

《公平交易季刊》  
第 30 卷第 3 期 (111/7), 頁 145-186  
©公平交易委員會

## 石化產業數位化發展現況與競爭規範探討

王素鸞\*  
王立達  
鄭睿合  
蕭富庭

### 摘要

一向被視為傳統產業的石化產業，在資訊科技帶動產業生產模式進化後，也逐步朝數位化前進。惟當前石化產業導入人工智慧與大數據尚處初期階段，成果還未顯現，故大體上未對企業效率與市場競爭產生影響，且國內石化產業較符合效率結構假說，即廠商的效率越高，相對上能獲得較佳的市場績效，並非傳統 SCP 理論主張，係因廠商勾結行為而取得較好成果，同時廠商投入研發的資源越多將能帶來較佳的效率。雖然目前國內石化產業投入人工智慧與大數據應用者較少，尚無水平限制競爭疑慮，惟隨著業者對大數據與演算法等數位科技的應用進一步熟稔，未來或可能出現同業間數據交流或建構共同數據集，而有勾結之可能，主管機關仍應加以警戒。石化產業多以中心衛星體系進行供應鏈合作，若石化業中心衛星體系違反垂直限制競爭，仍應適用公平交易法。此外，資訊服務提供者若受多家具競爭關係之石化業者委託後，有意引導該些石化業者進行合謀，則仍須承擔違反公平法之法律責任。若石化產業的數位化係透過併購或與數位顧問公司合資設立公司，且參與結合事業與石化業者具有上游關係時，仍必須評估結合的限制競爭效果。若石化業者必須依靠具市場領導地位的數位顧問公司或資訊公司的軟體或服務進行數位化，則數位顧問公司或資訊公司間發生結合時，仍應為競爭法主管機關之執法焦點。

投稿日期：111 年 1 月 7 日

審查通過日期：111 年 6 月 27 日

\* 王素鸞為中華經濟研究院第三研究所研究員、王立達為國立政治大學法學院特聘教授、鄭睿合為中華經濟研究院第三研究所分析師、蕭富庭為拓威法律事務所合夥律師。本文改寫自公平交易委員會 110 年委託研究計畫「石化產業數位化發展現況與競爭規範之研究」，感謝政治大學法律學系碩士張維哲同學於本文研究過程中協助整理資料。

因此本文建議數位時代，競爭審查應逐漸重視擁有大數據的優勢，不過，數位化的結合評估在創新部分應跳脫傳統思維，且數位執法需有數位經濟部門或數位經濟評估人才，才能發揮預先監督作用，另外對於聯合行為的例外許可範圍也可考慮適度放寬，以因應未來可能的經貿情勢改變，並持續留意石化產業中領導廠商之市場占有率變化，同時以雙向溝通方式，提醒石化業者在數位化過程中應注意避免可能違反公平法。

**關鍵詞：**石化產業、數位化、競爭評估、結構—行為—績效分析、隨機邊界分析法

## 一、前言

由於資訊科技發達，帶動網際網路的發展，進一步改變我們生產、生活、儲存、加工、配銷的方式，並且引領全球進入新的產業競爭模式，尤其人工智慧（Artificial Intelligence，下稱 AI）更帶動未來創新的無限可能，也為人類開啟新的社會經濟契機。

有鑑於全球生產製造在歷經自動化、量產化、全球化的發展歷程後，不論是德國、美國、日本、韓國、中國，均積極推動建構網實智能化製造、生產、銷售系統，以快速反應或預測市場需求，同時逆轉就業人口遞減的現實，行政院早在 2015 年 9 月就已經核定「生產力 4.0 發展方案」，期間涵蓋 2016 年至 2024 年，以積極因應我國產業在全球化產業分工的生產價值鏈中，國際定位的提升與競爭優勢的維持。

由於「生產力 4.0 發展方案」的核心目標，在於加速產業鏈垂直、水平數位化及智慧化發展，不僅智慧工廠已成為製造業轉型升級的必經之路，高效能的行動數位化溝通管理平臺，更是營運優化及提升產業競爭力的利器。我國石化產業也已經開始進行數位化轉型，包括雲端運算技術、網路系統升級、建置煉製石化資訊系統與建置因應 AI 科技的智能數據分析平臺……等，以因應各種生產現場狀況，以便在全球競爭環境裡，積極創造營運績效。

惟石化產業<sup>1</sup>數位化的轉型過程，除了對整體石化產業結構有所影響外，也可能因數位化採取不同的策略，以致影響供應鏈中不同產銷階段的競爭型態，並可能形成新的競爭議題，因而有必要針對石化產業的數位化發展現況加以瞭解，從而評估在結構面與行為面可能的發展方式，及其對競爭趨勢的影響及可能衍生的競爭問題，以預為因應，此部分將採用結構—行為—績效（Structure-Conduct-Performance，下稱 SCP）的分析架構進行探討。

雖然石化產業數位化仍在推動初期，數位化是否可能造成大者恆大或贏者全拿的演進結果，或是在結合、聯合行為以及相關的限制競爭行為上出現垂直限制或水平限制的態樣，都值得主管機關事先關注。尤其 G7 的競爭法主管機關於 2019 年發布「G7 競爭法主管機關對於『競爭與數位經濟』之共識」（Common Understanding of G7 Competition Authorities on “Competition and the Digital Economy”），也認為數

---

<sup>1</sup> 本文所指石化產業僅包含以石油或天然氣為原料來製造化學品的相關產業。

位化轉型可能出現新的限制競爭議題<sup>2</sup>。因此，本研究透過文獻與統計資料蒐集，併同深度訪談，了解石化產業的數位化運作及競爭現況，探討數位化轉型對石化產業市場結構的影響，並根據訪談結果研析競爭趨勢可能的轉變以及可能衍生的競爭議題，以作為主管機關政策擬定及執法因應的參考。

本文除緒論外，第二節主要探討國內石化產業的發展、數位化與競爭現況，第三節針對產業數位化可能衍生的競爭議題加以說明，第四節就訪談國內石化業數位化可能產生與競爭法相關的問題進行討論，最後為政策建議。

## 二、石化產業的發展、人工智慧應用與競爭現況

我國石化產業於 1960 年代開始發展，後因塑膠工業起飛，石化業由進口原料加工的萌芽階段，轉變為下游加工與中上游原料自製的產業發展型態，同時在自由化的趨勢下逐漸放寬管制，其中，基本原料產業偏向資本密集與技術密集，且呈現台灣中油公司與台塑石化公司寡占的產業型態，唯因環保工安議題之故，在產能擴充上並不容易，且中國大陸為我國石化產品的主要出口市場。就範疇而言，石化產業是指以石油或天然氣為原料來製造化學品的產業<sup>3</sup>，並不包括石油、天然氣、汽油、輕油等原料，所涵蓋的範疇概指經濟部統計處所定義的化學材料製造業，以及中游的橡、塑膠等合成原料製造業，國內三大主要石化產品為塑膠、合成纖維以及合成橡膠，如圖 1 所示。

就石化產業發展而言，根據經濟部統計處的資料顯示，近十多年來我國石化產業整體的生產量指數走勢呈現停滯情況，若以 2016 年為基期，則 2000 年至 2016 年總成長率超過 40%，然而 2019 年相較 2016 年呈微幅下跌，至於石化業中的人造纖維製造業則持續衰退，使得 2019 年的生產量指數相較於 2000 年已衰退超過 50%，由此可知，石化業迫切面臨轉型挑戰，如圖 2 所示，當前國際間持續推動環境永續及節能減碳，對能源密集型之石化業而言，在營運上將帶來更多挑戰。

<sup>2</sup> 杜幸峰，「7 大工業國競爭法主管機關對『競爭與數位經濟』之共識」，公平交易通訊，第 89 期，13-15（2019）。

<sup>3</sup> 經濟部工業局石化產業高值化推動專案網站，「石化業定義與範疇」，[https://www.pipo.org.tw/About/about\\_explain\\_1](https://www.pipo.org.tw/About/about_explain_1)，最後瀏覽日期：2021/7/1。

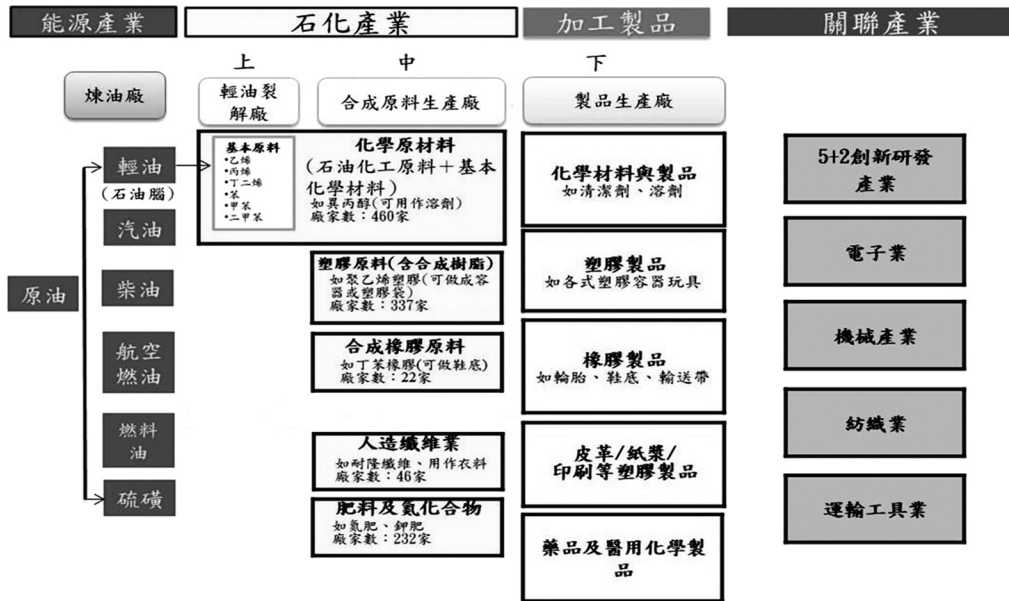


圖 1 石化產業上、中、下游範疇及關聯產業

資料來源：經濟部工業局，「綠色創新材料產業 2020-2022 專業人才需求推估調查」，3 (2019)，<https://ws.ndc.gov.tw/001/administrator/18/refile/6037/9320/8fcc855-264f-4736-8a17-8177a7c1bd82.pdf>，最後瀏覽日期：2021/7/1。

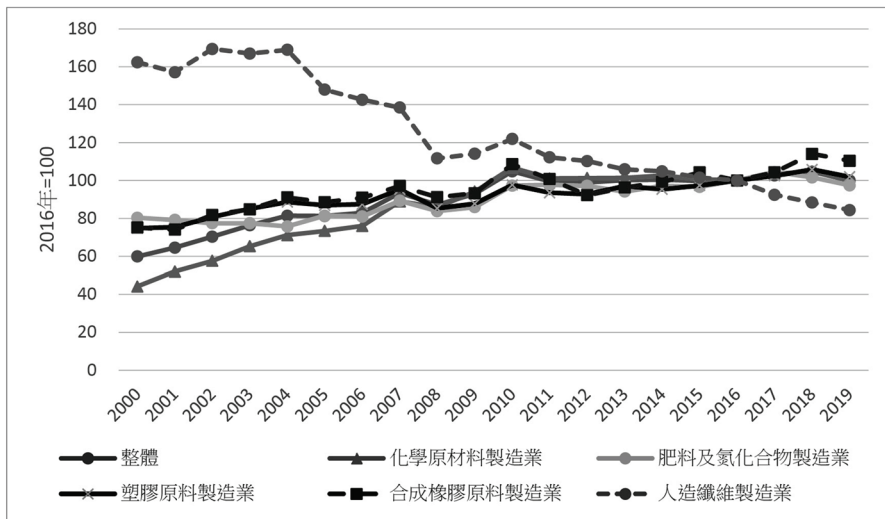


圖 2 2000 年至 2019 年之石化產業生產量指數

資料來源：依經濟部統計處資料繪製。經濟部統計處，工業產銷存動態調查業別統計，<https://dmz26.moea.gov.tw/GMWeb/investigate/InvestigateDB.aspx>，最後瀏覽日期：2021/7/1。

