主學習晤談及指導紀錄表

附件2-2

指導學生	班級	學號	姓名
資料	普一忠	411001	王偉弘
主題名稱	材料初探-見微知著:結構		
自主學習	能多了解基礎材料知識,比較之間結構的差異		
學習目標			
週次	日期	諮詢及指導內容摘要紀錄	指導教師簽名
1	9/4	討論為何含碳量可以提升鋼的強度	化學王振沅
2	9/11	確認金屬中的碳來源為何	化學王振沅
3	9/18	詢問何為記憶合金	化學王振沅
4	9/25	討論包括合金的固溶體性質	化學王振沅
5	10/2	討論孔隙率的意義	化學王振沅
6	10/9	歸納單晶、無晶及多晶對物質性質的影響	化學王振沅
7	10/16	分類各種形式的鋼鐵	化學王振沅
8	10/23	討論電子遷移率的意義	化學王振沅
9	10/30	詢問壓電材料的應用及運作原理	化學王振沅
10	11/6	確認材料特性對材料造的影響	化學王振沅
11	11/13	詢問形狀記憶合金超彈性及形狀記憶的觸發點	化學王振沅
12	11/20	詢問摩爾定律的內容	化學王振沅
13	11/27	討論凡得瓦力的原理及日常應用	化學王振沅
14	12/4	詢問弱金屬中偶極的定義及金屬結出現處	化學王振沅
15	12/11	統整復習內容,制作1~7週的簡報	化學王振沅
16	12/18	制作8~14週的簡報,準備4論文	化學王振沅

導師核章

自主學習工作小組

圖書館主任核章

資媒代理張至賢  
組長張至賢  
115. 1. 14

導師陳玗妃

館員陳映汝  
115. 1. 14



新北市私立格致高級中等學校 114 學年度第 1 學期彈性學習時間

自主學習成果紀錄表

附件2-3

申請學生 資料	班級	學號	姓名（請親自簽名）	
	普一忠	411001	王偉	
主題名稱	材料初探-見微知「著」結構			
自主學習 學習目標	能夠了解基本的材料知識，比較之間結構的差異			
自主學習 成果記錄	週次	實施內容與進度	自我檢核	指導教師 師確認
	1	尋找、確定課程種類、選定課程	完成	化學教師 王振沅
	2	觀看並了解材料科學的歷史背景	完成	化學教師 王振沅
	3	了解工業時代的材料工程及科學發展	因臨時課程安排未完成，已於第四週補齊完成	化學教師 王振沅
	4	了解材料工程與科學的基本概念	完成，並且將上週未完成的部分進度補完	化學教師 王振沅
	5	尋找真實應用的實例：氧化鋁	完成	化學教師 王振沅
	6	比較單晶、多晶及無晶的差異	完成	化學教師 王振沅
	7	比較馬氏體、貝氏體及珠光體差異	完成	化學教師 王振沅
	8	了解材料的各種分類	完成	化學教師 王振沅
	9	探討金屬、陶瓷的性質及應用	完成	化學教師 王振沅
	10	探討高分子、複合、先進材料性質	完成	化學教師 王振沅
	11	分類現代半導體及特性	完成	化學教師 王振沅
	12	分析材料之應用標準	完成	化學教師 王振沅
	13	利用自由輪的實例分析	完成	化學教師 王振沅
	14	了解引擎中基本的結構	完成	化學教師 王振沅
	15	進行彙整、復習、製作簡報	完成	化學教師 王振沅
	16	轉成論文格式製作	完成	化學教師 王振沅

