

以任務為樞紐的數學教育重構： 回應臺灣數學教育的雙重結構性挑戰

楊凱琳*

臺灣數學教育由考試導向逐步推動素養導向的歷程中，學生學習與教師教學長期面臨兩種彼此交織、卻常被分別處理的結構性落差。其一為國際大型評量中反覆被揭示的「高成就—低動機」落差，其二為同一教育體系內「成就差距、自我效能差距擴大」的隱性教育不均風險（Yang, 2025）。這兩種落差並非僅源於升學制度本身，而是深植於課堂的學習任務與考試的評量任務所共同形塑的教育生態之中。若僅透過補救教學或外在激勵回應，而未能同時重構學習任務與評量任務所隱含的學習價值與能力發展取向，則難以培養學生的內在學習動機與可自我調節的學習能力，亦難以緩解體系內部逐漸擴大的學習差距。因此，本文主張：以「任務（task）」作為學生、教師、師培者與研究者學習的共同核心，視其為連結教育實踐、理論建構與研究創新的樞紐，以回應上述雙重結構性挑戰。

一、高成就體系中的張力與活力

以正式（Formal）及非正式（Shadow）的學習機會（Opportunity to Learn）為分析框架，Yang 等人（2022）指出，臺灣數學教育在核心內容覆蓋、教材任務設計與教師專業發展上，形成一個高度支持認知學習的環境。教科書普遍包含具認知挑戰性的任務與真實情境，教師亦具備紮實的數學內容知識與教學調適能力，這些因素共同構成臺灣學生在國際評量中表現突出的重要基礎。而任務正是連結教育實踐、理論建構與研究創新的樞紐，也是學生、教師、師培者與研究者共同經驗、詮釋並重構數學學習與數學價值的關鍵。

然而，跨國比較研究（如 TIMSS、PISA）亦反覆揭示一個看似矛盾的現象。在個體層次，動機與成就呈正相關；在國家層次，卻呈現負相關（Shen &

* 國立臺灣師範大學數學系講座教授

Pedulla, 2000; Chen & Hastedt, 2022)。東亞學生在數學成就上領先，但在興趣、信心與價值感上卻相對偏低 (Mullis et al., 2020; OECD, 2019)，此一現象常被視為「東亞高成就體系」的 East Asian learner paradox (Watkins & Biggs, 1996; Leung, 2001)。

Yang (2025) 指出，此一現象在臺灣不僅表現為「高成就—低動機」的整體落差，亦伴隨體系內部成就與自我效能差距擴大的第二種落差。換言之，臺灣數學教育並非單純的成功模式，而是一個在多重張力中動態運作的高成就體系。這些張力並非外加因素，而是內嵌於高度競爭、績效導向與將高分等同成功的學習文化中生成，其背後反映的，乃是學習動機、學習意義與教育公平等層面的結構性問題。

因此，臺灣數學教育的核心特徵，不應被歸結為穩定的「成功模式」，而應理解為一個在多重結構性張力中生成並調節的高成就系統：它一方面蘊含促進深度認知發展的動能，另一方面亦不斷再生亟待回應與轉化的學習困境。在此脈絡下，若以「任務」為核心，則可開展一種同時關照認知與情意、學習與教學、理論與實務的研究取向，使任務成為連結教育實踐、理論建構與研究創新的關鍵角色。

二、考試文化下的學生與師資挑戰

在高成就體系中，考試文化 (high-stakes examination culture) 往往成為影響學習與教學的核心結構力量 (Ryan & Weinstein, 2009; Hogan et al., 2013)。在臺灣，儘管課綱明確轉向素養導向，升學考試仍深刻形塑教學內容的選擇、課堂節奏的安排以及學習價值的判準 (Yang et al., 2022a)。

在學生層面，考試導向的學習文化強化了「表現即學習」的隱性信念。研究顯示，臺灣學生普遍將數學學習等同於得分、速度與正確率，而較少將其視為溝通、探究或工具使用的歷程 (Zhang et al., 2016)。即使學生具備高度努力及熟能生巧，仍常伴隨較低的自我效能感與偏向單一工具性的數學價值觀 (Liou, 2014)。

