

規劃與建置區域型海運區塊鏈雛型系統

Design and Implementation of Regional Maritime Blockchain Prototype System

林秀芬 (Hsiu-Fen Lin)^{①*}、林翰 (Han Lin)^②

摘要

隨著資訊科技快速變遷，以及海運貿易市場競爭日益加劇，海運航商必須建置一個分散式、可共享、具標準化、安全機制的線上交易平台，才能提供客戶更好的服務品質。本研究擬以區塊鏈技術為基礎，設計和建置一個系統架構，提供海運生態鏈上的所有參與夥伴，共享交易資訊。區塊鏈架構下所提出之分散式帳本處理模式，是一套共享、可複製的授權帳本，不需依賴第三方，可以在各自的分散式節點進行交易資訊之儲存、驗證、與傳遞作業。本研究擬以臺灣海運貿易作業流程為例，規劃與建置區域型海運區塊鏈雛型系統，提供可信賴性、加密安全性、不可竄改性、可追蹤性、智能合約等區塊鏈技術之特色，期能藉由雛型系統之設計與建置，瞭解臺灣海運產業導入區塊鏈技術的可行性與實用性。

關鍵字：區塊鏈、系統架構、雛型系統、臺灣海運產業

Abstract

Rapid technological change, as well as shifting patterns of international trade and competition, it is necessary for shipping companies to develop distributed, sharing, standardized and secured online platforms to achieve a higher level of maritime services. This study focuses on designing and implementing a system

①* 通訊作者，國立臺灣海洋大學航運管理學系教授；聯絡地址：202 基隆市中正區北寧路 2 號，國立臺灣海洋大學航運管理學系；E-mail: hfin@mail.ntou.edu.tw。

② 國立臺灣海洋大學航運管理學系碩士。

framework for sharing information and services among the parties within the maritime ecosystem, and suggesting blockchain as the supporting technology for realizing the proposed framework. In order to emphasize the importance of blockchain in Taiwan maritime industry, this study proposes a regional maritime blockchain prototype system which facilitates valid and effective measurement of performance of maritime trade processes. The prototype system is afforded by key characteristics of blockchain, such as reliability, security, reliability, transparency, immutability and smart contracts.

Keywords: Blockchain, System framework, Prototype system, Taiwan maritime industry

壹、緒論

全球貨櫃輪運輸產業龍頭馬士基 (MAERSK)，於 2017 年 3 月已協同 IBM 公司聯手建立全球數位貿易平台 (Global Trade Digitalization Platform, GTD)，利用區塊鏈 (Blockchain) 技術以降低交易成本和複雜作業程序，改善海運生態鏈效率，實現全球無縫貿易。全球數位貿易平台涵蓋範圍包括全球海關、港口營運公司、碼頭、貨運代理業者、海運航商、貨櫃場、相關貿易組織等相關單位，期能將端對端的供需鏈與交易流程數位化，協助企業有效率地進行營運管理，並追蹤全球數千萬個船運貨櫃的即時資訊，提高貿易夥伴之間的資訊透明度，進而實現高度安全的訊息共享，為全球海運貿易相關行業，節省巨額的交易成本。

海運貿易因為其運送期間較長之特性，貨物在裝上船時，即開始了傳統的海

運貿易作業，貨物交易的憑證主要為載貨證券 (B/L, Bill of Lading)，而交易的付款模式為開立信用狀 (L/C, Letter of Credit)，因為裝上船的貨物價格不菲，所以不論是 B/L 或是 L/C 的開立，為了降低可能的交易風險，其交易程序必定相當繁瑣，所需準備相關文件與所付出人力成本，亦相當可觀。雖然，海運貿易在其成本控制上已經極為低廉，但其作業效率、不信任的重複性業務、資訊透明度等問題，一直是海運業長久以來存在的挑戰，而全球數位貿易平台即是利用區塊鏈技術，結合網路鏈結應用、資訊安全政策和雲端計算技術，解決傳統海運貿易作業信任上的問題。

依據海運諮詢機構 Alphaliner 公布，截至 2020 年 2 月為止，目前臺灣三大航商，分別為長榮海運、陽明海運與萬海海運，其在全球航運業經營績效排名為第 7、8、12 名，市場率占比全球海運航商的 9.4% (Alphaliner, 2020)，可見臺灣航運業

在全球航運市場具有舉足輕重的影響力。因此，臺灣海運產業為保有目前的經營績效與競爭力，如何善用新興科技，達到節省成本、提高顧客服務品質，進而強化競爭優勢，實為臺灣海運產業首要的任務與挑戰。此外，許多國內外學者也一致認為，如何成功地規劃海運業區塊鏈發展架構，進而開發其相關系統雛型，促成海運貿易參與成員能彼此共享資源與利益乃是近年來資訊管理與海運運輸學界、實務界中，共同關切的重要研究議題之一（羅鈺珊，2017；楊佳侑，2019；Di Gregorio and Nustad, 2017；Czachorowski et al., 2019）。目前臺灣在海運區塊鏈系統之設計與建置歷程，仍屬於研發階段，尚無法與全球數位貿易平台完全接軌。在臺灣海運業加入全球數位貿易平台之前，本研究擬以臺灣海運貿易作業流程為例，在可以管控的範圍內，先試行小規模區域型海運區塊鏈系統之規劃與建置，作為某一區域營運私有區塊鏈之雛型系統，瞭解區域型海運區塊鏈系統的可行性與實用性。

貳、區塊鏈技術背景與相關應用概況

2.1 區塊鏈技術背景

區塊鏈技術是繼網際網路普及應用之後，重大的資訊技術革新（徐明星等人，

2017）。傳統網際網路所處理與交易的內容是訊息，而區塊鏈所處理與交易的內容則是價值。任何可以被擁有或是控制之有形或無形事物，即是資產，而資產的流通會產生價值。資產依其形式分為有形資產與無形資產（徐瑞珠，2016；Li et al., 2018）。有形資產如一套房子，而抵押貸款就是無形資產的一種，另外，流通在市面上的現金，則是一種具有匿名屬性的資產，而記錄現金交易的帳本（Ledger），則是記錄與儲存商業交易資產的系統，它記錄了參與方之間的交易，如果有多個商用網路交易，則會有多個不同的帳本。而區塊鏈是將多個不同參與方之間的帳本，整合為單一共享帳本的一種技術，凡是在區塊鏈上的授權用戶，皆可即時查閱此帳本（王擎天，2017）。

此外，傳統的資訊系統交換傳遞模式，不易形成一個互信的網路架構，往往要經過多層次的審核與確認，費用高且易受攻擊。而區塊鏈架構下所提出之分散式帳本處理模式，是一套共享的、可複製的授權帳本。具有達成多方共識，可溯源、與無法私自篡改等特性（Olmes et al., 2017）。區塊鏈技術的基礎架構是利用區塊鏈式數據結構進行驗證與儲存資訊，藉由分散式節點共識算法產生和更新即時資訊，且以密碼學演算法保證資訊傳輸的安全，亦能利用自動化腳本代碼組成智能合約，形成一種分散式基礎架構與計算的模式（中國工信部，2016；楊保華、陳昌，2017）。

2.2 區塊鏈的主要特點

若從資訊技術的角度審視區塊鏈特性，它是一個去中心化，集體維護共同一份記帳記錄的資訊技術解決方案 (de Leon et al., 2017; Garzik and Donnelly, 2017)，這個解決方案透過密碼加解密方式，傳遞與處理區塊鏈上的每個相關聯的資料區塊；而鏈的意思也就是串接多個資料區塊，每一個區塊皆參照前到了前一個相關聯的資料區塊，故稱為區塊鏈。區塊鏈技術顛覆傳統資料庫的存取方式與機制，利用分散式儲存來進行安全有序，並能迅速的處理區塊資料庫。傳統集中式資料庫系統因為集中與單一很容易成為系統瓶頸，一旦被駭客惡意攻擊時，整個資料庫的安全也會全部瓦解。加密的分散式儲存系統架構，可以將所需儲存與處理的區塊資料分散，提高其延展性與可用性 (Kshetri, 2018)。

