

寫在前面

經濟部為充裕產業升級轉型所需人才，於 105 年起專案推動產業人才能力鑑定業務，整合產官學研，建立能力鑑定體制及擴大辦理考試項目，由經濟部核發能力鑑定證書，並促進企業優先面試 / 聘用及加薪獲證者。經濟部產業人才鑑定是「為產業找人才，為青年許未來」的鑑定機制。

IPAS 整合產官學研力量，根據重點產業發展所需專業人才。能力鑑定以教、訓、考、用循環的人才發展創新體系。由產業領軍，以企業用人需求，經嚴謹的方式共同訂定產業人力客觀標準，訂定產業產業人才能力標準，訂定職能基準與能力鑑定系統。

爰此，因應國內淨零碳排產業發展趨勢與人才需要，工業技術研究院產業學院接受經濟部產業發展署委託，共同策劃產業人才之能力鑑定制度，有效引導學校或培訓機構因應產業需求規劃課程，以輔導學生就業縮短學用落差，同時鼓勵我國在校學生及相關領域從業人員報考，引導民間機構投入培訓產業，以訓考用循環模式培養符合產業及企業升級轉型所需人才並提供企業選用優秀關鍵人才之客觀參考依據，以提升淨零產業人才之素質與競爭力。

若說 IPAS 鑑定是「為產業找人才，為青年許未來」，本書也期許搭起產業與青年之間的橋樑。青年期許自己的未來，產業希冀找到具有淨零能力的人才。二者之間需要有溝通的橋樑。本書的宗旨為有抱負有理想的青年，將目前淨零的基本概念做系統化的整理，奠定通過鑑定的能力，進而達到產業對人力的需求。

2

國內外極端氣候變遷 治理與因應作法

精華概要

氣候變遷（Climate Change）

- ⊕ UNFCCC（聯合國氣候變化綱要公約）第 1 條指：「氣候變遷為在一定時期內，所觀測到的自然氣候變異度之外的直接或間接之全球大氣成份變化係歸因人為活動所致」。
- ⊕ UNFCCC 將人為活動導致的氣候變遷與自然氣候變異做明確區分。

IPCC 政府間氣候變遷小組 （Intergovernmental Panel on Climate Change）

- ⊕ IPCC 是附屬於聯合國之下的跨政府組織，在 1988 年由世界氣象組織（WMO）、聯合國環境署（UNEP）合作成立。該會會員限於世界氣象組織及聯合國環境署之會員國。
- ⊕ 政府間氣候變化專門委員會，主要工作旨在向世界提供當前氣候變化及其潛在環境和社會經濟影響的科學觀點，並發表與執行《氣候變遷綱要公約》有關的專題報告。

⊕ IPCC 有三個工作組：

- ◇ 第一工作組（WGI）：評估氣候變化的物理科學基礎。
- ◇ 第二工作組（WGII）：評估社會經濟和自然系統面對氣候變化的脆弱性、氣候變化的後果以及適應氣候變化的選項。
- ◇ 第三工作組（WGIII）：評估如何減緩氣候變化、減少溫室氣體排放以及去除大氣層之溫室氣體的方法。

⊕ 自 1990 年起，IPCC 每六到八年會進行全面性的氣候變遷調查，已公布六份氣候變遷評估報告（1990、1995、2001、2007、2014 年、2023 年）。

⊕ 2014 年的《第五次評估報告》（AR5），為《巴黎協定》提供了主要的科學依據。

氣候變遷的軌跡：IPCC 氣候評估報告

⊕ IPCC 報告對氣候變遷議題的貢獻

第一次報告（1990）	對 UNFCCC（聯合國氣候變遷公約）內容產生重要影響
第二次報告（1995）	對京都議定書協議內容產生重要影響
第三次報告（2001）	聚焦衝擊問題，並強調調適的重要性
第四次報告（2007）	針對後京都議定書時代，提出增溫控制在 2°C 的目標
第五次報告（2014）	檢視 2°C 的目標，為 2015 巴黎協定（PARIS 2015 agreement）做準備
第六次報告（2023）	推估最新氣候變遷趨勢，加入全球社會經濟情境，符合同時考量減緩與調適需求