自主學習 成果說明	能夠分類生活中部分材料的種類,了解各種材料的建築特性及其造 成材料性質。
自主學習 歷程省思	在經過這一次的自主學習過後,我順利的掌握了基礎的材料科學,不過 這中間也遭遇到了一些困難,比如中間的課程或自己的私人時間常被其他事 物占用。這也訓練了我如何能更有效率的吸收知識且做系統化的整理。 且這一次的課程剛好也有跟正式的課程有連結,可以做為一般正式課程 的延伸,拓展我們的知識面。在這一次學習之前,面對生活中的物 品及材料通常只記名稱跟功用,而在學習之後了解了要從真正科學的 角度去看待材料的分子構造,才能了解材料的本質。而在這一次的學習中, 我也了解到筆記並不是將教授的內容全部記錄,而是以一種自己的懂 的方式進行抄寫,只要抄寫關鍵字讓自己看的懂就好,並不是用大量的時間差 化自己寫的東西,這樣反而會降低效率。透過這次學習,我得到許多的學習技能!
指導教師 指導建議	省思應分點條列、簡草扼要, 尚缺對學習內容的省思(如何承允啟發)

指導教師簽章

王振成

導師核章

導師陳玗妃

自主學習工作小組

館員陳映汝  
115.1.14

圖書館主任核章

資媒代理張至賢  
組長張至賢  
115.1.14



# 新北市私立格致高中學生自主學習審核表

學號：411001 班級：高一忠 座號：1 姓名：王偉廷

實施期間：114 學年度第 1 學期第 1 週~第 16 週 每週 2 節

審核項目		自評 分數 (1~5)	審核 分數 (1~5)	評分 人員
格式 審查	1. 表 2-1、2-2、2-3 填寫。	5	5	指導 教師
內容 審查	2. 晤談與指導紀錄達到至少每周一次且詳實。	4	4	指導 教師
	3. 成果紀錄表實施內容與進度達到至少每周一次且詳實。	4	4	指導 教師
	4. 自主學習歷程省思內容豐富。	4	5	指導 教師
	5. 落實計畫且完成自主學習產出成果。	5	5	指導 教師
審核結果		總分		
核定 等級	<input checked="" type="checkbox"/> A 推薦通過，各項自主學習已達學習成效，堪為表率。 <input type="checkbox"/> B 通過，各項自主學習已達基本要求，仍須精進。 <input type="checkbox"/> C 未通過	23		
說明	A：20~25 分    B：15~19 分    C：1~14 分			

指導教師：王振沅

自主學習工作小組：館員陳映汝  
115. 1. 14

圖書館主任：資媒代理張至賢  
組長 115. 1. 14

班級：普一忠

姓名：王偉丞

學號：411001

主題：材料初探-見微知著 結構

## 壹、前言

### 一、學習動機

生活中有許多讓我們生活更加便利的工具與材料，例如刀子用於切割物品、鋼筋用於建造與加固建築結構。這些材料雖然用途不同，但都扮演著不可或缺的角色。因此，我開始思考：這些材料應該具備哪些特性，才能滿足實際使用的需求？是否能透過特定的製造方式或材料比例的調整，使材料變得更加堅固、耐用？

基於這些疑問，我選擇修習 ewant 平台上的相關課程，希望能深入了解材料的組成、結構與性質之間的關係，進一步探索材料科學如何影響我們的日常生活。

### 二、學習目的

- (一) 了解材料內部結構之間的差異。
- (二) 探討不同材料在結構與鍵結上的差異，如何影響其物理與化學性質。
- (三) 認識材料的製造方式與應用實例。
- (四) 分析材料特性與其實際應用之間的關聯性。
- (五) 能與學校的物理、化學課做連結。

## 貳、學習歷程

在本次學習過程中，我透過 ewant 平台的課程，初步認識材料科學的基本概念，包含材料的五大分類、原子的結構，以及材料結構如何影響其強度、韌性、透光度與實際應用。過去我對材料的理解僅停留在「用途」，但透過課程學習後，開始能從「內部結構與製造方式」的角度進行分析。

然而，在學習過程中也曾遇到困難。由於個人行程安排上的延誤，導致部分課程內容必須在較短時間內完成，一度感到進度壓力增加。面對這樣的情況，我嘗試重新規劃學習時間，善用課程回放與重點筆記的方式，加強對關鍵概念的理解，最終仍能順利完成學習目標。

