

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） 王信弘
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 Ewan 的這個議題，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	了解現代材料的本質與意義	
	9-10	理解分子結構和相互作用結合	
	11-12	原子結構與模型	
	13-14	區分主次要的分子間連結	
	15-16	進行統整複習，開始製作簡報	
學生簽名	王信弘	父母或監護人簽名	董玉青
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.	教師王振沅	化學王振沅

導師核章

導師陳玥妃

自主學習工作小組

館員陳映汝

圖書館主任核章

資媒代理組長張至賢

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 資料	班級	學號	姓名
	普一忠	411001	王偉迪
主題名稱	材料初探-見微知著：結構		
自主學習 學習目標	能多向了解基本的材料知識，比較不同之間結構的差異		
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 教師
2	9/11	確認金屬中的碳來源為何	化學王振沅 教師
3	9/18	詢問何為記憶合金	化學王振沅 教師
4	9/25	討論包括合金的固溶體性質	化學王振沅 教師
5	10/2	討論孔隙率的意義	化學王振沅 教師
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 教師
7	10/16	分類各種形式的不鏽鋼	化學王振沅 教師
8	10/23	討論電子遷移率的意義	化學王振沅 教師
9	10/30	詢問壓電材料的應用及運作原理	化學王振沅 教師
10	11/6	確認化特性對材料造的影響	化學王振沅 教師
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 教師
12	11/20	詢問摩爾定律的內容	化學王振沅 教師
13	11/27	討論凡得瓦力的原理及日常應用	化學王振沅 教師
14	12/4	詢問弱金屬偶極的定義及連結出現處	化學王振沅 教師
15	12/11	統整、復習內容、制作1~7週的簡報	化學王振沅 教師
16	12/18	制作8~14週的簡報、專欄、論文	化學王振沅 教師

導師核章

導師陳玥妃

自主學習工作小組

館員陳映汝
115. 1. 14

圖書館主任核章

資媒代理組長張至賢
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 <u>普一忠</u>	學號 <u>411001</u>	姓名 (請親自簽名) <u>王偉立</u>	
主題名稱	<u>材料初步探-見微知著」結構</u>			
自主學習 學習目標	<u>能夠了解基本的材料知識，比較之間結構的差異</u>			
自主學習 成果記錄	週次	實施內容與進度	自我檢核	指導教師確認
	1	<u>尋找、確定課程種類、選定課業</u>	<u>完成</u>	<u>化學</u> <u>王振流</u>
	2	<u>觀看並了解材料科學的歷史背景</u>	<u>完成</u>	<u>化學</u> <u>王振流</u>
	3	<u>了解工業時的材料工程及科學發展</u>	<u>因為時時課程安排未完成，所以 會因週補看完成</u>	<u>化學</u> <u>王振流</u>
	4	<u>了解材料工程與科學的基本概念</u>	<u>完成，並且將上週未完成的進度 補完</u>	<u>化學</u> <u>王振流</u>
	5	<u>尋找真實應用的實例：氧化鋁</u>	<u>完成</u>	<u>化學</u> <u>王振流</u>
	6	<u>比較單晶、多晶及無晶的差異</u>	<u>完成</u>	<u>化學</u> <u>王振流</u>
	7	<u>比較馬、奧貝司體及珠光體差異</u>	<u>完成</u>	<u>化學</u> <u>王振流</u>
	8	<u>了解材料的各種分類</u>	<u>完成</u>	<u>化學</u> <u>王振流</u>
	9	<u>探討金屬、陶瓷的性質及應用</u>	<u>見狀</u>	<u>化學</u> <u>王振流</u>
	10	<u>探討高分子複合、先進材料性質</u>	<u>完成</u>	<u>化學</u> <u>王振流</u>
	11	<u>分類各代半導體及其特點</u>	<u>完成</u>	<u>化學</u> <u>王振流</u>
	12	<u>分析材料之應用標準</u>	<u>完成</u>	<u>化學</u> <u>王振流</u>
	13	<u>利用齒輪的實例分析</u>	<u>完成</u>	<u>化學</u> <u>王振流</u>
	14	<u>了解車子中機車的結構</u>	<u>完成</u>	<u>化學</u> <u>王振流</u>
	15	<u>進行彙整、復習、製作簡報</u>	<u>完成</u>	<u>化學</u> <u>王振流</u>
	16	<u>轉成論文格式製作</u>	<u>完成</u>	<u>化學</u> <u>王振流</u>

