

Uedu 優學院教師工作坊 114 學年度第 2 學期

國立中央大學教學發展中心 系列最終場

Session 6

教學案例分享 與下學期五大新方向

Case Studies & Five New Directions for 115-1

頻道知識庫 | Uedu Lingua | Deep Research | 學習特質探索 | 環境資料

張家凱 (Chia-Kai Chang)

國立中央大學通識教育中心助理教授

Educational Omics Lab | 教育組學實驗室

ckchang@uedu.tw

2026 年 5 月 21 日 (四) 12:00–13:00

國立中央大學教學發展中心

平台網址：uedu.tw | NCU 子網域：nc.uedu.tw

本講義為「Uedu 優學院教師工作坊 Session 6」配套教材
由國立中央大學通識教育中心張家凱助理教授編撰
本講義內容歡迎教師於教學場域中自由使用與分享
引用時請註明出處：Uedu 優學院 (uedu.tw)

前 5 場講義索引：
uedu.tw/tutorials/ncu-workshop-114-2

版本日期：2026 年 5 月 21 日

目錄

1	為什麼最後一場談「未來」，而不是「回顧」	5
1.1	今天的核心提問	5
1.2	五個模組的快速地圖	5
2	模組一 頻道知識庫 (per-channel RAG)	7
2.1	老師最常問的一個問題	7
2.2	四階段運作流程	7
2.3	支援的檔案格式與限制	8
2.4	學生對話實際看起來像什麼	8
2.5	三個典型教學情境	8
2.5.1	情境 A：經典教材數位化	8
2.5.2	情境 B：專業領域問答	9
2.5.3	情境 C：多語系教材	9
2.6	隱私邊界：「頻道」這個字很重要	9
2.7	怎麼進去用	9
3	模組二 Uedu Lingua (英語教學模組)	10
3.1	為什麼需要獨立的英語模組	10
3.2	三條教學路線	10
3.3	練習 vs 評量雙軌制	10
3.4	寫作評量的 Rubric 設計	10
3.4.1	技術細節	11
3.5	口說研究路線 (B)	11
3.6	怎麼進去用	11
4	模組三 Deep Research Agent	13
4.1	一般 AI 對話的限制	13
4.2	Deep Research 是什麼	13
4.3	每步學生都看得到	13
4.3.1	ReAct 步驟範例 (學生實際看到的介面)	13
4.4	設計界線 (為什麼有上限)	14
4.5	怎麼讓你的學生用	14
4.6	教學情境建議	14
4.6.1	情境 A：研究方法課	15
4.6.2	情境 B：專題課	15
4.6.3	情境 C：通識課的延伸學習	15

5 模組四 學習特質探索	16
5.1 通識導師最常聽到的話	16
5.2 三大量表	16
5.2.1 Holland RIASEC 六維度	16
5.2.2 IPIP Big Five 五因素	16
5.2.3 OEJTS 四維度	17
5.3 為什麼用開源量表	17
5.4 三個教學應用情境	17
5.4.1 情境 A：導師輔導	17
5.4.2 情境 B：通識生涯課	17
5.4.3 情境 C：班級整體輪廓	17
5.5 倫理界線	18
5.6 怎麼進去用	18
6 模組五 環境資料 (Environomics)	19
6.1 為什麼學習要關心環境？	19
6.2 文獻證據：環境暴露 → 學習成效	19
6.2.1 PM2.5 與認知表現 (中國縱貫研究)	19
6.2.2 高考當天空氣品質與升學機會 (以色列自然實驗)	19
6.2.3 溫度與學習 (美國 PSAT 大數據)	20
6.2.4 CO ₂ 與決策能力 (受控實驗)	20
6.2.5 延伸：噪音與兒童學習	20
6.3 兩大資料源	21
6.4 透明度承諾	21
6.5 AI 對話中怎麼用：三個 function tool	21
6.6 四個教學情境	22
6.6.1 情境 A：地理區域氣候比較	22
6.6.2 情境 B：公衛環境健康關聯	22
6.6.3 情境 C：環境科學空氣品質指標解讀	22
6.6.4 情境 D：社會科環境正義	22
6.7 對研究老師：學術機會	22
6.8 怎麼進去用	23
附錄 研究底座：Educational Omics 框架與雨傘 IRB	24
7 給自己的下學期備忘	27
8 延伸資料與聯絡方式	28
8.1 各模組相關文件	28
8.2 前 5 場講義索引	28

8.3	相關研究文獻	28
8.3.1	方法 / 模型	28
8.3.2	學習特質量表	28
8.3.3	Environomics : 環境與學習成效 (見 §6.2)	28
8.4	聯絡方式	29