⊕ IPCC 第六次評估報告（AR6）中，提供未來氣候變遷情境「共享社會經濟路徑」（Shared Socioeconomic Pathways, 簡稱 SSPs）

- ◇ 以可數據化、可量測之資料庫建立一整合性（IAM）模型做為基礎情境現況（SSP Baseline Scenarios），後續通過不同敘述性故事情境，提出不同未來情境。

排放情境	敘述性故事情境	短期升溫 (2040)	本世紀末 升溫
SSP1~1.9 極低排放	世界可以有效減少溫室氣體排放，走向永續的排放情境。	1.5°C	1.5°C
SSP1~2.6 低排放	全球試圖達到永續目標但進展緩慢	1.5°C	2.0°C
SSP2~4.5 中排放	在區域競爭下，各國因更關注區域內的經濟與安全問題，犧牲更廣泛的發展	1.5°C	2.7°C
SSP3~7.0 高排放	在一個不平等的情境，環境政策可能僅存在中高收入地區，全球能源部門集中在碳密集燃料	1.5°C	3.6°C
SSP5~8.5 極高排放	幾乎沒有氣候政策下的排放情境	1.5°C	4.4°C

⊕ IPCC 第六次評估《AR6 綜合報告》分為三個部分：A. 當前趨勢與狀態；B. 未來氣候變遷、風險和長期應對；C. 近期應對。

A. 當前趨勢與狀態

1. 2011 ~ 2020 年全球地表平均溫度比 1850 ~ 1900 年高出 1.1°C (0.95°C ~ 1.20°C)。
2. 2019 年大氣中二氧化碳濃度 (410ppm) 是過去兩百萬年來最高。
3. 2019 年全球人為溫室氣體淨排放量中，佔比最大的是化石燃料燃燒和工業製程產生的二氧化碳；其次是甲烷。
4. 2019 年全球約 79% 的溫室氣體排放來自能源、工業、交通、和建築部門；22% 來自農業、林業和其他土地利用。
5. 全球海平面上升速度，2018 年已經增加為每年 0.37 公分。
6. 當前各國的政策與國家自主貢獻目標仍存在實施的差距。若未加強政策本世紀末暖化程度可能達 3.2°C。
7. 2030 年全球溫室氣體排放若要在有限過衝 (overshoot) 的情況下，將升溫限制在 1.5°C，意味這現在立即就須採取深度減碳的策略，但到目前為止，為這些目標而制定的政策有限。

B. 未來氣候變遷、風險和長期應對

1. 全球即便處於非常低排放的情境（SSP1-1.9），近期升溫也很有可能達到 1.5°C。
2. 限制人為造成的暖化需要二氧化碳淨零排放。
3. 若沒有額外減量的情況下，目前的化石燃料基礎設施預計的二氧化碳排放量極有可能將超過 1.5°C 的剩餘碳預算。
4. 如果升溫超過特定程度，例如 1.5°C，則可以透過實現和維持全球二氧化碳淨負排放量，再次逐漸降低升溫。

C. 近期應對

1. 在這十年內、快速和深度持續的減緩，和加速實行調適行動，將減少人類和生態系統的損失和損害，並帶來許多共同利益
2. 有效的氣候行動是透過政治承諾、協調多層次治理的一致性、體制框架、法律、政策和戰略，以及增加獲得資金和技術的機會來實現。
3. 透過資金、技術和國際合作是加速氣候行動的關鍵推手。

全球風險報告

世界經濟論壇（World Economic Forum, WEF）自 2005 年起，執行《全球風險感知調查》（Global Risks Perception Survey, GRPS）該報告透過分析世界重要風險事件，評估對全球短、中、長期的重大影響，並提出洞察結果與建議，用來因應未來 10 年內全球可能面臨的風險。

《2024 年全球風險報告》（The Global Risks Report 2024）提醒全球領導人，世界局勢正受氣候變遷與地緣政治衝突兩大危機嚴重影響。未來兩年科技和地緣政治帶來的風險攀升，放遠看未來十年，前十大風險裡有一半都跟氣候、環境相關。

