

台灣與日本的汽車產業群聚比較

中文摘要

本研究的主要目的是探討台灣和日本汽車產業集聚的原因。在群聚分析中使用經濟地理數據具有顯著的效果。研究結果發現台灣汽車產業群聚的形成因素是勞動力數量，而日本汽車產業集群的形成因素是每 1 員工創造營收。這 2 個因素決定了台灣汽車產業和日本汽車產業的總體差異。K-平均值法和手肘法的結合分析在 19 個台灣行政區和 47 個日本行政區找到了最佳群聚數，歐基里德距離進一步解釋了特徵值與群聚的相關性，同一個汽車製造商在跨國產業合作的過程中，被多個當地經濟因素影響而形成不同的群聚。

中文關鍵字：群聚、汽車產業，群聚映射方法，K 平均值法，手肘法
ORCID:0000-0001-7441-7886

Comparison of the Cluster of the Automobile Industry between Taiwan and Japan

Abstract

The main goal of this study is to explore the reasons for the clustering of the automobile industry in Taiwan and Japan. Use economic geographic data in the cluster analysis has a significant effect. The study found that the form factor of the automobile industry cluster in Taiwan is the number of the labor force, and the formation of the automobile industry cluster in Japan factor is that each employee generates revenue. These two factors determine the difference between Taiwan's and Japan's auto industries. The combined analysis of the K-means and the

The elbow method finds the optimal number of clusters in 19 Taiwan administrative regions and 47 Japanese administrative regions, and the Euclidean distance also explains the correlation between eigenvalues and clusters, in the process of multinational industrial cooperation, the same car manufacturer is affected by multiple local economic factors and forms different clusters

Keyword : Cluster, Automobile Industry, Cluster Mapping Methodology, k-means, Elbow Method.

ORCID:0000-0001-7441-7886

壹、導論

一、研究背景

汽車產業向來被視為國家工業實力的指標之一，汽車製造工藝和車輛組裝技術表現在國家工業實力的案例已經在研究文獻被證實 (Heller, D. A., & Fujimoto, T, 2017)。汽車產業並非單一產業，而是由多數相關產業集結而成，因此汽車產業還面臨供應鏈管理能力的挑戰 (Kumar, V. S., Kumar, D. U., & Thenmozhi, D. R, 2019)。美國汽車產業對供應鏈成本和生產規模有高度敏感性，通用汽車和克萊斯勒汽車透過生產配置表現出聯合生產經濟的效果 (Friedlaender, A. F., Winston, C., and Wang, K, 1983)。汽車產業的自動化也影響所有供應鏈的生產能力，使用自動化生產的方法，汽車製造商和供應鏈的協調明顯的降低生產成本 (Ostroukh, A. V., Pronin, T. B., Volosova, A. V., Volkov, A. O., & Ptitsyn, D. A, 2021)，分散的供應鏈如果某一部分中斷將產生骨牌效應並影響交貨日期承諾，對汽車製造商將帶來重大的損失 (Lim, A. H. Y., & Tan, C. L, 2018)，例如 2021 年由於全球車用晶片的需求和供應能力發生失衡情況，許多汽車製造商面臨無晶片可用的困境，大量的新成品汽車成為庫存，連帶造成新車折舊成本和庫存成本的增加。311 東日本大地震也衝擊日本的汽車產業，研究表明東日本大地震對汽車產業造成劇烈的損失，需要政府的產業促進措施來幫助汽車產業群聚的形成 (Tokunaga, S., & Okiyama, M, 2017)。汽車產業群聚在德國有著典範的案例，Mercedes-Benz 將總部所在地符騰堡邦斯圖加特市打造成汽車產業都市，主要供應商在斯圖加特和鄰近都市，Babybel 模型解釋了汽車製造商和供應商的相對位置可以被集中或分散 (Bentley, G., Bailey, D., & MacNeill, S, 2013)，某些研究表明了產業群聚的集中可以為汽車製造商帶來額外的利益 (Bhawsar, 2021)。部份的日本汽車製造商在台灣設有組裝工廠，並有完整的本地供應鏈和維修保養服務，供應鏈廠商和原廠維修保養技術對社會提供了外部機會，企業、大學和政府則共同提供了資源和協助 (Wei, N. C., Hsu, H. C., Chao, I. M., & Yang, A. L, 2019)。面對日漸嚴峻的全球

與地區企業競爭挑戰，日本各項產業開始審視群聚的重要性，日本政府允許企業和政府單位的合作，某些研究表明了文部科學省和經濟產業省在產業群聚政策上發揮了作用 (Damert, M., & Baumgartner, R. J, 2018)，日本的汽車產業、車用電氣/電子行業和車用電子元件/電子設備產業群聚被稱為特定區域產業群聚區 (Panthamit, N., Ozawa, Y., & Panthamitr, P, 2019)。特斯拉的電動車進入市場後，全球的汽車製造商面對一個全新的技術挑戰，電動車用電池成為一項新技術的產業，有意發展電動車的日本汽車產業開始思考如何將這項新產品納入現有的汽車產業供應鏈，涵蓋擴大生產規模和回收利用以對應電動車普及的良性循環經濟 (草坂宗博, 2021)。一個國家在全球汽車產業中的地位會影響國內政治和經濟，有意發展電動車產業的國家尋求產業升級，現有的汽車產業響應國家推動產業更新以保持國際競爭力 (Meckling, J., & Nahm, J, 2019)，在台灣，電動車用電池對國內汽車產業將是一項全新的挑戰，這將涉及技術研發和製造工藝的變革，台灣汽車產業將在代工和自主研發生產做出選擇，這可能影響未來汽車產業的發展方向。

二、相關研究文獻

研究表明關於國家和地區如何競爭及其經濟繁榮的來源，隨後擴展了群聚的概念和發生在特定區域的相關產業地理集中度 (Porter M. E., 1990)。現代的區域經濟表現受到該地區群聚實力、創新活力和多元文化的強烈影響，不同地區的群聚組合明顯不同 (Porter M., 2003)，因此群聚需要一種定義，某些研究解釋了群聚的定義，群聚是由知識、技能、投入、需求和其他相關產業的地理上的集中 (Delgado, M., Porter, M. E., & Stern, S, 2016)，另一項研究將群聚定義為「將某些企業和產業在共同行為的各個方面聯繫在一起的緊密聯繫，例如地理位置、創新來源、共享供應商和生產要素」 (Bergman, E. M., & Feser, E. J, 2020)。而一個產業內公司的地理群聚通常歸因於幾個群聚經濟：產業內溢出（靠近同一產業的公司的利益）、產業間溢出（靠近相關產業的公司的利益），以及分拆公司（由同一產業公司的前員工自己成立的公司） (Price, D. A., & Wang, Z, 2012)。汽車產業

