

# 國民所得、學習素養與學習素養的標準差之 庫茲涅茨曲線的探索

張芳全\*

## 中文摘要

本研究探討 80 個國家的國民所得、學習素養及其離散程度之關係，蒐集 PISA 2022 資料，研究發現：國民所得、數學、科學與閱讀素養之間具有庫茲涅茨曲線(Kuznets curve)特性。每增加 1,000 美元可提高學習素養 1.00%；國民所得在 78,896 美元至 82,645 美元，學習素養最高，在此門檻之後就減少。國民所得與學習素養標準差之間也具有此特性，每增加 1,000 美元提高學習素養的標準差 1.10%至 1.22%；國民所得在 72,611 美元至 87,230 美元，學習素養的標準差最適切。2022 年臺灣 62,696 美元，數學、科學及閱讀素養高出 80 個國家平均水準各有 52.76 分、35.28 分、25.04 分；數學素養標準差高於平均水準 15.93 分，雖然臺灣學生學習素養高，但仍分散性大，學生之間學習素養落差大。各國應依庫茲涅茨曲線所在位置，提出改善經濟發展與學習素養策略。

**關鍵字：**國民所得、學習素養、標準差、庫茲涅茨曲線

---

\*國立臺北教育大學教育經營與管理學系教授

通訊作者：張芳全，email: fcchang@tea.ntue.edu.tw

# Exploration of the Kuznets Curve of National Income, Learning Literacy and Standard Deviation of Learning Literacy

Fang-Chung Chang\*

## ABSTRACT

This study explores the relationship between national income, learning literacy and their dispersion in 80 countries, collected PISA 2022 data, and found that there was a Kuznets curve characteristic between national income, mathematics, science and reading literacy. Each additional \$1,000 increased learning literacy by 1.00%. Learning literacy was highest when national income was between \$78,896 and \$82,645, and it decreased after this threshold. This characteristic also existed between national income and the standard deviation of learning literacy. Every increase of US\$1,000 increased the standard deviation of learning literacy by 1.10% to 1.22%; the standard deviation of learning literacy was most appropriate when the national income was between US\$72,611 and US\$87,230. In 2022, Taiwan's GDP was US\$62,696. Its math, science, and reading literacy were 52.76 points, 35.28 points, and 25.04 points higher than the average of 80 countries, respectively. Its math literacy standard deviation was 15.93 points higher than the average. Although Taiwanese students had high learning literacy, there was still a large dispersion, and there was a large gap in learning literacy among students. Countries should propose strategies to improve economic development and learning literacy based on the position of the Kuznets curve.

**Keywords: Kuznets Curve, Learning Literacy, National Income, Standard Deviation**

---

\*Professor, National Taipei University of Education

Corresponding Author: Fang-Chung Chang, email: fcchang@tea.ntue.edu.tw

## 壹、緒論

本研究研究透過 80 個參與國際學生能力評量計畫 (Program for International Student Assessment, [PISA] 2022) 的國家及經濟體 (包括香港及澳門) (以下稱為國家) 的國民所得、學習素養及其離散程度 (數學素養、科學素養與閱讀素養的標準差) 之關聯, 以及臺灣在國際表現的相對地位。分析動機說明如下:

PISA 2000 至今已多次調查, 但是現有研究針對參與國家的經濟發展與學習素養及其標準差的關聯之探討相當缺乏。張芳全 (2021) 分析指出, 國民所得與 PISA 2018 的數學、科學與閱讀素養有中高度顯著正相關, 然而該研究將國民所得與三個領域素養假定線性關係來分析。國家的經濟發展, 以國民所得為替代指標, 與學習素養及其標準差, 是否為線性關係已具有爭論。Shukla 與 Mishra (2019) 分析印度不同年齡層教育擴充與學校教育不公平之關係, 以標準差衡量離散度發現, 受教育程度平均值和離散度之間存在倒 U 形關係, 也就是庫茲涅茨曲線 (Kuznets curve) 特性。PISA 2022 的學習素養為標準化測驗, 計算出各國在數學、科學與閱讀素養的標準差具有可比性。本研究以此資料分析 80 個國家的國民所得、學習素養及其離散程度之關聯性, 來瞭解 80 個國家的國民所得、學習素養及其標準差的關聯程度, 以及臺灣在國際相對表現情形。

國民所得和學習素養及其標準差的關聯性為何呢? 許多研究是從個人、家庭與學校因素與學習素養探討 (Marsh & Hau, 2004; Shen, 2002; Sirin, 2005; Wilkins, 2004), 較少以國家為單位 (unit) 探討國家層級因素和學習素養、學習素養標準差之關聯性。許多研究支持國家的經濟發展愈好, 學習素養愈好 (張芳全, 2021; 羅珮華, 2010; Katerina et al., 2017)。Hanushek 與 Kimko (2000) 研究指出 1960 年 1990 年各國的學生學習成就對經濟成長有正向貢獻。Rindermann (2008) 的研究顯示, 教育投資對學習素養有提升作用。也就是, 經濟發展、教育發展與學生學習素養為正相關, 然而國民所得與 PISA 2022 的學生學習素養之關係是否如此?

上述研究沒有分析國家的經濟發展與學習素養分散程度關聯之探討。國家的學生學習素養愈高, 該國學生學習素養之分散程度愈大, 反之愈小。在統計量數中, 標準差、變異數、變異係數 (coefficient of variance)、四分差可以作為一組數據的分散程度指標 (朱經明, 2010)。如果應用在學習素養上, 學生學習素養的標準差小, 分散程度小, 代表學生素養集中程度大; 相反的, 標準差愈大, 代表團體的學生學習素養差距大。本研究目的之一在探討 80 個國家的國民所得與學習素養的標準差之間的倒 U 形關係。

許多研究將教育視為投入變項, 把國民所得與學習素養視為結果變項 (張芳全, 2021; 羅珮華, 2010; Hummer & Lariscy, 2011)。各國經濟發展之後, 有更多經費進行教育投資, 改善師資素質及學校環境, 進而提升學生學習素養。然而各國的國民所得對於學生學習素養及學習素養標準差的預測會如何呢? 本研究以 80 個參與 PISA 2022 國家的國民所得、學習素養及其標準差之間的倒 U 形關係, 並探討臺灣在參與 80 個國家的國民所得, 臺灣在學習素養及其標準差的國際相對地位表現。

本研究目的如下：瞭解參與 PISA 2022 國家的國民所得、學習素養與其標準差之倒 U 形關係，並瞭解臺灣在國民所得條件下，學習素養及其標準差在國際相對地位表現。

## 貳、文獻探討

### 一、經濟發展、庫茲涅茨曲線與教育研究的應用

國家的經濟發展與學生學習素養可能有其關聯性。為說明可能的關聯，本節說明經濟發展與庫茲涅茨曲線，接著探討庫茲涅茨曲線在教育研究的應用。如下：

#### (一)經濟發展與庫茲涅茨曲線

Kuznets (1955) 指出，國家在發展過程中，隨著經濟發展歷程經歷國民所得低，經濟不公平程度低，然而隨著國家發展進步，國民所得提高，也伴隨著國民所得不公平程度加劇，在發展到一定程度之後，抑制不公平機制隨之出現，在後續經濟發展，雖然國民所得提升，也伴隨著所得不公平下降，他發現的經濟發展歷程的不公平現象之曲線稱為庫茲涅茨曲線。這種「不平等現象具有先增後減」之特徵獲得很多研究討論，甚至將它應用到國家發展不同面向探究。Martínez-Navarro 等人 (2020) 的研究發現，人類發展指數 (human development index) 或農業部門對國民生產毛額貢獻比例，庫茲涅茨描述的關係仍然存在。Costa-Font 等人 (2018) 指出，對開發中國家和已開發國家進行分析時，與收入相關的健康不公平分佈呈現出不斷變化模式，他們分析健康庫茲涅茨曲線的存在性；也就是說，經濟發展 (以人均國內生產毛額衡量) 與經濟收入相關的健康不公平 (以集中指數衡量) 之間存在倒 U 形關係，也就是人均經濟收入與健康之間具有庫茲涅茨曲線特性，當人均國民所得在 26,000 美元到 38,700 美元，不公平現象會減少。也就是說，健康不公平隨著國民所得增加而加劇，然而一旦達到經濟發展門檻水平就會減少。

#### (二)庫茲涅茨曲線在教育研究的應用

許多研究把庫茲涅茨曲線應用在教育領域之中。此曲線在研究應用多採迴歸模型二次式估計，它將所要分析的投入變項以二次方程式對於結果變項檢定，運用此方式可以避免以直線估計投入變項與結果變項之關係的不準確，同時以二次式估計符應庫茲涅茨曲線之理論特性，可以準確瞭解投入變項與結果變項之間的确切關係。Park (1996) 以 59 個國家橫斷面資料檢定教育變數對所得分配的影響表示，勞動力受教育程度愈高，對所得分配具有均等化作用，而勞動力受教育程度離散度愈大，經濟收入愈不公平；此外，勞動力教育程度分散程度對經濟收入平等的影響比先前研究還大。Ram (1990) 分析 100 個國家的數據發現，隨著平均受教育程度提高，教育不公平首先加劇，在達到頂峰之後，在教育擴充的後期階段開始下降；轉捩點出現在平均受教育年限大約在七年。此分析對教育與經濟收入不公平之間關係的研究具有重要意義。Shukla 與 Mishra (2019) 分析印