在國內石化業的產業發展政策方面，仍以「石化產業發展綱領」為主軸，透過推動石化產業轉型高值化，發展綠色創新材料、不增加整體環境負擔，並朝循環永續方向發展，政府則協助業者在現有的規模下持續精進製程及綠色化，並加深產業的資源及能源循環化等，推動石化業轉型，其中，數位應用為促進石化業轉型的重要關鍵。為瞭解石化產業數位化或數位轉型的現況，本研究根據 2020 年中華經濟研究院對工業區石化產業的調查<sup>4</sup>，發現數位化層次明顯不同，石油及煤製品製造業以行銷預算配置的比率最高，而化學原材料及人造纖維製造業、其他化學製品製造業、藥品及醫用化學製品製造業則都以績效管理/查核為主，其餘如業務開發、客戶關係管理（Customer Relationship Management, CRM）、服務研發/產品開發為轉型重點的比率亦不低，至於石化產業的公司沒有進行數位轉型的原因，以認為公司沒有數位轉型的需要為主，數位轉型在石化產業仍尚未普遍。

另一方面，參考國際機構對未來數位轉型策略技術之觀點，可從相關趨勢瞭解或將形塑之產業營運動態或方向，以及後續發展影響，進一步探尋我國石化業是否有已採用之技術，和可能應用的潛在技術。根據美國資訊科技研究和顧問公司 Gartner 所提出未來戰略技術趨勢（見表 1），隨著時間經過，有些技術預估持續會對未來產生影響力，部分技術則除了可能已被普遍應用外，也會因經濟情勢變動而被排除。例如將企業內部所有可能的事務或流程予以自動化，將是相當重要具影響性的技術與發展方向，特別是在 COVID-19 疫情讓人們展開和習慣遠距接觸、遠端作業的型態，更加速了相關技術的發展與應用（譬如分散式雲端），亦產生有別於疫情前的商業模式；此外，讓員工或消費者可應用沉浸式體驗或全面體驗，處理設備維修作業，和相關銷售服務，也將是未來整體商業運用的重點。至於區塊鏈在早期的許多小型示範應用後，目前已逐漸被企業所熟悉，因而就未來的發展上已不完全屬於戰略性技術。然而，在越來越多人工智慧、機器學習等相關數據分析的方法更廣為應用，消費者意識到任何行為都已被轉換為數據，並進一步有相關公部門或私人企業在蒐集與運用有關數據，和資訊安全、隱私相關的議題與技術將逐漸浮現。

---

<sup>4</sup> 整理自彭素玲、王素鸞、彭佳玲，工業區勞動力需求調查，勞動部勞動與職業安全衛生研究所委託研究（2020）原始資料。

表 1 Gartner 提出之未來戰略技術趨勢

年	2019	2020	2021
項 目	1. 自動物件 2. 增強分析 3. 人工智慧驅動開發 4. 數位分身 5. 強化邊緣運算 6. 沉浸式體驗 7. 區塊鏈 8. 智慧空間 9. 數位隱私及倫理道德 10. 量子運算	1. 超自動化 2. 多重體驗 3. 民主化 4. 增進人類賦能 5. 透明度與可追溯性 6. 強化邊緣運算 7. 分散式雲端 8. 自動物件 9. 實用區塊鏈 10. 人工智慧安全性	1. 行為互聯網 2. 全面體驗 3. 隱私強化運算 4. 分散式雲端 5. 隨處操作 6. 網路安全網格 7. 智慧化組合業務 8. AI 工程化 9. 超自動化

資料來源：本研究自行彙整。

有鑑於人工智慧和大數據技術在國際間已形成趨勢，自 2018 年之後國內有部分大型石化業開始投入相關應用，嘗試於廠區內進行示範案例，中小型的石化業則大抵觀望領先業者的成效，再據以仿效和運用，例如聯成化學當前並無採用大數據或人工智慧的經驗，台灣氯乙炔工業股份有限公司（下稱台氯）則是在看到台塑集團應用大數據和人工智慧所發揮的良好成效後，才投入資源展開示範計畫。就相關應用案例方面，台灣中油於 2018 年著手研究公司內部數據的應用方向，以關鍵性業務議題整合含空氣污染、油槽存量、管線等議題以視覺化方式呈現，也和資策會合作展開「大數據應用案例開發案委託研究計畫」<sup>5</sup>，亦持續進行數位人才育成，且於教育訓練中導入擴增實境（Augmented Reality, AR）/虛擬實境（Virtual Reality, VR）技術，減少移地訓練的時間與成本，另外在人工智慧、大數據、物聯網之應用上，還有關鍵設備異常檢測、警報管理系統、偵測揮發性有機物濃度<sup>6</sup>；台塑集團在面臨競爭壓力下，持續應用人工智慧提高生產效率，並且將現有分散式控制系統（distributed control system, DCS）蒐集大數據透過 AI 技術整合數據，建立製程操作模型、最適化

<sup>5</sup> 黃彥文，「打造巨量資料倉儲系統 開啟大數據金鑰」，石油通訊，第 806 期，32（2018）。

<sup>6</sup> 台灣中油，「2020 永續報告書」（2020），[https://www.cpc.com.tw/News\\_EBookList.aspx?n=1504&sms=8980&CSN=36](https://www.cpc.com.tw/News_EBookList.aspx?n=1504&sms=8980&CSN=36)，最後瀏覽日期：2021/7/1。

操作管理，減少產品品質波動、提升產值<sup>7</sup>；奇美實業則建立與統整資料庫，將原散落於各廠的數據，藉由加裝感測器，以蒐集更多、更好的數據，進而交由 AI 分析，取代以往人工作業所產生的耗時和低效率<sup>8</sup>；李長榮化工運用大數據技術於化工原料的價格預測，藉以精準分析化工產業的營運變數與情勢，也為了強化資訊的應用及管理，積極推動智慧製造，透過建制平臺、視覺化資訊、報表自動化、遠端製程監控等技術運用，達到營運成本降低的效益<sup>9</sup>；南寶樹脂化學工廠股份有限公司自 2018 年起導入工廠智慧化能源管理，以看板式管理顯示即時化數據進行電力監控、報表以及異常警報管理。其後，也以人工智慧科技應用於馬達震動頻譜檢測，預測馬達健康狀態，提早預知異常狀況<sup>10</sup>。

由前述石化業者推動數位轉型之經驗可知，因石化業為連續性生產、已有一定程度地自動化，故現階段以大數據應用、人工智慧及物聯網主要技術項目，並從內部管理效能、工廠品質管理及相關預警功能、資訊安全等，為當前發展的重點，藉由提升企業的運作成效、降低有關成本，縮短產品產出及交付時間，發揮數位轉型的效益，然而各企業投入人工智慧、大數據的時間尚短，相關成效仍待後續驗證。為進一步瞭解國內石化業之競爭程度，以及運用人工智慧與大數據是否對於企業營運效率有所助益，探討石化業之市場、結構和績效間之關係，本文運用集中度指標及建立計量模型，研析有關議題。

本文參考產業經濟理論<sup>11</sup>，以集中度比率（concentration ratio，下稱 CR）<sup>12</sup>、赫芬達爾－赫希曼指數（Herfindahl-Hirschman index，下稱 HHI）<sup>13</sup>衡量競爭狀態。在

<sup>7</sup> 台塑石化，「2019 企業社會責任報告書」（2020），<https://www.fpg.com.tw/tw/csr/report>，最後瀏覽日期：2021/7/1；工商時報，「台塑化董事長陳寶郎：數位轉型重新塑造競爭優勢」（2020/12/14），<https://ctee.com.tw/bookstore/recommendation/377625.html>，最後瀏覽日期：2021/7/1。

<sup>8</sup> 奇美實業，「2019 奇美企業社會責任報告書」（2020），<https://ec.chimei.com.tw/apis/filestorage/files/display/5fe16d8839f8930487df35b8>，最後瀏覽日期：2021/7/1。

<sup>9</sup> 李長榮化學工業股份有限公司，「2020 ESG 報告書」（2020）、「2021 ESG 報告書」（2021），<https://www.lcygroup.com/lcygroup/tc/ESG.php>，最後瀏覽日期：2021/7/1。

<sup>10</sup> 南寶樹脂，「2019 年度企業社會責任暨永續報告書」（2020）、「2020 年度企業社會責任暨永續報告書」（2021），<https://www.nanpao.com.tw/csr.aspx?id=16>，最後瀏覽日期：2021/7/1。

<sup>11</sup> Jean Tirole, *The Theory of Industrial Organization*, 1st ed., MIT Press (1988).

<sup>12</sup> 美國經濟學家貝恩，將產業市場結構粗分為寡占型（ $CR_8 \geq 40\%$ ）和競爭型（ $CR_4 < 30\%$ 或  $CR_8 < 40\%$ ）兩類。其中，視指標為  $CR_4$  或  $CR_8$  可將寡占型進一步加以細分為 I（ $CR_4 \geq 85\%$ 或）至 V 型（ $30\% \leq CR_4 < 35\%$ 或  $40 \leq CR_8 < 45\%$ ）。



一個已界定好的產品市場中，若廠商的數目越多、彼此競爭越激烈，意謂著市場壟斷或集中程度較低；然而，假若市場內廠商數目不變，但有較大規模廠商的存在，則代表市場的壟斷程度較高、競爭程度較低<sup>14</sup>。以台灣區石油化學工業同業公會會員名錄為主，同時參考石化業上市與上櫃石化業業者，再到各企業之官方網站下載公開之財務報告或年報資料，且排除位於石化產業鏈下游業者以及無公開資訊者，最後總計約有 41 家業者符合研究範圍，並彙整營業收入及研發費用等數據如表 2 所示。由表中可知，就現階段我國石化業業者之營收而言，因品項、所屬產業位置及產業集團<sup>15</sup>等因素之故，業者間的營收規模有較大落差，也影響其研發費用之投入金額。

例如台灣中油於 2020 年之營收約為新臺幣（下同）7,217 億元，研發費用僅約 15.2 億元，研發費用占營收比重僅 0.21%，占比雖低，但若以絕對金額而言，台灣中油的研發費用已為最高，然而若就台塑集團整體來看，2020 年之研發費用總計為 35.94 億元係高於台灣中油，惟相較集團營收，此一比率仍低。另一方面，各企業的研發費用占營收比重大多低於 1%，部分石化業業者更無投資源於研究發展，至於國際中橡、勝一化工、長興材料、日勝化工、展宇科技材料、雙鍵化工和南寶樹脂化學工廠，為研發費用占營收比重較高的公司，只是從絕對金額來看依舊低於台灣中油、台塑集團等。

此外，若以 CR4、CR8 和 HHI 指標而言，石化產業之 CR4 和 CR8 分別高於 60 與 80，HHI 則在 1000 之上，可知我國石化產業的前四大或前八大業者，占有多數的市場，產業中大抵以台灣中油、台塑集團為領先群，其後為奇美實業、長春集團等，雖然中小型業者較多讓整體市場為低度集中市場，只是國內石化產業仍由少數規模較大的業者領導市場。

---

<sup>13</sup> 根據美國 2010 年「水平結合指導原則」， $HHI < 1500$ ，屬低度集中市場； $1500 < HHI < 2500$ ，屬中度集中市場； $HHI > 2500$ ，屬高度集中市場。

<sup>14</sup> 詹立宇、林惠玲，「產業地理與市場集中度之相關性：台灣製造業之分析」，經濟研究，第 49 卷第 2 期，167-205（2013）。

<sup>15</sup> 長春樹脂、長春石化和大連化工為長春集團；台灣化學纖維股份有限公司、台灣塑膠工業股份有限公司南亞塑膠工業股份有限公司、台塑石化股份有限公司為台塑集團；亞東石化股份有限公司、東聯化學股份有限公司為遠東集團；聯成化學則屬聯華神通集團。