	二年（短期）風險	十年（長期）風險
1	假訊息與錯誤訊息	自然災害與極端氣候事件
2	極端氣候事件	生態系統巨變
3	社會分化問題	生物多樣性減少
4	網路犯罪與安全問題	自然資源短缺
5	國際衝突	假訊息與錯誤訊息
6	經濟機會缺乏	AI 技術的不良結果
7	通貨膨脹	非自願性遷移
8	非自願性遷移	網路犯罪與安全問題
9	經濟衰退	社會分化問題
10	汙染	汙染
環境問題	2 + 10【2 項】	1+2+3+4+10【5 項】

⊕ 風險種類的變化趨勢：有關氣候的變遷短期未列入前十大風險，但在十年（長期）的尺度下名列前五。

1. 自然災害與極端氣候事件
2. 生態系統巨變
3. 生物多樣性減少
4. 自然資源短缺
5. 汙染（都有列入）

⊕ 世界經濟論壇對《2024 年全球風險報告》，也點出因應風險、未來應投入的幾項措施：

④ 量化氣候變遷對人類健康的影響：氣候負面影響健康的驅動事件，包含洪水、乾旱、熱浪、熱帶風暴、野火和海平面上升。

- 洪水帶來的急性風險最高，預計恐造成 850 萬人死亡。
- 乾旱則是第二大死因，預計將導致 320 萬人死亡。

- 極端氣溫造成生產力損失，熱浪帶來的經濟損失估計達 7.1 兆美元。
- ◇ 全球農業的永續轉型融資。
- ◇ 鋼鐵、鋁和航空業脫碳。
- ◇ 氣候科技如何引領創新解方與調適。
- ◇ 轉變能源需求。

IEA 國際能源署 (International Energy Agency)

國際能源總署成立於 1974 年，為總部設於法國巴黎的政府間國際組織，目前已有 30 多個國家加入。初始任務即是致力於預防石油供給的任意波動，提供國際石油市場及其他能源領域相關的統計資訊，以有效應對潛在之石油供應鏈中斷、以及制定節能相關政策。現今的國際能源總署肩負著更廣泛的任務——**關注全方位的能源問題**。其成立宗旨在確保可靠、可負擔及永續能源之供應，並針對國際能源現況及發展進行研究分析，提供可靠資訊供各國參考，也開設諸多與能源有關之培訓推廣活動，以幫助各國轉型為清潔永續能源。

- ⊕ 該組織目前的委託責任拓展集中在良好的「3E 能源政策」，即**能源安全、經濟發展以及環境保護**。
- ⊕ 為實現 1.5°C 氣候目標，IEA 於 2021 年第一次發布「全球能源部門 2050 淨零排放路徑報告」。【IEA2023 年提出新版的 2050 年淨零排放情境 (NZE)】，說明再生能源和效率是減少化石燃料需求的關鍵、加速電氣化與減少甲烷排放也很重要。並提出目前應立即停止新設未加裝減排設備的燃煤電廠；停止新的石油、天然氣投資案。
- ⊕ 2022 年 2 月俄羅斯入侵烏克蘭引發全球能源危機，造成能源部門的二氧化碳排放量持續上升，在 2022 年創下新紀錄。但同時，過去兩年間清潔能源技術方面取得了顯著進展。因此，2023 年 9 月 26 IEA 在公布新的淨零排放路徑。

⊕ 根據 IEA 發布新的淨零排放路徑的七大重點：

1. 通往 1.5°C 的路徑變窄（悲觀），但清潔能源的成長可使路徑敞開（樂觀）。
2. 清潔能源的強勁成長推動化石燃料需求下降。
3. 擁有加快淨零（Net Zero）速度的工具：再生能源的使用和能源效率提高是推動化石燃料需求下降的兩大關鍵源因。

到了 2030 年，全球再生能源裝置容量將增加近 3 倍，達到 11,000 吉瓦（gigawatts），為實現淨零情境到 2030 年最大的減排量。再生能源中，特別是太陽能光電發電和風能，應用十分廣泛且通常可快速部署，具備成本效益。