度各邦和不同年齡層教育擴充與教育不公平之關係，用標準差衡量離散度，並瞭解教育程度平均值與標準差之間倒 U 形關係發現，教育程度平均值和離散度之間存在倒 U 形關係，這說明隨著平均教育程度提高，教育不公平先加劇，並且在達到最高峰之後，在教育擴充的後期開始下降，轉捩點出現在平均受教育年限約為 7 年，以吉尼係數（Gini coefficient）衡量學校教育不公平就沒有倒 U 形關係。Lim 與 Tang（2008）提出人力資本分配的 Mincer 的公式為衡量標準，應用於評估全球人力資本不公平，以及將其與教育不公平衡量標準比較發現，教育不公平與人力資本不公平之間非單一關係，以教育不公平作為測量人力資本不公平的代理變項有質疑；而教育和人力資本庫茲涅茨曲線證據不一，是因為以不同的不公平衡量標準，若以相對性不公平衡量時，人力資本庫茲涅茨曲線很明顯，然而使用絕對不公平衡量時，教育庫茲涅茨曲線不明顯。雖然過去四十年全球教育不公平一直改善，但全球人力資本不公平現象保持穩定，這是因為國家之間的人力資本不公平減少，而有很大程度被國家內部人力資本不公平提高所抵消。Nunoo 等人（2024）認為，良好治理可以為高品質人力資本創造有利環境，減少經濟收入不公平，他們以 2010 至 2020 年 36 個非洲國家資料結果發現，人力資本不足加劇經濟收入不公平，然而控制腐敗和政府效率減少經濟收入不公平。也就是改善人力資本、提高政府效率和改善腐敗，可以改善非洲經濟收入公平。上述大致發現，教育擴充可以改善經濟福利和健康，減少經濟不公平，民主政治體制提升，教育發展與經濟發展呈現倒 U 形關係。然而 Hannum 與 Buchmann（2004）研究表明，教育擴充對經濟成長影響仍存在爭議，也就是教育擴充不一定會縮小社會不公平。也就是不一定呈現為倒 U 形的發展關係。

由於教育的替代變項相當多元，各級教育在學率、入學率、教育年數、教育經費支出、生師比、學習成就、學習素養等都是，上述前五項無法用來預測個人認知能力，若要以這些變項與國民所得探討，較難以瞭解個人知能與經濟收入的關聯；相對的，學習成就與學習素養可以反映個人知能，較能替代一個國家的勞動力素質與人力資本內涵。Hanushek 與 Kimko（2000）以國際數學和科學學習成就來衡量勞動力素質，探討與經濟成長之關係發現，勞動力素質與學生認知能力有顯著相關。本研究以學生學習素養來代表學習者認知能力，也就是作為本研究的結果變項。

上述看出，經濟發展與教育發展之間可能存在著庫茲涅茨曲線，只是所分析的是國民所得與人力資本或教育年數之關係，並沒有探討經濟發展與學習成就、學習素養或素養分散情形之關係。

## 二、國民所得和學習素養之相關研究

許多研究探討經濟發展與學習成就或學習素養之關係。Barro（1991）研究指出，教育與經濟發展有顯著正相關。Rindermann（2008）分析指出，學習成就及經濟發展為正相關。Hanushek 與 Kimko（2000）研究發現，學習成就與國民所得有很高顯著正相關。Vegas 與 Coffin（2015）分析發現，每增加一千美元，PISA 的平均學習素養高出約 14 分。羅珮華（2010）以國際數學與科學教育成就調查（Trends in International Mathematics and Science Study, [TIMSS]）1995 至 2007 資料探討發現，數學及科學學習成就與經濟能

力高度顯著正相關，高經濟群國家數學及科學學習成就顯著高於低經濟群國家。Hanushek 與 Woessmann (2009) 研究發現，不同時間的各國國民生產毛額成長與學生學習成就有顯著關聯。Katerina 等人 (2017) 以 TIMSS 資料分析發現，國民所得較高的國家，有較高數學學習成就，同時國民所得愈高的國家，數學學習成就差距較小。上述看出，國民所得愈好，國家重視教育發展，學生學習成就愈好。

總之，許多研究以國家的經濟能力，尤其探討國民所得與學習成就之關係，這些分析假定兩者為線性關係，沒有考量經濟發展動態性與學生學習素養之間具有庫茲涅茨曲線現象的特性，也就是沒有考量經濟發展和學習素養之間可能呈倒 U 形關係。同時上述研究多以學習成就與學習素養為探討變項，沒有以學習素養的標準差作為探討。學習素養平均數及學習素養標準差分別代表一個團體中學習素養集中及分散的情形，這兩者應同時納入探討才能瞭解國家的經濟發展與學生學習素養及其標準差的關聯性。

### 三、各國在國際相對地位的相關研究

許多研究分析各國（包括臺灣）在國際相對地位表現。張芳全 (2020) 以客觀幸福分析全球幸福感前 5 名是瑞士、挪威、德國、奧地利及馬爾他，臺灣排第 24 位。張芳全 (2021) 分析 75 個國家資料指出，學習素養最好的國家是新加坡、香港、愛沙尼亞、日本與韓國；臺灣在 PISA 2018 的數學、閱讀與科學學習素養整併指數排第 9 名；臺灣高出各國平均教育年數 1.0 年，國民所得比各國平均多出 15,643 美元。張芳全 (2024) 探究 155 個國家永續發展排名前 5 名為丹麥、瑞典、美國、澳洲、挪威，臺灣排 21 名，其中臺灣在優質教育排名 14，合適工作及經濟成長排名 44；工業化、創新及基礎建設排名 47。張芳全 (2025) 針對 107 個國家 17 項永續發展目標 (sustainable development goals) 透過集群分析分為高度、中度及低度永續發展國家各有 34 個、43 個、30 個，高度與低度永續發展國家的目標差距前五名，工業化、創新及基礎建設差距最大；其次是終結貧窮、第三為健康與福祉、第四是優質教育、第五為可負擔的潔淨能源。Asadullah 等人 (2020) 分析南亞國家在千禧年發展目標 (millennium development goals)，以貧窮、健康、教育和性別平等綜合指標分析發現，雖然南亞國家與較富裕國家趨近，然而各國在性別平等、普及初等教育和經濟貧困仍有顯著差異；如以過去趨勢要達成 2030 年永續發展目標有其難度，南亞國家人口眾多無法實現消除貧窮目標；要達成目標需要增加衛生和教育公共支出及提高國家能力改革，特別對實現消除貧困、優質教育、性別平等和包容性成長目標至關重要。Gregorio 與 Lee (2002) 計算 108 個國家 1960 年至 2000 年五年的吉尼係數和教育程度分佈 (按五分位數) 發現，大多數國家傾向減少人力資本分配不公平，以及人力資本不公平衡量標準比收入不公平衡量標準更穩健。Lang 等人 (2024) 指出，世界銀行 (World Bank) 評估 2030 年實現消除極端貧窮目標具有挑戰性 (甚至不可能) 與探討貧困的決定因素，他們以 113 個國家分析降低金融知識與陷入貧困可能性發現，金融知識與陷入貧窮可能性有顯著負相關，以及金融知識對貧窮有負面影響。Araki 與 Olivos (2024) 研究低收入、主觀幸福感和幸福感之關係發現，個人低收入 (無論性別) 比富裕群可能更低主觀幸福感，而高收入和更好福祉

為正相關，性別不公平程度在主觀幸福感存在顯著差異，因為在性別不公平社會中，男女性都面臨高度不幸福感可能性；在不公平性別環境下，對窮人心理懲罰加劇，尤其是男性；因此性別不公平不僅會導致女性不幸，還會懲罰低收入的男性。Audette 等人(2019)研究性別平等的四個指標對生活滿意度的影響：性別賦權指標、性別發展指數、性別不公平指數和性別差距指數，以世界價值觀調查和歐洲調查數據發現，促進性別平等可以帶來更大的主觀幸福感，性別平等政策不僅婦女直接受益，也改善每個人生活質量；當兩性更加平等，男性生活滿意度會顯著提高。此外 UNDP (2023) 自 1990 年起每一年出版《人類發展報告》(Human Development Report) 以人類發展指數將 170 多個國家分為極高度、高度、中度及低度人類發展的國家，也是國家相對表現的方式之一。

總之，許多研究分析各國在國際相對地位表現，然而沒有以學習素養平均數及其標準差和國民所得探究各國在國際相對地位。若以 80 個國家的國民所得、學習素養和學習素養之標準差的關聯性，以及臺灣在各國國民所得前提下，學習素養及學習素養的標準差之國際相對地位。