ORCID:0000-0001-7441-7886

在全球的特點是高度的區域集中或群聚，研究表明汽車產業受到區域或集群動態的引導 (Diebolt, C., Mishra, T., & Parhi, M, 2016)，另一項研究表明跨國群聚在社會、文化、制度上的相似度促進了跨國產業合作，這對於提高一個地區的產業競爭優勢具有重要的意義 (Mikhaylov, A. S., & Bolychev, O. N, 2015)，而技術密集型跨國汽車製造商更有可能和當地企業採用合資企業方式合作而不是 100%全資子公司 (Williams, C., & Vrabie, A, 2018)，基於工業 4.0 的概念，汽車產業群聚還可以被縮小為技術群聚 (Dalmarco, G., Ramalho, F. R., Barros, A. C., & Soares, A. L, 2019)，而不是侷限於大範圍的勞力密集產業群聚。政府的產業群聚政策已經在多個國家實施，這項政策的概念是由主要企業建立生產基地，然後是相關企業在其附近設立，形成初期產業群聚的核心，然後隨著群聚的發展，更多的企業在這個地區群聚，相關的交易、服務和技術的交流也在這個地區進行 (Kuchiki, 2010)，發展能力、群聚經濟和進入群聚時間還可影響汽車製造商的存活機率 (Boschma, R. A., & Wenting, R, 2007)。在較新的研究表明，全球價值鏈 (GVC) 方法可以根據生產活動的附加價值、技術水準和地區的技術生成來定義地理模型。透過對不同汽車產業地理生產體系中具有不同地位的兩個地區進行原始數據對比分析，辨識不同地區汽車產業群聚形成的相關因素 (Fuente, M. R. D. L., & Lampón, J. F, 2020)。

三、研究目標

大多數產業群聚的研究文獻都以單一地區、國家或企業為研究對象，少數是以複數國家或地區為研究對象，特別是在歐盟地區。豐田汽車(和泰豐田)、日產汽車(裕隆日產)、三菱汽車(中華三菱)和本田汽車(台灣本田)在台灣和日本都設有合資的組裝工廠，而且台灣有相似或導入日本企業文化和制度的情況，日本企業的文化和制度在台灣在接受度相當高，這可能促進了跨國產業合作。在相關研究文獻中大多集中於單一國家的汽車產業群聚分析，對於跨國群聚比較的研究相當稀少，台灣與日本的汽車產業比較分析則未發現，因此本研究以台灣和日本的汽

車產業進行比較。考慮 2020 年和 2021 年 COVID-19 對各國經濟和產業造成不同程度的影響，因此本研究審視了 2019 年台灣和日本的汽車產業在自國的分布情況，圖 1 為台灣汽車產業密度圖，圖 2 為日本汽車產業密度圖，圖表顯示台灣與日本都有明顯的汽車產業群聚，而台灣和日本的汽車產業群聚的形成因素可能不同，本研究的目標是分析和驗證台灣和日本的汽車群聚的可能因素，這將有助於企業判斷一個地區汽車產業群聚的主要因素和未來的投資方向與可能性。

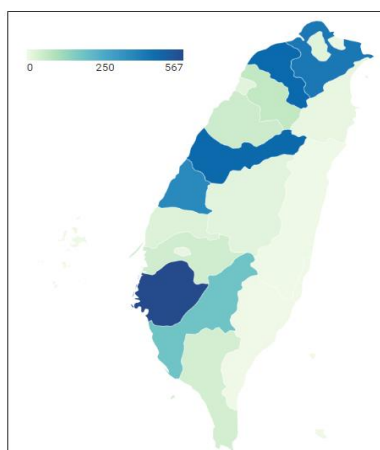


圖 1 2019 年台灣汽車產業密度圖

圖片來源:本研究繪製

數據來源: (經濟部統計處, 工廠校正及營運概況調查, 2021) 註 1

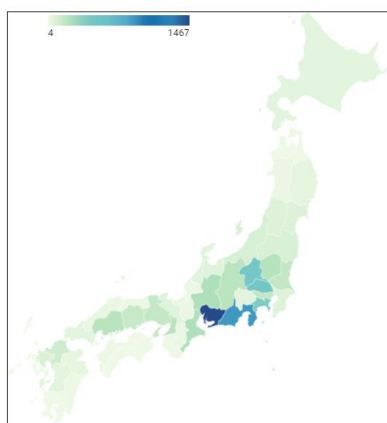


圖 2 2019 年日本汽車產業密度圖

圖片來源:本研究繪製

數據來源: (日本国經濟産業省, 2021) 註 2

貳、研究方法

一、綜述

群聚映射方法(Cluster Mapping Methodology)是根據一個地區的產業在一系列相關數據對群聚的總體衡量標準方法，並對群聚定義創建一個關於地理集群存在的數據集，這些定義將各個產業分為集群類別，可用於衡量的數據包含產值、從業人口數等經濟數據 (Delgado et al., 2016)，群聚映射方法中使用的地理範圍是行政上定義的區域，例如縣市或省州，一個地區通常都有不同程度和不同數量產業的經濟活動。當這些活動的水準高於全國平均水準就會產生區域群聚，例如新竹科學園區的科技業群聚和台北市的金融業群聚，群聚地理經濟數據提供了對一個國家特定經濟地理地區的洞察、特定群聚類別的地理數據和給定地區的專業化概述，群聚地理經濟數據主要是在擁有強大統計系統的發達經濟體和國家數據收集機構進行的，在國家經濟政策制定過程使用也使用群聚地理數據 (Ketels, 2017)，某些研究表明群聚數據對創業選址有積極影響 (Delgado, M., Porter, M. E., & Stern, S, 2010)。本地供應商通常集中在一個區域內，可以與教育、研究、金融、商業服務機構和技術發展機構一起形成合作群聚的核心，這對於外國企業進入區域群聚的興趣以及參與程度可能產生溢出效應 (Szanyi, M., Csizmadia, P., Illéssy, M., Iwasaki, I., & Csaba, M. A. K. O, 2010)。強大的群聚有助於新創公司的生存，其他相關行業在大量新業務形成和創業就業方面經歷了更高的增長。密集的群聚也與現有企業的新機構設立有關，從而影響多數相關企業的選址決策，密集的群聚有助於新創公司的生存。其他相關行業的大量存在，對於企業在新業務形成和創業過程提供了業務協助和更高的業務增長可能性(Delgado et al., 2010)。在跨國群聚的相關研究，文化是一個被忽略的因素，對於歐美國家和日本來說，台灣企業被日本企業文化影響是一個難以被理解的現象，台灣的汽車產業最早和日本汽車製造商合作，在管理方式和生產工藝上受到的影響更加強烈，因此使用相同的台灣的地理經濟數據和日本的地理經濟數據可以合理的解釋汽車產