4. 清潔技術供應鏈帶來了產業機會。
5. 新工具融入創新並降低成本。
6. 管理能源轉型中出現的風險與機會：加快電網的許可、擴建和現代化、解決供應鏈瓶頸以及安全地整合變動性可再生（variable renewables）能源至關重要。
7. 更新到 2050 年實現淨零排放（Net Zero Emissions）路徑圖。
 - 2023 年：清潔能源的成長，無須新的燃煤發電及新的油氣田的開發。
 - 2030 年：希望達到再生能源產能三倍成長、能源強度 2 倍成長、甲烷排放減少 75%、所有新的重工業產能都具有淨零排放的能力。
 - 2035 年：盤點全球自主國家減排貢獻基準，希望已開發經濟體二氧化碳排放總量下降 80%、新興和發展中經濟體二氧化碳排放量總計下降 60%。
 - 2050 年：能源系統的轉變，希望達到 90% 的再生能源發電、核能發電容量翻倍、每年清除 1.7 Gt 二氧化碳。

我國因應氣候變遷發展

依據聯合國氣候變化綱要公約（UNFCCC）精神，臺灣於 2015 年公布施行《溫室氣體減量及管理法》（溫管法），成為我國氣候治理主要法源。

惟全球氣候變遷現象嚴峻，為加速我國減碳作為並強化氣候變遷調適，環境部提出「溫室氣體減量及管理法」修正草案，名稱修改為「氣候變遷因應法」，於 2023 年 2 月公布施行，目的是為了強化國內的減碳目標與政策工具。

「氣候變遷因應法」設定 2050 年達到淨零排放的中長期目標，展現臺灣對全球氣候行動的承諾，也明確界定了政府在推動氣候政策上的角色與責任。

《氣候變遷因應法》有 63 條，涵蓋了淨零目標、碳費徵收、氣候調適、排放管制、公正轉型等多項重點條文，希望透過立法推動社會各界參與減碳行動。

⊕ 國內淨零政策法規：氣候變遷因應法

氣候變遷因應法共有 7 章 63 條，要點整理如下：

1. 明定 2050 淨零排放目標：國家溫室氣體長期減量目標為一百三十九年（2050 年）溫室氣體淨零排放。每 4 年檢討一次，階段管制 5 年一期。
2. 碳費機制：為推動企業減碳，鼓勵企業透過技術創新、提高能源效率來減少排放，第 28 條提出分階段徵收碳費。第一階段鎖定年排放量逾 2.5 公噸二氧化碳當量「排碳大戶」，如鋼鐵、半導體或水泥等碳排放最大宗的產業，約 287 家。
3. 溫室氣體管理基金：碳費收入將作為「溫管基金」，專款專用於執行溫室氣體減量及氣候變遷調適等用途。
4. 碳盤查與管理：要求一定規模以上的企業要定期做碳盤查，並公開碳排放數據。
5. 納入「公正轉型」：積極採取預防措施，進行預測、避免或減少引起氣候變遷之肇因，以緩解其不利影響，並協助公正轉型。

新增調適專章 以科學為基礎強化韌性：規定政府必須建構調適能力，以科學為基礎，評估氣候風險、強化治理能力以提升韌性，建構綠色金融、調適技術研發與教育等，制定國家氣候變遷調適行動計畫。

TIPS

氣候變遷調適：指人類與自然系統為回應實際、預期氣候變遷風險或其影響之調整適應過程，透過建構氣候變遷調適能力並提升韌性，緩和因氣候變遷所造成之衝擊或損害，或利用其可能有利之情勢。

⊕ 國內淨零政策法規：綠色金融行動方案

為促進我國綠色金融市場有效運作及朝向永續金融全面性發展，金管會提出「綠色金融行動方案 3.0」。

◇ 願景：整合金融資源，支持淨零轉型

◇ 目標：為凝聚金融業共識，提出及發展金融業共通需要之指引、資料，推動金融業瞭解自身及投融資部位之溫室氣體排放情形，促進金融業主動因應及掌握氣候相關風險與商機，持續推動金融業支持永續發展並導引企業減碳。

