

純網路銀行與傳統銀行之效率與生產力分析：以日本為例 *

陳冠潔 **、張興華 ***

摘 要

亞洲首家純網路銀行於 2000 年在日本誕生，該新興產業以創新技術帶給金融業全新的觀點並改變使用者的生活習性。純網路銀行開放後，是否促使傳統銀行加速改革或是影響營運，此為本文探討的要點。本研究以產出導向距離函數，除了探討純網路銀行與傳統銀行之技術效率，並進一步分析生產力的變動。研究結果顯示，傳統銀行分別在共同技術效率及技術缺口有較佳的表現，然而純網路銀行的共同技術效率在 2018 年開始呈現反轉。其次，在 Malmquist 生產力指數方面，純網路銀行比傳統銀行佳，其主要來自於技術效率的改善。

關鍵詞：純網路銀行、共同邊界、Malmquist 生產力、技術效率

JEL 分類代號：C58、C63、C67、D53、G14

* 作者由衷感謝匿名評審們之指正與提供寶貴的建議，使本文修正得更臻完善。

** 國立政治大學金融學系博士，本文通訊作者，E-mail：airco2731025@hotmail.com。

*** 國立政治大學金融學系副教授。

DOI：10.53106/054696002022120112004

收件日期民國 110 年 8 月 2 日；修改日期民國 110 年 12 月 5 日；

接受日期民國 111 年 5 月 13 日。

純網路銀行與傳統銀行之效率與生產力分析：以日本為例

壹、緒論

傳統銀行雖然提供多元化的服務，例如：貸款、轉帳、信用服務或是其他業務，但是仍無法滿足客戶的需求與期望 (Jun and Cai, 2001) 且邊緣化群體¹難以向傳統銀行獲得資金，此現象可能導致收入不平等並抑制經濟成長。在科技進步及政府放鬆管制之下，新金融服務－純網路銀行 (internet-only bank) 已悄悄地改變產業的商業模式。新銀行的加入可能會使同業競爭加劇並減少利潤，但卻會引進新技術並深化金融改革 (Detragiache et al., 2008)。2005 年聯合國提出普惠金融 (financial inclusion) 的概念，意指普羅大眾均有平等的機會享有金融服務。因此，純網路銀行鎖定的對象是傳統銀行所忽略的年輕客群、中小企業以及弱勢族群，讓他們免除繁雜的貸款手續並提供優惠利率，以迅速、簡便的方式為用戶提供所需的資金，以縮減貧富差距。然而用戶對純網路銀行的領域知識不足，大多採取觀望態度，因此在初期的發展階段對傳統銀行的威脅有限 (Barnes and Corbitt, 2003)。

日本於 2000 年成立亞洲首家純網路銀行 (Japan Net Bank)，然而民族文化較為保守且習慣以現金交易，對實體銀行的依賴程度較高，因此純網路銀行的經營規模及信賴程度無法與傳統銀行比擬，但是他們利用新創技術與提供優惠的金融服務切入該領域以吸引新用戶的青睞。隨著網路的技術成熟與智慧型手機的普及，2021 年亞洲地區網路滲透率為 62.6%，日本網路滲透率從 2000 年的 37.1% 成長到 94.5% (2021 年)，僅次汶萊

¹ 邊緣化群體為老人、教育程度低和貧窮者。

(97.5%)、韓國 (96%) 及澳門 (96%)²。面對新興趨勢的轉變，許多傳統銀行積極地透過移動通訊技術不斷更新服務流程、提升自動化服務與機器人理財等應用，讓企業持續成長。日本純網路銀行已經發展數十年之久，在不同的時空背景之下，銀行業應如何調整經營方向，以維持競爭優勢，此為本文所關切的議題。因此，本研究以效率與生產力分析日本 2011 年至 2020 年純網路銀行與傳統銀行的變化。

純網路銀行是由網路科技的進步及消費者行為模式的改變孕育而出，除了組成結構與傳統銀行具有差異性之外，兩群體受到環境因素影響程度也可能有所不同，其包括：

(1) 失業率。失業者在短期間不易獲得穩定的工作，而且失業率上升會使銀行的貸款違約與呆帳增加 (Bolt et al., 2012)，因此銀行會減少與中小企業往來，以降低營運風險 (Arnold and van Ewijk, 2011)，使欲貸款者難以獲得銀行的資金。然而，Göçer (2013) 的研究指出，銀行信貸增加，不僅有效降低失業率，還能提升中小企業的營運效率與業務量。Zakaria et al. (2015) 認為放寬銀行的管制，可使銀行增加市場的投資資本及企業貸款，能有助於提升銀行業的競爭與效率，也能降低失業率。消費性貸款是純網路銀行核心業務之一，故失業率的變化對傳統銀行及純網路銀行之效率可能會產生不同的影響。

(2) 人口密度。盧永祥等 (2014) 認為銀行的經營環境面臨人口密度愈高的地區，即都市化程度愈高，則技術效率較佳。但是，章定煊等(2002) 研究結果顯示，在人口密度較高的城市對企業的經營管理越不容易，也表示銀行間的競爭程度高，因此應減少在人口過度集中的地區發展，而是往鄉鎮區域擴展客源，此對企業的經營發展或是效率都有正面的助益。日本正在面臨人口老化及出生率極低的困境，這不僅使城鄉落差加劇，在人口密度改變之下，也牽涉到市場資金的流通量及經濟發展 (Fukuyama and Weber, 2017)，讓銀行經營面臨前所未有的挑戰。純網路銀行與傳統銀行不同的是以網路為場域，故人口密度是否影響銀行經營發展的方向，此議題是值得探討。

² 資料來源：Internet World Stats，取自 <https://www.internetworldstats.com/>，檢索日期：2021/3。

(3) 銀行成立年資。在資訊傳播日趨快速及應用裝置逐漸成熟的時代裡，銀行開始透過數位化轉型，不僅開創新客源及保有舊客戶之外，還能創造更多的收入 (Japparova and Rupeika-Apoga, 2017)。然而，Doz and Kosonen (2010) 認為企業商業模式的變革對管理者而言是一項艱難的任務，除了重新部署資源與人員活動，還要適應新的領導工作。日本百年銀行林立，企業文化及結構根深蒂固，雖然許多傳統銀行積極轉變，但組織的整合或轉型仍會有一段磨合期，因此銀行成立時間越久是否影響經營效率，故藉此研究觀察其變化。

(4) 銀行規模。銀行規模越大，除了財務與人力資源豐富之外，風險承擔能力也較高 (劉碧珍與康廷嶽，2010)。然而，隨著金融科技的發展與新競者的加入，銀行應該縮減規模，以降低營運風險 (Chen, 2020)，而且盧永祥等 (2014) 說明銀行規模過大，會衍生技術無效率的狀況。經營模式與傳統銀行的差異在於純網路銀行主要是利用 IT (information technology) 技術取代人力，可以有效地降低營運及固定成本 (Ahn and Lee, 2019)。因此，於現今的金融市場，傳統銀行及純網路銀行的規模應如何調整，進而提升經營效率，此為管理者制定決策的重要方向。

Battese et al. (2004) 認為不同群體的廠商，其技術水準具差異性，主要是因為組織結構及制度的不同。因此，本文將傳統銀行與純網路銀行區分為兩群組進行分析，然而銀行屬多投入多產出的產業，而且也考量環境因素對銀行的影響程度，故採用產出距離函數模型進行衡量 (Jiang et al., 2009; Kumbhakar and Wang, 2007)。接著，進一步探討傳統銀行與純網路銀行之生產力變化，則應用共同邊界 Malmquist 生產力指數 (metafrontier Malmquist productivity index, MMPI) 衡量產業跨期總要素生產力³ (total factor productivity, TFP) 的變動情形 (陳谷荔與楊浩彥，2008；陳志成，2014)。TFP 是技術效率變動與技術變動的乘積，透過拆解可以探究傳統銀行與純網路銀行進步或衰退的原因，進而提出改善之方向與建議。

接續各節本文編排如下：第二節探討日本傳統銀行與純網路銀行的發展，第三節為

文獻回顧，第四節介紹研究方法，第五節詳述資料來源及實證結果，最後第六節是結論。

貳、日本傳統銀行與純網路銀行的發展

一、傳統銀行的沿革

第二次世界大戰之後，日本政府對金融機構實施保護政策，其主要是穩定金融市場並使資金可以充分利用。然而，爲了確保金融體系的穩定，對內則嚴格規定銀行、證券公司及信託投資機構的金融商品、存放款利率、分支機構的營運據點及業務範圍；對外不僅強化外匯的監管，並且爲了保障銀行產業的經營績效，限制新競爭者的加入。在政府過度保護之下，使得日本金融產業的營運管理偏向保守、風險管理能力較爲薄弱且缺乏競爭力。然而，隨著日本躍居世界第二大經濟體系，逐步開放市場吸引外資進入、減少管制，以及打造友善且自由競爭之環境，並且朝向金融商品多樣化發展（謝學如，2009）。

於 1991 年至 1992 年日本房地產泡沫及股票市場崩跌，使經濟歷經二十年的低迷。1970 年至 1991 年日本實質 GDP 成長率平均爲 4.5%，而 1991 年至 2012 年的年均成長率下降至 0.9%；資本形成總額在 1970 年至 1991 年的年均爲 4.4%，然而在 1991 年至 2012 年則下降到 -0.9%。泡沫化導致不良貸款攀升也引發日本銀行業信貸狀況惡化。面對此困境，日本銀行採取各種改革措施及資本重組，以解決棘手之問題（Fukuyama and Weber, 2017）。在動盪期間，日本政府提供存款保險及注入公共資本，以解救陷入危機的銀行。然而，銀行爲了增強體質及抵抗金融危機所帶來的風險，許多大型銀行掀起了整合浪潮，開始併購實力較弱的銀行，例如：三井銀行（Mitsui Bank）與 Taiyo-Kobe Bank 成立 Sakura；富士（Fuji）、Dai-Ichi Kanyo 和日本興業銀行（Industrial Bank of Japan）成立瑞穗銀行（Mizuho Bank）；Sanwa Bank 與 Tokai Bank 成立 UFJ 銀行（Mamatzakakis et al.,

³ Malmquist 生產力指數亦稱爲總要素生產力。

2016)。爲了克服日本經濟長期處於蕭條階段的瓶頸，2001 年日本開始執行量化寬鬆 (quantitative easing, QE) 政策，然而 2012 年日本首相安倍晉三上任之後，積極地擴大 QE 規模，加速實施一系列刺激經濟之政策，使日圓快速貶值，提振國內經濟及出口。

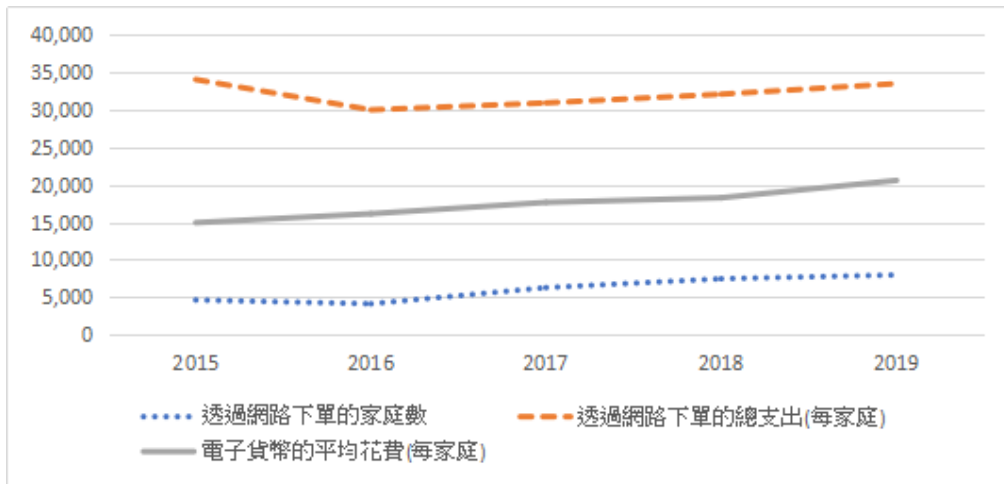
在時空轉換之下，現今通訊設備的基礎建設已具備完善及應用裝置逐漸成熟，改變人們的交易模式，促使銀行積極轉型以提升金融電子化之服務。Japparova and Rupeika-Apoga (2017) 認爲，金融數位化不僅幫助銀行全天候提供客戶理財資訊，並利用大數據分析客戶行爲與需求 (know your customer, KYC)，針對客戶的風險偏好，制定合適的金融商品。再者，應採取強化保留現有客戶及開發新客戶之策略，並創造顧客感知價值，以提升信任度、忠誠度及獲利能力。Kaabachi et al. (2019) 發現，客戶對銀行雖然不太滿意，但是在信任程度較高的情況之下，他們離開銀行的可能性越小。因此，如何有效地維持客戶關係理應被重視。