在教師層面，相關研究曾指出，臺灣教師普遍具備高品質的數學與教學知能，且重視學生表現 (Hsieh et al., 2010)。然而，在升學壓力持續存在的情境下，這種表現導向 (performative orientation) 的教學取向，往往促使教師優先採取可迅速對應考試成果的策略，而較少實踐開放性任務、數學建模活動或科技融入教學 (Yang et al., 2022a)。

三、任務為樞紐的具體實踐

面對上述結構性張力，臺灣數學教育近年逐步展現轉化契機，其關鍵在於以任務為核心，重新構造學生、教師、師培者與研究者的學習機會。「就是要學好數學(Just Do Math, JDM)」計畫即回應「高成就—低動機」的結構問題，透過設計數學奠基活動(Mathematics Grounding Activities, MGAs)，將學習焦點從完成題目轉向生成數學想法的有感、有趣之思考歷程，即可透過操作與探索的活動投入數學思考(Lin et al., 2018)。讓學生於正式教學之前體驗 MGAs，有利於發展可持續學習的動能，體現「預防勝於補救」的任務設計理念(Lin & Chang, 2019)。

雖然科技與遊戲可影響數學學習，但科技本身並不必然帶來學習轉變。若數位遊戲僅作為獎勵機制或既有題型的包裝，其學習效益往往有限，甚至可能削弱學生對數學思考的投入。基於此反思，Yang (2025) 區分出三種數位數學遊戲的設計取向：(1) 靈魂出竅型：遊戲與數學思考脫鉤；(2) 借屍還魂型：數學應用寄生於遊戲外殼；(3) 脫胎換骨型：數學思考在遊戲行動中生成。脫胎換骨型的數學遊戲，主要是讓數學思考在遊戲行動中重新生成。Just Play Math (JPM) 計畫即採用第三種取向，發展「速戰數決」數位遊戲(見因材網 <https://adl.edu.tw/HomePage/home/>)，學生在思考決策、嘗試錯誤、即時回饋與自我調節中，演化數學想法與形塑概念結構。

從覺動觀點(enactivist)來看，學習任務不僅是內容傳遞工具，而是促成意義生成的認知行動(Varela et al., 1991; Brown & Coles, 2012)。數學奠基活動與速戰數決中的任務同時支撐學生的認知發展與情意投入；在教師與師培者層次，任務的分析、實施、評估與調整，亦可成為教師專業學習的核心活動(Chang et al., 2021; Lin et al., 2016)；在研究者層次，任務亦構成理論應用與策略反思的關鍵，使研究得以在實踐脈絡中持續修正其分析框架與學習假設(Yang et al., 2022b)。

四、以任務為樞紐的數學教育取向

本文主張：任務(task)應被視為教育實踐、理論建構與研究創新的樞紐。長期以來，國際數學教育研究已將任務界定為組織課堂活動與學習機會的核心單位(Doyle, 1990; Stein et al., 2000)。從覺動與轉化學習的整合觀點來看(Maiese, 2017; Sim & Nicolaidis, 2024)，任務不只是教學活動的形式安排，而是

承載認知挑戰、情意經驗與社會互動的覺動結構。學習並非發生於個體內部，而是在任務所構成的行動場域中生成與轉化。

在此脈絡下，學生透過操作或運思、策略嘗試與情意投入，逐步重構其對數學的理解、價值取向與自我定位；教師在任務的分析、實施、調整與再設計過程中，深化其對學習、教學與評量的專業理解；師培者於任務的引導過程中，重新界定理論與實務之間的共構關係，轉化其對教師專業發展與學習支持的理解框架；研究者則在任務的設計、觀察與詮釋歷程中，持續修正理論假設與分析視角，使研究本身成為與實踐共同演化的動態歷程。正是在此多層次轉化中，任務得以成為回應臺灣數學教育雙重結構性落差的關鍵。

進一步而言，作為實踐層面樞紐，任務形塑學生在課堂中的理解方式、學習動機與數學身分。其開放性、表徵豐富度與學生能動性，往往在考試導向制度脈絡中被調整或削弱；因此，任務實施 (task enactment) 本身即是一個值得持續探究的動態歷程。透過設計導向與縱向研究，可進一步檢視任務如何在長期實踐中支持學生理解與情意取向的轉變，並緩解高成就卻低動機的張力。從覺動生成的轉化學習動態來看，高品質的任務不僅能深化不同程度學生的數學理解，也為教師創造重新省思「何謂有效的數學學習」與「何謂值得追求的教學目標」的契機。