業的差異點。

二、分析方法

群聚分析是群聚映射方法的多種統計分析方法的通稱，其中以 K 平均值法 (K-means) 最常被用於群聚分析，其功能在於有效的將群聚的 n 個特徵值分為 s 個群聚，研究表明這項方法有效的將群聚於以區分 (MacQueen, 1967)，另一項研究表明 K 平均值法具有更好的準確性和計算效率，例如在對地理經濟數據進行分類時群聚方法的標準化 (Khan, 2012)。K 平均值的算法由分配 (Assignment) 和更新 (Update) 2 個步驟反覆進行 (MacKay, D. J., & Mac Kay, D. J, 2003)。

將 k 個平均值 $m_1^{(t)}, \dots, m_k^{(t)}$ ，給定 1 組特徵值 $x(x_1, x_2, \dots, x_n)$ ，將 n 個特徵值分為 s 個群聚 $S(s_1, s_2, \dots, s_k)$ ，然後進行分配與更新。

分配: 將每個特徵值分配給具有最近平均值的群聚。

$$S_k^{(t)} = \left\{ x_n \left\| x_n - m_k^{(t)} \right\|^2 - \left\| x_n - m_k^{(t)} \right\|^2 \forall j, 1 \leq j \leq k \right\}$$

每 1 個特徵值 x_n 可以被分配給 1 個或多個群聚 s^t ， j 為最小平方差和。

更新: 重新計算分配給每個 s 的特徵值的平均值，當分配的平均值收斂到最小值時，不再返回進行更新步驟。

$$m_k^{(t+1)} = \frac{1}{|S_k^{(t)}|} \sum_{x_j \in S_k^{(t)}} x_j$$

Shapiro-wilk 檢定用於檢定特徵值的常態分佈狀況，對於樣本數 50 以下的數據集有最佳的檢測效果 (Ghasemi, A., & Zahediasl, S, 2012)，研究表明在比較常態分佈時 Shapiro-wilk 檢定是最佳的檢定方法 (Ahad, N. A., Yin, T. S., Othman, A. R., & Yaacob, C. R, 2011)，統計量 W_n 為最佳的統計量與平方和的比率，其中平方和為 $0 < W_n \leq 1$ (Shapiro, S.S. & Wilk, M.B, 1965)，當 $p < 0.05$ ，表示數據為非常態分佈。統計量由以下算式給定。

$$W_n = \left(\frac{\sum_{i=1}^n a_i X_{(i)}}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \right)^2$$

其中 $a' = (a_1, a_2, \dots, a_n) = m'V^{-1}[m'V^{-1}V^{-1}_m]^{-0.5}$ 。

共變異數矩陣和 $V = n \times n$ 。

隨機樣本 $X' = X_1, X_2, \dots, X_n$ 。

平方差和 SSE (Sum of the squared errors) 為其分配的群聚之間的距離選擇理想的 k 值，當 SSE 曲線達到和緩或是收斂到最小值時即可找到群聚數。對於距離的量測，歐基里德距離 (Euclidean distance) 最常被用於計算特徵值與群聚中心點的距離 (Danielsson, 1980)，數值越小表示越接近群聚中心點，該特徵值與該群聚中心點相關性越高，在平面上可以有效的繪製出歐基里德距離的中心點座標 x, y (Cohen, 2004)。

$$D(x, y) = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2}$$

手肘法 (Elbow Method) 也被稱為拐點法，用於 K 平均值法中將模型與 K 的一系列值進行擬合來選擇最佳群聚數。手肘法需要 SSE 線繪製線圖並找到“拐點”，該點最終決定可被分群的最佳群聚數 k (Syakur, M. A., Khotimah, B. K., Rochman, E. M. S., & Satoto, B. D, 2018)。

$$SSE = \sum_{k=1}^k \sum_{x_i \in S_k} \|x_i - D_k\|_2^2$$

群聚分析的研究常使用 1 種分析方法，研究結果可能出現失真的情況，原因在於 1 種分析方法的數據只能解釋 1 種結果，無法對數據進行更深入的解釋。例如 K 平均值法雖然可以被用在多數的統計軟體，其結果常出現二分法的情況，手肘法在沒有 SSE 線做為分群標準的情況下，分群結果需要由研究者自行判斷找出拐點以做為最佳分群結果，這可能出現研究者經驗不足而判斷失誤的情況。因此有別於過往的文獻，本研究提出多層次分析 (multilevel analysis) 的解決方法，多層次分析方法的觀念是將多種分析方法的結果做互相參照、引用和解釋，在研究過程中環環相扣，對最終研究結果提出理論與實務的多元解釋。

本研究使用 Google Colaboratory Python 3 進行數據分析，這項工具可完整保存研

究數據和研究結果，並可供讀者檢視和重現研究結果。

參、研究過程

一、數據來源

本研究分別使用台灣 19 個縣市(澎湖縣、金門縣和連江縣產業數低於 4 家不列入統計)與日本 47 個都道府縣為樣本，並以 2019 年台灣與日本的地理經濟數據為特徵值，在決定地理經濟數據方面使用 9 個台灣與日本都可收集到的共同屬性汽車產業數據和地理經濟數據，如表 1 所示。「產業家數」、「產業從業人數」和「每 1 員工創造營收」3 項產業數據來自於經濟部統計處和經濟部經濟地理資訊系統，其他 6 項數據來自中華民國統計資訊網。日本地區 6 個各縣市地理經濟數據來自日本經濟產業省和日本總務省統計局開放資料庫，在日本的數據方面，「每 1 員工創造營收」之單位為「萬圓」，與台灣之數據「千元」單位不同，「產業家數」這項數據由 3 個細項產業構成，該行政區內低於或等於 4 家的細項產業不列入計算，因此需要刪除並將高於 4 家的產業家數做加總計算。

表 1 特徵值名稱與單位

特徵值/單位	英文詞彙
產業家數	Number of Industrial Companies
產業從業人數	Number of Industry Employees
每1員工創造營收/千元	Turnover Per Employee
失業率/%	Unemployment Rate
15歲以上人數/千人	Population Over 15 years old
勞動力人數/千人	Quantity of Labor Force
就業人數/千人	Employed Population
失業人數/千人	Unemployed Population
非勞動力人數/千人	Not in Labor Force

二、統計分析過程

1. 檢測樣本和特徵值是否有缺失值和重複數值
2. 使用 Shapiro-wilk 檢定檢測分布狀態。
3. 使用歐基里德距離計算每個特徵值和中心點的距離。
4. 重新計算新的中心點並再次將每個特徵值分配給最近的中心點
5. 計算每個樣本和中心點的距離。
6. 由 SSE 線確定手肘法的最佳分群數。