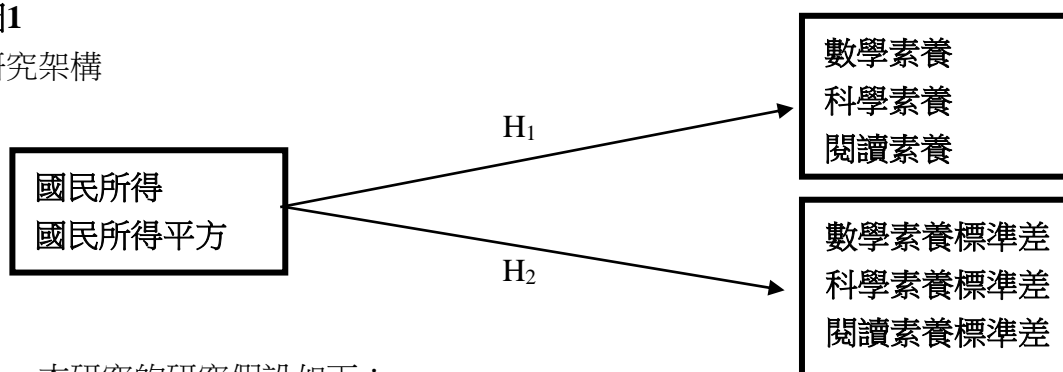
## 參、研究設計與實施

### 一、研究架構與研究假設

本研究架構如圖 1。圖左邊是國民所得與國民所得平方，要以二次方程式來估計，右邊為學習素養的標準差（包括數學、科學與閱讀素養），也就是離散程度作為結果變項。本研究探討 80 個國家的國民所得與學習素養及其標準差之間倒 U 形關係，以及臺灣在 80 個國家的學習素養及其標準差之國際相對地位表現。其中在 U 形關係的統計方法在資料處理會把結果變項取對數，如此可以瞭解每一個單位的投入變項可以對結果變項的貢獻百分比，而臺灣在 80 個國家的相對地位則不將結果變項取自然對數，如此可以直接瞭解投入變項對於結果變項的影響情形。

圖1

研究架構



本研究的研究假設如下：

H<sub>1</sub>：80 個國家的國民所得分別與數學素養、科學素養、閱讀素養之間為倒 U 形關係。

H<sub>2</sub>：80 個國家的國民所得分別與數學素養標準差、科學素養標準差與閱讀素養標準差為倒 U 形關係。

## 二、變項的定義

### (一)國民所得

國民所得是以一個年度某一國家內部生產毛額總值，除以當年度該國家人口數得到的經濟所得。本研究的國民所得係指 2022 年 80 個國家生產最終財貨與勞務的市場價值，除以各國人口數所得到的平均值，並以購買力平價（purchasing power parity）為基礎，計算出每一個國家及經濟體的人均國內生產毛額，以美元為單位。此數值愈高代表國家的國民所得愈高，經濟發展程度愈好。

### (二)學習素養

學習素養是一個國家、學校、班級的學習者，接受測驗工具評量所獲得的學習成績。本研究是指 PISA 2022 年參與國家 15 歲學生調查之數學、閱讀與科學素養表現，依據試題反應理論（item response theory）設計的學習素養之測驗工具，評量學生數學、科學與閱讀素養，估計學生在數學、科學與閱讀素養分數；三個領域素養各有 10 個似真值（plausible value），以其平均加權母群體方式的國家整體平均值，如果某領域素養分數愈高，代表某領域素養愈好。

### (三)學習素養的標準差

學習素養的標準差是某一國家、學校、班級的學生，接受測驗工具所測量的學習成績之分散情形。本研究係指 80 個參與 PISA 2022 的國家與經濟體 15 歲學生，接受標準化的數學、科學與閱讀素養測驗工具，所測量的學習素養，經過計算出他們在數學、科學與閱讀素養之標準差，學習素養的標準差代表國家學生在該領域素養的分散程度。該領域素養的標準差愈大，代表學生在該領域素養分散程度愈大；相反的，該領域素養的標準差愈小，代表分散程度愈小，也就是學生在該領域素養愈集中。

## 三、資料來源與樣本特性

本研究蒐集 80 個國家參與 PISA 2022 資料，臺灣參與 PISA 2022，亦在研究之列。國民所得取自（OECD, 2023a）、數學、科學與閱讀學素養及標準差取自 <https://www.oecd.org/pisa/data/>（OECD, 2023b）。80 個國家各變項之特性如表 1 所示，國家的數學、科學與閱讀素養平均值各為 438.96 分、448.41 分、436.71 分，三個領域素養的標準差各為 84.71 分、89.57 分及 93.43 分，而平均國民所得為 37,968.94 美元。若以各變項之偏態係數絕對值小於 3 及峰度係數絕對值小於 10 的標準來看，本研究的變項符合常態分配條件（Kline, 2011）。

表 1

80 個國家的變項描述統計量

單位:美元、分

變項	平均值	標準差	偏態	峰度
國民所得	37968.94	24467.38	0.92	0.73
數學素養	438.96	58.00	-0.02	-0.77
數學素養的標準差	84.71	12.84	-0.40	-0.42
閱讀素養	436.71	55.45	-0.27	-1.00
閱讀素養的標準差	93.43	12.96	-0.25	-0.06
科學素養	448.41	55.25	-0.14	-1.05
科學素養的標準差	89.57	12.92	-0.50	-0.01

#### 四、資料分析策略

本研究資料處理透過 IBM SPSS Statistics 25.0 版軟體分析。描述統計在瞭解 80 個國家的變項分配狀況。積差相關在瞭解 80 個國家的國民所得、數學素養、科學素養、閱讀素養、數學素養標準差、科學素養標準差、閱讀素養標準差之相關程度。迴歸分析在瞭解 80 個國家的國民所得對於數學素養、科學素養、閱讀素養、數學素養標準差、科學素養標準差、閱讀素養標準差之影響的解釋變異量及變項之間的關係。也就是在瞭解國民所得與學習素養、學習素養的標準差之間是否呈倒 U 形關係，同時透過設定的模式對於 80 個國家的學生學習素養及學習素養的標準差進行探討，以瞭解各國及臺灣在國際上的相對地位。假定的模式如下：

$$\ln(Y) = b_1 (\text{國民所得平方}) + b_2 (\text{國民所得}) + a$$

式中的  $\ln(Y)$  代表對於學習素養及學習素養的標準差取自然對數； $b_1$  與  $b_2$  值為估計參數， $a$  為常數項。迴歸分析會評估資料常態性、變異數同質性、線性的基本假定。結果變項有取對數與沒有取自然對數，前者可以瞭解每投入一個自變項單位，可以對結果變項貢獻的百分比，後者可以直接計算二次方程式的最佳點，也就是在國民所得多少美元之下，學習素養及學習素養的標準差之發展最適切。由於  $H_1$  與  $H_2$  為單尾檢定，在 IBM SPSS 的迴歸分析設定為單側檢定，這符應於本研究假設檢定過程。

### 肆、結果與討論

#### 一、資料的基本假定評估

迴歸分析在資料基本假設評估方面，80 個國家的變項之間相關係數如表 2 所示。國民所得與學習素養及其標準差的相關係數在 .61 至 .72 之間 ( $p < .01$ )，屬中度正相關；數學素養與數學素養標準差的相關係數 .81 ( $p < .01$ ) 為高度正相關；科學素養與科學素養標準差的相關係數 .76 ( $p < .01$ ) 為中度正相關；閱讀素養與閱讀素養標準差的相關係

數.70 ( $p < .01$ ) 為中度正相關。

表 2

80 個國家的國民所得、學習素養及其標準差之間的相關係數矩陣

變項	1	2	3	4	5	6	7
1 國民所得	-						
2 數學素養	.72**	-					
3 數學素養的標準差	.61**	.81**	-				
4 科學素養	.71**	.98**	.78**	-			
5 科學素養的標準差	.68**	.72**	.82**	.76**	-		
6 閱讀素養	.71**	.94**	.74**	.98**	.78**	-	
7 閱讀素養的標準差	.67**	.63**	.76**	.67**	.95**	.70**	-

\*\*  $p < .01$ .

為瞭解國民所得與結果變項之間的關係，以 80 個國家的國民所得與數學素養之散布情形如圖 2 所示，受篇幅限制，國民所得、科學和閱讀素養及其標準差之關係散布情形省略。圖 2 包括兩者的直線關係與二次式關係，它們在右上角的  $R^2$  代表解釋變異量各為.521 及.631，二次式的解釋變異量高於線性，因此兩者可能為倒 U 形的關係。

圖 2

80 個國家的國民所得與數學素養的散布狀況

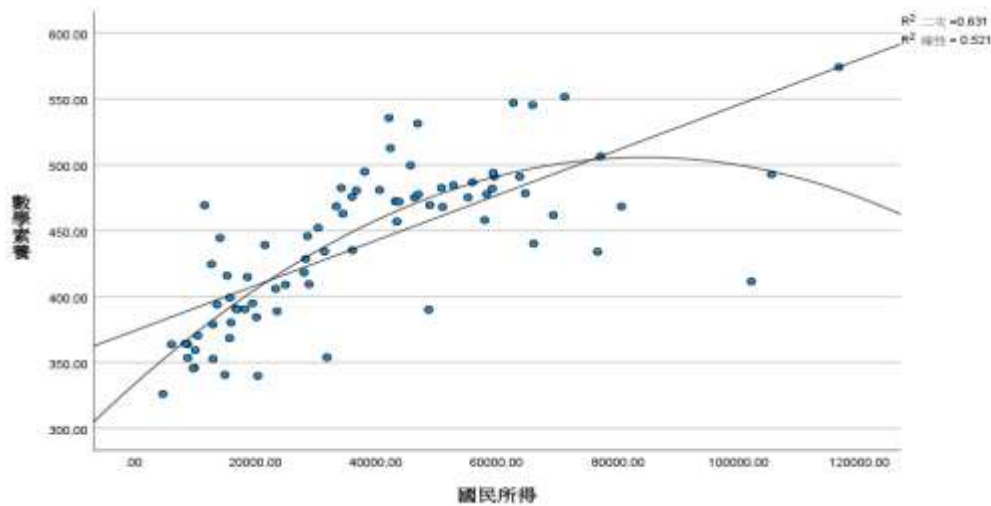


表 1 的各變項之偏態係數小於 3 及峰度小於 10，各數值的絕對值符合常態分配條件 (Kline, 2011)。圖 3 看出每個點沿著 45 度直線，代表分配符合常態性。

