

112-049-4339
MOTC-IOT-111-MBA007

區塊鏈技術在汽車客運業經營管理面 之應用初探



交通部運輸研究所

中華民國 112 年 7 月

112-049-4339
MOTC-IOT-111-MBA007

區塊鏈技術在汽車客運業經營管理面 之應用初探

著者：陳其華、張贊育

交通部運輸研究所

中華民國 112 年 7 月

區塊鏈技術在汽車客運業經營管理面之應用初探

著 者：陳其華、張贊育

出版機關：交通部運輸研究所

地 址：105004 臺北市松山區敦化北路 240 號

網 址：www.iot.gov.tw (中文版>數位典藏>本所出版品)

電 話：(02)2349-6789

出版年月：中華民國 112 年 7 月

印 刷 者：全凱數位資訊有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 20 冊

定 價：非賣品

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

著作財產權人：中華民國（代表機關：交通部運輸研究所）

本著作保留所有權利，欲利用本著作全部或部分內容者，須徵求交通部運輸研究所書面授權。

交通部運輸研究所合作研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：區塊鏈技術在汽車客運業經營管理面之應用初探			
國際標準書號（或叢刊號）	政府出版品統一編號	運輸研究所出版品編號 112-049-4339	計畫編號 111-MBA007
本所主辦單位：運輸經營管理組 主管：陳其華 計畫主持人：陳其華 研究人員：張贊育 聯絡電話：02-23496842 傳真號碼：02-25450431			研究期間 自 111 年 03 月 至 111 年 12 月
關鍵詞：區塊鏈技術、運輸業經營管理、共識機制、去中心化、分散式帳本			
摘要： 區塊鏈（BlockChain）是一種進階的資料庫，是一種分散式、集體維護及安全的帳本或資料庫，被視為下一世代的網際網路（WEB3.0）。區塊鏈具有去中心化、公開透明且易追蹤、資料不易篡改等三大功能，目前主要應用在銀行金融、保險、虛擬（或加密）貨幣、醫療衛生等方面，在交通運輸方面之應用，則主要物流、航空、海運及旅館業等。本研究主要目的在探討區塊鏈技術在汽車客運業經營管理上應用之可能性，期望透過區塊鏈技術，除協助公路主管機關及運輸業者解決經營管理上的問題外，並能有效提升公路主管機關監理效能及運輸業經營之效率，達到協助組織數位轉型之目標。 考量汽車客運業在經營管理上有「中心化」問題(運輸管制及第三方平台)、業者陳報資料「資安」及「信任」問題及業者需要「數位轉型」等問題，因此，導入區塊鏈技術協助解決是有其必要性。但目前區塊鏈技術在交通運輸領域上之應用，處於早期發展階段，運輸業者導入時仍面臨許多瓶頸(包括區塊鏈技術本身五大瓶頸、三座大山，以及運輸業者本身五大障礙、三大挑戰等)有待突破，建議在此過渡時期，公路主管機關或運輸業者可慎選適當案例（交通部「嘖嘖共乘計畫」及本所「先進公車智慧化營運管理先導運行計畫」），進行個案研究或試辦計畫，累積執行經驗，俟區塊鏈技術達到成熟應用階段，再導入區塊鏈技術廣泛應用在解決運輸業經營管理問題，以期有效提升公路主管機關監理效能及運輸業經營管理效率，達到組織數位轉型之目標。			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
112 年 7 月	178	非賣品	凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS
INSTITUTE OF TRANSPORTATION
MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS

Title: A preliminary study of the application of blockchain technology in the operation and management of the automobile passenger transport industry.			
ISBN (OR ISSN)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER	IOT SERIAL NUMBER 112-049-4339	PROJECT NUMBER 111-MBA-007
DIVISION: Operations and Management Division DIVISION DIRECTOR: Chi-Hua Chen PRINCIPAL INVESTIGATOR: Chi-Hua Chen PROJECT STAFF: Tsan-Yu Chang PHONE: 02-23496842 FAX: 02-25450431			PROJECT PERIOD FROM March 2022 TO December 2022
KEY WORDS: Block Chain Technology; Operational Management of Transportation Industry; Consensus Mechanism, Decentralization; Distributed Ledger			
ABSTRACT: Blockchain is an advanced database, a type of distributed, collaboratively maintained, and secure ledger or database regarded as the next generation of the internet (WEB 3.0). The three primary characteristics of the blockchain are its decentralized nature, its openness and transparency and ease of tracking, and data that is difficult to tamper with. Currently, its most prevalent applications are in the transportation industry, banking and finance, insurance, virtual (or encrypted) currency, medical and healthcare industries, etc. Logistics, aviation, shipping, and hotel industries are included in terms of transportation applications. The primary objective of this study is to investigate the possibility of implementing block chain technology in the operational management of the bus industry. In addition to assisting highway competent authorities and transportation operators in resolving business management issues, it is hoped that block chain technology will enhance the supervisory performance of highway competent authorities and the operational efficiency of the transportation industry, achieving the goal of assisting organizations with digital transformation. Given that the bus industry has encountered the issue of “centralization” in operational management (transportation control and third-party platforms), operators have reported data “information security” and “trust issues” as well as the need for “digital transportation” and other issues. Therefore, block chain technology must be implemented to aid in problem resolution. Nevertheless, the application of block chain technology in the transportation sector is still in its infancy. During importation, transportation operators are still faced with a number of unresolved bottlenecks (including the five bottlenecks of blockchain technology itself, three mountains, five obstacles posed by transportation operators, three obstacles, etc.). During this transitional period, it is recommended that highway competent authorities or transportation operators select suitable plans (MOTC’s “Shared Rides Plan” and the Institution of Transportation’s “Pilot Operational Project for Advanced Bus Intelligent Operational Management”) to conduct case studies or pilot plans. When block technology reaches the stage of mature application through the accumulation of implementation experience, block chain technology will be introduced for widespread use in the transportation industry to resolve business management issues. It is anticipated that the supervisory performance of the highway competent authority and the business management efficiency of the transportation industry will be enhanced, thereby achieving the objective of digital transformation.			
DATE OF PUBLICATION July 2023	NUMBER OF PAGES 178	PRICE Not for Sale	
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

目 錄

目 錄.....	III
圖 目 錄.....	V
表 目 錄.....	VI
第一章 緒論	
1.1 研究緣起及目的.....	1-1
1.2 研究範圍.....	1-2
1.3 研究方法.....	1-2
1.4 研究項目及內容.....	1-2
1.5 研究流程.....	1-3
第二章 區塊鏈技術之概述、發展趨勢及應用領域	
2.1 區塊鏈技術之概述.....	2-1
2.2 區塊鏈技術之發展趨勢及應用領域	2-13
2.3 小結	2-27
第三章 區塊鏈技術在交通運輸領域之應用-理論與實際	
3.1 區塊鏈技術在交通運輸上可能應用之領域.....	3-1
3.2 區塊鏈技術在交通運輸上實際應用現況	3-15
3.3 區塊鏈技術在交通運輸應用上之瓶頸及因應策略-----	3-20
3.4 小結	3-26
第四章 我國汽車客運業經營管理問題之探討	
4.1 交通部上位計畫.....	4-1
4.2 公路總局與本所相關研究計畫	4-27
4.3 小結	4-38

第五章 區塊鏈技術在汽車客運業應用之必要性、可行性評估準則及應用個案探討

- 5.1 導入區塊鏈技術之必要性分析.....5-1
- 5.2 導入區塊鏈技術可行性之評估準則.....5-5
- 5.3 應用個案探討-交通行動服務(MaaS)5-8
- 5.4 小結5-15

第六章 結論與建議

- 6.1 結論6-1
- 6.2 建議6-6

參考文獻參-1

附 錄

附錄一、歷次工作會議紀錄.....附 1-1

附錄二、期末簡報.....附 2-1

圖 目 錄

圖 1-1、研究流程圖.....	1-3
圖 2-1、區塊及區塊鏈結構之視覺化示意圖.....	2-5
圖 2-2、區塊鏈技術演進與應用示意圖.....	2-14
圖 2-3、區塊鏈之應用與案例-儲存靜態記錄.....	2-16
圖 2-4、區塊鏈之應用與案例-儲存動態記錄.....	2-16
圖 3-1、BiTA 調查結果	3-16

表 目 錄

表 2-1、區塊鏈技術共識機制彙整表.....	2-5
表 2-2、區塊鏈之 5 大核心技術.....	2-6
表 2-3、公有鏈、聯盟鏈和私有鏈的比較分析.....	2-9
表 2-4、區塊鏈技術三大應用平台發展彙整表	2-25
表 3-1、區塊鏈技術專利檢索分析條件一覽表.....	3-3
表 3-2、交通領域區塊鏈應用概念.....	3-3
表 3-3、區塊鏈技術解決貨櫃運輸作業鏈問題之因應方法.....	3-6
表 3-4、區塊鏈技術區塊鏈技術應用的瓶頸.....	3-21
表 4-1、「城際運輸篇」議題、政策/策略及行動方案與區塊鏈 技術相關性.....	4-4
表 4-2、「都市運輸篇」議題、政策/策略及行動方案與區塊鏈 技術相關性.....	4-5
表 4-3、「離島及偏鄉運輸篇」議題、政策/策略及行動方案與 區塊鏈技術相關性.....	4-10
表 4-4、「運輸安全篇」議題、政策/策略及行動方案與區塊鏈 技術相關性.....	4-11
表 4-5、「智慧運輸篇」議題、政策/策略及行動方案與區塊鏈 技術相關性.....	4-11
表 4-6、「綠運輸篇」議題、政策/策略及行動方案與區塊鏈 技術相關性	4-12
表 4-7、「交通科技產業政策白皮書（2021 年版）」議題、 策略及推動措施與區塊鏈技術相關性	4-15
表 4-8、「ITS 第 2 期計畫」之問題、發展策略及推動措施 與區塊鏈技術相關性	4-16
表 4-9、第 4 期公運暨計畫之推動策略與行動方案彙整表.....	4-19
表 4-10、第 4 期公運計畫之議題、推動策略及行動方案與 區塊鏈技術相關性.....	4-21
表 4-11、國道客運研究計畫之議題、改善方案與區塊鏈技術 相關性.....	4-28

表 4-12、運虧損補貼路線檢討與制度精進之議題、發展策略 及行動方案與區塊鏈技術相關性	4-30
表 4-13、法制化研究計畫之關鍵課題及對策與區塊鏈技術 相關性-公路汽車客運業、市區汽車客運業及遊 覽車客運業	4-33
表 4-14、法制化研究計畫之關鍵課題及對策與區塊鏈技術 相關性-計程車客運業及小客車租賃業	4-33
表 4-15、「DRTS 計畫」之課題及建議改善措施與區塊鏈技術 相關性	4-36
表 4-16、「陳報制度計畫」之課題及解決措施與區塊鏈技術 相關性.....	4-38
表 5-1、MaaS 作業流程和區塊鏈技術適用性	5-12

第一章 緒論

1.1 研究緣起及目的

交通統計資料或報表是研訂各項交通建設計畫、研判交通各業營運概況暨未來發展情勢之重要參考資料。依據汽車運輸業管理規則第二十四條規定：汽車運輸業應按期陳報營運報表，送請公路主管機關查核。其用意在於協助公路主管機關督導管理汽車運輸業者之營運效率、運輸安全及服務品質，並做為政府部門施政與民間企業業務推展之參據。然而多年來，由於公路主管機關對業者陳報資料之品質信心不足，以及監理單位人力不足與欠缺有效之資料管理及應用分析，再加上業者對於公路主管機關維護陳報資料之信心亦不足（怕被競爭對手或財稅單位取得），造成業者陳報資料流於形式或不合時宜，以致無法善加運用，這種公路主管機關與業者彼此間「不信任」的問題，同樣發生在政府審議票價調整或營運虧損補貼的時候，其結果不僅公路主管機關失去督導的先機，運輸業者也無法藉由這些資料掌握本身的經營狀況及市場發展趨勢，進而提升經營效率及服務品質。

此外，部分汽車運輸業者（如計程車、遊覽車、小客車租賃業及貨運業）受限於法規，常需藉由中介機構（如車行、車隊或叫車平台等）做媒合，才能與消費者完成交易，雖可提高營運效率及營收，但也常與這些中介機構發生糾紛（如被收取超額之靠行費、手續費，或將對乘客的優惠轉嫁司機承擔），以及司機、消費者及中介機構三方間發生權責難分之問題。

近幾年來，伴隨全球產業結構改變、服務貿易興盛及資通訊技術突飛猛進之發展趨勢，傳統運輸業的經營及管制方式正逐漸受到新科技與新型態經濟的挑戰。為因應此一挑戰，這些傳統運輸業期望透過數位轉型，提昇經營效率及競爭力。此外，新冠肺炎 COVID-19 自民國 109 年初在國內爆發以來，已重創公共運輸，運量幾乎腰斬，面對這波疫情嚴重衝擊，運輸業者亦希望透過數位轉型，調整營運架構，度過這次難關。惟這些傳統運輸業本身數位化程度不足，要如何輔導這些運輸業者進行數位轉型，在疫情過後迅速復甦，將是公路主管機關面臨最大的困難與挑戰。

區塊鏈（BlockChain）技術是一種新科技，是一種分散式、集體維護及安全的帳本或資料庫，被視為下世代的網際網路（WEB3.0）。區塊鏈具有去中心化、公開透明、去信任化、自治性、

資料不易篡改及匿名等特性，目前主要應用在銀行金融、保險、虛擬（或加密）貨幣、醫療衛生、財產所有權紀錄、智能合約、產品供應鏈溯源及電子投票等方面，在交通運輸方面之應用，則為物流、航空、海運及旅館業。

爰此，本研究主要目的在探討區塊鏈技術在汽車客運業經營管理上應用之可能性，期望透過區塊鏈技術，除協助公路主管機關及運輸業者解決經營管理上的問題外，並能有效提升公路主管機關監理效能及運輸業經營之效率，達到組織數位轉型之目標。

1.2 研究範圍

（一）研究範圍與對象

本研究主要探討區塊鏈技術在運輸業經營管理面之應用，爰係以公路法第 34 條及汽車運輸業管理規則第 2 條所規範之 9 大汽車運輸業之公路及市區汽車客運業、遊覽及計程車客運業、小客車租賃業等汽車客運業為研究對象；研究範圍主要探討區塊鏈相關技術及運輸業導入區塊鏈技術解決經營管理問題之可行性，並研提相關意見或建議。

（二）利害關係人(含應用單位)

本研究之成果利害關係人包含：汽車運輸業者、公路主管機關(公路總局)及地方交通主管機關。

1.3 研究方法

- （一）文獻及次級資料蒐集、整理與分析：蒐集國內外政府出版品、相關研究報告、論壇及網站等資源，以掌握區塊鏈技術之現況、發展趨勢及應用相關領域之案例（包括成功或失敗案例）。
- （二）辦理利害關係人訪談及專家學者座談會：找出公路主管機關及汽車客運業者在經營管理上人之痛點。
- （三）建立可行性評估準則：俾利後續研究進行導入區塊鏈技術之可行性分析。

1.4 研究項目及內容

- （一）探討國內外有關區塊鏈技術應用之現況及可應用領域，俾做為後續評估導入區塊鏈技術可能性之參據。

- (二)剖析公路主管機關在監理上（包括路線審議、運價調整、營運虧損補貼審議等）與汽車客運業者在經營管理上所產生之問題，俾利找出利害關係人之痛點。
- (三)探討區塊鏈技術在交通運輸上之應用：從「理論面」及「實際應用面」探討區塊鏈技術在交通運輸上之應用，並分析其發展瓶頸及運輸業者因應策略。
- (四)研提本研究之結論與建議。

1.5 研究流程

依據上述之研究內容，本研究之流程如圖 1.1 所示。

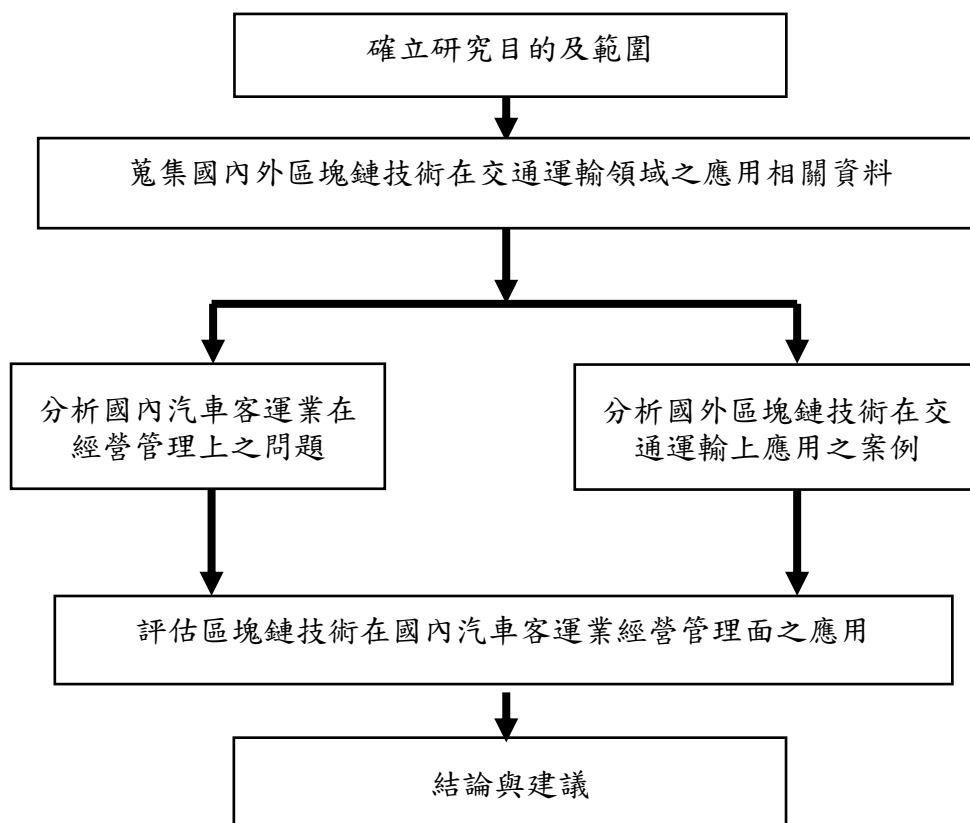


圖 1-1、研究流程圖

第二章 區塊鏈技術之概述、發展趨勢及應用領域

本章主要探討區塊鏈技術發展現況及未來發展趨勢，首先探討區塊鏈技術之主要內涵，包括：定義、核心技術、基本功能、類型、優缺點等，其次，探討區塊鏈技術發展趨勢及應用領域。

2.1 區塊鏈技術之概述

2008 年全球爆發金融危機，部分大型金融機構紛紛倒閉，重挫民眾對於有政府擔保之金融體系的信心。同年 10 月 31 日一個自稱中本聰 (Satoshi Nakamoto) 的人在 P2P foundation 網站上發表比特幣白皮書「比特幣：一種點對點的電子現金系統 (Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System)」，比特幣就此誕生，比特幣的「創世區塊」在 2009 年 1 月 3 日誕生，去中心化的設計 (不需第三方銀行) 吸引許多民眾投入，並且開始蓬勃發展，而區塊鏈是比特幣的核心技術，隨著比特幣的發展，區塊鏈技術也被廣泛的應用在各個領域，包括金融及非金融領域。

一、區塊鏈技術之定義

目前，關於區塊鏈沒有統一的定義，眾說紛紜。依據維基百科定義，區塊鏈是藉由密碼學與共識機制等技術，建立與儲存龐大交易資料區塊串鏈的點對點網路系統。而國際運輸論壇 (International Transport Forum, ITP) 的定義是，區塊鏈是一種分散式帳本技術 (Distributed Ledger Technology, DLT)，以點對點方式運行的去中心化應用程序，建立在分佈式帳本上的網路 (UITP[109])。

另依據陳惠國[78]定義，區塊鏈是一種大型網路記帳簿。是一個不依賴第三方、去中心化且由集體維護的可靠資料庫。而全球最被最廣泛採納的雲端平台-AWS (Amazon Web Services) 則認為區塊鏈技術是一種進階資料庫機制，允許在業務網路中分享透明的資訊。

二、區塊鏈技術三大功能

依據前述區塊鏈之定義，區塊鏈技術具有「去中心化」、「不易篡改性」、「公開透明且易追溯（蹤）」等三大基本功能（或稱三大支柱）。分別說明如下：

（一）去中心化

簡單的說，一般電腦網路系統係採「中心化」設計，亦即所有電腦傳送資料都要經由一台主機，而「去中心化」係指所有電腦都能彼此傳送資料，沒有所謂的主機控制。區塊鏈「去中心化」功能係指區塊鏈透過分散式節點，進行網路數據的存取、驗證、傳遞與交流。由於使用分散式網路架構，所以不存在中心化或第三方中介的硬體（如主機）或管理機構（如政府或金融體系的銀行），在此分散式網路中，任意節點的權利和義務都是均等的，系統中的數據區塊，由整個系統中分散式節點來共同維護，此外，有別於中心化之金融銀行體系（客戶必須透過銀行進行交易），區塊鏈各節點間可直接交易，並不需要透過第三方中介機構，可降低交易成本。

（二）不易竄改性

由於區塊採加密方式上鏈，一旦資料經過驗證並加入至區塊鏈後，便會永久的儲存起來，且每一個分散式節點都持有相同帳本，除非能夠同時控制住系統中超過 51%的節點（難度很高），否則單個節點上對資料庫的修改是無效的，因此區塊鏈的數據穩定性和可靠性極高，因此，也提高用戶對網路中的資訊信任度，使得交易得以「去信任化」。

另區塊鏈採共識機制下的一致性規範與協議運作，使得整個網路中的所有節點，能夠在「去信任化」的環境中，自由、安全的交換數據（數據共享），任何人為的干預將起不了作用，亦即由對「人」的信任改成對「機器」的信任。因此，英國「經濟學人」稱區塊鏈為「一台創造信任的機器」，主要就是因為區塊鏈能夠讓人們在互不信任且沒有中心管理機構的情況下，也能夠做到互相協作。

(三)公開、透明且易追溯(蹤)

區塊鏈系統除交易各方的私人訊息被加密(即匿名化)外，區塊鏈的數據或資料，對所有人是公開、透明，任何人都可以透過公開的介面，查詢區塊鏈數據和開發相關應用，因此整個系統資訊高度透明化，以降低各節點間對信任的需求。此外，區塊鏈採取單向哈希算法，同時每個新產生的區塊，嚴格按照時間線形順序推進(均有時間戳記)，「時間的不可逆性」除提供區塊鏈具有「可追溯(蹤)性」的功能外，並且使任何試圖入侵篡改區塊鏈內數據資料的行為，很容易被追溯，導致被其他節點的排斥，從而限制了相關不法行為的產生和施行。

三、區塊鏈核心技術

為達到前區塊鏈三大功能，區塊鏈具有五大核心技術，包括：P2P 網路通訊協定、分散式帳本、共識機制、加密簽名演算法及智能合約(Smart Contract)，分別說明如下：

(一) P2P(Peer-to-Peer)網路通訊協定

區塊鏈採用基於網際網路的 P2P 網路架構，P2P 網路中每一個節點彼此對等，各個節點共同提供服務，不存在任何特殊節點，也不存在任何伺服器、中心化服務及層級結構。P2P 網路通訊協定負責相關交易資料的網路傳輸和推播、發現節點和維護，是區塊鏈技術具有「去中心化」特性之主要技術。

(二) 分散式帳本(Distributed Ledger Technology, DLT)

區塊鏈基於 P2P 網路通訊協定，透過網路向外擴展節點，所以區塊鏈是分散的，沒有一個實體「擁有」網路(去中心化)。區塊鏈通常被稱為分散式分類帳本(或節點)，係指一種在網路成員之間共享、複製和同步的資料庫，是透過共識機制建立的數字記錄，區塊鏈網路中的每一個參與者可以獲得一個唯一、真實帳本的副本，因此難以對分散式帳本進行篡改。此外，如果在區塊鏈網路上的一個或多個節點上發生故障，則其他節點仍保留數據並且網絡繼續運行，亦即區塊鏈沒有單點故障。

(三) 加密簽名演算法 (Cryptographic Signature Algorithm)

區塊鏈是藉由密碼學串接並保護內容之串連文字記錄的一種演算法，區塊鏈中每一個區塊包含前一個區塊的加密雜湊、相應時間戳記以及交易資料，這樣的設計使得區塊內容具有「難以篡改」的特性（如圖 2.1 所示）。區塊鏈之數據，由所有節點的電腦共同維護，每個參與節點的用戶都能擁有一份完整的區塊鏈資料庫內容，所有區塊鏈資料庫內容是透過各個節點共同維護，所以無需集中控制與維護而能達成去中心化，並實現去中心化之優點。

在區塊鏈這個領域中，雜湊演算法是目前最常被應用的加密簽名演算法，在各挖礦演算法中也有各自使用的演算法，如：比特幣中以 SHA256 演算法，萊特幣以 Scrypt 演算法，以太坊則使用 Dagger- Hashimoto 演算法之改良版本 Ethash，其他幣種中也能看到以 SHA3 演算法為挖礦演算法。其主要功能係讓每個參與的節點可共同進行交易驗證，以確保資料不被竄改及交易安全。



資料來源：鏈習生[96]

圖 2-1、區塊及區塊鏈結構之視覺化示意圖

(四) 共識機制 (Consensus)

共識機制是區塊鏈的核心技術之一，由於區塊鏈本身是去中心化的帳本（或網路），並沒有像金融體系中有「銀行」這樣的中心化角色，但像比特幣或以太坊這樣的大型區塊鏈來說，路網上有六七千個節點，若同時發生很多交易資料，則每個節點對於當下該記什麼帳，有不同的順序選擇，那麼該以哪個節點的版本為準？且其中甚至可能混雜有惡意節點的假帳本，因此，如何避開假帳本，同時獲得多數節點的認同與記錄，這個方法與過程就是共識機制。共識機制有相當多種，其中常見的共識機制大多採用工作量證明(Proof of Work, PoW)、權益證明(Proof of Stake, PoS)、代理權益證明 (Delegated Proof of Stake, DPoS)及實用拜占庭容錯算法 (Practical-byzantine-fault-tolerance, PBFT) 等共識機制，各共識機制之概述整理如表 2-1 所示。

表 2-1、區塊鏈技術共識機制彙整表

No.	共識機制	說明
1	工作量證明 (PoW)	又稱「挖礦機制」，在特定範圍限制下，由礦工們求解一個特定難度的數學問題，誰解得快，就能取得記帳權（將資料驗證及上鏈），並獲得回饋（如獲得比特幣當報酬）。求解速度（算力）為本證明的關鍵因素。
2	權益證明 (PoS)	即股權證明機制，亦即擁有越多加密貨幣獲股權（權益）的節點，越容易拿到當前區塊的記帳權，並可拿到交易手續費做為獎勵。為避免擁有最多加密貨幣的成員將永遠獨占記帳權，可採用「亂數選擇法」或「幣齡選擇法」決定誰拿到此次區塊鏈的記帳權。
3	代理權益證明 (DPoS)	為避免由 PoS 選出具有記帳權之節點，本身無參與記帳之意願，DPoS 先透過 PoS 選出記帳參與者（驗證節點），再透過運作機制，讓這些驗證節點競爭區塊記帳權。同時由於驗證節點數量大幅縮減的緣故，可快速達成共識。

No.	共識機制	說明
4	實用拜占庭容錯算法 (PBFT)	● PBFT 共識機制是少數服從多數制，首先定期由所有節點中選出一個領導者，由其接收及排序區塊鏈中之交易，並提議上鏈，其次產生新區塊，並由其他節點驗證及表決是否接受領導者之提議。 ● PBFT 將容錯量控制在全部節點數的 1/3，即如只要有超過 2/3 的正常節點，整個系統便可正常運作，最大節點數不超過 100。 ● 上面幾種共識機制皆較適合用於公有鏈，而 PBFT 則是一種較適合用於聯盟鏈的共識機制。

資料來源：本所[34]。

(五) 智能合約

智能合約由電腦程式語言編寫而成，能夠自動執行在去中心化的區塊鏈網路節點之中，負責處理與轉移具有實際價值的數位資產。以太坊提供一種名為 Solidity 的程式語言，專門用來撰寫智能合約，讓開發者可以撰寫如：電子投票、拍賣、電子商務、小額付款等智能合約，甚至可以開發一個全部由程式碼組成的無人公司。

區塊鏈能有如此多的應用和發展領域，就是因為有智能合約，工程師們可以根據自身需求開發出相應的智能合約（程式碼），許多知名的區塊鏈技術（比特幣、以太坊）也都是使用開源的程式碼，讓全世界的技術專家都能共同更新技術、發展更多區塊鏈應用。

有關區塊鏈的核心技術，綜整如表 2-2 所示。

表 2-2、區塊鏈之五大核心技術

核心技術	說明
P2P點對點網路通訊協定	P2P 是去中心化的伺服器，每一個用戶都是一個節點，並具有伺服器的功能，網路中的所有節點都可以互相傳輸，是依靠用戶群資訊交換的網路體系。P2P 為區塊鏈網路架構中的底層模組，負責交易資料的網路傳輸、廣播、節點發現和維

核心技術	說明
	護，並解決資源定位和資源取得兩個主要問題。
分散式帳本	分散式帳本是一個記錄交易信息的資料庫，在多台電腦之間共享和同步，無需集中管控。各方都擁有一份相同的記錄，如有任何新增內容，所有記錄都會即時自動更新。如果在區塊鏈網絡上的一個或多個節點上發生故障，則其他節點仍保留數據並且網絡繼續運行。
加密簽名演算法	區塊鏈主要應用雜湊演算法和非對稱加密演算法，讓每個參與的節點可共同進行交易驗證，以確保資料不被竄改及交易安全。
共識機制	區塊鏈網路針對安全性和唯一性有共同管制規範。目前較成熟的共識機制分別為：PoW(工作量證明)、PoS(權益證明)與 DPoS(代理權益證明)。例如：比特幣採用 PoW 共識機制，以太坊則採用 PoS 共識機制。
智能合約	1. 智能合約是一種用電腦語言取代法律語言去記錄條款的合約。如果區塊鏈是一個資料庫，智能合約就是能夠使區塊鏈技術應用到現實當中的應用層。 2. 合約制定者將合約內容轉化為程式語言存在區塊鏈平台上，透過 P2P 的方式在區塊鏈全網中擴散，每個節點都會收到 1 份，當時間合適且滿足合約內容時，就會自動執行這一份合約。 3. 一旦滿足某些條件，智能合約就可以自動執行，進行合同中的某些交易，而無需第三方的任何外部輸入。智能合約的應用範圍很廣，包括金融交易，資產和證券管理，法律事務等。

資料來源：本研究整理。

四、區塊鏈技術之類型

區塊鏈隨著不同的應用場景，可分為三種主要類型，分別是公有鏈（Public Chain）、私有鏈（Private Chain）以及聯盟鏈（Consortium Blockchain），各自的去中心化程度與信任程度皆有所不同，區塊鏈的三種類型之比較分析如表 2-3 所示。