二、純網路銀行的發展

隨著全球自由化及科技的發展，傳統銀行的服務從臨櫃辦理匯款、儲蓄及債券業務，演變到用戶可以使用電腦登入網路銀行 (on-line bank) 並且自行操作金融服務。然而，受到傳統文化與消費習性的影響，日本消費者通常以現金或匯款進行交易，一方面是線上交易讓人產生不信任感，另一方面是隱私權的問題，因爲現金具有匿名性，不易被追蹤及蒐集消費資訊，因此日本消費者傾向實體銀行勝於網路銀行 (Farhoomand and Mak, 2002)。

在金融管制鬆綁之下，網路技術的發展重塑銀行業的結構，2000 年亞洲第一家純網路銀行 (Japan Net Bank) 成立，提供具有競爭力的費率及便捷的借貸手續吸引消費者，其服務管道包括：網際網路、電話及自動櫃員機 (ATM)。Japan Net Bank 剛成立不久後，除了提供基本的銀行交易之外，也帶給客戶新的體驗，例如：用戶可以在線上支付東京電力的帳單 (Farhoomand and Mak, 2002)。DeYoung (2005) 提出，純網路銀行沒有地域

上的限制，亦即透過網路平台就可以為消費者提供優質的服務並且挖掘新的成長潛力。Barnes and Corbitt (2003) 認為，移動式商務已逐漸成型並逐步拓展潛在的服務，此為消費者提供另一個全新的技術服務平台，他們可以隨時開啓應用程式進行網路購物、金融交易或是接收新資訊，其服務具備即時性及靈活性吸引年輕族群，也讓日本的消費行為逐步轉變。儘管如此，純網路銀行處於萌芽期與傳統銀行相較之下，其規模仍小，對傳統銀行的衝擊有限 (潘雅慧與余俊慶，2020)，其主要原因在於日本是屬於成熟經濟體，銀行與 ATM 密集度高且文化與習性較為保守，因此發展速度較新興國家 (例如：中國、印度或是非洲) 來得慢。雖然如此，日本家庭用戶使用電子貨幣的成長，仍處逐年增加的趨勢 (圖 1)。



貨幣單位：日圓

圖 1 日本每家庭使用網路下單及電子貨幣的花費⁴

⁴ 資料來源：Statistics Bureau of Japan，取自 <https://www.stat.go.jp/english/index.html>，檢索日期：2021/3。

伴隨著大數據、雲端計算及區塊鏈等金融科技的盛行，新的載具 (new devices)、技術及金融科技已逐漸改變消費者的生活與行為，各國政府也開始放寬金融管制，朝向類型多樣化發展，並藉由良性競爭的方式，迅速提升銀行業的效率及績效。經過重組之後，使金融體系更加健全以促進經濟成長 (Sturm and Williams, 2004; Yang and Liu, 2012)。2000 年至今為止共有六家純網路銀行 (表 1)，其組織包括共同合資及獨資，其優勢是企業為國內知名的集團並擁有廣大的客戶群，多數純網路銀行的股東以銀行業為主，持股比例相對較高。從另一個角度來看，這是傳統銀行另闢管道與異業結盟，主要是為更多的消費族群提供各種增值的服務。

由表 1 可以觀察到，純網路銀行的服務項目包括：存款、貸款、投資信托及保險，其業務看似與傳統銀行無差異。但是，從表 2 可以得知，傳統銀行的貸款項目較為多元化，而純網路銀行的保險較為生活化，例如：休閒保險則提供自行車險、高爾夫球險及旅行險。再者，純網路銀行有提供體育彩票、樂透及機器人理財的業務，而傳統銀行則是有遺囑信託的服務。若無細分，其實兩類型的銀行服務項目差異不大，但是對特殊需求者而言，則仍具有差異性。

過去的文獻指出，純網路銀行可以透過網路自動化流程取代紙質及解決勞動密集型之產業問題，以提高生產效率與盈利能力 (Malhotra and Singh, 2009)。Zhang et al. (2018) 提出，純網路銀行不僅解決空間與時間上的限制，營運成本比傳統銀行低，並且可以提供較高的存款利率和低貸款利率給消費者。Kaabachi et al. (2019) 說明，純網路銀行沒有實體分支機構，可以節省大量成本，因此可以為客戶提供更優質的服務。雖然如此，亦有其他文獻持有不同之觀點。Ciciretti et al. (2009) 得出結論，純網路銀行雖然可以有效地控制營運費用，但是傳統銀行擁有較豐富的經營經驗，故借貸能力仍比純網路銀行出色。再者，一般認為純網路銀行可降低人事成本，但是結果與直覺相反，可能是新技術的導入與新員工的培訓，導致成本額外增加。Malhotra and Singh (2009) 及 Chen (2020) 的研究指出，純網路銀行進入金融市場，可為整體銀行業提升整體效率，但是發現銀行業為提升競爭力而聘用具金融科技或 IT 專業背景的員工，則須支出更高的工資而導致利潤

下降。Arnold and van Ewijk (2011) 發現，純網路銀行雖然可以降低成本、易於擴展及快速提升市佔率，但是也可能使風險提升。再者，當市場恐慌指數上升時，儲戶會為資金尋找安全的管道，因此純網路銀行會比傳統銀行脆弱，而且純網路銀行的用戶焦慮程度會高於傳統銀行 (Arnold, 2020)。

經由上述，純網路銀行實際可提供的好處尚不清楚 (DeYoung, 2001)。儘管如此，在新科技發展與協助之下，銀行業可藉由數位化的驅動，提供簡易的操作平台並利用大數據分析顧客行為，以改善服務、提升與顧客的連結程度和企業收益 (Yang et al., 2007)。

表 1 純網路銀行組成結構

名 稱	股東持股比例	服務項目	成立時間
Japan Net Bank	Z Financial Co., LTD. (46.6%) 三井住友銀行 (46.6%) 富士通有限公司 (5.26%) 三井住友保險有限公司 (0.52%) 大樹生命保險有限公司 (0.52%) 住友生命保險公司 (0.52%)	存款、貸款、投資信託、 體育彩票 ¹ 、樂透、保險。	2000 年
Rakuten Bank	樂天集團 100% 持有	存款、貸款、投資信託、 體育彩票、保險。	2000 年
Sony Bank	Sony 金融控股公司 100%持有	存款、貸款、投資信託、 募資平台。	2001 年
SBI Sumishin Net Bank	三井住友信託銀行 (50%) SBI 控股 (50%)	存款、貸款、投資信託、 保險、體育彩票、樂透、 機器人理財。	2007 年
Jibun Bank	KDDI (電信業，63.8%) 三菱日聯銀行 (銀行業，36.2%)	存款、貸款、投資信託、 體育彩票、樂透、機器 人理財。	2008 年
Daiwa Next Bank	大和證券集團 100% 持有	存款、證券投資。	2010 年

註：1.體育彩票包括：賽馬、自行車、划船等賽事。

表 2 傳統銀行與純網路銀行服務項目之差異

服務項目	傳統銀行	純網路銀行
存款	日圓存款、外幣存款	日圓存款、外幣存款
貸款	房屋抵押貸款、教育貸款、留學貸款、房屋裝修貸款、旅遊貸款、結婚貸款、醫療貸款、老年支付貸款、醫美貸款	房屋抵押貸款、教育貸款、旅遊貸款、結婚貸款、車貸
投資信託	基金、證券投資	基金、證券投資
保險	養老保險、學生保險、死亡保險、長期護理保險、終身保險、醫療保險	醫療保險、終身壽險、意外險、休閒保險(自行車險、高爾夫球險、旅行險)、女性保險
海外匯款	✓	✓
遺囑信託	✓	
體育彩票	① ¹	✓
樂透		✓
機器人理財		✓

註：1.部份傳統銀行有提供體育彩票的服務。

2.提供機器人理財服務的純網路銀行，包括：SBI Sumishin Net Bank 及 Jibun Bank；京都銀行則提供保險機器人顧問的服務。

參、文獻回顧

一、共同邊界(Metafrontier)

在社會資源有限之下，如何將有限的資源做最佳的運用，此為管理者所關切的事。效率的衡量不僅可以幫助組織內部瞭解本身的優劣勢，並知曉外部環境帶來的機會及威脅，使各項資源能夠做出最適的分配與改善 (劉春初，2004)。衡量企業營運效率的方式，包括：非參數法與參數法。前者是以資料包絡分析法 (data envelopment analysis, DEA) 求出效率值，其優點是不需預設參數型式，雖可得出目標改進值，卻無法說明無效率形成的原因 (吳濟華與何柏正，2008)，並且沒有隨機誤差項，故易受極端值干擾。然而，後者是以隨機邊界法 (stochastic frontier analysis, SFA) 獲得參數估計值，此方法需先設定函數的型式，其組合誤差模型不僅包括廠商無效率項，也考量隨機誤差項 (例如：人為不可抗力之事故與災害)，使模型更符合現實狀況 (顏晃平與張靜文，2011)。

不同的國家及產業之生產邊界具差異性，故應先分群組再找出共同邊界，以瞭解效率之變化。Battese et al. (2004) 研究印尼五個不同地區的紡織廠商之技術效率，考量到不同區域存在不同的生產邊界且無法跨群組比較，故以共同邊界法進行估計，其結果顯示位於雅加達的廠商比其他地區有較高的技術水準，表示群組技術邊界靠近共同邊界，而此技術的差異可藉由技術缺口率 (technology gap ratio, TGR) 加以衡量。Chen and Song (2008) 分析中國各地區的農業技術差異，故依區域經濟的發展水準不同劃分為四個區域，並使用共同邊界法進行分析，研究發現東北地區的農業生產技術領先全國各地。盧永祥 (2012) 採用共同邊界模型，衡量各大專校院在教育品質及經營管理之差異性，並找出改善方向。

上述文獻以單一產出模型進行探討，若欲觀察多投入與多產出的效率變化，可以採用距離函數 (distance function) 衡量技術效率的高低程度。黃台心等 (2009) 採用共同成

本函數以瞭解東亞六國銀行之生產效率，其發現日本的共同成本效率高於其他國家。Jiang et al. (2009) 以隨機距離函數法，觀察中國 2001 年加入世界貿易組織 (World Trade Organization, WTO) 之後，放寬管制及改革加速的情況之下，對銀行業的影響為何？其發現股份制銀行的獲利能力比國有銀行佳。張寶光等 (2014) 以營造及建設業為分析對象，其產業屬多投入及多產出，故採用共同邊界投入導向之距離函數，找出潛在的效率水準。Liang et al. (2018) 透過共同邊界法發現，銀行加入道瓊永續指數 (Dow Jones Sustainability Index, DJSI) 之後，在歷經 2008 年金融危機期間，其效率高於非 DJSI 銀行。

二、生產力指數(Malmquist Productivity Index, MPI)

MPI 是由 Caves et al. (1982) 所提出，藉由不同基期的投入或產出之距離函數進行衡量，並透過效率變化及技術進步的分解，找出生產力成長或衰退的因素。王媛慧等 (2007) 以投入導向的 MPI 分析臺灣國際觀光旅館之技術效率，發現整體產業生產力提升的原因在於技術效率的改善。Newman and Matthews (2006) 透過產出導向衡量愛爾蘭酪農業的生產力變化，依前後兩期相比較之後，得知最近一個時期的生產力快速增長，並進一步拆解該指數之成分以探究其因，研究發現是技術進步推動生產力的成長。上述研究是以單一產業或將廠商視為相同群組進行 MPI 分析。然而，面對跨群組且生產邊界不同之下，則利用共同邊界的概念，發展出共同邊界生產力指數 (metafrontier malmquist productivity index, MMPI) 分析廠商的要素生產力。陳谷茹及楊浩彥 (2008) 將高所得及低所得國家進行分群，以觀察跨期的變動。Chen and Yang (2011) 從分解結果發現，臺灣銀行業的生產力比中國佳，但是中國銀行業的技術變革高於臺灣。陳志成 (2014) 將臺灣縣市區分為服務業類型及非服務業類型，其發現非服務業類型的 MMPI 高於服務業類型縣市，主要成長來源是技術變動的驅動。張寶光等 (2014) 探討營造與建設業之共同邊界生產力變動，其發現建設業無論是生產的指數、規模變動及技術變動皆高於營造業，表示營造業須再強化技術水準。

肆、研究方法

一、產出距離函數與效率的衡量

距離函數 (distance function) 是 Shephard 於 1953 年提出，係用來描述多投入多產出的生產技術 (Shephard, 1953)。依其定義，係衡量一投入產出活動 (x, y) 到一特定生產邊界的距離，因此過去的文獻常用此方法來衡量效率 (efficiency) 與生產力 (productivity)。距離函數可以從投入面或產出面單導向衡量，亦可同時考量投入產出面，但需預設一特定方向，然而本文採用產出導向距離函數進行衡量。