1. 為什麼最後一場談「未來」，而不是「回顧」

從 3/12 到今天 5/21，我們走完了 6 場每場 1 小時的工作坊。前 5 場分別建立了：

- Session 1 (3/12) : 平台入門與核心功能總覽
- Session 2 (3/19) : 蘇格拉底對話任務設計實作
- Session 3 (4/16) : Quiz 測驗與 AI 自動出題
- Session 4 (4/23) : 多模態互動 (語音 / TTS / 多語系)
- Session 5 (5/7) : 學習分析儀表板與教學決策

這 5 場讓你「能用」這個平台。今天的目的不是溫情收束，而是讓你看見：**下學期 115-1 你可以做更多。**

1.1 今天的核心提問

“從這五個模組裡，你下學期想試哪一個？”

系列工作坊最常見的結局是溫情收束，學期一結束，老師就忘了。「Uedu 是什麼」變模糊，下學期使用率掉下來。今天要做的不一樣：

今日設計

把這 60 分鐘當成下學期 115-1 的開場。每介紹一個模組，請你心裡判斷：「這對我這門課有沒有用？」結尾請填寫**下學期承諾單** (第 7 節)，告訴我你想試什麼。

1.2 五個模組的快速地圖

模組	解決什麼問題	入口
頻道知識庫	AI 助教只用「我給的教材」回答學生	教師控制台 → 教材庫
Uedu Lingua	英語寫作 / 口說自動分項評量	/lingua
Deep Research	學生做多步研究、文獻整合、思考歷程可見	/mygpts/create
學習特質探索	學生自我認識 (3 套量表) / 導生輔導素材	/profiling
環境資料	學習環境變數 (CWA + MoEnv) 導入教學素材	/environment

選擇邏輯：前三個（知識庫 / Lingua / Deep Research）是「直接改善教學流程」的；後兩個（特質探索 / 環境資料）是「擴大課程素材維度」的。

2. 模組一 頻道知識庫 (per-channel RAG)

2.1 老師最常問的一個問題

“我希望 AI 助教只用我的講義回答學生，不要它自己上網亂找。
”

在過去 5 場工作坊裡，這個需求被提到超過 10 次。原本的做法有兩種，都有問題：

- 把整本教材塞進 **system prompt**：太長、token 爆掉、慢、貴
- 把整本教材給 AI 之前一次微調：成本高、無法更新、技術門檻高

Uedu 的解法是 RAG (Retrieval-Augmented Generation)：上傳教材一次，AI 每次只取最相關的幾個段落，引用回答。

2.2 四階段運作流程

階段	老師做	系統自動做
1. 上傳	一鍵上傳教材檔案	接收 PDF / DOCX / PPTX / TXT
2. 切塊與編碼	—	切成 ~800 token 段落、用 text-embedding-3-small 轉成向量
3. 檢索	—	學生提問時，計算 cosine similarity，取 Top-3 段落
4. 注入	—	把段落塞進 AI 的 system context，AI 引用回答

2.3 支援的檔案格式與限制

項目	設定
支援格式	PDF (含掃描檔 OCR) / DOCX / PPTX / TXT
單檔上限	50 MB
切塊大小	800 tokens / chunk · overlap 100 tokens
向量模型	OpenAI text-embedding-3-small (1536 維)
檢索 Top-K	3 個最相關段落
相似度門檻	0.30
處理時間	50 頁 PDF 約 1-3 分鐘背景處理完成
快取	教室層級 5 分鐘記憶體快取

完全不用動到任何技術

老師唯一要做的事：上傳檔案。背景處理 (embedding + 切塊) 由系統自動完成。學生對話時自動啟用，無感體驗。

2.4 學生對話實際看起來像什麼

學生提問：「老師上週講的『需求彈性』和『所得彈性』差在哪？我聽不太懂。」

系統背景自動：

1. 將學生問題轉成 embedding 向量
2. 與該頻道知識庫的所有段落計算 cosine similarity
3. 取出最相關的 3 個段落 (例：經濟學原理_第 4 章.pdf p.12、p.18、投影片_W5_彈性.pptx slide 7)
4. 把段落與原問題一起送給 GPT，AI 引用段落回答