另外，公開性也是區塊鏈重要特性之一，區塊鏈的本質是一個全網相互驗證的公開紀錄系統，系統所做的每一件事，

與發生的每一個交易，都是可被追蹤且被記錄在每一個節點的帳本，以確保每一項記錄，不會無法分辨真偽或被隱瞞，包括帳本的程式碼都是公開的開放程式原始碼，確保公開透明而強化其信任機制 (Ying et al., 2017)。目前區塊鏈技術可以依使用範圍不同，區分為公共區塊鏈 (Public Blockchain)、私有區塊鏈 (Private Blockchain) 以及聯盟區塊鏈 (Consortium Blockchain)，如表 1 所示，公共區塊鏈是可以對所有人開放的區塊鏈架構，私有區塊鏈則侷限在單獨的個人或實體單位，而聯盟區塊鏈則是針對特定的組織或團體。

2.3 海運貿易作業現況與瓶頸

在海運貿易作業過程中，無論是託運人或是收貨人皆急迫需要準確、即時交易資訊，才能達成高效率、低成本的運輸服務 (林光、張志清，2016)。整體而言，現行海運貿易作業現況所面臨的經營問題與困境，茲說明如下：

表 1 區塊鏈架構比較表

	公共區塊鏈	私有區塊鏈	聯盟區塊鏈
參與者	任何人或組織團體	特定的中心控制者制定可參與成員	預先設定、具有特定特徵的成員
中心化方式	去中心化	中心化	多中心化
信任機制	工作量證明演算法 (確認交易與避免雙重支付)	自行背書	共識機制
記帳人	所有參與者	自訂	參與者協商決定
激勵機制	需要	不需要	可自行決定
典型應用	比特幣	內部研發測試使用	清算

1. 現行點對點式資訊系統，難以符合全球數位貿易平台要求

缺乏對業務代理作業和相關資訊的即時可視性，無法從品質和業務角度控管全球相關代理作業，同時也缺乏掌握全球客戶一致性的需求分析，而多點傳遞流程，易造成資訊錯誤、或是資訊不對稱的情況發生。

2. 缺乏全面性的運費報價管理

缺乏統一的報價系統與相關成本的掌握，此外，缺乏對邊際利潤控管的報價流程，也常有未經確認的非正式報價。

3. 不精確的航線安排與營運調度

報價與服務航線系統無法精準整合，導致航商因為不正確的路線，而產生額外費用，造成成本的增加，也缺乏標準的航線與定價的安排機制，導致多由代理商或相關定價部門，自行利用人力與經驗進行航線安排與報價；預訂計畫常常是根據個人經驗判斷進行的，造成客戶不易掌握貨況追蹤。

4. 承擔不確定的運輸風險

對於運輸貨物種類無法做精準判斷，其是否為危險品或是非法物品，可能造成延誤、毀損等無法預期的運輸風險，目前也缺乏整合性系統，提供點到點準確的預計到港時間、預計離港時間，使得相關單位無法事先預做準備與安排。

5. 高額的空櫃處理成本

全球貨櫃輪上近三分之一的櫃都是空

櫃，港口間的空櫃調度成本亦高，而航商每年花費高額成本進行空櫃調度。

目前海運貿易作業是以電子資料交換 (Electronic Data Interface, EDI)，或是面對面方式進行資訊交換或傳遞。雖然 EDI 已經行之有年，且在點對點資訊溝通傳遞方面已非常有效與即時，但它仍然需要在作業流程中的每個節點，進行彙整與驗證，才能提供雙方一致的內容和處理狀態。然而，EDI 交易只在兩個節點之間進行，海運貿易生態鏈中的其他合作夥伴，無法掌握即時交易資訊，必須再透過另一層的資訊彙整與發佈，才能得知最新資訊，一旦產生時間差，可能會衍生交易的風險。對於整個海運貿易生態鏈而言，如何改善貨物全球交付時程預測、降低運輸成本、減少重複性作業和確保客戶滿意度，是一項必須且無法避免的巨大任務，因此，海運業者需重新設計與規劃海運貿易作業流程，並且整合比以往更多的海運供應鏈上合作夥伴。

學者楊佳侑 (2019) 強調區塊鏈技術能為海運貿易與供應鏈融資帶來重要的技術變革，並提及記號化、智能合約、物聯網裝置、人工智慧工具、應用程式介面等技術，有助於海運貿易區塊鏈之系統設計與開發。Loklindt et al. (2018) 以半結構化訪談方式，整合海運相關業者、資訊軟體公司、政府部門等意見，描述區塊鏈的管理架構與應用平台，能夠提供海運產業一個安全的交易環境。而海運產業採用區

塊鏈技術的意願，亦會因為其他產業是否成功建置區塊鏈平台，而影響其採用意願 (Czachorowski et al., 2019)。顯見海運貿易作業流程是適合被應用於區塊鏈系統中，相對地，如何建置一個透明、高效和敏捷的海運貿易整合系統，增加作業效率，降低成本、提高客戶滿意度，對於海運產業實有其重要性及急迫性的需求。此外，客戶要求海運航商和物流業者，要能準確預測貨物離港和到港時間、以及降低運送成本等，惟有提供更敏捷服務速度，才能解決目前海運產業所面臨的重大挑戰。

參、區域型海運區塊鏈系統設計及其特性

3.1 系統概念

區域型海運貿易生態鏈的參與成員包括海運航商、承攬業者、物流業者、同業、進出口業、政府海關，其整合關聯圖如圖 1 所示。海運貿易作業上每個節點間的資訊交換，可以經由區塊鏈系統，自動記錄與產生每筆傳輸的結果和內容。同時，依據權限控管與智能合約的設定，可以發佈傳輸內容給相關單位，達到導入區塊鏈後，能降低溝通成本的衍生效果。另外，基於區塊鏈的特性，所有參與成員必須參與共識作業，以確保其內容的正確性與安全性，而參與方不需自建資訊平台與系統，以及付出高額的維運費用，即可享有相關資訊價值，上述功能都是現行傳統海運貿易資訊系統難以達到的。

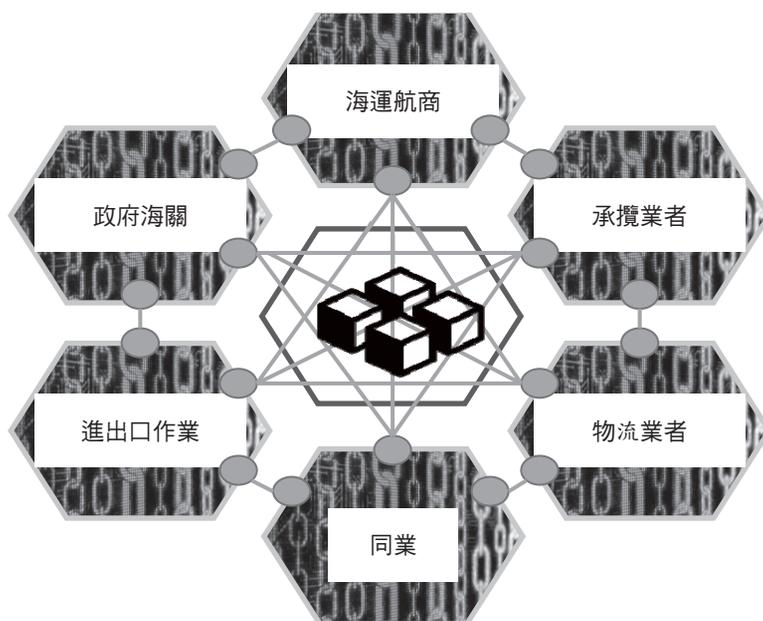


圖 1 區域型海運貿易生態鏈整合關聯圖

全球數位貿易平台可以視為是公共區塊鏈的應用之一，具有互聯互通、共享共治的特性，在臺灣海運產業加入全球數位貿易平台之前，本研究擬以臺灣海運貿易作業流程為例，在可以管控的範圍內，先試行小規模區域型海運區塊鏈系統之規劃與建置，其規劃示意圖如圖 2 所示，作為某一區域營運私有區塊鏈之雛型系統，瞭解區域型海運區塊鏈系統的可行性與實用性。