(一)公有鏈

公有鏈對外公開，用戶不用註冊就能匿名參與，無需授權即可查詢網路和區塊鏈的資料。節點可選擇自由出入網路。公有鏈上的區塊可以被任何人查詢，任何人也可以在公有鏈上發送交易，還可以隨時參與網路上形成共識的過程，即決定哪個區塊可以加入區塊鏈並記錄當前的網絡狀態。公有鏈是真正意義上的「完全去中心化」的區塊鏈，它通過密碼學保證交易不可篡改，同時也利用密碼學驗證以及經濟上的激勵，在互為陌生的網絡環境中建立共識，從而形成去中心化的信用機制。

在公有鏈中的共識機制一般是工作量證明（PoW）或權益證明（PoS），用戶對共識形成的影響力，直接取決於他們在網路中擁有資源的占比。公共鏈通常也稱為非許可鏈（Permissionless Blockchain）。如比特幣和以太坊等都是公有鏈。公共鏈一般適合於虛擬貨幣、電子商務、網際網路金融等 B2C、C2C 或 C2B 等應用場景。

(二)私有鏈（private blockchains）

私有鏈僅在私有組織使用，區塊鏈上的讀寫權限、參與記帳權限等，均按私有組織規則來制定。私有鏈的價值主要是提供安全、可追溯、不可篡改、自動執行的運算平台，可以同時防範來自內部和外部對數據的安全攻擊，這個在傳統的系統是很難做到的。和聯盟鏈類似，私有鏈也是一種許可鏈，也稱為受管制區塊鏈。

私有鏈的應用場景一般是企業內部的應用，如資料庫管理、審計等，能提升公司內部交流的效率，是一個「類中心化」的系統。也有一些比較特殊的組織情況，例如在政府部門的一些應用：政府的預算和執行，或者政府的部門統計數據，這個一般來說由政府登記，但公眾有權力監督。Ripple 是企業的數位貨幣交換網路，是私有區塊鏈的一個範例。

(三)聯盟鏈

聯盟鏈介於公有鏈與私有鏈之間，僅限於聯盟成員參與，區塊鏈上的讀寫權限、參與記帳權限等，均按聯盟規則

來制定。相較公有鏈，聯盟鏈能降低節點數量、提升運作效率；相較私有鏈，聯盟鏈能減輕交易對手的風險。聯盟鏈的共識過程由預先選好的節點控制。一般來說，它適合於機構間的交易、結算或清算等 B2B 場景。例如在銀行間進行支付、結算、清算的系統，就可以採用聯盟鏈的形式。聯盟鏈可以根據應用場景來決定對公眾的開放程度。

由於參與共識的節點比較少，聯盟鏈一般不採用工作量證明（PoW）的共識機制，而是多採用權益證明或 PBFT 等共識算法。聯盟鏈對安全性和性能的要求也比公有鏈高。聯盟鏈網絡由成員機構共同維護，聯盟鏈平台應提供成員管理、認證、授權、監控、審計等安全管理功能。常見於同類型的企業（如銀行同業之間的記帳標準），或有合作關係的不同企業，其中會由公司或機構來擔任節點。

表 2-3、公有鏈、聯盟鏈和私有鏈的比較分析

	公有鏈	聯盟鏈	私有鏈
是否有進入限制	不限	有，須有授權或為聯盟成員才可進入	有，須有授權或為內部成員才可進入
共識機制	PoW/PoS	分散式一致性演算法 PBFT	PBFT
驗證者	礦工或質押加密貨幣者	聯盟成員協商確定	鏈的所有者
激勵機制	需要	可選	無
去中心化程度	較高	偏低	極低
交易量	7 筆/秒至數千筆/秒（TPS）	<10 萬筆/秒（TPS）	視組態決定
優點	所有交易皆公開透明、去中心化程度高，具不可篡改、匿名公開等特性	交易速度快、擴容性高	交易速度快、保有內部隱私、交易成本低

	公有鏈	聯盟鏈	私有鏈
缺點	因採共識決，交易速度相對較慢	相關技術要求較複雜，架設成本高	完全中心化，遭駭風險較高，也亦有集中風險
應用領域	區塊鏈遊戲、非同質化代幣、去中心化金融等	供應鏈管理、金融服務、醫療保健等	大型組織或私人企業之業務等
代表專案	比特幣、以太坊	Hyperledger Fabric、R3 Cord	R3 Cord

資料來源：本研究整理。

五、區塊鏈運作方式

雖然區塊鏈基本運作機制很複雜，但區塊鏈軟體可以自動執行以下大部分步驟：

步驟 1：記錄交易

區塊鏈交易係指實體或數位資產在區塊鏈網路中從一方到另一方的移動。其被記錄在一個資料區塊，並且可以包含以下詳細資訊：誰參與了交易？交易過程中發生了什麼？交易產生的時間？交易產生的地點？為什麼會產生交易？交換了多少資產？交易過程中滿足了多少先決條件？

步驟 2：達成共識

分散式區塊鏈網路上的大多數參與者，必須同意記錄的交易是有效的。根據網路的類型，協議規則可能會有所不同，但通常在網路開始時便已制定。

步驟 3：鏈結區塊

一旦參與者達成共識，區塊鏈上的交易就會被寫入相當於總帳頁面的區塊中。加密雜湊值會與交易一同附加至新的區塊中。雜湊值可作為連結區塊的鏈。若區塊的內容被有意或無意地修改，則雜湊值就會變更，從而提供一種偵測資料竄改的方法。因此，區塊和鏈可安全連結，無法對其進行編輯。每個額

外區塊都會加強對前一個區塊的驗證，進而加強對整個區塊鏈的驗證。

步驟 4：分享總帳

系統將中央總帳的最新複本分發佈給所有參與者。

六、區塊鏈技術優點、缺點及發展優勢

1. 區塊鏈優點

- (1)去中心\中介化，有效降低認證、網路交易與協作成本；
- (2)採不對稱加密技術（公、私金鑰），控制資料讀取與修改權限，兼顧透明度、隱私安全性及可信賴性；
- (3)分散式網路系統，可確保資安；
- (4)能為政府不穩或低度發展的國家，提供更安全可靠可信賴的銀行替代方案與個人資訊保存的方法。

2. 區塊鏈缺點

- (1)像是比特幣這類採取工作量證明（PoW）的區塊鏈，需要耗費大量的資源（如電力、算力）；
- (2)目前交易流動較低；
- (3)存在著非法使用的可能；
- (4)各國法規的限制與不適用；
- (5)當程式碼出問題或個人遺失金鑰時，個人權益難以被保障。
- (6)一旦輸入錯誤資訊，需付出相當大的代價改正（51%原則）。

3. 區塊鏈發展優勢

- (1)區塊鏈技術的開放性將鼓勵協同創新-由於區塊鏈應用是以開放原始碼(Open Source)強調的開放和協作為核心，因此，若能進一步透過開放治理(Open Governance)機制擬定產業開放標準(Open Standard)，將能讓不同產業的開發人員、研究人員與企業資訊人員相互協作，以相互學習及經驗分享的方式打造更高效且安全的區塊鏈應用服務。

- (2) **區塊鏈技術有助於建置可信賴的流程以實現共享經濟**-由於共享經濟的本質是透過減少資料的不透明度、不對稱性的方式優化資源配置，在這個過程中，需要嚴格的第三方單位提供認證與監督服務以確保交易雙方的權益、完成相關交易，而區塊鏈技術的運作模式完全符合這個要求：透過極為嚴格的方式保護與確認資料流，讓企業、組織可以更低成本、高效且安全的作業流程傳遞與共享有價資訊，同時還能深度檢視交易細項，即時掌握進程並第一時間處理，以避免糾紛。
- (3) **區塊鏈技術有助於驅動、加速新型態商業模式的誕生**-區塊鏈技術除在金融產業備受關注與運用，在物聯網產業中，也有許多企業、機構透過區塊鏈技術即時管理上百億個物聯網設備的身份、交付與維護工作，延伸產品的生命週期和降低維護的成本，甚至是將商業模式從早先的設備銷售轉換成諮詢服務等。

綜上，無論是政府機關、企業或第三方協會等機構都應積極思考該如何透過區塊鏈技術解決當前問題，以及優化與夥伴、客戶的互動關係。

2.2 區塊鏈技術之發展趨勢及應用領域

本節首先探討區塊鏈本身技術之發展趨勢，其次，探討區塊鏈之應用領域，包括：儲存資料類型、各國應用情形、各產業應用情形及三大應用平台。

一、區塊鏈技術之發展趨勢

區塊鏈技術的發展可分為三階段，分別是區塊鏈 1.0、2.0、與 3.0，如圖 2-2 所示。區塊鏈 1.0 指的是數位貨幣（或虛擬貨幣、加密貨幣），即以區塊鏈技術為基礎的比特幣或其他虛擬貨幣之應用，主要應用為具備加密特性之加密貨幣或支付系統。區塊鏈 2.0 為以太坊（Ethereum）之智能合約（Smart Ledger），即能自動執行合約條款的電腦程式，主要應用領域為金融資產交易活動，如證券或期貨之交易；區塊鏈 3.0 為超級帳本（Hyperledger），主要運用在社會活動上，例如政府稅收、醫療、慈善事業等。

1. 區塊鏈 1.0

Nakamoto Satoshi(中本聰)於 2008 年提出以區塊鏈技術應用於比特幣之虛擬貨幣上，即是屬於區塊鏈 1.0 的應用。區塊鏈 1.0 構建一種全新的去中心化數字支付系統，使得每一個連入網路的用戶可以隨時隨地進行支付、交易，並且通過數字加密驗證的方法，保證每筆交易的唯一性與真實性，避免多重支付，從而極大地提升了轉帳交易的安全性，比特幣是區塊鏈 1.0 技術的第一個實例運用。由於區塊鏈 1.0 應用被定位於數位虛擬貨幣共享帳本居多，且開發者認為區塊鏈 1.0 不利於進行功能擴充，進而衍生出區塊鏈 2.0。

2. 區塊鏈 2.0

2013 年 Vitalik Buterin（布特林）提出在以太坊平台上運行區塊鏈，稱為區塊鏈 2.0，區塊鏈 2.0 加入智能合約、權益證明（Proof of Stake, PoS）和分散式應用程式（Decentralized Application, DApp）等技術。其中，智能合約是區塊鏈 2.0 的重大貢獻與突破，智能合約能使開發者透過圖靈完備（Turing Complete）之程式語言定義合約內容條件，如該使用者成功觸發智能合約條件，礦工將協助執行

智能合約自動儲存數據上傳至區塊鏈與驗證，且智能合約內容公開於節點上，能證明其智能合約的真實性與公平性，如智能合約中有漏洞，任何人都能立即發現。區塊鏈 2.0 技術逐步將區塊鏈技術的應用範圍擴展到其他金融領域，包括：對智能合約、多重簽名、信用評估等技術手段的探索實踐。未來預計，區塊鏈技術將可用於股權交割、清算，債券償付，金融衍生品合約設計等。

3. 區塊鏈 3.0

隨著區塊鏈技術的快速發展，其「去中心化」功能及「數據加密驗證」功能結合物聯網技術(IoT)，在其他非金融領域逐步受到重視。具體包括：傳統企業完成電商化業務升級、通過大數據建模提供企業用戶風險管理諮詢、醫療健康領域客戶資訊加密管理、公證領域產權保護等應用。



資料來源：高靖鈞等人[60]。

圖 2-2、區塊鏈技術演進與應用示意圖

二、區塊鏈技術之應用領域

一般區塊鏈技術最常見的應用模式即是進行有價資產的交易，透過智能合約的執行，確保交易內容順利進行。另由於區塊鏈具有不易竄改的特性，對於證明文件的儲存與管理、安全紀錄的維護與核實，也是區塊鏈應用的長處。

(一) 資料類型

區塊鏈是一種進階的資料庫，因此，區塊鏈之應用可依據其儲存資料的型態分為以下兩種：

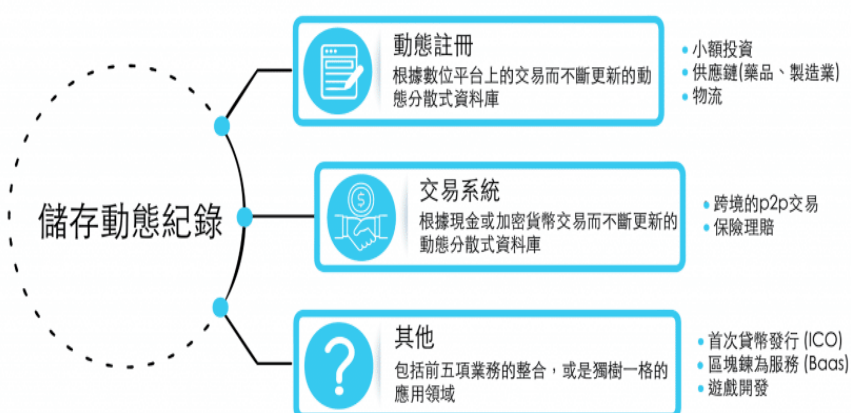
1. **儲存功能**-即儲存靜態紀錄的區塊鏈，應用其 3 大主要功能（包括去中心化、無法竄改、公開透明易追蹤），讓使用者能夠對於紀錄的完整保存來得更加有信心（如圖 2-3）。包括：
 - 靜態註冊（透過分散式資料庫儲存參考資料），應用於辦理土地、專利權、智慧財產權或著作權等之登記，以及食安、物流等之追蹤及溯源。
 - 身份識別（透過分散式資料庫儲存身份相關的資料），應用於投票、公民登記或身份（如出生、結婚）記錄及防身份詐欺等。
 - 智能合約（在區塊鏈上記錄一系列的條件，當條件被滿足時，區塊鏈會自動執执行程序），應用於保險理賠、現金及證券交易、出版音樂等。
2. **交易功能**-即儲存動態紀錄的區塊鏈（如比特幣、以太幣等加密貨幣），進行相關交易行為（如圖 2-4）。包括：
 - 動態註冊（根據數位平台上之交易而不斷更新之分散式資料庫），應用於小額投資、供應鏈及物流等。
 - 交易系統（根據現金或加密貨幣交易而不斷更新之分散式資料庫），應用於跨境之 P2P 交易或保險理賠等。
 - 其他，如區塊鏈即服務（Blockchain as a Service, BaaS）、遊戲開發、首次貨幣發行（ICO）等。



Source: OOSGA Analytics



圖 2-3、區塊鏈之應用與案例-儲存靜態記錄



Source: OOSGA Analytics



圖 2-4、區塊鏈之應用與案例-儲存動態記錄

(二) 各國應用情形

區塊鏈為比特幣底層技術架構，隨著比特幣在各國蓬勃發展，區塊鏈技術也被應用在各個國家及各個產業。

1. 薩爾瓦多 (El Salvador)

2021 年薩爾瓦多成為全球第一個採用比特幣作為法定貨幣的國家，實施一年多後，這場「比特幣實驗」成效並不理想，是否能協助解決外債及國內經濟問題，仍有待觀察：

- (1) 原定於 2022 年 3 月發行 10 億美元的「比特幣債券」，其中 5 億美元用於資助打造「比特幣城」，但現在，「比特幣城」至今仍一片荒蕪，「比特幣債券」也遲遲未見蹤影。
- (2) 另外 5 億美元則將用於加碼購買更多的比特幣。為輔助比特幣的應用，薩爾瓦多推出一款加密錢包 App — 「Chivo」，提供免費交易、跨境支付，並向每個帳戶發放價值 30 美元的比特幣，以激勵消費。但據調查顯示，20% 的受訪者在下載 Chivo 之後仍在繼續使用，75% 的受訪者表示，如果不是為了獲得政府發放的 30 美元，他們根本不會去下載這個錢包 App。目前只有 20% 的商家、企業接受比特幣作為支付方式。但整體比特幣實驗及相關成本也使得薩國政府支出 3.75 億美元。
- (3) 薩爾瓦多採用比特幣作為法定貨幣之目的係希望讓遠在國外的民眾，能透過更低成本、更快速的方式匯錢回國，薩國有超過 200 萬民眾旅居海外，他們每年寄回國內的款項佔國內生產總值逾 20%。然而，最新的數據顯示，只有 1.6% 的匯款是通過數位錢包被發送到薩爾瓦多。
- (4) 從 2021 年 9 月至今，薩爾瓦多累計斥資 1.039 億美元買入 2,301 枚比特幣，但隨著比特幣價格挫跌，帳面損失大約 6,000 萬美元。
- (5) 70% 的薩爾瓦多民眾認為，《比特幣法》並沒有使他們的家庭經濟受益。

2. 瑞士

位在瑞士的一個小城市楚格（Zug），在 2013 年便將城市打造成加密貨幣城市「加密谷」（Crypto Valley），並從 2016 年開始承認比特幣是正式貨幣，讓人民能在生活中使用它來付錢，是全球第一個這麼做的城市。楚格的政策是對區塊鏈企業及投資人相當友善，加密谷成立 6 年來有 170 多家區塊鏈公司企業進駐，進行數百億規模的首次代幣發行（ICO）等，成為加密貨幣的朝聖地。

3. 馬爾他

地中海小島國馬爾他共和國又被稱為「區塊鏈之島」（Blockchain Island），可說是對區塊鏈最友善的國家。2018 年 7 月馬爾他議會通過區塊鏈技術的相關法案，加快區塊鏈的發展。2019 年 2 月，馬爾他施行虛擬金融資產法案，甚至還要將大學文憑記錄在區塊鏈上，以防學歷偽造。另為了強化馬爾他所有不動產契約的安全性，將來人民的不動產契約，均會全都記錄在區塊鏈上。

4. 加拿大

在全球政府當中，加拿大為領導區塊鏈應用最為前沿的國家之一，從 2018 開始，已積極測試並導入多項區塊鏈技術至公家機關，包括：利用區塊鏈靜態註冊的特性，紀錄公家機關契約紀錄，並與市民分享。

5. 愛沙尼亞

愛沙尼亞因為成功地將去中心化與資料完整性驗證應用在行政程式上，所以被評選為完美範例，愛沙尼亞驗證私有區塊鏈也能在國家政府部門的應用上獲得成功，可以說是引領區塊鏈創新的國家。

愛沙尼亞政府從 2002 年就開始使用數位身份證，並運用區塊鏈打造數位政府系統，目前 99% 的行政程式可使用數位身份證進行，大部分該國政府服務是 24 小時在線上的（除結婚或購買不動產等需親自辦理外），而且大眾數據庫的隱私，是被區塊鏈技術完整保護。愛沙尼亞民眾擁有線上醫療、線上稅務，甚至不用前往監理站，便能申請

牌照及變更駕照數據。

- (1) 應用區塊鏈可做身份識別的特性，發給派遣、約聘人員（project-based employees）數位履歷，並紀錄於以區塊鏈為骨幹所建置的人才雲上。
- (2) 所有無論是海外遊客、僑民或是因故無法前往投票者，都可以透過虛擬身分利用區塊鏈技術完成投票，利用區塊鏈投票，也讓愛沙尼亞居民放心自己選出的結果，效率也比傳統到場投票高上許多。愛沙尼亞 2025 年成為全世界第一個在全國大選採用線上投票的國家。
- (3) 政府運用區塊鏈追蹤醫療資料，病人可以透過區塊鏈紀錄知道哪些人看了自己的紀錄，確實掌控自己的資料。
- (4) 保險業透過產險上的物聯網數據及利用智能合約自動化功能，優化管理流程、管理風險以及偵測詐欺等。

6. 英國

區塊鏈技術最早應用於金融服務領域，以世界上最大的金融服務和科技新創中心之一的英國倫敦最為蓬勃發展，不僅英國中央銀行政府內部已採用區塊鏈技術，並且鼓勵所轄銀行及金融科技發展新創公司積極導入區塊鏈技術。此外，英國金融行為監管局（FCA）推出監管沙盒，以確保所有金融科技發展創新的技術都能在監管機構的監督之下，已批准第一批 18 金融科技公司，都將區塊鏈技術應用於金融服務領域：

- (1) Billon 是使用區塊鏈技術的虛擬貨幣平台，利用手機 APP 來達成資金的安全轉移和持有。
- (2) BitX 和 Epiphyte 提供由區塊鏈技術為架構的跨境匯款服務。
- (3) Govcoin 是一家和英國政府退休金部門合作的技術提供商，正在探索使用區塊鏈技術於 APP 上提供緊急資金的可行性。
- (4) Otonomos 提供一個在區塊鏈上以數位方式發行私人公司股票的平台，使用者可以更方便的管理股權，並直接在線上分配股權與發放現金股利等。

(5)Nivaura則利用區塊鏈來自動化管理私募有價證券的產品生命週期。

(6)SETL基於分散式帳本技術提供可以讀取 Smart IC 卡的零售支付系統，並成功測試一種新的感應式銀行卡，通過使用區塊鏈技術，即時處理和結算各種於零售商端使用該卡的支付。

7. 杜拜 (Dubai)

2016 年 10 月杜拜發布「杜拜區塊鏈策略」(Dubai Blockchain Strategy)，目標是讓杜拜在 2020 年時成為全球第一個所有交易都透過區塊鏈完成的智慧政府，採用區塊鏈技術以塑造一個更簡單及安全的網路交易環境，讓政府更有效率，催生區塊鏈產業，同時還能奠定杜拜於國際上的領先地位。杜拜地政總署 (Dubai Land Department, DLD) 在 2017 年建立一個基於區塊鏈技術的地政資料庫，記錄所有的不動產交易，成為全球首個將區塊鏈技術應用於地政的國家。

8. 韓國

南韓長期開發區塊鏈應用技術，以創造數位治理優秀的國家。例如 2018 年公投時期實驗以區塊鏈為基礎的投票系統、南韓第二大都市城南市 (Seongnam) 擴大其區塊鏈支付系統，使去釜山的衝浪客和觀光客能在特定商店用比特幣與以太幣付款。南韓政府並於 2020 年 5 月推出區塊鏈數位駕照計畫，將汽機車駕照結合區塊鏈技術，民眾只要在智慧型手機上下載 PASS App，並且上傳現有駕照，經過警方系統核准後，系統將在區塊鏈平台上產生一組 QR code，民眾出示 QR code 即代表證件本身，這組 QR code 就成為一種方便的數位憑證，任何需要證實身份與年齡的場合都能使用。此方案推出不到 3 個月已有將近 1 百萬南韓市民捨棄實體憑證，改採數位方案。

此外，南韓智慧城市城市一世宗市政府 2020 年 5 月政府宣布，為了達到存儲和驗證自駕車數位身份的目標，正在開發基於區塊鏈技術的身份驗證平台，並希望透過區塊鏈技術加強汽車及其控制中心共享資訊的安全性，大幅提升數據的可信度。

(三) 各產業應用情形

區塊鏈技術在產業面之應用，已經從單純的加密（或數位）貨幣市場擴大到更廣泛的金融和「區塊鏈+」階段，「區塊鏈+」是區塊鏈滲透到大量的其他社會領域進行應用，比如跨境交易、二手交易、司法、物聯網等。

1. 加密（或數位）貨幣

區塊鏈最早就是伴隨著比特幣的產生而出現，最開始的應用範圍完全集中在加密（或數位）貨幣市場上，繼比特幣之後，萊特幣、以太幣、狗狗幣相繼產生。這種加密（或數位）貨幣的出現，對傳統金融體系產生衝擊，價值在網路（或線）上的直接流通變為可能。區塊鏈的去中心化的優勢，使得隨時隨地貨幣交易，低成本快速的跨境交易成為可能。

2. 泛金融

區塊鏈是比特幣等加密貨幣之底層技術，因此，區塊鏈在整個金融領域的應用有絕對優勢，且其應用之意願最強，例如銀行與保險機構基於維持其信賴地位、降低交易審查成本、提升安全及效率，為投入研究與應用最積極者。銀行和證券交易所等傳統金融系統使用區塊鏈服務，主要是管理線上付款、帳戶和市場交易。而商業銀行基於區塊鏈的應用領域主要有：

- (1) P2P 交易（如跨境支付、期貨合約買賣）
- (2) 身分登記（如反洗錢名單）
- (3) 所有權（如土地所有權、股權的驗證與轉移買賣）
- (4) 智慧管理（利用智慧合約做自動支付利息、分紅等）

3. 區塊鏈+

伴隨著區塊鏈在金融領域應用的不斷驗證，其「去中心化」和「數據可靠」功能將會應用到其他任何有需求的社會領域中去，此時「區塊鏈+」將成為現實，包括：+醫療、+公證、+通信、+司法、+版權、+仲裁、+審計、+域名、等等。這時候的區塊鏈已經滲透到社會的每個角落，應用在萬物互聯之中。

- (1) **健康醫療**：利用區塊鏈技術的匿名性、去中心化等特性，儲存個人的健康數據，除可保護病人隱私，並提供客制化服務外，如個人能將數字醫療資產授權給醫生、保險機構、藥店等使用，將可提供醫療數據共享的服務。區塊亦可提供一個標準的安全機制，所有的健康數據轉換可供研究及分析的數據模式。
- (2) **供應鏈/物流**：供應鏈與物流由於參與業者眾、沒有強力的中心化組織及流程複雜，普遍存在過程不透明、難以追蹤及管理困難等問題，而區塊鏈技術具有可追溯性、不可篡改性及透明性等特性，是解決上述問題的最佳方案，而物流業內部也普遍認為供應鏈及物流是最適合區塊鏈落實的應用情境之一。
- (3) **公證領域**：公證是一種公證機構對事實與文書的真實性、合法性予以證明的活動，傳統的公證過程存在手續繁瑣、處理低效能等問題。區塊鏈在公證領域之應用，有助於維護一個安全存放、基於時間戳記錄的區塊鏈帳本，並將提高資料正述過程的透明度，同時節省成本、提高效率（如透過智能合約進行自動公證，而且永久保存可追溯，省去了傳統政府公證機構的介入）。
- (4) **數位化產品存證及版權**：在網路時代，數位化產品（如音樂、遊戲等）能快速複製及傳播，雖可促進文化的傳播及發展，但傳統的版權保護方式（如專利申請、著作權登記等），無法使數位化產品的版權受到有效的保護。區塊鏈的「加密雜湊值」及「時間戳」技術，可產生數位產品之數位證書，除可解決存證及作品時效性問題外，亦可依據「時間戳」及智能合約，記錄所有涉及版權使用與交易的環節，使版權的轉讓、交割與追溯都變得更為便捷與清晰。爰此，區塊鏈技術應是解決數位產品存證及版權保護最有效的途徑之一。
- (5) **物聯網**：目前有各種的物聯網和智能系統的區塊鏈應用，當應用於物聯網時，區塊鏈的概念開闢了創新的無限可能性，區塊鏈技術可以被使用於追蹤設備

的使用歷史，它可以協調處理設備與設備之間的交易，該技術將通過提供設備與設備之間，設備與人之間進行數據交易而使物聯網設備獨立。這些應用的主要目的是連接家庭網絡到雲端，以及周邊的電子設備（家庭自動化）。

4. 政務服務

區塊鏈另一個重要應用在於政府職能領域，即通過區塊鏈技術，以分散式、高效、低成本的方式提供政務服務。通過採用區塊鏈去中心化的特點，成為一個無國界的分布式帳簿，包含社會的文檔、記錄及其使用歷史，同時區塊鏈政務服務的提供，將建立在一個強大的個人信息系統基礎之上，系統中包含信用、糾紛記錄、投票、國民收入、法律文件（如土地契約、醫囑、育兒合同、婚姻合同等）。

- (1) 由於區塊鏈具有不可篡改性，婚姻將是極佳的應用場景，因為一對夫妻將把他們的婚姻永遠連接在一個共享的儲存帳戶上（例如比特幣錢包）。世界上第一個用區塊鏈記錄的婚姻，發生在佛羅里達的迪士尼樂園裡，這個婚禮被提交到比特幣的區塊鏈裡，這對夫婦的誓言被傳輸成文檔注釋，並嵌入到一筆 0.1 個比特幣的交易當中，進而永久的保存在區塊鏈的分類帳中。
- (2) 基於區塊鏈的政務服務，同時給予市民完全的自主權。同樣的傳統政府服務，將會因為區塊鏈技術的使用，而變得更加低成本、去中心化以及更加定製化。同時所有的政府法律文件，如合同、身份證明都能夠被儲存在區塊鏈中。而例如區塊鏈護照之類的基於區塊鏈技術的個人身份系統，需要得到相當多數人的接受才能夠被公眾所承認，目前一個叫做 World Citizen project 的項目，正在為提供區塊鏈護照系統，致力於創造一個適用於全球的市民體系，並已經採用加密工具設計區塊鏈護照。

（四）區塊鏈三大應用平台

看好區塊鏈市場，從開放原始碼社群到商業組織皆積

極透過策略聯盟的方式壯大生態體系、建立產業標準。就以當前的市場發展情勢來看，區塊鏈技術之應用平台主要分為三個(詳如表 2-4 所示)：

1. 超級帳本 (Hyperledger) 平台-最為活躍，該平台係於 2015 年 12 月由 Linux 基金會專案成立，旗下包含 5 個子專案，分別為 Blockchain Explorer、Fabric、Iroha、Sawtooth Lake，以及 R3 CEV 聯盟釋出的 Corda。該平台係採許可制的私有鏈制度，目前主攻跨產業的區塊鏈底層協議，範圍涉及金融業、物流供應鏈、製造業、物聯網等產業。例如 IBM 採用 Hyperledger 區塊鏈技術，並將供應鏈上下游廠商串連一個共用帳本。
2. 以太坊(Ethereum)平台-主打智能合約，係以太坊(Ethereum 1)於 2015 年 7 月對外發表，可執行智能合約去中心化的平臺，不須經過許可，任何人都可以利用以太坊技術進行交易與進行建立智能合約，或參與區塊的開採與驗證，亦可利用以太坊術創建互不相聯的私有鏈。國內有 AMIS 帳聯網加入使用，國際則有 J.P. Morgan、微軟等。以太坊每個節點都是去中心化，每個節點都能運行一個以太坊用戶端，也就是「節點軟體端」。智能合約則是先部署與寫入在區塊鏈內，然後在以太坊虛擬機器(Ethereum Virtual Machine, EVM) 裡面進行運行，進而以對等式(Peer-to-Peer, P2P)網路通訊協定或相關技術，進行資料同步與更新。
3. R3 CEV 聯盟平台-由巴克萊銀行等眾多大型金融機構籌組而成，於 2015 年開始招募會員，並於 2016 年開源釋出 Corda 分散式帳本技術。國內有中國信託加入，國際則有 J.P. Morgan、花旗、UBS 等銀行加入。在 Corda 的網路中，每個節點加入時需先確認身分和網路 IP 位址進行核對，通過檢核之 IP 位址，才可以進入架構中所有節點內，擷取節點所提供的資料，以及使用相關功能與服務。

