

模糊層級分析法應用於選擇船級協會關鍵因素之研究

The Application of Fuzzy Analytic Hierarchy Process to the Selection of Key Factors of Classification Society

張啓隱 (Ki-Yin Chang)^①、沈劍虹 (Jian-Hung Shen)^{②*}、周尚偉 (Shang-Woei Jou)^③

摘要

航商選擇合適的船級協會除了可以及時提供協助外，在面對海事案件或是港口國管制時，亦能夠協助減少損失或是降低船舶遭到滯留機會。本研究邀請多位專家學者進行問卷訪談，在本研究擬定的船級協會信譽、財務費用因素、市場因素及專業技術因素等構面提供專業判斷，後續在模糊層級架構下進行分析，進而找出航商會因何種因素影響到選擇船級協會的情形。根據本研究分析結果顯示，當中以「港口國檢查記錄」、「船舶入級及檢驗費用」與「安全標準和海洋環境維護」為優先考量的因素。此外，研究成果中亦顯示出目前學術界與實務上航商選擇船級協會的考量因素近似的現象，期許本研究成果可以提供航商在選擇船級協會時的建議參酌。

關鍵字：船級協會、模糊層級分析法、海事案件、港口國管制

Abstract

The selection of classification society is an important issue for shipping companies. Especially in the face of maritime cases or Port State Control (PSC), in addition to providing timely assistance, appropriate classification societies can also effectively reduce the loss of shipping companies or the chance of being

① 國立臺灣海洋大學商船系教授；E-mail:b0170@mail.ntou.edu.tw。

②* 通訊作者，國立臺灣海洋大學輪機工程學系商船組博士生；E-mail:ta88099@gmail.com。

③ 國立臺灣海洋大學商船系碩士生；E-mail:10771008@email.ntou.edu.tw。

detained. In this study, a number of experts and scholars were invited to conduct questionnaire interviews, and the dimension of classification society reputation, financial cost factors, market factors, and professional technical factors, which were prepared through the integration, in order to provide professional judgment. And the subsequent analysis was carried out under the fuzzy hierarchy to find out due to what factors the shipping company has affected the selection of classification society. According to the analysis results of this study, “Port State Control Inspection Records”, “Ship Classification and Survey Fees” and “Safety Standards and Marine Environment Maintenance” are the priority considerations. In addition, the research results also show that the current teaching content of the academic world is in line with the practical situation. It is hoped that this research result can provide suggestions for the shipping companies in selecting the classification society.

Keywords: Classification society, Fuzzy analytic hierarchy process, Maritime casualty, Port state control

壹、前言

船舶管理是一門複雜的商業學科，在全球市場競爭環境中，海上運輸行業的戰略決策主要係由航運公司相關部門的管理人員執行。總體而言，航運公司的營運績效和聲譽取決於部門組織的效能、管理方式，以及技術和創新在商業循環中的整合。

目前航運公司往往會將船舶的檢查和檢驗委託給認可組織 (Recognized Organizations, RO)，通過值得信賴的船級協會 (Classification society) 對海運資產進行船級的維持，使船舶在整個使用

壽命期間保持合乎安全和環保的規定 (Kartawinata and Wardhana, 2013 ; Silos et al., 2013)。而船級協會是一個有助於維護船舶建造及其運營的技術標準的組織，該協會係依據國際海上人命安全公約 (International Convention for the Safety of Life at Sea, SOLAS) 和其他國際公約允許船旗國主管機關，將船舶的檢查和檢驗工作委託給認可的組織執行 (Lazakis et al., 2016 ; Emecen Kara, 2016)。而會委託 RO 來進行檢驗，係因諸多船旗國主管當局沒有足夠的技術經驗、人力或全球密集機構來進行法定檢查和檢驗，由 RO 代表船旗國對其進行的工作負責，而作為船旗國的

代表，船級協會在船舶安全和污染防治的監管中發揮著重要作用 (Gard, 2019)。

航運公司在進行拓展航運業務時，均需要對其新建造的船舶或採購的現成船舶進行入級，以便能夠在國際海事區域進行貿易活動。然在拓展業務規模的過程中，若航運公司如果管理不善，除會導致船員生命、貨物以及聲譽造成損害外，其低效率的船舶設計規劃，亦會使於建置船舶過程中多出不必要的費用支出、增加燃料成本或縮短船舶的使用壽命，因此航運公司在面臨選擇船級協會的問題時就顯得格外重要。本研究欲針對航運公司在入級船級協會的選擇模式進行探討，然選擇船級協會並非是一項簡單任務，船舶在入級中會有律師、船東、造船公司、租船人、航運公司主管和金融家等各種海事股東參與此過程。由於各個決策者的考量情形不同從而也造成在選擇船級協會時的依據有所差異，因此本研究擬透過模糊層級分析法 (Fuzzy Analytic Hierarchy Process, F-AHP) 分析探討航商在入級的選擇模式研究。即針對航商選擇船級協會的過程中，在考量船級協會信譽、財務費用因素、市場因素和專業技術因素的情形下，探討航運公司會因何種因素來影響到入級的選擇情形。

雖然利用層級分析法 (Analytic Hierarchy Process, AHP) 在進行多準則決策選擇時，可以使分析中因交互影響的關係所產生的問題，透過合理的數學分析方式得到結果。此外亦可同時將複雜的問題簡單

化，協助決策者在有限的方案中，依據各方案的屬性特徵，從而排序出一個優劣順序，進而評估和選擇出符合決策理想的方案 (周明道等, 2018; 蔡明田、黃昭陽, 2019; Zolfani et al., 2013; Ho and Ma, 2018)。然部分學者也有提出僅採用 AHP 進行數據分析容易產生評估不精確的情形，首先 AHP 在評估介於兩個評估尺度之間時，容易產生模糊性的情形，此模糊性造成的成因包含受訪者判斷的感覺模糊以及評估尺度過於細鎖。再來 AHP 係透過成對比較的方式來進行分析，此過程不符合人為判斷的主觀情形。最後 AHP 分析過程中，容易因受訪者的工作背景和主觀意識而影響到最終的評估結果 (倪安順、陳善民, 2009; 梁金樹等, 2009; 韓子健、王昱傑, 2012; Kubler et al., 2016; Chan et al., 2019)。基於此情形後續本研究將 AHP 結合模糊理論 (Fuzzy Theory)，透過 F-AHP 之模式來進行分析，藉此達到降低 AHP 分析過程中產生不精確的情形。

現今航運業界對於如何入級的過程並不透明且說法莫衷一是，而在選擇過程中，決策者們往往會因工作職務的關係，有著不同的選擇依據，此情形使航運公司很難在入級時有一個參考依據可以作為評選指標。因此本研究擬提出一個選擇模式作為航運公司選擇 RO 的評選指標，此研究成果可提供航商於入級時的參酌建議。本研究主要貢獻係採用 F-AHP 方式，以顯示評估決策因素問題的有用且有效的方

法。除此之外，通過使用所提出的方法考慮最新的環境因素，重新審視並全面研究船級協會選擇過程。

貳、文獻回顧

2.1 船級協會歷史發展及現況

在 18 世紀下半葉，位於倫敦勞埃德 (Lloyd's) 咖啡館的海上保險公司開發了一種系統，此系統主要用於保險的船舶進行獨立的技术評估。而後續為能夠更加完善此項功能，於 1760 年時成立了委員會，該委員會稱之為勞埃德船級協會 1764-65-66 年的註冊簿。而在 1834 年時「勞埃德英國和外國運輸註冊簿」被改組為一個獨立的「船級協會」。

迄今全球有將近 50 多個組織將其

活動定義為提供某種形式的海洋船級服務，但並非所有組織都符合國際船級協會 (International Association of Classification Societies, IACS) 的定義。IACS 的起源可以追溯到 1930 年《國際載重線公約》及其建議，該公約建議船級協會之間應進行合作，而根據公約中的內容，里納船級協會 (Registro Italiano Navale, RINA) 率先於 1939 年主辦了第一屆主要協會會議，在當時有多家船級協會出席了會議，從而商定進一步的協會合作模式 (周尚偉，2020；Li et al., 2014；Goh and Yip, 2014；Amirafshari et al., 2018)。在 1969 年時，IACS 獲得了國際海事組織 (International Maritime Organization, IMO) 的諮商地位，也是唯一具有觀察員地位的非政府組織，後續本研究彙整目前全球十二個 IACS 的成員情形，詳如下表 1 所示。

表 1 國際船級協會成員彙整表

船級協會中文名稱	船級協會英文名稱	英文縮寫
美國驗船協會	American Bureau of Shipping	ABS
必維國際檢驗集團	Bureau Veritas	BV
中國船級協會	China Classification Society	CCS
克羅地亞船級協會	Croatian Register of Shipping	CRS
立恩威國際驗證股份有限公司	Det Norske Veritas & Germanischer Lloyd	DNV GL
印度船級協會	Indian Register of Shipping	IRS
韓國船級協會	Korean Register of Shipping	KR
勞氏驗船協會	Lloyd's Register	LR
日本海事協會	Nippon Kaiji Kyokai	NK
波蘭船級協會	Polish Register of Shipping	PRS
里納船級協會	Registro Italiano Navale	RINA
俄羅斯船級協會	Russian Maritime Register of Shipping	RS

資料來源：本研究整理。

船級協會是安全和高質量運輸監管過程的主要參與者，因為它們為航運業提供有效的內部監管體系。而船級協會的目的係在於積累海事知識和技術的基礎上，協助海事行業和監管機構提供有關海事安全和污染預防的船級和法定服務。而船舶入級的目的是檢驗船舶船體及其附屬部件的結構強度和完整性，包含推進和轉向系統、發電系統以及其他內置於船舶中輔助系統等的可靠性和功能性 (周尚偉等，2020；Goh and Yip, 2014；Amirafshari et al., 2018)。