學生看到的回答：包含教材原文引用，明確標示來源檔名與位置。

2.5 三個典型教學情境

2.5.1 情境 A：經典教材數位化

把整學期講義、課本掃描檔、補充閱讀全部上傳。學生反覆問同一段內容時，AI 都能引用同一份權威來源。適合：內容大、學生反覆問同一段、想避免 AI 自由發揮的課

程。

2.5.2 情境 B：專業領域問答

上傳法規條文、醫學指引、產業標準等需要嚴格引用的文件。**適合**：法律、醫護、會計、工程倫理等容易答錯且需要嚴格引用來源的領域。

2.5.3 情境 C：多語系教材

中 / 英 / 日多版本教材並存，AI 會自動選用相對應語言段落作答。**適合**：外語課程、跨國合作課、雙語教學。

2.6 隱私邊界：「頻道」這個字很重要

頻道知識庫的範圍是「頻道」，不是「使用者」

這個模組叫「頻道知識庫」(per-channel RAG)，不是「個人知識庫」。範圍是當前頻道：學生 A 在頻道 X 上傳的東西，**不會**跑到頻道 Y、**不會**跟著老師到別的課。每個課程 / 個人頻道各自獨立。

這是刻意的設計決策。Uedu 不做「跨頻道個人記憶」是因為：

- 跨頻道會破壞課程隔離 (老師 A 的教材跑到老師 B 的課)
- 學生個人空間 (如 AIDA 優學伴) 有獨立的設計層
- 「per-channel」是國際 Custom GPT 平台的成熟範式 (對應 ChatGPT 的 Knowledge files)

2.7 怎麼進去用

入口	教師控制台 → 教材庫 → 知識庫
適用	所有教師、所有課程類型 (含 mygpts 個人頻道、K12 認證頻道)
狀態	已上線
後台觀察	可看「哪些段落被檢索次數最多」
mdash;	mdash; 反映學生最卡哪

3. 模組二 Uedu Lingua (英語教學模組)

3.1 為什麼需要獨立的英語模組

通用 ClassroomGPT 雖然支援多語系，但對英語教學情境有四個限制：

- 寫作評量沒有「分項評分」(grammar / vocabulary / coherence / task fulfilment)
- 口說沒有逐字稿 + 發音 / 流暢度分析
- 沒有「練習」「評量」雙軌制 (學生不知道哪些被計分)
- 老師缺乏針對英語教學設計的儀表板

Uedu Lingua 補上這四件事，並把英語教學獨立成側邊欄專區。

3.2 三條教學路線

路線	中文名稱	設計目的
A	寫作共寫	學生提交段落 / 作文，AI 提供局部修改建議 + rubric 評分
B	口說研究	學生錄音，Whisper 逐字稿 + 詞彙複雜度 / 流暢度量化
C-b	學術寫作	專為論文 / 研究計畫寫作設計：結構檢查、引文格式、學術詞庫

適合學科：A 路線適合通識英文、英語寫作、學期報告英文版；B 路線適合口語表達課、簡報英文、語言中心；C-b 路線適合研究所英文、學術英文、博士先修。

3.3 練習 vs 評量雙軌制

為什麼要區分「練習」與「評量」

學生對「會被計分」的提交常常會**過度保守、不敢犯錯**，反而學不到東西。Uedu Lingua 把兩件事分開：

- **練習模式：**學生自己使用，不入儀表板、不入成績。鼓勵犯錯。
- **評量模式：**老師指派的 assignment，作為作業成績。

3.4 寫作評量的 Rubric 設計

每份作業的評量包含四個面向，每項 0–5 分：

面向	評量重點	權重
Grammar 文法	句構正確性、時態一致性、主謂一致	25%
Vocabulary 詞彙	詞彙豐富度、用字精準度、學術詞彙	25%
Coherence 連貫	段落結構、邏輯銜接、主題發展	25%
Task Fulfilment 任務達成	是否回應題目要求、論點完整性	25%

3.4.1 技術細節

評分模型：GPT-5.4-mini + reasoning_effort='medium' + JSON 輸出。這是品質優先於速度的選擇——寫作評分需要推理能力，不適合用無 reasoning 的模型。

3.5 口說研究路線 (B)

1. 學生在 Lingua 介面錄音 (最長 5 分鐘)
2. 系統將音檔送至 Whisper 進行語音辨識
3. 系統分析：
 - 逐字稿 (含時間戳)
 - 詞彙多樣性 (type-token ratio)
 - 流暢度 (speech rate, pause ratio)
 - 發音準確度 (試驗中)
4. 學生看到結果，可重錄；老師看到分項報告

3.6 怎麼進去用

入口	uedu.tw/lingua
適用	語言中心、外語系、通識英文、研究所英文
狀態	早期使用者階段 (beta) · 下學期逐步開放
建立流程	建立 assignment → 設定 rubric → 學生提交 → AI 評分 → 老師覆核
資料匯出	整合至 Uedu Lab 的 Linguomics 維度