自主學習 成果說明	能够夠分類生活中大部份材料的種類，了解各種材料的基本特性及其造 成的材料性質。
自主學習 歷程省思	在經過這次的自主學習之後，我順利的掌握了基礎的材料科學知識。不過 這期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並且使之系統化的整理。 且這次的論點剛好也有跟正式的論點有連結，可以做為一般正式課程的延伸，拓 展我們的知識廣度。在這次學習之前，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發覺的 角度去看待材料的構成，才能了解材料的本質。而在這次的學習中， 我也了解到筆記並不是將教授的內容全部記錄，而是以一種自己看的懂的 方式進行抄寫，只要抄錄到字讓自己看的懂就好，並不是用大量的時間重 複自己寫的東西(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、簡單扼要。 尚缺對學習內容的省思(如何承先啟後)

指導教師簽章

王振汎

導師核章

導師陳玥妃

自主學習工作小組

圖書館主任核章

館員陳映汝
115.1.14資媒代理組長張至賢
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：普一忠 座號：1 姓名：王偉弘

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. 暮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：

王振況

自主學習工作小組：

館員陳映汝

115. 1. 14

圖書館主任：

資媒代理組長張至賢

115. 1. 14

新北市私立格致高級中學 114 學年度第一學期學生自主學習成果

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。

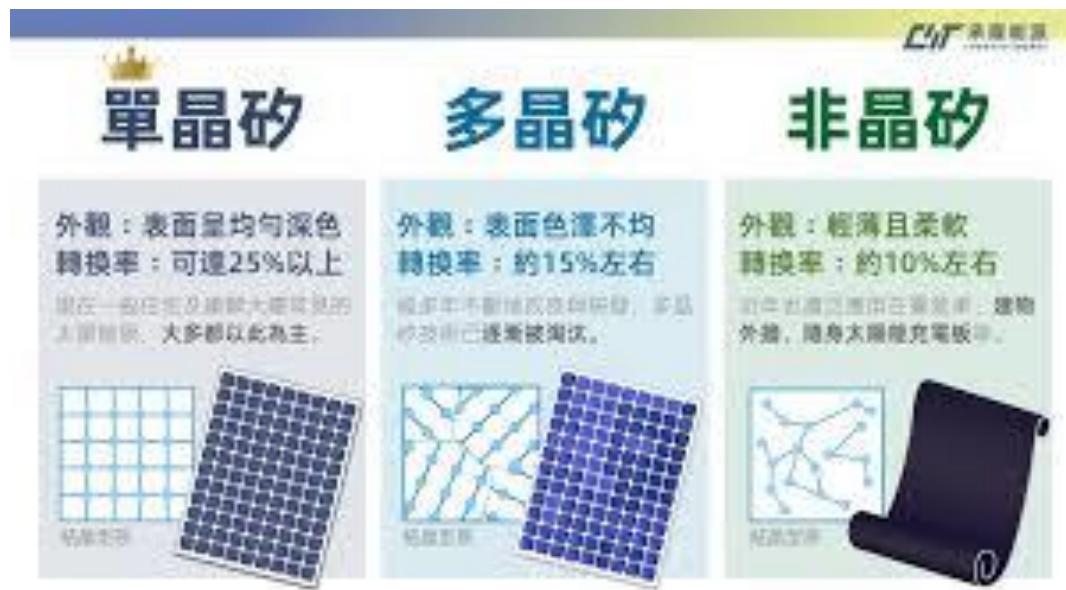
材料科學是重於發現新的材料，就是上面的全部過程；材料工程則是將新發現材料應用於真實生活中。

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（ SiC ）、氮化物（ Si_3N_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) 氢鍵

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

(一) 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