(一) 群組邊界距離函數

在多投入多產出的情況之下，銀行 (i) 在第 t 期使用 N 種投入而產生 M 種產出。設

$$x = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_N), y = (y_1, y_2, y_3, \dots, y_M) \quad (1)$$

若該銀行屬於第 k 群組的生產技術，則該群組裡的所有銀行應歸屬在同一個生產技術集合 (technology set) T_t^k ：

$$T_t^k = \left\{ (y_{it}, x_{it}) : x_{it} \text{ can produce } y_{it}, x_{it} \in R_+^N, y_{it} \in R_+^M \right\} \quad (2)$$

其中， $x_{it} \in R_+^N$ 為非負投入向量，而 $y_{it} \in R_+^M$ 亦為非負產出向量。

依據上述，群組在此一生產技術之下，其產出集合 (output set) 為：

$$P_t^k(x_{it}) = \left\{ y_{it} : (x_{it}, y_{it}) \in T_t^k \right\}, k = 1, 2, 3, \dots, K \quad (3)$$

產出面的群組距離函數定義為：

$$D_t^k(x_{it}, y_{it}) = \inf_{\theta} \{ \theta > 0 : (y_{it} / \theta) \in P_t^k(x_{it}) \} \quad (4)$$

其中， θ 是擴展產出向量 (y) 的純量，其值越小，可使廠商的實際產出與群組邊界之間的差距縮小，而 θ 亦可表示為 y_{it} 至產出邊界的射線距離值， $D_0(x_{it}, y_{it})$ 值會小於或等於 1 (Jiang et al., 2009)。當值等於 1 時，此為產出集合的上界，亦可稱為群組邊界 (group frontier)。

群組距離函數是銀行實際生產水準與群組邊界之生產水準的比值，因此以第 (4) 式產出距離函數做為群組技術效率 (group technology efficiency,

GTE)：

$$0 \leq D_t^k(x_{it}, y_{it}) = TE_t^k(x_{it}, y_{it}) \leq 1 \quad (5)$$

(二)共同邊界距離函數

每個群組都具有本身的技術集合 $T_t^k, k = 1, 2, 3, \dots, K$ ，而共同技術集合是各群組技術集合的聯集：

$$T_t^* = \{T_t^1 \cup T_t^2 \cup \dots \cup T_t^K\} \quad (6)$$

共同產出集合為：

$$P_t^*(x_{it}) = \{y_{it} : (y_{it}, x_{it}) \in T_t^*\} \quad (7)$$

共同邊界距離函數為：

$$D_t^*(x_{it}, y_{it}) = \inf_{\theta} \{ \theta > 0 : (y_{it} / \theta) \in P_t^*(x_{it}) \} \quad (8)$$

共同邊界與群組的距離函數定義相似，當值等於 1 的條件之下，為共同產出集合的上界亦可稱為共同邊界 (meta-frontier)，依此做為各群組衡量技術水準的基準。因此，接下來銀行要面對的生產邊界是共同邊界，而非群組邊界。

共同邊界距離函數是銀行實際生產水準與共同邊界生產水準的比值，因此共同邊界的技術效率 (meta technology efficiency, MTE) 為：

$$0 \leq D_t^*(x_{it}, y_{it}) = TE_t^*(x_{it}, y_{it}) \leq 1 \quad (9)$$

另外，從式 (6) 可知道，各子技術集合會形成各自的群組邊界，多個群組邊界會被最外圍的共同邊界包絡起來，因此共同邊界是一條高於群組邊界的包絡曲線，故共同邊界與群組邊界之距離函數與技術效率的關係式為：

$$D_t^k(x_{it}, y_{it}) \geq D_t^*(x_{it}, y_{it}) \rightarrow TE_t^k(x_{it}, y_{it}) \geq TE_t^*(x_{it}, y_{it}) \quad (10)$$

然而，群組邊界與共同邊界的差距稱為技術缺口率 (TGR)。當 TGR 值越高，表示該群組的生產技術水準愈接近共同邊界，亦即技術水準較佳。透過式(10)，TGR 的衡量方式如下：

$$0 \leq TGR_t^k = \frac{D_t^*(x_{it}, y_{it})}{D_t^k(x_{it}, y_{it})} = \frac{TE_t^*(x_{it}, y_{it})}{TE_t^k(x_{it}, y_{it})} \leq 1 \quad (11)$$

經由 (11) 式可得知，共同邊界與群組邊界之關係如下：

$$TE_t^*(x_{it}, y_{it}) = TE_t^k(x_{it}, y_{it}) \times TGR_t^k(x_{it}, y_{it}) \quad (12)$$

其中， TE_t^* 是共同邊界之技術效率； TE_t^k 是群組邊界之技術效率；而 TGR_t^k 則是技術

缺口比率。根據 (12) 式可簡化為：

$$MTE = GTE \times TGR \quad (13)$$

(三)距離函數估計

為瞭解環境變數對銀行生產效率之影響及總要素生產力成長之分解，故需要對產出距離函數進行參數化及估計 (Feng and Serletis, 2010)。假設銀行追求產出極大化之情況下，將產出距離函數 $D_0(x_{it}, y_{it}, t)$ 設定為 Translog 函數，此函數具伸縮性，可以降低函數設定不恰當的缺失，以獲得準確的估計結果，其模型參照 Feng and Serletis (2010)，衡量方法為：

$$\begin{aligned} \ln D_0(x_{it}, y_{it}, t) = & a_0 + \sum_{m=1}^M a_m \ln y_{mit} + \frac{1}{2} \sum_{m=1}^M \sum_{r=1}^M a_{mr} \ln y_{mit} \ln y_{rit} + \sum_{n=1}^N b_n \ln x_{nit} \\ & + \frac{1}{2} \sum_{n=1}^N \sum_{e=1}^N b_{ne} \ln x_{nit} \ln x_{eit} + \delta_t t + \frac{1}{2} \delta_{tt} t^2 + \sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^M c_{nm} \ln x_{nit} \ln y_{mit} \\ & + \sum_{m=1}^M \delta_{ym} t \ln y_{mit} + \sum_{n=1}^N \delta_{xn} t \ln x_{nit} \end{aligned} \quad (14)$$

式 (14) 難以進行衡量，故為了轉化可估計的迴歸模型，以一階齊次 (homogeneous of degree one) 的方式並透過標準化 (normalization) 進行特定轉換成比例型變數估計式，此可避免解釋變數出現內生性或聯立方程式偏誤之問題，並得出一致性之估計值 (王媛慧等，2007；李文福與張佩茹，2013)。因此，選擇第 M 個產出做為標準化之基準，故表達方式為 $\ln D_0\left(\frac{y_{it}}{y_{Mit}}, x_{it}, t\right) = \ln [D_0(y_{it}, x_{it}, t) / y_{Mit}]$ ，其產出隨機距離函數為：

$$-\ln y_{Mit} = a_0 + \sum_{m=1}^{M-1} a_m \ln \left(\frac{y_{mit}}{y_{Mit}} \right) + \frac{1}{2} \sum_{m=1}^{M-1} \sum_{r=1}^{M-1} a_{mr} \ln \left(\frac{y_{mit}}{y_{Mit}} \right) \ln \left(\frac{y_{rit}}{y_{Mit}} \right) + \sum_{n=1}^N b_n \ln x_{nit}$$

$$\begin{aligned}
& + \frac{1}{2} \sum_{n=1}^N \sum_{e=1}^N b_{ne} \ln x_{nit} \ln x_{eit} + \delta_t t + \frac{1}{2} \delta_u t^2 + \sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^{M-1} c_{nm} \ln x_{nit} \ln \left(\frac{y_{mit}}{y_{Mit}} \right) \\
& + \sum_{m=1}^M \delta_{ym} t \ln \left(\frac{y_{mit}}{y_{Mit}} \right) + \sum_{n=1}^N \delta_{xn} t \ln x_{nit} + u_{it} + v_{it}
\end{aligned} \quad (15)$$

其中， v_{it} 及 u_{it} 是統計獨立； v_{it} 為干擾項且服從常態分配及具獨立性，且 $v_{it} \sim \text{iid } N(0, \sigma_v^2)$ ； u_{it} 為無效率項且服從截斷性常態分配，故 $u_{it} \sim N^+(\mu_{it}, \sigma_u^2)$ ，其中： $u_{it} = \beta_0 + \sum_{q=1}^p \beta_q Z_{qit} + \varepsilon_{it}$ ， Z_{qit} 為第 t 期第 i 銀行的第 q 種環境變數， ε_{it} 是誤差項且服從常態分配 $N(0, \sigma^2)$ ； a 、 b 、 c 、 δ 、 β 、 σ_v^2 、 σ_u^2 與 σ^2 皆為待估參數。

二、共同邊界生產力指數(MMPI)

產出距離函數除了可以觀察技術效率的變化之外，還可以進一步採用 Malmquist 生產力指數探討生產力變動的因子。Fuentes et al. (2001) 指出，Malmquist 生產力指數被定義為衡量廠商 i 在第 t 期到 $t+1$ 期之產出及投入向量，以估計兩者距離函數之間的比率。藉由此方法，不僅瞭解廠商在不同期間之生產力的變動，更可以透過 Malmquist 生產力指數分解各指數的變動狀況。

(一) 群組生產力指數

觀察群組 k 從第 t 期到 $t+1$ 期之生產力跨期變動，若以第 t 期為基期，其衡量方式為：

$$MPI_t^k = \frac{D_t^k(x_{it+1}, y_{it+1})}{D_t^k(x_{it}, y_{it})} \quad (16)$$

然而，若以 $t+1$ 期為基期，其衡量方式：

$$(17)$$

$$MPI_{t+1}^k = \frac{D_{t+1}^k(x_{it+1}, y_{it+1})}{D_{t+1}^k(x_{it}, y_{it})} \quad (17)$$

避免基期的選擇影響估計結果，根據 Färe et al. (1994) 的說明並選取 (16) 及 (17) 式，以幾何平均 (geometric mean) 進行衡量：

$$MPI_{t,t+1}^k(x_{it}, y_{it}, x_{it+1}, y_{it+1}) = \left[\frac{D_t^k(x_{it+1}, y_{it+1})}{D_t^k(x_{it}, y_{it})} \times \frac{D_{t+1}^k(x_{it+1}, y_{it+1})}{D_{t+1}^k(x_{it}, y_{it})} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (18)$$

根據 (18) 式拆解後並改寫

$$MPI_{t,t+1}^k(x_{it}, y_{it}, x_{it+1}, y_{it+1}) = \frac{D_{t+1}^k(x_{it+1}, y_{it+1})}{D_t^k(x_{it}, y_{it})} \times \left[\frac{D_t^k(x_{it+1}, y_{it+1})}{D_{t+1}^k(x_{it+1}, y_{it+1})} \times \frac{D_t^k(x_{it}, y_{it})}{D_{t+1}^k(x_{it}, y_{it})} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (19)$$

其中， $D_{t+1}^k(x_{it+1}, y_{it+1})$ 代表從 $t+1$ 期的觀測值到 $t+1$ 期效率邊界的距離， $D_t^k(x_{it}, y_{it})$ 代表 t 期的觀測值到 t 期效率邊界的距離，因此式 (19) 等式右邊第一項是衡量 t 期到 $t+1$ 期間的技術效率變動 (technical efficiency change, TEC)，其值大於 1 表示技術效率獲得改善。式 (19) 等式右邊第二項則為技術變動 (technical change, TC)⁵，其值大於 1，則表示生產技術呈現進步現象。綜上所述，(19) 式是衡量第 k 個群組的生產邊界，故可以稱為群組生產力指數 (group malmquist productivity index, GMPI)，因此可以簡化為：

⁵ $D_t^k(x_{it+1}, y_{it+1})$ 代表從 $t+1$ 期的觀測值到 t 期效率邊界的距離， $D_{t+1}^k(x_{it+1}, y_{it+1})$ 代表從 $t+1$ 期的觀測值到 $t+1$ 期效率邊界的距離， $D_t^k(x_{it}, y_{it})$ 代表從 t 期的觀測值到 t 期效率邊界的距離， $D_{t+1}^k(x_{it}, y_{it})$ 代表從 t 期的觀測值到 $t+1$ 期效率邊界的距離，其中 $D_t^k(x_{it+1}, y_{it+1})$ 與 $D_{t+1}^k(x_{it}, y_{it})$ 是跨期效率指數，估計這四項距離，以得產出技術變革效果(吳濟華與何柏正，2008)。

$$GMPI_{t,t+1} = TEC_{t,t+1}^k \times TC_{t,t+1}^k \quad (20)$$

(二)共同邊界生產力指數

以共同邊界為基準，則共同邊界的生產力指數 (MMPI) 表示為：

$$MMPI_{t,t+1}(x_{it}, y_{it}, x_{it+1}, y_{it+1}) = \left[\frac{D_t^*(x_{it+1}, y_{it+1})}{D_t^*(x_{it}, y_{it})} \times \frac{D_{t+1}^*(x_{it+1}, y_{it+1})}{D_{t+1}^*(x_{it}, y_{it})} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (21)$$