想當試用者

這個模組目前在早期使用者階段。願意當試用者的老師，請在第 7 節的承諾單勾選 Lingua，或直接 email ckchang@uedu.tw。

4. 模組三 Deep Research Agent

4.1 一般 AI 對話的限制

ClassroomGPT 的標準對話流程：學生送出問題 → AI 用「現有知識」立刻回答。這對「事實性問題」很有效，但碰到以下情境就力不從心：

- 學生要寫期末報告，需要查多份文獻並整合
- 需要做跨來源比對（同一個議題在不同論文裡的觀點）
- 需要先查資料、再算結果、再畫圖（多工具串接）
- 需要展示「我是怎麼想出這個答案的」

4.2 Deep Research 是什麼

Deep Research 是 mygpts 個人頻道的一個子能力（mode_1 子模式）。啟用後，AI 不再是「單次回答機」，而是執行**多步研究循環**（ReAct loop）：

Plan	Act	Observe	Reflect	下一輪
擬定子問題	呼叫工具	解讀結果	評估是否完成	或收斂答案

每個迴圈（最多 30 步）AI 都會：

1. **Plan**：根據當前已知資訊，提出下一個要解決的子問題
2. **Act**：從工具池中選擇一個 function tool，產生呼叫
3. **Observe**：解讀工具回傳的結果
4. **Reflect**：判斷是要繼續查、要換方向、還是已可收斂

4.3 每步學生都看得到

思考歷程的可視化

傳統 AI 對話的問題：學生看不到 AI 是怎麼想的。Deep Research 強制把過程透明化——；每一步「呼叫了什麼工具、看到什麼結果、為什麼下一步要做什么」都呈現給學生。這是教研究方法、教批判性思考最直接的工具。

4.3.1 ReAct 步驟範例（學生實際看到的介面）

學生問：「我想知道台灣高中生用 AI 學習的相關研究有哪些」

1. search_advisor_papers : 找出 Uedu 認證老師中相關研究
2. search_external_papers : OpenAlex 補充國際論文 (限 tw/sg/jp/kr/cn 五國)
3. list_uedu_team_papers : 確認 Uedu 團隊是否有相關研究
4. execute_code : 跑統計分析驗證假設
5. calculate_and_plot : 繪製整合圖表
6. Synthesize : 整合所有發現，生成有引用的研究筆記

4.4 設計界線 (為什麼有上限)

界線	上限	為什麼
單次步數	≤ 30 步	避免無限循環
單次時間	≤ 10 分鐘	不阻塞學生
單次 tokens	≤ 200,000	防止失控成本
學生每日次數	≤ 20 次	鼓勵主動使用，但保留教學成本可控

為什麼有這些限制

Deep Research 是「給學生用的」mdash;mdash; 不是研究員等級的無限工具。我們刻意設計成「夠用、不會失控」的範圍，讓學生敢用、家長 / 校方放心、平台成本可控。

4.5 怎麼讓你的學生用

入口	/mygpts/create → 勾選「啟用 Deep Research」
適用	任何使用者 (學生 + 老師皆可建立自己的 Deep Research 頻道)
狀態	分階段上線中 (Phase 1 已完成骨架，b2-b5 持續實作)
工具池	共用 ClassroomGPT 的 27 個 function tool (advisor / paper 搜尋、執行程式、繪圖、課綱、論文資料庫等)
文件	.claude/logs/deep-research-agent.md (內部設計文件)

4.6 教學情境建議

4.6.1 情境 A：研究方法課

要求學生在期末報告必須使用 Deep Research 並附上「研究歷程截圖」。學生不只交報告，還要展示「他是怎麼想出來的」mdash;mdash; 這是思考歷程的可視化。

4.6.2 情境 B：專題課

學生在跨領域專題的初期，用 Deep Research 做文獻盤點。AI 自動跨資料庫 (OpenAlex + 站內論文 + 公開資料) 整合，比傳統 Google 學術搜尋快很多。

4.6.3 情境 C：通識課的延伸學習

對基礎課堂內容有興趣深入的學生，提供 Deep Research 入口。讓「想學的人」自己往下走。

5. 模組四 學習特質探索

5.1 通識導師最常聽到的話

“我不知道自己想做什麼。”

學生很少有機會在課程系統內，用**科學量表**系統地探索自己。Uedu 把三套國際公認的開源心理量表整合進平台。學生在 5-10 分鐘內就能完成一個量表，立即看到自己的特質報告。

5.2 三大量表

量表	題數	維度	測什麼	結果格式
Holland RIASEC	48	6	職業興趣傾向	前 3 高維度組合代碼 (如 RIA)
IPIP Big Five	50	5	人格五大因素	五維度百分位
OEJTS (MBTI 開源版)	32	4	MBTI 16 型人格	4 字母類型代碼 (如 ENFJ)