表 2 國內主要石化業業者之營收及研發費用

單位：百萬元

公司	營收		研發費用	
	108 年度	109 年度	108 年度	109 年度
台灣中油股份有限公司	1,014,108	721,701	1,595	1,515
大連化學工業股份有限公司	56,843	49,561	188	154
中國人造纖維股份有限公司	30,816	35,732	0	0
中國石油化學工業開發股份有限公司	29,624	17,583	402	442
國際中橡投資控股股份有限公司	22,271	17,106	590	613
台達化學工業股份有限公司	17,672	15,498	25	21
台灣化學纖維股份有限公司	253,295	253,295	667	735
台橡股份有限公司	28,911	24,024	390	351
台灣苯乙烯工業股份有限公司	12,219	8,113	21	6
台灣塑膠工業股份有限公司	207,849	185,813	1,246	1,068
台灣聚合化學品股份有限公司	55,657	50,201	416	363
李長榮化學工業股份有限公司	2,984	2,796	16	15
奇美實業股份有限公司	135,754	117,226	1,054	958
長春石油化學股份有限公司	107,249	99,359	401	370
亞洲聚合股份有限公司	6,791	5,704	5	5
和益化學工業股份有限公司	8,797	8,482	50	63
和桐化學股份有限公司	27,460	25,849	93	67
東聯化學股份有限公司	22,341	18,763	161	150
南亞塑膠工業股份有限公司	286,303	273,354	1,238	1,255
南帝化學工業股份有限公司	12,392	14,403	92	113
國喬石油化學股份有限公司	20,468	16,576	33	30
聯成化學科技股份有限公司	62,715	51,867	31	26
磐亞股份有限公司	1,711	1,458	22	23

公司	營收		研發費用	
	108 年度	109 年度	108 年度	109 年度
三福化工股份有限公司	3,936	3,819	27	41
台塑石化股份有限公司	646,023	415,282	483	536
長春人造樹脂廠股份有限公司	108,274	100,922	458	431
勝一化工股份有限公司	7,508	7,778	166	202
東鹼股份有限公司	4,343	4,035	0	0
國泰化工	593	476	0	0
長興材料工業股份有限公司	40,363	38,370	1,368	1,385
三晃股份有限公司	3,244	2,753	56	54
台灣肥料公司	12,891	10,170	67	67
中鋼碳素化學股份有限公司	7,542	5,364	122	131
台硝股份有限公司	1,901	1,746	9	7
元禎企業股份有限公司	8,588	7,073	0	0
臺灣中華化學工業（股）公司	2,315	1,773	39	25
日勝化工股份有限公司	3,175	2,363	79	70
展宇科技材料股份有限公司	1,614	1,381	32	31
國精化學股份有限公司	4,293	3,823	52	50
雙鍵化工股份有限公司	3,497	2,633	73	59
南寶樹脂化學工廠股份有限公司	17,114	15,551	446	500
合計	3,301,445	2,639,775	12,216	11,934
CR4	66.63	63.02		
CR8	83.57	82.09		
HHI	1,052.79	1,016.19		

資料來源：本研究自行彙整。

註：1. 行業集中度指數 CR4（CR8）指，該分類當中的前四（八）大業者的營業收入除以產業的總營業收入。

2. HHI 指，計算該分類當中各業者的市場份額，取平方值後乘以 1,000 再加總。

SCP 理論概念，最早係由哈佛學者 Mason 於 1939 年提出，主張產業績效受買方和賣方行為引導，而買方和賣方行為又決定於市場結構，而市場結構為外生給定，會受到外部衝擊所影響<sup>16</sup>。其後，Bain<sup>17</sup>從 Mason 的理論發展出「結構—行為—績效」的分析架構，從市場結構、廠商行為與經營績效等，探討研究產業經濟的相關議題。SCP 架構與後續的相關經濟學理補述，成為現今許多合併指導原則（*Merger Guidelines*）的基礎<sup>18</sup>。然而，SCP 理論指出市場集中度與公司間的競爭度間存在直接關係，市場越集中讓企業有勾結的動機及可能，故產業集中度較高的廠商所獲得的利潤，會高於位於產業集中度低（即較競爭）者<sup>19</sup>，且在大多數實證研究，利潤（績效指標）和集中度（結構指標）間確實存在正向關係<sup>20</sup>。但亦有學者主張，廠商績效與其效率成正比，低成本結構的廠商會藉由降低價格和擴大市場占有率（下稱市占率）來增加利潤並和其他業者競爭，進而出現市場集中<sup>21</sup>。廠商獲利與市場結構間的正向關係歸因於效率更高的廠商在市場中獲得的收益，這些收益反過來導致市場集中度的提高。亦即，是因為廠商更有效率而不是傳統 SCP 模式所指出的廠商勾結行為，能帶來較佳績效，此稱為效率結構假說（*Efficient Structure Hypothesis*），迄今已有相當多文獻進行此一議題之實證研究<sup>22</sup>，所採用的分析方法主要為隨機邊界分析法（*Stochastic frontier analysis*）。

<sup>16</sup> Edward S. Mason, "Price and Production Policies of Large-Scale Enterprise," *29(1) American Economic Review*, 61-74 (1939).

<sup>17</sup> Joe S. Bain, *Industrial Organization*, 2nd ed., Wiley (1959).

<sup>18</sup> Tesfaye Boru Lelissa & Abdurezak Mohammed Kuhlil, "The Structure Conduct Performance Model and Competing Hypothesis- A Review of Literature," *9(1) Research Journal of Finance and Accounting*, 76-89 (2018).

<sup>19</sup> Saleem Shaik, Albert J. Allen, Seanicaa Edwards & James Harris, "Market Structure Conduct Performance Hypothesis Revisited Using Stochastic Frontier Efficiency Analysis," *48(3) Journal of the Transportation Research Forum*, 5-18 (2009).

<sup>20</sup> Madhumita (Mita) Bhattacharya, *The Specifications and Testing of Structure-Conduct- Performance Relationships in Australian Manufacturing*, Ph. D. Dissertation, Department of Economics, University of Tasmania Australia (1997).

<sup>21</sup> Seanicaa Edwards, Albert J. Allen & Saleem Shaik, "Market Structure Conduct Performance (SCP) Hypothesis Revisited using Stochastic Frontier Efficiency Analysis," 2006 Annual meeting, American Agricultural Economics Association (2006).

<sup>22</sup> Saleem Shaik, Albert J. Allen, Seanicaa Edwards & James Harris, *supra* note 19; Fadilla Dwi Ardianty & Viverita Viverita, "Market Power, Efficiency and Performance of Indonesian Banks," *SSRN*

是故，為探討我國石化業市場結構、廠商行為和經營績效間的關連，係符合傳統 SCP 理論抑或效率結構假說，基於前述文獻回顧建立一隨機邊界模型。在生產函數部分以員工人數、總資產和油價為解釋變數，原因在於生產要素投入對營收有直接影響，且因石化業之營收受原油價格變動影響甚大，故於模型中亦參採國內進口原油平均價格探討此一影響。至於在效率項方程式中，為瞭解人工智慧、大數據等相關數位技術之應用，是否對於石化業效率會產生影響，考量國內石化業者可能會以現有人力進行編組，推動相關專案計畫，因而未公布或統計金額，故此部分以石化業者運用有關技術開發之累計專案數量為衡量變數，同時因研究發展應有助於效率提升，在方程式中亦將此因素納入，並且以市場份額、市場集中度（HHI 指標）為市場力的衡量指標，同時納入相關財務指標（例如股東權益報酬率、總資產週轉率、固定資產週轉率等）。在資料期間上，考量石化業者大多自 2018 年後才較為積極地推動人工智慧、大數據之應用，因此在期間的選擇上僅取 2019 年和 2020 年。

本文參考 Battese and Coelli<sup>23</sup>之隨機邊界生函模型，建立模型方程式如下，所採用的統計軟體為 STATA 15，並彙整模型中相關變數說明和預期符號於表 3 中，各變數之敘述統計如表 4 所示。

$$\ln(Y_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(Labor_{it}) + \beta_2 \ln(TAsset_{it}) + \beta_3 \ln(Po_t) + \varepsilon_{it},$$

$$i = 1, 2, \dots, 41; t = 2019, 2020$$

$$\varepsilon_{it} = v_{it} - u_{it}$$

$$u_{it} = \delta_0 + \delta_1 S_{it} + \delta_2 HHI_t + \delta_3 R\&D_{it} + \delta_4 AIquantity_{it} + \delta_5 Equity_{it} + \delta_6 ROE_{it} \\ + \delta_7 TAE_{it} + \delta_8 FAE_{it} + w_{it},$$

$$i = 1, 2, \dots, 41; t = 2019, 2020$$

---

*Electronic Journal* (2011); Sana Khalil, Bilal Mehmood & Nisar Ahmad, “Cost Efficiency of Pakistani Banking Sector: A Stochastic Frontier Analysis,” *7(3) Journal of Commerce*, 110-126 (2015); Maximilian Koppenberg & Stefan Hirsch, “Market Power in EU Dairy Processing: Evidence from a Stochastic Frontier Approach,” 2019 Annual Meeting, Agricultural and Applied Economics Association (2019); Fitrah Minangsari, Bernadette Robiani & Mukhlis Mukhlis, “The Efficiency of the Pharmaceutical Industry in Indonesia: A Stochastic Frontier Approach,” *17(2) Jurnal Ekonomi Pembangunan*, 49-58 (2019).

<sup>23</sup> G. E. Battese & T. J. Coelli, “A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Function for Panel Data,” *20(2) Empirical Economics*, 325-332 (1995).

其中,  $i$  由 1、2、3 至 41,  $Y_{it}$  表示第  $i$  個決策單位在  $t$  時點的實際營收,  $Labor_{it}$  及  $TAsset_{it}$  表示第  $i$  個決策單位在  $t$  時點的之員工人數與總資產,  $Po_t$  為當年度平均進口油價,  $\beta_0$  表示截距項,  $\beta_j$  表示待估計之係數,  $\varepsilon_{it}$  表示組合性誤差項, 包含隨機誤差項 ( $v_{it}$ ) 和技術無效率誤差項 ( $u_{it}$ )。  $v_{it}$  為隨機誤差項, 假設符合對稱性常態分配, 即  $v_{it} \sim iid N(0, \sigma_v^2)$ ;  $u_{it}$  為非負的技術無效率誤差項, 且  $u_{it} \sim N^+(Z_{it}\delta, \sigma_u^2)$ , 並與  $v_{it}$  相互獨立,  $w_{it}$  則為符合平均數為 0、變異數為  $\sigma_w^2$  之截斷式常態分配, 且組合性誤差項的變異數 ( $\sigma^2$ ) 即為隨機誤差項之變異數 ( $\sigma_v^2$ ) 與技術無效率誤差項之變異數 ( $\sigma_u^2$ ) 的加總, 即  $\sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2$ , 而  $\gamma = \sigma_u^2 / (\sigma_v^2 + \sigma_u^2)$  則代表無效率因素在組合性誤差項中的重要程度。

於結構—行為—績效方程式中,  $u_{it}$  為無效率項, 則預期會受到  $HHI_t$ 、 $R\&D_{it}$ 、 $Alquantity_{it}$ 、 $Equity_{it}$ 、 $ROE_{it}$ 、 $TAE_{it}$  和  $FAE_{it}$  之影響,  $\delta_0$  為截距項,  $\delta_j$  表示待估計之係數。本研究以最大概似估計法求解, 估計隨機邊界生產函數及結構—行為—績效方程式, 結果如表 5 所示。

首先根據表 4 可知, 石化產業中的營收規模差異甚大, 最高業者的營收數倍於最小者, 且從公司總資產與員工人數而言, 亦能得知各企業間的量體差異, 即大者相當大、小者相當小, 此也反應出企業的市場份額數值, 最小者約為 0.04%, 最大者則為 17.32%。再從研發費用來看, 有石化產業中有業者未編列研發費用, 編列最多的企業則投入約 16 億元, 至於在應用人工智慧與大數據技術之累計專案數量上, 則更是多數企業並未投入此一領域, 大致上僅有台灣中油、台塑集團、長春集團、遠東集團、李長榮化工、奇美實業等產業中的領導企業相對較為重視。至於在財務指標方面, 石化產業中的總資產週轉率和固定資產週轉率之平均值, 分別為 4.98%、12%。