3.2 系統特性

本研究所提出之區域型海運區塊鏈系統設計主要有二項優勢：

1. 整合不同領域利害關係人

區域型海運區塊鏈系統能與政府關港貿單一窗口的相關單位直接連線作業，改變傳統點對點傳輸方式，以增加資料可視性與可用性。而區塊鏈所提供的信任機制，能加快跨組織間的資訊流與資訊交換，提升相關業者競爭力與降低成本。此外，即時正確的交易回應及查詢服務，免除需透過公部門或中介服務，才可存取資訊的時效差與服務費用。一旦區域型海運區塊鏈系統成功建置，亦有助於臺灣海運貿易作業與全球數位貿易平台完全接軌。

2. 形成新型態海運貿易生態鏈

區域型海運區塊鏈系統採用關港貿規

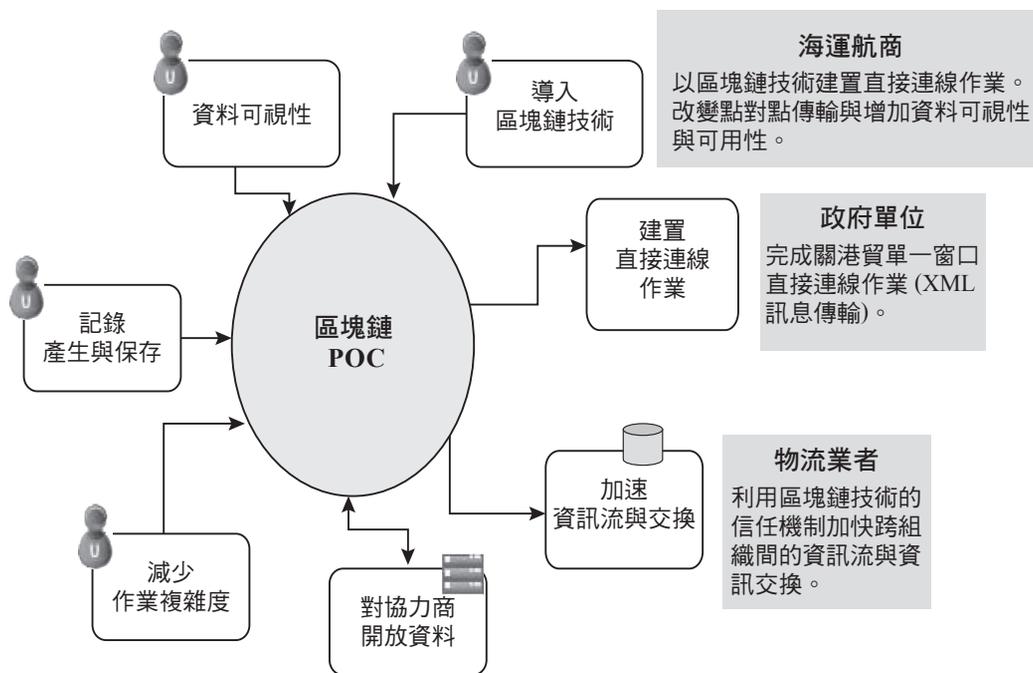


圖 2 區域型海運區塊鏈系統規劃示意圖

範的 XML 格式進行訊息交換與傳遞，因此，其他採用 XML 格式訊息傳遞的海運相關業者，可以易於與區塊鏈系統進行連結。而海運相關業者加入區塊鏈系統後，可形成一個具有高度數位化、安全性的關港貿生態系統，提供更多元的資訊，降低溝通成本和提高資訊交換的速度與彈性，亦有機會將訊息整合加值後，衍生新的服務機制。此外，一旦海運相關業者加入區塊鏈後，累積一定的業者數量和資訊類別之後，即可產生一個新的創新平台，必能提供發展更多新類型的收費服務，以及創造更有效益的作業流程。

3.3 系統作業流程

海運貿易作業流程特別適合被應用於區塊鏈系統中，因為海運貿易作業即是建立在一個不信任的傳輸網路上，本研究擬以貨櫃航運為例，設計區域型海運區塊鏈系統，將交易資訊公開、透明化，從最開始的下訂單到交付貨物的整個過程，以區塊鏈技術加以整合記錄，有效率、安全地管理貨運量、船運量、以及港埠作業等業務。而系統設計的關鍵即是將載貨證券 (B/L) 視為是區塊鏈中的數位資產，在系統進行驗證和轉移，同時能夠確保海運生態鏈每一節點上發生的交易訊息，皆能詳實按照時間順序記錄在區塊鏈上，以降低

成本和複雜程序，改善海運生態鏈效率，邁向新一代的海運貿易作業模式。

區域型海運區塊鏈系統實作過程，必須依循海運貿易作業流程，本研究定義與建立每一個參與方的權責、以及在作業流程中所扮演的角色。本系統的系統參與單位包括有進出口雙方、買賣雙方銀行、出口港與出口方海關、航運公司、進口港與目的地海關、相關運輸公司等單位。海運貿易流程中最基本的貿易文件需要被審核或是傳遞，但相關文件在尚未完全電子化之前會保留原有作業模式，只是必須轉成電子檔格式上傳到系統，以作為整個流程的證明文件，而貿易文件的上傳、儲存、閱覽或異動紀錄，也會被系統完全保留，作為實質貿易所需文件與安全查核之用。除了貿易文件的審核、傳遞以外，海運貿易流程作業亦涵蓋了開立信用狀 (L/C)、載貨證券 (B/L) 簽放、以及海關的核可業務、報關文件審核業務等，系統作業流程圖中之圖示說明如表 2，而流程圖之內容如圖 3 所示。

表 2 流程圖示說明

圖例符號	說明
	所需文件或文件作業
	運具定位點與座標
	貨櫃作業
	審核作業
	上傳作業 (尚未數位化之文件)
	溫度監控 (後續研究使用)