表 2-4、區塊鏈技術三大應用平台發展彙整表

No	區塊鏈技術平台	發展史簡介
1	Hyperledger	1. 2015 年 12 月專案成立。 2. Linux 基金會所開源區塊鏈專案，旗下包含 4 個子專案：Blockchain Explorer、Fabric、Iroha、Sawtooth Lake。 3. 不同於公開的以太坊(Ethereum)，Hyperledger 係採許可制的私有鏈制度。 4. 目前主攻跨產業的區塊鏈底層協議，範圍涉及金融業、物流供應鏈、製造業、物聯網等產業。 5. IBM 採本區塊鏈技術，並將供應鏈上下游廠商串連一個共用帳本。 6. 架構： (1) 客戶提交一交易提案進入區塊鏈網路，各組織確認執行該提交交易提案(即背書節點)，返回執行結果於客戶端； (2) 客戶端則後續進行提交交易並簽名，進而進入區塊鏈網路排序節點進行交易排序，透過區塊鏈廣播或推播進到各組織之各主節點，保存其提交交易資料，此時區塊鏈各區塊組織都同步會更新資料，各組織執行完交易後則會同步更新至記帳節點，各參與者同時皆可取得更新的進度。 7. TradeLens 使用基於 Hyperledger Fabric 的 IBM 區塊鏈平臺，Hyperledger Fabric 是一種開放源代碼許可的區塊鏈，在該區塊鏈中，被管理者或具認證權限之關鍵成員(又稱信任錨，Trust Anchors)所認可的參與者，就能使用相關服務。 8. GSN 係採用甲骨文(Oracle)區塊鏈技術，甲骨文亦利用 Hyperledger Fabric 所創立的數據庫進行優化改善，並提供 API 介面讓來自不同雲端平臺的開發者皆可使用。

No	區塊鏈技術平台	發展史簡介
2	Ethereum	1. 2015 年 7 月對外發表。 2. 可執行智能合約去中心化的平臺，不須經過許可，任何人都可以利用本技術進行交易與進行建立智能合約，或參與區塊的開採與驗證，亦可利用本技術創建互不相聯的私有鏈。 3. 臺灣有 AMIS 帳聯網在使用，國際則有 J.P. Morgan、R3、微軟等利用本技術。 4. 發展期間發生過駭客盜以太幣，故多次執行軟體代碼修改來保護其區塊鏈。 5. 架構說明： (1) 以太坊每個節點都是去中心化的，每個節點都能運行一個以太坊用戶端，也就是「節點軟體端」。 (2) 智能合約則是先部署與寫入在區塊鏈內，然後在以太坊虛擬機器(Ethereum Virtual Machine, EVM)裡面進行運行，進而以對等式(Peer-to-Peer, P2P)網路通訊協定或相關技術，進行資料同步與更新。
2	R3-CEV-Corda	1. 2015 年聯盟開始招募會員。 2. 開發分散式帳本技術 Corda，2016 年開源釋出 Corda 程式碼，並貢獻成為 Hyperledger 專案之一。 3. 不同於公開之 Ethereum 以太坊，Hyperledger 採許可制的私有鏈制度。 4. 臺灣有中國信託加入，國際則有 J.P. Morgan、花旗、UBS 等銀行。 5. 架構：在 Corda 的網路中，每個節點加入時，需先確認身分和網路 IP 位址進行核對，通過檢核之 IP 位址，才可以進入架構中所有節點內，擷取節點所提供的資料，以及使用相關功能與服務。

資料來源:蔡亮等人[94]及本研究整理。

2.3 小結

區塊鏈技術是比特幣的核心技術，隨著比特幣等虛擬貨幣蓬勃發展，區塊鏈技術也被應用在金融領域，並透過智能合約技術，延伸至非金融領域，包括：銀行金融、保險、虛擬（或加密）貨幣、醫療衛生、財產所有權紀錄、智能合約、產品供應鏈溯源、電子投票及交通運輸。

第三章 區塊鏈技術在交通運輸領域之應用

—理論與實際

本章主要探討區塊鏈技術在交通運輸之應用，首先，從理論面（區塊鏈技術 3 大功能及智能合約）探討區塊鏈技術在交通運輸上可應用的領域，其次，從實際應用面探討目前區塊鏈技術在交通運輸上之實際應用現況，最後，檢討區塊鏈技術在交通運輸應用上之發展瓶頸及因應策略。

3.1 區塊鏈技術在交通運輸上可能應用之領域

任何新的顛覆性技術的應用，歷來就有兩條兩種方式。一種方法是把它視為一種工具，用它來改善傳統的商業模式，得到一種邊際效益上的提升。另外一種是把它當作一套制度，用來重構商業的底層邏輯。本節從「交通管理面」及「運輸產業面」探討區塊鏈技術在交通運輸上可能之應用。

一、在交通管理應用方面

1. 陳惠國[78]將區塊鏈技術在交通管理之應用，分為三大類：

(1) 數據共享：透過區塊鏈技術將車主、車輛、監理、維修或保險等資料加以整合，運用區塊鏈技術「不易篡改」、「公開透明亦追蹤」及「匿名」等功能，確保車輛買、賣雙方資訊正確（如里程數驗證）且對等，並可做為車輛保險費率訂定及出險之參據。例如：

- ① 雷諾汽車公司與微軟公司合作，以區塊鏈技術保護汽車維修保養資料，於車輛交易時，車主可授權買主取得數位車輛維修紀錄；
- ② 博世（Bosch）公司與德國萊茵集團 TUV 合作，導入區塊鏈技術中古車市場確保車輛里程錶不被篡改；
- ③ 國內產險公會攜手 14 家產險業者於 2022 年 5 月 1 日起試辦全台首個「產險聯盟區塊鏈」，運用區塊鏈即時、可信任、資料不易竄改與匿名等特性，讓聯盟成員能在鏈上安全無虞傳遞數位資料，加速資訊共享與保險服務的數位化進展，有助產險業者資訊共享，並透過一站式鏈上完成案

件審核、給付及追償，可望大幅降低理賠作業時間。。

- (2) 叫車服務、車輛共乘及共享交易：透過區塊鏈「去中心化」功能及智能合約，取代現行叫車服務或共享車輛需透過平台（中介或第三方）媒合作業，降低駕駛與乘客之交易成本及平台之剝削。例如：

❶ 國內富邦金控公司與互動網數位科技公司「Hello Taxi」合作，以區塊鏈架構企業員工叫車服務，簡化員工叫車及支付流程，減少企業報帳之內部成本。

❷ 以色列新創公司透過區塊鏈技術推出 LaZooz 即時汽車共享服務，透過 APP 搜尋路上行駛車輛之空座位，如目的地相同即可叫車共乘，並推出代幣（token）機制，駕駛分享座位即可得代幣，未來可使用代幣以享受共乘機會；

- (3) 整合性應用：例如物流（透過區塊鏈整合物聯網及供應鏈上資訊，提供貨主即時追蹤貨物功能）、危險品運送及車聯網等。

2. 本所[29]研究主題之一「區塊鏈在交通領域之應用」，係透過國際相關創新技術之專利檢索及專利地圖分析，解析區塊鏈專利技術目前導入交通領域之發展應用範疇與現況，作為未來國內交通運輸服務導入區塊鏈技術創新運營模式之參據。總計判讀 1,000 餘篇專利文獻，篩選 600 餘件專利進行分析（如表 3-1 所示），歸納區塊鏈在交通領域之應用包含六大分類及 15 個應用案例（如表 3-2 所示），並建議：

- (1) 交通監理機關需要核發駕照、行照、許可證等證明文件，可運用區塊鏈技術之公開透明、不可竄改特性，檢核申請人過去紀錄，做為核發與否依據，相關證明文件亦可藉此減少驗證證件真偽的程序。
- (2) 網約車及近來熱門的共享汽車、共享停車位等共享經濟應用上，可運用區塊鏈技術將車輛、駕駛人、乘客等相關資訊上鏈，藉以提升監理機關之管理運作，並於事故發生時易於追溯。

- (3) 限制無人機飛行區域的地理圍欄資訊，是發展無人機應用相當重要的課題，可透過區塊鏈技術記錄無人機身分，並透過驗證無人機身分判斷其進入不同空域有之權限，將可提升監理機關對於無人機之管理與監控。
- (4) 可透過區塊鏈技術統計即時車流量並進行分析規劃以及交通路徑疏導，以減少車輛之碳排放量。

表 3-1、區塊鏈技術專利檢索分析條件一覽表

專利權人	不指定
檢索國家	美國、歐洲、中國大陸、中華民國
檢索時間(申請日)	2010-01-01~2019-05-01
專利資料庫工具	Derwent Innovation
相關關鍵字	blockchain; distributed ledger; smart contract; hashes; Merkle tree; transportation ; cryptocurrency; vehicle; geofence; unmanned aerial vehicle (UAV)

資料來源：本所[29]。

表 3-2、交通領域區塊鏈應用概念

分類	應用案例
交通行動服務(MaaS)	共享汽車及網約車、保險理賠
貨運與物流	自駕車或自駕貨車物流配送、貨物追蹤
無人車系統	自駕車 V2X、優化行駛路線、車隊管理
無人機系統	無人機驗證系統/地理資訊圍欄、狀態資訊
交通數據平台	交通路況/事故/違規、交通管理
其他應用	停車空間管理、交通聯網安全應用、車輛狀態相關資訊、航空資訊

資料來源：本所[29]。

3. Vittorio 等人[110]盤點區塊鏈技術在交通運輸領域應用之相關文獻，以關鍵詞（交通、物流、供應鏈、機場、運輸）與「區塊鏈」一詞相結合，通過 Scopus（包含超過 20,000 種同行評審期刊，屬於最重要的出版社）的「文檔搜索」，同時使用 AND 和 OR 連接器進行查詢，

獲得 874 份出版物，並透過多次篩選，最後剩下 371 份出版物，進行「文件計量分析」，得到幾項重要結論：

- (1) 相關文獻認為區塊鏈技術「導入交通運輸兩個領域－「供應鏈和物流」、道路交通管理和智慧城市」，可能產生的貢獻和效益最大。在「供應鏈及物流」方面，區塊鏈技術提供「可追溯性」及「更良好的整合性供應鏈管理」，可改善供應鏈參與者之間的信任和數據共享。在「道路交通管理和智慧城市」部分，未來發展主要是「車聯網」，而區塊鏈技術可以促進「自主」和「互聯」車輛之間可能的合作數據共享、交易和任何其他數據（或貨幣）交換，這些技術可以保證傳統數據庫無法保證的特定功能。
 - (2) 在交通領域審查的大多數科學論文都集中在潛在的應用上。文獻中很少有真正的應用區塊鏈技術。區塊鏈技術的潛在應用，可能來自新興服務和技術的融合，例如交通行動服務(MaaS)、物聯網、具有深度學習的人工智能（AI）、5G 和分佈式智慧車輛。當涉及未來採用自動駕駛和聯網車輛時，可能會在這些領域引入區塊鏈技術。
4. 今樂道讀書會[8]及中國資訊化觀察網[9]認為區塊鏈技術的最大特點就是去中心化。在智慧交通方面，目前雖然採用數據通信傳輸、電子感測器、電子控制等技術，但還是存在不夠及時、準確和高效的問題。而將區塊鏈技術運用在交通領域，就能夠打造智慧交通管理系統，有效完善智慧交通體系，促進交通更加有序地進行。因此，區塊鏈技術在交通管理領域上之應用包括：
- (1) 車輛認證管理自動化；
 - (2) 停車場智慧化；
 - (3) 建立車聯網系統；
 - (4) 應用於自駕車；
 - (5) 高速公路自動收費；
 - (6) 智慧運輸。

二、在運輸產業應用方面

1. 國際海運業

(1) 國際海運貨櫃運輸問題

- ❶ 國際貨物運送主要仰賴海空運，而海運承載 90% 的國際貿易貨運量。在漫長的國際海運供應鏈中，存在複雜的流程、繁瑣多樣的文件、跨境多邊往來單位、資訊不透通不及時、操作複雜成本高及傳統供應鏈使用的 EDI 電子數據交換系統並不夠靈活，無法及時共享數據。航運貨運公司必須透過電子郵件、傳真才能更新訊息等諸多問題痛點（秦玉玲[67]）。
- ❷ 據估計，一般國際運輸從出口國運至進口國需要填寫超過 20 份文件，且大部分為紙本，其中有 70% 的數據可輕易被他人複製，因此運輸業者需要特別注意資訊被盜竊問題。此外，由於厚重的紙本文件，使數據品質降低且無法及時更新與查看，也可能使貨物運輸更容易延遲（高安婕[61]）。
- ❸ 另依據本所[32]調查結果顯示，我國貨櫃運輸作業流程鏈之成員（包括政府機關與產業）間，其數位轉型進程與科技認知等數位落差相當大，仍有多項作業係以傳統紙本文件、傳真方式為主要處理模式，例如部分承攬業者、小區域性物流公司、報關行等，仍處於以紙本、傳真或 E-mail 等傳統方式進行重要文件之遞付與申報、貿易/運輸文件的傳遞、對/銷帳，無法達到作業流程與貨況之即時追蹤、簽審與查驗，成員在應用數位化的程度上有很大提升的空間。

(2) 區塊鏈技術在國際海運貨櫃運輸的優勢

- ❶ 區塊鏈不可竄改、公開透明可追溯性、去中心化分散式共同帳本等特性及智能合約關鍵技術，對於貨櫃運輸作業鏈在貿易運輸文件、對帳與沖帳等流程上所遭遇之痛點，能提供相對解決方案（詳如表 3-3 所示）。
- ❷ 運用區塊鏈技術，可將海運 B2B 及 B2G 生態系成員，包含貨主、收貨人、船公司、貨櫃場、海運承攬、報

關行、公證行、拖車貨運行等全部鏈在一起，共同享有貨櫃運輸的正確資訊、依權限查詢、訊息即時透通、安全不可竄改的訊息及文件。除可以大幅降低複雜的國際運輸文件的修改、確認作業、產地證明及偽造等問題，亦可加速各國海關通關作業及運送等待的處理時間，更可以縮短 B2B 彼此間的帳務結算時間（秦玉玲[67]）。

- ③運用區塊鏈技術，未來可提供由出口國至進口國的一條龍資訊，例如：廠商資料、稅則號列、進出口報單、簽證、產地證明書、商業發票、空運提單、海運提單、檢驗檢疫證明、公正丈量的貨櫃重量、全程溫控等資訊，均上鏈保存在區塊鏈，做好源頭管理，就不易產生偽造、謊報、走私、人為介入竄改等弊端（秦玉玲[67]）。

表 3-3、區塊鏈技術解決貨櫃運輸作業鏈問題之因應方法

No.	我國貨櫃運輸作業鏈 當前問題	區塊鏈關鍵技術
1	供應鏈上下游彼此間的交易均需一具單據簽收作為移轉確認。	區塊鏈智能合約 解決紙本及物流交易契約多及大量人工之問題，達無紙化作業。
2	供應鏈上下游彼此間的交易過程經多方成員，資料與訊息都在各自手上，難以彼此比對驗證內容是否遭竄改或是錯誤，缺乏信任制度。	區塊鏈不可以竄改特性 區塊鏈資訊透明，且有安全可靠的信任（加密）機制。
3	供應鏈上下游彼此間的帳務繁多，耗時核對，若有修改帳務，增加彼此間來來往往程式。	區塊鏈的分散式共同帳本 上下游利用相同帳簿，彼此帳單可跨系統，即時且同步資訊更新。
4	供應鏈彼此間之作業與交易紀錄難以追蹤，無法同步維護資料。	區塊鏈的分散式儲存多中心化的架構 區塊鏈唯一多中心化架

No.	我國貨櫃運輸作業鏈 當前問題	區塊鏈關鍵技術
		構，每一節點 擁有完整的 備份，交易紀錄永久保存 且不能竄改。

資料來源：本所[32]

(3) 區塊鏈技術在國際海運貨櫃運輸的應用（秦玉玲[67]）

- ❶ 馬士基(Maersk)與 IBM 自 2015 打造全球第一個國際海運區塊鏈平台-TradeLens，整合海運貨櫃運輸之貿易運輸文件及貨櫃相關資訊，提供包含貿易與運輸文件 32 種資料分享、120 個國際運送貨櫃(物)狀態。2018 年營運至 2020 年底，全世界 94 個組織超過 60% 以上的運力都已經加入，累積全球 200 多個碼頭櫃場、14 國海關、3000 萬個貨櫃、1.5 億個 Events「事件」、1300 萬個文件在 TradeLens 平台上運作及追蹤。依據 TradeLens 估計使用海運區塊鏈平台可以為每個貨櫃運輸成本平均節省美金 300 元。
- ❷ 另一個以中國中遠集團 COSCO 為主的 GSBN(Global Shipping Business Network)海運聯盟鏈平台也宣佈建置完成，包含海運出貨通知(SI)、海運提單(eBL)及危險品申報(DG)等功能。GSBN 與 9 家航運業運營商簽署服務協定，簽署方包括 CMA-CGM、中遠(COSCO)、中遠海運港口、赫伯羅特(Hapag Lloyd)、和記港口集團(Hutchison Ports)、東方海外(OOCL)、青島港集團(Port of Qingdao)、PSA 國際港務集團(PSA International)和上海國際港務集團(SIPG)等。
- ❸ 國內則有關貿網路公司建置電子產證 C/O、小提單 eD0 及電子領櫃等區塊鏈平台，以及歲航國際委託艾旺科技及宇柏資訊開發建置「海運承攬業區塊鏈服務平台」等。

2. 國際航空業

(1) 國際航空運輸問題

- ❶ 一台飛機的零件數量可從 10 萬個到 100 萬個，各家製造商要提供出廠紀錄、維修商得登載檢測結果，這些資

料很難被統整在一個平台上。目前，多數資料都是人力一筆筆記錄，即使想數位化，把 PDF 版本上傳到雲端，仍會分散保存在不同的獨立系統中。因為一架飛機牽涉到多家供應商、維修商，且同一條產業鏈上的廠商，容易互相競爭，不願意共享訊息。導致有零件出問題時，作業人員要調查、測試、反覆驗證，才能找出解法（盧廷義[99]）。此外，傳統航空業零件通常在報銷前會被轉售 4 次，依賴著紙本認證其製造商與安全標準，但這在零件的轉移中，不但費時費力，也容易存在文件偽造的問題，讓線上交易具有著危險性（葉伊恩[90]）。

- ② 大部分機票都需第三方平台（如旅行社）包裝產品才售出，不僅不了解客戶行為特徵和偏好，分銷成本又高，而旅客無法快速獲得各航空公司的銷售價格與政策，還要花大量的時間貨比三家，不僅購買體驗差，還不能量身定制適合自己的產品與服務（區塊吧[71]）。

（2）區塊鏈技術在國際航空運輸的優勢

- ① 在飛機零件部分：區塊鏈技術可使每位利害關係人（製造商、維修商、航空公司技工、物料管理員等）都有權同步查看所有資訊，也可以替每個零件創造「數位出生證明（或履歷）」，且可不斷更新，並能確實追蹤供應鏈上的各階段發生的大小事，因此，區塊鏈技術具有：精準預測飛機狀況、減少採購成本及優化庫存管理等優勢。據估計，航空業應用區塊鏈在保養、維修成本方面，每年減少 35 億美元（盧廷義[99]）。
- ② 在機票銷售部分：透過區塊鏈平台，航空公司、旅行社及旅客無需再透過中介機構即可執行交易或互動，大大降低溝通成本，另航空公司與旅行社可共享消費者的購買資訊，銷售客製化機票；此外，區塊鏈可整合航空公司機票庫存系統、旅客預訂請求資訊及各種支付系統（包括現金、信用卡、多元支付，甚至航空公司發行之虛擬貨幣或代幣），提供一站式服務，使交易管理更為便利（區塊吧[71]）。

(3) 區塊鏈技術在國際航空運輸的應用

- ❶ 美國波音公司與提供航太工程服務漢威（Honeywell）合作，在其交易平台 GoDirect Trade 上運用區塊鏈技術追蹤並銷售價值超過 10 億美元的飛機零件。GoDirect Trade 是漢威公司旗下的一個飛機零件大型交易平台，其功用是簡化零件買賣流程，並把交易的透明度提高，讓零件交易有高效且安全的保障（葉伊恩[90]）。
- ❷ 德國漢恩航空（Hahn Air）為首家利用區塊鏈技術發行機票的公司（本身沒有擁有自己的飛機），合作的航空公司超過 300 家，另外還有鐵路、巴士公司以及 10 萬家旅行社都有密切的合作，可以讓用戶在一個 app 平台上預訂交通票，住宿等行程規劃（區塊吧[71]）。
- ❸ 西伯利亞航空（S7 Airlines）與阿爾法銀行（Alfa Bank）合作開發的區塊鏈平台，將航空公司機票預訂系統連接到銀行系統，進而加快支付的處理速度，並大幅減少傳統上需要的文書工作量（何凱蒂[48]）。
- ❹ 德國區塊鏈新創公司 Etherisc 推出 FlightDelay。這是一種保險產品，它使用區塊鏈自動簽發保單，並為大約 80 家航空公司的航班延誤和取消進行理賠。該公司的產品只能以加密貨幣購買、理賠。另安聯（Allianz）於 2018 年推出 SmartBenefits，針對航班和行李延誤的自動支付理賠系統。2022 年已服務超過 200 萬客戶（科技島[59]）。
- ❺ 國內遠東航空公司是第一個擁抱區塊鏈的航空業者，在 2018 年時開始接受由母公司樺福集團所發行的加密貨幣—遠航幣（Airline and Life Networking token, ALLN），讓乘客可以用 ALLN 代幣兌換遠東航空國內線航班的機票。惟該公司於 108 年 12 月無預警停飛、109 年 1 月遭撤照後，遠航幣亦遭交易所下架，台灣首例「航空區塊鏈」無法再起飛（李麥克[47]）。

3. 運輸物流

(1) 傳統運輸物流問題

- ❶ 傳統供應鏈是由供應商、製造商、倉庫、物流中心、運輸業者和通路商等構成的網路，但供應鏈上下游對全網資料難以獲取，存在資訊造假、資訊孤島、資訊傳遞效率低、溝通成本高等資訊不對稱和不透明問題，甚至有資訊被篡改的風險（徐志宏等人[65]）。
- ❷ 90%的貨運公司擁有六輛（含）以下的卡車，導致供需難以配合，據估計也造成卡車司機每年空駛里程達 290 億哩。這種低效率整合零擔貨物，每年使貨運公司損失數百萬美元，亦增加消費者的運輸成本（Winnesota[111]）。
- ❸ 由於過度依賴紙本作業，處理和管理成本已達運輸總成本的 20%。僅僅一個簡單的鮮花冷藏貨櫃，從肯尼亞蒙巴薩到荷蘭主要港口鹿特丹，就需要經過 30 多個不同的組織，200 多個單獨的通信。任何遺丟的表格或延遲的批准公文都可能使貨櫃無限期中地滯留在港口，或者完全丟失（Winnesota[111]）。
- ❹ 8.5%的敏感藥品在運輸途中會出現溫度偏差，導致這些產品從未通過海關，因為它們超出可接受的溫度範圍（Winnesota[111]）。

(2) 區塊鏈技術在運輸物流的優勢（Winnesota[111]）

- ❶ 區塊鏈技術可以解決供應鏈中資訊不對稱和資訊造假的問題，實現多個企業主體之間的信任協作與一致行動，從而打造現代化的物流與供應鏈，具有應用價值。
- ❷ 區塊鏈去中心化及公開透明功能，可使不同運輸業者（節點）間運能互通有無不，以滿足托運人需求，甚至提供客製化服務。
- ❸ 透過區塊鏈平台將整個運輸過程中所有文檔記錄在區塊鏈分類賬上，運用智能合約消除紙本作業、加速付款及減少索賠，以及人工審驗作業，以提升運輸效率及降低運輸成

本。

- ④ 區塊鏈結合物聯網技術（IoT），可以有效監控貨櫃溫度、濕度、容量及位置，確保特殊貨物安全準時送達目的地。
- ⑤ 區塊鏈技術在運輸物流的優勢尚有：產品可溯源、冷鏈溫度控制、駕駛安全的確保及行車路線的優化等。

(3) 區塊鏈技術在運輸物流的應用（徐志宏等人[65]）

- ① 全球最大的零售商沃爾瑪(Walmart)與 IBM 合作，將每一個供應商的每一筆交易記錄在區塊鏈資料庫上，全程數位元化追蹤食品供應鏈，保障食品安全。法國超市家樂福(Carrefour)也啟動區塊鏈計畫，顧客可以用智慧手機掃描店內商品的二維碼來追溯商品來源。雀巢(Nestle)公司與 OpenSC（創新的區塊鏈平臺）的合作，透過區塊鏈技術，增加供應鏈的透明度，允許消費者追蹤食品溯源到農場源頭。
- ② 瑞士公司 SkyCell 結合區塊鏈、IoT 及 AI，創建用於監測溫度、濕度和位置的冷藏生物製藥的空運貨櫃車，並且能夠將其溫度偏差率降至 0.1% 以下。另 SkyCell 使用雲平台將整個運輸過程中的所有文檔記錄在區塊鏈分類賬（例如提單和海關表格）。

4. 公共運輸

(1) 公共運輸問題

- ① 「票證系統複雜」及「後台清分（算）資訊不透明」是目前各國公共運輸系統面臨最大問題。以國內而言，雖然已有悠遊卡、一卡通等電子票證系統，但仍無法通用於高鐵、臺鐵（僅能用於區間車）、國道客運、離島海空運等公共運輸系統，造成民眾轉乘的不便。另每一個電子票證系統由不同公司經營，對於乘客營收、運輸業者間之清分（算）機制不透明，也造成乘客與業者對於票務系統的「不信任」。
- ② 目前主管機關均透過運輸業者呈報之營運報表進行監理工作，這些資料即使透過電腦傳遞，也極容易被篡改，且主管機關對於業者呈報之一些機敏資料（如營

收、成本等)的正確性，大都持保留態度(亦即不信任)，運輸業者也不願意這些資料被開放或共享，以免被誤用或濫用，造成業者在陳報資料時及主管機關在掌握業者經營狀況或審議票價調整或營運補貼資料時之困擾。

- ③ 隨著共享經濟的興起，共享平台扮演運輸供需雙方媒合角色，Uber、Airbnb 等即為代表，但運輸業者也常與這些中介機構或平台業者發生糾紛(如被收取超額之手續費，或將對乘客的優惠轉嫁司機承擔)，以及司機、消費者及中介機構三方間發生權責難分之問題。
- ④ 公共運輸業者普遍本身數位化程度不足，對於公共運輸車輛及道路交通產生的資訊無法有效運用，以致無法提升經營效率、降低營運成本，更遑論進行數位轉型，以因應疫後運輸業的復甦。

(2) 區塊鏈技術在公共運輸的優勢

- ① 區塊鏈技術可提供通用之票務及支付系統，確保乘客與運輸業者間金融交易資料公開、透明及無法篡改，並透過智能合約建構虛擬平台，整合不同票證公司之清算後台，除可避免平台壟斷資訊外，亦可達到「一卡通用」目標及做為推動 MaaS(交通行動服務)的底層技術。
- ② 區塊鏈的假設是「沒有單獨的人、單獨的機構是可信的，任何人都不可信任，而用機制確保所有人共同達成的共識是可信的，即所有人組成的集體共識是可信的」。這就是所謂「不信任的信任 (Trustless Trust)」(唐·泰普史考特[96])，因此，2015 年經濟學人以「信任機制(Trust Machine)」定義區塊鏈。透過區塊鏈可確保運輸業者呈報資料不會被篡改且公開透明，故可以消除主管機關「不信任」的疑慮。
- ③ 透過區塊鏈去中心化的功能及智能合約技術，可以建構一個虛擬的預約平台，讓運輸業者與消費者直接交易，以取代現有平台，消除中介或第三方的剝削。
- ④ 透過區塊鏈技術不易篡改功能，認證從車輛 OBD、ADAS

及數位行車紀錄器等蒐集到的資訊，並透過智能合約進行數據優化及應用，以協助業者加速進行數位轉型工作。

- ⑤ 公共運輸車輛非常複雜，需要日常和異常性維護以優化其生命週期價值。區塊鏈技術可提供通用的不可更改的維護記錄，以改善狀態追蹤、保修操作和整體系統安全，以強化企業資產管理（EAM）系統（UITP[109]）。
- ⑥ 公共交通系統僱用大量人員來操作車輛、排班、調度和計算員工的工資。區塊鏈可用於在記錄任何偏差的同時自動執行這些工作規則。營運發生的變化（延誤、服務變更、操作員調換）和工作數據（上班/下班時間）可以記錄在區塊鏈上，以確保員工和主管得資訊係單一事實來源，以增加其薪酬和績效數據的信任（UITP[109]）。

(3) 區塊鏈技術在公共運輸的應用

- ① 荷蘭 VMC.ai 公司在 2019 年實施一個完全開放和去中心化的支付和票務平台，並使用 VAI 代幣進行交易。乘客使用 VAI 搭乘公共運輸系統，而運輸業者和其他利益相關者（如票證公司）共享激勵和合作成果（UITP[109]）。
- ② 索尼於 2020 年 4 月 23 日宣布成功開發一個新的 MaaS 區塊鏈系統，用於整合不同交通形式的數據和服務提供，包括火車、公共汽車、出租車、汽車共享及出租的自行車，提供旅客有關前往目的地所需最佳路線的數據，以及支付和選擇他們的交通工具（Marie [103]）。
- ③ 交通部「花東地區在地多元運輸共享服務經營輔導計畫（喋喋共乘計畫）」（交通部[22]、[23]）為試辦付費機制，導入區塊鏈技術，以確保平台清算（分）結果，為各補貼財源機關（如衛福部、教育部、原委會等）所認可。
- ④ 本所「先進公車智慧化營運管理先導計畫（100-112 年）

將開發整合區塊鏈技術與車載網路、先進駕駛輔助系統(ADAS)及 OBD 車載設備的「駕駛工時管理系統」(本所[34])及「駕駛數位履歷管理系統」，協助國內客運業者運用先進資通訊技術，強化數據治理及數位轉型，打造 SMART (Safety、Mobility、Accessibility、Responsiveness、Trustiness) 的公共運輸發展環境。

3.2 區塊鏈技術在交通運輸上實際應用現況

一、國外部分

1. 在「學術研究」方面：

(1) Vittorio[110]盤點交通運輸領域中有關區塊鏈技術之相關文獻，得到幾項重要結論：

- ❶ 在過去三年中，區塊鏈在交通運輸領域應用的文獻（無論是理論還是被引用）都有相當大的增長。從 2018 年到 2019 年，發表的文章數量成長 1 倍，而被引用的數量則增加兩倍，顯示區塊鏈技術在交通運輸領域之應用受到重視及討論，但也發現：與交通相關的期刊，還沒有發表很多關於區塊鏈技術的文獻；
- ❷ 應用於交通運輸領域的區塊鏈技術處於早期發展階段，要想達到成熟階段，仍然需要付出很多努力，近年來雖然已經有幾種理論化模型產出，但在實際環境中實施的卻很少。

2. 在「產業應用」方面：

(1) 世界區塊鏈運輸聯盟（Blockchain in Transport Alliance, BiTA）於 2019 年 10 月對 100 多個交通運輸公司的高層管理人員進行線上調查（Petter [105]），瞭解這些公司對區塊鏈技術的當前看法和採用情況，並評估該技術的發展潛力及當前被採用程度，並探討未來推動或阻礙區塊鏈在運輸上應用之可能因素。調查結果顯示（如圖 3-1 所示）：

- ❶ 有超過 70% 的受訪者認為區塊鏈技術可以提高流程效率，近 60% 的受訪者表示區塊鏈技術有可能顛覆商業模式。
- ❷ 43%受訪公司仍處於規劃階段、24%受訪公司有規劃但尚未啟動；另 33%已啟動計畫的公司中，有 2/3 處於 POC（觀念驗證、技術可行性）及 POS（服務/流程驗證、服務可行性）階段。

- ③57% 的受訪者認為它將在未來三年內（2021-2023）實現突破，但到 2023 年如果仍缺乏經過驗證的（成功）案例，預計 90% 的基於區塊鏈的供應鏈計畫將遭受「區塊鏈疲勞(blockchain fatigue)」(取消或擱置)。