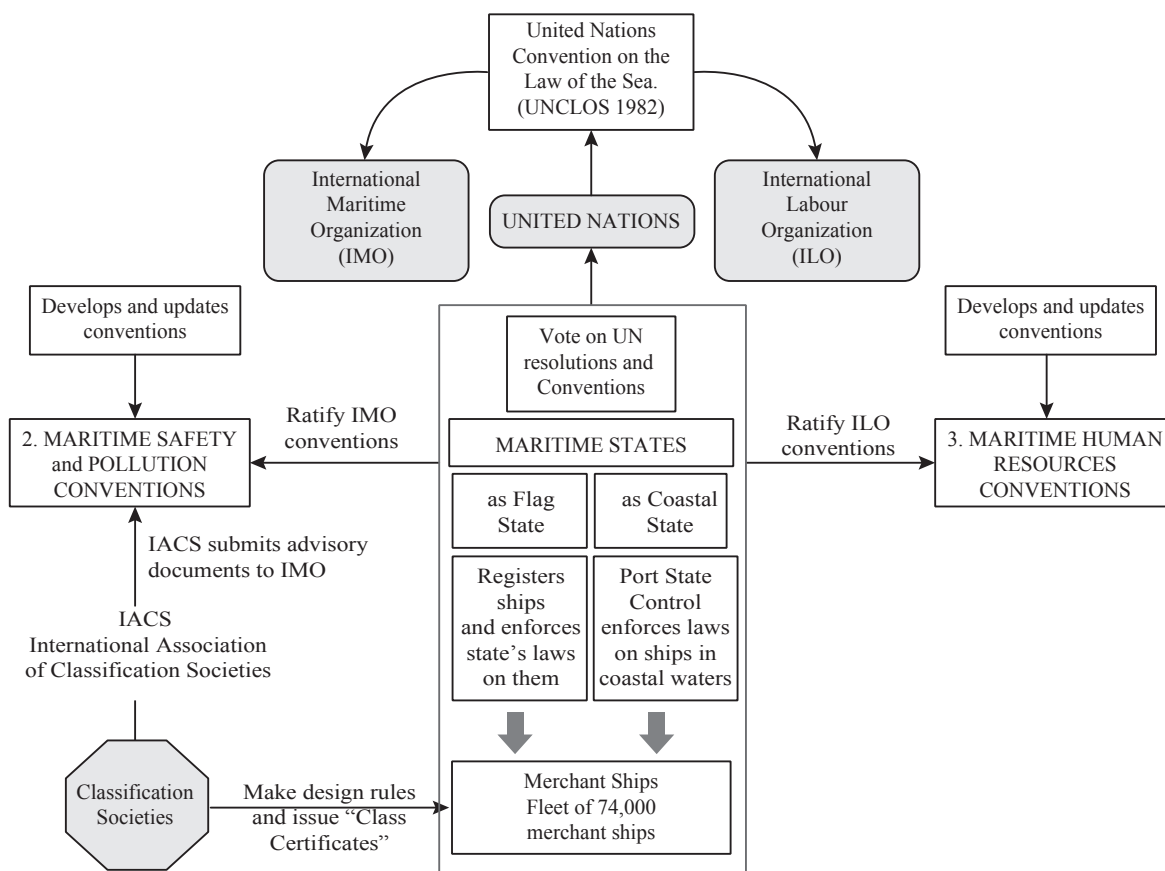
船級協會同時也是在船舶和其他設施的設計、建造和評估中製定和應用技術標準的組織，對於遵守有關海上安全和防止海洋污染的國際公約至關重要 (Luttenberg, 2007)。這些公約包含涉及海洋及其用途的許多方面的總括公約的聯合國海洋法公約 (United Nations Convention on the Law of the Sea, UNCLOS)、海洋法公約的第 94 條，針對船旗國必須「對懸掛其國旗的船舶有效地行使行政、技術和社會事務的管轄權和控制權」，並「對懸掛其國旗的船舶採取必要的措施，以確保海上安全……」、SOLAS 第 II-1 章第 3-1 條規定，除其他 SOLAS 法規的要求外，船舶的設計、建造和維護應符合船級協會的結構、機械和電氣要求，以及其他在海事組織主持下，已商定的國際公約。

目前 Gard 是國際保賠協會集團的十三個成員中最大的保護與賠償保險公

司，而根據 Gard(2019) 規範，規範第 I 部分，條件涵蓋 - 規範 8：船舶的船級與認證中，定義了船舶保險的條件。「規範 8 要求所有會員，除非協會以書面形式行使相反的自由裁量權，符合船級協會及其船旗國的要求，並強調被保險人根據保險合同進行追償的權利是以遵守這些安全規範和條例為條件的。如果會員不遵守這一條件，則無論違約行為是否是相關索賠的原因，都不再享有保險。因此，任何違反規範 8.1 要求的行為均使協會有權拒絕與特定船舶有關的保險。」而 Stopford(2009) 將海洋國家與國際海事監管體系以一個組織結構圖來解釋其關係，如圖 1 所示。

從圖 1 中，可以看出由於國際勞工組織 (International Labour Organization, ILO) 反映出船級協會在解決行業人為因素方面的擴展作用，因此目前船級協會除了船舶設備問題外，也開始考慮到人為因素和人體工程學問題，以便在船上提供良好的工作環境。

迄今關於船級協會的相關研究，除了針對其組織建立成因、管理情形以及功能進行研究 (Goh and Yip, 2014；Murtagh and Kurtz, 2016；Schøyen and Steger-Jensen, 2017)。後續學者專家多將船級協會與其管理經營模式或是績效表現搭配進行研究探討，例如透過船級協會對其所屬船舶管理或經營模式進行探討 (Jeon et al., 2016；Wahid et al., 2018)，以及將船級協會與船舶適航性檢查單位 (沈劍虹，2017；張啟



資料來源：Stopford (2009)。

圖 1 海事監管制度組織結構示意圖

隱等，2019；Cariou and Wolff, 2011；Yang et al, 2018；Chen et al. 2019) 抑或是船舶安全證書規範搭配進行研究探討 (Fili, 2017；Kimera and Nangolo, 2019；Lissillour and Bonet Fernandez, 2020)。

2.2 船級協會的功能

隨著海運業的全球化以及 Lloyd's Register 提供了海洋技術服務原則和實踐的規範，外國船東及其管理階層抑或海外

造船和維修單位都開始掌握其相關技術服務，海洋技術服務逐漸已流通於全球而非單一區域，進而使造船業的中心從歐洲轉移到日本、韓國和中國 (Goh and Yip, 2014)。根據學者專家彙整過後的研究顯示，目前船級協會的主要活動有 (1) 在行業參與下制定規範，以建立用於船舶設計的最低可接受標準；(2) 在項目的概念階段，向設計師、船東和操作者提供有關符合入級和法規要求的初步計畫和建議；(3)

對文件和圖紙進行設計審查，以驗證船舶的設計是否符合適用的船級協會規範；(4) 代表船旗國採取行動，以這種身分，船級協會在一個國家的海事當局的監督下工作，以核實是否符合國際法規；(5) 在建造船舶過程中完成檢驗，以確保其按照批准的圖紙進行製造，並符合良好的海事實踐；(6) 檢查具有固定位置的海上設施的海底基礎，船錨系統，繫泊裝置，船體結構和舷側甲板模塊的安裝情況以及(7) 完成船舶使用壽命內的定期檢查，以確保維持適當的安全水準 (Burton and Feijo, 2008)。

後續船級協會依據所實施已發布的規範進行船舶的分級，其分級過程包含：(1) 對新船的設計計畫和相關文件進行技術審查，以驗證是否符合適用規範；(2) 船級協會驗船師參加造船廠的船舶建造，以確認該船舶是按照批准的設計計畫和入級規範建造的；(3) 船級協會驗船師在提供關鍵部件(如鋼、發動機、發電機和鑄件)的相關生產設施上參與，以驗證部件是否符合適用的規範要求；(4) 船級協會驗船師在交船前參加了海上試車以及與船舶及其設備有關的其他試驗，以確認是否符合適用的規範要求；(5) 完成上述要求後，有關船級協會將考慮造船廠 / 船東提出船級證書的要求，如果結果令人滿意，則指派船級協會可以批准並簽發船級證書；(6) 交船後，船東必須遞交明確規定的「船舶定期船級檢驗計畫」，該計畫應在船上進

行，以確認船舶是否繼續符合相關規範並能持續船級的狀態。

船級規範不涵蓋船舶上的每一個結構或設備項目，也不涵蓋操作要素。通常不在船級範圍內的活動包括以下項目：設計和製造過程、機械和某些設備的類型和功率的選擇(例如絞車)、機組或操作人員的數量和資格、船舶的形式和載貨能力以及操縱性能、船體振動、備件、救生設備和維護設備。但是上述這些事項可以考慮根據船舶類型或等級來進行船級程序。而由於入級是船舶註冊和保險範圍的絕對前提，一言以蔽之，如果沒有獲得船級協會的認證，船舶可以說是就無法順利運作。因此，證書對於航商而言至關重要，同時航商必須確保其船舶保持船級協會自己的規則以及國家法律和國際公約所設定的適當的安全和適航標準，以使其船舶保持在船級狀態 (Vaughan, 2006)。

2.3 船級協會與港口國檢查

港口國管制 (Port State Control, PSC) 施行目的係淘汰或降低次標準船之危害，從而保障海上人命安全，避免海洋環境遭受損害，對各船旗國主管機關對公約執行監督，在確保 IMO 及 ILO 對相關公約之執行，除透過船旗國執行，同時也藉由實施 PSC 來達成，對航運安全、保護當地港口國家的安全具有重要意義 (張朝陽, 2009a；張朝陽, 2009b；張啟隱等, 2019)。