表 3 模型變數說明

變數	說明	預期符號
隨機邊界生產函數（被解釋變數：營收）		
員工人數 ( <i>Labor</i> )	依據經濟理論，生產要素投入越多則產出會越高。	正向
總資產 ( <i>TAsset</i> )	依據經濟理論，生產要素投入越多則產出會越高。	正向
進口油價 ( <i>Po</i> )	石化業之營收受油價變動影響大，油價高（低）有助（不利）營收。	正向
結構-行為-績效方程式（被解釋變數：無效率項）		
市場份額 ( <i>S</i> )	定義為企業營業收入除以產業總營收。根據文獻探討，市場的競爭程度對效率影響結果並無一致結論。	不一定
集中度指標 ( <i>HHI</i> )	根據傳統 SCP 理論，市場集中度和效率呈正相關、與無效率性呈負相關，因為大型廠商可能存在勾結或寡占情形，進而獲致較佳成效。	負向
研發費用 ( <i>R&amp;D</i> )	根據理論和相關實證研究，研發支出有助於企業效率提升、降低無效率性。	負向
應用人工智慧與大數據技術之累計專案數量 ( <i>Alquantity</i> )	運用相關數位技術開發之專案，應有助於企業提升效率、降低無效率性。	負向
股東權益 ( <i>Equity</i> )	股東權益代表著企業自有資金，就資金運用觀點而言，若經營企業能越少運用自有資金，而以借貸方式進行槓桿操作，則經營效率愈佳、無效率性越低。反之，若有較高的自有資金則反應出較高的無效率性。	正向
股東權益報酬率 ( <i>ROE</i> )	定義為「稅後淨利/股東權益」，係衡量企業運用自有資本創造獲利的能力。一般而言， <i>ROE</i> 越高表示企業經營效率越佳、無效率性越低。然而，亦可能產生藉由刪除支出來追求高 <i>ROE</i> 的情形，假若刪減項目為具生產性質的費用（例如研發支出、行銷支出、員工薪酬）等，則不一定對企業長期營運和效率具正向助益。	不一定
總資產週轉率 ( <i>TAE</i> )	定義為「營業收入/資產總額」，係衡量企業總資產運用效能及總資產投資之適度性，就資金運用觀點而言，週轉次數愈高愈佳、無效率性越低。	負向
固定資產週轉率 ( <i>FAE</i> )	定義為「營業收入/固定資產」。對製造業部門而言，因其資本支出較高，除了以總資產週轉率觀察企業整體之經營效能外，可進一步就固定資產週轉率觀察資產使用效率，若數值越高表示效能越佳、無效率性越低。	負向

資料來源：本研究自行彙整。

表 4 各變數之敘述統計

單位：仟元；人；%；件

變數	觀察值	平均值	標準差	最小值	最大值
營收	82	72,453,906	164,019,336	475,644	1,014,108,034
總資產	82	113,734,068	205,998,398	1,880,485	801,948,280
員工人數	82	2,632.62	5,481.86	88.00	32,271.00
市場份額	82	2.44	4.42	0.04	17.32
HHI	82	1,034.49	18.41	1,016.19	1,052.79
進口油價	82	66.98	3.35	63.66	70.31
AIquantity	82	8.83	25.85	0.00	156.00
研發費用	82	294,508.80	415,174.70	0.00	1,595,315.00
股東權益	82	62,478,353	110,381,533	1,098,867	409,290,963
股東權益報酬率	82	7.48	6.74	-12.13	32.07
總資產週轉率	82	4.98	4.74	-6.70	25.12
固定資產週轉率	82	0.12	0.15	-0.11	1.08

資料來源：本研究自行彙整。

再由表 5 生產函數之估計結果顯示，員工人數及總資產係數符號皆符合預期，均為正值且相當顯著，表示當員工人數投入越多與隨著總資產成長，有助於企業營收提高，在其他情況不變之下，當員工人數增加 1%，預期營收增幅為 0.24%，假使為總資產成長 1%，預估營收增幅為 0.88%，至於石化業屬景氣循環產業，營收易隨油價變動，進口油價越高代表著國際原油價格越高，在營收與油價呈現正向關連下，則石化業平均而言的營收也會較高，進口油價的係數估計結果則大致在顯著水準約 11% 下具顯著性。

其次由結構－行為－績效函數（無效率項）的係數估計結果而言，在 8 個變數中以市場份額、研發費用、AIquantity、股東權益、股東權益報酬率與固定資產週轉率等，在顯著水準 5% 或 1% 下達顯著標準。其中，市場份額、研發費用與固定資產週轉率的係數估計結果均為負，隱含廠商的市占率越高、投入的研發費用越高以及



運用固定資產的能力越高時，會使廠商的無效率性越低，表示對廠商的效率提升有正向助益；至於集中度指標之係數雖為正但不具顯著性。其中，市占率越高通常伴隨著較佳的獲利，也有相對較多資源投入於促進效率提升，同時在石化產業屬低度集中市場，仍有一定的競爭程度，在市場較為競爭下也會帶動廠商增加效率，亦即可能會讓廠商有誘因降低成本、調降市場價格來提高市占率，在減少成本的過程即會讓企業改善效率，也由於集中度指標不顯著，因此在實證上較為支持效率結構假說，而非傳統 SCP 理論中所提，係因產業過於集中而促成較高的效率和績效。

另一方面， $AIquantity$  之係數估計結果具顯著性且與無效率項呈正相關，表示當前石化業者投入越多於人工智慧與大數據之相關應用，會造成廠商效率降低，可能原因包含：(1)產業發展僅為初期，且多數企業並未投入此項領域，已投入的業者所花費的成本尚未有實質的回收效益，有關項目不具經濟性；(2)石化業受原料成本影響較高，縱使當前投入人工智慧與大數據應用所能帶來的效率改善程度有限，並未能對獲得市場績效產生正向幫助，以及(3)當前石化業投入人工智慧與大數據應用的項目著重於降低成本而非提升生產效率，故未對取得良好市場績效有所助益。此外，就股東權益和股東權益報酬率的估計結果顯示，兩個變數均具顯著性且係數為正，代表經營企業能越少運用自有資金，而以借貸方式進行槓桿操作，則經營效率愈佳、無效率性越低，較高的自有資金則反應出較高的無效率性。至於石化業者若刻意追求較高的股東權益報酬率，可能使無效率增加。

表 5 石化業隨機邊界函數估計結果

解釋變數	係數 (標準誤)
生產函數 (被解釋變數：營收)	
$Ln(\text{員工人數})$	0.239*** (0.083)
$Ln(\text{總資產})$	0.8769*** (0.079)
$Ln(\text{進口油價})$	2.6139 (1.6497)
常數	-10.2545 (6.9927)

## 結構—行為—績效函數（被解釋變數：無效率項）

市場份額	-0.066** (0.0347)
HHI	0.004 (0.0076)
研發費用	-0.1416*** (0.0924)
AIquantity	0.0054** (0.0028)
股東權益	0.3699** (0.1716)
股東權益報酬率	0.1679*** (0.0144)
總資產週轉率	-0.1009 (0.0895)
固定資產週轉率	-9.6605*** (3.2958)
常數	-7.9473 (8.5064)

最大概似估計 ( $H_0: \gamma = 0$ )

P-value	0.0000***
---------	-----------

說明：\*\*\*、\*\*、\*分別表示在 1%、5%、10%的顯著水準下，拒絕虛無假設。

資料來源：本研究估算。

綜言之，國內石化業雖為低度集中市場，但仍由少部分大型企業主導產業發展，且廠商獲利與市場結構間呈正向關係，代表國內石化產業的市占率越高確實更有效率，隱含能用相對較少投入產生較高產出的廠商，會傾向持續降低成本、調降售價來提高市占率，以進一步提升效率，所以國內石化業的市場競爭較符合效率結構假說。其次，當前石化業投入人工智慧及大數據之相關應用，可能因有關項目尚不具經濟效益性，並無助於提升廠商效率，惟因研發費用越高有助於廠商提升效率，進而獲得較佳的市場績效，考量人工智慧及大數據之投入應屬研究發展之一環，故仍需注意未來石化業在此一領域的發展。

### 三、產業數位化可能衍生的競爭議題

數位轉型不但可能改變產業的競爭型態或結構，也可能對國際競爭或產業分工產生影響。驅動石化業數位化的因素多來自成本與公安的考量，尤其在價格競爭激烈的時代，透過收集、存儲、分析和連接龐大的數據量，可以提供決策者對業務及投資計劃的判斷能力，使得營運更有效率。目前美國、日本、韓國、匈牙利等國外石化廠數位化的發展方向，主要為人工智慧工廠、區塊鏈、機器人、虛擬實境、3D 列印、數據湖、數位行銷管理等<sup>24</sup>，以達到管理層面營運優化、提升產業競爭力或創新的目的，國內石化廠未來應該也會朝此方向努力。在各項數位轉型的過程，可能與競爭法有關的議題主要在數位創新、大數據或演算法等方面的科技應用。

#### （一）數位創新與競爭法

創新是經濟發展的關鍵引擎，是國家經濟繁榮成長與就業機會的來源，而且對企業的發展演扮演重要的角色。相較於價格競爭，創新在過去競爭法中發揮的作用較小，然而創新驅動行業的研發活動，企業在競爭評估時會被納入考慮。近年來，互聯網的創新潛力更是經常被作為討論主題，特別是涉及數位經濟的情況下，因此，德國的限制競爭法第 9 次修正（Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen, GWB）就明確將創新驅動的競爭壓力，作為評估市場力量的原則之一。另一方面，結管制的審查門檻也為了保護創新驅動的競爭，使數位經濟成為這兩項修正案的重點<sup>25</sup>。可見數位創新已經成為競爭法主管機關關注的焦點。

數位創新使現存企業利用剝奪創新者在市場上創新產品的能力或封存創新者產品以保護其現有地位，競爭政策有必要介入，所以在進行結合評估時，Federico, Morton & Shapiro<sup>26</sup>認為競爭主管機關的水平結合評估標準為：結合可能顯著減少競

<sup>24</sup> 請參見王素鸞、王立達、鄭睿合、蕭富庭，石化產業數位化發展現況與競爭規範之研究，公平交易委員會 110 年度委託研究報告，25-37（2021）。

<sup>25</sup> Bundeskartellamt, “Innovations – challenges for competition law practice, Series of papers on ‘Competition and Consumer Protection in the Digital Economy’,” (2017), [https://www.bundeskartellamt.de/SharedDocs/Publikation/EN/Schriftenreihe\\_Digitales\\_IL.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.bundeskartellamt.de/SharedDocs/Publikation/EN/Schriftenreihe_Digitales_IL.pdf?__blob=publicationFile&v=3), last visited on date: 2021/11/10.

<sup>26</sup> Giulio Federico, Fiona Scott Morton & Carl Shapiro, “Antitrust and Innovation: Welcoming and Protecting Disruption,” *20 Innovation Policy and the Economy*, 125-190 (2020).

爭，則該結合就應被視為反競爭。在評估創新對結合的影響時，主管機關應該同時考慮業務竊取效應（*business-stealing effects*）（價格上漲）與創新協同效益（增加研發、技術轉讓、開發更有效率），並應輔以實證資料，以避免單獨考慮單邊價格效應（內部化基於降價的業務竊取）或單邊創新效果（基於創新的業務竊取內部化）通常只得出損害消費者減少創新和提高價格的結論，而實際上價格與創新移轉效果的內部化不必然會導致消費者剩餘減少，也不一定結合就會降低創新誘因。因此，德國《競爭法 4.0 委員會》建議目前還沒有必要修改《結合管制條例》的門檻。

Wei<sup>27</sup>也認為競爭法的原則與分析方法，在顛覆式創新之下，仍然可以適用，不過，對於市場界定包括競爭者的市場結構與競爭效率都應該再行檢視，競爭法的分析重點應放在現存企業是否對潛在顛覆創新者採取防止反競爭的行為。Bundeskartellamt<sup>28</sup>則認為在數位經濟中，考慮創新對結合、濫用市場優勢或卡特爾（*cartel*）應個案審查。

## （二）大數據與競爭法

隨著數位化的普遍，數據與競爭執法的相關性的問題也逐漸衍生出來，其中關於數據是否影響市場界定的問題，在討論競爭法時首先被提出來。在現行的競爭法標準之下，正確的市場界定需要有明確的產品或服務的供需關係。由於用戶的數據僅形成中間產品，不出售或交易，無需求和供給存在，因此無法評估數據的可替代性且無法識別相關市場。邱映曦<sup>29</sup>認為從資料本身是否為交易標的加以區分，資料為交易標的，已具備市場性，可以直接就其商品/服務提供之內涵與範圍明確劃定，利用適當的市場界定工具進行產品市場的界定；資料非為交易標的者，就目前競爭法的執法而言，尚未市場化成為獨立商品/服務的資料，並不在個案市場界定評估的範圍內，惟資料所具有的競爭價值，在數位時代更為重要，或可針對資料進行市場界

<sup>27</sup> Hsin-Fang Wei, "Does Disruptive Innovation 'Disrupt' Competition Law Enforcement? The Review and Reflection," *25(2) Fair Trade Quarterly*, 20-21(2017).

<sup>28</sup> Bundeskartellamt, *supra* note 25.