5.2.1 Holland RIASEC 六維度

- **R** Realistic 實作型：喜歡動手做、機械、工程
- **I** Investigative 研究型：喜歡分析、解謎、研究
- **A** Artistic 藝術型：喜歡創作、表達、設計
- **S** Social 社交型：喜歡幫助、教導、互動
- **E** Enterprising 企業型：喜歡領導、說服、競爭
- **C** Conventional 常規型：喜歡組織、秩序、規範

5.2.2 IPIP Big Five 五因素

- **O** Openness 開放性：好奇心、想像力、藝術品味
- **C** Conscientiousness 嚴謹性：自律、組織、責任感
- **E** Extraversion 外向性：社交活力、正向情緒、健談
- **A** Agreeableness 親和性：同理、合作、信任
- **N** Neuroticism 神經質：情緒波動、焦慮、易怒

5.2.3 OEJTS 四維度

- **E-I** Extraversion vs Introversion：注意力外向 vs 內向
- **S-N** Sensing vs Intuition：感官資訊 vs 直覺整合
- **T-F** Thinking vs Feeling：邏輯判斷 vs 情感判斷
- **J-P** Judging vs Perceiving：結構化 vs 開放彈性

5.3 為什麼用開源量表

商業量表 vs 開源量表

傳統 MBTI 商業授權昂貴，無法整合進公有平台。OEJTS (Open Extended Jungian Type Scales) 是學術界公認可替代的開源版本。Big Five 用的是 IPIP (International Personality Item Pool) 這個全球研究者共用的題庫。RIASEC 已是公開知識，無授權問題。

Uedu 選擇開源量表，是要確保這個功能能**永久免費**、**無使用門檻地**提供給所有學生。

5.4 三個教學應用情境

5.4.1 情境 A：導師輔導

學期初要求導生完成三量表，初次導生會談時討論結果。導師不必從零開始認識學生，會談有具體素材。

5.4.2 情境 B：通識生涯課

把三量表作為課程素材，討論「測驗的優劣 / 自我認識 / 職業選擇」。學生作答 → 自己分析 → 課堂討論，比空談更有效。

5.4.3 情境 C：班級整體輪廓

看「這班 60 人哪幾型最多」mdash;mdash; 設計分組討論時可參考。異質分組 (人格互補) 或同質分組 (觀點碰撞) 都有依據。

5.5 倫理界線

這是「自我探索工具」，不是篩選機制

結果不用於：評分、對外公開、做為入學或職涯篩選依據。

學生可重複作答，所有歷次紀錄全保留（讓學生觀察自己一段時間後是否改變）。

5.6 怎麼進去用

入口	uedu.tw/profiling
適用	純學生端，無教師端即時介面
狀態	已上線
學生路徑	側邊欄「學習特質探索」→ 選量表 → 作答 → 看結果報告
綜合報告	/profiling/report 匯整三量表結果，可列印作為導生會談備忘
老師端	本身不開放即時查看個別學生；需透過 Uedu Lab 申請去識別化匯出

為什麼刻意不做教師端 dashboard

這是平台對「學生自我認識」的承諾。如果做了即時教師端 dashboard，老師就會想「看完這份報告再決定怎麼對待這個學生」；mdash;mdash; 這就變成了篩選機制。所以本模組刻意不做。

6. 模組五 環境資料 (Environomics)

6.1 為什麼學習要關心環境？

Educational Omics 框架的**第四維度**：學生在什麼樣的環境下學習 mdash;mdash; 溫度、濕度、空氣品質、噪音 mdash;mdash; 會影響認知表現與情緒。這是過去學習分析很少關注的維度，但有大量證據顯示「環境暴露 → 學習成效」是真實的因果鏈。

“同一個老師、同一份教材，學生在 $PM_{2.5} = 80$ 的下午聽課，和在 $PM_{2.5} = 15$ 的早上聽課，認知表現會差很多。”

這不是抱怨，是可以量化、可以納入教學決策的事。

6.2 文獻證據：環境暴露 → 學習成效

「環境影響學習」這件事，過去 10 年累積了相當紮實的實證基礎，分布在環境經濟學、公衛、室內空氣品質研究三個社群。以下是被引用最多、方法上最乾淨的四個代表性研究：

6.2.1 $PM_{2.5}$ 與認知表現 (中國縱貫研究)

Zhang, Chen & Zhang (2018) 用中國家庭追蹤調查的 25,485 人縱貫資料，配合衛星與地面測站的 $PM_{2.5}$ 暴露量，發現：

- $PM_{2.5}$ 累積暴露顯著降低語文與數學測驗分數
- 暴露 3 年的累積效應 = 失去約 1 年教育的差距
- 對男性、長者、低教育程度者衝擊更大 (弱勢族群被加倍懲罰)

Zhang, X., Chen, X., & Zhang, X. (2018). The impact of exposure to air pollution on cognitive performance. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(37), 9193–9197.