迄今全球已簽署九個關於港口國管制區域性協議 (PSC MoUs) 的區域，包括：巴黎諒解備忘錄、東京諒解備忘錄、拉丁美洲備忘錄、加勒比海諒解備忘錄、阿布賈諒解備忘錄、黑海諒解備忘錄、地中海諒解備忘錄、印度洋備忘錄和利雅得備忘錄。當中美國並未加入任何的區域型 PSC MoU，而是以國家型 PSC MoU 的模式委託海岸巡防署執行 PSC 檢查。目前 PSC 在篩選受檢船舶時，有一套篩選評分機制，後續港口國管制員 (Port State Control Officer, PSCO) 藉由系統篩選後所得到的受檢船舶風險積分值，來決定該船舶是否作為受檢船舶的憑據 (張朝陽，2009a；張朝陽，2009b；沈劍虹，2017；張啟隱等，2019)。而每個地區的 PSC MoU 每年都會統計區域內 PSC 紀錄，而這些被記錄的船舶所登記的船級協會和船級協會的船旗國，將會作為 PSC 在選擇受檢船舶的評選依據之一 (沈劍虹，2017；張啟隱等，2019；Cariou and Wolff, 2011；Yang et al, 2018；Chen et al. 2019)。

後續也有學者專家在探討船級協會對於 PSC 的重要性，Ng and Yip (2010) 透過檢視香港船舶登記的變化，藉由回顧香港船舶登記冊在 1997 ~ 2007 年期間的方式轉變。由於香港簡化了檢驗費用結構、降低了費用，同時進一步將船舶品質的監督責任委託給船級協會，此結果使懸掛香港旗的船舶品質躍升。而 Silos 等人 (2013) 則是提供了關於船級協會的最新數據。根

據其研究表明，船東通常不會通過使用國際聲譽較低的船級協會來妥協船舶質量和安全標準。Brooks(1996) 討論了船舶安全計畫的商業化方法。據研究結果顯示，加拿大政府將船舶檢查委託給經批准的船級協會，以便利用內部資源滿足 PSC 要求。雖然船舶安全計畫商業化，但政府要求國家撤出船舶檢查，同時保留船舶安全責任。然而，由於船級協會的激增，造成有些船級協會被納入 PSC 中的黑名單，因此有些風險的船級不可避免地存在。

參、研究方法

3.1 模糊理論

模糊理論 (Fuzzy Theory) 係由 Zadeh 教授於 1965 年所提出，此方法藉由數字來表示模糊現象存在於事實，並以分析探討不確定事物為研究目標。該理論對於不確定性領域的資料，透過使用明確的數學方法來描述模糊之現象，進而使這些數據資料可以藉由數學公式讓結果更具有說服力 (張啟隱等，2019；Liao and Kao, 2014)。

Fuzzy Theory 在處理實際問題時，主要是將普通集合的絕對隸屬關係加以擴充，以具有某種程度的真實性來描述該集合之屬性，進而實現定量刻畫不確定性問題之模糊性質，稱此函數為隸屬函數 (Membership function)，對於敘述不清或狀況模糊之問題，提供了較合理可行的解決

方式(張啟隱等, 2019; Abdel-Kader et al., 2018; Kovacic and Bogdan, 2018)。而為了簡化且便於計算, 本研究選用模糊基礎理論中的三角模糊數來進行分析, 其公式情形如下公式(1)所示。

$$\mu_A \sim (X) = \begin{cases} \frac{X-L}{M-L}, & L \leq X \leq M \\ \frac{X-U}{M-U}, & M \leq X \leq U \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

當中 $A = (L, M, U)$ 為包含所有專家之模糊數, 其中, L 為專家共識之最小值, U 為專家共識之最大值, 此兩點為極端值, 其隸屬函數為 0。另外, 在平均數當中, 以幾何平均數較不受極端值之影響, 因此採幾何平均數為隸屬度為 1 的代表, 而區間 $[L, U]$ 越小則代表該筆資料的精準度越高, 模糊性越低(張啟隱等, 2019; Chen and Hsieh, 1999; Chen and Hsieh, 2000; Chou et al., 2011; Tzeng and Huang, 2011)。

本研究藉由蒐集到的數據資料進行模糊化, 後續藉由三角形模糊數隸屬度化平均積分代表法進行排序, 進而使這些數據資料可以藉由數學公式讓結果更具有說服力。

3.2 層級分析法

對於決策者而言, 在面臨選擇適當方案時必須根據某些基準, 來達到決定各替代方案的優勢順位之效果, 從而可以順

利找出適當的方案。可是在進行決策時更是需要考量多個層面的, 不是只需要考量單一層面而已, 若僅就單一層面來決定, 則常會導致作出錯誤的決策。如此, 層級分析法 (Analytic Hierarchy Process Theory, AHP) 就是在這樣的背景下進而被發展出來, 此法主要係用於處理經濟、社會及管理科學等議題領域的複雜決策問題(丁吉峯、程慶偉, 2012; 楊世豪等, 2013; 顏進儒等, 2018; Saaty, 1980)。

AHP 係由匹茲堡大學的 Saaty 教授於 1971 所提出分析方法, 該方法是透過一個層級的結構, 將複雜問題系統化, 後續經由量化的方法進而加以綜合評估, 最後依據評估結果來提供決策者選擇適當的方案(劉亞寧, 2013; Abdel-Basset et al., 2017; Ho and Ma, 2018)。而在應用 AHP 方法的過程中, 係將評比方案所根據的準則(要素)相互比較後的重要程度, 均賦予等級不同的數值, 以便進行一連串的數值運算, 求出最終參考值, 將影響系統的要素加以分解成數個群體, 每群再區分成數個次群, 逐級建立全部的層級結構(蔡明田、黃昭陽, 2019; Abdel-Basset et al., 2017; Ho and Ma, 2018)。

由於判斷層級與因素眾多, 使得決策者在比較矩陣內之數值時很難達成前後的一致性, 因此需對該數值進行一致性檢定, 並作成一致性指標 (Consistency Index, C.I.)。檢查決策者回答所構成的成對比較矩陣, 是否為一致性矩陣。若每一成對比

較矩陣的一致性程度均符合所需，則尚需檢定整個層級結構的一致性。如果整個層級結構的一致性程度不符合要求，顯示層級的要素關聯有問題，必須重新進行要素及其關聯的分析。一般而言，AHP 法在計算向量值時，多數是採用行向量平均值標準化法來計算，由於大部分之矩陣為非一致性矩陣，運用該法計算其精確度較佳，如公式 (2) 所示。而在計算完向量後，欲求判斷前後之一致性時，需得到 *C.I.* 值，而 *C.I.* 的計算過程，如下公式 (3) 所示。

$$w_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}}, \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

$$C.I. = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad (3)$$

由公式 (3) 可知欲求算 *C.I.* 值之前需先求出 λ 值，因此我們先求算一致性向量用 v 符號代表，利用公式 (4) 所求出之權重 w ，以便公式 (5) 求得 λ 值，公式 (4)、(5) 如下所示。

$$v_i = \frac{\sum_{j=1}^n w_j a_{ij}}{w_i} \dots \dots i, j = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n v_i}{n} \dots \dots i = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

接著將其 λ 值代入即可得 *C.I.* 值，

而 *C.I.* = 0 表示前後判斷完全一致，而在計算過程中，評估尺度 1-9 所產生的正倒值矩陣，在不同的階層數下，產生不同的 *R.I.* 值，稱為隨機指數 (Random Index, *R.I.*)，詳如下表 2 所示。

而根據 Wind and Saaty (1980) 的研究指出，在 *C.I.* 值 < 0.1 的情況下是可容許的偏誤，所以只要 *C.I.* 值 < 0.1 就可視為有較佳的一致性，後續也有多位學者專家證明其成果 (周明道等，2018；曾柏興、陳巧瑛，2018；楊清喬等，2018；Saaty, 1980；Wind and Saaty, 1980；Ho and Ma, 2018)。

算完各層級之權重後，最底層之替代方案也是運用上述相同的順序求出權重與判斷一致性的 *C.I.* 值與 *R.I.* 值。而最後如何決定出最佳決策，則再將 *C.I.* 值與 *R.I.* 值相比，進而求得一致性比率 (Consistency Ratio, *C.R.*)，而 *C.R.* 值的計算過程，如下公式 (6) 所示。

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.} \quad (6)$$

3.3 模糊分析層級法

AHP 法雖然在被廣泛運用之決策方法，但在分析上仍有些缺點。由於 AHP

表 2 隨機指數表

階數	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>R.I.</i>	0.0	0.0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

資料來源：Saaty (1980)。

法的成對比較衡量評估是主觀之評價，造成決策者針對某些決策要項之評價並非為精確值，使得評估結果與現實問題之間會存在嚴重差異 (倪安順、陳善民，2009；梁金樹等，2009；Saaty, 2008；Kubler et al., 2016；Chan et al., 2019)。基於 AHP 法無法克服決策時所伴隨之缺點，本研究採用由 Van Laarhoven and Pedrycz (1983) 及 Buckley (1985) 等人所提出的模糊分析層級法 (Fuzzy AHP, F-AHP) 來解決比較衡量評估不精確之缺點。

Van Laarhoven and Pedrycz (1983) 利用模糊理論的概念，結合傳統 AHP 法進一步提出將整體 AHP 法過程模糊化之模糊分析層級法模式。1985 年學者 Buckley 正式提出模糊分析層級法，係將 Saaty 之 AHP 中成對比較值加以模糊化，以順序尺度取代數字比率來表示要素間相對重要程度，此作法讓成對比較值可以減少過於主觀、不精確等缺失現象。後續不少學者也證明傳統 AHP 法是可以結合模糊理論的概念 (梁金樹等，2009；韓子健、王昱傑，2012；劉中平等，2018；Mangla et al., 2015；Mosadeghi et al., 2015；Kubler et al., 2016；Chan et al., 2019)。後續本研究以 Buckley 之模糊分析層級法作為分析模型，該法運算過程簡述如下：