<sup>29</sup> 邱映曦，競爭法的數位紀元—論數位平臺資訊力對競爭法適用之影響，國立政治大學法律研究所博士論文，72-77（2019）。

定，以發掘出需要該特別資產之既存或潛在市場。宋皇志<sup>30</sup>則歸納大數據的相關市場可區分成大數據蒐集市場、大數據儲存市場及大數據分析市場，分別代表大數據於蒐集、儲存、與分析等三階段之相關市場。對於大數據蒐集市場（或大數據交易市場）而言，應與傳統競爭法的商品市場無異；大數據儲存市場主要提供數據儲存服務，如雲端儲存服務市場，自有其市場存在；大數據分析市場則可依據數據分析的不同應用場景區分成不同的子市場，例如電子商務市場、網路廣告市場等。

企業根據大數據或許能提出產品創新、提高生產流程的效率、預測市場趨勢、改進決策並強化對消費者的服務，為企業帶來了實質性的創新和效率提升，不過，控制大數據並不一定會帶來市場力的提升，因為某些市場競爭激烈，即使是小企業也可以透過不同的管道收集到各種數據。此外，數據也會面臨效益遞減的現象，唯有當數據分析和良好的演算法預測結合使用時，數據才能產生最好的價值，不過，這需要大量投資於硬體、軟體和專業人才。即使在數據在數位市場的競爭策略中扮演一定的角色，使得現有企業可以在多種產品之間激烈競爭，但潛在的競爭者仍會提出創新的想法，對現有市場帶來動態的競爭壓力。

OECD 評估競爭法對大數據的影響，認為運用大數據或交叉引用多個數據資料庫的能力，雖然不一定帶來優勢地位，不過，因為透過直接和間接的網絡效應，運用大數據的公司仍可對不同價格彈性的消費者提供不同的服務，以提高服務品質，從而即時回應消費者需求，比潛在競爭者更容易掌握競爭優勢，因此仍應將大數據視為競爭分析的一部份。在審查結合與濫用排他性案件中，因為企業可以將數據視為可強化其市場力、鎖住（lock-in）消費者，並且提高市場進入障礙的排他性投入要素或資產，因此，應該考慮大數據優勢的影響。因此，競爭主管機關可以考慮因為掌握資料優勢產生的封鎖風險，並據此設計補救措施<sup>31</sup>。

---

<sup>30</sup> 宋皇志，「大數據時代之競爭法議題：以數據驅動市場之限制競爭為中心」，政大法學評論，第 163 期，29-31（2020）。

<sup>31</sup> OECD, *Big Data: Bringing Competition Policy to the Digital Era*, DAF/COMP/M(2016)2/ANN4/FINAL, Directorate for Financial and Enterprise Affairs Competition Committee (2016).

### （三）演算法與競爭法

Cormen, Leiserson, Rivest & Stein<sup>32</sup>認為演算法是定義好（well-defined）的計算程序（computational procedure），以某些數值（some value）或一群數值（set of values）作為投入，再產出某些數值或一群數值，所以演算法是一系列的計算步驟，可以將投入轉換為產出，也可以將演算法視為明確定義投入與產出關係，以解決特定計算問題的工具。

Descamps, Klein & Shier<sup>33</sup>認為演算法對企業及其消費者至少帶來五種雙贏結果，CMA<sup>34</sup>則將演算法分為供給面效率與需求面效率，綜合來看，演算法對供給面的效率包括改進現有產品、降低成本、發現最適價格、降低進入門檻，對需求面的效率則有降低搜尋成本、加速選擇決策。他們也認為演算法可能對消費者產生個別化訂價、資訊呈現方式安排的直接傷害，並可能產生對待自己的服務比對競爭對手更為優渥的自我偏好（self-preferencing）行為，而出現排他行為。

另一方面，勾結在數位時代仍是重要議題。尤其演算法通常被運用在航空訂票旅館訂房和線上零售的事業，以撮合需求者與商品或服務提供者與最佳媒合（best match）價格，可能經由演算法分析而差別訂價；或是被企業用來監控消費者或競爭對手的價格，以快速且準確的回應市場變化，進而促成零售價格的維持；或是被事業操控成為勾結的工具，以形成更有效和穩定的卡特爾。就執法實務而言，以價格勾結行為較為常見<sup>35</sup>。至於勾結方式，若為明示勾結（explicit collusion，亦稱顯性勾結）係競爭者間經由意思聯絡（communication），而明示地達成協議或合意（agreement），且就共同價格或產量操縱（price fixing）等勾結，不論是否因而行為一致、或有無產生反競爭效果，僅須達成協議或合意，即足認定違法，亦即各國通

---

<sup>32</sup> Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest & Clifford Stein, *Introduction to Algorithms*, 3rd ed., MIT Press, 5-6 (2009).

<sup>33</sup> Ambroise Descamps, Timo Klein & Gareth Shier, "Algorithms and competition: the latest theory and evidence," *20(1) Competition Law Journal*, 32-39 (2021).

<sup>34</sup> Competition & Markets Authority, *Pricing algorithms - Economic working paper on the use of algorithms to facilitate collusion and personalised pricing*, Competition & Markets Authority, 20-21 (2018).

<sup>35</sup> 陳韻珊，「訂價演算法與卡特爾」，*公平交易通訊*，第 75 期，18-20（2017）。

常對之當然違法（*per se illegal*）或目的性限制競爭（*restriction by object*）之嚴厲審查模式，惟有時亦可能如歐盟競爭法設有一定安全港（*safe harbor*）制度<sup>36</sup>。

然而緘默勾結（*tacit collusion/conscious parallelism*，亦稱隱性勾結、有意識的平行行為）在競爭者間並無任何意思聯絡、協議或合意，惟意識到彼此之利潤與決策具有相互依存關係（*recognizing their mutual interdependence*），遂沉默地相互協調，並共同提高價格。此際，每一事業均係獨立、分別地實行利己的利潤最大化策略，卻仍形成了「彷彿存在協議或合意」的不競爭結果<sup>37</sup>。相較於明示勾結受到競爭法的強烈譴責，而通常不問其對市場產生之實際影響，即逕行認定違法，緘默勾結之違法性認定較為模糊，且競爭主管機關在舉證時亦將面臨更多困難。

#### （四）數位勾結與競爭法

由於人工智慧（AI）、機器學習和深度學習等都是演算法所使用的基本程式原理，在數位時代，企業經由綜合運用大數據、演算法與人工智慧所形成的新型態的「數位勾結」（*digital cartel/collusion*），值得、亦必須由執法機關給予持續性的高度關注。影響數位勾結的因素包括事業之數量、市場之進入障礙、市場透明度、事業間之互動頻率、需求面波動、供給面變動、小型競爭者或買方的反制力量、提升事業內部訊息之隱密性、增進供需雙方之效率等，演算法一方面可強化供給方的決策效能與資源配置、賦予需求方足以與大型事業抗衡的反制力量，在需求面波動與供給面變動等競爭要素中更可加速勾結之崩解；另一方面，演算法在事業的數量、市場透明度與事業的互動頻率等競爭要素中，又將促進競爭關係事業間的勾結。在進入障礙此一要素中，其對市場競爭與勾結之影響甚至無法輕易斷定。

由於大數據、演算法與人工智慧在當下與未來均將成為市場競爭的核心要角，事業在商業戰場中進退應對的良伴，惟數位科技不僅改變了競爭的樣貌，也改變了

<sup>36</sup> 除目的性限制競爭外，若勾結之全體事業，其市占率合計不逾 10%，即視為其勾結不構成對競爭的顯著限制（*appreciably restrict competition*），亦即不適用歐盟運作條約（*Treaty on the Functioning of the European Union*，下稱 TFEU）第 101 條第 1 項規定對水平協議（*horizontal agreements*）之禁止；*Communication from the Commission—Notice on agreements of minor importance which do not appreciably restrict competition under Article 101(1) of the Treaty on the Functioning of the European Union (De Minimis Notice)*, 2014/C 291 O.J. 1, para. 8.

<sup>37</sup> 陳和全、陳志民，演算法與聯合行為等重大限制競爭議題之研究，公平交易委員會 108 年度委託研究報告，83-84（2019）。

勾結的本質。在市場幾乎完全透明，事業的行為與決策逐漸趨於一致的數位市場環境中，演算法可能違反競爭法的態樣，根據 Ezrachi & Stucke 的分類，數位勾結依科技含量多寡<sup>38</sup>可區分為信使、輪軸與輪幅、可預測的代理人、數位之眼。若演算法扮演「信使」角色，則勾結之形成與規劃仍係由人類為之，故協議、合意與意圖等涉及人類主觀思想的法律概念仍可應用；若競爭者間就相同或類似演算法或數據集之使用，使演算法扮演類似「輪軸」角色，則除了考慮演算法的運算機制是否在於扭曲市場競爭外，亦應考量競爭者間有無採用相同或類似演算法或數據集的認知與共識，依個案情形不同，而分別有「當然違法」與「合理原則」的可能。

若產業全體就類似演算機制普遍使用，導致事業間在全無溝通的前提下，不約而同地提高價格，或就交易條件為不利於消費者之變更，形成「可預測的代理人」式「緘默勾結」，Ezrachi & Stucke 認為，假如事業明知其採用的演算法與競爭者類似，且將導致競爭受到減損，或其發生不違背其本意，則仍有機會受競爭法規範；對於科技含量最高的數位之眼（或 Descamps, Klein & Shier 所指的自主演算法勾結），由於演算法係自動、自主地與他事業或其演算法勾結，此時並不存在人類間的協議或合意，事業將在毫不知情的情況下，與其競爭者形成緘默勾結。就現行的競爭法思維下，欠缺協議、合意與反競爭意圖的緘默勾結並不違法，惟或可觀察限制競爭之運算結果是否為演算法最初之設計目的，或為演算法設計者或使用者所能預見，作為評估責任歸屬的依據<sup>39</sup>。

## （五）小結

本節主要探討產業數位化可能衍生的競爭議題，由於國外石化業大廠數位轉型主要應用創新、大數據或演算法等方面的技術，因此本節彙整石化產業推動數位化轉型與競爭法相關性較高的如創新、大數據、演算法等加以討論。其中在數位創新與競爭法方面，雖然一般認為競爭主管機關在評估水平結合時，只要結合可能顯著減少競爭，該結合就應被視為反競爭。不過，評估創新對結合的影響，應該同時考慮業務竊取效應（價格上漲）與創新協同效益（增加研發、技術轉讓、開發更有效

<sup>38</sup> Ezrachi & Stucke 對科技含量多寡係以科技應用與演算法使用程度，以及人類在其中扮演主動或被動的角色區分。Ariel Ezrachi & Maurice E. Stucke, "Artificial Intelligence & Collusion: When Computers Inhibit Competition," *2017(5) University of Illinois Law Review*, 1782-84 (2017).

<sup>39</sup> *Id.* at 1775, 1780.