此外，課程中介紹的半導體、生醫材料、智慧材料與奈米材料，讓我了解到材料科學與日常生活及高科技產業之間的密切關聯。許多看似普通的物品，

其實都隱含著精密的材料設計與科學原理，這使我對材料科學產生更大的學習興趣。

透過本次學習，我不僅提升了整理資料與理解抽象概念的能力，也學會以更有系統的方式分析問題。這樣的學習經驗讓我在面對新的知識時，能更有信心地拆解內容並建立完整觀念，對於未來的課程學習與學習歷程的累積皆具有正向的幫助。

## 參、學習成果

### 一、了解材料科學的四大要素

在進行本次學習之前，我對材料科學的理解多半停留在材料的名稱與用途，例如某種材料適合用在哪些產品上，卻較少思考材料為何會具備這些特性，也不清楚其背後的製造方式與結構差異。當時的我並不清楚材料的組成、結構與製造方式，會如何影響材料的性質。

透過本次課程的學習，我開始從材料科學的「四大要素——製成、結構、性質與應用」來分析材料。學習後，我能理解材料的組成與內部結構如何影響其強度、韌性與透光度，製程的不同也會改變材料的最終性能。這讓我在觀察日常材料時，不再只是被動接受結果，而是能進一步思考其設計原理。這讓我在接觸生活中的材料時，會不自覺地多問一句「為什麼」。

整體而言，學習前的我較著重於「材料能做什麼」，而學習後則能理解「材料為什麼能做到」，這樣的轉變讓我對材料科學有更完整且深入的認識。以下是四大要素的簡介及生活中的範例：

- (一) 製程：製程顧名思義就是製作的過程，在製作過程中，不同的變因將會影響這個材料未來的結構。
- (二) 結構：在經過製程影響後，結構已經區分開來。而不同的結構會影響此材料的性質。
- (三) 性質：性質由結構決定。到了這一步驟，材料以經定形，接著就是將這個材料分析，做最後的應用
- (四) 應用：這時就是將製造完的材料用於真實的生活，經過這一整個步驟，新的材料就此誕生。

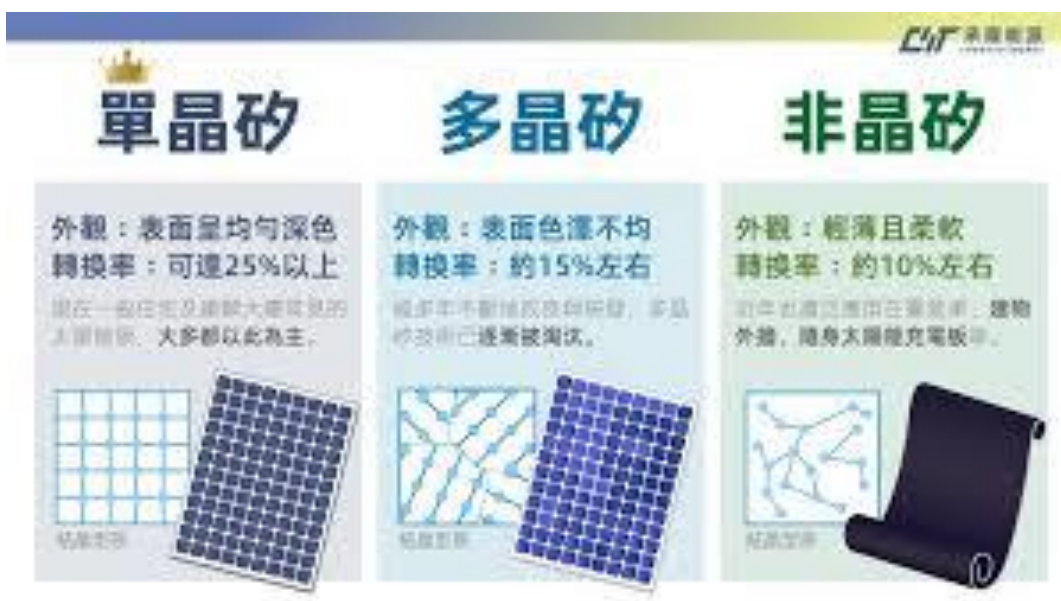
材料科學是重於發現新的材料，就是上面的全部過程；材料工程則是將新發現材料應用於真實生活中。