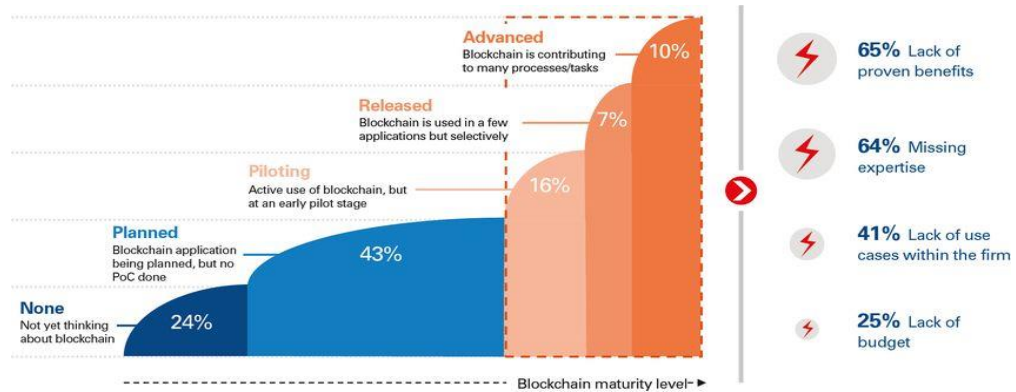


圖 3-1、BiTA 調查結果

- (2) IBM 及 Maersk 於 2018 年合資推出 TradeLens，主要在使用 IBM 區塊鏈技術作為數位供應鏈的基礎，透過建立對即時航運的單一窗口，使多個貿易夥伴能協作數據與傳送文件。該平台成功吸引約 300 多個成員組成的網絡，這些成員橫跨海運承運人、港口碼頭、內陸倉庫、海關及多式聯運供應商，包含來自 600 多個港口及碼頭數據，其中包括 10 個營運商及總計 175 個組織，並已追蹤逾 37 億次的航運事件，處理近 7,000 萬個貨櫃。惟 2022 年 12 月 1 日馬士基和 IBM 宣布他們決定終止區塊鏈全球貿易平台 TradeLens 的營運，並表示雖然它們已成功打造出一個可行的平臺，卻無法實現全面的全球產業協作目標，使得 TradeLens 無法達到持續運作所需的商業水準，也無法滿足作為一獨立業務的財務預期。但部分分析師將 TradeLens 的失敗，歸因於航運公司之間的不信任，尤其是在數據交換方面（周家仰[57]、航貿週刊[68]、陳曉莉[79]）。
- (3) 南韓政府於 2020 年 5 月推出區塊鏈數位駕照計畫，不出 3 個月已有將近 1 百萬南韓市民捨棄實體憑證，改採數位方案。據統計指出，人數已佔南韓全球駕車人

口的 3%。民眾只要在智慧型手機上下載 PASS App，並且上傳現有駕照，經過南韓警方系統核准後，系統將在區塊鏈平台上產生一組 QR code 作為日後駕照展示使用。任何需要證實身份與年齡的場合都能使用，包含最容易碰上的購買菸酒、出遊租車等等場合。除此之外，目前南韓已有 27 家駕照中心能使用 PASS App 更新數位駕照(泰勒[69])。

二、國內部分

1. 在「學術研究」方面：

- (1) 中華顧問工程司[3]透過舉辦專題演講的方式，從區塊鏈技術原理、應用方向、實際應用案例與未來發展趨勢等方面進行介紹，以推廣區塊鏈在交通領域可能的應用服務，使交通界更加重視區塊鏈技術所帶來的衝擊及改變，並做為中華顧問工程司未來推廣區塊鏈於交通領域應用之參據。同時針對區塊鏈不易被竄改之特性，規劃區塊鏈應用於遊覽車安全履歷之構想，做為該工程司後續推動區塊鏈技術概念驗證計畫之基礎。
- (2) 陳宏志[75]研提車輛存摺機制，透過AI影像辨識及區塊鏈相關技術，蒐集車輛使用歷程、駕駛人行為資訊等，可提供車輛所有人與駕駛人對車輛使用狀況的掌握，並提供公路主管機關針對車輛的維修保養、保險、定期清潔、里程、停車需求、規費與罰單繳交狀況等進行管理。該計畫構想獲得公路總局「108 年度環島智慧公路創意競賽」第三名。
- (3) 本所[32]主要探討目前海運貨櫃運輸作業流程全貌、海運生態系數位化與區塊鏈技術應用狀況、區塊鏈航運聯盟發展、區塊鏈間跨接，及各國對於數位化與區塊鏈之法規與政策等，進而研擬我國海運相關產業及政府部門應用數位化與區塊鏈技術之策略與推動步驟。研究結果顯示：
 - ① 我國貨櫃運輸作業流程鏈之成員間，數位化程度落差甚大，仍有多項作業係以傳統紙本文件、傳真方

式為主要處理模式。在導入數位化與區塊鏈技術時，在作業、技術、管理、法規等各層面須進行全盤的衡量，並評估數位化成熟度、投入資源、獲得效益、員工培訓與執行、整體運營模式，以及法規框架等，並以循序漸進的方式來執行。

- ② 區塊鏈係由數位化基礎堆積而成，必須先從基礎之數位化著手進行，以避免大量資源投入後，造成無法適應及無法與外接軌之挫敗。

2. 在實務應用方面

- (1) 交通部「智慧運輸系統發展建設計畫(2017-2020)」透過「花東地區在地多元運輸共享服務經營輔導計畫」、「新竹縣尖石鄉後山地區智慧交通便捷經營計畫」兩項計畫，於偏鄉地區試辦導入在地多元車輛共享服務「噗噗共乘」計畫（交通部[22]、[23]），自2018年於臺東縣延平鄉啟動以來，至2020年底已分別於花蓮縣萬榮鄉、卓溪鄉、富里鄉，以及新竹縣尖石鄉後山地區等3縣5鄉鎮試辦噗噗共乘計畫。

- ① 該計畫因應自110年5月起試辦4鄉鎮民眾乘車付費機制，考量乘客付費涉及交通部、教育部、衛福部、原民會、內政部對於學生、年長、原住民族群之補助及企業社會責任CSR資源，故國內首次在交通運輸領域中導入區塊鏈技術，利用其去中心化、不能篡改、可追溯等特性，進行交易資料之相應時間戳記及交易紀錄上鏈，並使用分散式資料庫，可供相關部會永久查驗乘車交易紀錄。

- ② 由於係將乘客付費及司機服務記錄等資料上鏈至「以太坊」公有鏈，需礦工執行驗證及打包上鏈工作，故需支付礦工手續費（GAS price），共上鏈8次，費用共389.39美金。

- (2) 本所[34]自110年起推動2年期「先進公車智慧化營運管理先導運行計畫」，第1年期計畫（110.8-111.4）主軸為研發整合區塊鏈技術與OBD車載設備之「駕駛工時管理系統」；第2年期計畫（111.10-

112.8) 研發以整合區塊鏈車載網路與先進駕駛輔助系統(ADAS)之「駕駛數位履歷管理系統」為計畫執行主軸。

- ❶ 本計畫因資訊來源多元化，且需透過雲端資料庫進行資料優化，為防止資料被竄改，故使用區塊鏈技術。考量目前區塊鏈技術不再僅限於挖礦或發行數位貨幣與交易等用途，當以太坊的智能合約及各項新型共識演算法出現後，區塊鏈技術在各產業領域已逐漸展開各種創意應用。
- ❷ 本計畫使用以太坊(Ethereum)的 Truffle suite 架構下的區塊鏈 2.0 架設「私有鏈」，並撰寫智能合約，以儲存車輛行駛歷程記錄(駕駛行為、行車數據等)，並透過 PoA (Proof of Authority) 共識機制將區塊鏈上鏈(無須付費)。另用區塊鏈架構工具「超級帳本(Hyperledger Fabric)」開發區塊鏈個別駕駛工時及數位履歷管理系統。
- ❸ 為驗證本系統技術之可行性，本計畫並進行實車測試，派遣 4 輛公車、16 位駕駛，行駛 4 條路線，共計行駛 397 趟次，累計行駛時數達 615.11 小時，各項測試結果顯示，本系統可達到預期目標。

3.3 區塊鏈技術在交通運輸應用上之瓶頸及因應策略

區塊鏈技術當前發展的夢魘就是「為區塊鏈而區塊鏈」，由於應用於交通運輸領域的區塊鏈技術處於早期發展階段，要想達到成熟階段，仍然需要付出很多努力，因此，本章進一步探討區塊鏈在交通運輸發展之瓶頸及運輸業者之因應策略，俾做為國交通運輸界計畫推動區塊鏈技術之參據。

一、區塊鏈技術在交通運輸應用上之瓶頸

(一) 區塊鏈技術本身因素

1. 黃冠寰[84]認為區塊鏈技術之應用有五大瓶頸（如表 3-4 示），包括：

(1) 擴展性 (Scalability)

主流的公有區塊鏈，如比特幣和以太坊，每秒交易數 (TPS) 小於 10，私有鏈或聯盟鏈的 TPS 則可以超過 1000，但這樣的交易速度，都遠遠不及物聯網的需求。如以智慧電表為例，每 15 分鐘傳輸一筆資料，則每一百萬個智慧電表的 TPS 為 1111，現有的區塊鏈如果沒有擴容技術，實很難支應動則百萬等級以上的物聯網設備，每分每秒傳送大量資料。

(2) 數據保護和隱私 (GDPR Compliance)

區塊鏈帳本的特性就是不可篡改，上鏈的資料存在每個節點，無法刪除。歐盟推動的一般資料保護規範 (GDPR)，其中規範了被遺忘權 (Right to be forgotten)，個人可以要求控制資料的一方，刪除所有個人資料的任何連結、副本或複製品。區塊鏈上資料不可刪除，自然與被遺忘權和資料抹除權相互抵觸。

(3) 成本 (Cost)

公有區塊鏈每放一筆交易必須付給礦工（即節點）費用，以通用的以太坊為例，每放一筆資料的費用經過換算約為 0.1 美金，物聯網系統產生大量的資料，直接放上公有區塊鏈的費用是天價。私有鏈和聯盟鏈

維持節點的成本也不便宜，加上區塊鏈的資料不能刪除，可預期的區塊鏈膨脹，節點的維運成本只會越來越高。另一個成本議題則是終端設備的成本，不能因為要將資料上鏈，而提高現有設備的規格，這不符合業者的成本效益。

(4)可稽核性 (Auditibility)

物聯網產生大量且連續的資料，透過區塊鏈分散式帳本技術將資料存在每個節點，然而現實上擔任節點的維運成本高，不可能每個資料使用者都擔任節點。如果使用者本身不是節點即無法稽核從區塊鏈節點拿到的資料，或者必須透過代理人或向其他節點來查核。這個情況下，代理人的信任，以及向其他節點查核的時間、效率和費用，都將成為新的議題。不需擔任節點也能稽核從區塊鏈拿到資料，是一大挑戰。

(5)資料處理 (Data Processing)

區塊鏈上的資料都由雜湊值 (Hash Value) 來關聯，當資料累積量越來越大，要對大量的資料作搜尋及分析，效率不彰，無法和傳統資料庫的效能相比。例如，十萬筆資料放在 Hyperledger 區塊鏈，搜尋一筆資料的速度，和傳統資料庫相比，大概慢了 500 倍。同樣的道理，以區塊鏈來存放資料不利於已經發展十分成熟的大數據及 AI 分析。

表 3-4、區塊鏈技術區塊鏈技術應用的瓶頸

瓶頸點	說明
擴容性 (Scalability)	1. 目前主流公有鏈每秒能紀錄的資料(TPS-Transaction Per Second)不到 15 筆(Bitcoin=7,Ethereum=15)。 2. 全球數百億聯網裝置每分每秒不停上傳資料，根本無法處理。 3. 每筆資料記錄上鏈前，需要鏈上各節點建立共識，交易時間長達數十分鐘甚至數小時。 4. 對於每分每秒傳送資料的 IoT 裝置，這種反應時間無法接受。

瓶頸點	說明
資料隱私性 (Data Privacy)	1. 許多資料雖然牽涉信任機制（特別金融/房地產交易記錄、醫療記錄等），但牽涉個人隱私問題，資料不方便記錄上鏈，讓所有人查核。 2. 區塊鏈的「不可篡改性」及資料隱私性取捨成為兩難。 3. GDPR 對於資料的抹除及遺忘的權力，和區塊鏈上資料不可篡改的特性相互矛盾。
成本 (Cost)	每記錄一筆資料都要付記帳費（礦工費），以營業秘密資料量需求來計算費用，將是天文數字。
可審性 (Audibility)	1. 除非成為區塊鏈節點，否則無法確認區塊鏈的資料是否正確。 2. 若是請代理人節點代為搜尋區塊鏈上的資料，無法確認所得到資料是否正確。 3. 為了確認資料而成為節點的成本很高。
資料處理能力 (Data processing)	1. 區塊鏈上的資料都由雜湊值來關連，資料累積量大時，要對大量的資料作蒐集及分析，效率不彰。 2. 無法與傳統資料庫的效能相比，不利於大數據及 AI 分析。

資料來源：黃冠寰[84]。

2. 佐拉[50]認為，擺在區塊鏈面前有三座大山：

- ❶ 殘酷的延遲-區塊鏈最大的創新之一就是透過共識決來驗證各種交易，從而分散信任。雖然這創造巨大的價值，但也帶來了巨大的成本：漫長的等待時間。這是因為當交易資訊被發布到區塊鏈時，網路上的所有節點（礦工）都將參與驗證和記錄（挖礦）。這是一個緩慢而冗餘的過程，需要大量的處理能力。
- ❷ 計算成本高-區塊鏈若採「工作量證明（PoW）」的共識機制，節點上的礦工們必須運用大量電腦資源及電力，以提升算力，爭取將區塊打包上鏈的權利，其成

本相當大。此外，請礦工將區塊打包上鏈，也要支付比特幣或以太坊幣，費用也很高。

- ③ 高度有限的存儲空間-與區塊鏈處理能力有限且昂貴的方式類似，存儲空間也是一極大問題。透過雲端平台，你支付一筆固定費用，即可享受每月或每年無限的存儲空間。但區塊鏈的存儲空間就是區塊，每個區塊都有固定的儲存量，而可以創建的區塊數量也有限制，這對資料處理速度造成很大的限制。

(二) 運輸業者本身因素

1. UITP[109]認為：由於區塊鏈是一項新的技術，因此在各國尚無法找到一個完整的成功案例研究是區塊鏈技術應用在公共運輸上。有很多是區塊鏈可能可以被使用在特定公共運輸服務上的案例，但是除了支付或票證系統外，沒有太多的案例是執行區塊鏈解決方案來支援整個複雜的公共運輸服務流程。不過，已經有許多區塊鏈的解決方案是用在運輸上，這些解決方案也可以成功被應用在公共運輸上。
2. Vittorio[110]認為，在交通運輸領域採用區塊鏈存在一些「障礙」，包括：
 - (1) 組織內部障礙-例如缺乏區塊鏈的知識和專長、財務限制；
 - (2) 系統相關障礙-例如技術不成熟、由於公眾的負面看法而猶豫採用區塊鏈技術；
 - (3) 組織間障礙-例如供應鏈合作夥伴的文化及數位化程度之差異；
 - (4) 組織外部障礙-例如缺乏政府政策支持和缺乏外部利益相關者的參與；
 - (5) 其他重大限制包括：供應鏈中的參與者缺乏共享信息的意願、單位時間內交易數量的限制（即區塊鏈性能和可擴展性問題）、監管不確定性，以及在區塊鏈系統上進行交易可能會很昂貴，因為任何錯誤都是不可逆轉的，並且會增加交易成本等。

3. 世界區塊鏈運輸聯盟（Blockchain in Transport Alliance, BiTA）於2019年10月對100多個交通運輸公司的高層管理人員進行線上調查（Petter[105]），認為阻礙該行業採用區塊鏈的3大挑戰：

- ❶ 缺乏經證實的效益（65%的受訪者表示）：亦即區塊鏈應用缺乏可驗證的潛力。大多數組織都知道應用案例，但他們不知道如何從區塊鏈中獲取經濟優勢。只有41%的高層主管認為應用案例過少是一個問題。他們認為區塊鏈尚不成熟，並且缺乏在整個供應鏈中實施解決方案所需的行業標準。
- ❷ 缺乏專業知識（64%）：在實施新技術時，專業知識至關重要。近三分之二的高層管理人員認為缺乏專業知識是阻礙區塊鏈相關項目的主要因素之一。由於區塊鏈仍然是一項新興技術，因此不僅對於加密、編碼陌生，而且對於底層技術的複雜概念等專業知識都很欠缺。儘管對區塊鏈專家的需求不斷增長，並且提供大量的在線培訓計畫和教育服務，但人才的供應仍然滯後。
- ❸ 缺乏技術基礎：真正的區塊鏈突破係基於新的或改進的商業模式。然而，許多組織仍然缺乏必要的技術基礎，例如整合標籤技術以進行資產登記以及能夠以數位方式處理即時數據。從本質上講，區塊鏈實施只有在供應鏈上下流全面數位化的情況下才能增加價值。

二、運輸業者因應策略

為因應這些挑戰，Petter[105]建議運輸業者應採取下列措施，以奠定未來幾年區塊鏈技術在交通運輸領域成功應用之基石：

- (1) 慎選合適的案例：建議運輸業者首先應評估應用案例的潛在影響，另「開發實用的概念證明（即 PoC, Proof of Concept）」是避免反覆失敗的有效方法。
- (2) 奠定區塊鏈技術資料之基礎：建議準確蒐集相關數據資料是基本功，如果基礎數據不準確或不完整，區塊鏈將無法發揮其功效。

- (3) 厚實本身專業知識/技能：一旦有潛力的案例得到驗證，業者應該努力教育或僱用能夠精通技術和快速學習的個人，而不是僅僅招募區塊鏈專家。組織本身亦需要進行適當調整（如數位化或數位優化），以確保必要的區塊鏈專業知識。
- (4) 標準的協作和製定：區塊鏈網路中各個合作夥伴的協作是正確的第一步（如馬士基 TradeLens 之失敗經驗），其次需要訂定適當的標準和政策架構，組織才能獲得顯著效益。

3.4 小結

本章主要從「理論面」及「實際面」探討區塊鏈技術在交通運輸之應用：

1. 理論面-依據區塊鏈技術 3 大功能及智能合約探討區塊鏈技術在交通運輸上可應用的領域，包括：

(1) 在交通管理上

- ❶ 數據共享、叫車服務、車輛共乘及共享交易、整合性應用（如物流供應鏈）。
- ❷ 交通行動服務（MaaS）、貨運務流、無人車（機）系統、交通數據平台及其他（如停車空間管理等）。
- ❸ 供應鏈及物流、道路交通管理及智慧城市。
- ❹ 車輛認證管理自動化、停車場智慧化、建立車聯網系統、應用於自駕車、高速公路自動收費及智慧運輸系統。

(2) 在運輸產業應用上

- ❶ 可協助解決國際海運貨櫃運輸問題。
- ❷ 可協助解決國際航空運輸問題（包括：飛機零件管理、機票銷售管理、保險等）。
- ❸ 可協助解決運輸物流問題（包括：資訊不對稱、造假、監控車輛溫度及濕度等）。
- ❹ 可協助解決公共運輸問題（包括：票證（清分）系統資訊不透明、運輸業者機敏資料不公開、中介或第三方台資訊不對稱、運輸業者數位化程度不足等）

2. 實際應用面

- (1) 在學術研究上，發現過去三年中，區塊鏈在交通運輸領域應用的文獻（無論是理論還是被引用）都有相當大的增長。但與交通相關的期刊，還沒有發表很多關於區塊鏈技術的文獻。研究結果亦顯示，應用於交通運輸領域的區塊鏈技術處於早期發展階段，要想達到成熟階段，仍然需要付出很多努力。

(2) 在產業應用上，根據調查發現有超過 70% 的受訪者認為區塊鏈技術可以提高流程效率，近 60% 的受訪者表示區塊鏈技術有可能顛覆商業模式。但 43%受訪公司仍處於規劃階段、24%受訪公司有規劃但尚未啟動；另 33%已啟動計畫的公司中，有 2/3 處於 PoC（觀念驗證、技術可行性）及 PoS（服務/流程驗證、服務可行性）階段。另 57% 的受訪者認為它將在未來三年內（2021-2023）實現突破，但到 2023 年如果仍缺乏經過驗證的成功案例，預計 90%的基於區塊鏈的供應鏈計畫將遭受「區塊鏈疲勞」（取消或擱置）。

(3) 成功案例：

- ❶ 南韓政府於 2020 年 5 月推出區塊鏈數位駕照計畫，不出 3 個月已有將近 1 百萬南韓市民捨棄實體憑證，改採數位方案。
- ❷ 交通部於偏鄉地區試辦導入在地多元車輛共享服務「噗噗共乘」計畫，為試辦 4 鄉鎮民眾乘車付費機制，國內首次在交通運輸領域中導入區塊鏈技術，將乘客付費及司機服務紀錄等資料上鏈，需支付礦工昂貴的手續費。
- ❸ 本所自 110 年起推動 2 年期「先進公車智慧化營運管理先導運行計畫」，為防止資料被竄改，使用以太坊的區塊鏈 2.0 架設「私有鏈」，並撰寫智能合約，以儲存車輛行駛歷程記錄（駕駛行為、行車數據等），透過 PoA 共識機制將資料上鏈。另用區塊鏈架構工具「超級帳本（Hyperledger Fabric）」開發區塊鏈個別駕駛工時及數位履歷管理系統。

(4) 失敗案例：IBM 及 Maersk 於 2018 年合資推出區塊鏈全球貿易平台 TradeLens，但在 2022 年 12 月 1 日宣布終止 TradeLens 的營運，主要原因在於 TradeLens 無法達到持續運作所需的商業水準（部分合作廠商無法協作），也無法滿足作為一獨立業務的財務預期。但部分分析師將 TradeLens 的失敗，歸因於航運公司之間的不信任，尤其是在數據交換方面。

3. TradeLens 失敗案例顯示，區塊鏈技術在交通運輸應用上發生瓶頸，除區塊鏈技術本身因素（如擴展性、數據保護和隱私、成本、可稽核性、資料處理速度及儲存量等問題）外，上包括運輸業者本身的因素包括：

- (1) 組織內部障礙-例如缺乏區塊鏈的知識和專長、財務限制；
- (2) 系統相關障礙-例如數位化成熟度不足、由於公眾的負面看法而猶豫採用區塊鏈技術；
- (3) 組織間障礙-例如供應鏈合作夥伴的文化及數位化程度之差異；
- (4) 組織外部障礙-例如缺乏政府政策支持和缺乏外部利益相關者的參與；
- (5) 其他重大限制包括：供應鏈中的參與者缺乏共享信息的意願、單位時間內交易數量的限制、監管不確定性，以及交易成本很昂貴。

4. 相關研究建議，目前運輸業者的因應策略包括：

- (1) 慎選合適的案例；
- (2) 奠定區塊鏈技術資料之基礎；
- (3) 厚實本身專業知識/技能；
- (4) 標準的協作和製定。

第四章 我國汽車客運業經營管理問題之探討

本章首先檢視交通部「運輸政策白皮書（2020 年版）」及「交通科技產業政策白皮書（2021 年版）」等上位計畫中，與汽車客運業經營管理有關之議題及其所對應之政策/策略及行動方案，瞭解目前汽車客運業所遭遇之經營管理問題；其次，檢視公路總局自 99 年起執行之四期公運計畫內容及其成效檢討報告，瞭解目前汽車客運業在經營管理上尚有那些問題亟待解決及公運計畫之解決方案為何。

此外，本章亦檢視本所與公路總局近幾年來有關汽車客運業經營管理問題之研究計畫，瞭解目前汽車客運業在運輸管制、營運虧損補貼、類大眾運輸服務方式（如 DRTS）及營業資料陳報制度等所面臨問題及研究建議之解決方案。最後，探討這些汽車客運業經營管理問題（或議題）及其策略及行動方案（或措施），與區塊鏈技術之「去中心化」、「不易篡改」、「公開透明且易追蹤」三大功能及核心技術「智能合約」之相關性，瞭解運用區塊鏈技術協助解決這些經營管理問題之可能性，俾利後續進行必要性及可行性之分析。

4.1 交通部上位計畫

一、交通部「2020 年版運輸政策白皮書」（交通部[14]）

為擘劃運輸部門未來施政藍圖，以利中央與地方共同合作推動交通政策，並爭取民眾對政府運輸施政上的認同，交通部於 108 年 12 月 6 日核定及發佈「2020 年版運輸政策白皮書」。2020 年版的運輸政策白皮書共分：陸運、海運、空運、運輸安全、智慧運輸、綠運輸、及運輸部門因應氣候變遷調適與防災等 7 個分冊及 1 本總冊組成。總冊係摘整前述 7 分冊之重點而成，並分為：「國際運輸篇」、「城際運輸篇」、「都市運輸篇」、「離島及偏鄉運輸篇」、「運輸安全篇」、「智慧運輸篇」、「綠運輸篇」及「調適與防災篇」等 8 篇，並界定出 81 項當前我國交通運輸面臨的重要議題。

（一）與汽車客運業經營管理相關之議題

在前述當前我國交通運輸面臨的 81 項重要議題中，與本

研究探討主要對象-「汽車客運業經營管理」相關之議題共有11項，包括「城際運輸篇」2項、「都市運輸篇」8項、「離島及偏鄉運輸篇」1項、「運輸安全篇」1項、「智慧運輸篇」1項及「綠運輸篇」3項，分別說明如下：

1. 城際運輸篇

議題4：為改善平、假日公路重現性壅塞，需導入不同管理措施；

議題9：為提升遊覽車客運業服務，有待運用科技並改善管理機制；

2. 都市運輸篇

議題2：小客車運輸服務尚無法滿足民眾需求，營運與工作環境仍待改善；

議題3：行動不便與高齡者搭乘公車不易，應強化無障礙運輸服務；

議題4：都會區公車相較私人運具競爭力不足，應拉近與私人運具間的差距；

議題5：民眾搭公車轉乘習性仍待培養，應鼓勵及便利民眾轉乘；

議題6：公路公共運輸營運規範與時俱進不夠快速，應增修法令以符市場需求；

議題7：公路公共運輸行銷仍需加強，應有多元行銷方式與管道；

議題8：公路公共運輸駕駛及地方承辦人力不足，應協助補充人力；

議題9：發展公路公共運輸財源有拓展空間，應整合公私部門資源。

3. 離島與偏鄉運輸篇

議題3：偏鄉地區搭乘公車不便，有待提供因地制宜的公路公共運輸服務。

4. 運輸安全篇

議題2：為維護公共交通安全，須持續強化對汽車運輸業之安全管理監督評核。

6. 智慧運輸篇

議題1：因應智慧運輸需求改變與新興科技發展，有待加速調整運輸服務模式。

7. 綠運輸篇

議題1：交通工具高度依賴化石燃料且影響民眾生活環境，需強化

減碳減污作為；

議題 3:私人運具使用習慣不易改變，有待強化運輸需求管理；

議題 6:因應國內外節能減碳發展，運輸業應建立碳排放管理制度。

(二) 相關議題之解決政策\策略及行動方案與區塊鏈技術之相關性

針對前述與汽車客運業經營管理相關之 11 項議題，「2020 年版運輸政策白皮書」亦提出相對應之解決政策/策略及行動方案，本研究並初步評估其與區塊鏈技術功能及核心技術之相關性（第 4 欄 0. 無相關；1. 與「去中心化」相關；2. 與「不易篡改」相關；3. 與「公開、透明且可追溯性」相關；4. 與「智能合約」相關）詳如表 4-1、表 4-2、表 4-3、表 4-4、表 4-5 及表 4-6 所示。

表 4-1、「城際運輸篇」議題、政策/策略及行動方案與區塊鏈技術相關性

議題	政策/策略	行動方案	與區塊鏈技術相關性
4、為改善平日公路壅塞，性需求同管理措施	政策1：提升鐵路規劃品質與運轉效率，促進國土均衡發展 策略7：輔導國道客運業者改變營運模式	7-1. 輔導國道客運業者透過轉運站進行聯程轉運以整併相關營運路線 7-2. 輔導國道客運業者加強橫向合作進行聯合排班以提高乘載率	1、3、4 1、2、3、4
9、為提升遊覽車客運業務，有期待運用科技並改善管理機制	政策4：改善遊覽車管理制度，提高服務品質 策略1：提升遊覽車客運管理制度 策略2：強化遊覽車客運業者、旅客與其他利害關係人的連結	1-1. 檢討遊覽車管理制度合理性，包括籌設門檻、保險與籌設完成後之管理制度等 1-2. 檢討現有駕駛員管理制度，以改善工作環境 1-3. 檢討現有遊覽車客運業者考核及評鑑機制 1-4. 檢視遊覽車客運業定位，思考未來業務劃分 2-1. 持續利用平臺擴充業者自主管理能力，並透過監理服務網與QRCode整合相關資訊 2-2. 營運成本合理透明化 2-3. 持續滾動檢討租用遊覽車定型化契約，保障旅客權益	1 2、3 2、3 1 1、3 2、3 4

議題	政策/策略	行動方案	與區塊鏈技術相關性
		2-4. 利用平臺取得相關行車資訊，提供官、學等單位進行研究，提昇產業安全性與競爭能力	1、3、4

資料來源：交通部[14]及本研究彙整。

表 4-2、「都市運輸篇」議題、政策/策略及行動方案與區塊鏈技術相關性

議題	政策/策略	行動方案	與區塊鏈技術相關性
2、小客車運輸服務尚無法滿足民眾需求，營運與工作環境仍待改善	政策 4：健全營業小客車經營環境，提供民眾多元、安全且便捷的運輸服務	1-1. 檢討計程車輛汰舊換新替補機制與期限	2、3、4
		1-2. 檢討計程車營業區域劃設妥適性	4
		1-3. 善用先進科技導入計程車協議費率機制	1、2、3、4
		1-4. 賡續提供老舊車輛汰舊換新補助	2、3、4
	策略 1：優化計程車市場經營環境	2-1. 補助地方建立計程車駕駛人關懷服務中心	4
		2-2. 建立駕駛人評鑑系統資料庫	2、3
	策略 2：關懷計程車駕駛人並鼓勵投入通用計程車	2-3. 建立計程車駕駛人教育訓練制度	4
		2-4. 賡續提供補助通用計程車並滾動檢討補助機制	1、2、3、4
		2-5. 試辦通用計程車特約車隊制度	1、3、4
		2-6. 導入通用計程車特約車隊制度	1、3、4