根據 (21) 式拆解後

$$MMPI_{t,t+1}(x_{it}, y_{it}, x_{it+1}, y_{it+1}) = \frac{D_{t+1}^*(x_{it+1}, y_{it+1})}{D_t^*(x_{it}, y_{it})} \times \left[\frac{D_t^*(x_{it+1}, y_{it+1})}{D_{t+1}^*(x_{it+1}, y_{it+1})} \times \frac{D_t^*(x_{it}, y_{it})}{D_{t+1}^*(x_{it}, y_{it})} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (22)$$

將 (22) 式簡化後

$$MMPI_{t,t+1} = TEC_{t,t+1}^* \times TC_{t,t+1}^* \quad (23)$$

式 (23) 的 TEC^* 及 TC^* 分別為共同邊界的技術效率變動及技術變動，亦即銀行的技術水準與整體邊界上的技術水準之差距，若值大於 1，則表示從 t 期到 $t+1$ 期的技術效率呈進步趨勢，並且銀行的技術水準與共同技術水準更為貼近。然而，MMPI 可以再進一步拆解出技術缺口 (TGR)，此以不同基期衡量 TGR 跨期變動的幾何平均，其變動項稱為為追趕 (Catch-up) (Chen and Yang, 2011; 陳谷荔與楊浩彥，2008；陳志成，2014)，表示如下：

$$MMPI_{t,t+1} = TEC_{t,t+1}^k \times TC_{t,t+1}^k \times [Catch-up_{t,t+1}^k]^{-1} \quad (24)$$

Catch-up 為技術缺口 (TGR) 的變動，因此：

$$\left[Catch-up_{t,t+1}^k \right]^{-1} = \left[\frac{TGR_{t+1}^k(x_{it+1}, y_{it+1})}{TGR_t^k(x_{it}, y_{it})} \times \frac{TGR_t^k(x_{it+1}, y_{it+1})}{TGR_{t+1}^k(x_{it}, y_{it})} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (25)$$

將 (20) 式代入 (24) 式後，可得：

$$MMPI_{t,t+1} = GMPI_{t,t+1} \times \left[Catch-up_{t,t+1}^k \right]^{-1} \quad (26)$$

$$Catch-up_{t,t+1}^k = \frac{GMPI_{t,t+1}}{MMPI_{t,t+1}} \quad (27)$$

Catch-up 的概念與 TGR 相似，為群組邊界往共同邊界的移動，代表兩種不同技術水準的參數調整，顯示出技術缺口率的動態變化 (Lin and Chen, 2019)。若 Catch-up 值大於 1，表示群組邊界與共同邊界的生產力相近，具有追趕的現象。

伍、研究結果

一、資料來源

本文以 2011 至 2020 年日本 40 家傳統銀行及 6 家純網路銀行為研究對象，期間為 10 年共計有 460 筆樣本數。在傳統銀行方面，其變數資料取自 Eikon 資料庫，若遇資料缺漏之處，則從各銀行之年報中，逐一蒐集。純網路銀行為新興產業，目前沒有被任何一家資料庫所收錄，故從企業公佈之財報取得。

Kumbhakar and Wang (2007) 指出，銀行是多投入及多產出之行業，藉由員工的專業

能力取得客戶信賴，為組織創造營收、企業價值以及存戶款項。然而，用戶的存款是銀行轉換獲利的主要過程，亦即將資金轉變成貸款，而貸款的利息收入則成為銀行穩定的獲利來源。隨著金融市場的競爭者越來越多，Edirisuriya et al. (2015) 說明，銀行多元化經營，其風險報酬會獲得改善。在低利率的環境裡，銀行面臨利潤降低的同時，也積極開拓獲利管道，因此非利息收入越來越被重視，並且 Chen (2020) 證明，非利息收入可以有效地改善銀行績效。經由上述，本文的投入項分別為固定資產 (x_1)、員工人數 (x_2) 及存款 (x_3)；產出項則是非利息收入 (y_1) 及利息收入 (y_2)。無效率項的環境變數設定，包括市場特性及銀行特性，其變數分別為失業率 (z_1)、人口密度 (z_2)、銀行成立年資 (z_3) 及銀行規模 (z_4)。

表 3 及表 4 為各群組之敘述統計，透過兩期間平均變動率，可瞭解傳統銀行與純網路銀行之投入項、產出項及環境變數的變動 (表 5)。首先，從投入項進行探討，傳統銀行的固定資產 (x_1) 及員工人數 (x_2) 在 2017-2020 年皆呈現負成長，2012-2013 年的員工人數有較高的降幅比率 (-5.308%)。然而，純網路銀行無論是固定資產 (x_1)、員工人數 (x_2) 及存款 (x_3) 的成長幅度皆比傳統銀行高，特別的是存款在 2019-2020 年的成長大幅提升 (25.975%)，在此推測 2019 年底全球陸續爆發傳染性肺炎 (COVID-19)，大規模的流行病導致政府下令封城，國民在受限的環境中，可能使純網路銀行受到青睞。再者，純網路銀行的存款利率高，貸款利率低，吸引利率敏感度的用戶參與，使存款成長高於市場 (Arnold and van Ewijk, 2011)。以京都銀行為例，其定期存款是 0.002%，而樂天銀行是 0.02%；三菱東京 FUJ 銀行的房屋貸款利率介於 2.85% 至 4.64%，而住商 SBI 網路銀行的房屋貸款利率則介於 2.36% 至 3.94%⁶。其次，從產出項觀察到傳統銀行的非

⁶ 京都銀行與三菱東京 FUJ 銀行為傳統銀行，樂天銀行與住商 SBI 網路銀行為純網路銀行，其利率資料取自：京都銀行，<https://www.kyotobank.co.jp/>；三菱東京 FUJ，<https://www.bk.mufg.jp/index.html>；樂天銀行，<https://www.rakuten-bank.co.jp/>；住商 SBI，<https://www.netbk.co.jp/contents/>，檢索日期：2021/3。

利息收入 (y_1) 在 2014-2015 年開始大幅成長 (7.286%)，但是於 2017-2018 年則有負成長的狀況 (-4.63%)，並且值得注意的是利息收入 (y_2) 於 2011 年至 2020 年皆呈現負成長。主要原因在於日本政府長期實施零利率政策並且在 2016 年開始實施負利率政策，以增加消費及刺激景氣，但是對日本銀行業的經營卻是一大挑戰，Boungou and Mawusi (2022) 認為在經濟環境不穩定之下，會使銀行的非利息收入大幅減少，並且也因為貸款利率低，導致傳統銀行的利息收入大幅降低 (Boungou and Mawusi, 2021)。雖然如此，純網路銀行的非利息收入 (y_1) 從 2014-2015 年開始有明顯的成長趨勢 (19.372%)，利息收入 (y_2) 亦為正向成長，尤其是 2014-2015 年的增幅最高 (32.685%)。然而，造成兩者差異在於傳統銀行須配合國家政策，以迅速實現經濟目標 (Chen, 2020)，故在低利率的時代裡，傳統銀行利差縮減，進而影響利潤；純網路銀行則反之。環境變數方面，於 2019-2020 年失業率 (z_1) 大幅增加 (25.847%)，其發現傳統銀行的投入 (固定資產及員工人數) 及產出 (利息收入與非利息收入) 皆為負成長；相對之下，純網路銀行皆為正成長，而且非利息收入 (y_1) 有較高的增幅比率 (26.512%)。再者，純網路銀行的企業規模(z_4) 成長幅度 (介於 0.488% 至 1.733%) 高於傳統銀行 (介於 0.066% 至 0.402%)。經由上述，兩群組之間可能具有替代關係。

表 3 2011-2015 年之敘述統計

變數名稱	2011		2012		2013		2014		2015	
	傳統銀行	純網路銀行	傳統銀行	純網路銀行	傳統銀行	純網路銀行	傳統銀行	純網路銀行	傳統銀行	純網路銀行
投入項										
x_1^*	37,866.38 (21,793.70)	5,631.83 (496.29)	37,769.30 (21,915.27)	6,476 (1,913.01)	37,954.15 (21,691.63)	7,332.50 (2,273.64)	38,161.75 (22,772.41)	8,196.33 (3,392.68)	38,492.28 (22,925.47)	8,674.5 (3,873.2)
x_2^*	2236.83 (1,014.32)	210.83 (97.68)	2,339.43 (1,018.79)	237.83 (106.76)	2,215.25 (1,010.09)	262.17 (131.69)	2,212.33 (1,012.45)	294.17 (151.73)	2,192.78 (1,014.83)	326.67 (168.87)
x_3^*	3,353,475.83 (1,939,762.08)	1,144,804.67 (759,696.42)	3,534,124.70 (2,052,818.59)	1,393,345.83 (887,037.91)	3,677,338.98 (2,152,068.92)	1,573,480.83 (1,034,370.07)	3,807,873.90 (2,242,193.64)	1,809,134.17 (1,245,925.99)	3,933,999.13 (2,357,579.47)	1,891,648.5 (1,185,854.5)
產出項										
y_1^*	26,674.78 (18,444.52)	6,513.83 (4,974.8)	26,636.55 (18,449.11)	6,834.83 (4,766.41)	27,309.85 (19,240.84)	7,344.67 (5,227.8)	27,512.18 (19,771.03)	7,466.83 (5,396.25)	29,516.63 (21,257.79)	8,913.33 (7,172.03)
y_2^*	55782.68 (31,811.41)	7,807.17 (6,551.34)	54,202.73 (31,029.18)	10,096.83 (6,758.97)	52,186.70 (30,069.43)	11,700.17 (8,090.79)	51,516.30 (30,561.39)	12,287.17 (8,152.21)	51,285.2 (30,057.1)	16,303.17 (11,899.68)
環境變數										
z_1	4.58		4.3		4.05		3.58		3.4	
z_2	350.71		350.15		349.64		349.18		348.81	
z_3	84.83 (24.91)	6.67 (4.5)	85.83 (24.91)	7.67 (4.5)	86.825 (24.91)	8.67 (4.5)	87.83 (24.91)	9.67 (4.5)	88.83 (24.91)	10.67 (4.5)
z_4	14.94 (0.67)	13.85 (0.74)	15 (0.67)	14.09 (0.72)	15.04 (0.68)	14.19 (0.79)	15.08 (0.69)	14.34 (0.85)	15.13 (0.69)	14.41 (0.78)

註：1. x_1 ：固定資產； x_2 ：員工人數； x_3 ：存款； y_1 ：非利息收入； y_2 ：利息收入； z_1 ：失業率； z_2 ：人口密度； z_3 ：銀行成立年資； z_4 ：銀行規模。

2. 「*」表示，該單位為百萬日元；失業率為年 (%)；括號內為標準差。

表 4 2016-2020 年之敘述統計

變數名稱	2016		2017		2018		2019		2020	
	傳統銀行	純網路銀行	傳統銀行	純網路銀行	傳統銀行	純網路銀行	傳統銀行	純網路銀行	傳統銀行	純網路銀行
投入項										
x_1^*	38,721.33 (22,848.62)	8,735.67 (3,793.41)	38,561.45 (22,918.96)	9,107.83 (3,565.78)	38,139.75 (22,284.83)	10,181.83 (4,841.74)	37,855.20 (22,763.83)	12,063.17 (6,573.87)	37,391.13 (23,023.8)	14,114.17 (7,878.49)
x_2^*	2,198.98 (1,011.23)	359.67 (193.7)	2,204.53 (1,009.43)	377 (198.83)	2,203.23 (1,011.73)	402 (210.39)	2,177.85 (991.22)	439.83 (214.31)	2,139.63 (978.59)	472.17 (227.24)
x_3^*	3,990,328.18 (2,389,760.07)	2,053,728.5 (1,320,669.63)	4,090,702.50 (2,465,062.66)	2,302,978.33 (1,442,477.84)	4,185,476.88 (2,541,993.23)	2,546,106.17 (1,527,362.37)	4,239,755.65 (2,607,321.91)	2,935,013.83 (1,659,626.7)	4,301,940.53 (2,660,379.97)	3,697,398.17 (2,040,590.11)
產出項										
y_1^*	32,110.88 (21,651.43)	10,864.83 (8,313.43)	34,424.08 (27,531.61)	11,458.83 (9,055.21)	32,830.35 (23,622.41)	13,573.67 (10,018.77)	34,176.10 (22,206.08)	16,649.33 (11,450.8)	33,773.6 (22,564.31)	21,063.33 (13,371.31)
y_2^*	51,266.40 (30,556.89)	19,020 (12,281.36)	49,832.05 (30,555.86)	21,940.67 (12,562.42)	49,574.88 (31,521.38)	23,831.50 (12,765.24)	48,849.23 (32,171.04)	24,284.33 (14,027.17)	47,565 (30,788.95)	26,038 (15,341.34)
環境變數										
z_1	3.1		2.83		2.44		2.36		2.97	
z_2	348.41		347.83		347.13		346.41		345.23	
z_3	89.83 (24.91)	11.67 (4.50)	90.83 (24.91)	12.67 (4.50)	91.83 (24.91)	13.67 (4.50)	92.83 (24.91)	14.67 (4.50)	93.83 (24.91)	15.67 (4.50)
z_4	15.14 (0.69)	14.51 (0.78)	15.18 (0.70)	14.62 (0.73)	15.2 (0.71)	14.73 (0.73)	15.21 (0.71)	14.9 (0.69)	15.23 (0.72)	15.14 (0.66)