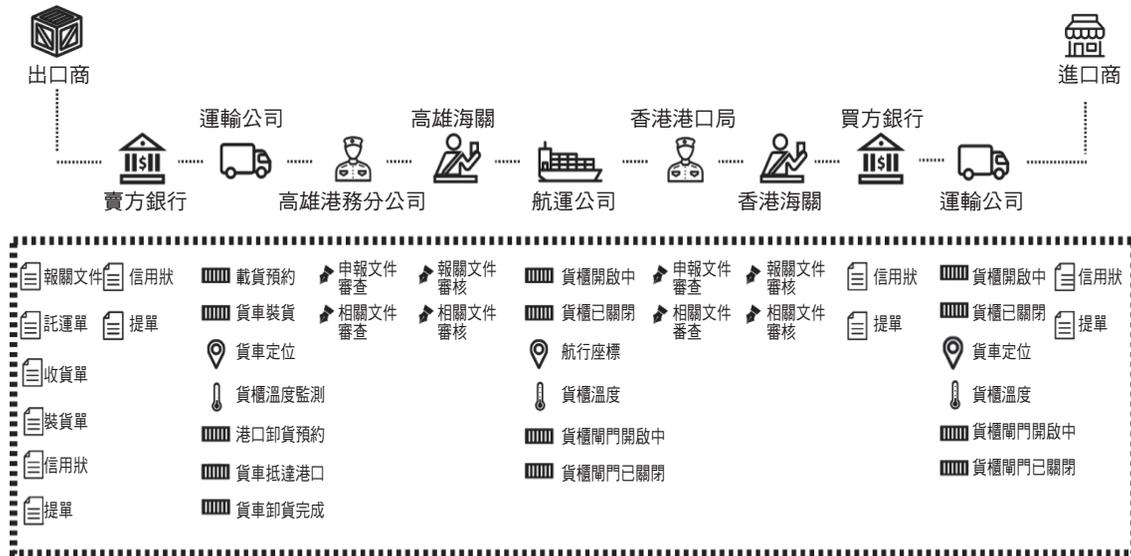


圖 3 區域型海運區塊鏈系統作業流程

肆、區域型海運區塊鏈系統實作

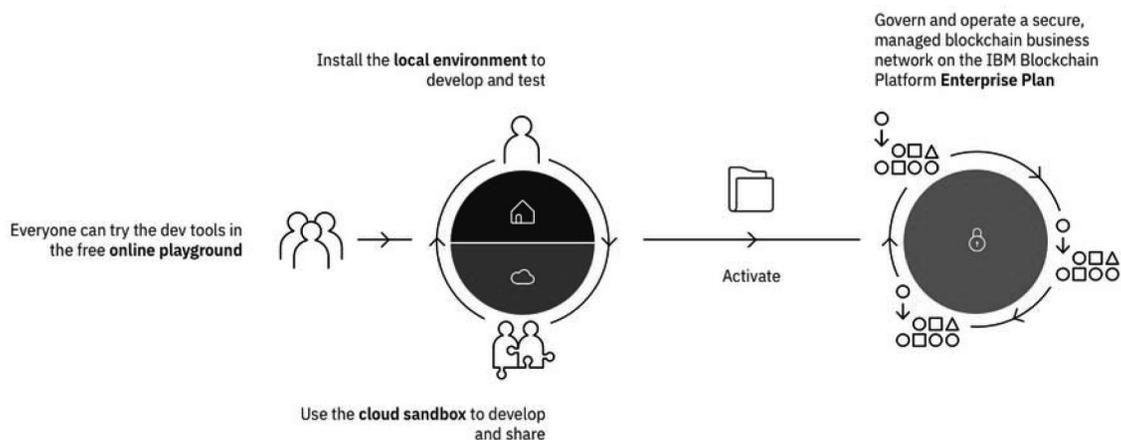
4.1 系統開發環境

本研究採用 IBM 公司的 Blockchain Platform Developer Center 軟體，作為設計與實作區域型海運區塊鏈系統開發平台的技術基礎，並依照海運貿易流程的運作模式，進行系統功能測試實作。首先，本研究使用 IBM 區塊鏈系統開發雲所提供的 Online Playground 免費軟體作為開發環境與工具，其下載畫面如圖 4 所示。系統建置者可以視需要下載使用 Local 版本或是雲端版本進行開發與測試，當程式開發完成後考慮部署到相關生態鏈時，才會有憑證與相關費用的產生。

目前 IBM 的 Blockchain Platform Developer Center 軟體已提供與貿易作業相關的區塊鏈網路模組，如圖 5 所示，模組中的 pii-network 係指 personally identifiable information。可供使用者快速入門與學習應用，模組中可定義每個區塊鏈的資訊結構、每個在結構內包含的元素（前一個區塊的 Hash 值、加密運算方式、時間戳、簽名等），可以完成作數位資產交易或移轉的系統實作，亦能落實區塊鏈共享式帳本的需求，滿足區塊鏈「不可竄改性」特性，亦即區塊鏈中的每一筆資料一旦寫入就不可以再改動，只要資料被驗證完就永久的寫入該區塊中。

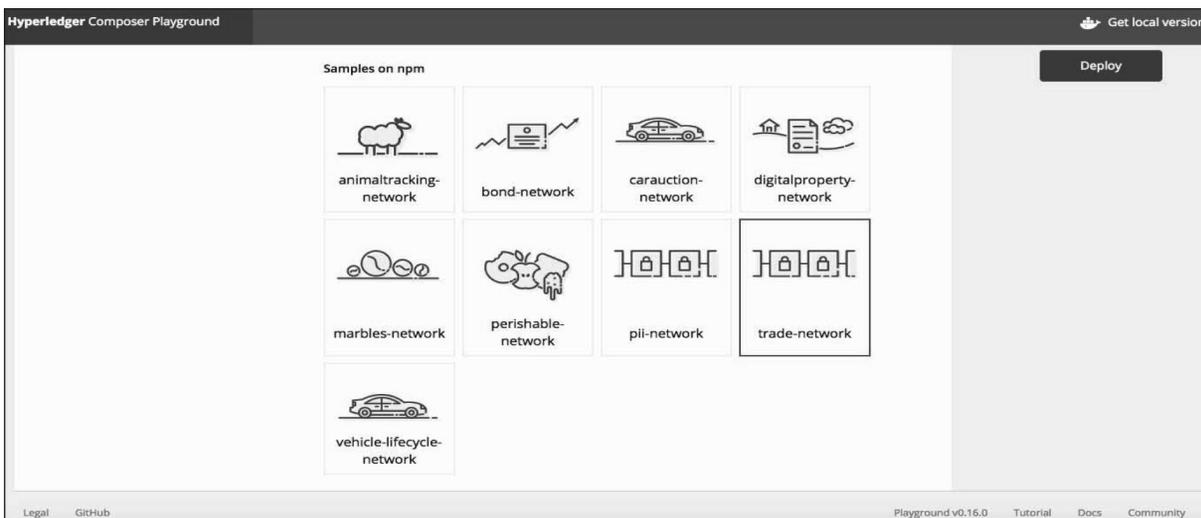
4.2 系統建置範例

本研究結合海運貿易作業流程與區塊



資料來源：IBM 公司。

圖 4 IBM 區塊鏈系統開發雲畫面



資料來源：IBM 公司。

圖 5 區塊鏈帳本應用情境開發範例列表

鏈技術應用，開發建置一套區域型海運區塊鏈雛型系統，系統主畫面（如圖 6 所示）的上方橫軸圓形圖示詳細列出了從出口到進口過程中所有參與的單位，而縱軸部分

則為貿易或相關文件種類，而參與方的必要文件，則顯示在中間的畫面。

有關區域型海運區塊鏈雛型系統的操作流程，本研究擬分別從海運出口流程、



圖 6 系統雛型主畫面

海運航商貨運裝載作業、海運進口流程等三部分進行說明，茲分述如下：

1. 海運出口流程

海運運送合約正式成立後，由買方銀行開立信用狀 (L/C)，系統進行合約與信用狀 (L/C) 電子檔的上傳作業，賣方銀行可以即時在系統中得知信用狀 (L/C) 情況，並予以確認。操作範例畫面如圖 7 所示。

出口商在得知賣方銀行的信用狀通知、以及出貨確認後，執行出口商作業，即開始上傳出口貿易相關文件電子檔，以利報關作業與運輸規格之確認，包括買賣合約、託運清單、包裝尺寸、產證等文件，並同時向海運航商進行訂艙作業。所有上傳的電子檔系統會予以加密，確保其

閱覽權限，以及新增、修改、刪除相關權限之設定，亦記錄所有版本傳送歷程與存取次數，操作範例畫面如圖 8 所示。

出口貿易相關文件電子檔上傳後，系統立即通知出口海關 (高雄出口港) 依據上傳的文件 (報單、報關文件、出貨文件等)，進行審核與核可功能的執行。當出口海關完成結關作業後，出口商可以從系統上，看到在高雄海關指示信號部分，信號顏色已由藍色 (待執行) 變為黃色 (已執行)，操作範例畫面如圖 9 所示。