肆、分析結果

一、台灣地區

圖 3 顯示台灣地區最佳分群數 $K=4$ ，每 1 員工創造營收、失業率、15 歲以上人口數、勞動力人數、就業人數、失業人數、非勞動力人數是與群聚有相關性的。第 0 群聚以勞動力人數($p=0.001, D=1.05E+03$)、「就業人數」($p=0.001, D=1.32E+03$)為主要因素，第 1 群聚「以每 1 員工創造營收」($p=0.0005, D=1.35E+01$)為主要因素，第 3 群聚以「勞動力人數」($p=0.001, D=1.05E+03$)和「就業人數」($p=0.001, D=1.01E+03$)為相關因素。

表 2 台灣地區 Shapiro-wilk 檢定

Shapiro-wilk 檢定									
	產業家數	產業從業人數	每1員工創造營收	失業率	15歲以上人口數	勞動力人數	就業人數	失業人數	非勞動力人數
統計量	0.7196979	0.698370337	0.779542863	0.778324	0.801053345	0.805246234	0.8052949	0.8039894	0.791644335
p值	9.64E-05	5.32E-05	0.000585249	0.000563	0.001183865	0.001363405	0.0013657	0.0013067	0.000866413

$p < 0.005$

表 3 台灣地區群聚中心向量距離

台灣地區群聚中心點向量距離									
	產業家數	產業從業人數	每1員工創造營收	失業率	15歲以上人口數	勞動力人數	就業人數	失業人數	非勞動力人數
0	4.10E+02	9.93E+03	3.42E+03	3.73E+00	2.32E+03	1.37E+03	1.32E+03	5.17E+01	9.57E+02
1	4.55E+01	3.42E+03	1.42E+04	3.70E+00	5.95E+02	3.60E+02	3.47E+02	1.35E+01	2.35E+02
2	3.42E+01	1.15E+03	3.33E+03	3.69E+00	7.03E+02	4.15E+02	3.99E+02	1.53E+01	2.88E+02
3	5.14E+02	2.48E+04	5.79E+03	3.75E+00	1.75E+03	1.05E+03	1.01E+03	3.95E+01	7.02E+02