率)，並輔以實證資料，才能明確掌握結合的影響。在探討大數據與競爭法的關係上，市場界定是關鍵議題，雖然仍迄無定論，但資料所具有的競爭的價值，在數位時代更為重要是肯定的，或許可以針對應用大數據的子市場加以區分。競爭主管機關在考量審查結合與濫用排他性案件中可考慮大數據優勢的影響，以及關注市場是否仍良好運作，對於因擁有數據可能引起聯合行為、濫用優勢地位與經濟力過度集中問題，也應一併考量。至於演算法對供給面與需求面都帶來效率提升，不過演算法可能透過信使、輪軸與輪幅、可預測的代理人、數位之眼等不同科技含量的勾結，可能對消費者、企業的競爭對手造成傷害或限制競爭的影響。

尤其數位經濟時代，大數據與演算法等數位科技工具改變了市場環境，可能帶來新型態的數位勾結，使得影響數位勾結的因素對市場競爭的影響變得更不容易判斷，而隨著科技介入的程度提高，均使勾結之促進、法律責任之歸屬、舉證與歸責上更加複雜，競爭法在執法上也面臨更大的挑戰。

## 四、石化產業數位化與競爭法

數位化主要目的在於跟隨產業發展趨勢，維持或提升競爭力，雖然國內石化產業的數位化程度高於製造業的平均水準，惟各石化業數位轉型的重點不同，且多數仍認為公司沒有數位轉型的需要，可見數位轉型在石化產業仍尚未普遍。就本研究對已進行數位化的石化產業訪談結果來看，發現在數位化主要倚賴大數據、演算法、自主學習、人工智能等尖端技術的綜合運用，在技術創新或經營模式創新方面則相對為少，因此，本研究從與大數據、演算法有關的數位化發展，可能衍生的競爭議題加以探討。以下就水平限制競爭與垂直限制競爭的方向加以探討。

### （一）石化產業數位化與水平限制競爭

儘管進展與斬獲不一，我國石化業者確實已逐漸跟隨科技發展的腳步，投入大數據與演算法的新時代，彼此間有無藉此等新興數位科技進行數據交換或整合，或以數位化系統等方式，監視同業與上下游事業之價格、庫存或產能等資訊，而可能形成以相同數據集為軸心之軸幅式勾結？依照訪談結果，石化大廠對於此點基本上都表示同業間並未直接或間接透過數據集進行敏感性資訊交換。

從訪談結果發現多數廠商主要從國外期刊雜誌<sup>40</sup>得知同業之設備、產能等相關資訊，部分廠商反映目前並無資訊交換或建置同一數據集之可能，資訊分享僅限於所屬的集團內部，且僅涉及技術之分享與成果展示，並未與同業有所交流，亦不及於價格、庫存與產能等重要銷售數據，故我國石化業者間目前應無交流價格、庫存與產量等敏感商業資訊，短期內尚無以數據集作為勾結輪軸之疑慮。

目前雖有業者與資訊服務提供者合作建立進出口資料庫，惟雙方簽訂有保密協定，並係於該公司本地端建置，且其內容不及於內部之機密資料，因此僅能自國外期刊雜誌、普氏能源資訊或彭博社得知同業之設備、產能等相關資訊。也有受訪者指出，其資訊分享僅限於所屬集團內部，且僅涉及技術之分享與成果展示，而未與同業有所交流，亦不及於價格、庫存與產能等重要銷售數據。向下游簽約業者提出的售價亦係基於固定的計價公式計算，因此並無勾結空間。

惟隨著業者對大數據與演算法等數位科技的應用進一步熟稔，未來或可能出現同業間數據交流或建構共同數據集，而有新型態「數位勾結」之可能，競爭法主管機關仍應持續關注。

此外，上游石化廠指出數位科技雖可為石化業節約保養與能源等成本，惟石化業 90%以上之生產成本均源於原物料成本，石化業者可以透過彼此勾結而共同操縱市場價格的空間實在有限。倘一旦遭遇國際油價大跌或供過於求，數位科技仍難以協助石化業以勾結方式規避損失。且大數據與人工智慧目前尚難以預測國際油價走勢，蓋原油乃許多國家之經濟命脈，其數量與價格經常涉及政治問題，無法單純從供需的角度進行預測。再者，我國石化業者規模不大、據點不多、產品單純，以數位科技改善製程、降低成本有其極限，對於競爭優勢影響不大。

總體而言，我國石化業者間目前應無交流價格、庫存與產量等敏感商業資訊，故短期內尚無以數據集進行輪幅式勾結之疑慮，惟隨著業者對大數據與演算法等數位科技的應用進一步熟稔，未來同業間如開始出現數據交流或建構共同數據集，而有勾結之可能時，公平會仍應加以警戒。

競爭法對於事業是否勾結，均講求包含勾結同夥間顯然具有共識或溝通之證明，而由該共識或溝通促成勾結的達成、監視或制約。惟若涉及演算法，縱係明示勾結，亦未必有直接之意思聯絡，故其舉證可能面臨阻礙。如係以演算法作為勾結

<sup>40</sup> 受訪業者說明主要透過普氏能源資訊（Platts）、彭博社（Bloomberg）等，取得同業資訊。

之中介或核心，而由演算法完成全部或大部分的勾結事務，此時之問題已非單純之舉證難易，更涉及協議與合意等概念之適用與否，而將對競爭法帶來更大的衝擊<sup>41</sup>。

至於數位勾結所面臨舉證困難與欠缺協議、合意與意思聯絡等主觀要素證據的問題，以下針對可能的作法加以探討。

## 1. 克服數位勾結舉證困境的可能作法

為克服演算法產生勾結行為的舉證困境，若演算法係扮演「信使」或「輪軸」角色，則短期內可採舉證責任倒置方式，要求涉案之事業證明其並無意思聯絡或協議、合意作為權宜之計，然競爭主管機關長期仍應儘速建立對演算法與數位勾結的全面瞭解，以免涉案事業因舉證責任轉換而過度承受訴訟上之不利。若演算法所扮演的角色為「可預測的代理人」或「數位之眼」，則可從反競爭意圖的角度出發，解構其演算法的運算邏輯是否在於限制競爭，或找尋其他可證明事業具有反競爭意圖或「獎懲機制」的證據，如事業內部之郵件往來或文書記錄，證明演算法的設計目的在於限制競爭，或事業就「演算法之自主運作或學習，將產生勾結或限制競爭之結果」有所認知，或形成具有關鍵重要性獎懲機制等方式處理。

## 2. 對於欠缺協議、合意與意思聯絡等主觀要素的可能作法

演算法的廣泛應用，已使緘默勾結從寡占市場拓展至非寡占市場也可能出現，惟因數位化促進的緘默勾結，使得事業間共識與意思聯絡的證據欠缺，並透過其自動化的作成最適的競爭決策，進一步促進緘默勾結的隱密性，也使主管機關執法所需的事業間之協議、合意或意思聯絡證明的主觀要件難以取得，目前可能的作法，包括：

### (1) 從結果導向以促進勾結的角度出發

若特定演算法之應用促成勾結的形成、或導致競爭受到法所不樂見的重大限制，儘管未能證明協議等主觀要件，仍可觸發競爭主管機關之干預，而擺脫人類意志之束縛，維持市場競爭之活化<sup>42</sup>。

<sup>41</sup> 邱映曦，前揭註 29，242；陳和全、陳志民，前揭註 37，85、155。

<sup>42</sup> 陳和全、陳志民，同上註，190。

## (2)在「可預測的代理人」的情況下酌為應用公平法第 25 條

若競爭主管機關能證明，被告採用演算法之動機在於獲得反競爭結果、或被告意識到其行為可能產生反競爭結果，即得認定數位勾結違法。對應至我國法，即為公平法第 25 條規定，或可由公平會酌為應用<sup>43</sup>。然而，顯失公平途徑僅能適用於「可預測的代理人」，而不及於「數位之眼」，蓋此途徑之適用以被告有反競爭動機或意圖為前提，惟在「數位之眼下」，意圖的概念已然不再存在<sup>44</sup>。至於「信使」與「輪軸」，由於其仍存在人類間之共識，而可逕行適用既有的傳統競爭法工具，故無適用顯失公平途徑之必要。

## (3)尋找反競爭責任之歸屬

反競爭責任之歸屬除了找尋設計演算法之目的或動機外，亦須就演算法之程式碼進行解析，以瞭解其運算邏輯、目標、活動範圍、獎懲機制之有無，以及勾結是否是自然產生的結果。不過，Ezrachi & Stucke 質疑人類真能從中找出與責任歸屬之界定具有直接關聯性之證據<sup>45</sup>。

## (4)事前防堵與事後究責之利弊與選擇

併用事前要求事業提供演算法的相關資訊，與事後以調查權要求事業揭露其演算法的相關資訊，以確定演算法是否導致市場過度透明或勾結。其中事前預防的方向包括課予介入與防止義務、著重於演算法的透明度與可歸責性，課予申報義務、執行先期補救措施、要求事業公開其向演算法輸入之數據<sup>46</sup>、要求開發者在設計演算法時忽略商業敏感訊息、要求或提供訓練，並可配合寬恕政策或刑罰，強化事業自律之動機<sup>47</sup>、事先進行產業結構調查。至於事後究責則是競爭主管機關以其調查權，要求事業揭露其演算法之相關資訊，以確定演算法是否導致市場過度透明或勾結，進而對演算法之競爭效果進行評估。

<sup>43</sup> 同上註，197。

<sup>44</sup> Ariel Ezrachi & Maurice E. Stucke, *supra* note 39, 1795.

<sup>45</sup> *Id.* at 1801-02.

<sup>46</sup> *Id.* at 1799.

<sup>47</sup> 陳和全、陳志民，前揭註 37，191、200。

由於事前預防面臨的挑戰較小，卻有成本較高之劣勢，事後究責雖成本較低，卻必須解決演算法帶給傳統競爭法的衝擊，二者均有不同的困境<sup>48</sup>。因此，最佳的解決方案應是考量成效與成本，適度地併用二者。

#### (5)靜態與動態檢測法視需要搭配使用

靜態檢測法（static testing）檢閱重點在於，程式碼中是否包含與競爭者間之協調？若無，則無勾結之疑慮。動態檢測法（dynamic testing），亦即以大量的數據實驗性、模擬性地「餵食」演算法，並記錄其在各種情況下作成之決策，從中觀察演算法是否促成勾結。與事前、事後執法之選擇類似，靜態與動態檢測法各有其利弊。前者雖無須以大量的人力與金錢為代價，卻有著程式碼解析難度極高之劣勢。後者雖難度較低，而僅須輸入數據，並觀察結果即可，卻有成本高昂與時效性短的弊端。從而，究竟選擇何者或併用，須謹慎權衡。

#### (6)數位化執法，以提升執法效率與成效

為了因應數位市場環境對競爭法的衝擊，並提升執法者瞭解、解析、進而評估演算法之競爭效果之能力，競爭主管機關必須具備資訊科技專業，而不僅是經濟與法學知識。為此，執法者必須延攬科技專業人才，並培訓機關內部對演算法之熟悉，甚至與外部技術專家合作<sup>49</sup>。

#### (7)區分演算法勾結的發生階段，以判斷人類在其中所扮演的角色

若勾結之形成、執行與穩固涉及演算法，則宜區分各該情形係發生於演算法之初始階段（即設計演算法之階段）或實行階段（implementation phase），將勾結之整體「生命週期」均納入考量，以避免消極錯誤（false negative）<sup>50</sup>。

#### (8)掌握事實認定的基準點

演算法的改變可能係開發者在演算法開始運算後，中途對其程式碼進行修改，亦可能是演算法基於自主學習，而自我優化。前者，應以最新版本為認定事實之基礎、或以勾結發生當時之版本為準，抑或以不存在演算法的假想世界為對照<sup>51</sup>？若演

<sup>48</sup> 同上註。

<sup>49</sup> 同上註，187-188。

<sup>50</sup> Ariel Ezrachi & Maurice E. Stucke, *supra* note 39, 1803.

<sup>51</sup> *Id.* at 1805.