◇ 核心策略：

1. 協力合作深化永續發展及達成淨零目標。
2. 揭露碳排資訊，從投融資推動整體產業減碳。
3. 整合資料及數據以強化氣候韌性與因應風險之能力。
4. 推動面向與具體措施。

範例試題

01. () 臺灣制定氣候變遷調適策略的願景是什麼？
- (A) 增加溫室氣體排放
 - (B) 減少自然資源的使用
 - (C) 為建構能適應氣候風險之低碳家園
 - (D) 完全依賴再生能源

02. () 臺灣設定的國家溫室氣體長期減量目標是什麼？
(A) 112 年溫室氣體淨零排放
(B) 120 年溫室氣體淨零排放
(C) 139 年溫室氣體淨零排放
(D) 150 年溫室氣體淨零排放
03. () 臺灣在因應氣候變遷的基本原則中，不包括以下哪項？
(A) 遵循「巴黎協定」
(B) 實施碳交易制度
(C) 新增核能發電
(D) 增強化資訊公開及公民參與
04. () 臺灣推動綠色金融及碳定價機制的目的是什麼？
(A) 加速溫室氣體減量
(B) 增加政府收入
(C) 限制民間資金運用
(D) 減少國際合作
05. () 臺灣政策配套中，不包括以下哪項？
(A) 推動綠色金融
(B) 檢討與改善再生能源等法令
(C) 發展氣候變遷科學及衝擊調適研究
(D) 全面禁止再生能源的發展
06. () 《聯合國氣候變化框架公約》（UNFCCC）的最終目標是什麼？
(A) 限制全球平均氣溫上升
(B) 降低全球糧食生產量
(C) 增加全球綠化覆蓋率
(D) 減少全球人口數量

模擬試題

01. () 世界經濟論壇的十大全球風險報告中，針對長期（10 年）風險最多議題是哪一類？
(A) 經濟
(B) 環境
(C) 社會
(D) 科技。

02. () 附屬於聯合國之下的跨政府組織，1988 年由世界氣象組織、聯合國環境署合作成立，專責研究由人類活動所造成的氣候變遷。此機構為？
- (A) CDP（碳揭露專案）
 - (B) WEF（世界經濟論壇）
 - (C) WHO（世界衛生組織）
 - (D) IPCC（聯合國政府間氣候變遷專門委員會）
03. () 我國氣候變遷法增加《調適》專章，「調適」指的是？
- (A) 減低民眾對於溫室效應和全球暖化議題的迷思
 - (B) 依據衝擊或影響，在自然或人類系統做的調整
 - (C) 調整人為和自然環境的總排碳量
 - (D) 以人類的科技結合自然的復育，提高溫室氣體的排放
04. () 我國於西元幾年將溫室氣體減量及管理法修正為氣候變遷因應法，正式將 2050 淨零排放目標入法，徵收碳費，專款專用？
- (A) 2015
 - (B) 2023
 - (C) 2021
 - (D) 2020
05. () 氣候變遷會造成的主要衝擊有哪些？
- (A) 颱風／颶風強度漸趨增強
 - (B) 本世紀末海平面上升 1 ~ 2 公尺
 - (C) 全球升溫極地冰帽不再
 - (D) 以上皆是
06. () 依 IPCC 第六次評估報告書（AR6），以下說明哪一項不正確？
- (A) 全球人為溫室氣體淨排放量中，佔比最大的是化石燃料燃燒。
 - (B) 全球人為溫室氣體淨排放量中，佔比其次的是甲烷。
 - (C) 全球即便處於非常低排放的情境（SSP1-1.9），近期升溫也很有可能達到 1.5°C。
 - (D) 當前各國的政策與國家自主貢獻目標可以達到 1.5°C 目標。