同時，作為理論與政策反思的樞紐，任務亦提供具體且可操作的評估視角。教育改革的成效，不應僅以課綱更新或工具導入衡量，而應檢視學生每日所經驗的學習任務是否發生實質轉變，以及教師是否獲得支持去理解與重構這些任務。師培者是否能以任務為核心重構專業培育內容與歷程，研究者是否在任務設計與實驗中持續修正其理論框架，亦是改革是否深入結構層面的重要指標。若改革未觸及任務結構，並在學生、教師、師培者與研究者之間形成共構性轉變，則難以改變學習經驗與專業實踐的核心樣貌。

在人工智慧 (AI) 快速發展的時代背景下，任務的重要性更加凸顯。當計算、程序性操作與部分解題過程可由科技工具協助完成時，課堂更需透過精心設計的任務，引導學生投入概念理解、策略選擇、表徵轉換與數學推理等高層次思維活動。同時，AI 情境亦促使研究與理論建構重新思考：在何種任務結構下，人與科技的互動能支持深度學習，而非簡化思考？因此，無論在實踐、理論或研究層面，任務皆成為界定學習品質與專業判準的核心單位。

在政策層次上，這意味著教育改革不應僅聚焦於科技設備配置、數位平臺導入或 AI 工具使用訓練，而應回到更根本的問題：課堂任務結構是否發生實質轉變？學生、教師與師培者在 AI 輔助情境中是否獲得支持去設計、分析與重構

這些任務？當政策改革真正觸及任務結構，學生、教師、師培者與研究者的轉化學習方能在覺動生成的歷程中展開。當任務不再僅服務於績效導向，而是支持理解深化與身分建構時，方有可能同時回應「高成就—低動機」的張力，以及體系內成就與自我效能差距擴大的結構性風險。任務層次的轉化，遂成為連結學習動能與教育公平的關鍵途徑。

參考文獻

- Brown, L., & Coles, A. (2012). Developing “deliberate analysis” for learning mathematics and for mathematics teacher education: how the enactive approach to cognition frames reflection. *Educational Studies in Mathematics*, 80(1-2), 217-231. <https://doi.org/10.1007/s10649-012-9389-7>
- Chang, Y.-P., Lin, F.-L., & Yang, K.-L. (2021). The development of a workshop for cultivating leaders of mathematics-grounding activities in class. *Educational Designer*, 4(14), 1-20.
- Chen, M., & Hastedt, D. (2022). The paradoxical relationship between students’ non-cognitive factors and mathematics & science achievement using TIMSS 2015 dataset. *Studies in Educational Evaluation*, 73. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2022.101145>
- Doyle, W. (1990). Classroom tasks: The core of learning from teaching. In M. S. Knapp & P. M. Shields (Eds.), *Better schooling for the children of poverty: Alternatives to conventional wisdom* (pp. 1-19). SRI International.
- Hogan, D., Chan, M., Rahim, R., Kwek, D., Maung Aye, K., Loo, S. C., Sheng, Y. Z., & Luo, W. (2013). Assessment and the logic of instructional practice in Secondary 3 English and mathematics classrooms in Singapore. *Review of Education*, 1(1), 57-106. <https://doi.org/10.1002/rev3.3002>
- Hsieh, F.-J., Wang, T.-Y., Hsieh, C.-J., Tang, S.-J., Chao, G., Law, C.-K., Lin, P.-J., Yu, T.-T., & Shy, H.-Y. (2010). *A milestone of an international study in Taiwan teacher education—An international comparison of Taiwan mathematics teacher (Taiwan TEDS-M 2008)*. Retrieved from: <https://www.iea.nl/publications/study-reports/national-reports-iea-studies/milestone-international-study-taiwan>
- Leung, F. K. (2001). In search of an East Asian identity in mathematics education. *Educational studies in mathematics*, 47, 35-51.
- Liou, P.-Y. (2014). Investigation of the big-fish-little-pond effect on students’ self-concept of learning mathematics and science in Taiwan: Results from TIMSS 2011. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 23(3), 769-778. <https://doi.org/10.1007/s40299-013-0152-3>
- Lin, F. L., & Chang, Y. P. (2019). Research and development of mathematics-grounding activity modules as a part of curriculum in Taiwan. In *School Mathematics Curricula: Asian Perspectives and Glimpses of Reform* (pp. 151-168). Springer Nature Singapore.
- Lin, F. L., Wang, T. Y., & Yang, K. L. (2018). Description and evaluation of a large-scale project to facilitate student engagement in learning mathematics. *Studies in Educational Evaluation*, 58, 178-186.
- Lin, F.-L., Yang, K.-L., & Wang, T.-Y. (July 2016). *Transformative cascade model for mathematics teacher professional development* [Paper presentation]. 13th International Congress on Mathematics Education, Hamburg, Germany.
- Maiese, M. (2017). Transformative learning, enactivism, and affectivity. *Studies in Philosophy and Education*, 36(2), 197-216. <https://doi.org/10.1007/s11217-015-9506-z>