1. 建立模糊成對比較矩陣

依問卷調查之結果，以梯形模糊數表示比較之模糊成對比較矩陣 \tilde{A} ，其中 $\tilde{A} =$

$[\tilde{a}_{ij}]$, $\tilde{a}_{ij} = [a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}, d_{ij}]$ 。在實際應用上，Buckley (1985) 利用梯形模糊數表示權重值的 F-AHP 模式，由於計算上過於複雜，因此，本研究中將以三角模糊數表示決策者對兩兩要素間成對重要程度的看法，建立模糊成對比較矩陣，矩陣如下公式 (7) 所示。

$$\tilde{A}_r = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{a}_{12(U-R)} & \cdots & \tilde{a}_{1n(U-R)} \\ \tilde{a}_{21(U-R)} & 1 & \cdots & \tilde{a}_{2n(U-R)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{a}_{n1(U-R)} & \tilde{a}_{n2(U-R)} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (7)$$

當中 $\tilde{A}_{ij} = [L_{ij}, M_{ij}, U_{ij}]$, $\tilde{A}_{ij} \cdot \tilde{A}_{ij} \approx 1, \forall_{ij} = 1, 2 \cdots n$; L_{ij} : 評比者所填寫尺度區間值之最小值; M_{ij} : 評比者所填寫尺度區間值之平均數; U_{ij} : 評比者所填寫尺度區間值之最大值。而若正倒值矩陣 $A = [a_{ij}]$ 具有一致性，則模糊正倒值矩陣 $\tilde{A} = [\tilde{a}_{ij}]$ 亦具有一致性。

2. 模糊正倒值矩陣之模糊權重

Buckley (1985) 利用幾何平均數的觀念評估各準則之模糊權重，若模糊正倒值矩陣 $\tilde{A} = [\tilde{a}_{ij}]$ ，則其幾何平均值 \tilde{r}_i 與模糊權重值 $\tilde{\omega}_i$ 公式如下公式 (8)、(9) 所示：

$$\tilde{r}_i = (\tilde{a}_{i1} * \cdots * \tilde{a}_{in})^{\frac{1}{n}} \quad (8)$$

$$\tilde{\omega}_i = \tilde{r}_i * (\tilde{r}_1 + \cdots + \tilde{r}_n)^{-1} \quad (9)$$

3. 解模糊化

解模糊化在於將模糊推論所得之結果量化為輸出變數的歸屬函數值，以方便

模糊排序過程中所使用的工具。解模糊的方式有多種，包含：重心法、形心法、平均最大隸屬度法。本研究採用「隸屬度化平均積分值代表法」對三角模糊數去模糊化，來求得最佳明確值進而篩選出平均最大隸屬度，該解模糊化的方式為學者陳山火與謝志勳共同開發之排序方法，此方法經其驗證後，在研究案例屬於模糊、不明確的分析環境下效果都相當顯著（張啟隱等，2019；Chen and Hsieh, 1999；Chen and Hsieh, 2000；Chou et al., 2011；Tzeng and Huang, 2011），而隸屬度化平均積分值代表法之公式如下公式 (10)、(11) 所示：

$$\tilde{A}_{ij} = [L_{ij}, M_{ij}, U_{ij}] \quad (10)$$

$$P(A_i) = \frac{L_{ij} + 4 * M_{ij} + U_{ij}}{6} \quad (11)$$

本研究係採用 F-AHP 分析出航商選擇船級協會所面對的各項因素的優劣順序，進而找出航商會因何種因素來影響到入級船級協會的選擇情形。而分析過程中，本研究透過行向量平均值標準化法來進行計算，其原因為大部分之矩陣為非一致性矩陣，運用該法計算其精確度較佳。而在問卷尺度方面，本研究採 1-9 比率尺度的方式，使用 1-9 的尺度值的目的是在於，其分析後的誤差均方根 (Root Mean Square, RMS) 與中位數絕對誤差 (Median Absolute Deviation, MAD) 最小，較能提供較佳的一致性測試（周明道等，2018；曾

柏興、陳巧瑛，2018；楊清喬等，2018）。

肆、研究結果

本研究參酌周尚偉等人 (2020) 的研究結果後，發現若僅將數據資料直接使用 AHP 模式來進行分析，其所得之成果貢獻略顯不足。首先，研究中採用 1-9 尺度值，雖然可以有效降低 RMS 和 MAD 過大的現象，但尺度值過大容易造成分析結果上較不客觀的情形。其次在周尚偉等人 (2020) 該研究中，缺乏了產業界、公部門以及學術界之間的比較，因此本研究決定延伸其該研究內容。在資料分析的部分，為了使分析結果可以更加客觀，本研究係透過 F-AHP 來解決比較衡量評估不精確之缺點，而除了原先訪談資料外，本研究後續再加上六筆針對學術界以及公部門問卷訪談結果，從而增強產業界、公部門以及學術界之間的差異比較。

4.1 問卷設計及發放情形

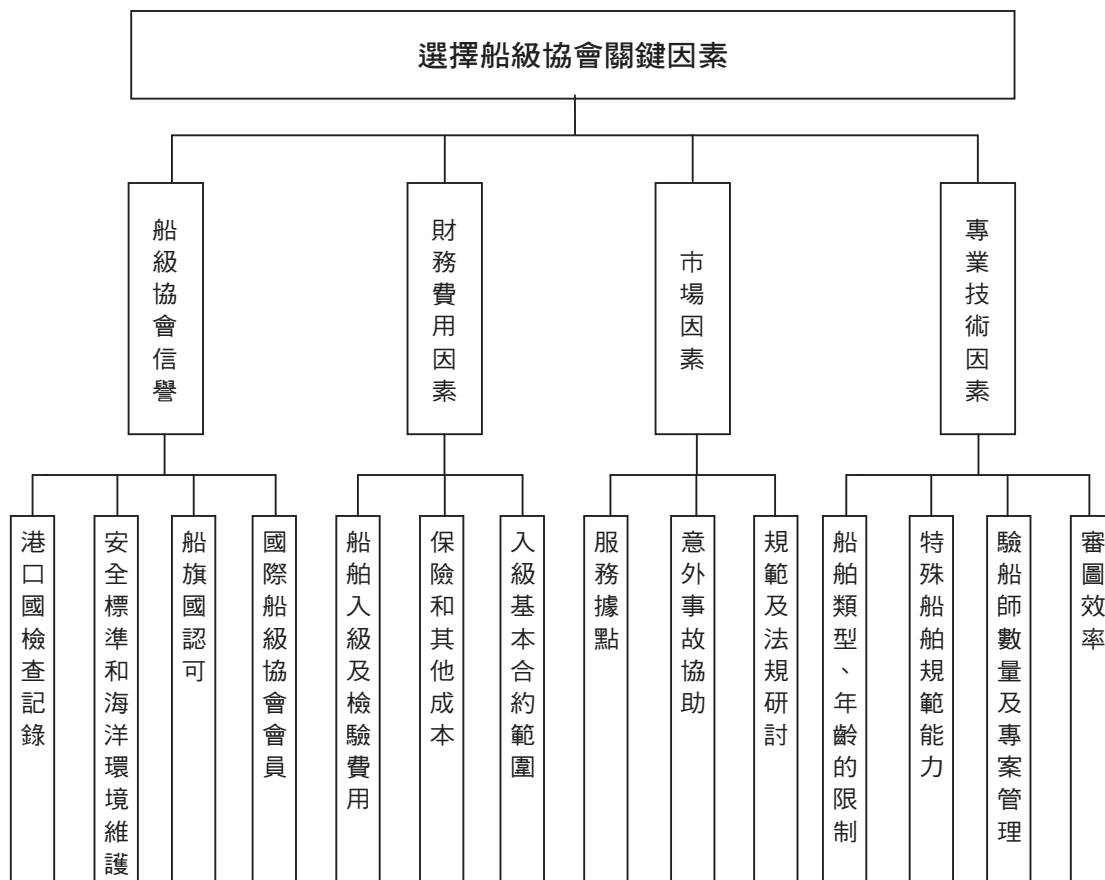
Kartawinata and Wardhana (2013) 的研究中，透過將船級協會的績效表現、入級價格、銷售模式、經營模式、營運模式、制度規章和營運人員等相關策略，從而找出船級協會的經營市場策略和營銷組合策略的方式。因此本研究後續藉由與相關領域之專家和學者進行訪談，針對航商在選

擇入級時，上述七種策略模式中可能會影響選擇情形之原因訂定為研究標的。後續經由與專家學者討論過後，本研究擬將船級協會信譽（含括績效表現策略）、財務費用因素（含括入級價格模式、銷售模式）、市場因素（含括經營模式策略、營運模式策略及制度規章策略）和專業技術因素（含括營運人員策略）等四個研究標的作為航商在做選擇時的評估構面，本研究擬定的研究架構情形如圖 2 所示，而各評估構

面以及評估準則之定義分述如下所述：

1. 船級協會信譽

船級協會類似於確定航運業標準的標準機構，對於各種船舶的建造和分類都有自己的規範和規定，其公正的作用和標準化的規範，為船級協會贏得了高度的可靠性、信任度和聲譽。後續 PSC 在執行檢查時，也會將受檢船舶之船級協會納入評比項目。