議題	政策/策略	行動方案	與區塊鏈技術相關性
3、行動不便與高齡者搭乘公車不易，應強化無障礙運輸服務	政策 2：持續推動公路公共運輸發展及強化無障礙運輸服務，落實人本交通服務 策略 2：強化公車無障礙運輸服務	2-1. 廣續提供補助與行政引導增加無障礙公車 2-2. 持續推動場站硬體設備與軟體服務無障礙化，協助不同類型行動不便乘客可順利搭車 2-3. 提供無障礙公車班次資訊 2-4. 精進無障礙公車資源分配合理性	2、3、4 3、4 2、3 2、3、4
4、都會區較具競爭力，應拉人爭足，與私人運具間的差距	政策 2：持續推動公路公共運輸發展及強化無障礙運輸服務，落實人本交通服務 策略 1：提升公車服務品質並縮減旅行時間與成本	1-1. 持續精進動態乘車資訊 1-2. 導入先進技術產品精進公車服務品質 1-3. 加強駕駛員服務技能及獎勵優良駕駛員 1-4. 減少尖峰時段班車擁擠 1-5. 縮短乘客步行時間：例如於潛力服務區增加路線與站位 1-6. 縮短乘客候車時間：例如視需求加密班次與提供夜間公車服務 1-7. 縮短公車行車時間：例如設置公車專用道或臨時性專用路權、設置公車優先號誌或優先通行措施、闢駛快速直截公車路線或跳蛙式停站等	3、4 4 2、3、4 1、4 1、4 1、4 1、4

議題	政策/策略	行動方案	與區塊鏈技術相關性
		1-8. 降低搭乘公車費用：例如乘客票價優惠補貼	1、2、3
5、民眾搭乘公共運輸服務，應鼓勵及便利民眾轉乘	政策 2：持續推動公路公共運輸發展及強化無障礙運輸服務，落實人本交通服務 策略 3：強化公車無縫轉乘服務並增加民眾轉乘誘因	3-1. 打造幹支線公共運輸路網 3-2. 增建轉運站及改善既有場站轉乘接駁環境 3-3. 強化鐵路或幹支線公車班次整合 3-4. 提供複合運輸行前規劃工具與詳細正確的動靜態轉乘資訊 3-5. 結合電子票證或行動支付技術擴大辦理轉乘票價優惠 3-6. 運用公、私部門車輛共享服務滿足最初/最後一哩運輸需求	1、4 1、4 3、4 2、4 2、3 1、2、3、4
6、公路公共運輸服務應快速增進，應令符合市場需求	政策 3：強化公車無縫轉乘服務並增加民眾轉乘誘因 策略 1：增修法令以因應公路公共運輸創新營運模式發展	1-1. 研議汽車運輸業新增「公共運輸服務業」業別之相關法令規範	1
7、公路公共	政策 3：強化公車無縫轉乘	2-1. 與戶政、公所與村里長合作，宣導公車等	1、3

議題	政策/策略	行動方案	與區塊鏈技術相關性
運輸行銷活動仍需加強，應有多元行銷方式與管道	服務並增加民眾轉乘誘因 策略 2：以多元行銷活動鼓勵民眾使用公路公共運輸	公共運具之服務資訊 2-2. 鼓勵公車客運業者與異業結盟開發旅遊套票並共同合作行銷 2-3. 與學校合作，辦理公車等公共運具之搭乘體驗及習慣養成活動 2-4. 鼓勵公教機構與企業團體辦理常態性定期不開車日活動 2-5. 重要假期或舉辦大型活動時規劃以公車等公共運輸為主之交通疏運計畫 2-6. 與公車業者合作，辦理常客積點兌換或抽獎等行銷活動	1、2、3 3 4 1、3、4 4
8、公路公共運輸駕駛及地方承辦人力不足，應協助其補充人力	政策 3：強化公車無縫轉乘服務並增加民眾轉乘誘因 策略 3：以多元措施改善公車客運業者與主管機關人力短缺問題	3-1. 與勞動部合作，協助公車業者進行大客車駕駛人才招募、培訓與職缺媒合工作 3-2. 協助公車客運業者改善大客車駕駛形象及其工作環境 3-3. 賡續補助大學院校成立 6 個區域運輸發展研究中心，提供地方政府人才培訓及諮詢輔導服務 3-4. 鼓勵尚無交通專責單位地方政府成立交通	3、4 0 1、4 1

議題	政策/策略	行動方案	與區塊鏈技術相關性
		局處 3-5. 輔導無交通專責單位之地方政府成立專案辦公室，增加執行公路公共運輸計畫人力	1
9、發展公路公共運輸財源仍有拓展空間，應整合公私部門資源	政策3：強化公車無縫轉乘服務並增加民眾轉乘誘因 策略4：以多元管道開拓公路公共運輸可運用之財源	4-1. 賡續透過公車相關稅費減免降低營運成本，以利核定較低票價 4-2. 運用部分公共建設計畫經費，持續辦理公路公共運輸計畫 4-3. 鼓勵尚無停車管理基金地方政府加速成立，並將部分經費作為發展公路公共運輸財源 4-4. 協商社福主管機關挹注經費辦理法定優待票價差額補貼 4-5. 與環保主管機關合作應用空污防制經費推動公路公共運輸發展 4-6. 要求公車客運業者分擔提升運量之行銷經費，以強化其與政府之策略夥伴關係	2、3、4 0 0 1、2、3、4 1、2、3、4 4

資料來源：交通部[14]及本研究彙整。

表 4-3、「離島及偏鄉運輸篇」議題、政策/策略及行動方案與區塊鏈技術相關性

議題	政策/策略	行動方案	與區塊鏈技術相關性
3、偏鄉地區搭乘公車不便，有待提供因制宜的公共運輸服務	政策 2：改善偏鄉基本民生環境，提升通行安全及運輸服務便利性	2-1. 辦理服務性路線及臺灣好行路線營運虧損補貼 2-2. 精進營運虧損補貼機制，激勵業者提升運量，減輕政府財政負擔	2、3 2、3、4
	策略 2：以精進補貼機制確保偏鄉公車路線永續經營	3-1. 改善候車環境並提供公車預估到站時間查詢工具	2、3、4
		3-2. 根據村落分布檢討公車動線及設站地點縮小服務缺口	1
	策略 3：採彈性營運模式改善偏鄉公路公共運輸服務	3-3. 行駛郵輪式公車串聯鄰近觀光景點	1、4
		3-4. 擴大推動 DRTS 公共運輸並強化行前預約服務	1、4
	策略 4：增修法令以營造有利偏鄉公路公共運輸發展之環境	4-1. 研議自用車於偏鄉地區營運之可行性，並研訂需求反應式公共運輸服務營運規範	1
		4-2. 研議開放偏鄉地區公車載貨妥適性與應有之託運規範	1

資料來源：交通部[14]及本研究彙整。

表 4-4、「運輸安全篇」議題、政策/策略及行動方案與區塊鏈技術相關性

議題	政策/策略	行動方案	與區塊鏈技術相關性
5-1. 道路安全 2、為維護公共交通安全，須持續強化對汽車運輸業之安全管理與監督評核	政策 1：善用科技與管理，強化道路交通安全 策略 2：加強安全管理為並落實風險管理	2-1. 導入績效管理方法，持續強化政府部門對於汽車運輸業之安全管理及監督評核 2-2. 針對高風險運輸業者建立事前檢視、事中稽查及事後異常的預警及淘汰機制 2-3. 輔導業者導入道路交通安全管理系統，提升業者自我安全管理能力 2-4. 納入通設計原則，推動運輸場站、運具及動線之無障礙服務	1 1、4 0 0

資料來源：交通部[14]及本研究彙整。

表 4-5、「智慧運輸篇」議題、政策/策略及行動方案與區塊鏈技術相關性

議題	政策/策略	行動方案	與區塊鏈技術相關性*
1、因應智慧運輸需求與新興科技發展，有待	政策 1：結合新興科技，創新與精進公路智慧運輸應用服務 策略 1：推動交通行動服務(MaaS)及整合式路	1-1. 有效整合都會區公共運輸服務，推動交通行動服務(MaaS) 1-2. 填補偏鄉地區運輸服務，推動偏鄉型之交通行動服務 1-3. 優化遊憩區公共運輸服務，推動觀光遊憩	1、3、4 1、3、4 1、3、4

議題	政策/策略	行動方案	與區塊鏈技術相關性*
加速調整運輸服務模式	廊交通管理	型之交通行動服務	

資料來源：交通部[14]及本研究彙整。

表 4-6、「綠運輸篇」議題、政策/策略及行動方案與區塊鏈技術相關性

議題	政策/策略	行動方案	與區塊鏈技術相關性
1、交通工具高度依賴化石燃料影響民眾生活環境，需強化減碳作為	政策 1：推動運輸溫室氣體及空污減量，營造潔淨運輸環境 策略 3：推動運具電動化 策略 4：汰換高污染及高能耗運具	3-1. 推動 2030 年大客車(市區公車、國道及一般公路客運)電動化 4-1. 補助汰換老舊柴油公車 4-2. 研擬推動柴油公車補助落日期限 4-3. 補助計程車汰舊換新	4 4 4 4

資料來源：交通部[14]及本研究彙整。

二、交通科技計畫

(一)「交通科技產業政策白皮書（2021 年版）」（交通部 [15]）

交通部於 108 年 9 月成立「交通科技產業會報」，並於 109 年 6 月發布「2020 交通科技產業政策白皮書」，作為引領未來中長期交通科技產業發展之指導綱領，內容包括 10 個交通科技產業小組之產業發展政策與推動措施，包括：鐵道科技產業小組、智慧公共運輸服務產業小組、智慧電動巴士科技產業小組、智慧電動機車科技產業小組、自行車及觀光旅遊產業小組、智慧海空港服務產業小組、無人機科技產業小組、智慧物流服務產業小組、交通大數據科技產業小組、5G 智慧交通應用推動產業小組。2020 年下旬新增成立「海空港綠能關聯產業小組」及「氣象產業小組」2 個小組，並推出「2021 交通科技產業政策白皮書」。

1. 與汽車客運業經營管理相關之議題

在「智慧公共運輸服務產業」部分，隨著資通訊設施快速發展、智慧型行動裝置普及，以及人工智慧、大數據及物聯網等技術應用，公共運輸服務透過上述科技、設備及系統整合策略，將可有效補平服務斷鏈，提升民眾搭乘公共運輸之便利性、安全性及可靠性；此外，透過智慧公共運輸的推動，除了可創造運輸業及車輛製造業有新的產業機會外，尚可擴及金流、資訊流及服務流等發展面向，併同帶動相關聯產業發展，打造 SMART（Safety、Mobility、Accessibility、Responsiveness、Trustiness）的公共運輸發展願景。「交通科技產業政策白皮書（2021 年版）」並提出 3 項有關智慧公共運輸服務產業議題，包括：

議題一、新一代智慧支付與行動服務；

議題二、公共運輸數位轉型與治理；

議題三、偏鄉運輸系統整合與發展。

2. 相關議題之發展策略及推動措施與區塊鏈技術之相關性

針對前述與汽車客運業經營管理相關之 3 項議題，「交通科技產業政策白皮書（2021 年版）」亦提出相對應之發展策略及推動措施，本研究並初步評估其與區塊鏈技

術功能及核心技術之相關性（第 4 欄，其中：0. 無相關；1. 與「去中心化」相關；2. 與「不易篡改」相關；3. 與「公開、透明且可追溯性」相關；4. 與「智能合約」相關）詳如表 4-7 所示。

（二）「智慧運輸系統發展建設計畫(110-113 年)」(交通部[20])

智慧運輸係透過整合先進資訊及通訊技術於交通基礎設施與車輛設備內，以提升交通安全與順暢、增進民眾交通機動性及降低交通運輸之環境衝擊為目的。交通部自民國 106 年開始推動「智慧運輸系統發展建設計畫(106-109)年」(簡稱 ITS 第 1 期計畫)，已具體呈現六大亮點成果(包含：交通行動服務、機車車聯網、智慧廊道、自駕車車聯網、統合式智慧交通管理及偏鄉公共運輸平臺等計畫)。為延續前期成效，交通部自民國 110 年賡續推動「智慧運輸系統發展建設計畫(110-113)年」(以下簡稱 ITS 第 2 期計畫)，期望以政策創新引導產業發展，由產業發展改善生活環境，透過智慧運輸科技打造完整移動力生態系。

1. 與汽車客運業經營管理相關之議題

臺灣地區在高人口密度及高度都市化的發展情況下，「ITS 第 2 期計畫」認為我們面對的交通問題，包括：道路交通壅塞及環境汙染、交通運輸事故頻仍、移動力資源未妥善規劃、偏遠地區基本運輸服務能力不佳及新興科技改變既有運輸生態等課題，這些課題非常需要以交通科技管理手段加以解決。其中，與汽車客運業經營管理有關的問題主要是：「移動力資源未妥善規劃」、「偏遠地區基本運輸服務能力不佳」及「新興科技改變既有運輸生態」等 3 項問題。

2. 相關議題之發展策略及推動措施與區塊鏈技術之相關性

針對前述與汽車客運業經營管理相關之 3 項問題，「ITS 第 2 期計畫」亦提出相對應之發展策略及推動措施，本研究並初步評估其與區塊鏈技術功能及核心技術之相關性（第 4 欄，其中：0. 無相關；1. 與「去中心化」相關；2. 與「不易篡改」相關；3. 與「公開、透明且可追溯性」相關；4. 與「智能合約」相關），詳如表 4-8 所示。

表 4-7、「交通科技產業政策白皮書（2021 年版）」議題、策略及推動措施與區塊鏈技術相關性

議題	發展策略	推動措施	與區塊鏈技術相關性*
新一代智慧支付與行動服務	發展多元票證支付環境，加強跨域整合及加值應用	1. 輔導系統設備業者研發製造新一代驗票設備及建立產業標準 2. 研訂新一代驗票設備補助方案 3. 規劃整合支付清分機制及票證格式標準 4. 推動公共運輸集點回饋優惠措施 5. 建構一站式之整合型公共運輸系統	0 2, 3, 4 3, 4 2, 3, 4 1, 4
公共運輸數位轉型與治理	加速公共運輸數位轉型，提升行車安全與營運效能	1. 訂定客運業者及場站營運服務資訊系統 2. 規劃公共運輸車輛導入科技安全輔助設備與管理系統 3. 開發智慧化車電設備與系統及公共運輸服務資訊平台 4. 規劃公共運輸服務產業整合專業組織機構 5. 訂定公共運輸營運服務系統平台之資安規範標準	0 2, 3 1, 4 1 1, 2, 3, 4
偏鄉運輸系統整合與發展	建構偏鄉微型公共運輸系統，整合在地資源及強化供需媒合	1. 規劃可行整合商用模式及可共同使用之平台營運機制 2. 增訂偏鄉運輸系統營運制度化發展規範 3. 推動偏鄉幸福巴士專案計畫	1, 4 0 1, 4

資料來源：交通部[15]及本研究彙整。

表 4-8、「ITS 第 2 期計畫」之問題、發展策略及推動措施與區塊鏈技術相關性

問題	發展策略	推動措施	與區塊鏈技術相關性
移動力資源未妥善規劃	營造智慧交通行動服務生活環境	1. 交通行動服務 (MaaS) 建設計畫 2. 共享運具平臺建設及推廣計畫 3. 跨運具交通無縫整合服務計畫	1, 4 1, 4 1, 4
偏遠地區基本運輸服務能力不佳	營造永續與幸福運輸服務	1. 偏鄉準公共運輸服務模式擴散示範計畫 2. 偏鄉公共運輸營運品質提升計畫 3. 弱勢者智慧交通服務應用計畫 4. 運用大數據進行運輸整合規劃計畫	1, 4 0 1, 4 1, 2, 3, 4
新興科技改變既有運輸生態	與世界同步智慧交通新科技發展與應用	4. 5G 智慧交通實驗場域創新應用計畫 5. 無人載具於交通創新應用計畫 6. 智慧機車成果擴散計畫	2, 3 2, 3, 4 2, 3, 4

資料來源：交通部[20]及本研究彙整。

三、「公路公共運輸服務升級計畫（110—113 年）」（交通部[21]）

為解決都市及城際交通擁擠，提供偏遠地區基本之大眾運輸服務，以及改善汽車客運業者經營環境，提昇服務品質，交通部自民國 84 年起推動多項公路公共運輸計畫，包括「促進大眾運輸發展方案（85-90 年）」（交通部[16]）、「振興公路大眾運輸發展計畫（90-93 年）」、「提昇地方公共交通網計畫（93-96 年）」、「人本公路客運提昇計畫（98 年）」等；同時，自民國 91 年陸續頒佈施行「發展大眾運輸條例」、「發展大眾運輸條例施行細則」，以及「大眾運輸事業補貼辦法」等法規，以做為政府推動各項發展大眾運輸措施之法源依據。

為加速提升公車服務品質與吸引力，提升民眾搭乘公共運具意願，交通部自民國 99 年起投入更多經費推動公路公共運輸發展，包括「公路公共運輸發展計畫（99-101 年）」、「公路公共運輸提昇計畫（102-105 年）」及「公路公共運輸多元推升計畫（106-109 年）」，堪稱我國史上規模最大的公路公共運輸重建運動。為延續前 3 期公運計畫之成果，本所於 109 年研擬完成「公路公共運輸服務升級計畫（110—113 年）」（以下簡稱「第 4 期公運計畫」），經行政院 109.6.12 函核定實施。

1. 與汽車客運業經營管理相關之議題

雖然前 3 期的公路公共運輸計畫已相當幅度地提升公車服務品質與運量，惟因應運輸環境變遷與發展趨勢，第 4 期公運計畫認為未來國內公路公共運輸發展仍需就下列 12 項議題亟待改善：

- (1) 偏鄉地區搭乘公車仍有不便，有待提供更適宜與因地制宜的公路公共運輸服務；
- (2) 都會區公車相較私人運具競爭力仍有不足，應拉近與私人運具間的差距；
- (3) 行動不便與高齡者搭乘公車不易，應強化無障礙運輸服務；
- (4) 民眾搭公車轉乘習性仍待培養，應鼓勵及便利民眾轉乘；

- (5) 公路公共運輸營運規範與時俱進不夠快速，應增修法令，以符市場需求；
- (6) 公路公共運輸行銷活動仍需加強，應有多元行銷方式與管道；
- (7) 公路公共運輸駕駛及地方政府承辦人力不足，應協助其補充人力；
- (8) 為維護公共交通安全，須提升公車客運業者自我安全管理能力及事故防制成效；
- (9) 因應新興科技發展與異業結盟漸成風潮，有待加速調整運輸服務營運模式；
- (10) 公車高度依賴化石燃料，影響環境與民眾健康，需強化減碳減污作為；
- (11) 私人運具使用習慣不易改變，有待強化運輸需求管理；
- (12) 為精進運輸服務供給，必須善用新科技提升政府與業者之規劃與管理能力。

2. 推動策略及行動方案與區塊鏈技術之相關性

針對前述 12 項未來國內公路公共運輸發展尚需改善之議題，第 4 期公運計畫亦提出相對應之推動策略及行動方案(如表 4-9 所示)，本研究並初步評估其與區塊鏈技術功能及核心技術之相關性(第 4 欄，其中：0. 無相關；1. 與「去中心化」相關；2. 與「不易篡改」相關；3. 與「公開、透明且可追溯性」相關；4. 與「智能合約」相關)，如表 4-10 所示。

表 4-9、第 4 期公運暨計畫之推動策略與行動方案彙整表

推動策略	行動方案
1. 填補公共運輸服務缺口	1.1 推廣幸福巴士、小黃公車與共享運具 1.2 提供跳蛙式公車與夜間公車服務 1.3 新闢高潛力通勤通學公車路線
2. 開發觀光高潛力客運路線	2.1 以公共運輸強化觀光與大型活動疏運 2.2 闢駛觀光遊憩公車路線
3. 提升公共運輸時間可靠度	3.1 推動公路公共運輸優先化措施 3.2 利用科技設備與大數據分析縮短乘客旅行時間 3.3 提升公路公共運輸預估到站準確性及智慧型站牌之普及性
4. 推動跨運具智慧票證整合	4.1 建置跨運具票務整合系統 4.2 建立客製化旅運行程推薦系統 4.3 推動公共運輸行動服務及公共運輸常客優惠措施
5. 推廣公路公共運輸轉乘票價優惠	5.1 推動套票優惠措施及轉乘優惠措施 5.2 實施跨運具公共運輸費率整合方案
6. 建置公共運輸資訊平臺	6.1 建置公共運輸及觀光整合資訊平臺 6.2 蒐集及應用公路公共運輸數據資料 6.3 輔導汽車客運業數位轉型發展
7. 完善無障礙乘車及候車環境	7.1 推動轉運站建置並完善其通用設計 7.2 強化各類無障礙候車設施及其連通性 7.3 補助購置通用無障礙設計車輛
8. 提升公路公共運輸旅行資訊之可及性	8.1 提供偏鄉及身障者使用公共運輸之諮詢服務 8.2 建置各類輔助身障者乘車之資訊內容 8.3 預約式通用小客車運輸服務之推廣應用
9. 建立客運安全管理制度	9.1 培育公路公共運輸安全管理人才 9.2 建立客運安全管理系統及事故處理標準作業程序 9.3 蒐集並分析車況與駕駛行為資料
10. 強化駕駛員管理及	10.1 強化公車駕駛員履歷管理及擴大定期回訓 10.2 強化駕駛員工時管理及疲勞駕駛預防

推動策略	行動方案
定期回訓制度	10.3 輔導業者進行駕駛員健康管理
11. 推廣危險駕駛行為偵測及先進車輛安全輔助系統	11.1 建置車輛安全性及危險駕駛行為自動診斷警示系統 11.2 研擬及導入主動式先進車輛安全系統
12. 推廣電動大客車	12.1 推動電動大客車示範計畫及智慧營運監控平臺 12.2 辦理電動大客車購車與維運補助計畫 12.3 培養電動大客車檢修及駕駛人員
13. 精進虧損補貼制度與評鑑制度	13.1 辦理偏遠服務性路線營運虧損補貼 13.2 優化臺灣好行路線 13.3 辦理公路公共運輸營運與服務評鑑
14. 強化智慧支付系統	14.1 補助公車及場站增添刷卡設備 14.2 補助建置行動支付系統
15. 透過行銷、調查與研發精進公路公共運輸	15.1 辦理公路公共運輸行銷活動 15.2 舉辦民眾參與公路公共運輸規劃活動 15.3 執行公路公共運輸相關調查、規劃及研究 15.4 推動衡量績效獎勵制度
16. 增強公路公共運輸專業人力	16.1 辦理區域運輸發展研究中心 16.2 成立公路公共運輸計畫專案辦公室 16.3 協助客運業者擴編公路公共運輸駕駛人力
17. 加強私人運具管理作為	17.1 補助地方政府執行私人運具管理相關措施

資料來源：交通部[21]。

表 4-10、第 4 期公運計畫之議題、推動策略及行動方案與區塊鏈技術相關性

議題	推動策略	行動方案	與區塊鏈技術相關性
1. 偏鄉地區仍有不便，提供更適宜與因地的公路公共運輸服務	1. 填補公共運輸服務缺口	1.1 推廣幸福巴士、小黃公車與共享運具	1, 4
	8. 提升公路公共運輸旅行資訊可及性	8.1 提供偏鄉及身障者使用公共運輸之諮詢服務 8.3 預約式通用小客車運輸服務推廣應用	0 1, 4
	13. 精進虧損補貼制度與評鑑制度	13.1 辦理偏遠服務性路線營運虧損補貼 13.2 優化臺灣好行路線 13.3 辦理公路公共運輸營運與服務評鑑	1, 2, 3 1 2, 3
2. 都會區較私人運具仍有不足，應拉近與私人運具的差距	1. 填補公共運輸服務缺口	1.2 提供跳蛙式公車與夜間公車服務 1.3 新闢高潛力通勤通學公車路線	1, 4 1, 4
	3. 提升公共運輸時間可靠度	3.1 推動公路公共運輸優先化措施 3.2 利用科技設備與大數據分析縮短乘客旅行時間 3.3 提升公路公共運輸預估到站準確性及智慧型站牌之普及性	0 1, 4 1, 4
	4. 推動跨運具智慧票證整合	4.1 建置跨運具票務整合系統 4.2 建立客製化旅運行程推薦系統 4.3 推動公共運輸行動服務及公共運輸常客優惠措施	1, 4 1, 4 1, 4

議題	推動策略	行動方案	與區塊鏈技術相關性
3. 行動不便者與高齡者搭乘公車不易，應強化無障礙運輸服務	5. 推廣公路公共運輸轉乘票價優惠	5.1 推動套票優惠措施及轉乘優惠措施 5.2 實施跨運具公共運輸費率整合方案	1, 4 1, 2, 3, 4
	6. 建置公共運輸資訊平臺	6.1 建置公共運輸及觀光整合資訊平臺 6.2 蒐集及應用公路公共運輸數據資料 6.3 輔導汽車客運業數位轉型發展	1, 4 2, 3 1, 2, 3, 4
	17. 加強私人運具管理作為	17.1 補助地方政府執行私人運具管理相關措施	1, 4
	7. 完善無障礙乘車及候車環境	7.1 推動轉運站建置並完善其通用設計 7.2 強化各類無障礙候車設施及其連通性 7.3 補助購置通用無障礙設計車輛	0 0 2, 3
4. 民眾搭公車轉乘習性仍待培養，應鼓勵及便	8. 提升公路公共運輸旅行資訊可及性	8.1 提供偏鄉及身障者使用公共運輸之諮詢服務 8.2 建置各類輔助身障者乘車之資訊內容 8.3 預約式通用小客車運輸服務推廣應用	2, 3 0 1, 4
	4. 推動跨運具智慧票證整合	4.1 建置跨運具票務整合系統 4.2 建立客製化旅運行程推薦系統 4.3 推動公共運輸行動服務及公共運輸常客優惠措施	1, 4 1, 3, 4 1, 4
	5. 推廣公路公共	5.1 推動套票優惠措施及轉乘優惠措施	1, 4

議題	推動策略	行動方案	與區塊鏈技術相關性
利民眾轉乘	運輸轉乘票價優惠	5.2 實施跨運具公共運輸費率整合方案	1, 4
5. 公路運輸規範俱快增以需求 公共營運與不夠應令市場	1. 填補公共運輸服務缺口	1.1 推廣幸福巴士、小黃公車與共享運具 1.2 提供跳蛙式公車與夜間公車服務 1.3 新闢高潛力通勤通學公車路線	1, 4 1, 4 1, 4
	4. 推動跨運具智慧票證整合	4.1 建置跨運具票務整合系統 4.2 建立客製化旅運行程推薦系統 4.3 推動公共運輸行動服務及公共運輸常客優惠措施	1, 4 1, 3, 4 1, 4
	5. 推廣公路公共運輸轉乘票價優惠	5.1 推動套票優惠措施及轉乘優惠措施 5.2 實施跨運具公共運輸費率整合方案	1, 4 1, 4
	15. 透過行銷、調查與研發精進公路公共運輸	15.1 辦理公路公共運輸行銷活動 15.2 舉辦民眾參與公路公共運輸規劃活動 15.3 執行公路公共運輸相關調查、規劃及研究 15.4 推動衡量績效獎勵制度	0 0 4 2, 3
	15. 透過行銷、調查與研發精進公路公共運輸	15.1 辦理公路公共運輸行銷活動 15.2 舉辦民眾參與公路公共運輸規劃活動 15.3 執行公路公共運輸相關調查、規劃及研究 15.4 推動衡量績效獎勵制度	0 0 4 2, 3
6. 公路公共運輸活動仍加強	公共行銷需求應		

議題	推動策略	行動方案	與區塊鏈技術相關性
有多元行銷管道			
7. 公路運輸及地方政府承辦人力不足，應協助其補充人力	10. 強化駕駛員管理及定期回訓制度	10.1 強化公車駕駛員履歷管理及擴大定期回訓 10.2 強化駕駛員工時管理及疲勞駕駛預防 10.3 輔導業者進行駕駛員健康管理	1, 2, 3, 4 1, 2, 3, 4 2, 3
	16. 增強公路公共運輸專業人力	16.1 辦理區域運輸發展研究中心 16.2 成立公路公共運輸計畫專案辦公室 16.3 協助客運業者擴編公路公共運輸駕駛人力	1 1 0
8. 為維護交通安全，公共運輸業者安全管理能力提升，我管理事故成效	9. 建立客運安全管理制度	9.1 培育公路公共運輸安全管理人才 9.2 建立客運安全管理系統及事故處理標準作業程序 9.3 蒐集並分析車況與駕駛行為資料	0 2, 3 1, 2, 3, 4
	10. 強化駕駛員管理及定期回訓制度	10.1 強化公車駕駛員履歷管理及擴大定期回訓 10.2 強化駕駛員工時管理及疲勞駕駛預防 10.3 輔導業者進行駕駛員健康管理	1, 2, 3, 4 1, 2, 3, 4 2, 3
	11. 推廣危險駕駛行為偵測及先進車輛安全輔助系統	11.1 建置車輛安全性及危險駕駛行為自動診斷警示系統 11.2 研擬及導入主動式先進車輛安全系統	1, 2, 3, 4 1, 2, 3, 4

議題	推動策略	行動方案	與區塊鏈技術相關性
9. 因應新發展，科技與產業結盟漸有浪潮，加速運輸服務營運模式	3. 提升公共運輸時間可靠性	3.1 推動公路公共運輸優先化措施 3.2 利用科技設備與大數據分析縮短乘客旅行時間 3.3 提升公路公共運輸預估到站準確性及智慧型站牌之普及性	0 1, 4 1, 4
	4. 推動跨運具智慧票證整合	4.1 建置跨運具票務整合系統 4.2 建立客製化旅運行程推薦系統 4.3 推動公共運輸行動服務及公共運輸常客優惠措施	1, 4 1, 4 1, 4
	5. 推廣公路公共運輸轉乘票價優惠	5.1 推動套票優惠措施及轉乘優惠措施 5.2 實施跨運具公共運輸費率整合方案	1, 4 1, 4
	6. 建置公共運輸資訊平臺	6.1 建置公共運輸及觀光整合資訊平臺 6.2 蒐集及應用公路公共運輸數據資料 6.3 輔導汽車客運業數位轉型發展	1, 4 2, 3 1, 2, 3, 4
	12. 推廣電動大客車	12.1 推動電動大客車示範計畫及智慧營運監控平臺 12.2 辦理電動大客車購車與維修補助計畫 12.3 培養電動大客車檢修及駕駛人員	1, 4 1, 4 1, 4
	10. 公車高度依賴化石燃料環境與民眾健康需強化減碳減污作為		

議題	推動策略	行動方案	與區塊鏈技術相關性
11. 私人運具使用習慣不易改變，有待強化運輸需求管理	17. 加強私人運具管理作為	17.1 補助地方政府執行私人運具管理相關措施	1, 4
12. 為精進運輸服務供給，必須善用新科技提升政府與業者之規劃與管理能力	3. 提升公共運輸時間可靠度 6. 建置公共運輸資訊平臺	3.1 推動公路公共運輸優先化措施 3.2 利用科技設備與大數據分析縮短乘客旅行時間 3.3 提升公路公共運輸預估到站準確性及智慧型站牌之普及性 6.1 建置公共運輸及觀光整合資訊平臺 6.2 蒐集及應用公路公共運輸數據資料 6.3 輔導汽車客運業數位轉型發展	0 1, 4 1, 4 1, 4 2, 3 1, 2, 3, 4
	16. 增強公路公共運輸專業人力	16.1 辦理區域運輸發展研究中心 16.2 成立公路公共運輸計畫專案辦公室 16.3 協助客運業者擴編公路公共運輸駕駛人力	1 1 0

資料來源：交通部[21]及本研究彙整。

4.2 公路總局與本所相關研究計畫

一、公路總局相關研究計畫

(一)「國道客運市場發展及法規修改方向研究」(交通部公路總局[42])