## 圖3

80個國家的數學素養之標準化殘差的常態P-P圖

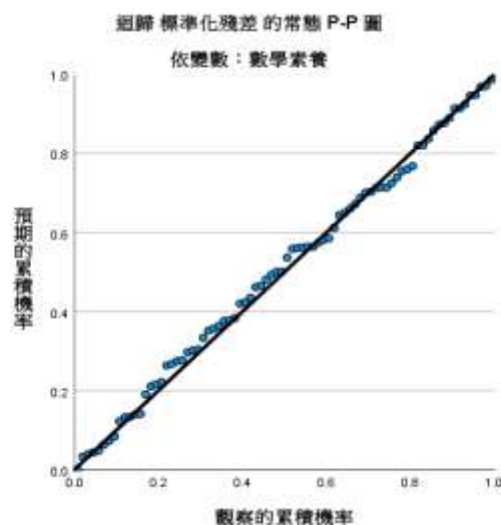
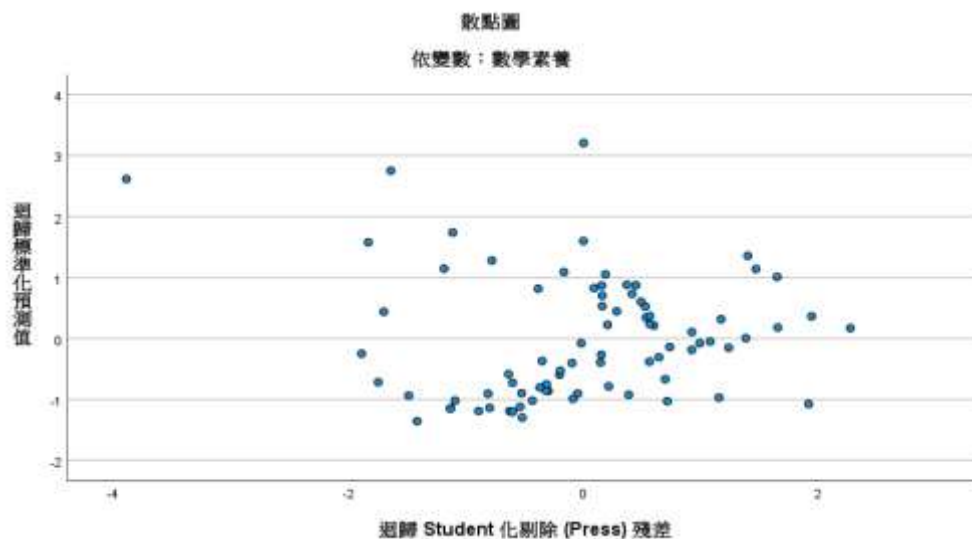


圖 4 看出國民所得與數學素養淨殘差散布，各殘差值大致沿著 0 線上下不規則散布，代表符合變異數同質性。極端值診斷經過分析，僅有一個國家的標準化殘差值 3.10，超過 3.0。基於上述，本研究的資料可運用迴歸分析進行所設定的模式之假設檢定。

## 圖4

80個國家的國民所得與數學素養之淨殘差分布狀況



## 二、國民所得、學習素養及其標準差之倒 U 形關係之結果

## (一)學習素養及學習素養標準差都取對數的結果

80 個國家的國民所得對於學習素養及學習素養的標準差都取自然對數經過迴歸分析如表 3 所示，六個二次式的模式之  $F$  值都達  $p < .001$ ，代表模式適配。國民所得及國

民所得平方對於數學、科學與閱讀素養及其標準差取自然對數的模式都達  $p < .001$ 。這代表六個模式，國民所得與學習素養取自然對數，以及國民所得與學習素養的標準差取對數之關係都呈倒 U 形，具有庫茲涅茨曲線特性。取自然對數的學習素養之三個模式解釋變異量在 .64 至 .65 之間。以數學素養來說，每增加國民所得 1,000 美元可以提高數學素養 0.99% (9.870E-6, E-6 是小數點取六位，即 0.000009870)；以科學素養來說，每增加國民所得 1,000 美元可以提高科學素養 0.96%；而每增加國民所得 1,000 美元可以提高閱讀學素養 0.99%。二次式學習素養的標準差之三個模式解釋變異量在 .49 至 .62 之間。以數學素養的標準差來說，每增加國民所得 1,000 美元會提高數學素養的標準差 1.10%，提高 1.22% 科學素養的標準差，提高 1.11% 閱讀學素養的標準差。

表 3

80 個國家的國民所得對學習素養及其標準差取對數之迴歸分析結果

模式	$R^2$	$F$ 值	常數	$b_1$	$b_2$
Ln (數學素養)					
二次式	.64	69.23***	5.82***	9.870E-06***	-6.052E-11***
Ln (科學素養)					
二次式	.65	72.45***	5.86***	9.608E-06***	-6.079E-11***
Ln(閱讀素養)					
二次式	.65	69.86***	5.82***	9.896E-06***	-6.242E-11***
Ln(數學素養的標準差)					
二次式	.49	36.96***	4.16***	1.096E-05***	-7.184E-11***
Ln(科學素養的標準差)					
二次式	.62	63.72***	4.19***	1.225E-05***	-8.268E-11***
Ln(閱讀素養的標準差)					
二次式	.60	58.67***	4.25***	1.114E-05***	-7.392E-11***

\*\*\*  $p < .001$ .

## (二)學習素養及學習素養的標準差都沒有取自然對數的結果

80 個國家的國民所得對學習素養及學習素養的標準差都沒有取自然對數，迴歸分析如表 4 所示，六個二次式的模式之  $F$  值都達  $p < .001$ ，代表模式適配。而國民所得及國民所得平方對於數學、科學與閱讀素養及其標準差達  $p < .001$ 。這代表三個模式，國民所得與學習素養，以及國民所得與學習素養的標準差之關係都呈倒 U 形具有庫茲涅茨曲線特性。三個模式的解釋變異量在 .63 至 .64 之間。這些二次模式都沒有對於學習素養及學習素養的標準差取自然對數，可以計算出國民所得及學習素養和學習素養標準差的最佳解，其實取自然對數的模式也可以計算，只是要再轉換為沒有取自然對數之數值。

以數學素養來說，在此倒 U 線條中，國民所得在 82,644.63 美元為最佳值，表 4 中  $b_2$ : -2.420E-08, E-08 是小數點取 8 位，即 -0.0000000242；最佳值計算為  $-(0.004) / 2 * (-0.0000000242)$ ，數學素養之發展最適切，國民所得在 82,644.63 美元之後，數學素養會逐漸下降。

## 國民所得、學習素養與學習素養的標準差之庫茲涅茨曲線的探索

以科學素養來說，國民所得在 78,895.46 美元為最佳值 - (0.004) / 2\* (-0.00000002535)，科學素養之發展最適切，國民所得在 78,895.46 美元之後，科學素養會逐漸下降。

以閱讀素養來說，國民所得在 80,289.04 美元為最佳值 - (0.004) / 2\* (-0.00000002491)，閱讀素養之發展最適切，國民所得在 80,289.04 美元之後，閱讀素養會逐漸下降。

在數學素養標準差方面，國民所得在 87,229.58 美元為最佳值- (0.001) / 2\* (-0.000000005732)，數學素養標準差之發展最適切，國民所得在 87,229.58 美元之後，數學素養標準差會逐漸下降。

在科學素養標準差方面，國民所得在 72,611.09 美元為最佳值- (0.001) / 2\* (-0.000000006886)，科學素養標準差之發展最適切，國民所得在 72,611.09 美元之後，科學素養標準差會逐漸下降。

在閱讀素養標準差方面，國民所得在 78,112.79 美元為最佳值- (0.001) / 2\* (-0.000000006401)，閱讀素養標準差之發展最適切，國民所得在 78,112.79 美元之後，科學素養標準差會逐漸下降。

**表4**

80個國家的國民所得對學習素養及其標準差之迴歸分析結果

模式	$R^2$	F值	常數	$b_1$	$b_2$
數學素養					
二次式	.63	65.83***	333.15***	0.004***	-2.420E-08***
科學素養					
二次式	.64	69.15***	344.54***	0.004***	-2.535E-08***
閱讀素養					
二次式	.64	67.92***	333.31***	0.004***	-2.491E-08***
數學素養的標準差					
二次式	.50	38.83***	62.87***	0.001***	-5.732E-09***
科學素養的標準差					
二次式	.64	67.87***	64.43***	0.001***	-6.886E-09***
閱讀素養的標準差					
二次式	.60	58.69***	69.20***	0.001***	-6.401E-09***

\*\*\*  $p < .001$ .