註：1. x_1 ：固定資產； x_2 ：員工人數； x_3 ：存款； y_1 ：非利息收入； y_2 ：利息收入； z_1 ：失業率； z_2 ：人口密度； z_3 ：銀行成立年資； z_4 ：銀行規模。

2. 「*」表示，該單位為百萬日元；失業率為年 (%)；括號內為標準差。

表 5 傳統銀行與純網路銀行兩期間平均變動率

	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019	2019-2020
Panel A：傳統銀行									
x_1	-0.256	0.489	0.547	0.866	0.595	-0.413	-1.094	-0.746	-1.226
x_2	4.587	-5.308	-0.132	-0.884	0.283	0.252	-0.059	-1.152	-1.755
x_3	5.387	4.052	3.550	3.312	1.432	2.515	2.317	1.297	1.467
y_1	-0.143	2.528	0.741	7.286	8.789	7.204	-4.630	4.099	-1.178
y_2	-2.832	-3.719	-1.285	-0.449	-0.037	-2.798	-0.516	-1.464	-2.629
z_1	-6.114	-5.814	-11.605	-5.028	-8.824	-8.710	-13.781	-3.279	25.847
z_2	-0.160	-0.146	-0.132	-0.106	-0.115	-0.166	-0.201	-0.207	-0.341
z_4	0.402	0.267	0.266	0.332	0.066	0.264	0.132	0.066	0.131
Panel B：純網路銀行									
x_1	14.989	13.226	11.781	5.834	0.705	4.260	11.792	18.477	17.002
x_2	12.807	10.234	12.206	11.048	10.102	4.818	6.632	9.410	7.353
x_3	21.710	12.928	14.977	4.561	8.568	12.136	10.557	15.275	25.975
y_1	4.928	7.459	1.663	19.372	21.894	5.467	18.456	22.659	26.512
y_2	29.328	15.880	5.017	32.685	16.664	15.356	8.618	1.900	7.221
z_1	-6.114	-5.814	-11.605	-5.028	-8.824	-8.710	-13.781	-3.279	25.847
z_2	-0.160	-0.146	-0.132	-0.106	-0.115	-0.166	-0.201	-0.207	-0.341
z_4	1.733	0.710	1.057	0.488	0.694	0.758	0.752	1.154	1.611

註： x_1 ：固定資產； x_2 ：員工人數； x_3 ：存款； y_1 ：非利息收入； y_2 ：利息收入； z_1 ：失業率； z_2 ：人口密度； z_4 ：銀行規模，其中 z_3 為銀行成立年資，故不放於表中討論。平均變動率的單位為%。

二、距離函數估計結果

本文以 Frontier 4.1 軟體估計 Translog 產出距離函數，並根據 (15) 式估計各項參數。從表 6 觀察到模型中的投入及產出項的係數大多達到統計顯著性，表示模型配適度尚屬合理。 $\sigma^2 = \sigma_u^2 + \sigma_v^2$ 是誤差項 u 及 v 的組合，而 $\gamma = \sigma_u^2 / (\sigma_u^2 + \sigma_v^2)$ 是指無效率與干擾變數總合之下，無效率所占的比例。其值介於 0 與 1 之間，當 $\gamma = 0$ 時，意指該模型不存在無效率項；若 $\gamma = 1$ 時，所分析的資料不具隨機性 (王媛慧等，2007)。然而，由表 6 得知，其 γ 值皆顯著且異於 0 及 1，故採用隨機邊界分析法。

本研究將環境變數區分為二類進行探討，分別為：1. 受外部影響 (z_1 ：失業率； z_2 ：人口密度) 及 2. 內部組織 (z_3 ：銀行成立年資； z_4 ：銀行規模)。首先，觀察到純網路銀行的失業率 (z_1) 與無效率項為顯著正相關，表示失業率上升使無效率隨之提升。其原因是純網路銀行的快速成長主要是透過吸收存款及提供抵押貸款，而從事其他金融活動的用戶甚少，可能導致風險提升，並且若市場遭受到經濟動盪，民眾尋求資金安全的同時，純網路銀行會相對脆弱 (Arnold and van Ewijk, 2011)。其次，無論群組或是整體銀行的人口密度 (z_2) 皆為不顯著性，但是從數據訊息得知傳統銀行的人口密度與無效率項呈負相關，表示傳統銀行在人口密度高的地區經營，對營運效率有益。反之，純網路銀行應往非城市地區擴展客源，有利於營運的發展。再者，傳統銀行的年資 (z_3) 與無效率項為顯著負相關，即成立的時間越久，使無效率下降，其表示傳統銀行具有一定的管理能力與豐富的市場經驗，並且面對金融科技的革新及社會的快速的變遷，日本許多傳統銀行已意識到生存危機，故開始對組織進行重整以提升整體效率，例如：三井住友銀行為 Japan Net Bank 股東之一，藉由合作的方式，不僅學習相關技術，且另闢管道為消費族群提供各種增值服務，與純網路銀行成為競合夥伴關係。然而，純網路銀行的年資 (z_3) 卻是顯

表 6 產出距離函數估計結果

		傳統銀行	純網路銀行	SFA-full sample
Constant	a_0	48.875(5.852)***	-14.157(51.209)	-122.06(14.675)***
$\ln(y_2 / y_1)$	a_2	3.639(0.616)***	-2.516(3.444)	-0.404(1.143)
$0.5\ln(y_2 / y_1)^2$	a_{22}	-0.968(0.093)***	-0.121(0.080)	-0.383(0.064)***
$\ln(x_1)$	b_1	6.096(1.022)***	-21.554(8.174)***	-8.713(1.686)***
$\ln(x_2)$	b_2	8.653(1.826)***	-36.299(5.495)***	6.629(1.920)***
$\ln(x_3)$	b_3	-16.122(1.713)***	30.668(5.501)***	18.291(2.563)***
$0.5\ln(x_1)^2$	b_{11}	0.107(0.124)	0.659(0.862)	0.105(0.300)
$0.5\ln(x_2)^2$	b_{22}	0.660(0.435)	1.916(0.633)***	1.877(0.244)***
$0.5\ln(x_3)^2$	b_{33}	2.520(0.316)***	-3.275(0.439)***	-1.685(0.266)***
$\ln(x_1)\ln(x_2)$	b_{12}	0.903(0.203)***	0.180(0.543)	-1.054(0.221)***
$\ln(x_1)\ln(x_3)$	b_{13}	-0.953(0.178)***	0.874(0.186)***	1.065(0.185)***
$\ln(x_2)\ln(x_3)$	b_{23}	-1.564(0.329)***	1.476(0.300)***	-0.672(0.112)***
$\ln(y_2 / y_1)\ln(x_1)$	c_{21}	0.051(0.074)	0.524(0.206)**	-0.615(0.125)***
$\ln(y_2 / y_1)\ln(x_2)$	c_{22}	-0.270(0.108)**	-0.018(0.272)	0.088(0.120)
$\ln(y_2 / y_1)\ln(x_3)$	c_{23}	-0.025(0.093)	-0.085(0.168)	0.516(0.096)***
t	δ_t	0.539(0.094)***	-0.336(1.112)	-0.240(0.227)
$0.5t^2$	δ_{tt}	-0.003(0.002)*	-0.104(0.020)***	-0.015(0.004)***
$\ln(y_2 / y_1)t$	δ_{y2t}	-0.053(0.008)***	-0.055(0.033)*	-0.106(0.012)***
$\ln(x_1)t$	δ_{x1t}	0.030(0.012)**	0.094(0.099)	-0.065(0.019)***
$\ln(x_2)t$	δ_{x2t}	0.029(0.019)	-0.168(0.093)*	0.038(0.019)**
$\ln(x_3)t$	δ_{x3t}	-0.066(0.018)***	0.091(0.060)	0.052(0.021)**
Constant	β_0	1.086(7.309)	-45.709(64.029)	62.786(26.017)**

表 6 產出距離函數估計結果 (續)

		傳統銀行	純網路銀行	SFA-full sample
z_1	β_1	-0.018(0.047)	1.641(0.349)***	-0.096(0.139)
z_2	β_2	-0.021(0.021)	0.128(0.179)	-0.096(0.072)
z_3	β_3	-0.002(0.001)**	0.281(0.103)***	0.011(0.003)***
z_4	β_4	0.424(0.074)***	-0.580(0.278)**	-2.053(0.231)***
$\sigma^2 = \sigma_u^2 + \sigma_v^2$		0.041(0.009)***	0.077(0.026)***	0.170(0.043)***
$\gamma = \sigma_u^2 / (\sigma_u^2 + \sigma_v^2)$		0.974(0.014)***	0.805(0.090)***	0.638(0.133)***
Mean efficiency		0.855	0.795	0.817
概似比檢定 ¹		865.019		

註：1. 概似比檢定可以衡量群組間的技術水準是否具差異性，其檢定方式為 $\chi^2 = 2 \ln L_0 - 2 \ln L_1$ ，其中 L_0 為全樣本之觀察值所計算的隨機邊界概似函數值； L_1 是各群組總和之隨機邊界概似函數值； χ^2 是卡方分配的自由度 (顏晃平與張靜文，2011)。計算結果有達 5% 的顯著水準，表示群組間確實存有顯著的技術差異，故應採用共同邊界模型進行分析。

2. *、**、*** 分別代表 10%、5% 及 1% 的顯著水準；括號內為估計標準誤。

著正相關，表示純網路銀行著重創新技術的發展，卻可能長期忽略管理技術 (Apak et al., 2012)，使經營無效率。最後，傳統銀行的企業規模 (z_4) 與無效率項為顯著正相關，表示規模越大會提升無效率。意指因應時代的潮流與轉變，內部組織應扁平化管理，使營運更靈活有彈性，並降低經營風險 (Chen, 2020)。反之，純網路銀行規模越大，可以有效降低營運無效率，表示純網路銀行為新興產業，須積極開闢新的行銷渠道、建立品牌形象及與客戶維持良好的互動關係，使營運效率提升。

三、技術效率分析

經由表 7 觀察各群組之技術效率值 (GTE)，其發現傳統銀行平均效率值 (0.855) 高於純網路銀行 (0.795)。然而，上述之效率計算，無法進行群組間之比較，其因為各群組的技術水準不同，若將兩者視為相同生產技術進行衡量，可能造成估計結果不符合真實的情況並且產生偏誤 (盧永祥等，2011)。因此，須有共同的比較基準才能評估兩者之差異 (顏晃平與張靜文，2011)。共同技術效率 (MTE) 是由各群組邊界所建構的共同生產邊界，亦表示所有銀行在相同技術水準之下，所追求的最大產出。從表 7 得知，傳統銀行的 MTE (0.71) 仍高於純網路銀行 (0.584)，兩者差距甚大，表示純網路銀行有 41.6% 的改善空間。透過技術缺口比率 (TGR) 瞭解到傳統銀行較有效率的原因是使用較佳的生產技術，因此 TGR 值 (0.831) 高於純網路銀行 (0.725)。其結果表示傳統銀行與共同生產邊界之間的缺口較小，也意味著該群組多數樣本較靠近共同生產邊界。純網路銀行表現較差的原因在於 TGR 值不高，故應有效運用投入要素及生產技術，才能提升產出。因此，在 TGR 方面，傳統銀行仍有 16.9% 的改善空間，而純網路銀行則是 27.5%。

目前為止，傳統銀行的技術效率比純網路銀行佳，但是透過圖 2 至圖 4 觀察到純網路銀行的 GTE 值在 2016 年超越傳統銀行，而 MTE 則是在 2018 年開始反轉，其主要是純網路銀行的 TGR，自 2018 年開始改善技術，而且 2020 年 TGR 值 (0.909) 超越傳統銀行 (0.807)。綜上所述，雖然傳統銀行的 MTE 領先純網路銀行，但是隨著時間改變，純網路銀行的技術效率會逐步改善。