6.2.2 高考當天空氣品質與升學機會 (以色列自然實驗)

Ebenstein, Lavy & Roth (2016) 用以色列高中會考 (Bagrut) 的逐日資料，比較同一考生在不同科目考試當天的 $PM_{2.5}$ 暴露：

- 考試當天 $PM_{2.5}$ 增加 $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，該科分數顯著下降
- 整體會考分數下降 → 進入頂尖大學機率降低 → 終身收入降低
- 這是「短期環境暴露 → 長期人力資本」的乾淨因果證據

Ebenstein, A., Lavy, V., & Roth, S. (2016). *The long-run economic consequences of high-stakes examinations: Evidence from transitory variation in pollution*. **American Economic Journal: Applied Economics**, 8(4), 36–65.

6.2.3 溫度與學習 (美國 PSAT 大數據)

Park, Goodman, Hurwitz & Smith (2020) 用美國 10 million 名 PSAT 考生的學區層級資料：

- 學年中每多 1°F 的炎熱日，學習成果下降約 1%
- 黑人與西語裔學生受影響程度為白人學生的 2–3 倍
- 學校裝設冷氣可抵銷大部分效應 (→ 對冷氣資源分配的政策意涵)

Park, R. J., Goodman, J., Hurwitz, M., & Smith, J. (2020). *Heat and learning*. **American Economic Journal: Economic Policy**, 12(2), 306–339.

6.2.4 CO₂ 與決策能力 (受控實驗)

Allen, MacNaughton et al. (2016) 在哈佛公衛學院的受控實驗艙裡，操弄受試者所處環境的 CO₂ 濃度：

- 從 550 ppm (綠建築水準) 升到 1,400 ppm (一般辦公室)，9 項認知功能分數平均下降 50%
- 受影響最大的是「策略思考」「危機應對」「資訊使用」這些高階認知
- 一般大學教室人多不通風時，CO₂ 經常落在 1,200–2,500 ppm 區間

Allen, J. G., MacNaughton, P., Satish, U., Santanam, S., Vallarino, J., & Spengler, J. D. (2016). *Associations of cognitive function scores with carbon dioxide, ventilation, and volatile organic compound exposures in office workers*. **Environmental Health Perspectives**, 124(6), 805–812.

6.2.5 延伸：噪音與兒童學習

Hygge, Evans & Bullinger (2002) 利用慕尼黑機場遷址的自然實驗，追蹤老 / 新機場附近兒童的認知變化：

- 新機場附近兒童的閱讀理解與長期記憶顯著退步
- 舊機場附近 (不再有航空噪音) 兒童的同項能力顯著提升
- 這是少數能證明「噪音 → 認知」因果方向的研究

Hygge, S., Evans, G. W., & Bullinger, M. (2002). *A prospective study of some effects of aircraft noise on cognitive performance in schoolchildren*. **Psychological Science**, 13(5), 469–474.

對教學的意涵

這些研究的暴露量級 mdash;mdash;PM2.5 從 15 → 80、教室 CO₂ 從 550 → 1,400 ppm、夏天教室升溫 mdash;mdash; 就是台灣教室每天會碰到的範圍。研究結論不是「在極端情況下」，是常態。

意思是：環境變數對教學的影響從來就在發生，只是過去沒有人在學習分析裡記錄它。Environomics 就是要讓這個維度被看見。

6.3 兩大資料源

資料源	內容
中央氣象署 CWA opendata.cwa.gov.tw	853 個氣象觀測站 + 362 個地震站。溫度、濕度、降雨、風速、氣壓。每 10 分鐘更新。
環境部 MoEnv data.moenv.gov.tw	84 個空氣品質測站。AQI、PM2.5、PM10、O ₃ 、SO ₂ 、NO ₂ 、CO。即時資料 (每小時) + 歷史資料 (10 天)。2026-05 起整合。

6.4 透明度承諾

Uedu 對政府公開資料的使用立場

所有資料來自政府公開資料平台，Uedu 只使用、不再次公開分發。
公開頁面只呈現「衍生 insight」(如學校環境風險指標)，不重複展示測站原始即時資料。

6.5 AI 對話中怎麼用：三個 function tool

Environomics 已整合進 ClassroomGPT 與 AIDA 共用的 function tool 註冊表 (chat_tools.py)，AI 助教在學生詢問環境相關問題時會主動呼叫。