資料來源：本研究整理。

圖 2 研究架構圖

- (1) 港口國檢查記錄：船級協會於港口國檢查記錄中缺失率及扣船率表現情形。
- (2) 安全標準和海洋環境維護：船級協會對入級船舶安全標準和要求以及維護規定回應態度。
- (3) 船旗國認可：船級協會是否為船旗國認可組織，是否可以代表該船旗國在法定授權範圍內從事法定檢驗、發證的工作。
- (4) 國際船級協會會員：船級協會是否為國際船級協會 (IACS) 成員。

2. 財務費用因素

國際船級協會對船級協會的收費體系制定了船級協會行為準則，防止船級協會競相壓價和降低檢驗標準的行為發生，同時確保規範的檢驗義務與船舶和作業的風險相匹配，將對受其影響的船舶的符合規定的負擔降至最低。

- (1) 船舶入級及檢驗費用：新船或現成船要求入級時所需付給船級協會的費用，以及船舶年度、中期和特別檢驗所需認證費用。
- (2) 保險和其他成本：船舶在海上航行或在港內停泊期間，若遭遇到自然災害或意外事故所造成的全部或部分損失，以及可能引起的責任賠償所付保險費用。
- (3) 入級基本合約範圍：船舶入級時與船級協會所簽訂合約所包括的項目。

3. 市場因素

各航運公司對於國際或國內關於商船的法規規範之要求瞭解程度參差不齊，相較之下，船級協會規範及 IMO 法規經常配合環境的需求而做改變。因此船級協會為了服務客戶，都會開辦訓練課程或研討會針對法規和規範的變動告知航商客戶。所以船舶在世界各地航行時，船級協會都可以及時提供最新以及完善的服務品質。

- (1) 服務據點：船級協會在全球服務據點的密度。
- (2) 意外事故協助：船級協會對入級船舶在發生事故時支援能力，如擱淺、碰撞或被 PSC 扣船等。
- (3) 規範及法規研討：船級協會常舉辦新規範及國際海事組織 (IMO) 法規研討說明會。

4. 專業技術因素

因為某些地方國家有特定要求，對於特殊船舶的設計產生重大影響，並且可能對某些船級協會或船旗國有限制要求。因此在技術方面，船級協會應具備區域特殊船舶規範能力的經驗和成熟程度，如 SPAR、Semi-sub 或 FPSO 等，可以簡化沿海國家當局的討論和磋商。

- (1) 船舶類型、年齡的限制：船級協會對入級船舶有類型、船齡的限制。
- (2) 特殊船舶規範能力：船級協會在特定船型有其專業能力，如離岸設備、鑽油平台和極地船舶操作等，

且對其營運區域特殊規定的熟悉情形。

- (3) 驗船師數量及專案管理：船級協會驗船師數量與質量在全球的分布情形，以及對於新船的建造或現成船改裝等專案管理能力。
- (4) 審圖效率：船級協會在新船或現成船所需各類圖說的審圖速度。

上述評估構面和評估準則係透過與航商（產業界）、交通部航港局主管人員（公部門）以及相關領域專家學者（學術界）進行探討後所羅列出來的。因此上述這些題項可說是目前實務上最有可能為航商選擇船級協會時的原因，然本研究為了檢視產業界、公部門以及學術界之間，對於問卷中所建置的四項評估構面以及十四項評估準則內容是否適切，以及呈現受訪者對於問卷中評估構面或評估準則的共識情形。因此本研究後續透過問卷前測方式，透過此模式讓專家學者先行檢視此問卷之語意及內容是否適切，從而判斷本問卷是否有不足與缺失之處進而使其更加完善。

執行問卷前測過程中，本研究為求嚴謹，所以本研究將等級限制在 3.5 以上者，分數高於 3.5 分以上者，則視為全體專家學者達成共識，該評估因素予以保留。而相對地，若低於 3.5 分以上者，則將其歸納為專家學者未達共識，該評估因素予以刪除。研究中訂定門檻值等級，其目的係於透過適用性等級評定的方式，從

而檢視研究中所建置的四項評估構面和十四項評估準則內容是否適切，以及呈現受訪者對於問卷中評估構面或評估準則的共識情形。目前多數專家學者在檢視受訪者對於問卷中的同意度時，時常將門檻值訂定為 3（表示受訪者對於問卷中評估構面或評估準則的同意度為 60%）。本研究為求謹慎，因此在此次研究中將適用性等級訂定為「3.5」，表示問卷在前測過程中，其受訪者對於評估構面或評估準則的同意度為 75%。後續本研究彙整前測問卷之結果，詳如下表 3 所示。

根據表 3 的結果顯示，各專家學者對於評估構面以及評估因素給予的回覆均相當可觀（所有平均數均達 3.5 分以上）。後續本研究正式係以這些評估構面以及評估因素作為問卷訪談之題項，並作為最後正式問卷架構。

本研究共分為兩個階段，首先在第一個階段進行發放時，發放時間從 2019 年 07 月 16 日至同年 09 月 21 日止，寄發 22 份後續回收 20 份問卷，問卷回收率為 90.90%。其中本次回收問卷中有效問卷為 16 份，無效問卷 4 份，問卷有效率為 80.00%，此部分相關研究結果已於 2020 年的海空運研討會進行發表（周尚偉等，2020）。第二階段主要係針對學術界以及公部門人員進行訪談，訪談時間從 2020 年 03 月 28 日至同年 04 月 10 日止共發放 10 份，共計回收 8 份問卷，問卷回收率為 80.00%。其中本次回收問卷中有效問

表 3 前測問卷結果彙整表

	層級名稱	平均	百分比
評估構面	船級協會信譽	4.59	91.82%
	財務費用因素	4.55	90.91%
	市場因素	4.27	85.45%
	專業技術因素	4.27	85.45%
船級協會信譽	港口國檢查記錄	4.64	92.73%
	安全標準和海洋環境維護	4.73	94.55%
	船旗國認可	4.64	92.73%
	國際船級協會會員	4.50	90.00%
財務費用因素	船舶入級及檢驗費用	4.50	90.00%
	保險和其他成本	4.23	84.55%
	入級基本合約範圍	4.14	82.73%
市場因素	服務據點	4.14	82.73%
	意外事故協助	4.82	96.36%
	規範及法規研討	4.41	88.18%
專業技術因素	船舶類型、年齡的限制	4.32	86.36%
	特殊船舶規範能力	4.18	83.64%
	驗船師數量及專案管理	4.23	84.55%
	審圖效率	4.41	88.18%

資料來源：本研究整理。

卷為 6 份，無效問卷 2 份，問卷有效率為 75.00%，而受訪的專家學者（僅彙整出問卷具有有效性之專家學者）之一般性統計情形詳如下表 4 所示：

4.2 整體問卷權重分析

進行 F-AHP 分析之前，首先需要先求取其 *C.I.* 值以及 *C.R.* 值來檢定配對比較矩陣的一致性，本研究將各項評估構面

表 4 訪談專家相關資訊彙整表

專家編號	服務單位及職稱	工作經驗	是否曾有與船級協會互動的經驗
專家 1	萬海航運股份有限公司工務部工程師	26 年以上	有
專家 2	裕民（廈門）國際船舶管理有限公司副總	26 年以上	有
專家 3	遠森網路科技股份有限公司航運事業部工務處經理	26 年以上	有
專家 4	萬海航運股份有限公司海技部風險管理課專案課長	26 年以上	有
專家 5	光明海運股份有限公司航務組經理	26 年以上	有
專家 6	國立臺灣海洋大學運輸科學系兼任教授	6~10 年	有
專家 7	台塑海運股份有限公司工務處處長	26 年以上	有
專家 8	傑克船舶安全管理顧問有限公司管理部總經理	16~20 年	有

表 4 訪談專家相關資訊彙整表 (續)

專家編號	服務單位及職稱	工作經驗	是否曾有與船級協會互動的經驗
專家 9	匯群船舶管理顧問有限公司管理部總經理	16~20 年	有
專家 10	國立臺灣海洋大學商船學系助理教授	26 年以上	有
專家 11	益航股份有限公司 ISM 安全管理部駐埠輪機長	26 年以上	有
專家 12	萬海航運股份有限公司海技部駐埠船長	21~25 年	有
專家 13	臺灣港務公司基隆分公司督導兼航管中心經理	26 年以上	有
專家 14	交通部航港局北部航務中心技正	6~10 年	有
專家 15	藍海海運股份有限公司海務部工程師	26 年以上	有
專家 16	萬海航運股份有限公司海技部駐埠船長	16~20 年	有
專家 17	交通部航港局中部航務中心科長	16~20 年	有
專家 18	交通部航港局東部航務中心技正	11~15 年	有
專家 19	交通部航港局北部航務中心技正	11~15 年	有
專家 20	國立臺灣海洋大學輪機工程學系博士生	6~10 年	有
專家 21	國立臺灣海洋大學輪機工程學系博士生	16~20 年	有
專家 22	國立臺灣海洋大學航運管理學系教授	16~20 年	有

資料來源：本研究整理。

以及評估因素分析結果彙整如下表 5 所示。

經表 5 整理過後的結果顯示，可以發現所有受訪者平均的 *C.I.* 值及 *C.R.* 值均小於 0.1，表示分析的數據一致性很高，代表著受訪者的決策過程合乎理性及對考量因素的看法前後一致，因此本研究結果

可以充分表達受訪者意見。後續本研究將航商選擇船級協會時評估模式之評估因素及探討各因素間之權重各項分析情形整理如下表 6 所示。

本研究中運用 F-AHP 求得的構面之權重與各因素之權重值，所得出之構面排序以船級協會信譽構面 (0.5328) 為最重，

表 5 評估構面及評估因素一致性檢定彙整表

層級名稱		<i>C.I.</i> 值	<i>C.R.</i> 值	一致性檢定
評估構面	船級協會信譽	0.0739	0.0821	符合 *
	財務費用因素			
	市場因素			
	專業技術因素			
船級協會信譽	港口國檢查記錄	0.0719	0.0799	符合 *
	安全標準和海洋環境維護			
	船旗國認可			
	國際船級協會會員			

