

混齡國小 LEGO 積木與機器人課程

教師研習講義

(每週 40 分鐘 | 一套任務三層門檻 | 以工程素養與運算思維為主線)

版本日期：2026-02-23

一、研習目標與學習成果

本講義提供一套可直接落地的混齡 LEGO 課程設計與授課方法，重點在「同題不同層」差異化、40 分鐘課堂節奏、以及以作品證據為主的評量。

- 教師能用 3 層挑戰 (L1/L2/L3) 設計同一任務，讓低中高年級同堂共學。
- 教師能用固定 6 段式流程完成一節 40 分鐘課 (任務規格 + 統一測試 + 快速回饋)。
- 教師能使用「分工角色卡」與「桌上訊號卡」穩定控場，降低救火頻率。
- 教師能用 rubric 與迭代紀錄卡，評量達標、改良與表達，而非只看完成度。

二、建議研習流程 (2 小時示範版)

| 時間 | 內容 | 講師重點 | 參與者產出 |
|-----------|-------------------------------|-------------------------|---------------------|
| 0:00-0:10 | 暖身與示範：失敗版作品 | 用失敗引出工程語言 (重心/支撐/摩擦/對齊) | 知道今天的規格與評量方式 |
| 0:10-0:25 | 核心框架：同題不同層 (Tiered Challenge) | 一套任務三層門檻；混齡不做兩套課 | 完成一個任務的 L1/L2/L3 草案 |
| 0:25-1:05 | 分組實作 + 統一測試 (示範 6 段式課堂) | 老師只巡迴 3 問，讓規格與測試流程控場 | 完成作品 + 至少 1 次迭代紀錄 |
| 1:05-1:25 | 共備：把任務螺旋升級 (Level 1→4) | 同題材加限制 (距離/承重/精準/成功率) | 完成 1 個單元的螺旋升級表 |
| 1:25-1:50 | 評量與學習單：rubric + 迭代證據 | 避免只看炫；保留弱勢學生的得分路徑 | 完成一份 rubric + 迭代卡 |
| 1:50-2:00 | Q&A 與帶回課堂清單 | 常見落坑與解法 | 各自帶回 1 個可上課的教案雛形 |

三、課程定位：積木課與機器人課的能力主線

混齡環境下，建議用「工程素養 + 系統思維」做共同語言，再視器材 (是否有馬達/感測器) 決定程式比例。

(A) 積木課 (偏建構與表達)

- 結構與受力：支撐、重心、加固、抗扭、摩擦。
- 模型化：需求 → 拆解 → 組裝 → 測試 → 修改 (迭代)。
- 表達：能說明自己的設計理由與改良依據。

(B) 機器人課 (偏系統整合與控制)

- 系統模型：輸入 (感測) → 處理 (判斷) → 輸出 (動作)。

- 除錯：硬體（結構/傳動/供電）與程式（流程/條件/參數）雙向排查。
- 任務導向：以可驗證任務（走直線/轉 90°/避障/循線）作為學習證據。

四、混齡課設計框架

1) 同題不同層 (Tiered Challenge)

每次任務都設計 3 層門檻，學生自行選擇或由老師引導升階。

| 層級 | 目標 | 適合對象 | 教師提示語 |
|-------|--------------------|----------|-------------------------|
| L1 基礎 | 人人可達，先做出來並符合最低規格 | 低年級、初學者 | 先讓它穩定；先過規格再談漂亮。 |
| L2 進階 | 加一個工程限制（更遠/更穩/更準） | 中段學生 | 你們想提升哪個指標？距離、承重、精準、成功率？ |
| L3 專家 | 加可量測指標 + 迭代優化（附證據） | 高年級、能力強者 | 用數據說話：改前/改後差多少？ |

2) 螺旋式進階 (同主題反覆做，但加新限制)