生活中，矽是用來製造半導體的材料，其性質也受到四大要素的影響。比如說常用於半導體的矽元素，也會因製程而有不同的結構進而

像單晶是利用提拉法、區域熔融法或水熱法製成，單晶代表的是矽原子整齊的排列，故可以降低電阻及不透光性。主要用於高級的半導體。多晶則是利用熔融澆鑄、粉末燒結或化學沉積製造。

多晶代表的是矽原子分成數個區域排列，每個區域都排列整齊。低成本的太陽能電池就是用多晶矽製造。

無晶則利用了熔融快速冷卻的方式製成，矽原子排列毫無規律。通常用於電子元件，顯示器等。



(圖二) 矽在單、多、無晶下的太陽能板轉換率

承躍能源. (2023, December 11). 太陽能板尺寸怎麼看？一次搞懂太陽能板種類、結構與規格！ CYT Solar.

	單晶	多晶	非晶
強度	最強	中	弱
韌性	中	強	弱
透光度	高	中	低
導熱性	佳	中	差
製作成本	較高	中	低
製作速度	慢	快	中
化學性質	穩定	晶界處反應	易反應

(表一) 單晶、多晶、無晶的性質比較

表一資料來源：研究者自行彙整



## 二、認識材料的五大分類

在學習材料科學之前，我對材料的分類認識相當有限，往往只依照外觀或用途來區分，例如金屬、塑膠或玻璃，並未真正了解材料之間在性質與應用上的差異，也不清楚這些分類背後所代表的科學意義。

經過課程學習後，我開始認識材料可分為金屬材料、陶瓷材料、高分子材料、複合材料與半導體材料五大類。學習後，我不再只是記住分類名稱，而是能理解各類材料在強度、韌性、耐熱性、導電性及實際應用上的差異。例如，金屬具有良好的延展性，陶瓷耐高溫但較脆，高分子材料輕巧且易加工，而複合材料與半導體則能透過設計與製程，展現出更符合特定需求的性能。

對我而言，最大的改變在於，學習前我只知道「材料是什麼」，學習後則能理解「為什麼要選用這種材料」。這讓我在觀察生活中的產品時，能更有系統地分析材料選擇的原因，也加深了我對材料科學的整體認識。以下是五種的材料簡介：

- (一) 金屬：由至少一種(純金屬)或以上(合金)的金屬形成金屬鍵所組成，在材料界中，金屬具較好的承重能力、導電性、延展性、導熱性及部分有磁性（鐵、鈷、鎳）。
- (二) 陶瓷：大多由金屬+非金屬形成共價鍵組成。主要分成氧化物（三氧化二鋁、二氧化矽等）、碳化物（ $\text{SiC}$ ）、氮化物（ $\text{Si}_3\text{N}_4$ ）、材料界中陶瓷具有：強度、硬度高，但無延展性的特性、可抗高溫、高壓、化學穩定性高，其中二氧化鋯、鋯鈦酸鉛具有壓電性（形變產生電）。
- (三) 高分子：高分子材料的代表是塑膠、橡膠。是有機化合物的一種(含碳、氫、氧、氮等)，具有的特性：低強度、密度、延展、可塑性、化學穩定、不過不耐熱、具有絕緣性、其中部分具有生物相容性。
- (五) 複合：是由兩種以上不同的非金屬材料所組成，其整體性能往往優於各組成材料本身。由於可依需求選擇不同材料進行組合，複合材料的性質具有高度的可調性，因此其應用範圍十分廣泛，從日常生活中的運動器材，到高科技領域的航天器，都能看見複合材料的蹤跡。
- (六) 先進：包含各式材料，是傳統材料的進階版。不過使用步驟複雜、

原理精密。例如半導體、生醫材料、智能材料(定義是可在接受外在環境後改變自身條件)及奈米材料。以下整理半導體、奈米材料的性質。

### 1. 半導體：

是一種導電性介於導體與絕緣體之間的材料，其導電能力會隨溫度、光照或摻雜雜質而改變。由於這種可控制的特性，半導體被廣泛應用於各種電子產品中，如手機、電腦與感測器等。半導體依性能又分成三代：