$D < 2.5E+00$

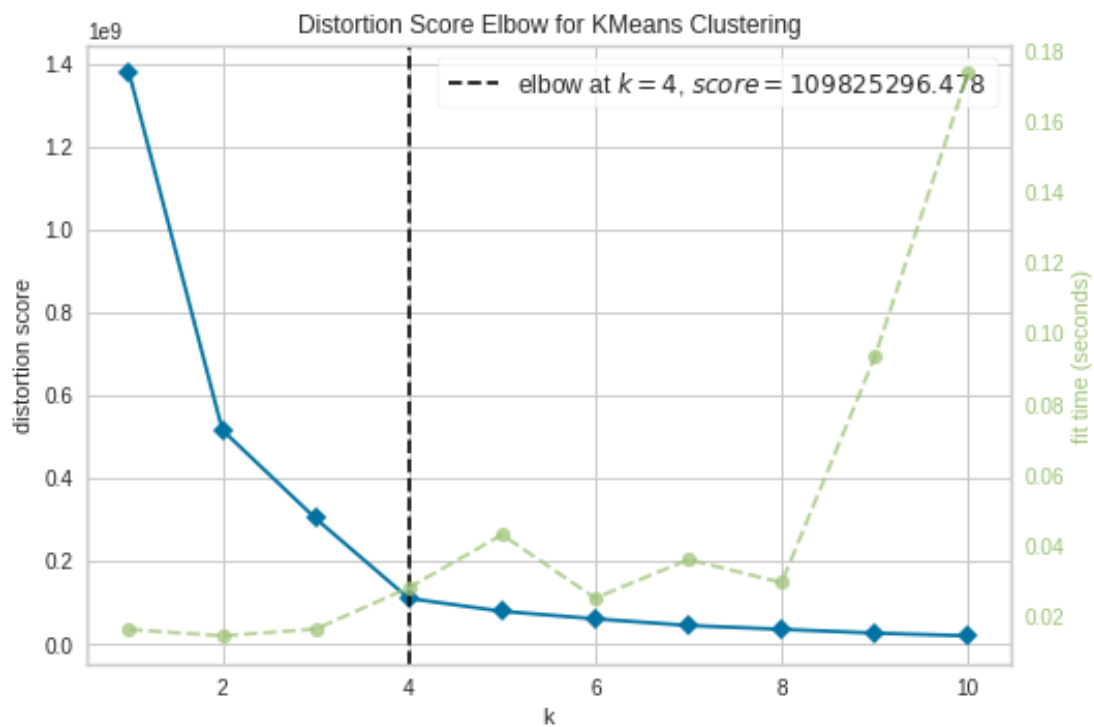


圖 3 台灣地區最佳群聚數

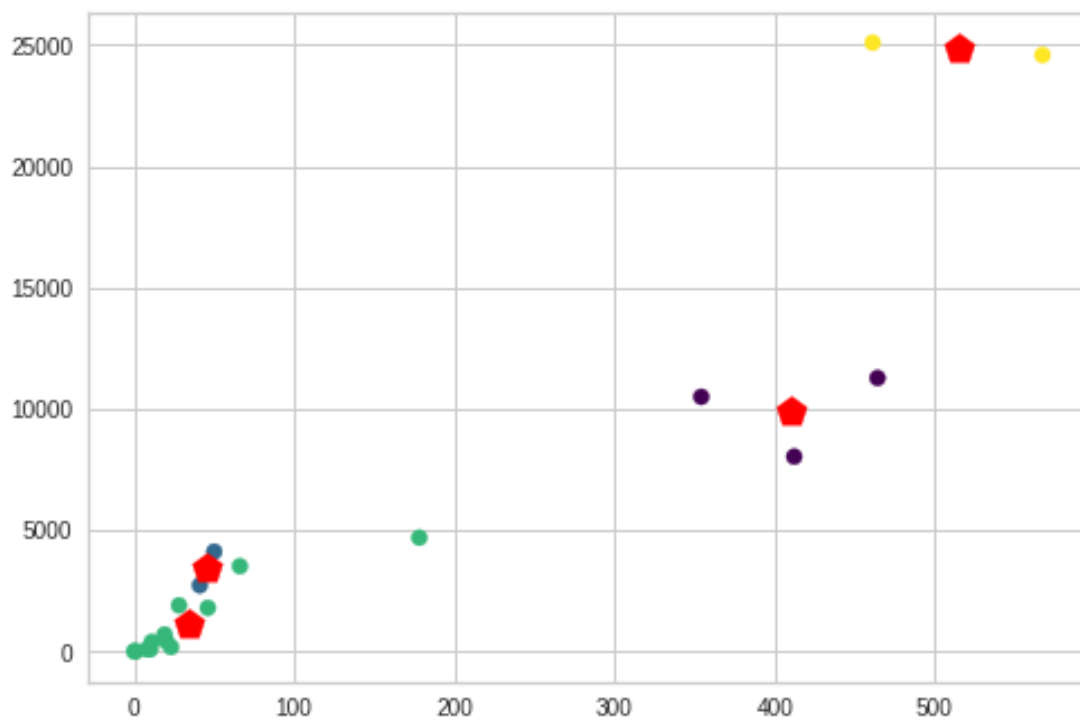


圖 4 台灣地區群聚中心點平面圖

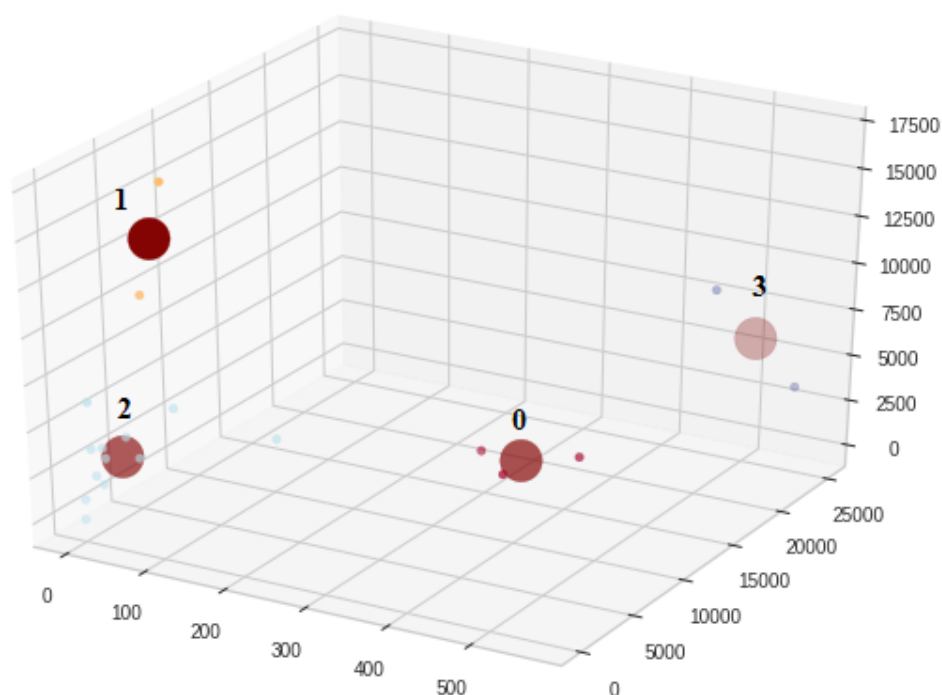


圖 5 台灣地區群聚中心點 3D 空間圖

表 4 台灣地區各縣市分群結果

各縣市分群結果							
0	新北市	台中市	彰化縣				
1	苗栗縣	屏東縣					
2	臺北市	高雄市	宜蘭縣	新竹縣	南投縣	雲林縣	嘉義縣
	臺東縣	花蓮縣	基隆市	嘉義市	新竹市		
3	臺南市	桃園市					

二、日本地區

圖 6 顯示日本最佳分群數 $K=3$ ，第 1 群聚僅只有愛知縣以每 1 員工創造營收 ($p=0.0005$ ， $D=1.96E+03$) 為最明顯因素，產業家數 ($D=1.47E+03$) 和失業率

(D=1.90E+00)為次要因素。第 2 群聚以每 1 員工創造營收(D=1.37E+03)、勞動力人數(D=1.87E+10)和非勞動力人數(D=1.29E+03)為相關因素。

表 5 日本地區 Shapiro-wilk 檢定

Shapiro-wilk 檢定									
	產業家數	產業從業人數	每1員工創造營收	失業率	15歲以上人口數	勞動力人數	就業人數	失業人數	非勞動力人數
統計量	0.5401172	0.390823722	0.921269238	0.986227	0.693180144	0.67648983	0.6765435	0.674912	0.717783213
p值	6.44E-11	1.06E-12	0.003699754	0.847551	1.28E-08	6.69E-09	6.70E-09	6.30E-09	3.50E-08

p < 0.005

表 6 日本地區群聚中心向量距離

日本地區群聚中心點向量距離									
	產業家數	產業從業人數	每1員工創造營收	失業率	15歲以上人口數	勞動力人數	就業人數	失業人數	非勞動力人數
0	5.86E+01	5.79E+03	9.22E+02	2.11E+00	1.97E+03	1.22E+03	1.19E+03	2.77E+01	7.56E+02
1	1.47E+03	2.95E+05	1.96E+03	1.90E+00	6.55E+03	4.23E+03	4.15E+03	7.90E+01	2.32E+03
2	3.51E+02	4.24E+04	1.37E+03	2.06E+00	3.48E+03	1.87E+10	2.14E+03	4.73E+01	1.29E+03