表 5 評估構面及評估因素一致性檢定彙整表 (續)

層級名稱		C.I. 值	C.R. 值	一致性檢定
財務費用因素	船舶入級及檢驗費用	0.0487	0.0839	符合 *
	保險和其他成本			
	入級基本合約範圍			
市場因素	服務據點	0.0568	0.0979	符合 *
	意外事故協助			
	規範及法規研討			
專業技術因素	船舶類型、年齡的限制	0.0546	0.0607	符合 *
	特殊船舶規範能力			
	驗船師數量及專案管理			
	審圖效率			

附註：「*」表示 C.I. 和 C.R. 均小於 0.1，矩陣一致性程度為滿意情形。
資料來源：本研究整理。

表 6 評估因素相對權重彙整表

評估構面 (權重)	排序	評估因素 (權重)	排序
船級協會信譽 (0.5328)	1	港口國檢查記錄 (0.4908)	1
		安全標準和海洋環境維護 (0.2772)	2
		船旗國認可 (0.1473)	3
		國際船級協會會員 (0.0847)	4
財務費用因素 (0.2538)	2	船舶入級及檢驗費用 (0.6533)	1
		保險和其他成本 (0.2263)	2
		入級基本合約範圍 (0.1204)	3
市場因素 (0.1278)	3	服務據點 (0.5814)	1
		意外事故協助 (0.3032)	2
		規範及法規研討 (0.1154)	3
專業技術因素 (0.0855)	4	船舶類型、年齡的限制 (0.5601)	1
		特殊船舶規範能力 (0.2082)	2
		驗船師數量及專案管理 (0.1467)	3
		審圖效率 (0.0851)	4

資料來源：本研究整理。

最後則是為專業技術因素構面 (0.0855)。而在船級協會信譽構面中，以港口國檢查記錄評估因素 (0.4908) 為最重要因素；在財務費用因素構面中，以船舶入級及檢驗

費用評估因素 (0.6533) 為最重要之因素；在市場因素構面中，以服務據點評估因素 (0.5814) 為最重要之因素；最後在專業技術因素構面中，以船舶類型、年齡的限

表 7 整體權重排序彙整表

評估構面 (權重)	排序	評估因素 (權重)	整體權重	排序
船級協會信譽 (0.5328)	1	港口國檢查記錄 (0.4908)	0.2615	1
		安全標準和海洋環境維護 (0.2772)	0.1477	3
		船旗國認可 (0.1473)	0.0785	4
		國際船級協會會員 (0.0847)	0.0452	8
財務費用因素 (0.2538)	2	船舶入級及檢驗費用 (0.6533)	0.1658	2
		保險和其他成本 (0.2263)	0.0574	6
		入級基本合約範圍 (0.1204)	0.0306	10
市場因素 (0.1278)	3	服務據點 (0.5814)	0.0743	5
		意外事故協助 (0.3032)	0.0388	9
		規範及法規研討 (0.1154)	0.0147	12
專業技術因素 (0.0855)	4	船舶類型、年齡的限制 (0.5601)	0.0479	7
		特殊船舶規範能力 (0.2082)	0.0178	11
		驗船師數量及專案管理 (0.1467)	0.0125	13
		審圖效率 (0.0851)	0.0073	14

資料來源：本研究整理。

制評估因素 (0.5601) 為最重要之因素。後續本研究藉由上表 6 所得到之分析結果來計算綜合加權分數，進而獲得整體評估因素的排序，其成果經彙整後，如上表 7 所示。

根據上表 7 彙整後的結果可以得知受訪者們在填寫問卷時，認為最容易影響航商選擇船級協會的因素中，排序最高的為船級協會信譽構面裡的港口國檢查記錄 (0.2615)，其次則為財務費用因素構面裡的船舶入級及檢驗費用 (0.1658)，排名第三則為與排序一同個評估構面中的安全標準和海洋環境維護 (0.1477)。由此可說明，本研究所挑選出的受訪者們認為在面對選擇船級協會時，「港口國檢查記錄」為優先考量的項目因素。

後續本研究為找出產業界、公部門以及學術界之間的差異比較，故將經訪談所獲得到的問卷依受訪者的身分進行分類，而各領域受訪者的分析情形如後續小節所述：

4.2.1 產業界問卷權重分析

本研究在訪談過程中，共計有十二位產業界的專家協助進行訪談並填寫問卷。在選擇受訪者時，本研究主要是找具有選擇入級決定權的討論者或決策者，故本研究所選擇的受訪者皆具有一定的服務年資以及部門職位。而訪談後的結果經 F-AHP 分析後，成果如下表 8 所示。

根據下表 8 彙整後的結果可以得知，產業界受訪者們在填寫問卷時，認為最容易影響航商選擇船級協會的因素中，排序

表 8 產業界受訪者整體權重排序彙整表

評估構面 (權重)	排序	評估因素 (權重)	整體權重	排序
船級協會信譽 (0.5439)	1	港口國檢查記錄 (0.4666)	0.2538	1
		安全標準和海洋環境維護 (0.2926)	0.1591	2
		船旗國認可 (0.1556)	0.0846	4
		國際船級協會會員 (0.0852)	0.0464	8
財務費用因素 (0.2465)	2	船舶入級及檢驗費用 (0.6441)	0.1588	3
		保險和其他成本 (0.2070)	0.0510	6
		入級基本合約範圍 (0.1488)	0.0367	10
市場因素 (0.1211)	3	服務據點 (0.5232)	0.0639	5
		意外事故協助 (0.3632)	0.0444	9
		規範及法規研討 (0.1136)	0.0139	13
專業技術因素 (0.0875)	4	船舶類型、年齡的限制 (0.5365)	0.0469	7
		特殊船舶規範能力 (0.2028)	0.0177	11
		驗船師數量及專案管理 (0.1691)	0.0148	12
		審圖效率 (0.0916)	0.0080	14

資料來源：本研究整理。

最高的為船級協會信譽構面裡的港口國檢查記錄 (0.2538)，其次則為同個評估構面的安全標準和海洋環境維護 (0.1591)，排名第三則為財務費用因素構面裡的船舶入級及檢驗費用 (0.1588)。由此可說明，產業界受訪者們認為在面對選擇船級協會時，「港口國檢查記錄」為優先考量的項目因素。

4.2.2 公部門問卷權重分析

本研究在訪談過程中，共計有五位服務於公部門的專家協助進行訪談並填寫問卷。在選擇受訪者時，本研究主要是找具有參與過 PSC 之公職人員，故本研究所選擇的受訪者皆具有執行過 PSC 檢查經驗。而訪談後的結果經 F-AHP 分析後，成果如下表 9 所示。

表 9 公部門受訪者整體權重排序彙整表

評估構面 (權重)	排序	評估因素 (權重)	整體權重	排序
船級協會信譽 (0.4078)	1	港口國檢查記錄 (0.4524)	0.1845	2
		安全標準和海洋環境維護 (0.2546)	0.1038	3
		船旗國認可 (0.1939)	0.0790	5
		國際船級協會會員 (0.0992)	0.0404	9
財務費用因素 (0.3517)	2	船舶入級及檢驗費用 (0.6607)	0.2324	1
		保險和其他成本 (0.1766)	0.0621	6
		入級基本合約範圍 (0.1627)	0.0572	7

表 9 公部門受訪者整體權重排序彙整表 (續)

評估構面 (權重)	排序	評估因素 (權重)	整體權重	排序
市場因素 (0.1438)	3	服務據點 (0.6360)	0.0915	4
		意外事故協助 (0.2398)	0.0345	10
		規範及法規研討 (0.1242)	0.0179	12
專業技術因素 (0.0967)	4	船舶類型、年齡的限制 (0.5394)	0.0522	8
		特殊船舶規範能力 (0.2219)	0.0215	11
		驗船師數量及專案管理 (0.1549)	0.0150	13
		審圖效率 (0.0837)	0.0081	14

資料來源：本研究整理。

根據上表 9 彙整後的結果可以得知，公部門受訪者們在填寫問卷時，認為最容易影響航商選擇船級協會的因素中，排序最高的為財務費用因素構面中的船舶入級及檢驗費用 (0.2324)，其次則為船級協會信譽構面裡的港口國檢查記錄 (0.1845)，排名第三則為與排序二同個評估構面中的安全標準和海洋環境維護 (0.1038)。由此可說明，公部門受訪者們認為在面對選擇船級協會時，「船舶入級及檢驗費用」為優先考量的項目因素。

4.2.3 學術界問卷權重分析

本研究在訪談過程中，共計有五位學術界的學者協助進行訪談並填寫問卷。在選擇受訪者時，本研究主要是找具有參與過船舶入級決策活動或擔任過船長之學者。此外，本研究也找兩位相關科系背景的博士生協助填寫問卷，其目的在於瞭解目前學術界在教授課程時的內容情形。而訪談後的結果經 F-AHP 分析後，成果如下表 10 所示。

根據下表 10 彙整後的結果可以得

表 10 學術界受訪者整體權重排序彙整表

評估構面 (權重)	排序	評估因素 (權重)	整體權重	排序
船級協會信譽 (0.5583)	1	港口國檢查記錄 (0.5338)	0.2981	1
		安全標準和海洋環境維護 (0.2514)	0.1404	2
		船旗國認可 (0.1169)	0.0653	5
		國際船級協會會員 (0.0978)	0.0546	8
財務費用因素 (0.2139)	2	船舶入級及檢驗費用 (0.6503)	0.1391	3
		保險和其他成本 (0.2570)	0.0550	7
		入級基本合約範圍 (0.0927)	0.0198	11
市場因素 (0.1326)	3	服務據點 (0.5812)	0.0771	4
		意外事故協助 (0.2513)	0.0333	9
		規範及法規研討 (0.1676)	0.0222	10