8

ISO 14064-1:2018 組織型溫室氣體盤查

8-1 溫室氣體

精華概要

溫室氣體

- ⊕ 溫室氣體是指可吸收來自地球表面、大氣本身或雲層發出之熱紅外輻射光譜中特定波長的輻射，溫室氣體可以讓陽光穿過大氣，但會將熱能留在地球表面，無法散出大氣層外，若累積愈來愈多會造成地球暖化現象。
- ⊕ 依據聯合國氣候變化綱要公約（UNFCCC）第三次締約國大會（COP3, 1997）中所通過的京都議定書及第十七次締約國大會（COP17, 2011）第十五號決議，明訂二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亞氮（N₂O）、氫氟碳化物（HFCs）、全氟碳化物（PFCs）、六氟化硫（SF₆）及三氟化氮（NF₃）等氣體為溫室氣體。
- ⊕ 我國環境部氣候變遷因應法亦定義此七種氣體為溫室氣體。

溫室氣體化學式	排放來源
CO ₂ 二氧化碳	化石燃料燃燒、工業製程（鋼鐵水泥等）
CH ₄ 甲烷	化石燃料燃燒、農業活動與生物排遺
N ₂ O 氧化亞氮	化石燃料燃燒、工業製程與農業施肥
HFCS 氫氟碳化物	冷媒、致冷劑與氣體滅火器
PFCS 全氟碳化物	工業製程（光電半導體、煉鋁等）
NF ₃ 三氟亞氮	工業製程（光電半導體）
SF ₆ 六氟化硫	致冷劑、氣體斷路氣 GCB 之絕緣體與防電弧電體

☞ 溫室氣體類別及排放來源

- ⊕ 依據 CCAC（Climate and Clean Air Coalition）2023 調查資料顯示，溫室氣體包括 81% 的二氧化碳，當中以化石燃料的燃燒過程產生最多，例如燃燒煤、石油和天然氣來產生電力、驅動運輸工具和運行工業生產設備等等。
- ⊕ 甲烷是第二大溫室氣體，在大氣中快速增加並造成空氣污染，全球超過 60% 的甲烷排放量來自於人為活動，主要來源為農業（42%）、化石燃料營運（36%）及廢棄物（18%）。

範例試題

01. () 聯合國間為了預防世界各國所排放的溫室氣體避免影響全球氣候嚴重暖化，國際上於 1997 年簽署何項議定書？
 - (A) 倫敦議定書
 - (B) 京都議定書
 - (C) 首爾議定書
 - (D) 多倫多議定書
02. () ISO 14064-1 中定義的溫室氣體排放不包含下列哪種氣體？
 - (A) CH₄
 - (B) VOCs
 - (C) NO₂
 - (D) SF₆

03. () 在溫室氣體來源當中，化糞池屬於企業自身排放源，其主要產生的溫室氣體種類為何？
(A) N_2O 氧化亞氮 (B) CH_4 甲烷
(C) PFCs 全氟碳化物 (D) SF_6 六氟化硫
04. () 半導體製造業中，較常出現何項溫室氣體？
(A) PFCs 全氟碳化物 (B) N_2O 氧化亞氮
(C) CH_4 甲烷 (D) SF_6 六氟化硫

模擬試題

01. () ISO 14064-1 中定義的溫室氣體排放不包含下列哪種氣體？
(A) 甲烷 (CH_4)
(B) 揮發性有機污染物 (VOCs)
(C) 氧化亞氮 (N_2O)
(D) 六氟化硫 (SF_6)
02. () ISO 14064-1:2018 界定全球暖化潛勢 (GWP) 的溫室氣體 (GHG) 中，下列何者為非？
(A) 二氧化碳 (B) 氮氣
(C) 氧化亞氮 (D) 六氟化硫
03. () 氣體斷路氣 GCB 之絕緣體，較常出現何項溫室氣體？
(A) PFCs 全氟碳化物 (B) N_2O 氧化亞氮
(C) CH_4 甲烷 (D) SF_6 六氟化硫
04. () 依據聯合國氣候變化綱要公約 (UNFCCC) 明訂的七大溫室氣體中，何種方式產生之主要溫室氣體對地球威脅最大且多？
(A) 燃燒化石燃料
(B) 反芻動物與垃圾填埋場排放
(C) 冷氣及製冷設備排放
(D) 農作物肥料使用排放
05. () 下列何項不是溫室氣體 CH_4 的排放來源？
(A) 垃圾場 (B) 石油及煤礦
(C) 家畜排泄物 (D) 滅火器