- Level 1 直覺建構：先有成功經驗（能立、能過、能動）。
- Level 2 規格化挑戰：訂可測標準（距離/誤差/承重/成功率）。
- Level 3 加入控制：最小程式概念（順序/重複/條件），或最小機構控制（碰撞回彈/限位）。
- Level 4 專題化：真實情境、多解、重視迭代紀錄與說明。

3) 40 分鐘 6 段式課堂流程 (SOP)

| 段落 | 時間 | 做什麼 | 教師要避免 |
|------|---------|----------------|-----------------|
| Hook | 0-3 分 | 失敗示範/情境問題 | 講太久、提前教太多解法 |
| 任務規格 | 3-6 分 | 寫出可驗證標準 | 只說『做一個...』卻沒有標準 |
| 微教學 | 6-10 分 | 只教 1 個關鍵概念 | 一次塞滿所有概念 |
| 建造 | 10-28 分 | 小組實作；老師巡迴 3 問 | 老師代工；一直幫孩子修到好 |
| 統一測試 | 28-36 分 | 同一流程跑測試；記錄結果 | 各組自己測，標準不一 |
| 分享收尾 | 36-40 分 | 一句話：改了什麼？結果如何？ | 改成作品發表會拖到下課 |

4) 分組與角色 (混齡控場關鍵)

建議 3 人一組，角色每堂輪換，避免『能力強者全包』。

- 工程師：負責結構與組裝決策。
- 測試員：負責跑測試與記錄數據。

- 記錄員/解說員：負責拍照、填迭代卡、30 秒口頭說明。

桌上訊號卡（綠/黃/紅）建議：綠=已達標想升階；黃=卡住需要提示；紅=安全或結構崩壞需立即處理。

五、示範教案（可直接上課）：『橋梁承重挑戰』

1) 任務設定

- 情境：要讓機器人/推車過橋，橋不能塌。
- 規格：跨越 20 cm 缺口，承重 1 本書 10 秒（L1）。
- 測試工具：兩張桌子/兩張椅子拉開 20 cm；承重物用課本或積木盒。

2) 三層挑戰

| 層級 | 條件 | 驗收 |
|----|-----------------------------|-----------|
| L1 | 跨 20 cm，承重 1 本書 | 10 秒不塌 |
| L2 | 跨 25 cm 或 承重 2 本書（二擇一） | 10 秒不塌 |
| L3 | 承重重量 / 橋自重比 最大化 （附數據與照片） | 提交改前/改後比較 |

3) 微教學講稿（3 分鐘版本）

今天只記一個觀念：『三角形比四邊形更不容易變形』。橋會塌，常見原因是中間受力後「弓起來」或「扭轉」。你們可以用三角支撐或上下兩層加固，讓它不容易變形。

4) 老師巡迴 3 問（全程用這三句）

1. 你們今天的規格是什麼？現在做到哪一層？
2. 你們剛剛失敗的現象是什麼？你猜原因是？
3. 下一次只改一件事：你要改哪裡？為什麼？

5) 統一測試流程（讓課堂公平且安靜）

- 每組把橋放上測試區，測試員倒數 3 秒後放上承重物。
- 記錄員拍照並記錄：是否達標、承重重量、是否變形。
- 未達標的組先回座位修改；達標的組可自選升階（L2/L3）。

六、評量：避免只看炫，保留每個孩子的得分路徑

混齡課建議用多軸 rubric：達標 + 迭代證據 + 表達合作 + 加分（創意）。

| 向度 | 比例 | 可觀察行為 | 教師記錄方式 |
|--------------|-----|----------------------|----------------|
| 達標（功能） | 40% | 符合任務規格（距離/承重/精準/成功率） | 勾選達標 + 寫關鍵數字 |
| 迭代證據 | 30% | 至少 1 次改良；能說明改良原因 | 迭代卡（改前/改後） |
| 表達與合作 | 20% | 角色輪換；能用一句話說明設計 | 口頭 30 秒 + 分工紀錄 |
| 加分（創意/美感/效率） | 10% | 有特色但不傷害公平 | 加分欄（可不填滿） |