近年國道客運不僅面臨高鐵 96 年通車後的威脅，且於 105 年進行一例一休勞工制度改革，讓國道客運業者面臨更多人力調度考驗，增加人事成本，更於 109 年爆發 COVID-19 疫情，嚴重打擊國道客運市場，國道客運經營面臨嚴峻考驗，基於疫情關係雖然主管機關推出多項協助業者之紓困措施，然在此後疫情時代，我國城際運輸之旅運供需市場已產生重大變化，面對此些短期或長期影響，主管機關應重新檢討國道客運於城際運輸市場之營運定位與相關法規，以協助業者減輕外部衝擊影響並能穩固經營。爰此，公路總局於民國 111 年 4 月委託本所「桃竹苗區域運輸發展研究中心」辦理完成「國道客運市場發展及法規修改方向研究」。

1. 與汽車客運業經營管理相關之議題

該研究計畫透過訪談業者了解經營瓶頸與對於既有法規之限制，並辦理兩場產官學交流之座談會，透過第一場座談會彙整各方議題以及針對有共識的課題於第二場討論解決方案，希望提供國道客運主管機關法規修改的建議方向，俾便後續重新檢討我國國道客運市場營運管理政策等工作之推動。經二場座談會討論，彙整 3 項議題包括：

(1)班次調整缺少彈性；

(2)路線營運缺少彈性；

(3)營運成本過高。

2. 相關議題之改善方案與區塊鏈技術之相關性

針對前述與汽車客運業經營管理相關之 3 項議題，該研究計畫亦提出相對應之改善方案，本研究並初步評估其與區塊鏈技術功能及核心技術之相關性（第 4 欄，其中：0. 無相關；1. 與「去中心化」相關；2. 與「不易篡改」相

關；3. 與「公開、透明且可追溯性」相關；4. 與「智能合約」相關），詳如表 4-11 所示。

表 4-11、國道客運研究計畫之議題、改善方案與區塊鏈技術相關性

議題	改善方案	與區塊鏈技術相關性
班次調整缺少彈性	統一加班彈性，減班尊重	1
路線營運缺少彈性	1. 彈性上下交流道 2. 路線接駁營運 3. 加班車的發車點彈性 4. 放寬相鄰縣市之範圍 雕準	1
營運成本過高	聯營/共營/聯合排班， 減少營運成本	1,4

資料來源：交通部公路總局[42]及本研究彙整。

(二) 公路汽車客運營運虧損補貼路線檢討與制度精進委外研究案 (交通部公路總局[41])

為維持偏遠地區公共運輸服務，滿足民眾基本民行之需求，交通部自民國 86 年起依據「促進大眾運輸發展方案」對汽車客運業者營運虧損路線進行補貼。現行營運虧損補貼制度之實施，多年來亦存在補貼效益如何、部分業者消極經營、增開無效班次、行駛路線未符需求、使用同一車型營運及部分公路客運路線與市區公車服務範圍重疊而造成資源浪費等問題。為使營運虧損補貼能充分發揮其效益，公路總局於民國 107 年委託國立交通大學辦理此項研究計畫。

1. 與汽車客運業經營管理相關之議題

該研究計畫認為目前虧損補貼制度面臨以下關鍵課題：

- (1) 監督管理辦法未符合多樣的路線型態、補貼參數未與時俱進；
- (2) 補貼方式為虧損補貼，乘客愈多則補貼額愈少；
- (3) 部分路線電子票證使用率低，資訊不足、分析無助、協助無門；
- (4) 合理營運成本未反應營運環境差異；
- (5) 地方政府過度依賴中央；
- (6) 缺乏市場競爭機制。

2. 相關議題之發展策略及行動方案與區塊鏈技術之相關性

針對前述與汽車客運業經營管理相關之 6 項議題，該研究計畫亦提出相對應之發展策略及行動方案，本研究並評估其與區塊鏈技術功能及核心技術之相關性（第 4 欄，其中：0. 無相關；1. 與「去中心化」相關；2. 與「不易篡改」相關；3. 與「公開、透明且可追溯性」相關；4. 與「智能合約」相關），詳如表 4-12 所示。

表 4-12、運虧損補貼路線檢討與制度精進之議題、發展策略及行動方案
與區塊鏈技術相關性

關鍵議題	發展策略	行動計畫	與區塊鏈技術相關性
1. 監督管理辦法未符合多樣的路線型態、補貼數未與時俱進； 2. 補貼方式為虧損補貼，乘客愈多則補貼額愈少； 3. 部分路線電子票證使用率低，資訊不足、分析無助、協助無門； 4. 合理營運成本未反應營運環境差異； 5. 地方政府過度依賴中央； 6. 缺乏市場競爭機制。	1. 保障基本民行； 2. 強化偏鄉運輸服務彈性； 3. 提升營運資訊透明化； 4. 提升虧損補貼績效； 5. 提升業者營運效率； 6. 融入獎優汰劣機制； 7. 建立路線退場因應對策。	1. 提高電子票證使用率、以作為路線調整依據； 2. 分析路線營運績效、修訂補貼條件參數； 3. 研析業者營運成本、訂定合理營運成本； 4. 提出分群路線之虧損補貼精進藍圖； 5. 設計退場與服務轉型機制；建議相關法規修正。	2, 3, 4 1, 2, 3 1, 4 0 1

資料來源：交通部公路總局[41]及本研究彙整。

二、本所相關研究計畫

(一) 汽車運輸業管理相關規定法制化作業之研究

國內汽車客運業管理相關規定(如公路法、汽車運輸業管理規則等)已行之有年，惟因國內汽車客運業市場內外部環境之變化，以致於既有法規對於新型態運輸態樣在規範上存有檢討之空間，檢討現行管理規範已是刻不容緩。奉交通部指示，本所於民國105年進行「汽車運輸業管理相關規定法制化作業之研究」，共分「法律位階檢討」、「客運類(包括公路汽車客運業、市區汽車客運業及遊覽車客運業等)」、「計程車及小客車租賃業」及「貨運業及小貨車租賃業」等四大部分，其中與本研究有關者為「客運類(含遊覽車)」(本所[25])及「計程車及小客車租賃業」(本所[26])，主要探討國內外有關客運業之管制項目與內容(進出管制、費率管制與服務水準管制等3項)，並藉由客運市場現況課題分析和法規檢討，以研擬未來客運業之營運管理架構暨未來法規修訂之短中長期方向。

1. 與汽車客運業經營管理相關之議題

本所[25]及[26]檢討內容為營業大客車包括公路汽車客運業、市區汽車客運業及遊覽車客運業，以及計程車及小客車租賃業等之營運環境，重新檢視現有法令(例如:路權調整、市場進出、服務管制、費率管制、公平交易等)對營業大客車營運環境之可能限制，並提出下列關鍵課題：

(1) 公路汽車客運業、市區汽車客運業及遊覽車客運業

- ①各業別營運業務相互重疊；
- ②新興運輸產業之規範不明確；
- ③營運路線/範圍整併不易；
- ④各業間路線整合轉運效能不彰；
- ⑤路線經營家數宜因地制宜；
- ⑥虧損補貼機制缺乏活化及鼓勵業者之成效；
- ⑦以逐條路線審議開行造成路線間各自獨立，公路與市區客運路線及班表缺乏整合；

- ⑧遊覽車客運業設立的進入門檻及公司經營專業導致靠行營運情況普遍；
- ⑨新科技及雲端管理之服務模式衝擊現有運輸市場，傳統法規對於新型態運輸服務缺乏規範。

(2) 計程車及小客車租賃業

✓ 計程車部分：

- ①供需失衡、營運效率不佳，造成經營環境惡化，影響產業健全發展；
- ②價格扭曲市場，服務無法滿足民眾需求；
- ③相關法規違反法律授權明確性、法律保留等基本原則；
- ④更生人工作權問題。

✓ 小客車租賃業：

- ①危險駕駛導致車輛受行政處分；
- ②租賃車輛因租車人犯罪被沒收；
- ③小客車租賃營業特性與一般汽車運輸業不同，不應採同一套停車場要求標準；
- ④無人自助式租賃車尚處法律模糊地帶。

2. 關鍵課題之對策與區塊鏈技術之相關性

針對前述與汽車客運業經營管理關鍵課題，該研究計畫亦提出相對應之對策，本研究並評估其與區塊鏈技術功能及核心技術之相關性（第 4 欄，其中：0. 無相關；1. 與「去中心化」相關；2. 與「不易篡改」相關；3. 與「公開、透明且可追溯性」相關；4. 與「智能合約」相關），詳如表 4-13 及表 4-14 所示。

表 4-13、法制化研究計畫之關鍵課題及對策與區塊鏈技術相關性
-公路汽車客運業、市區汽車客運業及遊覽車客運業

關鍵課題	對策	與區塊鏈相關性
一、公路汽車客運業、市區汽車客運業及遊覽車客運業		
各業別營運業務相互重疊	1. 重整汽車運輸業分類	1, 4
新興運輸產業之規範不明確		
營運路線/範圍整併不易	2. 管轄權責落實地方自治	1, 4
各業間路線整合轉運效能不彰		
路線經營家數宜因地制宜		
虧損補貼機制缺乏活化及鼓勵業者之成效		
以逐條路線審議開行造成路線間各自獨立，公路與市區客運路線及班表缺乏整合。		
遊覽車客運業設立的進入門檻及公司經營專業導致靠行營運情況普遍。	3. 靠行現象法制化	1, 4
新科技及雲端管理之服務模式衝擊現有運輸市場，傳統法規對於新型態運輸服務缺乏規範。	4. 增加資源共享服務模式	1, 4

資料來源：本所[25]及本研究彙整。

表 4-14、法制化研究計畫之關鍵課題及對策與區塊鏈技術相關性
-計程車客運業及小客車租賃業

關鍵課題	對策	與區塊鏈相關性
二、計程車客運業		
供需失衡、營運效率不佳，造成經營環境惡化，影響產業健全發展	1. 修正公路法第39條之1，將牌照發放標準改為依照營業區內平均空車率發放。	1
	2. 修正汽車運輸業管理規則附件七，透過計程車營業區域的調整，將彼此相互重疊的營業區域改為封閉式營業區域。	1
	3. 繳銷替補之期限比照其他汽	1

關鍵課題	對策	與區塊鏈相關性
	車運輸業辦理。刪除汽車運輸業審核細則第6條第2項。 4. 落實個人車與合作社社員之車輛牌照繳銷，應依據汽車運輸業管理規則第25條辦理。 5. 增訂汽車運輸業審核細則第6條第3項，規範申領替補車輛牌照以最近繳銷優先替補之順序，逐步使空車額問題回歸正常。 6. 修正汽車運輸業管理規則第92條第1項第2款，納入執業事實查核機制。	2, 3 2, 3 0
價格扭曲市場，服務無法滿足民眾需求	1. 授權各營業區依據當地營運環境訂定車輛使用年限。 2. 建立完善的計程車駕駛職前與在職教育訓練制度。 3. 計程車分類營運，建立交易資訊透明的新興市場。	1, 4 1 1
相關法規違反法律授權明確性、法律保留等基本原則	1. 修正計程車運輸合作社設置管理辦法、計程車客運服務業申請核准經營辦法第6, 7條、增訂汽車運輸業管理規則第95-1, 95-2, 95-3條。 2. 由中央統一訂定計程車客運業違反汽車運輸業管理規則之裁罰基準。 3. 將原汽車運輸業管理規則第92, 93條訂定之消極條件，提升至法律位階，移至增訂之公路法第56條之2。 4. 修正公路法第40條之2及汽車運輸業審核細則第6條。	0 2, 3 0 0

關鍵課題	對策	與區塊鏈相關性
更生人工作權問題	修正道路交通管理處罰條例第37條	0
三、小客車租賃業：		
危險駕駛導致車輛受行政處分	1. 修正道路交通管理處罰條例第37條。	0
	2. 相關權利義務關係納入小客車租賃定型化契約範本，租賃業者並應揭露出租車輛是否曾因違反道路交通管理處罰條例規定而受吊扣車輛牌照之處分。	3
租賃車輛因租車人犯罪被沒收	相關權利義務關係納入小客車租賃定型化契約範本。	0
小客車租賃營業特性與一般汽車運輸業不同，不應採同一套停車場要求標準	開放小客車租賃業可以營業據點一定範圍內之1年期以上之停車位租賃契約計算停車位。	1
無人自助式租賃車尚處法律模糊地帶	修正汽車運輸業管理規則第99條(如表32)，長期建議回歸汽車(商品)租賃。	1

資料來源：本所[26]及本研究彙整。

(二) 需求反應式公共運輸服務(DRTS)補貼制度檢討(本所[33])

為解決偏鄉地區公共運輸涵蓋率低及保障偏鄉民眾行的權利，公路總局自民國 102 年起透過「公路公共運輸提昇計畫」開始協助地方政府在偏遠地區建置 DRTS 服務，105 年度起陸續推動偏(原)鄉 DRTS 專案計畫，以及「公路公共運輸多元推升計畫(106 年-109 年)」擴大提供幸福巴士、幸福小黃計畫等，以服務偏鄉基本民行。因應我國 DRTS 應用在

偏鄉、原鄉範圍擴大及考量未來異業結盟投入，帶來更為彈性的運輸服務，未來 DRTS 面臨之課題及補貼制度檢討勢在必行，爰辦理此項研究計畫（以下簡稱「DRTS 計畫」）。

1. 與汽車客運業經營管理相關之課題

「DRTS 計畫」蒐整過去區域運輸發展研究中心、公路總局及相關單位舉辦之會議及研討會資料，就我國發展 DRTS 與補貼制度執行課題歸納如下：

- (1) 基本民行市場小，票箱收入低；
- (2) 地方需求未能有效掌握且被滿足，營運績效不佳；
- (3) 各單位資源尚待有效整合運用；
- (4) 現行補貼制度未能反映實際營運成本；
- (5) 在地意識培養議題。

2. 相關課題之建議改善措施與區塊鏈技術之相關性

針對前述與汽車客運業經營管理相關之 5 項課題，「DRTS 計畫」亦提出相對應之建議改善措施，本研究並評估其與區塊鏈技術功能及核心技術之相關性（第 4 欄，其中：0. 無相關；1. 與「去中心化」相關；2. 與「不易篡改」相關；3. 與「公開、透明且可追溯性」相關；4. 與「智能合約」相關），詳如表 4-15 所示。

表 4-15、「DRTS 計畫」之課題及改善措施與區塊鏈技術相關性

議題	建議改善措施	與區塊鏈技術相關性
1. 基本民行市場小，票箱收入低；	(1) 增加營運效率、降低營運成本、提升票箱收入、尋求企業社會責任(CSR)、創造額外財源等措施。	4
2. 地方需求未能有效掌握且被滿足，營運績效不佳；	(2) 滾動式檢討地方營運模式，以期資源妥善利用，縮減供與需落差。	4

議題	建議改善措施	與區塊鏈技術相關性
3. 各單位資源尚待有效整合運用；	差，以提升資源效率及空車行駛之成本。 (3) 由地方共組在地互助系統或地方創生異業結盟等方式，發展跨域合作運輸服務產業鏈，導入科技平台掌握及透明化營運狀況，讓企業願意承諾與投入。	1, 2, 3, 4
4. 現行補貼制度未能反映實際營運成本；	(4) 歸納共通性成本項目，並就其營運條件估計合理成本，做為推動、核算之依據，更能貼合真實狀況。	1, 2, 3, 4
5. 在地意識培養議題。	(5) 建立地方互助系統，初期政府提供資源協助地方維運，後續透過社會支持系統發揮社區在地力量，能使在地人員承接並能永續營運。	0

資料來源：本所[33]及本研究彙整。

(三) 汽車客運業營運資料陳報制度之檢討與改善研究(本所[24])

汽車運輸業管理規則第24條明文規定：汽車運輸業應按期陳報營運報表，送請公路主管機關查核。其用意為督導管

理汽車運輸業各業者之營運效率、運輸安全及服務品質之持續性，並做為政府部門施政與業者推動業務之參據，惟多年來，整體陳報制度之內容、流程、項目已無法符合實際需求，加以監理單位人力不足，欠缺有效之管理及應用分析，以及對於業者陳報資料之正確性存疑，造成業者陳報資料流於形式或不合時宜。為使汽車運輸業陳報營運資料能適時反映現況及陳報制度能夠發揮功效，緣辦理本系研究計畫（以下簡稱「陳報制度計畫」）。

1. 與汽車客運業經營管理相關之議題

「陳報制度計畫」認為，汽車客運業營運資料陳報制度有下列幾項亟待解決之課題，包括：

- (1) 汽車客運業營運資料陳報制度之規定，並未隨時代變遷而加以修訂；
- (2) 各業務單位統計資料之蒐集、彙整、運算與保存，應利用現代化之電腦設備及網際網路加以處理；
- (3) 各監理單位及地方政府作法不一，應依法行政並求一致性；
- (4) 各級報表分層負責之處理未盡落實，應簡化報表逐層核章制度。

2. 相關議題之解決措施與區塊鏈技術之相關性

針對前述與汽車客運業經營管理相關之 3 項問題，「陳報制度計畫」亦提出相對應之解決措施，本研究並評估其與區塊鏈技術功能及核心技術之相關性（第 4 欄，其中：0. 無相關；1. 與「去中心化」相關；2. 與「不易篡改」相關；3. 與「公開、透明且可追溯性」相關；4. 與「智能合約」相關），詳如表 4-16 所示。

表 4-16、「陳報制度計畫」之課題及改善措施
與區塊鏈技術相關性

議題	解決措施	與區塊鏈技術相關性
1. 汽車客運業營運資料陳報制度之規定，並未隨時代變遷	(1) 汽車客運業營運資料之報表規格應謀求統一，並修訂各種相關法	1, 4

議題	解決措施	與區塊鏈技術相關性
而加以修訂； 2. 各業務單位統計資料之蒐集、彙整、運算與保存，應利用現代化之電腦設備及網際網路加以處理；	規； (2) 加速紙本資料電子化，公務部門人力亟須充分結合以構建統計資訊；	1, 4
3. 各監理單位及地方政府作法不一，應依法行政並求一致性；	(3) 建立一套有效之客運資料維護體制；	1, 2, 3, 4
4. 各級報表分層負責之處理未盡落實，應簡化報表逐層核章制度。	(4) 加強營運資料輸入、核對、統計與偵錯。	1, 2, 3, 4

資料來源：本所[24]及本研究彙整。

4.3 小結

1. 本章盤點交通部上位計畫（包括：運輸政策白皮書（2020 年版）、交通科技產業政策白皮書（2021 年版）及公路公共運輸服務升級計畫（110—113 年）），以及公路總局與本所相關計畫（包括：公路總局「國道客運市場發展及法規修改方向研究」、「公路汽車客運營運虧損補貼路線檢討與制度精進委外研究」，本所「汽車運輸業管理相關規定法制化作業之研究」、「需求反應式公共運輸服務(DRTS)補貼制度檢討」及「汽車客運業營運資料陳報制度之檢討與改善研究」），並列出與汽車客運業經營管理有關之議題及其所對應之政策/策略及行動方案，並初步評估這些與汽車客運業經營管理有關之問題(或議題)及其策略及行動方案(或措施)，與區塊鏈技術之三大功能「去中心化」、「不易篡改」、「公開透明且易追蹤」及核心技術「智能合約」之相關性，瞭解區塊鏈技術協助解決這些經營管理問題之可能性，俾利後續之分析，詳如表 4-1 至表 4-8 及表 4-10 至表 4-16。
2. 在區塊鏈技術之應用，從早期發展階段過渡到成熟階段，為減少業者盲目投資而浪費資源，在導入區塊鏈技術在汽車客運業營運管理應用前，除需瞭解區塊鏈技術協助解決這些經營管理問題之可能性外，仍應進行必要性及可行性分析。

第五章 區塊鏈技術在汽車客運業經營管理上之應用-必要性、可行性評估及應用個案探討

第四章建議未來在導入區塊鏈技術在汽車客運業營運管理應用前，應慎選案例，並進行必要性及可行性分析，以避免初期投入大量資源，卻無法獲得預期區塊鏈技術之成效。因此，本章首先分析區塊鏈技術在汽車客運業經營管理上應用之必要性，其次，探討可行性評估的準則，最後，以交通行動服務（MaaS）為應用案例，進行導入區塊鏈技術之探討。

5.1 導入區塊鏈技術之必要性

對於區塊鏈技術之應用，第一個要思考的重點是：「這個問題（或事情），是否真的需要用到區塊鏈？」區塊鏈技術能運用在許多場景（如第二章所述），而新的應用也持續再被發現。但這並不代表所有的事情，用區塊鏈技術來解決都是最安全、最有效率。區塊鏈技術有它最適合解決的問題類型，通常是現有的機制缺乏足夠信任，或者交易成本過高的問題，才可能評估看看區塊鏈技術是否能改善。本研究認為國內汽車客運業在經營管理上，存在以下幾個問題，有必要透過區塊鏈技術加以解決。

一、汽車客運業「中心化」問題，有賴區塊鏈技術解決

運輸業普遍存在「中心化」的問題，包括：

（一）運輸管制問題：

交通運輸事業係屬於憲法第 144 條所涵攝之「公用事業」範疇，具有高度公益目的性，其興辦與營運均應受政府嚴密監督管制，這些管制包括：進出市場、路線經營權、營運及服務品質、費率及安全等。業者需透過申請，獲得交通主管機關許可後才能辦理前述諸項業務，因此屬於「中心化」的行政管理作為。這些運輸管制雖然可以維持公共運輸市場的正常營運，但也常造成業者經營毫無彈性及效率，因此，本所[25]、[26]及公路總局[42]的研究結果，均建議除「安全管制」外，其餘管制項目均宜適當解

決，以提升運輸業的競爭力。惟一旦解除管制，業者辦理前述事項時，將由「事前核准」改為「事後核備」，主管機關為有效掌握業者經營狀況，需充分運用業者依據汽車運輸業管理規則第 24 條規定，按期陳報之營運報表及相關資料，進行「數據（或數位）治理」。區塊鏈技術具有「去中心化」及「資料公開透明且易追蹤」之功能，因此，有必要導入區塊鏈技術協助主管機關進行數據治理，確保公共運輸市場的正常營運。

（二）第三方或中介平台問題：

近年來，由於資通訊技術發達，加上「共享經濟」興起，部分資通訊業者透過資訊平台，媒合駕駛與乘客之供需，不僅可提升駕駛收入，亦可滿足消費者多元之運輸需求，平台業者也獲得豐盛之利潤（如 Uber），可謂「三贏」。惟平台業者掌握所有交易資訊，駕駛無法與消費者直接交易，形成「中心化」的管理架構，常造成平台業者、駕駛及乘客間之交易糾紛（如駕駛被收取超額之手續費，或將對乘客的優惠轉嫁駕駛承擔）及權責難分之問題。區塊鏈技術具有「去中心化」及「資料公開透明且易追蹤」之功能，因此，有必要導入區塊鏈技術，透過「智能合約」建構虛擬之公用平台，讓駕駛與乘客直接交易，不僅可降低交易成本，亦可以「去平台化」，消除平台業者壟斷市場之行為。

二、業者陳報資料「資安」及「信任」問題，有賴區塊鏈技術解決

依據汽車運輸業管理規則第二十四條規定：汽車運輸業應按期陳報營運報表，送請公路主管機關查核。其用意在於協助公路主管機關督導管理汽車運輸業者之營運效率、運輸安全及服務品質，並作為政府部門施政與民間企業業務推展之參據。但這些營運報表存在有「資安」及「信任」問題：

（一）資安問題

一般運輸業者均將營運資料儲存在資料庫中，方便存取，但資料庫採「中心化」設計，亦即由一台伺服器連接數台電腦組合而成，每一台電腦存取或傳送資料，均需經過伺服器，一旦伺服器或任一台電腦遭到駭客入侵，整個系統就會當機，

無法運作。而區塊鏈係採「去中心化」設計，每一個分散式節點均擁有相同一本帳本（或資料庫資料），任一節點遭到駭客入侵，均不會影響整個系統之運作，可以解決業者擔心營運資料「資安問題」。此外，區塊鏈只允許「寫（輸入）及讀（查詢）」，不允許「編輯、修訂、刪除或重送」，同時區塊鏈不僅是由每個區塊鏈接而成（一旦發現有擅入篡改資料，經認證失敗即會斷鏈），同時也是一個加密的安全資料庫，因此，有必要導入區塊鏈技術，以確保業者營運資料資安問題及機敏資料不被篡改或誤（濫）用。

（二）信任問題

由於公路主管機關對業者陳報資料之品質信心不足，以及監理單位人力不足與欠缺有效之資料管理及應用分析，再加上業者對於公路主管機關維護陳報資料之信心亦不足（怕被競爭對手或財稅單位取得），造成業者陳報資料流於形式或不合時宜，以致無法善加運用，這種公路主管機關與業者彼此間「不信任」的問題，同樣發生在政府審議票價調整或營運虧損補貼的時候，其結果不僅公路主管機關失去督導的先機，運輸業者也無法藉由這些資料掌握本身的經營狀況及市場發展趨勢，進而提升經營效率及服務品質。由於區塊鏈技術具有「不易篡改」的功能，可讓公路主管機關與業者均相信區塊鏈內資料是正確的（亦即與輸入前的資料是一致的）英國《經濟學人》雜誌稱「區塊鏈」是「信任的機器」，這個機器能從所有各方相互不信任的假設中，製造出信任或者信用(Trust)來。有必要導入區塊鏈技術，解決公路主管機關與業者對於陳報資料「互不信任」問題。

三、業者要「數位轉型」，有賴區塊鏈技術協助

新冠肺炎 COVID-19 自民國 109 年初在國內爆發以來，延燒 3 年，已重創公共運輸，運量幾乎腰斬，面對這波疫情嚴重衝擊，運輸業者莫不希望透過數位轉型，調整營運架構，在疫情過後迅速復甦。汽車客運業者數位轉型需要經過數位化、數位優化與數位轉型三個階段，而區塊鏈技術具有去中心化（可降低資訊系統建置成本）、不易篡改、公開透明（可提升資料公信力）、加密安全及匿名（降低資安危機）等特性，均可協助業者加速數位化及數位優化速度，更可透過「智慧合約」創造汽車客運業數位轉型所衍生的應用，如

工時管理、車輛維修保養管理等。因此，有必要導入區塊鏈技術，以協助業者儘速完成數位轉型工作，以提升經營效率及競爭力。

5.2 導入區塊鏈技術可行性之評估準則

主管機關或業者導入區塊鏈技術，除考量其必要性外，亦應考量其可行性。

一、針對整個產業

張道宜[82]認為可從三面向評估產業是否投入區塊鏈技術：

- 1、技術是否可行-這個門檻現在已經漸漸被弭平。
- 2、投資報酬率（ROI）-能省下多少成本，或是增加多少收益？這些都是企業是否採納新技術的必然考量。目前以太坊區塊鏈的共識機制已由 PoW(工作量證明)轉向 PoS(權益證明)，不再透過礦工採礦，應可大幅降低打包上鏈的費用。另透過智能合約執行例行性事務，也可節省人力及提升效率。
- 3、參與者接受度-如果區塊鏈上的參與者不夠多，規模不夠大，或是無法做到上下游整合，那麼帶來的收益自然有限，不需為了區塊鏈而區塊鏈。

二、針對特定問題

中技社[4]將導入區塊鏈技術的評估準則區分為「概念性整體評估」及「資料層面的技術性評估」兩個面向：

（一）概念性整體評估

在此面向的評估準則有兩種，一種是針對業者本身的「環境數位成熟度評估」，另一種則是針對區塊鏈技術本身的「初步概念性評估」。以下分別說明；

1. 環境數位成熟度評估-

- （1）無論是產業或公司，在導入區塊鏈技術解決其業務痛點前，應先檢視組織內部的數位化成熟度(Digital Maturity)，才能對於導入區塊鏈技術是否適當有更好的評估。如何本身數位化成熟度不足，則應先提升本身數位化程度，不宜急於導入區塊鏈技術，以免浪費大量資源，卻效果不佳。
- （2）針對數位化成熟度之評估方法，中技社[4]導入「公共領域數位化成熟度評估系統(DiMiOS)」，DiMiOS 是瑞

典數位創新中心因應瑞典政府要求所開發的模型，其數位化成熟度取決於兩項指標：

- 數位能力(Digital Capablity)-從效率、創新、均衡三面向評估業者案與檔案的管理、資訊安全與隱私、開放數據、創新文化、使用者體驗、收支管理、優先順序的劃分等。
- 數位履歷(Digital Heritage)-從組織數位化歷程，評估導入新技術可能遇到的阻礙或額外開發負擔。從組織、用戶、科技三面向來評量，包括組織的綜合能力與工作環境、用戶滿意度與聲譽、基礎 IT 建設和技術債 (Technical debt) 等。

2. 初步概念性評估-中技社[4]介紹 ATOMIC 法，係指 6 項與區塊鏈相關的事項，如果業者確實需要處理與以下 6 項相關之業務時，才需要考慮採用區塊鏈：

A(Assets)-資產；
T(Trust)-信賴；
O(Ownership)-所有權；
M(Money)-數位貨幣；
I(Identity)-身份識別；
C(Contracts)-自動化合約。

(二) 資料層面的技術性評估-中技社[4]介紹ABCDEFG法，亦即：

A-Application: 應用在什麼領域？面臨什麼問題必須解決？這個領域的作業流程是否適合區塊鏈？
BC-Blockchain: 用哪一種區塊鏈？那些資料需要區塊鏈保存？有無其他更好保存方法？
D-Distributed/Decentralization: 要解決什麼樣的分散式或去中心化問題？為何及如何用區塊鏈解決問題？；
E-Effective/Efficient/Economical-使用區塊鏈是否使系統更具效能？更有效率？更節省能源？
F、G-Final goal: 為解決問題而用區塊鏈？還是為區塊鏈而區塊鏈？

三、成本效益分析

除了前述導入區塊鏈技術可行性評估準則外，業者為減少盲目投資而浪費資源，仍宜進行成本效益評估，惟目前大家對區塊鏈技術的印象仍停留在礦工採礦，需支付高額的打包上鏈手續費上，而躊躇不前。但是目前以太坊區塊鏈的共識機制已由 PoW(工作量證明)轉向 PoS(權益證明)，不再透過礦工採礦，應可大幅降低打包上鏈的費用。另透過智能合約執行例行性事務，也可節省人力及提升效率。以交通部科顧室「噗噗共乘計畫」及本所「先進公車智慧化營運管理先導運行計畫(1/2)-整合車載設備之駕駛工時管理系統研發(110年)」兩項計畫而言，由於使用區塊鏈技術的種類(公有鏈及聯盟鏈)及共識機制(PoW 及 PoA)不同，所需支付資料打包上鏈的手續費亦有所差別，說明如下：

1. 交通部科顧室「噗噗共乘計畫」(花東地區在地多元運輸共享服務經營輔導計畫(109.5-111.1))

該計畫(交通部[22]、[23])自110年5月起試辦4鄉鎮民眾乘車付費機制，因乘客受補助經費來較多元(有交通部、衛福部、教育部、原民會等單位)，為昭公信，導入區塊鏈技術，進行交易資料之相應時間戳記及交易記錄，並使用分散式資料庫，可供永久查驗乘車交易記錄，並防篡改。該計畫將乘客搭乘紀錄及司機服務記錄等資料上鏈至「以太坊」公有鏈，因使用 POW 共識機制，故需礦工執行驗證及打包上鏈工作，故需支付礦工手續費(GAS price)，共上鏈8次，費用為389.39美元(新台幣12,129.5元)。