算法之變動係出於其自主學習與自我優化，此際人類已無從得知演算法的具體運算過程，如何掌握事實認定的基礎時點，甚為關鍵。

### (9)限制演算法的速度不一定可完全改善勾結問題

若立法者或競爭主管機關以政策限制演算法之運算速度，即演算法雖仍可持續監控市場變化與競爭者的策略變更，惟其須待一定時間延遲經過後，方能提高或降低價格，似乎有助於勾結之瓦解。然而，此種方式將面臨政治問題——事業很快便會向政府抱怨其降價或折扣受到政策的阻礙<sup>52</sup>。若政府允許價格即時降低，而僅對價格之提升施以時間延遲，仍可能受到演算法的操弄，不但未向破壞勾結的背叛者與消費者提供幫助，反而助長了勾結的懲罰機制，使不遵從勾結策略之背叛者受到價格戰爭之懲罰，從而促進勾結<sup>53</sup>。因此，不一定可以完全改善勾結問題。

## (二) 石化產業數位化與垂直限制競爭

我國石化產業多以石化原料供應事業為中心廠，提供下游衛星廠加工製成最終產品，形成中衛體系，上下游間具有合作關係，與垂直整合具有相類功能，彼此間具有經濟利害關係上之一體性。由於中衛體系係由垂直關係之事業組成，且其訂價能力、提昇市場進入障礙與壓迫競爭者之能力，可能優於其他非中衛體系之事業，公平法主管機關應就此加以注意。

就結合之管制而言，石化產業的中衛制度與一般事業並無不同，其垂直整合如符合公平法第 11 條規定之要件、且無第 12 條規定之情形，即應向公平會申報，否則即與公平法有違；就垂直交易限制而言，若石化業中心廠為了確保銷售數量，可能要求下游衛星廠僅得向其採購零組件、原物料等中間原料，以鞏固中衛體系內部供需關係之穩定而發生獨家採購，或中心廠在供需契約中限制衛星廠選擇交易相對人之自由，或以拒買、斷絕供應等制裁手段，迫使衛星廠不得與中心廠之競爭者交易，且其限制或制裁欠缺商業上的正當化基礎，而產生獨家交易，或中心廠利用其中間原料之供應地位，而以搭售的方式，強制衛星廠同時購買其所生產其他較不具市場優勢之產品，或限制衛星廠不得轉售其所供應之中間原料，則都可能違反公平法第 20 條規定，自應以公平法論之。

<sup>52</sup> *Id.*

<sup>53</sup> *Id.*

就濫用獨占地位而言，若石化業的中心廠已達公平法獨占事業標準，且對衛星廠所為足以阻礙競爭者進入市場之獨家交易、價格剝削，以及拒買或斷絕供應等制裁衛星廠之手段，如無商業上之正當事由，即可能構成濫用獨占地位之情事。此外，若石化業中心廠以較高價格向衛星廠採購零組件、或以較低價格向衛星廠供應原物料，而對中衛體系外之事業適用較苛刻的交易條件，或就體系內的多家衛星廠，出於獎懲之目的或產銷策略之考量，而就相同或性質相類的交易適用不同的交易條件，且欠缺商業上的正當事由者，其差別待遇即有可能構成公平法第 10 條第 2 款規定的濫用獨占地位之虞。

就我國石化業而言，數位化、數位轉型、以及大數據、演算法與人工智慧的引進雖可優化其內部管理與決策作成，降低部分生產成本（如人力與能源成本），並降低工安事故發生之風險。惟對於生產總成本中占比可能高達 90% 的原物料成本，業者認為數位科技的助益目前仍相當有限。惟因演算法具有隨時監控與分析的能力，大數據的蒐集與人工智慧的運用更可增強其敏銳度與預測評估功能，數位轉型如果輔以其他手段，也有可能衍生新型態的垂直限制競爭行為，或是增強該等行為之限制競爭強度或調查偵知的困難度。

詳言之，石化業雖然主要為上下游廠商間交易關係所構成，價格透明度不及於面對廣大最終使用者的一般網路電子商務，然而在中衛體系中倘若衛星工廠自願性或遭強迫與中心工廠分享交易對象、價格、銷售數量、主要成本、庫存等競爭敏感資訊，則在數位自動即時監控之下，中心廠對於衛星廠的掌握能力與控制程度均將大幅提昇。就事業結合而言，此舉可能使表面上並無持股超過 1/3、受讓主要營業、承租或受託經營等明顯結合型態的中心廠，實際上對於衛星廠取得直接或間接控制其業務經營之能力。此種新型態的控制從屬關係，較諸傳統型態更為隱諱而難以查知。就中衛制度下容易出現的垂直交易限制與獨占濫用行為（例如獨家交易）而言，透過上述資訊交換與數位科技的運用也將大幅提昇其實效性與控制能力。不僅如此，藉由數位轉型，這些垂直限制競爭的舉措還可避開以契約約款加以限制等以往常見方式，以中心廠與衛星廠在數位轉型之後必要的數位化管理合作與資訊交流為名，以不起眼的方式挾帶上述垂直限制行為，加重競爭法主管機關或民事訴訟原告偵知該等違法行為，並且對之進行調查，最後成功舉證予以證明的困難程度。

### （三）石化業數位化之資訊服務提供者可能的反競爭行為

根據訪談結果得知，石化業數位化多無法自行蒐集相關資料，必須委託第三方資訊服務提供者協助。在此情況下，首先應關注第三方資訊服務提供者促成軸輻式卡特爾之可能，以及如何事先避免限制競爭與數位勾結問題。在實務運作上，第三方資訊服務提供者應該是受石化業者委託或購買提供資料或協助服務，原則上第三方資訊服務提供者是各自與分別提供不同石化業者專業服務，應該沒有限制與數位勾結問題。然而，倘若第三方資訊服務提供者於受多家具競爭關係之石化業者委託後，有意引導具競爭關係之數家石化業者進行合謀，則須承擔違反公平法之法律責任。為了避免上述限制與數位勾結問題，公平交易委員會應使第三方資訊服務提供者知悉，其應確保提供專業服務時，是建立在不促成共謀之前提上，一旦第三方資訊服務提供者有意引導石化業者透過其專業服務來約束彼此行為，亦須為其所導致之限制競爭結果負責。

再者，假設第三方提供的數據為石化業者進入市場或市場競爭所必需，第三方即掌握了數位化所不可或缺的數據，屬於關鍵投入要素，符合關鍵設施理論，可能須進一步審視有無拒絕交易或差別取價的行為，視第三方資訊服務提供者擁有的相對市場優勢地位的強弱，仍然可能違反公平法第 20 條第 2 款、第 5 款，或是構成第 25 條所禁止的顯失公平行為<sup>54</sup>。惟根據經營實況，由於第三方提供之數據尚非石化業者進行數位化時所不可或缺，目前適用關鍵設施理論之可能性很低。

除了第三方資訊服務提供者可能濫用優勢地位之外，石化產業的數位化也可能透過併購或與數位顧問公司合資設立公司，以搶得先機。當參與結合的事業與石化業者具有上游關係時，則必須考量結合後其他競爭者選擇交易相對人之可能性、非參與結合事業進入相關市場之困難度、參與結合事業於相關市場濫用市場力量之可能性、增加競爭對手成本之可能性、導致聯合行為之可能性及其他可能造成市場封鎖效果的因素，以評估該結合的限制競爭效果。

另外，若數位顧問公司或資訊公司提供石化業者服務，亦為該市場的領導者，而石化業者必須依靠該公司軟體或服務來優化其生產流程，並管理其供應鏈，以進

<sup>54</sup> 劉孔中，「以關鍵設施理論限制專利強制授權之範圍」，公平交易季刊，第 15 卷第 1 期（2007）；  
MCI v. AT&T, 708 F.2d 1081 (7th Cir. 1983).



行數位化，當數位顧問公司或資訊公司間發生結合時，亦為競爭法主管機關之執法焦點。

#### （四）小結

綜合來看，我國石化業者間目前應無交流價格、庫存與產量等敏感商業資訊，故短期內尚無以數據集作為勾結輪軸之水平限制競爭疑慮，惟隨著業者對大數據與演算法等數位科技的應用進一步熟稔，未來同業間如開始出現數據交流或建構共同數據集，而有勾結之可能時，公平會仍應加以警戒。

就石化業的垂直限制競爭而言，我國石化產業可能透過上游提供石化原料，由下游衛星廠加工製成最終產品，形成中衛體系，則在結合管制上，若符合公平法第 11 條規定之要件、且無第 12 條規定之情形，即應向公平會申報；對於上下游交易亦應關注其是否出現獨家交易限制、搭售或限制轉售等行為，而有違反公平法第 20 條規定之虞。若石化業的中心廠已達公平法獨占事業標準，且對衛星廠所為足以阻礙競爭者進入市場之獨家交易、價格剝削，以及拒買或斷絕供應等制裁衛星廠之手段，如無商業上之正當事由，即可能構成濫用獨占地位之情事。此外，若石化業中心廠對中衛體系外之事業適用較苛刻的交易條件，且欠缺商業上的正當事由者，其差別待遇即有可能構成公平法第 10 條第 2 款規定的濫用獨占地位之虞。

至於受石化業者委託或購買提供資料或協助服務的第三方資訊服務提供者，若受多家具競爭關係之石化業者委託後，有意引導具競爭關係之數家石化業者進行合謀，則仍須承擔違反公平法之法律責任。一旦第三方提供的數據為石化業者進入市場或市場競爭所不可或缺，則屬於關鍵投入要素，在審視第三方資訊服務提供者有無拒絕交易或差別取價的行為時，須進一步檢視其相對市場優勢地位強弱，仍可能違反公平法第 20 條第 2 款、第 5 款，或是構成第 25 條所禁止的顯失公平行為，惟目前適用關鍵設施理論之可能性低。若石化產業的數位化係透過併購或與數位顧問公司合資設立公司，則必須考量結合的相關因素，以評估該結合的限制競爭效果。對於提供石化業者服務的數位顧問公司或資訊公司，若亦屬市場領導者，使得石化業者必須依靠該公司軟體或服務以進行數位化，則數位顧問公司或資訊公司間發生結合時，仍應為競爭法主管機關之執法焦點。

## 五、結論與建議

資訊科技的不斷演進，帶動產業生產與服務模式進化，其中在製造部分已經發展到數位化、智能化製造階段，以快速反應或預測市場需求。不但各國政府大力發展，我國也陸續推出相應的政策，協助產業升級轉型，以建構完善的產業生態體系，優化產業結構與提升產業競爭力。一向被視為傳統產業的石化產業，也已經開始進行數位化轉型，惟石化產業數位化的轉型過程，除了對整體石化產業結構有所影響外，也可能因數位化採取不同的策略，就文獻來看，產業數位化不但可能改變產業的競爭型態或結構，也可能對國際競爭或產業分工產生影響，並可能形成新的競爭議題。

就我國石化產業來看，目前多數僅領導廠商導入數位化資源，中小型企業主要採跟隨策略，另一方面，本研究實證研究發現，廠商獲利與市場結構間呈正向關係，代表國內石化產業的市占率越高確實更有效率，隱含能用相對較少投入產生較高產出的廠商，會傾向持續降低成本、調降售價來提高市占率，以進一步提升效率，所以國內石化業的市場競爭較符合效率結構假說。不過，因為石化產業廠商導入人工智慧與大數據尚處初期階段，相關成果還未顯現，故大體上未對企業效率與市場競爭產生影響，惟仍不能忽略企業在此一領域發展能對效率提升帶來的潛在益處。

數位轉型主要應用創新、大數據或演算法等方面的技術，尤以大數據、演算法等可能衍生相關競爭議題討論最多。尤其數位經濟時代，大數據與演算法等數位科技工具可能帶來新型態的數位勾結，使得數位化對市場競爭的影響變得更不容易判斷，惟仍須視演算法的設計、功能、科技發展程度，以及演算法介入勾結決策的程度而定，並要思考意圖與協議證據之找尋與反競爭責任的可能歸屬。

就水平限制競爭而言，我國石化業者間目前應無交流價格、庫存與產量等敏感商業資訊，短期內尚無以數據集作為勾結輪軸之疑慮。惟隨著業者對大數據與演算法等數位科技的應用進一步熟稔，未來或可能出現同業間數據交流或建構共同數據集，而有勾結之可能，主管機關仍應加以警戒。

就垂直限制競爭而言，由於中衛制度並不符合公平法第 46 條的除外規定，因此石化業中衛體系在結合評估、垂直交易限制、濫用獨占地位等仍應適用公平法。至於石化業數位化若係委託第三方資訊服務提供者協助，視第三方資訊服務提供者擁

有的相對市場優勢地位的強弱，才能決定是否有公平法第 20 條第 2 款、第 5 款，或是第 25 條的適用；至於受石化業者委託或購買提供資料或協助服務的第三方資訊服務提供者，若受多家具競爭關係之石化業者委託後，有意引導具競爭關係之數家石化業者進行合謀，則仍須承擔違反公平法之法律責任。若石化產業的數位化係透過併購或與數位顧問公司合資設立公司，當參與結合之事業與石化業者具有上游關係時，仍必須評估結合的限制競爭效果。若提供石化業者服務的數位顧問公司或資訊公司，亦屬市場領導者，使得石化業者必須依靠該公司軟體或服務以進行數位化，則數位顧問公司或資訊公司間發生結合時，仍應為競爭法主管機關之執法焦點。

因此本文建議如下：

### （一）競爭審查應逐漸重視擁有大數據的優勢

石化產業在國內為低度集中市場，雖然已經進行數位化，不過現階段在人工智慧及大數據的投入，主要由少部分大型業者進行，石化業下游業者較無此項應用需求，根據訪談結果，數位化結果也僅限於公司內部使用，還未達數據交易階段，尚無須就數據交易進行市場界定。但在數位化達一定規模後，石化產業的數據逐漸豐富與完整，運用大數據或交叉引用多個數據資料庫的能力，在進行競爭分析時仍應予以納入考量。尤其分析結合和濫用優勢地位案件時，更應該關注石化業運用大數據可強化其市場力，並且提高市場進入障礙的排他性投入要素或資產，不過，應有實際佐證資料，以避免過度執法反而影響市場競爭和創新。