表 7 兩群組之技術效率值、技術缺口及共同技術效率

年份	傳統銀行			純網路銀行		
	GTE	TGR	MTE	GTE	TGR	MTE
2011	0.884*** (0.094)	0.840*** (0.223)	0.743*** (0.199)	0.561** (0.387)	0.532** (0.387)	0.298* (0.307)
2012	0.878*** (0.107)	0.839*** (0.225)	0.737*** (0.200)	0.623*** (0.367)	0.693*** (0.335)	0.432*** (0.348)
2013	0.881*** (0.109)	0.837*** (0.221)	0.738*** (0.197)	0.641*** (0.362)	0.726*** (0.326)	0.465** (0.365)
2014	0.877*** (0.116)	0.834*** (0.222)	0.731*** (0.199)	0.696*** (0.336)	0.721*** (0.319)	0.501** (0.359)
2015	0.860*** (0.118)	0.839*** (0.222)	0.721*** (0.193)	0.818*** (0.238)	0.700*** (0.345)	0.573*** (0.357)
2016	0.841*** (0.117)	0.840*** (0.226)	0.706*** (0.195)	0.900*** (0.111)	0.715*** (0.328)	0.644*** (0.323)
2017	0.846*** (0.116)	0.834*** (0.227)	0.706*** (0.196)	0.950*** (0.035)	0.723*** (0.332)	0.688*** (0.320)
2018	0.837*** (0.127)	0.824*** (0.233)	0.690*** (0.200)	0.956*** (0.032)	0.742*** (0.301)	0.709*** (0.299)
2019	0.822*** (0.150)	0.815*** (0.240)	0.671*** (0.204)	0.953*** (0.044)	0.791*** (0.313)	0.754*** (0.311)
2020	0.821*** (0.144)	0.807*** (0.244)	0.663*** (0.202)	0.852*** (0.217)	0.909*** (0.107)	0.775*** (0.251)
平均值	0.855*** (0.144)	0.831*** (0.226)	0.710*** (0.199)	0.795*** (0.276)	0.725*** (0.305)	0.584*** (0.336)

註：*、**、*** 分別代表 10%、5% 及 1% 的顯著水準；括號內為標準差。

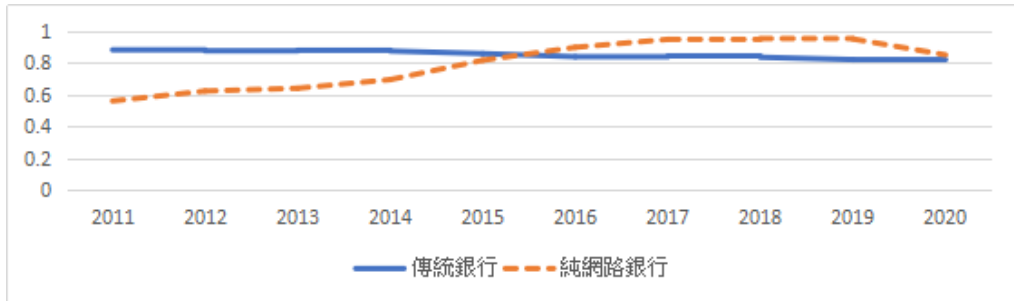


圖 2 GTE 趨勢圖

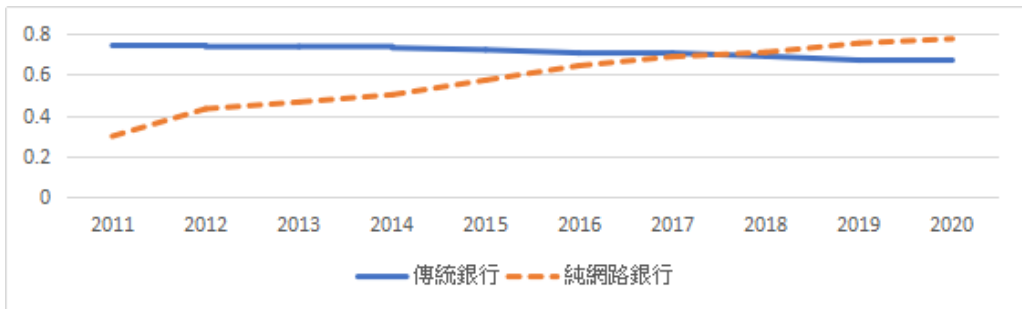


圖 3 MTE 趨勢圖

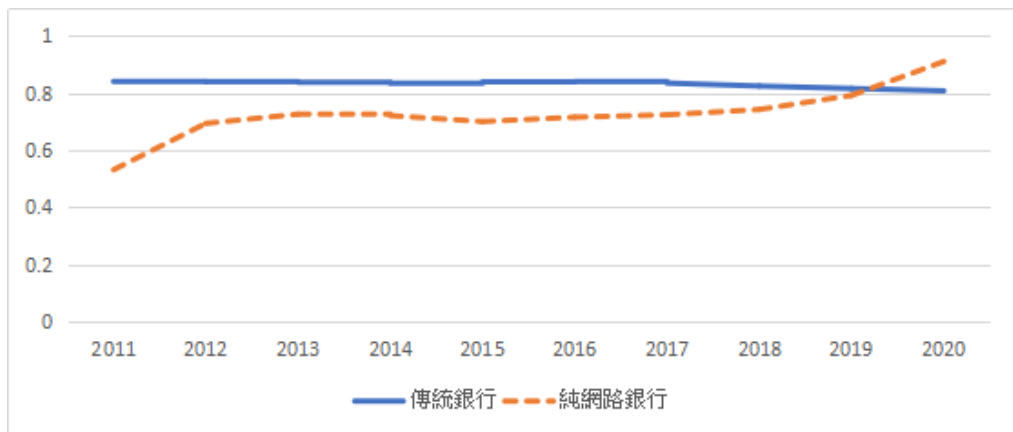


圖 4 TGR 趨勢圖

四、Malmquist 生產力指數分析

觀察表 8 及表 9 中的 MMPI，傳統銀行的年平均升幅 0.01%，而純網路銀行年平均升幅則是 7.88%。由此可知，前者升幅小於後者，然而欲瞭解兩群組之間的差異，可以透過 MMPI 拆解並區分 GMPI 及技術追趕指標 (Catch-up)，以進一步探究原因。首先，觀察到傳統銀行 GMPI 的變動情況，其年平均升幅為 0.03%，其中技術效率變動 (TEC) 平均每年衰退 0.81%，而技術變動 (TC) 則每年平均進步 0.85%，故傳統銀行 GMPI 的進步主要源自於生產技術的改善。另一方面，純網路銀行的 GMPI 變動情況為年平均升幅為 5.7%，其中技術效率變動平均每年成長 5.05%，而技術變動也是每年進步 0.8%，由此可知，純網路銀行的 GMPI 能夠大幅提升，其主要貢獻來源是技術效率的成長，其次是生產技術進步。

接續，在 Catch-up 方面，傳統銀行的 Catch-up 值為 1.0008，其值大於 1，表示群組邊界面對的技術缺口，會隨著時間經過而縮小，因此傳統銀行的生產技術對潛在技術具有追趕現象，每年平均以 0.08% 的成長幅度接近共同邊界。然而，純網路銀行的 Catch-up 值為 1.0209，表示每年平均以 2.09% 的幅度接近共同邊界。由此結果得知，純網路銀行的 MMPI 比傳統銀行高 7.87%。透過圖 5 至圖 9 觀察到傳統銀行的曲線波動較純網路銀行相對平穩，而且純網路銀行的 MMPI、GMPI 及 TEC 在 2016 年開始逐年下降，但是 TC 及 Catch-up 分別約在 2016-2017 年及 2017-2018 年開始向上攀升，因此純網路銀行應留意技術效率，以維持競爭力。

表 8 傳統銀行 Malmquist 生產力指數分析

年份	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019	2019-2020	平均數
TEC	0.9932*** (0.043)	1.0038*** (0.039)	0.9947*** (0.041)	0.9812*** (0.038)	0.9772*** (0.054)	1.0060*** (0.039)	0.9899*** (0.040)	0.9823*** (0.073)	0.9984*** (0.080)	0.9919*** (0.052)
TC	1.007*** (0.023)	1.004*** (0.020)	1.006*** (0.022)	1.015*** (0.021)	1.019*** (0.024)	1.002*** (0.018)	1.007*** (0.019)	1.0130*** (0.041)	1.0029*** (0.036)	1.0085*** (0.026)
GMPI	1.0004*** (0.023)	1.0082*** (0.021)	1.0010*** (0.021)	0.9957*** (0.023)	0.9958*** (0.033)	1.0079*** (0.024)	0.9968*** (0.024)	0.9951*** (0.043)	1.0014*** (0.040)	1.0003*** (0.029)
Catch-up	1.0044*** (0.016)	1.0045*** (0.015)	1.0001*** (0.012)	1.0070*** (0.019)	1.0059*** (0.017)	0.9997*** (0.016)	0.9938*** (0.017)	0.9963*** (0.030)	0.9942*** (0.020)	1.0008*** (0.015)
MMPI	1.0049*** (0.025)	1.0128*** (0.027)	1.0018*** (0.021)	1.0026*** (0.032)	1.0017*** (0.040)	1.0076*** (0.032)	0.9907*** (0.028)	0.9914*** (0.052)	0.9956*** (0.041)	1.0001*** (0.027)

註：*、**、*** 分別代表 10%、5% 及 1% 的顯著水準；括號內為標準差；表中各項績效指數為幾何平均數；最後一欄之平均數為各期幾何平均數之加總平均。

表 9 純網路銀行 Malmquist 生產力指數分析

年份	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019	2019-2020	平均數
TEC	1.1120*** (0.295)	1.0284*** (0.223)	1.0852*** (0.166)	1.1760*** (0.443)	1.100*** (0.366)	1.0559*** (0.135)	1.0056*** (0.028)	0.9970*** (0.016)	0.8945*** (0.201)	1.0505*** (0.186)
TC	1.0181*** (0.201)	1.0527*** (0.140)	1.0096*** (0.129)	0.9448*** (0.165)	0.9815*** (0.135)	0.9854*** (0.075)	1.0123*** (0.022)	1.0129*** (0.026)	1.0545*** (0.167)	1.0080*** (0.154)
GMPI	1.1322*** (0.119)	1.0825*** (0.113)	1.0956*** (0.075)	1.1111*** (0.162)	1.0797*** (0.129)	1.0406*** (0.053)	1.0179*** (0.014)	1.0099*** (0.011)	0.9433*** (0.123)	1.0570*** (0.114)
Catch-up	1.1025*** (0.557)	1.0081*** (0.136)	0.9884*** (0.036)	0.9779*** (0.064)	1.0131*** (0.094)	1.0004*** (0.031)	1.0119*** (0.063)	1.0216*** (0.169)	1.0644*** (0.452)	1.0209*** (0.257)
MMPI	1.2483*** (0.655)	1.0912*** (0.082)	1.0830*** (0.075)	1.0865*** (0.175)	1.0937*** (0.123)	1.0409*** (0.059)	1.0301*** (0.070)	1.0318*** (0.167)	1.0040*** (0.192)	1.0788*** (0.282)