2. 本組「先進公車智慧化營運管理先導運行計畫(1/2)-整合車載設備之駕駛工時管理系統研發(110年)」

該計畫(本所[34])使用以太坊(Ethereum)的Truffle suite 架構下的區塊鏈2.0架設「聯盟鏈」，並撰寫智能合約，以儲存車輛行駛歷程記錄(駕駛行為、行車數據等)，並透過POA(Proof of Authority)共識機制將資料上鏈。另用區塊鏈架構工具「超級帳本(Hyperledger Fabric)」開發區塊鏈個別駕駛管理系統。目的：防篡改及假資料上鏈，無需支付任何手續費。

5.3 應用個案探討-交通行動服務 (MaaS)

近年來，由於資通訊科技產業、智慧型運輸系統服務以及個人化行動服務的蓬勃發展，各國在用路人的交通運輸服務上，開始推動交通行動服務(MaaS, Mobility as a Service)概念，並進行示範建置計畫。依據文獻回顧，International Transport Forum [100]、Marie[104]、Petter[105]、Sam[106]、Transit Protocol[108]、UITP[109]及Vittorio[110]等文獻均認為，MaaS 是導入區塊鏈技術最佳的示範計畫。國內目前有交通部「APPUMAJI(遊買集)及」本所「MenGo 卡」兩項 MaaS 計畫，故以此兩計畫為案例，進行導入區塊鏈技術之探討。

一、定義

1. 交通行動服務 (MaaS) 係指用單一平台整合多元運輸服務，提高交通移動便利性。(王穆衡[5])；
2. 係以資通訊技術整合多項公共運具及共享運具服務，提供具票價優勢之月票方案，並結合便利之手機 APP 服務，滿足通勤/通學者的交通行動需求(本所[36])；
3. 係針對使用者的移動需求，提供以公共運輸為主的及門(Door-to-Door)服務。搭配具經濟效益的選擇性付費方案與即時查詢預約的手機 APP 服務，提高使用者選擇方便又經濟的行旅服務之意願，藉以減少自行開車所產生的負面效益，如車輛持有稅費、停車費用、車輛閒置浪費、空氣污染與尖峰時間的塞車等，使民眾樂於使用公共運輸服務(本所[36])；

綜上，交通行動服務(MaaS)強調旅運者優先，以旅運者的偏好作為來建構交通行動系統(Mobility systems)，提供整合性的交通服務。交通行動服務是一種以消費者為中心的服務，未來交通行動服務供應商(MaaS service providers)將提供能符合個人交通需求的客製化機動力服務。簡言之，交通行動服務(MaaS)的概念可以定義為「使用一個數位介面來掌握及管理交通相關服務的提供，以滿足每一個消費者在交通行動上的需求。」(本所[36])；

二、優點

源自芬蘭的 Mobility Services(MS)，目前會逐漸在國內各縣市推動落實，成為運輸部門推動減碳的重要措施，許多研究報告亦指出，推動 MaaS 是後疫情時代解決交通壅塞、降低私人運具使用及提升公共運輸載客量的重要解方之一(王穆衡[5])。推動 MaaS 具有以下優點：

1. 對政府而言，MaaS 可彌補公路客運系統的不足，提升弱勢群體的移動方便性；
2. 對企業而言，MaaS 可以開創新型態的服務與商機；
3. 對使用者而言，可以取得量身訂製的服務，還可以節省交通費的支出；
4. 對整體環境面而言，可以減少交通運輸部門的碳排放與空氣污染。

三、案例

(一) 交通部 APP「UMAJI(遊買集)」

交通部於 107 年 10 月 16 日與中華電信合作開發結合「大數據分析」、「智慧交通」與「行動支付」等功能的旅行服務的 APP「UMAJI 遊·買·集」，運用行動支付串聯智慧交通，結合生活資訊，目前第一期計畫服務範圍鎖定雙北及宜蘭，整合國五即時路況及跨運具交通訊息，提供公共運輸及私人運具旅行建議。UMAJI 是整合跨運具旅運規劃、行動支付及線上驗證 APP 平臺，有「行程規劃」、「旅遊商城」、「隨行秘書」及「達人推薦」等亮點服務。

由於 APP 下載率不盡理想，第二期計畫正朝由 G2C (Government to Citizen, G to C) 策略調整為 G2B (Government to Business, G2B) 方向發展，執行計畫廠商配合交通部政策，轉型為建立 MaaS(交通行動服務)資訊整合服務標準，及提供 MaaS 服務的公用化核心引擎 API，並透過籌組 MaaS 聯盟，廣邀 MaaS 生態系產業加入，共同推動 MaaS 服務的願景。

(二) 「MeN Go」卡

本所與高雄市政府合作，自 106 年 11 月至 108 年 8 月辦理 2 年期「交通行動服務 MaaS 之示範建置計畫」，並以「MeN Go 卡」整合捷運、市區公車、輕軌、渡輪、腳踏車、台鐵及高鐵等多元運具；旅客可藉 APP 查詢時刻與規劃路線，也可以選擇客製化的運具定期票優惠方案（本所[36]、[37]、[38]、[39]、[40]）。

為延續高雄市 2 年期示範建置計畫之成效，本所 109 年除賡續辦理高雄市 MaaS 服務擴充計畫外(本所[37])，並探討 MaaS 由單一縣市（高雄市）擴展至跨縣市運輸（以中彰投區域為例）以及風景區旅遊（以集集遊憩廊帶為例）、及偏鄉低需求（以集集鎮為例）場域服務之策略方向，以建構各場域合適之 MaaS 服務模式。

另配合交通部推動「交通部智慧運輸系統發展建設計畫(110-113 年)」，接受地方政府推動 MaaS 申請計畫，本所協助督導高雄市、臺中市、臺東縣、澎湖縣進行 MaaS 之推動及導入，並針對其規劃之 MaaS 服務推動計畫提供建議及諮詢(本所[38])。

依據本所[37]統計顯示，高雄地區 MaaS 計畫自 107 年 9 月上線，至 109 年 12 月 31 日期間，推動績效如下：

1. 累積招募會員為 34,563 名，累計申辦卡片術（含數位學生證綁卡）為 23,530 張，數位學生證綁卡 6,531 張；
2. 發行各式套票包括：4 款月票及 1 款週票，發售超過 14.8 萬張、累計搭乘人次超過 865 萬人次、套票銷售金額達 1.15 億元；
3. 依據 107-109 年分別進行 3 次調查結果顯示，其中活躍會員自私人運具轉移比例約 10.7%-35.4%，3 年間共增加 4,150 位公共運輸使用者，每增加 1 個人次的公共運輸使用者，其每年效益值約 4,565 萬元。
4. 該計畫已成為亞洲地區推動 MaaS 計畫的典範，獲得 2019 智慧城市創新獎，並於 2019 年 ITS 世界年會中參展，獲得部分各國代表肯定及讚賞！

四、我國推動 MaaS 需優先解決三大問題

由於臺灣具有地小人稠、有多元運具服務、已建立很好的交通資料開放平台、行動網路普及、資通訊產業實力堅強及民眾對於科技應用接受度高等優勢，是我國推動及發展 MaaS 最適合場域，但是仍須面臨包括：MaaS 多元利害關係人間之獲利模式、清分機制、業者間的互信與整合意願等跨領域商業模式的建立等問題，將會是我國推動 MaaS 時的主要挑戰。其次，運輸業者的系統數位化程度不一、使用者個資共享與資訊安全疑慮、業者票務與支付管道整合、私人運具使用文化等，這些阻礙也不容忽視。亦即未來我國廣續推動 MaaS 計畫，有下列三大問題需要優先解決(王穆衡[5])：

1. 突破運輸業者間的數位落差；
2. 建立 MaaS 商業模式；
3. 強化業者間的互信及整合意願。

五、導入區塊技術之評估

1. 必要性

(1) 去中心化/中介化-

目前高雄市 MaaS 計畫係由 1 個 MaaS 平台統籌營運，未來可能移轉民間業者經營。依據古國廷[8]研究顯示，單一 MaaS 平台容易造成壟斷，不僅不利於創新服務，且造成顧客無法選擇可能較優之交通服務，且 MaaS 具有多元利害關係人、多元運具、多元套票方案、多元支付系統、多元票證系統、多元路線規劃等特性，一旦擴大規模（如跨縣市），單一 MaaS 將難以滿足相關利害關係人之需求，若開放數個 MaaS 平台，恐因彼此技術及系統互不相容，造成平台競爭，亦不利 MaaS 之發展。如能導入區塊鏈技術，透過路網型態（去平台化），以虛擬平台媒合供需雙方，並透過智能合約讓雙方或多方逕行交易，建立新的商業模式，在共同技術及資料規範下，顧客能自由選擇不同的交通服務業者或平台，業者為爭取顧客，也會站在顧客角度去創新服務。

(2) 互信及整合意願-

MaaS 計畫牽涉多元利害關係人間之獲利模式、清分機制等，目前由政府主導，相關利害關係人尚能配合，一旦移轉民營，如何取得相關利害關係人之信任及配合，是一大問題。區塊鏈技術具有「信任機器」之稱，透過資料公開、透明、不易篡改等特性，可強化多元利害關係人間之互信及配合意願，亦有利於建立新的商業模式。

(3) 數據治理及數位轉型

MaaS 計畫導入區塊鏈加密技術，可強化不同利害關係人間之信任，進而增加各利害關係人營運資料公開之廣度及深度，達到資訊共享，並在相同的技術及資料規範化下，進行本身的數位化、數位優化及轉型，除可提升自身之競爭力外，亦可突破利害關係人間之數位落差，以達到 MaaS 共存共榮及永續發展之目標。

2. 可行性

依據第四章導入區塊鏈技術評估準則之一-ATOMIC 法，檢視 MaaS 作業流程中，是否有區塊鏈技術適用之處，如表 5-1 所示。由於 MaaS 每日交易、金流及資訊流量大，以區塊鏈目前技術確實較難處理，但可將區塊鏈技術先導入 MaaS 之驗證系統，並透過智能合約執行分時、分批處理交易、清算及清分工作，以強化平台或系統、資訊安全。

表 5-1、MaaS 作業流程和區塊鏈技術適用性

MaaS 流程	區塊鏈適用性
1. 安全的確認和進出管理	高：區塊鏈協議內置的私鑰身份管理可以支持這個功能。
2. 多元利害關係人之驗證	高：在共識機制支持下，可使用公私鑰加密技術作身份驗證。
3. 多元資產或設備之驗證	高：記錄的不易篡改性與強 ID 及身份驗證協議相結合，可支持這個功能。
4. 服務規範	中：服務的規範可以包含在交易區塊中，但在行動的互聯網中，如有通用語法，將會更有幫助。
5. 路線和連接資訊的傳輸	低到中：動態路線和連接資訊的傳輸需要具有「低延遲性」，這對於許多當前

MaaS 流程	區塊鏈適用性
	的區塊鏈應用來說是具有挑戰性的。這些功能可以“脫鏈”運行，並在協議中安全地引用。
6. 近乎實時的資訊傳輸	低：同上。
7. 交易處理和清算機制	中：區塊鏈處理交易速度慢，難以執行即時之小額支付。但可透過智能合約執行分批、分時處理交易及清算、清分作業。
8. 付款機制	中：考量目前各種加密貨幣（如比特幣、以太坊幣等）存在相當大的不確定性，在這個階段將這些構建到 MaaS 中，可能為時過早且有風險存在。
9. 數據記錄/共享和傳播	低：區塊鏈目前技術不適合資訊即時或高頻快速傳輸。
10. 效率、安全之信息發佈：	高：分散式和安全的數據管理是區塊鏈技術基本原則之一。
1. 去中介化	中：在完全以區塊鏈為基礎的 MaaS 生態系統下，許多中介可能不再需要（如平台）。但區塊鏈技術可以自動承載多少目前由數據供應商等 MaaS 中介機構提供之功能，目前還不清楚。

資料來源：International Transport Forum [100]及本研究整理。

六、國外區塊鏈應用在 MaaS 的發展近況

近年來許多國外交通相關企業和組織結盟合作，將區塊鏈應用在 MaaS 相關的交通創新(古國廷[11])。

1. 2017 年豐田汽車的 Toyota Research Institute 和麻省理工學院的 MIT Media Lab 等單位合作，著手研發以汽車為主的交通區塊鏈應用。首先他們建立區塊鏈協定（blockchain protocol），能匿名安全地分享資料，且提供誘因讓車主自主決定是否分享資料。藉此鼓勵車主、車隊和車廠，願意分享汽車安全相關資料，提高車輛安全性。再來他們研發區塊

鏈應用程式，提供點對點交易服務（peer-to-peer transactions），讓車主能交易共享車位、載貨空間，甚至出租自己的汽車。他們也研究將汽車感應器回傳資料，判斷是否為安全駕駛，依此降低保費獎勵安全開車。

2. 2017 年 Jaguar Land Rover 汽車公司出資的新創公司 DOVU，他們研究區塊鏈應用在共享汽車保險，如何結合租車人的開車歷史紀錄，保險資料和汽車本身資料去計算保單。他們更進一步結合大眾運輸和其他永續交通方式。例如顧客步行或使用腳踏車時，會經由智慧手機追蹤並由區塊鏈認證，藉此取得代幣。顧客在使用大眾運輸時可用它來換折扣，或租車時享有優惠。用戶使用腳踏車的行為，也可藉由區塊鏈技術來記錄。
3. 2018 年 BMW、保時捷、福特等車廠，以及科技公司、能源公司、政府部門和學術機構，共同成立 Mobility Open Blockchain Initiative，簡稱 MOBI，發展區塊鏈在交通的應用。他們將發展開源的區塊鏈軟體工具和標準，便於各界發展自駕車和其他交通服務。

5.4 小結

1. 導入區塊鏈技術在汽車客運業營運管理應用之必要性，包括：
 - (1) 汽車客運業「中心化」問題（包括運輸管制問題及第三方或中介平台問題），有賴區塊鏈技術解決；
 - (2) 業者陳報資料「資安」及「信任」問題，有賴區塊鏈技術解決；
 - (3) 業者要「數位轉型」，有賴區塊鏈技術協助。
2. 導入區塊鏈技術可行性之評估準則，分為：
 - (1) 針對整個產業-包括：技術是否可行、投資報酬率（ROI）及參與者接受度。
 - (2) 針對特定問題-包括：環境數位成熟度評估、ATOMIC 法及 ABCDEFG 法。
3. 由於多篇文獻均認為「交通行動服務(MaaS)」是導入區塊鏈技術優先推動之示範計畫，爰本章以交通部「APP UMAJI(遊買集)及」本所「MenGo 卡」兩項 MaaS 計畫為案例，進行 MaaS 導入區塊鏈技術之探討。經分析結果顯示，區塊鏈技術要廣為應用在 MaaS 上，還有許多困難需克服，包括區塊鏈是否能應付 MaaS 擴大規模後，面對未來顧客、交通服務者、管理當局等，其衍生數百萬至數十億筆大量資料所造成的容量問題、面對龐大資料，如何快速處理資料的速度問題，以及工作量證明之共識機制的耗能問題等。
4. 在可行性分析中，成本效益評估甚為重要。但目前大眾對區塊鏈技術的印象，仍停留在「礦工採礦，需支付高昂的手續費」上，以致認為現階段區塊鏈技術在汽車客運業之應用為不可行。惟在此區塊鏈應用的過渡時期，以太坊區塊鏈的共識機制已由 POW(工作量證明)轉向 POS(權益證明)，可大幅降低業者成本，且透過智能合約之應用，亦可協助業者大幅節省人力及提升效率。因此，期望區塊鏈技術早日進入成熟階段，以協助運輸業者解決相關問題，並提升經營效率及競爭力。

第六章 結論與建議

區塊鏈是一種進階的資料庫，具有去中心化、公開透明且易追蹤、資料不易篡改等三大功能，目前主要應用在銀行金融、保險、虛擬（或加密）貨幣、醫療衛生等方面，本研究主要目的在探討區塊鏈技術在汽車客運業經營管理上應用之可能性，期望透過區塊鏈技術，除協助公路主管機關及運輸業者解決經營管理上的問題外，並能有效提升公路主管機關監理效能及運輸業經營之效率，達到組織數位轉型之目標。

6.1 結論

本研究首先針對區塊鏈技術的基本原理、發展趨勢及應用領域進行探討，其次，盤點我國汽車客運業在經營管理上的問題，並初步評估其與區塊鏈技術之相關性，瞭解運用區塊鏈技術協助解決這些經營管理問題之可能性，俾利後續進行必要性及可行性之分析。最後，探討區塊鏈技術在交通運輸應用上之瓶頸及因應策略。本研究主要結論如下：

- 一、 區塊鏈技術是比特幣的核心技術，隨著比特幣等虛擬貨幣蓬勃發展，區塊鏈技術也被應用在金融領域，並透過智能合約技術，延伸至非金融領域，包括：銀行金融、保險、虛擬（或加密）貨幣、醫療衛生、財產所有權紀錄、智能合約、產品供應鏈溯源、電子投票及交通運輸。
- 二、 本研究從「理論面」及「實際面」探討區塊鏈技術在交通運輸之應用：
 - （一） 理論面-依據區塊鏈技術三大功能及智能合約探討區塊鏈技術在交通運輸上可應用的領域，包括：
 1. 在交通管理上-

例如：如數據共享、叫車服務、車輛共乘及共享交易、整合性應用（如物流供應鏈）、交通行動服務（MaaS）、貨運物流、無人車（機）系統、交通數據平台及其他（如停車空間管理等）、道路交通管理、車輛認證管理自動化、停車場智慧化、建立車聯網系統、高速公路自動收費、智慧運輸系統及智慧城市。

2. 在運輸產業應用上-

例如：可協助解決國際海運貨櫃運輸問題、國際航空運輸問題（包括：飛機零件管理、機票銷售管理、保險等）、運輸物流問題（包括：資訊不對稱、造假、監控車輛溫度及濕度等）及公共運輸問題（包括：票證（清分）系統資訊不透明、運輸業者機敏資料不公開、中介或第三方台資訊不對稱、運輸業者數位化程度不足等）。

（二）實際應用面

1. 在學術研究上，發現過去三年中，區塊鏈在交通運輸領域應用的文獻，無論是篇數或被引用次數部分，都有相當大的增長。但與交通相關的期刊還沒有發表很多關於區塊鏈技術的文獻。研究結果亦顯示，應用於交通運輸領域的區塊鏈技術處於早期發展階段，要想達到成熟階段，仍然需要付出很多努力。
2. 在產業應用上，根據調查發現有超過 70% 的受訪者認為區塊鏈技術可以提高流程效率，近 60% 的受訪者表示區塊鏈技術有可能顛覆商業模式。但有 43%受訪公司目前仍處於規劃階段、24%受訪公司有規劃但尚未啟動；另 33%已啟動計畫的公司中，有 2/3 處於 POC（觀念驗證、技術可行性）及 POS（服務/流程驗證、服務可行性）階段。另 57% 的受訪者認為它將在未來三年內（2021-2023）實現突破，但如果到 2023 年仍缺乏經過驗證的（成功）案例，預計 90% 的基於區塊鏈的供應鏈計畫將遭受「區塊鏈疲勞」（取消或擱置）。
3. 成功案例：
 - （1）南韓政府於 2020 年 5 月推出區塊鏈數位駕照計畫，不出 3 個月已有將近 1 百萬南韓市民捨棄實體憑證，改採數位方案。
 - （2）交通部 110 年 5 月於偏鄉地區試辦導入在地多元車輛共享服務「嘜嘜共乘」計畫，為試辦 4 鄉鎮民眾乘車付費機制，將乘客付費及司機服務紀錄等資料上鏈，是國內區塊鏈技術成功運用在交通運輸領域之首例。

(3) 本所自 110 年起推動 2 年期「先進公車智慧化營運管理先導運行計畫」，為防止資料被竄改，使用以太坊的區塊鏈 2.0 架設「私有鏈」，並撰寫智能合約，以儲存車輛行駛歷程紀錄（駕駛行為、行車數據等），透過 PoA 共識機制將資料上鏈。另用區塊鏈架構工具「超級帳本（Hyperledger Fabric）」開發區塊鏈個別駕駛工時及數位履歷管理系統。

4. 失敗案例：IBM 及 Maersk 於 2018 年合資推出區塊鏈全球貿易平台 TradeLens，但在 2022 年 12 月 1 日宣布終止 TradeLens 的營運，主要原因在於 TradeLens 無法達到持續運作所需的商業水準（部分合作廠商無法協作），也無法滿足做為一獨立業務的財務預期。但部分分析師將 TradeLens 的失敗，歸因於航運公司之間的不信任，尤其是在數據交換方面。

(三) TradeLens 失敗案例顯示，區塊鏈技術在交通運輸應用上發生瓶頸，除區塊鏈技術本身因素（如擴展性、數據保護和隱私、成本、可稽核性、資料處理速度及儲存量等問題）外，上包括運輸業者本身的因素包括：

1. 組織內部障礙-例如缺乏區塊鏈的知識和專長、財務限制；
2. 系統相關障礙-例如數位化成熟度不足、由於公眾的負面看法而猶豫採用區塊鏈技術；
3. 組織間障礙障礙-例如供應鏈合作夥伴的文化及數位化程度之差異；
4. 組織外部障礙-例如缺乏政府政策支持和缺乏外部利益相關者的參與；
5. 其他重大限制包括：供應鏈中的參與者缺乏共享信息的意願、單位時間內交易數量的限制、監管不確定性，以及交易成本很昂貴。

(四) 相關研究建議，目前運輸業者的因應策略包括：

1. 慎選合適的案例：建議運輸業者首先應評估應用案例的潛在影響，另「開發實用的概念證明（即 PoC，Proof of Concept）」是避免反覆失敗的有效方法。
2. 奠定區塊鏈技術資料之基礎：建議準確蒐集相關數據資料是基本功，如果基礎數據不準確或不完整，區塊鏈將無法發揮其功效。
3. 厚實本身專業知識/技能：一旦有潛力的案例得到驗證，業者應該努力教育或僱用能夠精通技術和快速學習的個人，而不是僅僅招募區塊鏈專家。組織本身亦需要進行適當調整（如數位化或數位優化），以確保必要的區塊鏈專業知識。
4. 標準的協作和製定：區塊鏈網路中各個合作夥伴的協作是正確的第一步（如馬士基 TradeLens 之失敗經驗），其次需要訂定適當的標準和政策架構，組織才能獲得顯著效益。

三、本研究盤點交通部上位計畫，以及公路總局與本所相關計畫，列出與汽車客運業經營管理有關之議題及其所對應之政策/策略及行動方案，並初步評估其與區塊鏈技術之三大功能「去中心化」、「不易篡改」、「公開透明且易追蹤」及核心技術「智能合約」之相關性，瞭解區塊鏈技術協助解決這些經營管理問題之可能性，俾利後續之分析，詳如表 4-1 至表 4-8 及表 4-10 至表 4-16。

四、在區塊鏈技術之應用，從早期發展階段過渡到成熟階段，為減少業者盲目投資而浪費資源，在導入區塊鏈技術在汽車客運業營運管理應用前，除需瞭解區塊鏈技術協助解決這些經營管理問題之可能性外，仍應進行必要性及可行性分析：

- （1）在必要性分析部分，由於汽車客運業具有「中心化」問題、業者陳報資料「資安」及「信任」問題及業者需要「數位轉型」問題等，這些問題有賴區塊鏈技術協助。
- （2）在可行性分析部分，則應建立一些評估準則，再據以分析，這些準則包括：

❶ 針對整個產業-包括：技術是否可行、投資報酬率（ROI）及參與者接受度。

❷ 針對特定問題-包括：環境數位成熟度評估、ATOMIC 法及 ABCDEFG 法。

五、本研究以交通部及本所推動「APP UMAJI(遊買集)及」
「MenGo 卡」兩項 MaaS 計畫為案例，進行 MaaS 導入區
塊鏈技術之探討。結果顯示區塊鏈技術要廣為應用在
MaaS 上，還有許多困難需克服，包括區塊鏈是否能應付
MaaS 擴大規模後，衍生數百萬至數十億筆大量資料所造
成的容量問題、如何快速處理資料的速度問題，以及工
作量證明之共識機制的耗能問題等。

六、綜上，區塊鏈技術在汽車客運業經營管理面之應用：

(3) 依據第四章初步評估，導入區塊鏈技術在汽車客運業
營運管理之應用是有「可能性」。

(4) 由於汽車客運業具有「中心化」問題、業者陳報資料
「資安」及「信任」問題及業者需要「數位轉型」問
題等，導入區塊鏈技術在汽車客運業營運管理之應用
是有「必要性」。

(5) 考量應用於交通運輸領域的區塊鏈技術處於早期發展
階段，要想達到成熟階段，仍然需要付出很多努力，
以及區塊技術在交通運輸應用上「成功」及「失敗」
案例，導入區塊鏈技術在汽車客運業營運管理之應用
是否「可行」尚待深入評估。

七、在可行性分析中，成本效益評估甚為重要。但目前大眾
對區塊鏈技術的印象，仍停留在「礦工採礦，需支付高
昂的手續費」上，以致認為現階段區塊鏈技術在汽車客
運業之應用為不可行。惟在此區塊鏈應用的過渡時期，
以太坊區塊鏈的共識機制已由 PoW(工作量證明)轉向
PoS(權益證明)，可大幅降低業者成本，且透過智能合
約之應用，亦可協助業者大幅節省人力及提升效率。因
此，期望區塊鏈技術早日進入成熟階段，以協助運輸業
者解決相關問題，並提升經營效率及競爭力。

6.2 建議

目前區塊鏈技術在交通運輸領域上之應用，處於早期發展階段，運輸業者導入時仍面臨許多瓶頸(包括區塊鏈技術本身五大瓶頸、三座大山，以及運輸業者本身五大障礙、三大挑戰等)有待突破，建議在此過渡時期，公路主管機關或運輸業者可慎選適當案例(交通部「噗噗共乘計畫」及本所「先進公車智慧化營運管理先導運行計畫」)，進行個案研究或試辦計畫，累積執行經驗，俟區塊鏈技術達到成熟應用階段，再導入區塊鏈技術廣泛應用在解決運輸業經營管理問題，以期有效提升公路主管機關監理效能及運輸業經營管理效率，達到組織數位轉型之目標。

參考文獻

一、中文部分

1. 大衛·史瑞爾，區塊鏈完全攻略指南，時報文化公司，110 年 10 月出版。
2. 尹凡·麥克法蘭，區塊鏈商戰，墨刻出版公司，111 年 5 月出版。
3. 中華顧問工程司，中華顧問推廣區塊鏈於交通領域應用，108 年 4 月。
4. 中技社，「區塊鏈+時代的社經變革與創新思維」專題報告，108 年 12 月。
5. 王穆衡，「MaaS 是什麼？解析台灣交通行動服務的挑戰與機會」未來城市，110 年 12 月，https://futurecity.cw.com.tw/article/2317?rec=i2i&from_id=2302&from_index=1。
6. 王晴天、吳宥忠，區塊鏈與元宇宙，創建文化出版公司，111 年 1 月出版。
7. 比特銀行(Bitbank)公司、「區塊鏈的衝擊」編輯委員會，區塊鏈的衝擊：從比特幣、金融科技到物聯網顛覆社會結構的破壞性創新科技，五南圖書出版公司，109 年 6 月出版。
8. 今今樂道讀書會，「區塊鏈技術+物聯網-開啟智慧交通的鑰匙」，壹讀網站，107 年 12 月 22 日，<https://read01.com/Q3neOLk.html>。
9. 中國資訊化觀察網，「區塊鏈技術應用於交通領域，可以帶來哪些變化」，110 年 12 月 22 日，<http://www.infoobs.com/article/20211222/51688.html>。
10. 卡蜜拉·盧索著、洪慧芳譯，以太奇襲，早安財經文化公司，110 年 10 月出版。
11. 古國廷，「MaaS 群雄四起，區塊鏈能否成為永續交通發展助力？」，社團法人台灣環境資訊協會環境資訊中心【交通創新就地球】專題，108 年 8 月 14 日，<https://e-info.org.tw/node/219558>。
12. 布特林·維塔利克，「Ethereum - The Meaning of Decentralization」，電腦與通訊月刊 106-5 期，106 年 12 月。
13. 台灣經濟研究院，交通科技發展前瞻研究與產業推動計畫，交通部科技顧問室委託研究，111 年 12 月出版。
14. 交通部，2020 年版運輸政策白皮書，交通部運輸研究所，108 年 12 月頒佈。
15. 交通部，2021 年版交通科技產業政策白皮書，交通部科技顧問室，110 年

11 月頒佈。

16. 交通部，促進大眾運輸發展方案（85-90 年），交通部運輸研究所，84 年 8 月。
17. 交通部，公路公共運輸發展計畫（99-101 年），交通部運輸研究所，98 年 8 月。
18. 交通部，公路公共運輸提昇計畫（102-105 年），交通部運輸研究所，101 年 8 月。
19. 交通部，公路公共運輸多元推升計畫（106-109 年），交通部運輸研究所，105 年 8 月。
20. 交通部，智慧運輸系統發展建設計畫（110-113 年），交通部科技顧問室，109 年 5 月。
21. 交通部，公路公共運輸服務升級計畫（110-113 年），交通部運輸研究所，109 年 6 月。
22. 交通部，花東地區智慧交通便捷經營輔導計畫，鼎漢國際工程顧問公司，108 年 12 月。
23. 交通部，花東地區在地多元運輸共享服務經營輔導計畫及在地多元車輛共享服務導入指南，鼎漢國際工程顧問公司，111 年 3 月。
24. 交通部運輸研究所，汽車客運業營運資料陳報制度之檢討與改善研究，91 年 9 月。
25. 交通部運輸研究所，汽車運輸業管理相關規定法制化作業之研究－客運，105 年 9 月。
26. 交通部運輸研究所，汽車運輸業管理相關規定法制化作業之研究－計程車及小客車租賃業，105 年 9 月。
27. 交通部運輸研究所，公共運輸發展成果檢討及推動策略研析，108 年 4 月。
28. 交通部運輸研究所，物聯網技術應用於智慧港口及碼頭作業之研究，108 年 6 月。
29. 交通部運輸研究所，科技計畫研發成果管理推廣與知識分享，2020.7。
30. 交通部運輸研究所，車載診斷系統(OBD)在運輸科技管理之應用研究，109 年 8 月。
31. 交通部運輸研究所，區塊鏈應用於交通領域專利技術發展趨勢研究，中華民國運輸學會 2020 年學術論文研討會，101 年 12 月。
32. 交通部運輸研究所，數位化與區塊鏈技術應用於我國貨櫃運輸作業鏈之研究，110 年 7 月。

33. 交通部運輸研究所，需求反應式公共運輸服務(DRTS)補貼制度檢討，111年6月。
34. 交通部運輸研究所，先進公車智慧化營運管理先導計畫(1/2)-整合車載設備之駕駛工時管理系統研發，111年6月。
35. 交通部運輸研究所，公共運輸行動服務發展應用分析與策略規劃，106年11月。
36. 交通部運輸研究所，交通行動服務(MaaS)示範建置計畫，108年10月。
37. 交通部運輸研究所，交通行動服務(MaaS)示範建置計畫(2/2)，109年8月。
38. 交通部運輸研究所，交通行動服務(MaaS)示範建置與服務擴充計畫，110年7月。
39. 交通部運輸研究所，交通行動服務(MaaS)後續服務擴充與推廣策略規劃，110年7月。
40. 交通部運輸研究所，110年度交通行動服務(MaaS)縣市推廣與督導計畫，111年5月。
41. 交通部公路總局，公路汽車客運營運虧損補貼路線檢討與制度精進委外研究報告，107年8月。
42. 交通部公路總局，國道客運市場發展及法規修改方向研究，委託桃竹苗區域運輸發展研究中心辦理，111年4月。
43. 曲建仲，加密貨幣的真相-揭穿區塊鏈無本金融的國王新衣，先覺出版公司，111年11月出版。
44. 米津武至，圖解區塊鏈的工作原理與機制，基峯資訊公司，111年5月出版。
45. 李昇墩、詹智安，區塊鏈智能合約與DApp實務應用，基峯資訊公司，108年5月出版。
46. 李耕銘，區塊鏈生存指南-帶你用Python寫出區塊鏈，博碩文化公司，110年3月出版。
47. 李麥克(Lee Michael)，「台灣首例「航空區塊鏈」殞落，交通部廢證、轟動一時「遠航幣」無法再起飛(虛擬貨幣)」，動區動趨網站，109年2月4日，<https://www.blocktempo.com/far-east-airline-was-suspended-permission-by-government-and-the-marketcap-of-alln-drop-to-zero/>。
48. 何凱蒂(Her Candy)，「俄羅斯第二大航空：區塊鏈平台營運量半年成長10倍，突破一百萬美元」，動區動趨網站，108年8月2日，

<https://www.blocktempo.com/blockchain-s7airlines-alfabank/>.