2. 海運航商貨運裝載作業

海運航商依據訂艙通知、結關程序完成通知、與託運單等文件，先行裝貨運，並準備在系統上開立載貨證券 (B/L)，傳送給出口方或賣方銀行，操作範例畫面如

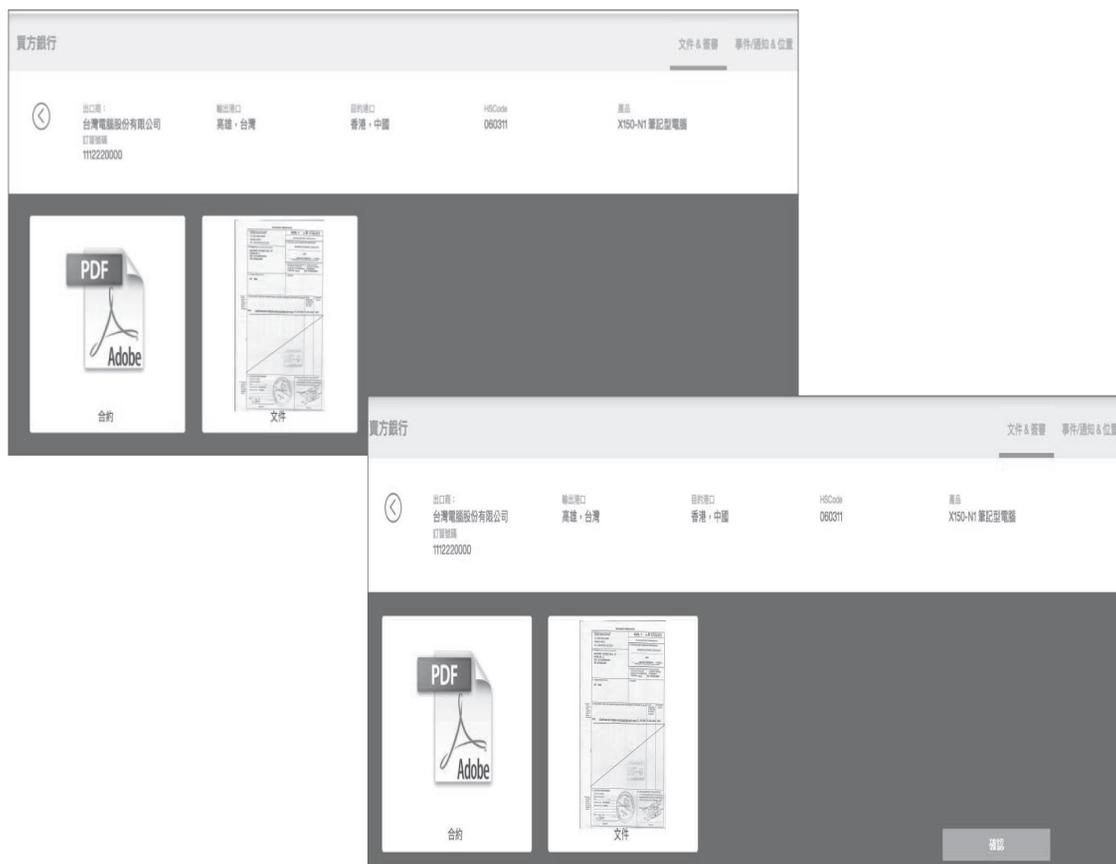


圖 7 開立信用狀 (L/C) 與確認系統畫面



圖 8 出口商文件上傳系統畫面



圖 9 出口方海關審核相關文件系統畫面

圖 10 所示。當海運航商完成貨運裝載作業，開立載貨證券 (B/L) 後，即進行貨物的海運運輸作業，因為載貨證券 (B/L) 是承運人所簽署的運輸契約證明，載貨證券 (B/L) 亦代表所載貨物的所有權，是一種貨物所有權憑證，在區域型海運區塊鏈系統執行過程中，可以視為是區塊鏈中的數位資產，因為是無形數位資產，本研究另以圖示描述其在系統中進行驗證和轉移的

過程，如圖 11 所示。而驗證與轉移過程則分述如下：

- (1) 出口方欲將載貨證券 (B/L) 發送給進口方。
- (2) 此交易在網路上以一個區塊作為代表，並記錄在超級帳本中，其中相關訂艙作業與資訊作業可藉由智能合約執行完成。
- (3) 運送方的運費 (包括陸運與海運)，

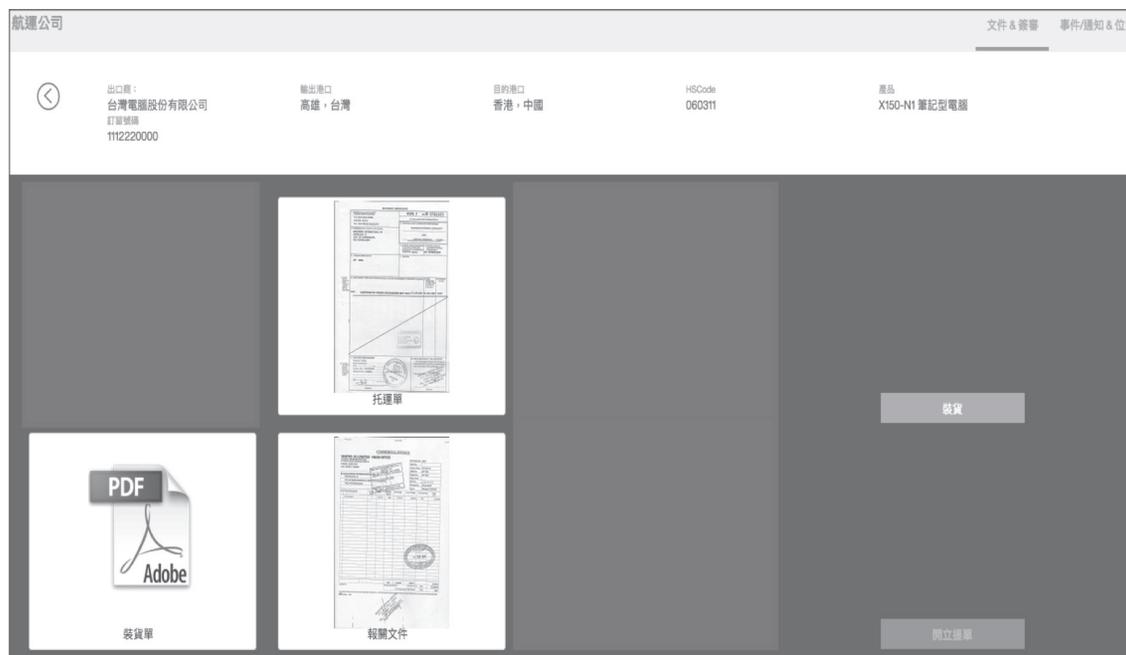


圖 10 海運航商貨運裝載作業系統畫面

		出口方動作	運送方作業	進口方動作	付款作業
出口商 (含出口銀行與出口關港單位)		出口作業			
運送航商			貨物運送 運送		
進口商 (含進口銀行與進口關港單位)				進口作業	付款
付款平台					資產轉移
區塊鏈	智能合約	資訊作業	運費計算	繳費領貨	確認交易
		訂艙交貨			
	超級帳本	原 B/L 持有方	B/L 簽發作業	B/L 轉讓方	

圖 11 載貨證券 (B/L) 在區塊鏈驗證和轉移過程示意圖

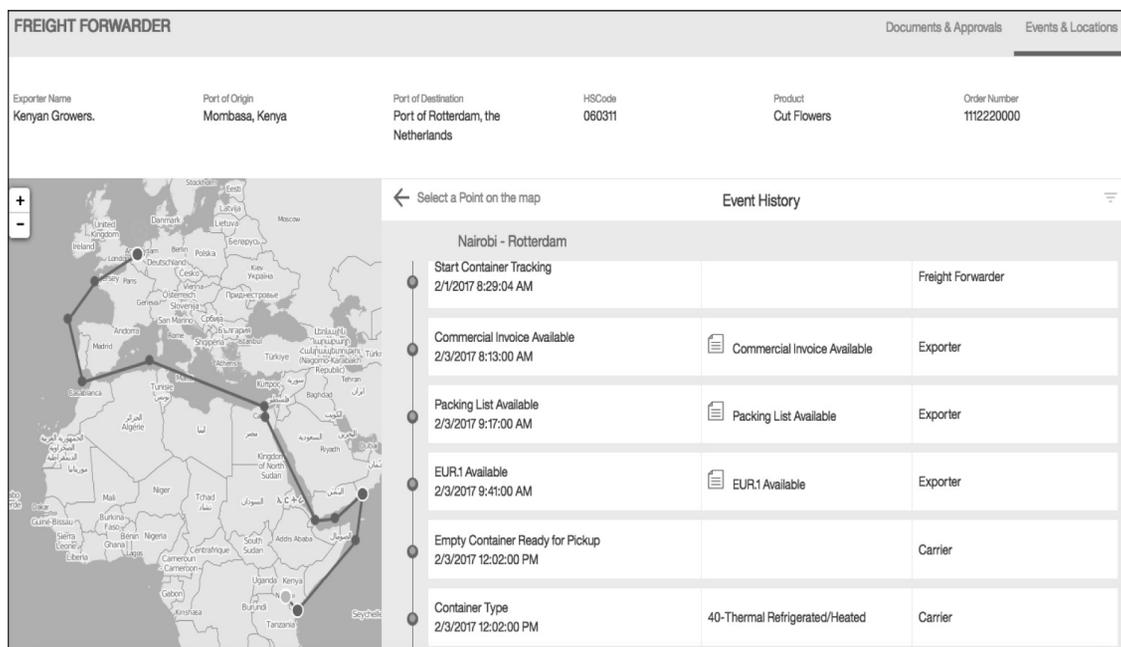
將由智能合約依據約定之運送物內容進行自動計費。

- (4) 該區塊將資訊傳遞給網路內所有參與單位，例如金融單位、海運航商、貨運公司、海關等參與單位，皆必須同意交易有效。
- (5) 交易區塊被添加至區塊鏈上，以作為透明且無法竄改的交易紀錄。
- (6) 載貨證券 (B/L) 自出口方成功轉移至進口方。