- Mezirow, J. (1991). Transformation theory and cultural context: A reply to Clark and Wilson. *Adult Education Quarterly*, 41(3), 188-192. <https://doi.org/10.1177/0001848191041003004>
- Mullis, I. V., Martin, M. O., Foy, P., Kelly, D. L., & Fishbein, B. (2020). *TIMSS 2019 international results in mathematics and science*. TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College. Retrieved from: <https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/international-results/>
- OECD (2019). *PISA 2018 Results (Volume I): What Students Know and Can Do*, PISA, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>
- Ryan, R. M., & Weinstein, N. (2009). Undermining quality teaching and learning: A self-determination theory perspective on high-stakes testing. *Theory and research in education*, 7(2), 224-233.
- Shen, C., & Pedulla, J. J. (2000). The relationship between students' achievement and their self-perception of competence and rigour of mathematics and science: A cross-national analysis. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 7(2), 237-253. <https://doi.org/10.1080/713613335>
- Sim, E., & Nicolaidis, A. (2024). Slow-looking at transformative learning through the lens of enactivism. *Journal of Transformative Education*, 22(2), 96-113. <https://doi.org/10.1177/15413446231221966>
- Stein, M. K., Smith, M. S., Henningsen, M. A., & Silver, E. A. (2000). *Implementing Standards-Based Mathematics Instruction: A Casebook for Professional Development*. Teachers College Press.
- Varela, F. J., Thompson, E., & Rosch, E. (1991). *The Embodied Mind: Cognitive Science and Human Experience*. MIT Press.
- Watkins, D. A., & Biggs, J. B. (1996). *The Chinese Learner: Cultural, Psychological and Contextual Influences*. Comparative Education Research Centre, Faculty of Education, University of Hong Kong, Pokfulam Road, Hong Kong; The Australian Council for Educational Research, Ltd., 19 Prospect Hill Road, Camberwell, Melbourne, Victoria 3124, Australia.
- Yang, K. L. (2025, July 18-22). *Bridging Achievement–Motivation Gaps: A Synergistic Approach to Quality Mathematics Education* [Plenary Lectures]. ICMI-East Asia Regional Conference on Mathematics Education (EARCOME 9), Seoul, Korea.
- Yang, K.-L., Hsu, H.-Y., & Cheng, Y.-H. (2022a). Opportunities and challenges of mathematics learning in Taiwan: a critical review. *ZDM – Mathematics Education*, 54(3), 569-580. <https://doi.org/10.1007/s11858-021-01326-2>
- Yang, K. L., Lin, F. L., & Tso, T. Y. (2022b). An approach to enactivist perspective on learning: Mathematics-grounding activities. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 31(6), 657-666.
- Zhang, Q., Barkatsas, T., Law, H.-Y., Leu, Y.-C., Seah, W. T., & Wong, N.-Y. (2016). What primary students in the Chinese Mainland, Hong Kong and Taiwan value in mathematics learning: A comparative analysis. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(5), 907-924. <https://doi.org/10.1007/s10763-014-9615-0>