#### 第一代半導體

主要材料為矽（Si）與鍺（Ge）。這一代半導體製程成熟、成本低、穩定性高，因此被廣泛應用於電腦晶片與一般電子產品中。其中，矽因來源豐富且氧化層品質佳，成為目前最主流的半導體材料。

#### 第二代半導體

主要為 III - V 族化合物半導體，如 砷化鎵（GaAs）、磷化銦（InP）。此類材料具有電子遷移率高、適合高速運作與光電應用的優點但成本較高、製造較困難。

#### 第三代半導體

代表材料包含 碳化矽（SiC）、氮化鎵（GaN）。此類材料具有耐高溫、耐高電壓、耐高頻的特性，適合應用於電動車、快充裝置與電力電子等領域，被視為未來重要的半導體材料。

### 2. 奈米材料：

奈米材料是指材料的結構尺寸至少有一個方向介於 1-100 奈米（nm）之間的材料。由於尺寸極小，奈米材料常會展現出與一般材料不同的物理與化學性質，例如表面積增加、反應性提升，以及特殊的光學與電性表現。

常見的奈米材料包含奈米銀、奈米碳管與石墨烯。奈米銀具有良好的抗菌效果，常應用於醫療用品與紡織品；奈米碳管與石墨烯則因強度高、導電性佳，被應用於電子元件、複合材料與感測器等領域。奈米材料的出現，使材料的性質不僅受成分影響，也與尺寸大小密切相關，為材料科學與高科技產業帶來更多可能性。

## 三、複習原子的結構及認識微觀鍵結對巨觀的影響

在高中課程中，我們已學習原子的基本結構，以及最外層電子對原子性質的重要性。然而，單一原子的結構並不足以解釋材料所呈現的多樣性。當原子彼此接近並相互作用時，便會透過電子的轉移或共享形成化學鍵結。不同的鍵結方式，會使原子排列成各種結構，進而產生性質差異明顯的材料種類。因此，從原子結構進一步探討鍵結的形成與類

型，是理解材料科學不可或缺的重要一步。以下是原子鍵結的簡介：

### （一）複習原子的結構

原子是構成所有物質的基本單位，其結構主要由原子核與電子所組成。原子核位於原子中心，包含質子與中子；質子帶正電，中子不帶電，兩者共同決定原子的質量與穩定性。圍繞在原子核外的則是帶負電的電子，電子分布於不同的能階或電子殼層中。

原子的種類由\*\*質子數（原子序）\*\*決定，不同的原子具有不同的化學性質。而電子的排列方式，特別是最外層電子的數量，會影響原子之間如何形成化學鍵，進而影響材料的性質。

透過複習原子的結構，可以更容易理解材料如何由原子組合而成，以及為何不同材料會展現出不同的物理與化學特性，這也是後續學習材料科學的重要基礎。

### （二）鍵結簡介

鍵結是原子之間相互作用並結合在一起的方式，也是形成各種物質與材料的基礎。當原子彼此接近時，最外層電子會參與作用，使原子之間產生吸引力，進而形成穩定的結構。不同的鍵結方式，會影響原子的排列、材料的結構，以及其物理與化學性質。