此外，貨物在海運運輸的過程中，區域型海運區塊鏈系統能提供即時、可視化交易流程，海運承攬業者被授權所能查詢的相關資訊包括：貨物狀態，船舶即時位

置、裝載狀況、通關狀況等綜合性訊息，配合上時間戳記，可以完整的查詢貨物和貨船的即時動態。圖 12 為 IBM 公司所提供的相關功能示意圖，圖 12 左半部為地理位置與航線圖，起訖港口與主要報告點等資訊，圖 12 右半部則為以時間順序記錄的各項作業、以及負責的單位，系統會根據所屬身分和存取權限的不同，而顯示不同的資訊。

而在交易安全與加密機制方面，系統開發平台是採用非對稱加密機制，在載貨證券 (B/L) 或是作業流程的交接上，使用下一個處理單位 (角色) 的公鑰對資產、或是電子文件進行加密，而該私鑰的持有



資料來源：IBM 公司。

圖 12 系統可視化交易流程示意圖

```

2017-12-28 23:52:57.471 UTC [Composer] Debug -> DEBU 2893 Garbage collection ticker 7
2017-12-28 23:52:57.480 UTC [Composer] Debug -> DEBU 2894 Entering GetLogLevel 0xc4212d8b20
2017-12-28 23:52:57.487 UTC [Composer] Debug -> DEBU 2895 Entering Chaincode.Invoke 0xc4212d8b10
2017-12-28 23:52:57.487 UTC [Composer] Debug -> DEBU 2896 Entering ComposerPool.Get
2017-12-28 23:52:57.487 UTC [Composer] Debug -> DEBU 2897 Got Composer object from pool 6
2017-12-28 23:52:57.487 UTC [Composer] Debug -> DEBU 2898 Exiting ComposerPool.Get &{0xc420024540 0xc420fffd10 0xc420024548 6}
2017-12-28 23:52:57.487 UTC [Composer] Debug -> DEBU 2899 @perf Chaincode.Invoke ComposerPool.Get() duration for txnid [ 6d73ca1244b3010f05071
9ae0411af2d28458a7455aab86ea25f80c8794cb2e8 ] : 91.869µs
2017-12-28 23:52:57.487 UTC [Composer] Debug -> DEBU 289a Entering Composer.Invoke 0xc4212d9120 getRegistry [Asset example.biznet.Car]
2017-12-28 23:52:57.487 UTC [Composer] Debug -> DEBU 289b Entering NewContext &{0xc420ffcd00} &{0xc420024540} 0xc421 9220
2017-12-28 23:52:57.487 UTC [Composer] Debug -> DEBU 289c Entering NewDataService &{0xc420ffcd00} &{0xc420024540 <n1
<n1> <n1> <n1>} 0xc4
212d92e0
2017-12-28 23:52:57.487 UTC [Composer] Debug -> DEBU 289d Exiting NewDataService &{0xc420024540 0xc420ceae00}
2017-12-28 23:52:57.487 UTC [Composer] Debug -> DEBU 289e Entering NewIdentityService &{0xc420ffcd00} &{0xc420024540 6xc421306ca0 <n1> <n1>
<n1>} 0xc4212d94a0
2017-12-28 23:52:57.487 UTC [Composer] Debug -> DEBU 289f Entering loadCertificate
2017-12-28 23:52:57.487 UTC [Composer] Debug -> DEBU 28a0 creator
Org1MSP<---BEGIN CERTIFICATE-----
MIIB8TCCAzegAwIBAgIULKPH/11MLNE8X+bbNYNPrP4YinQwCgYIKoZizj0EAwIw
czELMAkGA1UEBhMCVWxkEzARBgNVBAGTCkhhbG1mb3JuaWEwXjAUBGNVBACDVBnh
b1BGcmFuY2lyZ28xGTAXBGNVBA0TEG9yZzEuZXhhbXBsZS5jb20xHDAaBgNVBAAMT
E2NhLm9yZzEuZXhhbXBsZS5jb20wHhcNMTcxMjE3MjAyOTAwHicwMTcxMjE3MjAy
OTAwHjAQMQ4wDAYDQDQDEWVhZG1pbjBZMBMGByqGSM49AgEGCCqGSM49AwEHA0IA
BLqozkjltrnrS1vGzboMqnlQYfgv9cB0/EhzuNSHUewzrt/EhXOYTOVf9Utsj
Z8114CX1JpL5v8bMCX38jZqjdbBqMA4GA1UdWEb/wQEAwIHgDAMBGNVHRMBAf8E
AjAAMB0GA1UdDgQWBTLz42UhrV5Ub1G0XC5sbY6tCn0ADArBgNVHSMEJDA1gCAZ
q2WruwSAta0S5MCPqzK2nncGjjq9AhejItier+GmrjAKBggqhkJOPQDAGNIAADF
A1EAjdNoz1z3a2ts/Fhyfc/1Et9onJSAJcE1nKrCqPbdD2QCIC5054wKqT0vefaC
GzceC3yNjXAx7WMKCP2j3HAYaRMH
-----END CERTIFICATE-----
2017-12-28 23:52:57.487 UTC [Composer] Debug -> DEBU 28a1 Exiting loadCertificate <n1>
2017-12-28 23:52:57.488 UTC [Composer] Debug -> DEBU 28a2 Exiting NewIdentityService &{0xc420024540 0xc420ceae00 0xc4210ea000}
-----BEGIN C
ERTIFICATE-----
MIIB8TCCAzegAwIBAgIULKPH/11MLNE8X+bbNYNPrP4YinQwCgYIKoZizj0EAwIw
czELMAkGA1UEBhMCVWxkEzARBgNVBAGTCkhhbG1mb3JuaWEwXjAUBGNVBACDVBnh
b1BGcmFuY2lyZ28xGTAXBGNVBA0TEG9yZzEuZXhhbXBsZS5jb20xHDAaBgNVBAAMT
E2NhLm9yZzEuZXhhbXBsZS5jb20wHhcNMTcxMjE3MjAyOTAwHicwMTcxMjE3MjAy
OTAwHjAQMQ4wDAYDQDQDEWVhZG1pbjBZMBMGByqGSM49AgEGCCqGSM49AwEHA0IA
OTAwjAQMQ4wDAYDQDQDEWVhZG1pbjBZMBMGByqGSM49AgEGCCqGSM49AwEHA0IA
    
```

啟動 Smart Contract

每執行一次 Smart Contract
均會產生一組交易代碼

所有的交易均
透過憑證驗證

圖 13 系統交易憑證記錄畫面

者，是唯一可以對此資產或是電子文件進行解密與處理的單位，以確保資訊交換的機密性與授權。交易過程中的數位簽章，亦是採用相同的加密機制，系統不允許篡改原始數據。圖 13 為區塊鏈交易憑證執行結果畫面，每執行一次交易或是智能合約 (Smart Contract)，均會產生一組交易代碼，藉由憑證驗證交易的有效性與不可否認性。