註：*、**、*** 分別代表 10%、5% 及 1% 的顯著水準；括號內為標準差；表中各項績效指數為幾何平均數；最後一欄之平均數為各期幾何平均數之加總平均。

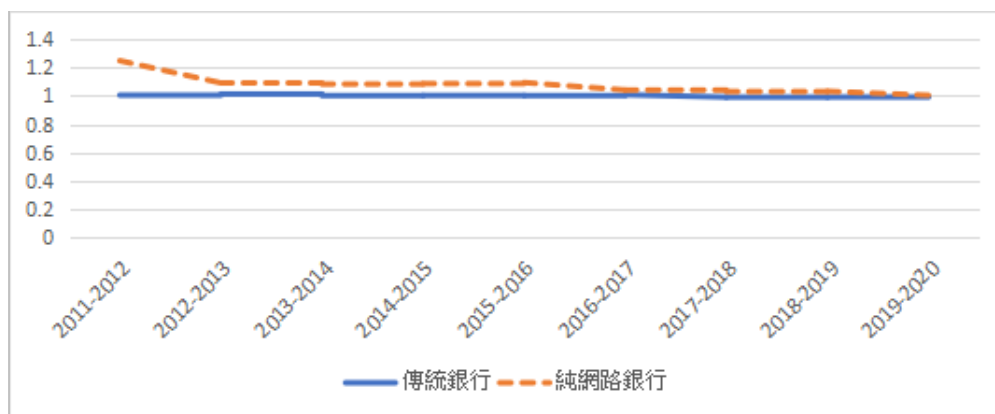


圖 5 MMPI 趨勢圖

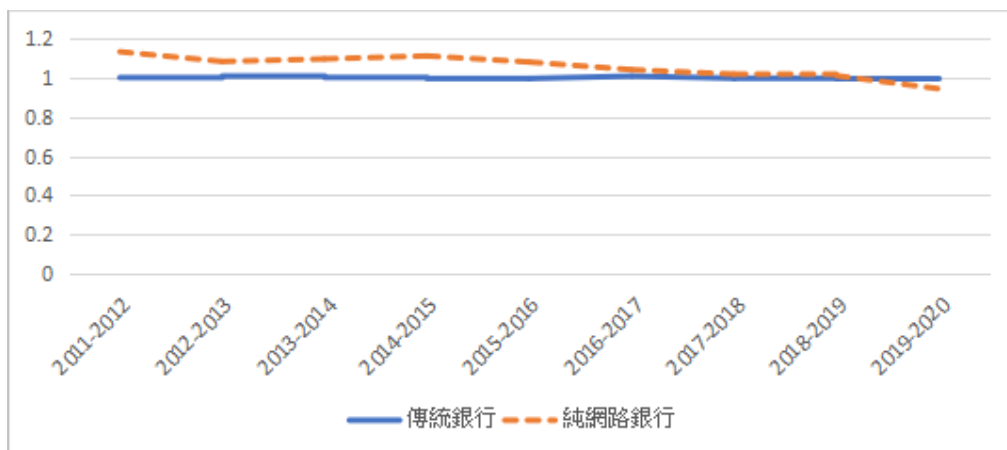


圖 6 GMPI 趨勢圖

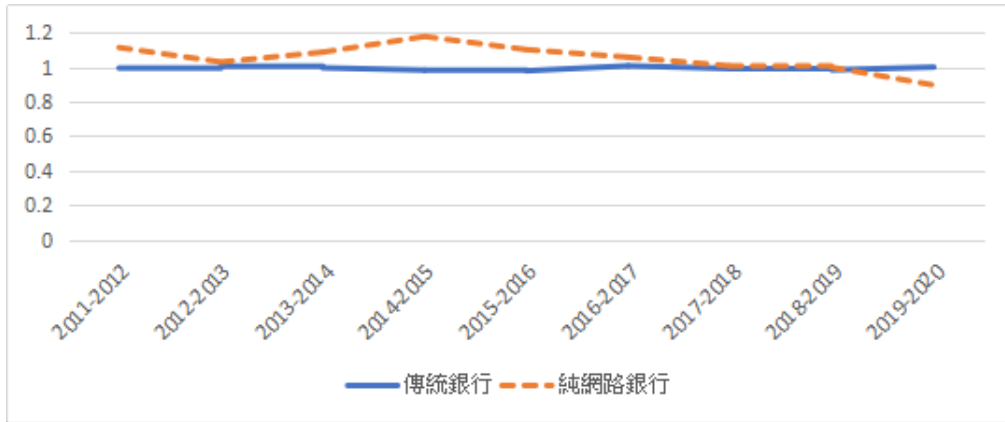


圖 7 TEC 趨勢圖

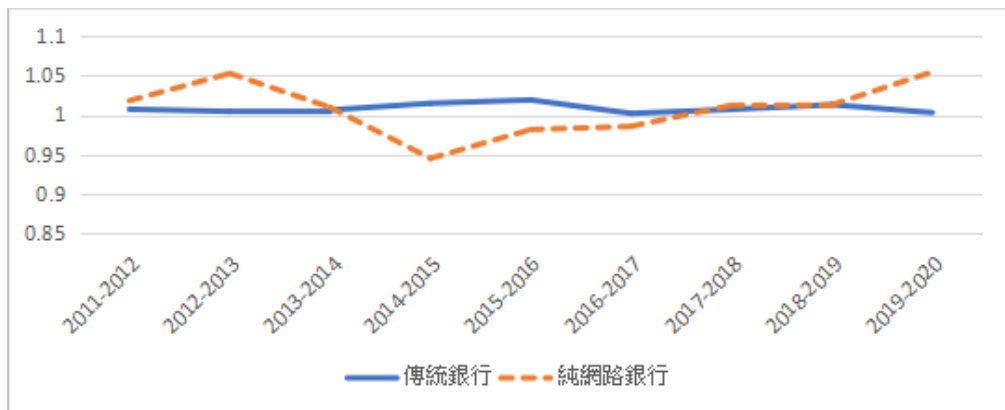


圖 8 TC 趨勢圖

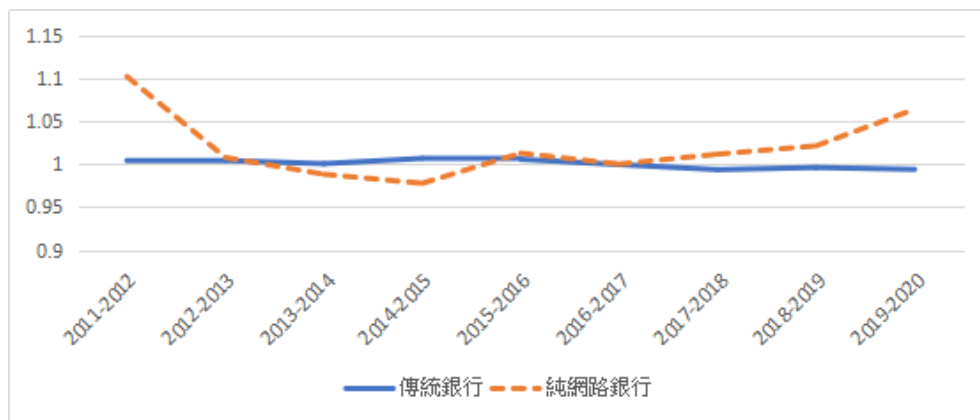


圖 9 Catch-up 趨勢圖

陸、結論

一、研究結果

純網路銀行成為金融市場的新參與者，其未來的發展與現況備受關注，而且常與傳統銀行做比較。因此，本研究以產出導向距離函數，探討傳統銀行與純網路銀行的經營效率，並以 Malmquist 生產力指數分析生產力變動的來源。其結果發現：首先，在模型的無效率影響因素，發現到 (1) 失業率上升，使純網路銀行無效率增加。主要是因為純網路銀行所提供的高存款利率及低貸款利率，較能吸引利率敏感者，因此當恐懼席捲金融市場，存款人對純網路銀行缺乏信心，而撤回資金 (Arnold and van Ewijk, 2011)。(2) 傳統銀行在人口密度高的地區經營較佳；純網路銀行則是應往非城市發展。(3) 純網路銀行過去較著重創新技術，卻忽略管理技術。(4) 傳統銀行應縮小規模，純網路銀行則反之。其次，在效率評估方面，傳統銀行的 MTE 比純網路銀行高，而純網路銀行表現較差的原

因在於 TGR 低於傳統銀行，表示傳統銀行的生產邊界較接近共同生產邊界，可能是因為生產要素管理佳，或是目前的投入可以產生較多的產出，使生產技術優於純網路銀行。但是，自 2016 年開始，純網路銀行的技術效率有逐步改善的現象。最後，在 MMPI 方面，純網路銀行的生產力比傳統銀行佳，其主要來自於技術效率的成長。

二、從日本經驗看臺灣

亞洲第一家純網路銀行於 2000 年在日本開業。隨著技術的成熟與時間的推移之下，臺灣的純網路銀行發展，起於金管會在 2019 年宣布樂天商銀、LINE Bank 及將來銀行獲得設立許可，並期許新型態銀行的加入，可以帶動市場創新及提升相關產業服務。然而，臺灣與日本的純網路銀行面對的市場環境有些許相似，其包括：(1) 臺灣與日本的金融業市場趨近飽和，而且 ATM 密集度高。(2) 兩國存在少子化及人口邁入高齡化的社會結構問題，未來將影響資金流動及市場發展。(3) 根據 KPMG「2020 臺灣銀行業報告」的市場調查報告指出，民眾對傳統銀行的信賴程度比純網路銀行高，此與日本相同。(4) 臺灣純網路銀行的股東結構與日本有些許相同，例如：將來銀行的股東組成較多元，橫跨電信、金融及零售等產業，而 LINE Bank 的股東則涵蓋金融及電信，樂天商銀則是由國票金及日本樂天集團所組成。(5) 純網路銀行建構獨特生態圈，例如：臺灣 LINE Bank 及日本樂天銀行。

綜上所述，臺灣與日本的市場概況與組織結構相似，但是受金管會法規限制，臺灣純網路銀行現階段僅有開放存款及小額貸款之業務，其獲利來源僅來自於貸款之利息收入，因此與傳統銀行相比，則缺少基金與證券投資、保險、海外匯款等服務，故經營業務應朝多元化發展，以開拓更多獲利管道。相較之下，日本純網路銀行與日本傳統銀行的營運項目差異不大。再者，純網路銀行無實體分行，常見的定價策略是透過優惠利率吸引客戶，以提升市佔率，但若用戶不從事其他金融活動，而只僅進行儲蓄，則可能使銀行與客戶之間的關係較為薄弱，且當負面新聞或金融危機產生時，營運風險會比傳統

銀行高。因此，純網路銀行可藉由用戶的行為適當地調整利率而產生差異化的服務，透過此方式不僅增強用戶的忠誠度，亦可強化客戶與銀行之間的關係。

目前，臺灣純網路銀行正處於萌芽階段，但是新型態銀行會隨著時間而有所成長，故藉由本研究的實證結果，不僅瞭解日本純網路銀行與傳統銀行之間的關係，亦可做為臺灣純網路銀行發展之借鏡。再者，透過具體的資訊及管理意涵，可做為管理階層在日後擬訂經營策略之參考。

參考文獻

一、中文部分

- 王媛慧、李文福與翁竹君，2007，「台灣國際觀光旅館業生產力與效率分析：隨機邊界距離函數之應用」，經濟論文叢刊，35：55-86。(Wang, Y. H., W. F. Lee, and C. C. Wong, 2007, "Productivity and Efficiency Analysis of International Tourist Hotels in Taiwan: An Application of the Stochastic Frontier Approach", *Taiwan Economic Review*, 35: 55-86.)
- 李文福與張佩茹，2013，「台灣上市櫃證券商經營績效分析——一般化 Malmquist 生產力指數之應用」，經濟研究，49：89-134。(Lee, W. F. and P. J. Chang, 2013, "Operational Performance of Listed Securities Firms in Taiwan: An Application of a Generalized Malmquist Productivity Index", *Taipei Economic Inquiry*, 49: 89-134.)
- 吳濟華與何柏正，2008，組織效率與生產力評估：資料包絡分析法，新北：前程文化。(Wu, J. H. and B. J. Ho, 2008, *Organizational Efficiency and Productivity Evaluation: DEA Analysis*, New Taipei City: Future Career Publishing Corporation.)
- 章定煊、劉小蘭與尚瑞國，2002，「我國各縣市財政支出與經營績效之研究」，台灣土地研究，5：45-66。(Chang, D. H., H. L. Liu, and J. K. Sang, 2002, "A Study of the

- Evaluation of the Local Government Expenditure and the Operational Efficiency in Taiwan Area”, *Journal of Taiwan Land Research*, 5: 45-66.)
- 陳谷荔與楊浩彥，2008，「共同邊界 Malmquist 生產力指數的延伸：跨國總體資料的實證分析」，*經濟論文叢刊*，36：551-588。(Chen, K. H. and H. Y. Yang, 2008, “Extensions of the Metafrontier Malmquist Productivity Index: An Empirical Study with Cross-country Macro-data”, *Taiwan Economic Review*, 36: 551-588.)
- 陳志成，2014，「台灣各縣市是否存在經濟生產技術追趕？」，*應用經濟論叢*，96：127-189。(Chen, C. C., 2014, “Does Technological Catch-up of Economic Production Exist among Taiwan’s Cities and Counties?”, *Taiwan Journal of Applied Economic*, 96: 127-189.)
- 張寶光、黃台心與郭君儀，2014，「我國上市櫃營造與建設業共同邊界生產力變動分析：投入導向距離函數之應用」，*東吳經濟商學學報*，85：1-40。(Chang, B. G., T. H. Huang, and C. Y. Kuo, 2014, “A Comparison of the Productivity Changes for the Listed Firms in Taiwan’s Construction and Real Estate Industries under a Metafrontier Input Distance Function Framework”, *Soochow Journal of Economics and Business*, 85: 1-40.)
- 黃台心、張寶光與邱郁芳，2009，「應用共同成本函數探討東亞六國銀行業之生產效率」，*經濟論文*，37：61-100。(Huang, T. H., B. G. Chang, and Y. F. Chiu, 2009, “An Examination of Banks’ Efficiency for Six Asian Countries Using the Metafrontier Cost Function”, *Academia Economic Papers*, 37: 61-100.)
- 劉春初，2004，「應用資源重分配模式探討台灣地區農會信用部組織變革之研究」，*農業經濟半年刊*，75：27-60。(Liu, C. C., 2004, “Applying Resource Reallocation Model in Analyzing the Organizational Change for Credit Departments of Farms’ Associations in Taiwan”, *Journal of Agricultural Economics*, 75: 27-60.)
- 劉碧珍與康廷嶽，2010，「影響外資企業在中國市場內銷比例之決定因素：自身學習效果與外溢效果」，*東吳經濟商學學報*，71：27-62。(Liu, B. J. and T. Y. Kang, 2010, “The Determinants of Domestic Sale Intensity in China by FIEs: Own Learning Effects and Spillover Effects”, *Soochow Journal of Economics and Business*, 71: 27-62.)
- 潘雅慧與余俊慶，2020，「純網路銀行之發展與監理」，專題研究報告，臺北：財團法