工具名稱	用途
get_school_environment	學校層級暴露。依 IDW 加權該校 top-3 測站，回傳「我們學校今天的環境狀況」。
get_county_environment	縣市層級時序。單一縣市的氣象 + 空品時序資料，適合分析趨勢。
get_taiwan_environment_ranking	全台縣市排行。AQI / PM2.5 / 溫度等指標的縣市排名，適合社會科主題討論。

6.6 四個教學情境

6.6.1 情境 A：地理區域氣候比較

學生比較北、中、南、東四區的氣候資料，AI 自動拉出最近 30 天的時序，學生討論「為什麼差異會這樣」。

6.6.2 情境 B：公衛環境健康關聯

討論空氣品質對呼吸道疾病的影響時，AI 提供「最近一週各縣市 PM2.5 排名」，學生對應健保資料討論相關性。

6.6.3 情境 C：環境科學空氣品質指標解讀

教 AQI 計算方法時，AI 從 MoEnv 抓即時各污染物濃度，現場用學生剛學的公式換算 AQI，驗證系統計算結果。

6.6.4 情境 D：社會科環境正義

討論「環境負擔在不同縣市的分布」時，AI 提供跨縣市長期統計，學生討論「為什麼某些縣市總是排名差」。

6.7 對研究老師：學術機會

Environomics 是 EO 框架中「最被忽視但最有實證潛力」的維度

搭配 Cognomics (Bloom 對話分析) + PhysioNeuromics (HRV 穿戴裝置) 做三方相關研究，是國際 LAK / EDM 還沒被佔據的領域。

6.8 怎麼進去用

入口	uedu.tw/environment
適用	地理、公衛、環科、社會、跨領域 STS 課程
狀態	2026-05-15 上線 (剛上線的新模組)
公開頁面	提供 Uedu 對環境資料的整合呈現 (衍生 insight)
AI 對話	學生在 ClassroomGPT / AIDA 詢問環境相關問題 · AI 自動呼叫對應工具
研究用途	有興趣做「環境 × 學習成效」研究的老師可申請 Uedu Lab 匯出
個人位置	學生可選擇「分享我的位置」(限 18+) · 讓 AI 給出在地化資訊

附錄 研究底座：Educational Omics 框架與兩傘 IRB

以下兩節獨立於今日五個模組之外，給對「Uedu 為什麼長成這樣」「想拿 Uedu 做研究」有興趣的老師補充。日常教學使用 Uedu 不需要知道這些細節，但理解它有助於判斷哪些功能背後有共同的設計原則、哪些研究合作走得通。

A. Educational Omics 六維全景

Uedu 用六個可觀測維度刻畫學習者狀態。六維皆已在平台落地實作，今日工作坊聚焦其中四維：

維度	測什麼	Uedu 對應
Cognomics 認知	對話軌跡、Bloom 認知層次、推理歷程	Part 1 RAG / Part 3 Deep Research
Linguomics 語言	語言複雜度、寫作 / 口說評量、語意分析	Part 2 Uedu Lingua
Physioneuromics 生理神經	HRV、睡眠、壓力、EEG、fNIRS	Uedu Fit (Garmin 健康) / Uedu Brain
Sociomics 社會	討論區互動、協作學習、同儕網絡	校版 / 課程論壇 / 共編文件
Environomics 環境	溫濕度、空氣品質、噪音、CO ₂	Part 5 環境資料
Ethicomics 倫理	同意書、隱私、AI 偏誤、學習者自主性	Part 4 倫理界線 / AI Literacy D2/D3

為什麼這樣切

每個維度都對應「可量化、可導出、可研究」的資料來源。EO 不是發明新概念，而是把六種異質資料整合成**可組合的分析底座**。今天的五個模組是這個底座的不同切面。

B. 雨傘 IRB：為什麼一個學期能推 5 個新模組仍合規

雨傘 IRB (Umbrella IRB) = 一張案號覆蓋一整個研究計畫家族，而不是每個小研究單獨送審。

Uedu 母案：NTU-REC 202507EM058

2026 年 4 月 10 日經國立臺灣大學行為與社會科學研究倫理委員會通過。範圍寫廣，涵蓋 Uedu 平台所有註冊登入使用者的教學與研究資料，六維 EO 全部入傘。