3. 海運進口流程

當貨運送達目的地港口時，進口海關 (香港海關) 在系統上進行進口報關審核作業，當審核作業完成後，進口商則可付款換取載貨證券 (B/L)，在區塊鏈系統上，

即完成載貨證券 (B/L) 的轉讓，進口商亦同時可進行領貨作業，整個海運貿易作業流程即成功完成。操作範例畫面如圖 14、圖 15 所示。

伍、結論

5.1 研究結果

傳統資訊科技是依賴集中化的技術，解決資訊傳遞、處理、儲存的問題，而區塊鏈卻是反其道的去中心化，利用多台資訊主機，共同處理現今網路上最為艱難的「信任協議」問題，與「資產交易」問題。

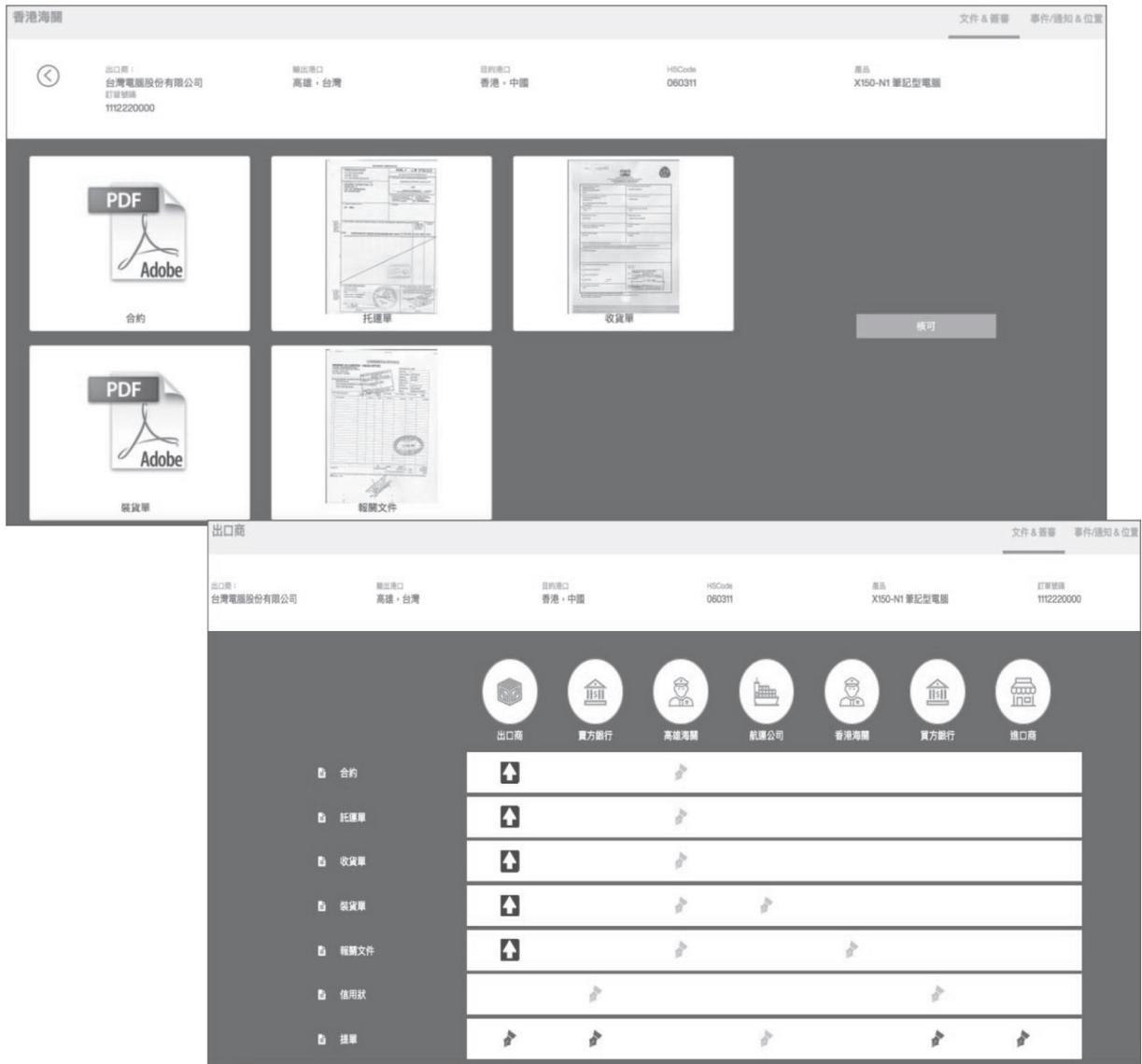


圖 14 進口方海關審核相關文件系統畫面

因為資產是不可複製的，而信任又是交易的重要基礎，區塊鏈扮演一個技術媒介的角色，讓所有的交易夥伴在虛擬的網路上，達成這些傳統商業交易難題。本研究所建構的區域型海運區塊鏈雛型系統，期能將現行臺灣海運貿易作業流程，予以合

理性的簡化，縮短海運金流交易時間、降低中間紙本文件列印成本，和相關溝通傳遞管理經費，亦能降低篡改、欺詐和交易經濟犯罪的風險，同時藉由可視化之點對點傳輸過程，即時掌握貨物動態。