**三、臺灣的學習素養及其標準差在國際的相對地位表現**

本研究以資料處理乙節之迴歸方程式估計，在國民所得與學習素養、學習素養的標準差為倒U形關係下，臺灣的學習素養及其標準差在國際的相對地位表現。需說明的是，迴歸方程式的結果變項沒有取自然對數，而是以原始學習素養為結果變項估計如表5看

出，臺灣的數學素養、科學素養及閱讀素養各為547.00分、537.00分及515.00分各高出80個國家平均水準各有52.76分、35.28分、25.04分；在U形關係下，臺灣的數學素養標準差、科學素養標準差及閱讀素養的標準差各為111.58分、102.26分及104.90分各與80個國家平均水準差異有15.93分、0.28分、-0.63分。上述看出，臺灣的學習素養都高於80個國家平均水準，而學習素養的標準差之中，數學素養高出15.93分最多，閱讀素養的標準差比平均水準低0.63分，代表臺灣的學生閱讀素養分散程度較低，學生表現較為集中。

表5

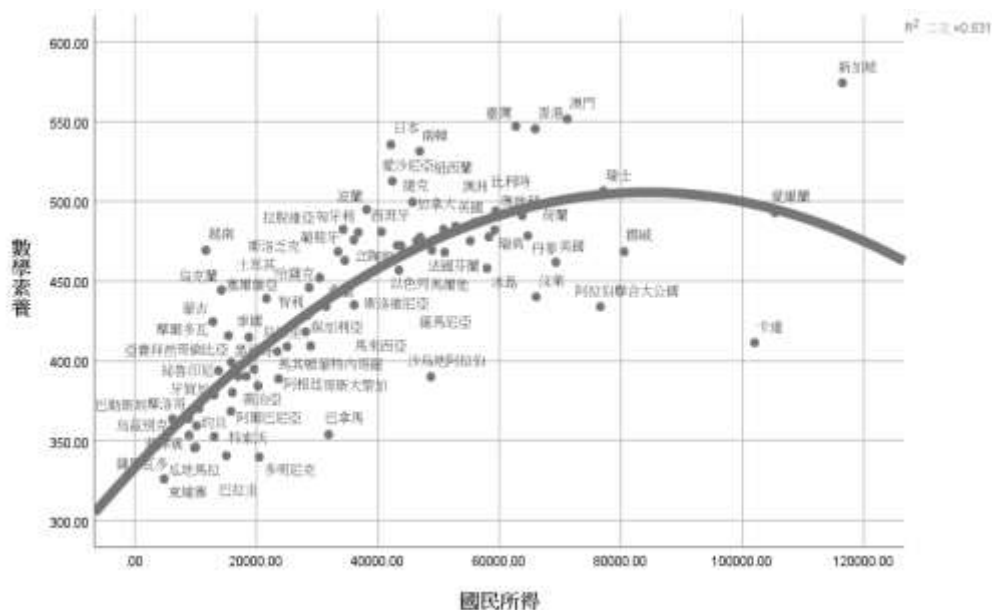
臺灣在國民所得條件下的學習素養及其標準差的國際相對地位表現

領域	實際值	預測值	差距
數學素養	547.00	494.24	52.76
科學素養	537.00	501.72	35.28
閱讀素養	515.00	489.96	25.04
數學素養標準差	111.58	95.65	15.93
科學素養標準差	102.26	101.98	0.28
閱讀素養標準差	104.90	105.53	-0.63

80個國家的國民所得與學習素養及其標準差之間呈倒U形關係。為了讓2022年80個國家的國民所得與學習素養及其標準差易理解相對位置，將80個國家的各學習素養及其標準差以空間散布圖呈現。國民所得與數學素養之倒U形關係如圖5所示，在倒U形曲線上方的國家代表國民所得及數學素養高於80個國家平均水準，例如越南、波蘭、臺灣、澳門、南韓、新加坡等；而在曲線以下的國家代表國民所得及數學素養低於80個國家平均水準，例如多明尼克、羅馬尼亞、挪威、卡達、阿拉伯聯合大公國等。若剛好落在曲線的國家，代表國民所得及數學素養符合80個國家平均水準，例如愛爾蘭、瑞士等。臺灣的國民所得為62,696美元，數學素養在494.24分超過80個國家水準52.76分。圖中看出，新加坡不僅是高度所得，而且數學素養也相當高；卡達的國民所得相當高，但是數學素養相對低，無法符應80個國家平均水準。

圖5

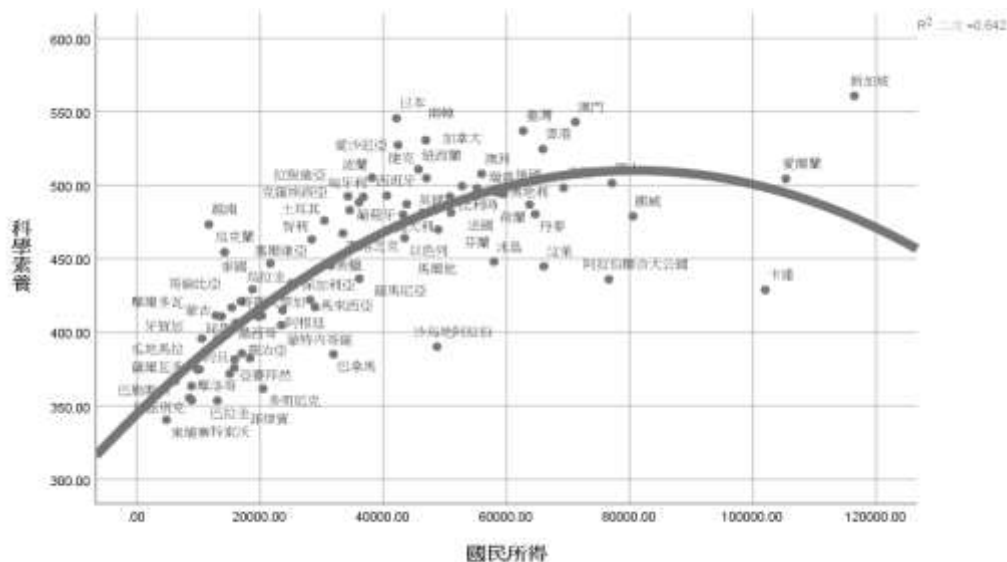
80個國家的國民所得與數學素養之散布狀況



國民所得與科學素養之倒U形關係如圖6所示，倒U形曲線上方的國家代表國民所得及科學素養高於80個國家平均水準，而曲線以下的國家代表國民所得及科學素養低於80個國家平均水準，若剛好落在曲線上的國家，代表國民所得及科學素養符合80個國家平均水準。臺灣國民所得62,696美元，科學素養為537.00分高出80個國家平均水準35.28分。

圖6

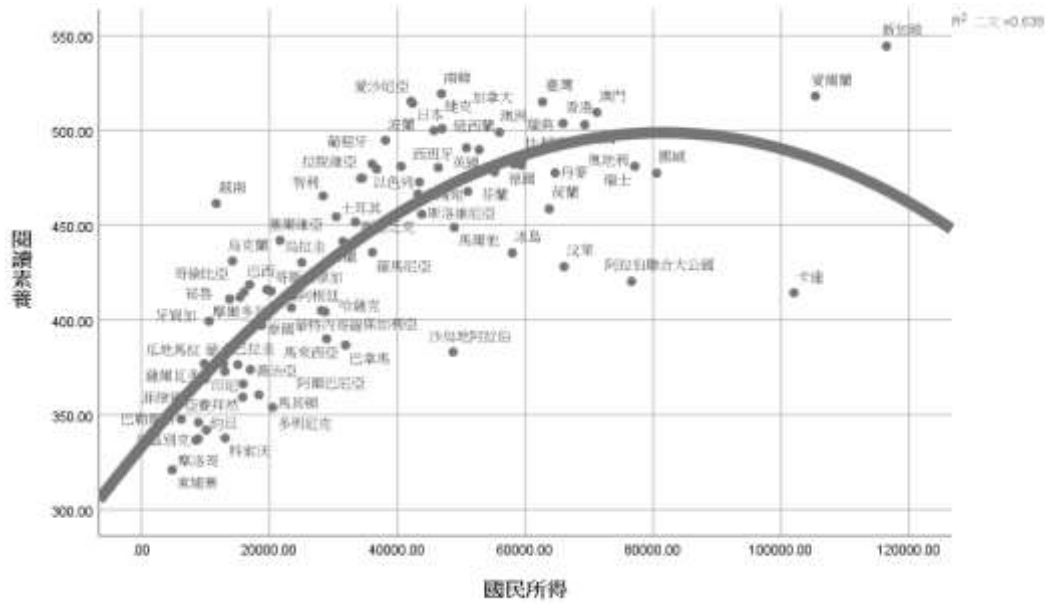
80個國家的國民所得與科學素養之散布狀況



國民所得與閱讀素養如圖7所示，倒U形曲線上方的國家代表國民所得及閱讀素養高於80個國家平均水準，曲線以下者代表國民所得及閱讀素養低於80個國家平均水準；若剛好落在曲線者，代表國民所得及閱讀素養符合80個國家平均水準。臺灣的國民所得62,696美元，閱讀素養為515.00分高出80個國家平均水準有25.04分。