### （二）數位化的結合評估在創新部分應跳脫傳統思維

石化業數位化可能促進創新，以保護企業免於未來的挑戰，企業也可透過結合，達成創新目的，惟過去結合評估所關注的焦點多是兩家彼此競爭的公司結合，可能導致更高的價格效應，在數位化之後，結合企業可能因此投資創新，增加研發投入，並使消費者受益，也可能促進兩家結合公司的自願技術轉讓，降低生產成本，也可能使得開發新產品更有效率，視結合公司彼此的資產互補性而定，因此，數位化之後評估創新對結合的影響，應該同時考慮價格上漲與創新帶來增加研發、技術轉讓、開發更有效率的協同效益，並輔以實證資料。

### （三）數位執法需有數位經濟部門或數位經濟評估人才

目前根據本研究的訪談與實證資料蒐集結果，發現國內石化產業雖然有應用 AI、大數據、物聯網等數位化案例，惟經由數位化應用對提升市場力仍有限，同時透過大數據預測價格走勢亦有其限制，不過，並不表示石化產業未來不可能出現與競爭法議題有關的問題，主管機關仍應持續關注。尤其因為數位化取得大數據，帶動演算法的進一步發展，使得機器學習和 AI 被廣泛應用，預估這種趨勢將會持續下去。不過，演算法也可能躍過傳統競爭法的禁制，促進或穩固勾結，從而導致更高的價格，使現有具優勢地位公司妨礙競爭對手或新進入者，或是導致價格聯合行為等反市場競爭的結果。尤其隨著技術的進步，演算法的編寫愈加複雜，在緘默勾結之下，執法者對演算法的解構變得更為關鍵，卻是一高度挑戰的任務，「執法數位化」的重要性於焉產生。

因此，建議主管機關與時俱進，仿效法國競爭管理局成立數位經濟部門，或英國的數位市場部門，以培訓專門檢測和分析數位領域參與者行為的人才，建立核心的專業知識，了解公司數位化的商業模式及數據應用可能性，以便支援重要的數位案件如結合與競爭法的相關調查，俾在數位時代發揮監督作用，同時預先防止傷害發生，迅速採取行動，以促進競爭秩序。

### （四）放寬聯合行為的例外許可範圍

2021 年 9 月，英國因疫情與脫歐引發工作簽證等議題，造成國內燃油短缺，因此英國宣布針對石油行業暫時豁免該行業遵守競爭法（Competition Act 1998），以允許該業共享資訊（share information），從而可以針對燃料供應不足的地區進行調度提供汽油<sup>55</sup>。由於共享資訊進行市場分配調度，可能被視為是聯合行為，而目前我國公平法第 15 條對於聯合行為雖然有例外許可的相關規範，不過所列前 7 款似無法涵蓋前述情況，而第 8 款又主要限於促進產業發展、技術創新或經營效率所必要之共同行為，或可思考是否放寬第 8 款的適用範圍，以因應未來可能的經貿情勢改變。

<sup>55</sup> BBC, "Fuel supply: UK suspends competition law to get petrol to forecourts," (2021/9/27), <https://www.bbc.com/news/uk-58701620>, last visited on date: 2021/11/10.

## （五）持續留意石化產業中領導廠商之市占率變化

據實證研究結果發現，國內石化產業較符合效率結構假說，廠商的市占率提升有助於增進效率及經營績效，考量我國石化業主要仍由集團型企業領導產業走向，中小型石化業採跟隨的策略，即使是在大數據與人工智慧之應用上，雖能帶來潛在提升效率的可能性，然在資源有限與未知明確的成本和效益性時，中小型業者大多不敢貿然投入，甚至未編列資源進行研究和發展，長期下可能導致各業者間的經營效率差距將會拉大，使市場更為集中，故宜持續關注領導廠商在研發費用與營收上之增長，進而掌握市場結構的變動程度，與是否產生不利市場競爭之情事。

## （六）以雙向溝通方式提醒業者留意數位化可能隱含違反公平交易法疑慮

根據訪談結果，石化業數位化其資訊分享僅限於所屬的集團內部，且僅涉及技術之分享與成果展示，而未與同業有所交流，亦不及於價格、庫存與產能等重要銷售數據。不過，石化產業跨領域經營的範圍相當大，部分也從事資通訊產業，若其集團下的資通訊公司挾著人工智慧、演算法優勢，透過智慧化服務觸及客戶端，即可能出現濫用優勢地位或不當競爭的情況，惟業者對於數位化可能引發的相關問題並不清楚，建議主管機關可以透過研討、座談、實地參訪等方式和業者進行雙向溝通，並公開倡議，提醒石化業者在數位化過程中注意避免可能有違反公平法之虞。

## 參考文獻

### 中文部分

- 王素鸞、王立達、鄭睿合、蕭富庭，石化產業數位化發展現況與競爭規範之研究，公平交易委員會 110 年度委託研究報告（2021）。
- 宋皇志，「大數據時代之競爭法議題：以數據驅動市場之限制競爭為中心」，政大法學評論，第 163 期（2020）。
- 杜幸峰，「7 大工業國競爭法主管機關對『競爭與數位經濟』之共識」，公平交易通訊，第 89 期（2019）。
- 邱映曦，競爭法的數位紀元－論數位平臺資訊力對競爭法適用之影響，國立政治大學法律研究所博士論文（2019）。
- 陳和全、陳志民，演算法與聯合行為等重大限制競爭議題之研究，公平交易委員會 108 年度委託研究報告（2019）。
- 陳韻珊，「訂價演算法與卡特爾」，公平交易通訊，第 75 期（2017）。
- 彭素玲、王素鸞、彭佳玲，工業區勞動力需求調查，勞動部勞動與職業安全衛生研究所委託研究（2020）。
- 黃彥文，「打造巨量資料倉儲系統 開啟大數據金鑰」，石油通訊，第 806 期（2018）。
- 詹立宇、林惠玲，「產業地理與市場集中度之相關性：台灣製造業之分析」，經濟研究，第 49 卷第 2 期（2013）。
- 劉孔中，「以關鍵設施理論限制專利強制授權之範圍」，公平交易季刊，第 15 卷第 1 期（2007）。

### 外文部分

- Ardianty, Fadilla Dwi & Viverita, Viverita, "Market Power, Efficiency and Performance of Indonesian Banks," SSRN Electronic Journal (2011).
- Bain, Joe S., Industrial Organization, 2nd ed., Wiley (1959).

- Battese, G. E. & Coelli, T. J., “A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Function for Panel Data,” *20(2) Empirical Economics* (1995).
- Bhattacharya, Madhumita (Mita), *The Specifications and Testing of Structure-Conduct-Performance Relationships in Australian Manufacturing*, Ph. D. Dissertation, Department of Economics, University of Tasmania Australia (1997).
- Competition & Markets Authority, *Pricing algorithms - Economic working paper on the use of algorithms to facilitate collusion and personalised pricing*, Competition & Markets Authority (2018).
- Cormen, Thomas H., Leiserson, Charles E., Rivest, Ronald L. & Stein, Clifford, *Introduction to Algorithms*, 3rd ed., MIT Press (2009).
- Descamps, Ambroise, Klein, Timo & Gareth Shier, “Algorithms and competition: the latest theory and evidence,” *20(1) Competition Law Journal* (2021).
- Edwards, Seanicaa, Allen, Albert J. & Saleem Shaik, “Market Structure Conduct Performance (SCP) Hypothesis Revisited using Stochastic Frontier Efficiency Analysis,” 2006 Annual meeting, American Agricultural Economics Association (2006).
- Ezrachi, Ariel & Stucke, Maurice E., “Artificial Intelligence & Collusion: When Computers Inhibit Competition,” *2017(5) University of Illinois Law Review* (2017).
- Federico, Giulio, Morton, Fiona Scott & Shapiro, Carl, “Antitrust and Innovation: Welcoming and Protecting Disruption,” *20 Innovation Policy and the Economy* (2020).
- Khalil, Sana, Mehmood, Bilal & Ahmad, Nisar, “Cost Efficiency of Pakistani Banking Sector: A Stochastic Frontier Analysis,” *7(3) Journal of Commerce* (2015).
- Koppenberg, Maximilian & Hirsch, Stefan, “Market Power in EU Dairy Processing: Evidence from a Stochastic Frontier Approach,” 2019 Annual Meeting, Agricultural and Applied Economics Association (2019).
- Lelissa, Tesfaye Boru & Kuhil, Abdurezak Mohammed, “The Structure Conduct Performance Model and Competing Hypothesis- A Review of Literature,” *9(1) Research Journal of Finance and Accounting* (2018).
- Mason, Edward S., “Price and Production Policies of Large-Scale Enterprise,” *29(1) American Economic Review* (1939).

- Minangsari, Fitrah, Robiani, Bernadette & Mukhlis, Mukhlis, “The Efficiency of the Pharmaceutical Industry in Indonesia: A Stochastic Frontier Approach,” *17(2) Jurnal Ekonomi Pembangunan* (2019).
- OECD, *Big Data: Bringing Competition Policy to the Digital Era*, DAF/COMP/M(2016)2/ANN4/FINAL, Directorate for Financial and Enterprise Affairs Competition Committee (2016).
- Shaik, Saleem, Allen, Albert J., Edwards, Seanicaa & Harris, James, “Market Structure Conduct Performance Hypothesis Revisited Using Stochastic Frontier Efficiency Analysis,” *48(3) Journal of the Transportation Research Forum* (2009).
- Tirole, Jean, *The Theory of Industrial Organization*, 1st ed., MIT Press (1988).
- Wei, Hsin-Fang, “Does Disruptive Innovation ‘Disrupt’ Competition Law Enforcement? The Review and Reflection,” *25(2) Fair Trade Quarterly* (2017).



## The Digital Development of the Petrochemical Industry and Competition Regulation

Wang, Su-Wan\*

Wang, Li-Dar

Jheng, Ruei-He

Xiao, Fu-Ting

### Abstract

The petrochemical industry, which has always been regarded as a traditional industry, has gradually moved towards digitization with the evolution of production models driven by Information and Communications Technology. However, the application of artificial intelligence and big data in the petrochemical industry is still in its early stages, and the results have not yet become clear, so that there has so far not been any significant impact on firm operating efficiency and market competition. The petrochemical industry currently does not invest a huge amount in AI and big data applications, so that there are few concerns regarding anti-competitive behavior. Once the industry becomes familiar with the digital technology tools, such as the use of big data and algorithms for many petrochemical firms to exchange data or co-build data sets, the possibility of collusion could become a reality in the future. This should be noted by the competition authorities.

The Central Satellite Factory System has often been used by the petrochemical industry to improve its capability with regard to supply chain pricing or raising entry barriers and discouraging competition. If the petrochemical industry's Central Satellite Factory System has violated vertical restraints, the competition law should still be applied. In addition, if digital service providers serve multiple petrochemical companies that compete with each other at the same time, and intentionally lead those petrochemical companies to collude, they will still be liable for violating the Fair Trade Law. If the petrochemical industry engages in mergers and acquisitions or joint ventures with digital

---

Date submitted: January 7, 2022

Date accepted: June 27, 2022

\* Wang, Su-Wan, Research Fellow, Chung-hua Institution for Economic Research; Wang, Li-Dar, Distinguished Professor of Law, National Chengchi University; Jheng, Ruei-He, Analyst, Chung-hua Institution for Economic Research; Xiao, Fu-Ting, Ph.D. student, Department of Law, National Taipei University and Lawyer.

service companies, or establishes a joint venture with an upstream petrochemical company, an evaluation of the merger's effect on competition restrictions will be required. If the digitalization software for petrochemical companies is heavily dependent on a market-leading digital company, the merger of digital consulting companies should still be the focus of the competition law authority.

Therefore, this study recommends that, in the digital era, the competition authorities should pay attention to a company's advantages of gradually having big data by keeping the merger evaluation with the digital innovation concept in mind, cultivating digital economic evaluation talent or establishing digital economic departments for law enforcement. They should also moderately relax the exceptions field for collusion and continue to pay attention to the changes in the leading companies' market share in the petrochemical industry in order to adapt to the future digital changes in the economic and trade situation, and communicate with and remind petrochemical companies to avoid violating the Fair Trade Law during the digitalization process.

**Keywords:** Petrochemical Industry, Digitalization, Competition Evaluation, Structure-Conduct-Performance Analysis, Stochastic Frontier Analysis.