- 人台北外匯市場發展基金會。(Pan, Y. H. and J. Q. Yu, 2020, “Development and Supervision of Internet-only Banking”, Research Report, Taipei: Taipei Foreign Exchange Market Development Foundation.)
- 盧永祥，2012，「臺灣高等技專校院效率評估與生產力指數之分析」，應用經濟論叢，2012 生產力與效率特刊：205-239。(Lu, Y. H., 2012, “A Study of Efficiency Evaluation and Productivity Index in Technology Universities and Colleges in Taiwan”, *Taiwan Journal of Applied Economics*, 2012 Special Issue on Productivity and Efficiency Research: 205-239.)
- 盧永祥、王俊賢與李丞鎰，2011，「臺灣壽險公司技術效率之差異分析－共同邊界資料包絡法之應用」，經濟與管理論叢，7：73-100。(Lu, Y. H., C. H. Wang, and C. H. Lee, 2011, “The Differences in the Technology Efficiency of Taiwan’s Life Insurance Companies—The Application of the Metafrontier DEA Model”, *Journal of Economics and Management*, 7: 73-100.)
- 盧永祥、王俊賢與蔡芳梅，2014，「東亞地區商業銀行效率之實證分析」，臺大管理論叢，24：83-114。(Lu, Y. H., C. H. Wang, and F. M. Tsai, 2014, “The Efficiency Analysis in East Asia Commercial Bank”, *NTU Management Review*, 24: 83-114.)
- 謝學如，2009，「日本金融大改革及對我國之啓示」，經濟研究年刊，9：125-154。(Shieh, S. R., 2009, “The Financial Reform in Japan and Its Implications for Taiwan”, *Economic Research*, 9: 125-154.)
- 顏晃平與張靜文，2011，「本國銀行業成本效率之研究－共同邊界函數應用」，經濟研究，47：147-181。(Yen, H. P. and J. W. Cang, 2011, “Measuring Cost Efficiencies in Domestic Banks: Application of the Metafrontier Approach”, *Taipei Economic Inquiry*, 47: 147-181.)

二、英文部分

Ahn, S. J. and S. H. Lee, 2019, “The Effect of Consumers’ Perceived Value on Acceptance of

- an Internet-Only Bank Service”, *Sustainability*, 11: 4599.
- Apak, S., G. Tuncer, E. Atay, and N. İ. Koşan, 2012, “Insights from Knowledge Management to Radical Innovation: ‘Internet Banking Applications in the European Union’”, *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 41: 45-50.
- Arnold, I. J. M., 2020, “Internet Search Volumes of UK Banks during the Crisis: The Role of Banking Structure and Business Model”, *Global Finance Journal*, 45: 100472.
- Arnold, I. J. M. and S. E. van Ewijk, 2011, “Can Pure Play Internet Banking Survive the Credit Crisis?”, *Journal of Banking & Finance*, 35: 783-793.
- Barnes, S. J. and B. Corbitt, 2003, “Mobile Banking: Concept and Potential”, *International Journal of Mobile Communications*, 1: 273-288.
- Battese, G. E., D. S. P. Rao, and C. J. O’Donnell, 2004, “A Metafrontier Production Function for Estimation of Technical Efficiencies and Technology Gaps for Firms Operating under Different Technologies”, *Journal of Productivity Analysis*, 21: 91-103.
- Bolt, W., L. de Haan, M. Hoeberichts, M. R. van Oordt, and J. Swank, 2012, “Bank Profitability during Recessions”, *Journal of Banking & Finance*, 36: 2552-2564.
- Boungou, W. and C. Mawusi, 2021, “Economic Policy Uncertainty and Banks’ Interest Income: Empirical Evidence from an International Panel Dataset”, *SSRN Working Paper*, No. 3875005.
- Boungou, W. and C. Mawusi, 2022, “The Impact of Economic Policy Uncertainty on Banks’ Non-interest Income Activities”, *International Economics*, 169: 89-97.
- Caves, D. W., L. R. Christensen, and W. E. Diewert, 1982, “The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output and Productivity”, *Econometrica*, 50: 1393-1414.
- Chen, K. C., 2020, “Implications of Fintech Developments for Traditional Banks”, *International Journal of Economics and Financial Issues*, 10: 227-235.
- Chen, Z. and S. Song, 2008, “Efficiency and Technology Gap in China’s Agriculture: A Regional Meta-frontier Analysis”, *China Economic Review*, 19: 287-296.
- Chen, K. H. and H. Y. Yang, 2011, “A Cross-Country Comparison of Productivity Growth Using the Generalised Metafrontier Malmquist Productivity Index: With Application to

- Banking Industries in Taiwan and China”, *Journal of Productivity Analysis*, 35: 197-212.
- Ciciretti, R., I. Hasan, and C. Zazzara, 2009, “Do Internet Activities Add Value? Evidence from the Traditional Banks”, *Journal of Financial Services Research*, 35: 81-98.
- Detragiache, E., T. Tressel, and P. Gupta, 2008, “Foreign Banks in Poor Countries: Theory and Evidence”, *The Journal of Finance*, 63: 2123-2160.
- DeYoung, R., 2001, “The Financial Performance of Pure Play Internet Banks”, *Economic Perspectives-Federal Reserve Bank of Chicago*, 25: 60-73.
- DeYoung, R., 2005, “The Performance of Internet-based Business Models: Evidence from the Banking Industry”, *The Journal of Business*, 78: 893-948.
- Doz, Y. L. and M. Kosonen, 2010, “Embedding Strategic Agility: A Leadership Agenda for Accelerating Business Model Renewal”, *Long Range Planning*, 43: 370-382.
- Edirisuriya, P., A. Gunasekarage, and M. Dempsey, 2015, “Australian Specific Bank Features and the Impact of Income Diversification on Bank Performance and Risk”, *Australian Economic Papers*, 54: 63-87.
- Färe, R., S. Grosskopf, M. Norris, and Z. Zhang, 1994, “Productivity Growth, Technical Progress and Efficiency Changes in Industrialized Countries”, *The American Economic Review*, 84: 66-83.
- Farhoomand, A. F. and V. Mak, 2002, “Japan Net Bank: Japan’s First Internet-Only Bank—A Teaching Case”, in *Proceeding of 15th Bled Electronic Commerce Conference eReality: Constructing the eEconomy*, 672-692, Bled, Slovenia.
- Feng, G. and A. Serletis, 2010, “Efficiency, Technical Change and Returns to Scale in Large US Banks: Panel Data Evidence from an Output Distance Function Satisfying Theoretical Regularity”, *Journal of Banking & Finance*, 34: 127-138.
- Fuentes, H. J., E. Grifell-Tatjé, and S. Perelman, 2001, “A Parametric Distance Function Approach for Malmquist Productivity Index Estimation”, *Journal of Productivity Analysis*, 15: 79-94.
- Fukuyama, H. and W. L. Weber, 2017, “Japanese Bank Productivity, 2007–2012: A Dynamic Network Approach”, *Pacific Economic Review*, 22: 649-676.

- Göçer, I., 2013, "Relation between Bank Loans and Unemployment in the European Countries", *European Academic Research*, 1: 981-995.
- Japparova, I. and R. Rupeika-Apoga, 2017, "Banking Business Models of the Digital Future: The Case of Latvia", *European Research Studies Journal*, 20: 846-860.
- Jiang, C., S. Yao, and Z. Zhang, 2009, "The Effects of Governance Changes on Bank Efficiency in China: A Stochastic Distance Function Approach", *China Economic Review*, 20: 717-731.
- Jun, M. and S. Cai, 2001, "The Key Determinants of Internet Banking Service Quality: A Content Analysis", *International Journal of Bank Marketing*, 19: 276-291.
- Kaabachi, S., S. B. Mrad, and A. Fiedler, 2019, "The Moderating Effect of E-Bank Structure on French Consumers' Trust", *International Journal of Bank Marketing*, 38: 501-528.
- Kumbhakar, S. C. and D. Wang, 2007, "Economic Reforms, Efficiency and Productivity in Chinese Banking", *Journal of Regulatory Economics*, 32: 105-129.
- Liang, L. W., H. Y. Chang, and H. L. Shao, 2018, "Does Sustainability Make Banks More Cost Efficient?", *Global Finance Journal*, 38: 13-23.
- Lin, B. and X. Chen, 2019, "Evaluating the CO2 Performance of China's Non-ferrous Metals Industry: A Total Factor Meta-frontier Malmquist Index Perspective", *Journal of Cleaner Production*, 209: 1061-1077.
- Malhotra, P. and B. Singh, 2009, "The Impact of Internet Banking on Bank Performance and Risk: The Indian Experience", *Eurasian Journal of Business and Economics*, 2: 43-62.
- Mamatzakis, E., R. Matousek, and A. N. Vu, 2016, "What is the Impact of Bankrupt and Restructured Loans on Japanese Bank Efficiency?", *Journal of Banking & Finance*, 72: 187-202.
- Newman, C. and A. Matthews, 2006, "The Productivity Performance of Irish Dairy Farms 1984-2000: A Multiple Output Distance Function Approach", *Journal of Productivity Analysis*, 26: 191-205.
- Shephard, R. W., 1953, *Cost and Production Functions*, Princeton: Princeton University Press.
- Sturm, J. E. and B. Williams, 2004, "Foreign Bank Entry, Deregulation and Bank Efficiency: Lessons from the Australian Experience", *Journal of Banking & Finance*, 28: 1775-1799.

- Yang, C. and H. M. Liu, 2012, “Managerial Efficiency in Taiwan Bank Branches: A Network DEA”, *Economic Modelling*, 29: 450-461.
- Yang, J., M. Whitefield, and K. Boehme, 2007, “New Issues and Challenges Facing E-Banking in Rural Areas: An Empirical Study”, *International Journal of Electronic Finance*, 1: 336-354.
- Zakaria, M., R. Risalat, and B. A. Fida, 2015, “Banking Deregulations and Unemployment in South Asia”, *Journal of Economic Integration*, 30: 799-820.
- Zhang, Y., X. Chen, X. Liu, and N. Zhu, 2018, “Exploring Trust Transfer between Internet Enterprises and Their Affiliated Internet-only Banks: An Adoption Study of Internet-only Banks in China”, *Chinese Management Studies*, 12: 56-78.

Efficiency and Productivity Analysis of Internet-only Banks and Conventional Banks: Evidence from Japan

Kuan-Chieh Chen^{*} and Hsing-Hua Chang^{**}

Abstract

Asia's first Internet-only bank was established in Japan in 2000. The emerging industry introduces innovative technologies into the financial industry to bring new perspectives and change users' habits. This study analyzes whether the establishment of Internet-only banks accelerates the reform and affects the operations of conventional banks. Because Internet-only and conventional banks differ in characteristics and production techniques, this study uses metafrontier output-oriented distance functions to compare the technical efficiency of these two bank types. The results show that conventional banks demonstrate the higher technical efficiency of the metafrontier and technology gap ratio. However, a continual improvement in Internet-only banks' technical efficiency of the metafrontier has been observed since 2018. Compared with conventional banks, Internet-only banks have a higher Malmquist productivity index. A closer examination reveals that technical efficiency variations constitute the main driver of growth in Internet-only banks.

^{*} Ph. D., Department of Money and Banking, National Chengchi University. Corresponding Author. Email: airco2731025@hotmail.com.

^{**} Associate Professor, Department of Money and Banking, National Chengchi University.

DOI: 10.53106/054696002022120112004

Received August 2, 2021; Revised December 5, 2021; Accepted May 13, 2022.

Keywords: Internet-only Bank, Metafrontier, Malmquist Productivity Index, Technical Efficiency

JEL Classification: C58, C63, C67, D53, G14