圖7

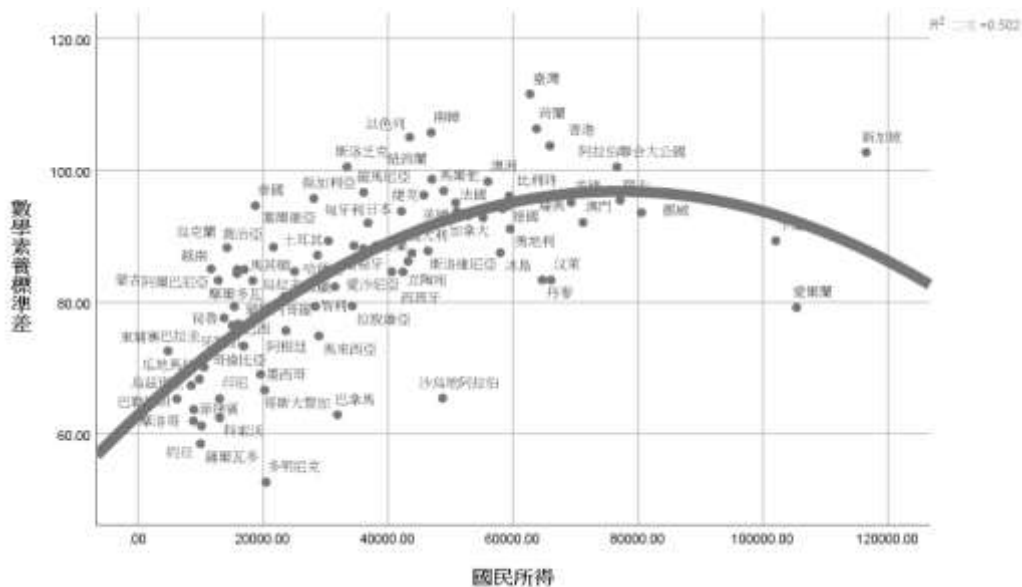
80個國家的國民所得與閱讀素養之散布狀況



國民所得與數學素養的標準差之倒U形關係如圖8所示，倒U形曲線上方的國家代表國民所得及數學素養標準差高於80個國家平均水準；曲線以下者代表國民所得及數學素養標準差低於80個國家平均水準；若剛好落在曲線者，代表國民所得及數學素養符合80個國家平均水準。高於80個國家平均水準者代表數學素養愈分散，相對的，低於80個國家平均水準者，數學素養愈集中。臺灣的國民所得為62,696美元，數學素養的標準差為111.58分，高出80個國家平均水準15.93分。

圖8

80個國家的國民所得與數學素養的標準差之散布狀況



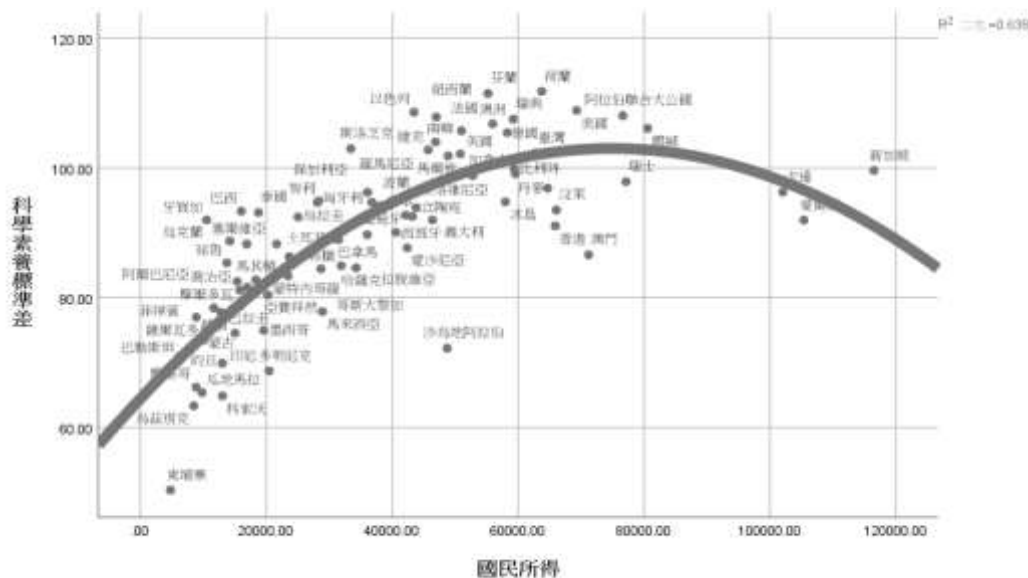
國民所得與科學素養的標準差之倒U形關係如圖9所示，在線條以上、以下及剛好在

國民所得、學習素養與學習素養的標準差之庫茲涅茨曲線的探索

線條者如上述，臺灣的國民所得為62,696美元，科學素養的標準差為102.26分僅高出80個國家平均水準0.28分。

圖9

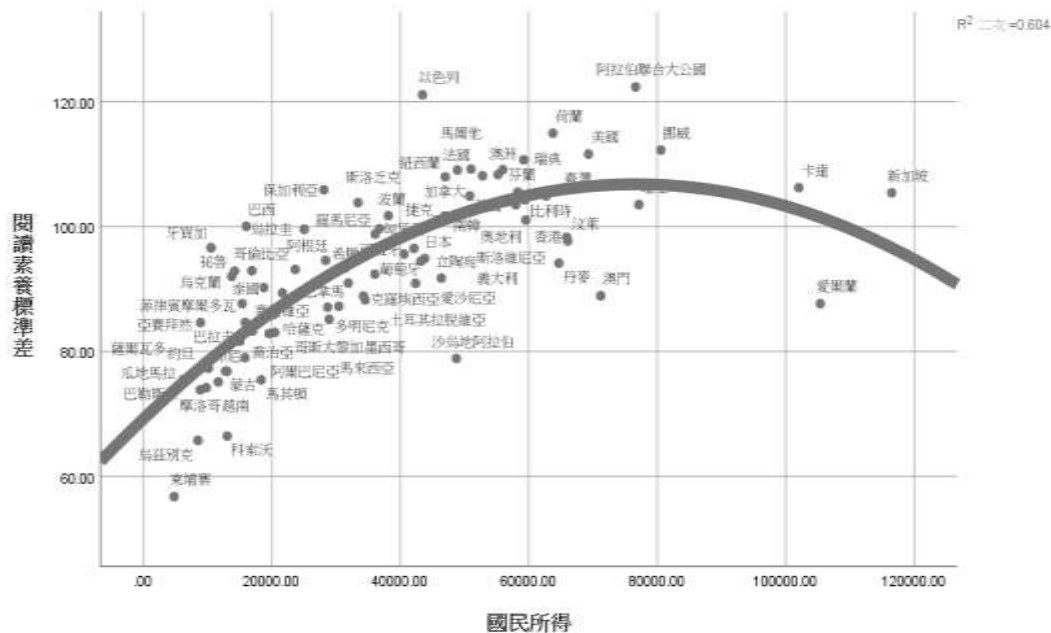
80個國家的國民所得與科學素養的標準差之散布狀況



國民所得與閱讀素養的標準差之倒U形關係如圖10所示，在線條以上、以下及剛好在線條者如上述，臺灣的國民所得為62,696美元，閱讀素養的標準差為102.26分低於80個國家平均水準-0.63分。代表臺灣的閱讀素養還相對的集中。

圖10

80個國家的國民所得與閱讀素養的標準差之散布狀況



## 四、綜合討論

本研究探討 80 個國家的國民所得與數學素養、科學素養、閱讀素養、數學素養標準差、科學素養標準差、閱讀素養標準差之間的倒 U 形關係，並瞭解臺灣在學習素養的國際相對地位。本研究特色包括：以 PISA 2022 最新資料探索 80 個國家的國民所得與學習素養及其標準差之間具有庫茲涅茨曲線特性是現有研究缺乏。同時計算出國民所得與學習素養在倒 U 形關係的最佳解，代表經濟發展與學習素養之間具有庫茲涅茨曲線特性。針對結果，綜合討論如下：