D<2.5E+00

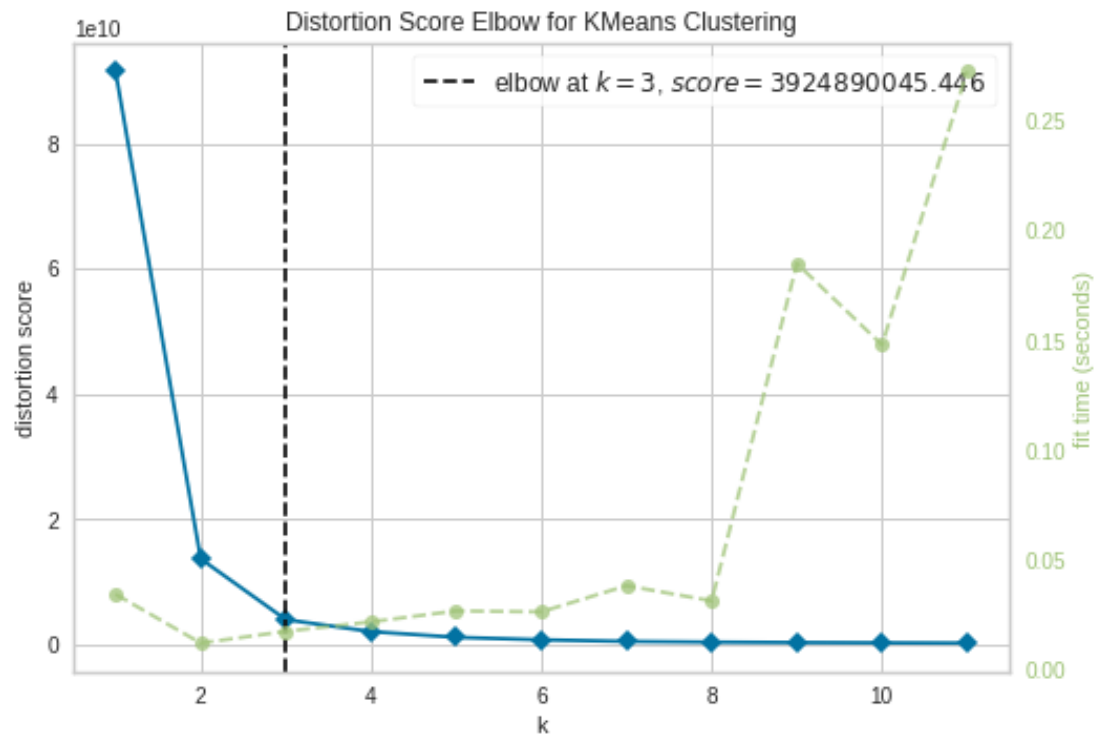


圖 6 日本地區最佳群聚數

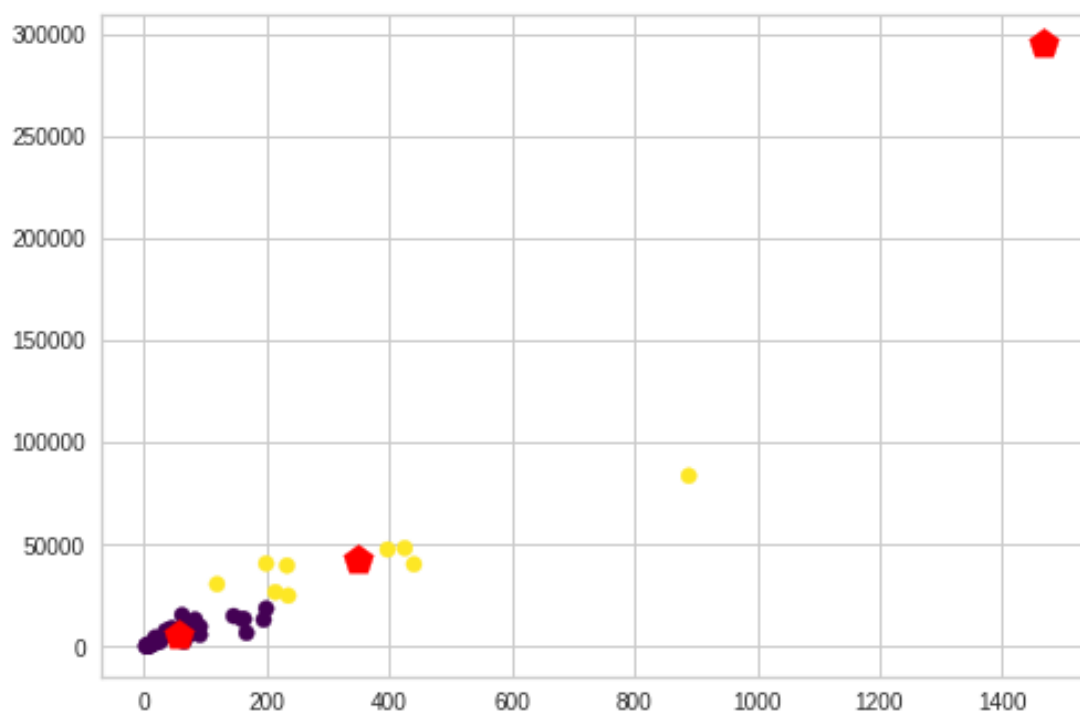


圖 7 日本地區群聚中心點平面圖

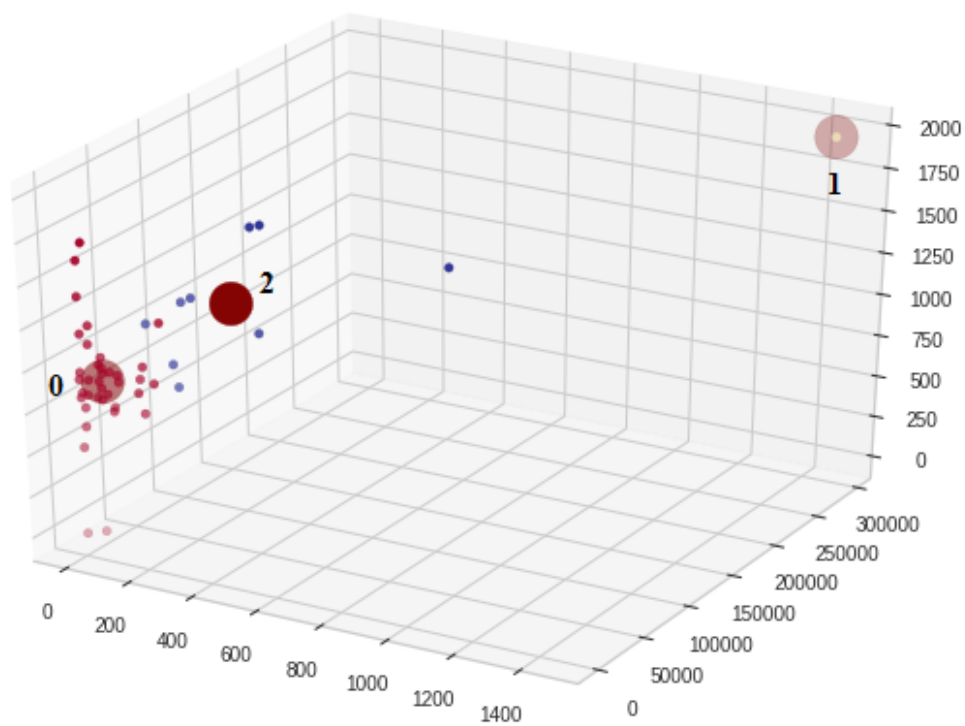


圖 8 日本地區群聚中心點 3D 空間圖

表 5 日本地區各都道府縣分群結果

各都道府縣分群結果							
0	北海道	東京都	大阪府	兵庫縣	奈良縣	和歌山縣	鳥取縣
	島根縣	岡山縣	佐賀縣	山口縣	香川縣	愛媛縣	高知縣
	滋賀縣	長崎縣	熊本縣	大分縣	宮崎縣	德島縣	鹿兒島縣
	沖繩縣	岩手縣	山形縣	秋田縣	宮城縣	千葉縣	京都府
	茨城縣	福島縣	富山縣	石川縣	福井縣	山梨縣	長野縣
	青森縣	新潟縣					
1	愛知縣						
2	福岡縣	埼玉縣	群馬縣	靜岡縣	廣島縣	神奈川縣	岐阜縣
	栃木縣	三重縣					