區域型海運區塊鏈系統強調每一個無

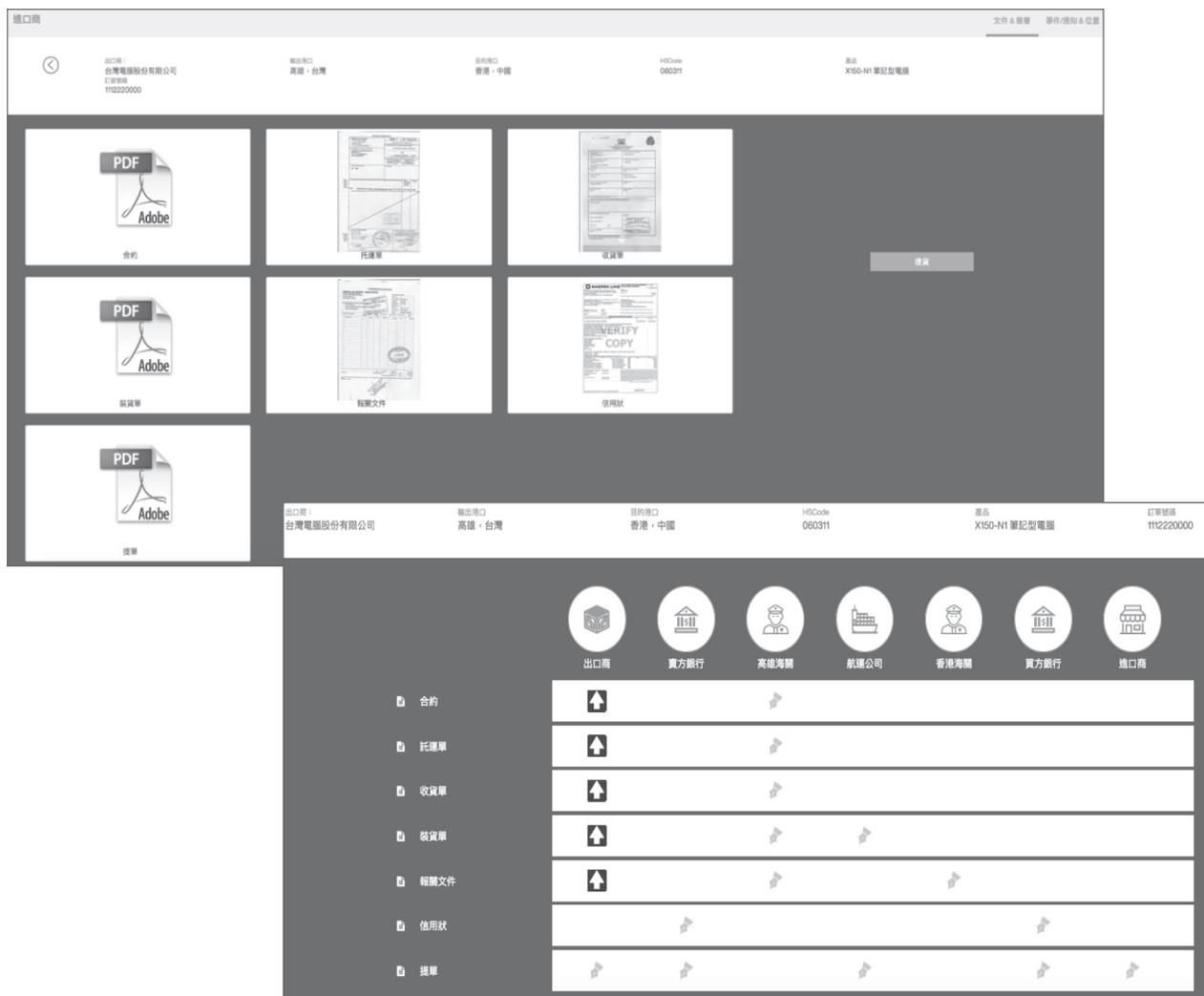


圖 15 進口方領貨系統畫面

紙化的貿易活動(如：建立文件、同意或拒絕、取用文件等)，皆被儲存在區塊鏈上的數位化與公證化平台，確認其真實性與不可否認性。而系統上關鍵訊息會受到保護，系統後端則建置易用性高、安全的資料庫管理系統，所有區塊鏈參與單位會授與不同等級的資料庫存取權限，在海運貿易作業流程執行過程中，所衍生的相關

資訊，在基於安全性和可信度的前提下，傳送給區塊鏈中的參與單位。區域型海運區塊鏈系統建置後，能為託運人(或貨主)、海運航商、政府機關單位帶來的影響分述如下：

1. 託運人或貨主

託運人或貨主可以從精簡和改進的區域型海運區塊鏈系統中受益，加快市場

反應能力，提高可預測性與貨運掌控性，進而降低運輸風險，及早發現問題，並改進庫存管理，以降低倉儲成本。同時，藉由安全審計流程，整合原始文件與海關備案文件，大幅減少修訂文書工作錯誤的時間。

2. 海運航商

海運航商可利用區域型海運區塊鏈系統所能提供即時、可視化交易流程，提升顧客服務品質，更可利用系統平台，提供貨櫃物聯網加值服務，以增加服務差異與品質。另外，簡化的系統管理與作業流程，因為無紙化作業，可節省大量的印製費用（例如：節省列印提單之費用），每家海運航商每年可省下數百萬份的紙本提單列印成本。另外，藉由系統所提供的查詢平台，海運航商可以準確預測貨物離港和到港時間，除了能降低運送成本，優化運輸路線規劃與燃料使用量，亦能提供託運人或貨主提供更準確、完整、安全的貨物運送訊息。

3. 政府機關單位

區域型海運區塊鏈系統的推動，可以提升通關效率及其作業安全性，區塊鏈系統提供多方參與共享帳本記錄，直接於系統平台上共享資訊、應用資訊不需介面傳輸、整合與等待時間，大幅提升作業效率。同時，在關港貿作業同步整合情境下，有助於提升臺灣海運貿易作業的競爭力，爭取更多貿易機會與貿易額。

5.2 研究限制與未來建議

1. 雛型系統階段

本研究受限於時間與人力，雛型系統分析設計，是採用廠商所提供區塊鏈平台之雲端服務與元件，畫面與流程以實用性為主，較缺乏美觀設計，亦受限於系統使用權限的限制，未來能以本研究所建置的平台為基礎，強化各項功能，持續深入分析、設計與建置。此外，為了發展最佳人機互動模式、落實智慧運輸應用，未來亦可以採用個案訪談或實證分析研究方法，瞭解影響建置海運區塊鏈系統之成功要素（如使用者接受度）與助力（建構成本）。

2. 區域型海運區塊鏈平台

臺灣海運貿易發達，不論是政府、海關、港口與航商，或是其他參與海運貿易生態鏈的合作夥伴，皆是以提升效率為最主要標的。在國際化與標準化愈來愈普及的海運貿易競爭中，必須強化海運貿易的資訊發展策略。本研究所建置的系統雛型，是以國內海運進出口區域型參與單位作為分析標的，現階段應持續進行雛型的系統測試，再作出適時的功能修改，而中期標的應著重於與國內現行關港貿系統、或是金融體系區塊鏈進行系統整合或資訊交換，長期則必須結合國際數位貿易區塊鏈系統，亦即整合全球港埠與海關與其他參與單位，才能提升全球海運貿易競爭力，進而降低相關作業成本。

3. 政府機關單位、航商的主導和參與

本研究是參考馬士基與 IBM 公司發表之數位化國際貿易區塊鏈系統為主要技術開發平台，不一定完全適用於臺灣之航商、關務、港務、報關等實際作業流程。政府機關單位應主導系統之建置，除了在技術與法規層面與航商取得高度共識外，亦應給予適當獎勵、補助或輔導方案，帶領海運相關業者積極規劃與佈局以區塊鏈為基礎的數位化貿易，促使海運貿易相關產學研單位，能快速接軌全球海運貿易發展趨勢。

參考文獻

中國工信部，2016，*中國區塊鏈技術和應用發展白皮書*，中國工信部，北京市。

王擎天，2017，*區塊鏈*，創見文化出版社，新北市。

林光、張志清，2016，*航業經營與管理*，航貿文化事業，臺北市。

徐明星、劉勇、段新星、郭大治，2017，*區塊鏈革命*，遠足文化事業股份有限公司，新北市。

徐瑞珠，2016，*區塊鏈商業應用*，碁峰資訊股份有限公司，臺北市。

楊佳侑，2019，以創新應用技術開創貿易新時代，*經濟前瞻*，第 182 期，87-93。

楊保華、陳昌，2017，*區塊鏈原理、設計與應用*，機械工業出版社，北京市。

羅鈺珊，2017，分散式帳本與區塊鏈的應用現況與挑戰，*經濟前瞻*，第 137 期，79-84。

Alphaliner, 2020. *Alphaliner TOP 100*, <https://alphaliner.axsmarine.com/PublicTop100/>

Czachorowski, K., Solesvik, M. and Kondratenko, Y., 2019. The application of blockchain technology in maritime industry. In: V. Kharchenko, Y. Kondratenko and J. Kacprzyk, (Eds.), *Green IT Engineering: Social, Business and Industrial Applications*, Springer: Cham, Switzerland, 561-577.

de Leon, D.C., Stalick, A.Q., Jillepalli, A.A., Haney, M.A. and Sheldon, F.T., 2017. Blockchain: properties and misconceptions. *Asia Pacific Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 11(3), 286-300.

Di Gregorio, R. and Nustad, S.S., 2017. *Blockchain Adoption in the Shipping Industry*, Master's Thesis, Copenhagen Business School, Copenhagen, Denmark.

Garzik, J. and Donnelly, J.C., 2017. *Blockchain 101: An Introduction to the Future*, Elsevier Inc.

Kshetri, N., 2018. 1 Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives. *International Journal Information Management*, 39(1), 80-89.

Li, Z., Wang, W.M., Liu, G., Liu, L., He, J. and Huang, G.Q., 2018. Towards open manufacturing: a cross-enterprises knowledge and services exchange framework based on

blockchain and edge computing. *Industrial Management & Data Systems*, 118(1), 303-320.

Loklindt, C., Moeller, M.P. and Kinra, A., 2018. How blockchain could be implemented for exchanging documentation in the shipping industry. In: M. Freitag, H. Kotzab and J. Pannek, (Eds.), *Dynamics in Logistics. LDIC 2018. Lecture Notes in Logistics*, Springer: Cham, Switzerland, 194-198.

Olnes, S., Ubacht, J. and Janssen, M., 2017. Blockchain in government: benefits and implications of distributed ledger technology for information sharing. *Government Information Quarterly*, 34 (3), 355-364

Ying, W., Jia, S. and Du, W., 2017. *Digital Enablement of Blockchain: Evidence from HNA Group*, School of Economics and Management, Beihang University: China.