### (一)國民所得與學習素養之關係的討論

本研究結果發現，80 個國家的國民所得與數學、科學與閱讀素養之間為倒 U 形關係，代表國家隨著國民所得逐漸提高，學習素養逐漸提升，在國民所得達到一定門檻水準，數學素養、科學素養與閱讀素養之表現最適切；然而在這門檻水準之後，也就是轉折點之後，數學素養、科學素養與閱讀素養逐漸降低。接受 H<sub>1</sub>，這說明 80 個國家及經濟體的國民所得與學習素養之間具有庫茲涅茨曲線特性。這與 Hanushek 與 Kimko (2000)、Ram (1990)、Shukla 與 Mishra (2019) 的研究發現一致。從結果來看，每增加國民所得 1,000 美元可以提高數學素養 0.99%、提高科學素養 0.96%、提高閱讀素養 0.99%。這和 Vegas 與 Coffin (2015) 指出，每增加 1,000 美元，PISA 的學生成績會增加的發現相近。在 80 個國家的國民所得與學習素養之間呈現倒 U 形關係之外，並計算出國民所得與學習素養之表現最適切值。以數學素養來說，國民所得在 82,645 美元，數學素養會最高，國民所得在此門檻之後，數學素養會逐漸下降。而國民所得在 78,896 美元，科學素養最高，國民所得在此門檻之後，科學素養會逐漸下降。國民所得在 80,289 美元，閱讀素養最高，國民所得在此門檻之後，閱讀素養會逐漸下降。易言之，各國的經濟發展與學習素養之間具有庫茲涅茨曲線的特性。這種結果原因之一在於落後國家的經濟發展不佳、經濟制度不完善，平均國民所得較低，因而貧富差距較大，這也影響了國民就學機會的差異，富者可以讓子女接受更多的教育，因而有更好的學習表現，貧者的子女處於不利條件，無法獲得更多教育，使得他們在學習表現較差，這就從學習素養反應出來。就如 Shukla 與 Mishra (2019) 分析印度教育擴充與教育不公平之關係發現，教育程度平均值和離散度之間存在倒 U 形關係，也就是隨著平均教育程度提高，教育不公平先加劇，同時 Vegas 與 Coffin (2015) 分析發現，每增加一千美元，PISA 的平均學習素養高出約 14 分。換言之，經濟發展使得學生學習表現產生不公平的現象，因此經濟發展與學習素養之間產生了庫茲涅茨曲線的特性。

### (二)國民所得與學習素養的標準差之關係的討論

本研究結果發現，80 個國家的國民所得與數學、科學與閱讀素養的標準差之間為倒 U 形關係，代表國家隨著國民所得逐漸提升，學習素養的標準差跟隨提升，然而國民所得提升到一定門檻水準，數學、科學與閱讀素養的標準差之表現最適切；在國民所得達到一定門檻水準之後，數學、科學與閱讀素養的標準差逐漸降低。接受 H<sub>2</sub>。這說明 80 個

國家的國民所得與學習素養的標準差之關係仍具有庫茲涅茨曲線特性。這與 Ram (1990)、Shukla 與 Mishra (2019) 的研究發現一致。研究發現，每增加國民所得 1,000 美元提高數學素養的標準差 1.10%，提高科學素養的標準差 1.22%，提升閱讀素養的標準差 1.11%。80 個國家的國民所得與學習素養之間具有庫茲涅茨曲線特性，國民所得在 87,230 美元，數學素養的標準差最大，國民所得在此門檻之後，數學素養的標準差逐漸下降。國民所得在 72,611 美元，科學素養的標準差之表現最適切，國民所得在此門檻之後，科學素養的標準差逐漸下降。國民所得在 78,113 美元，閱讀素養的標準差之表現最適切，國民所得在此門檻之後，科學素養的標準差逐漸下降。簡言之，經濟發展與學習素養的標準差之間具有庫茲涅茨曲線特性。需要說明的是，標準差隨著國民所得提高，亦會讓學生學習素養之分散程度拉大，反而會讓學生學習素養有不公平問題產生。這種標準差隨著國民所得提高，愈拉大學習素養的差距與 Katerina 等人(2017)以 TIMSS 資料分析發現，國民所得較高的國家，有較高數學學習成就，同時國民所得愈高的國家，數學學習成就差距較小的結論相同。這符合朱經明(2010)指出，一個團體的變項數值分散程度愈大，代表團體中的樣本高低分差距大，這種特性就反映出該團體的變項數值分散程度大。這正有說明，學習素養標準差較大的國家需注意學生有兩極化表現的潛在問題，這些國家需要拉近高低學生學習成效落差的重要課題。換句話說，在轉折點之前的國家，又高於線上國家應注意學生學習素養分散過大，代表有學習表現不公平；同時在轉折點之後的國家，若位於倒 U 形線上或低於線上的國家應提出發展策略維持學習素養分散性，不再讓學習素養分散性提高，避免學生學習不公平產生。

### (三)臺灣的學習素養及學習素養標準差在國際相對地位的討論

本研究結果發現，在 80 個國家的國民所得與學習素養為倒 U 形關係下，臺灣的數學素養、科學素養及閱讀素養各高出 80 個國家平均水準各有 52.76 分、35.28 分、25.04 分；在倒 U 形關係下，臺灣的數學素養標準差、科學素養標準差及閱讀素養標準差與 80 個國家平均水準差距為 15.93 分、0.28 分、-0.63 分。這看出，臺灣的學習素養都高於 80 個國家平均水準，而學習素養標準之中，數學素養標準差高出 15.93 分最多，閱讀素養標準差比平均水準低 0.63 分。尤其數學素養標準差高出各國 15.93 分，代表臺灣的學生在數學素養相當優異，但學生數學素養也相當分散，代表臺灣學生的數學素養有兩極化情形，也就是高低分群相當分散；會產生這種現象的原因很多，未來研究可以進一步分析。

總之，雖然臺灣在 PISA 2022 的數學、科學與閱讀素養表現優異，但是學生之間在學習素養之間存在很大差異，尤其是數學素養，很可能學生學習素養表現之間有雙峰問題，進而衍生學習公平的問題。

## 伍、結論與建議

### 一、結論

(一)80 個國家的國民所得與數學、科學與閱讀素養之間為倒 U 形關係。每增加國民所得 1,000 美元可以提高數學、科學與閱讀素養 0.99%、0.96%、0.99%。國民所得在 82,645 美元、78,896 美元、80,289 美元，數學、科學與閱讀素養會最高，在這些水準之後逐漸下降

本研究結果發現，80 個國家及經濟體的國民所得與學習素養之間具有庫茲涅茨曲線特性。國民所得在 82,645 美元，數學素養會最高，在此門檻轉折點之後，數學素養會逐漸下降；國民所得在 78,896 美元，科學素養達到最高分，在此門檻之後，科學素養會逐漸下降。國民所得在 80,289 美元，閱讀素養最高，在此門檻之後，閱讀素養會逐漸下降。每增加國民所得 1,000 美元可以提高數學素養、科學素養及閱讀素養各有 0.99%、0.96%、0.99%。簡言之，各國的經濟發展與學習素養之間具有庫茲涅茨曲線的特性。

(二)80 個國家的國民所得與數學、科學與閱讀素養標準差之間為倒 U 形關係，每增加國民所得 1,000 美元會提高素養的標準差在 1.10%至 1.22%；國民所得在 72,611 美元至 87,230 美元，學習素養的標準差之表現最適切

本研究結果發現，80 個國家的國民所得與學習素養標準差之關係也具有庫茲涅茨曲線特性。每增加國民所得 1,000 美元會提高數學素養的標準差 1.10%，提高科學素養的標準差 1.22%，提升閱讀學素養的標準差 1.11%。本研究計算出國民所得與學習素養的標準差在倒 U 形關係的最適配值。國民所得在 87,230 美元，數學素養的標準差之表現最適切；在 72,611 美元，科學素養的標準差之表現最適切；在 78,113 美元，閱讀素養的標準差之表現最適切。在上述的美元門檻之後，素養標準差逐漸下降。

(三)臺灣的數學及科學素養相當優異，在國民所得與學習素養的倒 U 形關係下，臺灣的數學、科學及閱讀素養高出 80 個國家平均水準各有 52.76 分、35.28 分、25.04 分；而臺灣的數學素養標準差與 80 個國家平均水準差距為 15.93 分

本研究結果發現，臺灣的數學及科學素養表現相當優異，在國民所得與學習素養的倒 U 形關係下，臺灣的數學、科學及閱讀素養高出 80 個國家平均水準各有 52.76 分、35.28 分、25.04 分；而臺灣的數學素養標準差與 80 個國家平均水準差距為 15.93 分。

### 二、建議

(一)低於各國學習素養平均水準國家宜持續提高國民所得，提高學生學習素養

結論一指出，80 個國家及經濟體的國民所得與學習素養之間具有庫茲涅茨曲線特

性。因此位於倒 U 形線轉折點之前，線以下的低度經濟發展國家之學習素養都低，宜規劃提出國家發展計畫，改善經濟環境，提升國民所得，進而提高學生學習素養。然而在改善經濟發展提升國民所得的同時，也應注意學習素養提升，會拉高學生學習素養的標準差，而有學生學習素養分散程度大，造成學習素養較低的問題。位於倒 U 形線以上的國家，代表在該國民所得條件下，學習素養偏高，這些國家學生學習素養的標準差較大，這些國家應注意學生學習素養分散程度大，而產生學生學習素養有雙峰的問題。

**(二)高於各國學習素養標準差水準的國家宜提出改善學習素養分散的策略，避免學習不公平的問題，同時在轉折點之後的國家位於倒 U 形線上或低於倒 U 形線的國家應維持其學習素養分散性**

結論二指出，80 個國家的國民所得與學習素養的標準差之關係也具有庫茲涅茨曲線特性。國民所得與學習素養的標準差之關係高於倒 U 形線以上的國家，應提出縮減學習素養分散程度大的問題，以避免產生學生學習不公產生。在轉折點之後的國家，若剛好位於倒 U 形線上或低於倒 U 形線的國家應提出發展策略維持其學習素養分散性，不再讓學習素養分散性提高，以避免學生學習不公平產生。