伍、結論

台灣的第 0 群以「15 歲以上人口數」、「勞動力人數」和「就業人數」為主要因素，總體勞動量還可以支持更顯著的群聚形成，但是產值不高，適合汽車周邊產業的發展。第 1 群聚則適合高產值的企業進入，總體勞動量則無法支持更密集的群聚形成，技術群聚適合該群聚的發展。第 3 群聚有著較多的汽車產業從業人數，並且有足夠的勞動量能，新的外國汽車製造商如果要在台灣設置生產工廠，第 3 群聚是最理想的選址地點。第 2 群聚不是汽車產業群聚的理想地點，除非有政府的產業政策支持，否則要形成顯著的汽車產業群聚需要企業的協調與合作，這可能需要至少 10 至 20 年的時間，而都市功能也限制汽車產業的形成，例如以台北市的人口密度與產業分佈狀態來看，很難解釋具備汽車產業群聚形成的因素，儘管台北市有汽車產業從業人員數據，但是這可能是辦公室型態的總公司或業務單位而不是生產單位。台灣的第 0 群聚和第 3 群聚有著高度的汽車產業群聚發展，產值和勞動量能促進了顯著的汽車產業群聚，第 1 群聚是分別是裕隆日產和台灣本田的組裝工廠所在地，當地汽車產業供應商的數量支持了組裝工廠的需求。日本以第 1 群的「每 1 員工創造營收」、「產業家數」和「失業率」為主要因素，愛知縣是最主要的汽車產業群聚，豐田汽車的生產量能需要龐大的本地供應鏈支

ORCID:0000-0001-7441-7886

持，形成密集而且顯著的汽車產業群聚是可以被解釋的，產業間溢出(Price et al., 2012)還解釋了以愛知縣為中心向靜岡縣和神奈川縣延續的密集汽車產業群聚。第2群聚有著產值和勞動量能的優勢，具有在未來形成更密集汽車產業的潛力。日本有8家汽車製造商，除了豐田汽車總公司所在地愛知縣以外，其他7家總公司所在地都不是密集的汽車產業群聚，這表示日本的汽車產業已經不是勞力密集群聚而是技術群聚，先進的生產技術對傳統生產技術領域之外的企業影響力逐漸增加，技術群聚正在開始排擠傳統技術企業 (Kerr, W. R., & Robert-Nicoud, F, 2020)，高度自動化的生產過程減少了人力需求，少數的高產值技術供應鏈即可支持汽車製造商而不需要勞力密集供應鏈，對於低技術性、低價值性和高污染製程的零組件或耗材則由海外的當地供應商提供，減少本國的能源消耗和環境的衝擊。另一項數據表明，台灣在2019年的進口車市占率為46.5% (中華民國統計資訊網, 2019)，日本2019年的進口車市占率為6% (鈴木慎一, 2020)，這意味著台灣的汽車產業有極大的比例是外國汽車製造商的供應鏈，代工成為台灣汽車產業的特點。而日本汽車製造商掌握關鍵的高價值技術(引擎和車體設計)，日本汽車製造商還對環境進行評估，這項評估關注於當地產業鏈的高能源消耗，要求供應鏈廠商通過相關措施減少能源消耗，無法達成要求的廠商將被排除在供應鏈之外 (Kagawa, S., Suh, S., Kondo, Y., & Nansai, K, 2013)，因此不是每一家汽車產業的企業都可以被納入供應鏈，能源消耗減少相應於生產成本的減少和產值的增加。總結以上分析，台灣的汽車產業群聚屬於勞力密集群聚，日本的汽車產業群聚屬於技術群聚，台灣的汽車產業必須思考自動化的生產方式，自動化的普及有效的提高生產效率和勞動人口技術水準 (Androniceanu, A. M., Georgescu, I., Tvaronavičienė, M., & Androniceanu, A, 2020)，在某種程度上還可能降低當地的失業率。

學術的貢獻與後續研究建議

本研究對於群聚之因素分析以經濟地理數據為主，結合 K 平均值法、歐基里德距離和手肘法的綜合數據分析，有別於其他研究僅使用 1 種方法之分析結果，這項方式亦可以被應用於其他產業而不限於汽車產業，相對於其他相關研究僅止於分群結果的解釋，本研究進一步對各項數據進行解釋，其中包含實務上的經驗，期望在理論與實務的研究結合，提供汽車產業在選址決策和業務擴展決策的可靠證據。在後續的研究還可使用較新的數據以比較產業的群聚是否發生變化。另一項建議是，產業薪資水準與當地平均薪資是一項重要指標數據，本研究並未在台灣和日本找到完整的數據，這是本研究的限制，後續的研究者可嘗試尋找並始終保持數據來自於政府的統計機關，這將有利於更精準的分析結果。本研究使用的 Python 程式碼保存於 Github 網站，可供後續研究者使用。

參考文獻

一、中文部分

1. 中華民國統計資訊網, (2019). 國情統計通報 (第 168 號). 行政院主計總處綜合統計處。
2. 經濟部統計處, (2021 年). 工廠校正及營運概況調查. 台北市.

二、日文部分

1. 日本国經濟産業省, (2021). 2020 年工業統計調査 (2019 年実績). 東京, 日本.
2. 草坂宗博, (2021 年 10 月 2 日). 国内メーカー「崖っぷち」。車載電池・価格競争の行方. 東京都: 日刊工業新聞社.
3. 鈴木慎一, (2020). トヨタ 31.0%、ホンダ 14.5%、輸入車 6.0%、他ブランドは? 日本メーカー&輸入車ブランドのマーケットシェア in JAPAN 2019。Motor Fan illustrated.

三、英文部分

1. Ahad, N. A., Yin, T. S., Othman, A. R., & Yaacob, C. R. (2011). Sensitivity of normality tests to non-normal data. *Sains Malaysiana*, 40(6), 637-641.
2. Androniceanu, A. M., Georgescu, I., Tvaronavičienė, M., & Androniceanu, A. (2020). Canonical correlation analysis and a new composite index on digitalization and labor force in the context of the industrial revolution 4.0. *Sustainability*, 12(17), 6812.
3. Bentley, G., Bailey, D., & MacNeill, S. (2013). The changing geography of the European auto industry. In *Handbook of industry studies and economic geography* (67–96). United Kingdom, Cheltenham: Edward Elgar Publishing.