表 10 學術界受訪者整體權重排序彙整表 (續)

評估構面 (權重)	排序	評估因素 (權重)	整體權重	排序
專業技術因素 (0.0952)	4	船舶類型、年齡的限制 (0.5960)	0.0567	6
		特殊船舶規範能力 (0.2063)	0.0196	12
		驗船師數量及專案管理 (0.1102)	0.0105	13
		審圖效率 (0.0876)	0.0083	14

資料來源：本研究整理。

知，學術界受訪者們在填寫問卷時，認為最容易影響航商選擇船級協會的因素中，排序最高的為船級協會信譽構面裡的港口國檢查記錄 (0.2981)，其次則為同個評估構面的安全標準和海洋環境維護 (0.1404)，排名第三則為財務費用因素構面裡的船舶入級及檢驗費用 (0.1391)。由此可說明，學術界受訪者們認為在面對選擇船級協會時，「港口國檢查記錄」為優先考

量的項目因素。

後續為了可以更加清楚瞭解本次研究的分析情形，本研究依據 4.2 章節內的資料分析結果進行彙整，其成果如下表 11 所示。

伍、結論與建議

本研究透過與專家學者討論及設計前

表 11 全體受訪者整體權重排序彙整表

評估因素	全體		產業界		公部門		學術界	
	整體權重	排序	整體權重	排序	整體權重	排序	整體權重	排序
港口國檢查記錄	0.2615	1	0.2538	1	0.1845	2	0.2981	1
安全標準和海洋環境維護	0.1477	3	0.1591	2	0.1038	3	0.1404	2
船旗國認可	0.0785	4	0.0846	4	0.0790	5	0.0653	5
國際船級協會會員	0.0452	8	0.0464	8	0.0404	9	0.0546	8
船舶入級及檢驗費用	0.1658	2	0.1588	3	0.2324	1	0.1391	3
保險和其他成本	0.0574	6	0.0510	6	0.0621	6	0.0550	7
入級基本合約範圍	0.0306	10	0.0367	10	0.0572	7	0.0198	11
服務據點	0.0743	5	0.0639	5	0.0915	4	0.0771	4
意外事故協助	0.0388	9	0.0444	9	0.0345	10	0.0333	9
規範及法規研討	0.0147	12	0.0139	13	0.0179	12	0.0222	10
船舶類型、年齡的限制	0.0479	7	0.0469	7	0.0522	8	0.0567	6
特殊船舶規範能力	0.0178	11	0.0177	11	0.0215	11	0.0196	12
驗船師數量及專案管理	0.0125	13	0.0148	12	0.0150	13	0.0105	13
審圖效率	0.0073	14	0.0080	14	0.0081	14	0.0083	14

資料來源：本研究整理。

測問卷的方式，從而探討航商選擇船級協會的關鍵因素，續藉由專家問卷分析歸納指標的權重大小與執行優先性，並提出相關具體改善建議。

5.1 結論

本研究將船級協會信譽、財務費用因素、市場因素和專業技術因素等四個層級構面作為航商在做選擇船級協會時的關鍵因素。而在問卷發放的部分，共計發放 32 份問卷，總計回收 28 份問卷，問卷回收率為 87.50%。其中有效問卷為 22 份，無效問卷為 6 份，其問卷有效率為 78.57%，後續本研究結果彙整如下說明：

1. 本研究參酌周尚偉等人 (2020) 的研究結果後，發現若僅將數據資料直接使用 AHP 來進行分析的話，其分析成果所得之貢獻略顯不足。故本研究後續將原先訪談資料再加上六筆針對學術界以及公部門問卷訪談結果，從而增強產業界、公部門以及學術界之間的差異比較。而為了降低分析時衡量評估不精確之缺點，故此次分析方式本研究改以使用 F-AHP 作為分析模式。
2. 根據本研究的分析結果顯示，受訪者認為最容易影響航商選擇船級協會的因素中，排序最高的為船級協會信譽構面裡的港口國檢查記錄 (0.2615)，其次則為財務費用因素構面裡的船舶入級及檢驗費用 (0.1658)，排名第三則為與排序一

同個評估構面中的安全標準和海洋環境維護 (0.1477)。由此可說明，本研究所挑選出的受訪者們認為在面對選擇船級協會時，「港口國檢查記錄」為優先考量的項目因素。

3. 本研究後續將訪談所獲得到的問卷，依受訪者的身分進行分類 (以產業界、公部門以及學術界進行分類)，發現到產業界受訪者的分析情形當中，除了「港口國檢查記錄」的整體權重與其他評估因素落差極大之外，其餘的評估因素之間的整體權重並無太大的差異。其次，產業界以及學術界認為最容易影響航商選擇船級協會的因素排序完全相同，代表著目前學校所教學的內容是有與時俱進而非故步自封。最後，根據表 11 所彙整的分析結果顯示，整體受訪者的權重結果的確會受到不同領域受訪者的填答結果影響，故本研究依受訪者的身分進行分類並分開分析探討，是有其必要性存在的。

5.2 建議

本研究已於 2020 年在長榮大學所舉辦的 2020 海空運論文研討會，有先針對其部分內容進行發表 (周尚偉等, 2020)。本研究後續乃承續銜接該研究議題，藉由加上多位學術界和公職人員之訪談問卷成果，以及更換分析方式來進行數據分析。由於本研究主要係針對選擇船級協會決策

為研究標的，故本研究後續針對航運業者及船級協會提出下列幾點建議事項。

1. 航運業者

根據本研究分析過後的結果可以得知，產業界的受訪者於本次研究中，其分析情形當中的評估因素，除了前三順位的評估因素以外，其餘的評估因素之間的整體權重並無太大的差異（後續的排序情形，除了安全標準和海洋環境維護 (0.1591) 和船舶入級及檢驗費用 (0.1588) 的權重值有突破 0.1 之外，其餘評估項目皆未突破 0.1)。而且排序第一的港口國檢查記錄 (0.2538) 的整體權重與其他評估因素落差極大，此情形更能充分反映出目前航運業者最關切的評估船舶入級的方向。

雖然從本研究的分析資料中可以得知，航商雖然也會關切船舶入級及檢驗時所產生的費用，但相較於 PSC 進行檢查時所造成的時間成本以及被 PSC 執行扣船所產生的額外成本來說，航運業者比較在意後者這部分。因此，目前航運業者在選擇船級協會時，除了看重船級協會本身對於安全標準的堅持以及衡量船舶適航情形的專業性外，該船級協會於 PSC 的績效也逐漸是選擇因素之一。但航運業者除了從船級協會於 PSC 的表現情形作為評量標準外，是否亦可將船旗國的選擇也納入考慮之中？由於 PSC 在篩選受檢船舶的依據廣泛，除了船齡、船型、上次 PSC 檢查記錄作為篩選受檢船舶的考量外，船旗國的表

現情形也是被納為評選因素之一，因此就算航運業者入級到表現良好的船級協會當中，只要該船舶的船旗國表現不理想，其成果也會付諸東流。

2. 船級協會

船級協會對於其信譽的維護當視為第一要務，雖然每家的船級協會本身對於安全標準的堅持以及衡量船舶適航情形的專業性給予高的的認同，但是否會有次級的船級協會為了爭取船舶入級而放寬入級門檻呢？因此本研究認為，船級協會對於入級的船舶應該要有完善的入級審核機制。

由於入級船舶的表現情形會影響到 PSC 篩選受檢船舶的依據，所以船級協會應該要加強入級船舶的審核措施，對於入級船舶的類型、年齡的限制應該要有更加完整且清楚的檢驗措施規範。如此船級協會除了可以適時地提供專業技術的服務外，也可以有效提升入級船舶在 PSC 檢查記錄的表現。

5.3 後續研究建議

1. 延伸研究範圍

本研究主要是以臺灣航運業為研究範圍，後續若想繼續探討相關議題者，也可以將香港航運業納入研究範圍。香港除了是國際金融、工商服務業中心外，目前也成為世界上重要的航運中心，再加上諸多的中國航商在香港也設立多家公司籌資，

此作法可為兩岸三地的航商在此議題上提供不同的研究方向。

2. 增加研究樣本族群

本研究在產業界主要進行問卷訪談的對象為航運界相關部門人員，後續為了評估公司內不同管理層決策者的觀點和意見，受訪者可擴大包括負責船舶日常運營的高級管理層，如董事、總經理和副總裁以及船隊經理和負責人，使研究成果得以進一步提升。