**(三)臺灣應持續提升國民所得，以維持臺灣學生的學習素養，然而應改善學習素養分散程度過大的問題，尤其在數學素養應具體提出因應策略**

結論三指出，臺灣的數學及科學素養表現相當優異，臺灣的數學、科學及閱讀素養高出 80 個國家平均水準各有 52.76 分、35.28 分、25.04 分；而臺灣的數學素養標準差與 80 個國家平均水準差距為 15.93 分。臺灣應持續提出國家發展計畫，促進經濟發展持續提升國民所得，維持臺灣學生學習素養的優異表現，然而臺灣的數學學習素養之標準差高於 80 個國家平均水準很多，政府應找出數學素養標準差過大之問題所在，提出改善策略，以避免學生數學素養有兩極化表現。

**(四)未來研究的建議**

本研究以 80 個國家探討國民所得、學習素養及學習素養標準差之間的倒 U 形關係。雖然獲得支持國民所得與學習素養、國民所得與學習素養標準差之間都具有庫茲涅茨曲線特性，但這僅是一個年度調查所獲得的結論，PISA 已有歷次調查資料以及未來調查資料是否如此，有待未來探究。PISA 每 3 年調查一次，未來有同樣變項可以納入分析，尤其以分為不同發展類型國家，例如高低所得國家，分析國民所得與學習素養及其標準差之間是否具有倒 U 形關係。就國家發展多元面向來看，不僅在於國民所得，尚有性別平等、人類發展指數、國民健康、國民幸福感、政治民主化、所得分配、教育資源分配、師資品質或社會文化因素等，未來這些變項可以納入分析，以了解學習素養及其標準差與這些因素之間是否也具有倒 U 形關係。最後，庫茲涅茨曲線可以應用於某些特定國家的可能性，針對某一特定國家運用縱貫性資料的長期觀察，例如 20 年或 30 年的發展數據資料，但資料需要測量工具一致性，透過一致性測量可以分析該國在國民所得與學習素養關係之庫茲涅茨曲線，是未來研究可以探討。

## 參考文獻

### 一、中文部分

- 朱經明 (2010)。心理與教育統計學。五南。
- 張芳全 (2020)。國家的幸福感評比：高等教育在學率、國民所得與幸福感之倒 U 形關係分析。高等教育期刊，15 (2)，1-43。
- 張芳全 (2021)。學習成就的跨國評比及教育和學習成就之分析：國民所得為中介變項。教育研究學報，55 (1)，1-34。https://doi.org/10.3966/199044282021045501001
- 張芳全 (2024)。國家發展之研究：以聯合國永續發展的六個目標為主及優質教育的貢獻。教育政策論壇，27 (3)，1-41。https://dx.doi.org/10.53106/156082982024082703001
- 張芳全 (2025)。聯合國的 17 項永續目標對國家永續發展之貢獻及其國家分類探索。學校行政，155，262-292。https://doi.org/10.6423/HHHC.202501\_(155).0010
- 羅珮華 (2010)。從 TIMSS 探討國家經濟能力與學生學習成就之關係。考試學刊，8，31-52。

### 二、西文部分

- Araki, S., & Olivos, F. (2024). Low income, ill-being, and gender inequality: Explaining cross-national variation in the gendered risk of suffering among the poor. *Social Indicator Research, 174*, 157-220. https://doi.org/10.1007/s11205-024-03358-z
- Asadullah, M. N., Savoia, A., & Sen, K. (2020). Will south Asia achieve the sustainable development goals by 2030? Learning from the MDGs experience. *Social Indicator Research, 152*, 165-189. https://doi.org/10.1007/s11205-020-02423-7
- Audette, A. P., Lam, S., O'Connor, H., & Radcliff, B. (2019). (E)Quality of life: A cross-national analysis of the effect of gender equality on life satisfaction. *Journal of Happiness Studies, 20*(7), 2173-2188. https://doi.org/10.1007/s10902-018-0042-8
- Barro, R. (1991). Economic growth in a cross section of countries. *Quarterly Journal of Economics, 106*(2), 407-444. https://doi.org/10.2307/2937943
- Costa-Font, J., Hernandez-Quevedo, C., & Sato, A. (2018). A health 'Kuznets' curve'? Cross-sectional and longitudinal evidence on concentration indices.' *Social Indicator Research, 136*, 439-452. https://doi.org/10.1007/s11205-017-1558-8
- Gregorio, J. D., & Lee, J. W. (2002). Education and income inequality: New evidence from cross-country data. *Review of Income and Wealth, 48*(3), 395-416. https://doi.org/10.1111/1475-4991.00060
- Hannum, E., & Buchmann, C. (2004). Global educational expansion and socio-economic development: An assessment of findings from the social sciences. *World*

- Development*, 33(3), 333-354. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2004.10.001>
- Hanushek, E. A., & Kimko, D. D. (2000). Schooling, labor-force quality, and the growth of nations. *American Economic Review*, 90(5), 1184-1208. <https://doi.org/10.1257/aer.90.5.1184>
- Hanushek, E.A., & Woessmann, L. (2009). Do better schools lead to more growth? Cognitive skills, economic outcomes, and causation. *Journal of Economic Growth*, 17, 267-321. <https://doi.org/10.1007/s10887-012-9081-x>
- Katerina, B., Byun, S.-Y., Volha, C., & Jin, C. H. (2017). Searching for the golden model of education: Cross-national analysis of math achievement. *Compare: A Journal of Comparative & International Education*, 47(5), 722-741. <https://doi.org/10.1080/03057925.2016.1274881>
- Kline, R. B. (2011). *Principles and practice of structural equation modeling* (3<sup>rd</sup> ed.). Guilford.
- Kuznets, S. (1955). Economic growth and income inequality. *American Economic Review*, 45(1), 1-28. <http://www.jstor.org/stable/1811581>
- Lang, N. D., Tran, H. M., Nguyen, G. T., & Vo, D. H. (2024). An untapped instrument in the fight against poverty: The impacts of financial literacy on poverty worldwide. *Social Indicators Research*, 174(2), 657-695. <https://doi.org/10.1007/s11205-024-03404-w>
- Lim, A. S. K., & Tang, K. K. (2008). Human capital inequality and the Kuznets Curve. *The Developing Economies*, 46(1), 26-51. <https://doi.org/10.1111/j.1746-1049.2007.00054.x>
- Marsh, H. W., & Hau, K. (2004). Explaining paradoxical relations between academic self-concepts and achievements: Cross-cultural generalizability of the internal/external frame of reference predictions across 26 countries. *Journal of Educational Psychology*, 96(1), 56-67. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0022-0663.96.1.56>
- Martínez-Navarro, D., Amate-Fortes, I., & Guarnido-Rueda, A. (2020). Inequality and development: Is the Kuznets curve in effect today? *Economica Political*, 37, 703-735. <https://doi.org/10.1007/s40888-020-00190-9>
- Nunoo, J., Taale, F., Ofori, I. K., Mwinlaaru, P. Y., & Adama, A. Y. S. (2024). Human capital and income inequality in Africa: Robust governance synergies and thresholds. *Cogent Economics & Finance*, 12(1). <https://doi.org/10.1080/23322039.2024.2417757>
- OECD (2023a). *PISA 2022 results (volume I): The state of learning and equity in education*, PISA. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- OECD (2023b). *PISA 2022 results (volume II): Learning during – and from – disruption*, PISA. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/a97db61c-en>.
- Park, K. H. (1996). Educational expansion and educational inequality on income distribution. *Economics of Education Review*, 15(1), 51-58. [https://doi.org/10.1016/0272-7757\(95\)00000-3](https://doi.org/10.1016/0272-7757(95)00000-3)
- Ram, R. (1990). Educational expansion and schooling inequality; International evidence and some implications. *Review of Economics and Statistics*, 72(2), 266-274.

<https://doi.org/10.2307/2109716>

Rindermann, H. (2008). Relevance of education and intelligence at the national level for the economic welfare of people. *Intelligence*, 36(2), 127-142.

<https://doi.org/10.1016/j.intell.2007.02.002>

Shen, C. (2002). Revisiting the relationship between students' achievement and their self-perceptions: A cross-national analysis based on TIMSS 1999 data. *Assessment in Education: Principles, Policy and Practice*, 9(2), 161-184.

<https://doi.org/10.1080/0969594022000001913>

Shukla, V., & Mishra, U.S. (2019). Educational expansion and schooling inequality: Testing educational Kuznets curve for India. *Social Indicator Research*, 141, 1265-1283.

<https://doi.org/10.1007/s11205-018-1863-x>

Sirin, S. R. (2005). Socioeconomic status and academic achievement: A meta-analytic review of research. *Review of Educational Research*, 75(3), 417-453.

<https://doi.org/10.3102/00346543075003417>

UNDP (2023). *Human development report 2022*. Oxford University Press.

Vegas, E., & Coffin, C. (2015). When education expenditure matters: An empirical analysis of recent international data. *Comparative Education Review*, 59(2), 289-304.

<http://doi.org/10.1086/680324>

Wilkins, J. L. M. (2004). Mathematics and science self-concept: An international investigation. *The Journal of Experimental Education*, 72(4), 331-346.

<https://psycnet.apa.org/doi/10.3200/JEXE.72.4.331-346>

謝誌：感謝審查委員提供寶貴建議，強化了本文的深度，文中如還有任何疏失，實為作者責任。

投稿日期：2024 年 12 月 03 日  
修正日期：2025 年 04 月 08 日  
接受日期：2025 年 09 月 22 日