常見的化學鍵結可分為強、弱鍵，其中又可以細分為：

#### 1.強健：

##### （1）離子鍵

原子之間透過電子轉移形成，通常發生在金屬與非金屬之間，鍵結力強，常見於鹽類與陶瓷材料。

##### （2）共價鍵

原子之間共享電子形成鍵結，常見於分子或網狀結構，如水分子與矽的晶體結構。

##### （3）金屬鍵

金屬原子共享自由電子，形成「電子海」，使金屬具有良好的導電性與延展性。

#### 2.弱鍵：

##### （1）偶極作用

當分子內部電荷分布不均時，會形成正、負兩端，分子之間因電性差異而產生吸引力。此作用力較化學鍵弱，但會影響物質的沸點與溶解性。

##### （2）氫鍵

為一種較強的分子間作用力，通常發生在氫原子與氧、氮或氟原子之間。氫鍵雖不屬於真正的化學鍵，但對物質性質影響極大，例如水的高沸點與生物分子的結構穩定性。

其中的氫鍵是一種特殊且較強的分子間作用力，但它其實可以視為



凡德瓦力的一種加強形式。為了更完整理解分子之間如何彼此吸引，需要進一步認識凡德瓦力。

凡德瓦力是存在於分子之間的弱作用力，來源主要為分子或原子間的電荷分布不均。雖然單一凡德瓦力的作用力較弱，但在大量分子同時作用下，仍會對物質性質產生明顯影響。

常見的凡德瓦力可分為：

1.偶極－偶極作用：發生於極性分子之間，因分子具有正、負電端而互相吸引。

2.氫鍵

當氫原子與高電負度的原子（如氧、氮或氟）鍵結時，會形成比一般偶極作用更強的吸引力，因此常被視為最強的凡德瓦力作用。

3.瞬間偶極－誘導偶極作用（倫敦分散力）

即使是非極性分子，也會因電子瞬間移動而產生短暫吸引力，這種作用在氣體與非極性物質中相當重要。

在材料科學中，凡德瓦力對高分子材料、非晶材料與奈米材料特別重要，會影響材料的黏附性、柔軟度與結構穩定性。透過理解這類分子間作用力，可以更清楚材料在微觀尺度下的行為，並解釋其在巨觀上所展現的性質。這也說明了即使是看似微弱的作用力，仍能在材料設計與應用中扮演關鍵角色，進一步強化對材料科學整體概念的理解。

## 肆、心得反思

### 一、對材料科學理解的改變

#### （一）學習前：

- 1.主要以記憶材料名稱與用途為主
- 2.對材料背後的結構、鍵結與製造原理理解不深
- 3.知識較為零散，難以與生活實例連結

#### （二）學習後：

- 1.能理解材料的結構、鍵結方式與製造過程
- 2.能將理論概念與生活中常見的材料與產品連結
- 3.對材料科學產生更高的興趣與好奇心

### 二、理論與實際應用的體會

#### （一）學習前：

- 1.認為日常用品只是功能性的存在
- 2.未意識到材料設計背後的科學複雜性

#### （二）學習後：

- 1.理解日常物品結合了多層次的材料設計與科學原理
- 2.能從材料科學角度重新看待生活中的產品

### 三、學習態度與時間管理的成長

#### （一）學習前：

- 1.面對行程延誤容易感到壓力與焦慮
- 2.學習方式較固定，缺乏彈性調整

#### （二）學習後：

- 1.能重新規劃時間，調整學習節奏
- 2.在壓力下培養自我管理與解決問題的能力

### 四、學習方法與筆記能力的提升

#### （一）學習前：

- 1.筆記偏向抄寫內容，缺乏整理與歸納
- 2.對重點掌握不夠明確

#### （二）學習後：

- 1.主動整理重點筆記
- 2.以自己的話重新歸納概念，加深理解
- 3.透過反覆修正筆記，提升統整與歸納能力

### 五、整體學習收穫

#### （一）學習前：

- 1.專注於完成學習內容本身

#### （二）學習後：

- 1.不僅獲得材料科學知識
- 2.更學會在有限時間內調整學習策略
- 3.對未來學習更有信心，也更願意嘗試不同方法

### 伍、參考文獻

（一）陳柏宇、林玉敏（2019 年 8 月 1 日）。結構、性質與功能-材料設計仿生學。《科學月刊 Science Monthly》

（二）國立清華大學材料科學工程學系. (n.d.). 材料科學與工程導論：原子中的電子結構及鍵結 [PDF]. 國立清華大學材料科學工程學系網站.

（三）CASE 報科學. (2024, February 19). 材料科學觀點——探索晶體之開發及應用. 國立臺灣大學科學教育發展中心 CASE 報科學

（四）U.S. Department of Energy, Pacific Northwest National Laboratory, Materials Science and Technology Teachers Handbook, vol 2, pp.19-20, 2008