七、可印模板（建議 A4 一張搞定）

模板 1：迭代紀錄卡（每堂一張）

任務/規格：_____

失敗現象（看到什麼）：_____

原因假設（我猜為什麼）：_____

這次只改一件事（改哪裡）：_____

測試結果（數字/成功率）：_____

模板 2：角色卡（3 人小組）

| 角色 | 任務 | 提醒 |
|--------|--------------------|------------------|
| 工程師 | 組裝與結構決策 | 先穩再快；先過規格 |
| 測試員 | 跑測試 + 記錄數字 | 同一標準；不偷放水 |
| 記錄/解說員 | 拍照 + 填迭代卡 + 30 秒分享 | 說『改了什麼』而不是『做了什麼』 |

模板 3：桌上訊號卡（綠/黃/紅）

- 綠：已達標，準備挑戰 L2/L3（老師可延後處理）。
- 黃：卡住了，需要 1 個提示（老師以提問方式給方向）。
- 紅：安全/結構崩壞/缺關鍵零件（老師優先處理）。

八、常見落坑與解法（老師最需要的救火指南）

| 落坑 | 症狀 | 解法（可直接用） |
|-------------|--------------|------------------------------|
| 太早追求作品很炫 | 孩子一直裝飾，功能不達標 | 先訂規格 + 統一測試；達標後才允許加外觀 |
| 沒有迭代，壞了就重做 | 下課前一團亂，成果不穩 | 規定『至少 1 次改良』並用迭代卡記錄 |
| 硬體不穩卻要孩子寫程式 | 程式再改也不準 | 先做硬體檢核（輪子同高、齒輪咬合、供電固定）再進程式 |
| 分工失衡，高年級全包 | 低年級旁觀，學不到 | 固定角色輪換；成果分享由解說員（可指定低年級）負責一句話 |
| 材料不足或零件混亂 | 一直找零件，時間被吃掉 | 每組固定零件盒；下課 3 分鐘做點收 SOP |

九、附錄：12 週課程一覽（通用 LEGO 版）

備註：若器材為 LEGO SPIKE/WeDo（含馬達/感測器），可把第 4/7/8/9 週的 L3 擴充改為『輸入→處理→輸出』的最小程式任務（順序/重複/條件），但仍以硬體穩定為先。

| 週次 | 主題 | 核心概念 | L1 規格示例 | L3 擴充示例 |
|----|-------------|-----------|----------------------|--------------|
| 1 | 工程班規 + 連接穩定 | 穩固連接、對稱 | 搬運盒裝 10 顆積木走 5 步 | 零件最少仍達標 |
| 2 | 高塔與重心 | 重心、底面積 | 扇風 3 次不倒 | 高度最大 + 改良證據 |
| 3 | 橋梁承重 | 梁、三角支撐 | 跨 20 cm 承重 1 本書 10 秒 | 承重/自重比最大 |
| 4 | 車體穩定 | 輪距、摩擦、對齊 | 斜坡滑 1 m 不翻 | 距離最遠且不偏 |
| 5 | 齒輪與傳動 | 齒輪比、扭力 | 手搖升降 10 cm | 同圈數下效率最大 |
| 6 | 抓取夾具 | 連桿、夾持力 | 夾起球搬到指定區 | 限時成功率 |
| 7 | 轉向精準 | 轉向機構、誤差 | 走 S 彎不撞瓶 | 障礙更密仍成功 |
| 8 | 避障策略 | 規則流程/機構限位 | 碰撞回退或彈性避障 | 有感測器則做 if 避障 |
| 9 | 任務整合：運送車 | 整合、功能優先 | A→B 運送小物含轉彎 | 誤差/成功率以數據呈現 |
| 10 | 迭代週 | 控制變因 | 只能改 2 個部位 | 前後比較表 |
| 11 | 展示準備 | 表達、證據 | 海報：目標-設計-改良-結果 | 加入失敗案例 |
| 12 | 成果日 | 規格賽 + 展覽 | 全班同測試流程 | 專家解說與示範 |