參考文獻

丁吉峯、程慶偉，2012，從貨櫃航商之觀點評估綠色航運績效指標，*航運季刊*，第 21 卷，第 3 期，25-43。

沈劍虹，2017，港口國檢查之船舶遴選再檢模式之研究，國立臺灣海洋大學商船學系碩士論文，基隆市。

周明道、丁吉峯、周聰佑、邱銘宏，2018，高雄港國際旅客中心關鍵服務品質要素之研究，*航運季刊*，第 27 卷，第 4 期，49-63。

周尚偉、張啟隱、沈劍虹，2020，我國航運公司選擇船級協會關鍵因素之研究，2020 長榮大學海空運論文研討會論文集，1-17，臺南市。

周尚偉，2020，模糊層級分析法應用於海運業選擇船級協會決策因素探討研究，國

立臺灣海洋大學商船學系碩士論文，基隆市。

倪安順、陳善民，2009，定期貨櫃航商策略聯盟夥伴評選之研究——模糊多準則決策方法之應用，*航運季刊*，第 18 卷，第 1 期，21-43。

梁金樹、丁吉峰、許哲維，2009，第三方物流業者評選模式之建構：模糊多準則決策之應用，*航運季刊*，第 18 卷，第 3 期，17-36。

曾柏興、陳巧瑛，2018，郵輪污染管制策略之探討，*航運季刊*，第 27 卷，第 3 期，1-27。

張朝陽，2009a，論港口國管制及我國之實踐(上)，*船舶與海運通訊*，第 65 期，1-27。

張朝陽，2009b，論港口國管制及我國之實踐(下)，*船舶與海運通訊*，第 66 期，28-34。

張啟隱、劉中平、沈劍虹、邱重盛，2019，臺灣國際商港港口國管制(PSC)受檢船舶遴選再檢模式之研究，*運輸學刊*，第 31 卷，第 3 期，297-325。

楊世豪、鍾政棋、李選士，2013，兩岸直航船舶設籍方案之評選——以我國散裝航運公司為例，*運輸計劃季刊*，第 42 卷，第 4 期，305-330。

楊清喬、呂介豪、張智姮，2018，國際物流中心整合跨境電商管理之關鍵成功因素探討，*航運季刊*，第 27 卷，第 2 期，73-97。

- 蔡明田、黃昭陽，2019，應用層級分析法建構鐵路號誌設備維修策略之評選模式，*運輸學刊*，第 31 卷，第 2 期，153-177。
- 劉亞寧，2013，定期航運業經營四方物流關鍵能力之研究，*航運季刊*，第 22 卷，第 4 期，71-91。
- 劉中平、翁順泰、張啟隱、邱重盛、沈劍紅，2018，多準則決策應用於我國航商選擇壓艙水系統設備之研究，*中華民國運輸學會 107 年年會暨學術論文國際研討會論文集*，564-588，臺中市。
- 韓子健、王昱傑，2012，以模糊多準則決策評估臺灣航運管理系學生專業課程學習困難度之研究，*航運季刊*，第 21 卷，第 2 期，1-21。
- 顏進儒、鍾辰芳、郭姿吟，2018，海峽兩岸商務航空市場最適機型選擇，*運輸學刊*，第 30 卷，第 1 期，1-29。
- Abdel-Kader, M.G. Dugdale, D. and Taylor, P., 2018. *Investment decisions in advanced manufacturing technology: A fuzzy set theory approach*, Routledge.
- Abdel-Basset, M. Mohamed, M. Zhou, Y. and Hezam, I., 2017. Multi-criteria group decision making based on neutrosophic analytic hierarchy process. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 33(6), 4055-4066.
- Amirafshari, P. Barltrop, N. Bharadwaj, U. Wright, M. and Oterkus, S., 2018. A review of nondestructive examination methods for new-building ships undergoing classification society survey. *Journal of Ship Production and Design*, 34(1), 9-19.
- Buckley, J.J., 1985. Fuzzy hierarchical analysis. *Fuzzy sets and systems*, 17(3), 233-247.
- Brooks, M.R., 1996. The privatization of ship safety. *Maritime Policy and Management*, 23(3), 271-288.
- Burton, G.C. and Feijo, L.P., 2008. *Practical role of classification societies in verifying safe design on offshore oil and gas facilities*. SHIPPING, ABO (ed.).
- Cariou, P. and Wolff, F.C., 2011. Do Port State Control inspections influence flag-and class-hopping phenomena in shipping? *Journal of Transport Economics and Policy*, 45(2), 155-177.
- Chen, S.H. and Hsieh, C.H., 1999. Graded mean integration representation of generalized fuzzy number. *Journal of The Chinese Fuzzy Systems Association*, 5(2), 1-7.
- Chen, S.H. and Hsieh, C.H., 2000. Representation, ranking, distance, and similarity of LR type fuzzy number and application. *Australian Journal of Intelligent Processing Systems*, 6(4), 217-229.
- Chou, C.C. Liu, L.J. Huang, S.F. Yih, J.M. and Han, T. C., 2011. An evaluation of airline service quality using the fuzzy weighted SERVQUAL method. *Applied Soft Computing*, 11(2), 2117-2128.

- Chen, J. Zhang, S. Xu, L. Wan, Z. Fei, Y. and Zheng, T., 2019. Identification of key factors of ship detention under Port State Control. *Marine Policy*, 102, 21-27.
- Chan, H.K. Sun, X. and Chung, S.H. 2019. When should fuzzy analytic hierarchy process be used instead of analytic hierarchy process? *Decision Support Systems*, 125, 1-10.
- Emecen Kara, E.G., 2016. Risk assessment in the Istanbul Strait using Black Sea MOU port state control inspections. *Sustainability*, 8(4), 1-17.
- Fili, A. and Songip, A. R., 2017. Innovation management in oil tanker vessels safety. *Malaysian Construction Research Journal*, 1(1), 241-259.
- Goh, L.B. and Yip, T.L., 2014. A way forward for ship classification and technical services. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 30(1), 51-74.
- Gard., 2019. *Rule 2019*. Gard AS.
- Ho, W. and Ma, X., 2017. The state-of-the-art integrations and applications of the analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, 267(2), 399-414.
- Jeon, J.W. Yeo, G.T. Thai, V.V. and Yip, T.L., 2016. An evaluation of the success factors for ship management companies using fuzzy evaluation method. *International Journal of Shipping and Transport Logistics*, 8(4), 389-405.
- Kartawinata, B.R. and Wardhana, A., 2013. Marketing strategies and their impact on marketing performance of Indonesian ship classification society. *International Journal of Science and Research*, 4(2), 69-74.
- Kubler, S. Robert, J. Derigent, W. Voisin, A. and Le Traon, Y., 2016. A state-of-the-art survey & testbed of fuzzy AHP (FAHP) applications. *Expert Systems with Applications*, 65, 398-422.
- Kovacic, Z. and Bogdan, S., 2018. *Fuzzy controller design: theory and applications*, CRC press.
- Kimera, D. and Nangolo, F.N., 2019. Maintenance practices and parameters for marine mechanical systems: a review. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 26(3), 459-488.
- Luttenberg, A., 2007. *Classification Societies within Marine Regulatory Environment of the European Union and National Perspective of the Republic of Croatia*. The 6th International Conference, International Integrations, Competition and Cooperation.
- Liao, C.N. and Kao, H.P., 2014. An evaluation approach to logistics service using fuzzy theory, quality function development and goal programming. *Computers & Industrial Engineering*, 68, 54-64.
- Li, K.X. Yin, J. and Fan, L., 2014. Ship safety index. *Transportation research part A: policy and practice*, 66, 75-87.

- Lazakis, I. Dikis, K. Michala, A.L. and Theotokatos, G., 2016. Advanced ship systems condition monitoring for enhanced inspection, maintenance and decision making in ship operations. *Transportation Research Procedia*, 14, 1679-1688.
- Lissillour, R. and Bonet Fernandez, D., 2020. The balance of power in the governance of the global maritime safety: the role of classification societies from a habitus perspective. In *Supply Chain Forum: An International Journal*, Taylor & Francis. 1-13.
- Mangla, S.K. Kumar, P. and Barua, M.K., 2015. Risk analysis in green supply chain using fuzzy AHP approach: A case study. *Resources, Conservation and Recycling*, 104, 375-390.
- Mosadeghi, R. Warnken, J. Tomlinson, R. and Mirfenderesk, H., 2015. Comparison of Fuzzy-AHP and AHP in a spatial multi-criteria decision making model for urban land-use planning. *Computers, Environment and Urban Systems*, 49, 54-65.
- Murtagh, F. and Kurtz, M. J., 2016. The classification society's bibliography over four decades: history and content analysis. *Journal of Classification*, 33(1), 6-29.
- Saaty, T.L., 1980. *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*, McGraw-Hill: New York.
- Stopford, M., 2009. *Maritime economics*, 3rd Edition, Routledge.
- Saaty, T.L., 2008. Decision making with the analytic hierarchy process. *International journal of services sciences*, 1(1), 83-98.
- Silos, J.M. Piniella, F. Monedero, J. and Walliser, J., 2013. The role of the Classification Societies in the era of globalization: a case study. *Maritime Policy & Management*, 40(4), 384-400.
- Schøyen, H. and Steger-Jensen, K., 2017. Nuclear propulsion in ocean merchant shipping: The role of historical experiments to gain insight into possible future applications. *Journal of Cleaner Production*, 169, 152-160.
- Tzeng, G.H. and Huang, J.J., 2011. *Multiple attribute decision making: methods and applications*, CRC press.
- United Nations Ocean and the Law of the Sea, 2020. United Nations Convention on the Law of the Sea of 10 December 1982. Available at: https://www.un.org/depts/los/convention_agreements/convention_overview_convention.htm (accessed 19 February 2020).
- Van Laarhoven, P.J. and Pedrycz, W., 1983. A fuzzy extension of Saaty's priority theory. *Fuzzy sets and Systems*, 11(1-3), 229-241.
- Vaughan, B., 2006. The liability of classification societies. University of Cape Town, Cape Town.
- Wind, Y. and Saaty, T.L., 1980. Marketing applications of the analytic hierarchy process. *Management science*, 26(7), 641-658.

Wahid, A.S.A. Ahmad, M.Z. Ahmad, K.A. Taylor, J.P. Abdullah, A. Al-Shafiq, A.A. and Kitagawa, K., 2018. Demystifying ship operational availability: an innovative approach for management of in-service support contracts. *Science & technology research institute for defence*, 11(2), 338-360.

Yang, Z. Yang, Z. and Yin, J., 2018. Realising advanced risk-based port state control inspection using data-driven Bayesian networks. *Transportation Research Part A: Policy Practice* 110, 38-56.

Zolfani, S.H. Esfahani, M.H. Bitarafan, M. Zavadskas, E.K. and Arefi, S.L., 2013. Developing a new hybrid MCDM method for selection of the optimal alternative of mechanical longitudinal ventilation of tunnel pollutants during automobile accidents. *Transport*, 28(1), 89-96.