4. Bergman, E. M., & Feser, E. J. (2020). *Industrial and regional clusters: concepts and comparative applications*. Morgantown, WV: Regional Research Institute, West Virginia University.
5. Bhawsar, P. (2021). *Assessing advantage cluster: the case of Pithampur auto industry*. Bingley, United Kingdom: Emerald Publishing Limited Bingley.
6. Boschma, R. A., & Wenting, R. (2007). The spatial evolution of the British automobile industry: Does location matter? *Industrial and corporate change*, 16(2), 213-238.
7. Cohen, D. (2004). *Precalculus: A Problems-Oriented Approach*. Cengage Learning.
8. Dalmarco, G., Ramalho, F. R., Barros, A. C., & Soares, A. L. (2019). Providing industry 4.0 technologies: The case of a production technology cluster. *The journal of high technology management research*, 30(2), 100355.
9. Damert, M., & Baumgartner, R. J. (2018). Intra-sectoral differences in climate change strategies: Evidence from the global automotive industry. *Business Strategy and the Environment*, 27(3), 265-281.
10. Danielsson, P. E. (1980). Euclidean distance mapping. *Computer Graphics and image processing*, 14(3), 227-248.
11. Delgado, M., Porter, M. E., & Stern, S. (2010). Clusters and entrepreneurship. *Journal of economic geography*, 10(4), 495-518.
12. Delgado, M., Porter, M. E., & Stern, S. (2016). Defining clusters of related industries. *Journal of Economic Geography*, 16(1), 1-38.
13. Diebolt, C., Mishra, T., & Parhi, M. (2016). A Comparative Regional Analysis of Indian Auto Components Industry. In Claude Diebolt, Tapas Mishra, & Mamata Parhi, *Dynamics of Distribution and Diffusion of New Technology* (85-102). The Capital Region of Denmark: Springer, Cham.

14. Friedlaender, A. F., Winston, C., & Wang, K. (1983). Costs, technology, and productivity in the US automobile industry. *The Bell Journal of Economics*, 1-20.
15. Fuente, M. R. D. L., & Lampón, J. F. (2020). Regional upgrading within the automobile industry global value chain: the role of the domestic firms and institutions. *International Journal of Automotive Technology and Management*, 20(3), 319-340.
16. Ghasemi, A., & Zahediasl, S. (2012). Normality tests for statistical analysis: a guide for non-statisticians. *International journal of endocrinology and metabolism*, 10(2), 486.
17. Heller, D. A., & Fujimoto, T. (2017). Monozukuri management: Driver of sustained competitiveness in the Japanese auto industry. *In Japanese Management in Evolution*, 107-126.
18. Kagawa, S., Suh, S., Kondo, Y., & Nansai, K. (2013). Identifying environmentally important supply chain clusters in the automobile industry. *Economic Systems Research*, 25(3), 265-286.
19. Kerr, W. R., & Robert-Nicoud, F. (2020). Tech clusters. *ournal of Economic Perspectives*, 34(3), 50-76.
20. Ketels, C. (2017). *Cluster Mapping as a Tool for Development*. Boston, MA, USA: Institute for Strategy and Competitiveness-Harvard Business School.
21. Khan, F. (2012). An initial seed selection algorithm for k-means clustering of georeferenced data to improve replicability of cluster assignments for mapping application. *Applied Soft Computing*, 12(11), 3698-3700.
22. Kuchiki, A. (2010). The automobile industry cluster in Malaysia. In *From agglomeration to innovation* (15-49). London: Palgrave Macmillan.

- 23.Kumar, V. S., Kumar, D. U., & Thenmozhi, D. R. (2019). Importance of Supply Chain Integration in Auto Industry. *Journal of Management*, 6(2).
- 24.Lim, A. H. Y., & Tan, C. L. (2018). JIT and supply chain disruptions following a major disaster: A case study from the auto industry. *Global Business and Organizational Excellence*, 37(6), 51-58.
- 25.MacKay, D. J., & Mac Kay, D. J. (2003). *nformation theory, inference and learning algorithms*. Cambridge: Cambridge university press.
- 26.MacQueen, J. (1967). Some methods for classification and analysis of multivariate observations. *Proceedings of the fifth Berkeley symposium on mathematical statistics and probability*, Vol. 1, No. 14, 281-297.
- 27.Meckling, J., & Nahm, J. (2019). The politics of technology bans: Industrial policy competition and green goals for the auto industry. *Energy Policy*, 126, 470-479.
- 28.Mikhaylov, A. S., & Bolychev, O. N. (2015). Forms of transnational economic cooperation and integration in the Baltic Region. *International journal of economics and financial Issues*, 5(2), 55-64.
- 29.Ostroukh, A. V., Pronin, T. B., Volosova, A. V., Volkov, A. O., & Ptitsyn, D. A. (2021). Hyperautomation in the Auto Industry. *Russian Engineering Research*, 41(6), 532-535.
- 30.Panthamit, N., Ozawa, Y., & Panthamitr, P. (2019). Role of Japanese Industrial Cluster in Thailand's Industrial Development. *Asia-Pacific Journal of EU Studies*, 17(2), 71-95.
- 31.Porter, M. (2003). The economic performance of regions. *Regional studies*, 37(6-7), 549-578.
- 32.Porter, M. E. (1990). The competitive advantage of nations. *Competitive*

Intelligence Review, 1(1), 14-14.

- 33.Price, D. A., & Wang, Z. (2012). Explaining an Industry Cluster. *The Case of US Car Makers From 1895-1969*, No. 12-10.
- 34.Shapiro, S.S. & Wilk, M.B. (1965). An analysis of variance test. *Biometrika*, 52: 591-611.
- 35.Syakur, M. A., Khotimah, B. K., Rochman, E. M. S., & Satoto, B. D. (2018). Integration k-means clustering method and elbow method for identification of the best customer profile cluster. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, (Vol. 336, No. 1, p. 012017).
- 36.Szanyi, M., Csizmadia, P., Illéssy, M., Iwasaki, I., & Csaba, M. A. K. O. (2010). The relationship between supplier networks and industrial clusters: an analysis based on the cluster mapping method. *Eastern Journal of European Studies*, 1(1), 87.
- 37.Tokunaga, S., & Okiyama, M. (2017). Analysis of Supply Chain Disruptions from the Great East Japan Earthquake in the Automotive Industry and Electronic Parts/Devices. *Spatial economic modelling of megathrust earthquake in Japan*, 95-119.
- 38.Wei, N. C., Hsu, H. C., Chao, I. M., & Yang, A. L. (2019). Systematic study on key factors influencing establish automobile electronics industry clustering: From talent program perspective. *Journal of Industry-University Collaboration*, 1(3).
- 39.Williams, C., & Vrabie, A. (2018). Host country R&D determinants of MNE entry strategy: A study of ownership in the automobile industry. *Research Policy*, 47(2), 474-486.