三條規則

- 新功能落在母案範圍內 → **Amendment** (累積後一次送)：新模組 (Lingua / Environomics / Profiling / Deep Research) 不必每次重新申請 IRB，累積一輪後一次送修訂
- 超出母案範圍 → 才需新案：線下紙本問卷、外部 Google Form 找校外人、跨機構訪談都是反模式
- **Uedu 站內問卷系統是預設選項**：對學生發問卷、收回饋時，用 Uedu 內建的問卷模組 (學生登入後填答)，自動落入母案，不必再額外申請

為什麼這樣設計

- **研究敏捷性**：發新模組不必等 3 個月 IRB 排隊
- **倫理一致性**：所有功能共用同一套同意書 / 隱私規範
- **跨組學合併分析法源清楚**：Cognomics × Physioneuromics 跨組學合併研究時，法源完整，不會卡在「兩個獨立 IRB 不能合併」

對老師的意涵

想用 Uedu 做研究？平台內收的學生資料已落入母案的合法蒐集框架。要做校外人員或線下紙本研究，可能需要 amendment 或新案，寫信給 ckchang@uedu.tw 討論。

對學生 UI 的措辭原則

母案存在這件事可以對老師、研究者、論文 Methods 提；但對學生 **UI 不引用案號**。學生看到的應該是「我的權利」(可撤回、可查詢、可刪除)，不是「我被某某編號的計畫研究」。案號保留給機構溝通與學術發表用。

7. 給自己的下學期備忘

這頁不必交回，也不必告訴任何人；就當作是給自己的提醒。把今天聽進去的東西，化成一個明確的「下學期想試的方向」，比起點頭稱是、然後忘掉，多走一公里。

下學期 115-1 可以試試看 □□

- 把講義上傳成頻道知識庫，看 AI 引用會不會更準
- 用 **Uedu Lingua** 取代部分英文寫作評量
- 在期末報告要求學生使用 **Deep Research**
- 把**學習特質探索**帶進導生時間或通識課
- 在課程素材中使用**環境資料**

擬使用課程：_____ (115-1 開課代碼或課名)

我打算什麼時候開始：_____

第一步要做什麼：_____

備註：_____

8. 延伸資料與聯絡方式

8.1 各模組相關文件

- 頻道知識庫：uedu.tw/doc/rag (待補)
- Uedu Lingua：uedu.tw/lingua
- Deep Research：設計文件待開放
- 學習特質探索：uedu.tw/profiling
- 環境資料：uedu.tw/environment

8.2 前 5 場講義索引

- Session 3 (4/16) AI 自動出題：投影片
- Session 5 (5/7) 學習分析儀表板：投影片 / 講義 PDF
- 完整工作坊資訊：uedu.tw/tutorials/ncu-workshop-114-2

8.3 相關研究文獻

8.3.1 方法 / 模型

- Lewis, P., Perez, E., Piktus, A., et al. (2020). Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive NLP Tasks. *NeurIPS 2020*. (RAG 原始論文)
- Yao, S., Zhao, J., Yu, D., et al. (2023). ReAct: Synergizing Reasoning and Acting in Language Models. *ICLR 2023*. (ReAct 原始論文)

8.3.2 學習特質量表

- Holland, J. L. (1997). *Making vocational choices: A theory of vocational personalities and work environments*. (3rd ed.).
- Goldberg, L. R. (1992). The development of markers for the Big-Five factor structure. *Psychological Assessment*, 4(1), 26–42.

8.3.3 Environomics：環境與學習成效 (見 §6.2)

- Zhang, X., Chen, X., & Zhang, X. (2018). The impact of exposure to air pollution on cognitive performance. *PNAS*, 115(37), 9193–9197.

- Ebenstein, A., Lavy, V., & Roth, S. (2016). The long-run economic consequences of high-stakes examinations: Evidence from transitory variation in pollution. *AEJ: Applied Economics*, 8(4), 36–65.
- Park, R. J., Goodman, J., Hurwitz, M., & Smith, J. (2020). Heat and learning. *AEJ: Economic Policy*, 12(2), 306–339.
- Allen, J. G., MacNaughton, P., Satish, U., et al. (2016). Associations of cognitive function scores with carbon dioxide, ventilation, and volatile organic compound exposures in office workers. *Environmental Health Perspectives*, 124(6), 805–812.
- Hygge, S., Evans, G. W., & Bullinger, M. (2002). A prospective study of some effects of aircraft noise on cognitive performance in schoolchildren. *Psychological Science*, 13(5), 469–474.

8.4 聯絡方式

Email	ckchang@uedu.tw
個人首頁	chia-kai-chang.github.io
平台	uedu.tw (NCU 子網域 : nc.uedu.tw)
教育組學實驗室	eduomics.org

End of Session 6 Handout · 114-2 工作坊系列最終場

謝謝六場的同行·期待 115-1 繼續同行