49. 克利圖·坎普，Solidity 實戰全書，博碩文化公司，111 年 7 月出版。
50. 佐拉(Zora)，「擺在區塊鏈面前的三座大山」，金融之家網站，107 年 2 月 9 日，<https://m.jiemian.com/article/1937133.html>。
51. 吳紹綱，以太，下一波贏家，三采文化公司，111 年 4 月出版。
52. 吳為，區塊鏈金術，崧燁出版社，111 年 4 月 4 出版。
53. 金知賢著、陳伯綦等譯，2030 科技趨勢全解讀，商業週刊出版社，111 年 4 月出版。
54. 周約瑟，「Blockchain in Europe, More than Just a Hype 一窺歐洲區塊鏈之發展-現在・未來」，電腦與通訊月刊，106-5 期，106 年 12 月。
55. 周諺鴻等，「偏鄉導入在地多元車輛共享服務」，都市交通半月刊，110 年多元創新運輸服務特刊，第 67-85 頁，110 年 6 月。
56. 周諺鴻等，「偏鄉共享運輸付費機制與資源整合推動方向」，都市交通半月刊，第 35 卷第 2 期，第 11-28 頁，109 年 12 月。
57. 周家仰，「馬士基與 IBM 放棄區塊鏈 TradeLens 平台」，Yahoo! 新聞網站，111 年 12 月 1 日，<https://tw.news.yahoo.com/news/>。
58. 柯詠嫻，前進元宇宙！-區塊鏈輕旅行，博碩文化公司，111 年 12 月出版。
59. 科技島，「區塊鏈能讓航空保險「瞬間」理賠？」，科技島網站，111 年 7 月 18 日，<https://www.technice.com.tw/cloudtech/infosecurity/8955/>。
60. 高靖鈞、丁川偉、陳耀鑫、馬金溝、陳澤世，「區塊鏈簡介與技術探討」，電腦與通訊月刊，106-5 期，106 年 12 月。
61. 高安婕，「運輸業者欲藉區塊鏈解決方案-簡化程序、強化資訊安全」，DIGITIMES 網站，107 年 4 月 9 日，<https://www.digitimes.com.tw/tech/>。
62. 徐文暉，「從實驗走向商營-區塊鏈技術成主流趨勢」，電腦與通訊月刊，106-5 期，106 年 12 月。
63. 徐明星、田穎、李霽月，圖解區塊鏈，基峯資訊公司，107 年 7 月出版。
64. 徐福裕、許建興，「區塊鏈解決行動支付問題指日可待」，電腦與通訊月刊，106-5 期，106 年 12 月。
65. 徐志宏、吳少雄、鄒伯衡，「區塊鏈+物流供應鏈」，物流技術與戰略雜誌，第 102 期，108 年 12 月。

66. 孫大千，企鵝發燒了-從比特幣到元宇宙，博碩文化公司，111 年 6 月出版。
67. 秦玉玲，「區塊鏈技術應用於海運貨櫃運輸之價值」，物流技術與戰略雜誌，第 109 期，110 年 2 月。
68. 航貿週刊，「馬士基與 IBM 將放棄區塊鏈貿易平台 TradeLens」，航貿週刊第 49 期，111 年 12 月 15 日，
69. 泰勒(Tyler)，「【外國人也能拿】南韓發行「區塊鏈駕照」領照數突破百萬！一步驟教你怎麼拿」，科技報橘(TechOrange)網站，109 年 8 月 21 日，<https://buzzorange.com/techorange/2020/08/21/blockchain-driver-license/>。
70. 國家發展委員會，應用區塊鏈技術發展智慧物流之效益分析，「國家發展前瞻規劃」委託研究案第 2 期，106 年 10 月。
71. 區塊鏈吧，「區塊鏈應用案例介紹，使用區塊鏈機票的 3 大優勢」，區塊鏈吧網站，108 年 12 月 11 日，<https://blockbar.io/blockchain-breaknews/>。
72. 馬修·柏爾(Matthew Ball)，元宇宙(The Metaverse)，遠見天下文化出版公司，111 年 7 月出版。
73. 陳耀鑫，蔡雨慧，張仕穎，「區塊鏈技術助一臂之力 綠能產業應用新未來」，電腦與通訊月刊 106-5 期，106 年 12 月。
74. 陳界榕，「基於聯盟鏈之高頻交易系統」，電腦與通訊月刊 106-5 期，106 年 12 月。
75. 陳宏志，「運用 AI 影像辨識及區塊鏈科技之車輛存摺」公路總局「108 年度環島智慧公路創意競賽」第三名，108 年 10 月。
76. 陳浩，區塊鏈深入淺出-精選 16 堂課輕鬆學會智慧合約與加密貨幣，博碩文化公司，108 年 2 月出版。
77. 陳立武，「區塊鏈技術應用於海運實務」，交通部航港局「區塊鏈技術應用於海運實務」專題演講簡報資料，111 年 6 月。
78. 陳惠國，「區塊鏈的發展及其在交通運輸之應用」，中華道路，第 58 卷第四期，第 1-12 頁，108 年 12 月。
79. 陳曉莉，「IBM 與 Maersk 將關閉航運區塊鏈平臺 TradeLens」，iThome 網站，111 年 12 月 1 日，<https://www.ithome.com.tw/news/154509>。
80. 梅維斯(Mavis)，「DAY23 區塊鏈開啟航運業新大門」，iT 邦幫忙網站，109 年 10 月 9 日，<https://ithelp.ithome.com.tw/articles/10226388>。
81. 張中一，「區塊鏈商業模式發展-台灣與世界並駕齊驅」，電腦與通訊月

刊，106-5 期，106 年 12 月。

82. 張道宜，區塊鏈顛覆 360 行，Cheers 雜誌，第 216 期，107 年 8 月。
83. 華為區塊鏈技術開發團隊編著、陳恭審定，區塊鏈技術與應用，五南圖書出版公司，109 年 8 月出版。
84. 黃冠寰，「一次搞懂區塊鏈」，交通部航港局「區塊鏈技術」專題演講簡報資料，111 年 6 月。
85. 黃冠寰，「區塊鏈進階 ICO、NFT」，交通部航港局「區塊鏈技術」專題演講簡報資料，111 年 6 月。
86. 黃冠寰，「Etherscan- MetaMask User Guide」，交通部航港局「區塊鏈技術」專題演講簡報資料，111 年 6 月。
87. 黃步添、蔡亮，區塊鏈-改變未來的倒數計時，清文華泉公司，109 年 3 月出版。
88. 許芳銘，何組鳳，區塊鏈應用於政府行政創新之挑戰，檔案半年刊，第 20 卷第 1 期，110 年 6 月。
89. 葉逸萱，「一場由比特幣和區塊鏈帶來的顛覆性革命」，電腦與通訊月刊，106-5 期，106 年 12 月。
90. 葉伊恩 (Ian Yeh)，「飛機零件上鏈！航空巨頭波音 (Boeing) 在區塊鏈交易平台上銷售 10 億美元的飛航零件」，動區動趨網站，109 年 3 月 9 日，<https://www.blocktempo.com/boeing-aerospaceparts-blockchain-godirecttrade-honeywell/>。
91. 劉新海、金融科技理論與應用研究小組，FINTECH 金融科技名詞速查字典，電腦人文化公司，111 年 7 月出版。
92. 廖世偉，「Bitcoin 與 Gcoin 技術與應用」，電腦與通訊月刊，106-5 期，106 年 12 月。
93. 熊麗兵、董一凡、周小雪，不當礦工當老闆-自己動手開發區塊鏈應用業務，深智數位公司，110 年 12 月出版。
94. 蔡亮、李啟雷、梁秀波，企業級區塊鏈技術開發實戰，基峯資訊公司，108 年 1 月出版。
95. 蔡絢麗、林婷如、張志清，「創新科技在航運及港埠經營上之應用」，航運季刊，第 28 卷第 2 期，第 75-96 頁，108 年 6 月。
96. 唐·泰普史考特、亞力士·泰普史考特，區塊鏈革命-比特幣技術如何影響貨幣、商業和世界合作，天下文化出版社，110 年 10 月出版。
97. 闕志克，「從容錯的角度看區塊鏈技術」，電腦與通訊月刊，106-5 期，

106 年 12 月 2 。

98. 鍾習生，「區塊鏈是什麼？區塊鏈的由來與五大創新之處」，鍾習生網站，112 年 1 月 29 日，<https://chaineer.io/what-is-blockchain/>.
99. 盧廷義編譯，「區塊鏈到底能幹嘛？航空業這樣用：讓產業年收入增 400 億！」，經理人雜誌網站，109 年 1 月 3 日，<https://www.managertoday.com.tw/articles/view/58965>.

二、英文部分

100. International Transport Forum at the OECD Corporate Partnership Board Report, Blockchain and Beyond: Encoding-21ST Century Transport - © OECD/ITF, 2018.
101. James Gatto, 10 Things to Know About Blockchain for the Transportation Industry, 2018.8.([https:// sheppardmullin. com](https://sheppardmullin.com)).
102. Katkova M.A. Tregubov V.N. Kapustina N.V. Yussuf A.A. Pilipchuk N.V., Application of Blockchain-Based technology for Smart Transport System, Advances in Economics, Business and Management Research, volume 148, 2020.1, Proceedings of the Russian Conference on Digital Economy and Knowledge Management (RuDECK 2020).
103. Marie Huillet, Sony Bets on Blockchain to Reshape the Future of Public Transport, cointelegraph, 2020.3. ([ttps:// cointelegraph. Com /news/](https://cointelegraph.com/news/)).
104. Marlena Walburg, What is Blockchain in Transportation? How is it Used?, BinarApps, 2021.8.([https:// binarapps.com/what-is-blockchain-in-transportation/-how-is-it-used/](https://binarapps.com/what-is-blockchain-in-transportation/-how-is-it-used/))
105. Petter Kilefors, Dr. Fabian Doemer, Philipp Mudersbach, Blockchain in transport- Awaiting the breakthrough, Arthur D.Little PRISM, 2020.4.([https://www.adlittle.com › insights ›](https://www.adlittle.com/insights)
106. Sam Mire, Blockchain In Public Transportation: 7 Possible Use Cases, Disruptor Daily, 2018.11.
107. Satoshi Nakamoto, Bitcoin : A Peer-to-Peer Electronic Cash System, P2P Foundation, 008.11.1.
108. Transit Protocol, “Blockchain And Its Application In Mass Transit, 2019. 6, ([https://medium.com/@transitprotocol/ blockchain-and-its-application-in-mass-transit-be3ac47d545d](https://medium.com/@transitprotocol/blockchain-and-its-application-in-mass-transit-be3ac47d545d)).
109. UITP, Distributed Ledger Technology in Public Transport: Use Cases for Blockchain, UITP Advancing Public Transport report 2022. 3.
110. Vittorio Astarita, Vincenzo Pasquale Giofrè, Giovanni Mirabelli, Vittorio Solina, A Review of Blockchain-Based Systems in Transportation, MDPI(Molecular Diversity Preservation International) Information Review , 11(1), 2022. 5.([https:// doi.org/10.3390/info11010021](https://doi.org/10.3390/info11010021)).

111. Winnesota, How Blockchain is Revolutionizing the World of Transportation and Logistics, 2018. 6(<https://www.winnesota.com/block chain>).
112. Vishnu Rajamanickam, Blockchain unifying public transport payments across Madrid, Spain, FreightWaves, 2019. 10, (<https://www.freightwaves.com/News/Business/Technology/Blockchain/>).
113. Xiaomin Du, Yang Gao, Chia-Huei Wu, Rong Wang, and Datian Bi, Blockchain-Based Intelligent Transportation: A Sustainable GCU Application System, Journal of Advanced Transportation Volume 2020, Article ID 5036792, 2020. 6. (<https://doi.org/10.1155/2020/5036792>).
114. Yuhong Li, Kun Ouyang, Nanxuan Li, Rahim Rahmani, Haojun Yang, and Yiwei Pei, A Blockchain-Assisted Intelligent Transportation System Promoting Data Services with Privacy Protection, PMC Journal, v. 20(9), 2020. 5. (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7248822/>).

附錄一、歷次工作會議紀錄

召開 111 年度自行研究計畫工作計畫書初稿討論會議紀錄

一、時間：民國 111 年 3 月 15 日（星期二）上午 9 時

二、地點：視訊會議

三、主席：林所長繼國

四、與會人員：

出 席	簽 到	出 席	簽 到
陳副所長天賜	陳天賜	黃副所長新薰	公出
蘇主任秘書振維	蘇振維	運輸安全組 葉組長祖宏	葉祖宏
運輸計畫組 張組長舜淵	張幼文 ^代	運輸工程組 許組長書耕	許書耕
運輸經營管理組 陳組長其華	陳其華	運輸資訊組 吳組長東凌	吳東凌
綜合技術組 曾組長佩如	陳冠旭 ^代	港研中心 蔡主任立宏	蔡立宏
所長室研究員	史習平	港研中心	柯正龍 賴瑞應 李俊穎 林雅雯
秘書室	李淑惠 陳秀芳		
列 席	簽 到		
運管組	張贊育 陳佩棻 蔡欽同 黃立欽 吳招億 江芷瑛 張世龍 許凱創 白宇紋		

五、審查意見及回應說明：

審查意見	回應說明
一、林所長繼國	
1.辦理研究計畫的目的不是為研究而研究、為技術而技術，研究成果賦有支援施政發展的目標，研提計畫要以終為始，自辦計畫若為支援後續之合作研究，應於工作計畫書與簡報之研究緣起與目的加以說明。	遵示辦理，已修訂工作計畫書(2,8,14頁)與簡報(20,23,27頁)。
2.有關114-115年辦理「共享運具系統營運管理及跨區整合之探討」及「我國汽車貨運業零碳經濟之轉型及因應策略規劃」合辦案，其推動時程應滾動配合提前，以即時支援施政需求。	遵示辦理，左揭2案推動時程將提前1年辦理，已修訂工作計畫書(2-4,14-16頁)及簡報(20-22, 27-29頁)。另兩案均已納入行政院環保署「淨零排放中長程個案計畫」中，目前該計畫草案於各部會審核中，後續陳報修訂辦理時程。
3.有關「共享運具連結公共運輸之初探」案，共享運具和綠運輸在計畫書內有對等或連結情形，主題應放在共享運具，請再修正計畫書內容。	遵示辦理，已修訂工作計畫書(2、4頁)及簡報(21頁)。
4.有關「國際零碳經濟對汽車貨運業影響之初探」案： (1)汽車貨運業之影響範圍較大，建議將研究主題限縮、聚焦，並檢討計畫名稱。 (2)外送平台業者是否會納入研究對象？如未來有關營運碳排部分，是否要請相關業者配合相關政策進行。 (3)受到國際供應鏈廠商對碳排的要求逐漸越高，建議是否要做相關資料蒐集，納入未來研究內容探討。	(1)遵示辦理，本案計畫名稱、研究範圍修訂為「國際零碳經濟對汽車貨運業營運影響與因應初探」，並修訂工作計畫書(13頁)及簡報(27頁)。 (2)外送平台業者如為汽車貨運業，即為本案之研究對象，亦須遵守相關法令之規定。 (3)由於汽車貨運業為供應鏈之部分，探討國際趨勢部分將先以供應鏈角度出發蒐集相關資料。
5.有關物流與台經院合作部份： (1)逐年設定議題部分，建議系統性盤點並瞭解國內外物流發展趨勢，以研擬後續合辦案發展之基礎。	遵示辦理。將與台經院合作，針對前瞻趨勢議題進行期刊研討，以做為未來合作研究案之基礎。

審查意見	回應說明
(2)建議貨運物流是否初期以辦理期刊研討之方式，邀集相關學者專家及利害關係人蒐整相關議題，以作為研擬後續合辦案研究主題。	
6.有關「區塊鏈技術在運輸業經營管理面之應用初探」案，請評估與113年自辦案「應用AI技術輔助客運業者經營管理之初探」是否可整併至110-114年合辦案「先進公車智慧化營運管理先導運行計畫」中；另本案之題目之範圍（運輸業）是否過大，與簡報所列之探討對象（汽車運輸業）不符？	「區塊鏈技術在運輸業經營管理面之應用初探」自辦案將做為「先進公車智慧化營運管理先導運行計畫」112年POS計畫之先期研究計畫，並修訂工作計畫書(8頁)與簡報(23頁)；而113年自辦案「應用AI技術輔助客運業者經營管理之初探」亦做為「先進公車智慧化營運管理先導運行計畫」第4年(POB計畫)之先期計畫。 另本案計畫名稱修訂為「區塊鏈技術在公路汽車客運業經營管理面之應用初探」，如修訂工作計畫書(7頁)與簡報(23頁)。
7.決策支援系統不是只提供管理階層決策資訊，亦能協助承辦人員更快速資料的蒐整提供業務決策，承辦人員才是系統的最主要對象，工作做計畫書與簡報請加以修訂。	遵示辦理，已修訂工作計畫書(19頁)與簡報(30頁)。
8.有關決策支援系統自辦計畫，規劃為兩年期計畫，計畫名稱應以主標題、副標題方式呈現。	遵示辦理，計畫名稱修訂為「運輸經營管理決策支援系統規劃(1/2)-需求分析」、「運輸經營管理決策支援系統規劃(2/2)-架構規劃」，並修訂工作計畫書(19,22頁)與簡報(30-33頁)。
9.運管組主要業務係公共運輸業、公路客貨運及鐵道之經營管理，目前較欠缺一套具有產業發展現況資料及統計分析功能的決策支援系統，應先盤點目前交通部或公協會既有之產業特性與相關統計資料，如何介接，產出業務上	遵示辦理，將依鈞長指示辦理後續研究。

審查意見	回應說明
需要的次級資料，以即時回應業務的需求，減少同仁工作負擔。	
二、港研中心蔡主任立宏	
1.有關「共享運具連結公共運輸之初探」案，共享運具包含共享汽車、共享機車及共享單車等，本案研究範圍對象是否僅包含共享汽車？	本案共享運具研究範圍對象包含共享汽車、共享機車及共享單車，已修訂工作計畫書(2頁)及簡報(20頁)。
2.有關「共享運具連結公共運輸之初探」、「國際零碳經濟對汽車貨運業影響之初探」及「區塊鏈技術在運輸業經營管理面之應用初探」三案係為辦理114年合辦案之前期研究，建議是否提前辦理合辦案，或於112年規劃自辦案就相關議題深入探討。	合辦案推動時程已調整往前1年辦理，已修訂工作計畫書(2-4,14-16頁)及簡報(20-22,27-29頁)。
3.有關「運輸經營管理決策支援系統需求分析」案，利害關係人除本所相關主管及業務人員外，建議應納入交通部相關業務司(處)，才能使本系統未來之應用更廣泛。	遵照辦理，已修訂工作計畫書(20頁)與簡報(31頁)將「中央/地方政府、運輸產業、科技產業、營運者、使用者」納入本案之利害關係人。
三、運工組許組長書耕	
1. 有關第2案，本組109年合作研究計畫「數位化與區塊鏈技術應用於我國貨櫃運輸作業鏈之研究」報告書可提供運管組參考應用；本組邏耀及其他同仁亦可提供必要之支援。	感謝許組長支持；會前已洽邏耀索取報告書，並徵詢區塊鏈技術相關問題，後續除工作會議邀請邏耀撥冗參加外，亦將不定期徵詢運工組同仁之意見或建議。
2.在運輸業經營上應用區塊鏈技術特性可分為2方面，第1是應用區塊鏈的「不易竄改」特性，主要是供給端（業者），可結合物聯網技術，直接紀錄業者有關勞力、司機、燃料、資產、運轉等資料，就可消除彼此不信任的問題；另一個應用是有關第三方或中介問題，可應用區塊鏈「去中心化」特性，在供需兩端之間，透過區塊鏈建置的平台媒合，任何1輛車只要被登錄，就不能被第	感謝指教。

審查意見	回應說明
2個人使用，此為區塊鏈之「去中心化」特性。本案題目很大、探討範圍甚廣，不僅是公共運輸智慧化的問題，尚包括供需媒合問題，故有必要進行盤點，找出可應用之方向。	
四、運資組吳組長東凌	
1.有關「共享運具連結公共運輸之初探」案： (1)計畫書提到「透過跨運具運輸服務整合，進而改變使用者運具選擇行為」，使用者應為私人運具使用者，而非原本使用公共運輸之使用者。 (2)有關RFP提到跨區、跨域整合部分，是否指行政區跨區部分？其關鍵問題應該是在跨運具之整合。	(1)感謝建議，已修訂工作計畫書(2頁)及簡報(20頁)。 (2)本案提到跨區整合部分係指跨不同行政區營運部分，對於推動共享運具連結公共運輸部分，跨運具之整合為關鍵探討議題，惟過去臺北市政府表示共享運具確有跨縣市使用情形，並建議交通部律定共享運具跨域營運規範及管理方式，爰將此現況問題納入本案探討議題之一。
2.有關自辦案及合辦案中間有間隔2年之情形，惟時空背景條件變化，間隔2年似不適當？	有關辦理合辦案之時程規劃係考量承辦同仁整體工作負荷，「共享運具系統營運管理及跨區整合之探討」及「我國汽車貨運業零碳經濟之轉型及因應策略規劃」合辦案推動時程已調整往前1年辦理，並修訂工作計畫書(2-4,14-16頁)及簡報(20-22,27-29頁)。
五、運計組張副組長幼文	
1.運管組111年自辦計畫有兩案需本組參與合作：「106-110年公路公共運輸載客量變化狀況分析」及「鐵道資產管理相關國際標準及重要資產績效指標之初探」，惟其工作計畫書並未檢附於本次會議資料中，會後請提供本組參考。	該二案為跨年度計畫，其工作計畫書於110年已簽奉核准，爰未檢附於本次會議資料中，除增加列入外工作計畫書(25-38頁)，並另行提供運計組參考。
2.各案之專家學者座談會、期末審	交通費為估算性質，未來將以實際產

審查意見	回應說明
查之交通費均暫以台北、高雄來回1位計算，是否恰當？	生金額申報。
3.有關「運輸經營管理決策支援系統需求分析」案，依本組審查鐵路重要計畫之經驗，以審查公運計畫為例，建議先釐清要哪些資料或資料庫？審查時有否一致標準？另建議財務計畫納入系統發展概念圖之中。	感謝建議，已修訂簡報(36頁)將「財務計畫」納入系統發展概念圖。
六、運安組葉組長祖宏	
1.有關「共享運具連結公共運輸之初探」案，不同的共享運具在推動上成功因素及障礙會有差別，建議將成功及障礙相關因素進行系統性歸納，未來可再發展相關需求調查分析，以了解需求面上的課題。另假期觀光需求型態會與通勤型態不同，建議可在本案或未來計畫就需求部分進行完整盤點與調查。	感謝建議，在執行過程中蒐集相關資料進行相關因素歸納，有關需求調查部分，規劃於合辦案做完整盤點與調查。
2.有關「國際零碳經濟對汽車貨運業影響之初探」案，駕駛管理、調度管理、外部因素(如塞港、供應鏈)等部分皆會影響貨運排碳之因素，而不同因素盤點會造成不同的政策推動面向，建議可以再針對研究範圍做界定。	感謝建議，本案業已針對題目名稱、研究範圍界定與內容，重新提報「國際零碳經濟對汽車貨運業營運影響與因應初探」工作計畫書(13頁)，本自辦案主要係針對零碳經濟對於汽車貨運業整體營運可能之影響，優先著重於國際上政策法令對業者之衝擊，且為113年合作研究案之先期研究，故對於實際執行面所產生另外之影響暫不納入。
七、蘇主秘振維	
1.有關自辦案經費，請各業務組檢討經費來源，4月份請秘書室召開會議討論。	遵示辦理
2.運管組1,2,3案為合辦案之先期研究，研究成果將產出RFP，應將RFP產出時間列入工作計畫書之甘特圖中。	遵照辦理，已修訂工作計畫書(3,10,16頁)與簡報(24,28,31頁)將RFP產出時間列入工作計畫書與簡報之甘特圖中。
3.有關決策支援系統，未來各組系統建立之資料庫(如社經資料)應該融合共享。	遵示辦理。

審查意見	回應說明
4.世龍有支援APEC部分業務，建議納入支援其他組業務案件欄內。	已將APEC業務列入世龍業務項目之一，修訂簡報(16頁)。
5.有關「共享運具連結公共運輸之初探」案，研究範圍探討之共享運具型式請再定義清楚。	本案共享運具研究範圍對象包含共享汽車、共享機車及共享單車，並修訂工作計畫書(2頁)及簡報(20頁)。
6.區塊鏈技術應用在運輸業經營管理面是否應該考慮「成本」問題？建議蒐集區塊鏈應用有關成本方面之資料。	本案會蒐集區塊鏈應用有關成本方面之資料，亦會將「成本效益」項目納入篩選指標中加以考量。
八、陳副所長天賜	
1.鐵路期刊研討已開始實施，框架建立不易，若有運資組、運安組、運計組或運工組相關議題，可邀請共同參與研討，研討資料可以給我，時間允許我也可以參加。	遵示辦理。
2.物流期刊研討辦理時，亦可視議題邀請運工組參與。另圖書室物流期刊較少，建議對物流期刊的採購加以因應調整。	遵示辦理。
3.自辦案提出RFP接續辦理需求研商審議，建議隔1年辦理合辦案較妥適。自辦案若有明確的結論或建議事項，對施政支援有幫助，可以提出推廣。	遵示辦理。
4.有關「共享運具連結公共運輸之初探」案： (1)有關共享運輸業者營運管理部分，政府管理上的痛點、業管處理及現況縣市政府的管理是否足夠等問題，建議納入探討。 (2)科技導入對於公共運輸最後一哩路之議題，如自駕公車加步行之案例，可做初步探討，再連結到共享運具與公共運輸串接之案例。	(1)遵示辦理，納入研究辦理蒐集相關資料時參考，已修訂工作計畫書(2,4頁)及簡報(21頁)。 (2)遵示辦理，納入研究辦理蒐集相關資料時參考，已修訂工作計畫書(2頁)。
5.「成本」應該是推動區塊鏈技術成敗的重要因素，建議多蒐集國內外（尤其是國外）區塊鏈應用在公共運輸的成功案例，以瞭解其應用在哪一方面？或有人曾經	遵示辦理。

審查意見	回應說明
嘗試過但未成功，其可能遭遇之障礙為何？以做為本案及後續進一步探討時之參考。	
6.有關「國際零碳經濟對汽車貨運業影響之初探」案，就國際零碳經濟對汽車貨運業之影響、衝擊及因應部分，建議應透過訪談，才能對後續研究及政策上有更即時性的支援。	敬悉。

六、散會：11 時 50 分

111 年 6 月工作會議紀要

計畫編號/名稱:

110-MBA016 106-110 年公路公共運輸載客量變化狀況分析

110-MBA017 鐵道資產管理相關國際標準及重要資產績效指標之初探

111-MBA006 共享運具連結公共運輸之初探

111-MBA007 區塊鏈技術在汽車客運業經營管理面之應用初探

111-MBA008 國際零碳經濟對汽車貨運業營運影響與因應初探

111-MBA009 運輸經營管理組業務決策支援系統規劃(1/2)-需求分析

工作會議名稱：運管組自辦研究計畫工作會議

時間：111 年 6 月 6 日(星期一)14 時至 17 時 00 分

地點：視訊會議

主持人：陳其華組長

出席者：史習平副組長、張贊育、陳佩棻、蔡欽同、黃立欽、江芷瑛
劉銘韻、張世龍、許凱創、白宇奴。

請假:吳招億

紀錄彙整：張世龍

討論議題

本組自辦研究計畫進度。(簡報內容略)

主要結論

一、106-110 年公路公共運輸載客量變化狀況分析

- 1.有關研擬改善問題之建議措施部分，除說明兩篇具代表性之國外文獻所提及公共運輸面對疫情之因應措施，以及本研究建議我國交通主管機關因應疫情衝擊可採行之作為，建議以關聯圖將二者進行相互比對，並可考量將本研究建議採行之作為依政府單位辦理及客運業者辦理來進行區分。
- 2.本研究對於公共運輸運量變化分析係呈現 105-110 年統計值，對於國道及省道車輛通行量變化分析則僅呈現 108-110 年調查值，請考量後者是否亦呈現 105-110 年調查值之變化，如仍維持僅呈現近三年數據，建議補充說明原因，例如僅為了比較疫情之衝擊影響而非觀察汽機車運量長期變化趨勢。

- 3.請規劃辦理座談會，以了解各界對於本研究研擬之改善問題之建議措施之看法。

二、鐵道資產管理相關國際標準及重要資產績效指標之初探

本次報告澳洲案例部分是以國家的層級推動國內資產管理制度，涉及內容較為複雜。考量本案係使用鐵道局經費，仍應從較務實的角度，蒐集各相關單位之業務需求，以提升本案之應用價值。爰建議下次期刊研討可結合本案的研究成果，如 UIC 指導手冊、倫敦地鐵、Network Rail 等案例內容，邀集專家及相關鐵道單位就國外經驗提出看法，以聚焦本研究之內容。

三、共享運具連結公共運輸之初探

- 1.建議後續可針對目前國內共享運具管理法規上，對於現今管理上有不足的地方去做探討及說明。
- 2.共享運具及公共運輸之定位、各縣市推動角度，後續可再蒐整相關資料，以回應到自辦案所重視推動共享運具如何去連結公共運輸發展之主題。
- 3.未來研究課題方向可朝「共享運具連接公共運輸服務之規劃方向」、「科技輔助應用提升服務有效性等」、「創新服務之可能性」及「推動整合共享運具及公共運輸之服務設計需求規範」等面向去探討，相關成果可做為後續規劃訪綱研擬、專家學者座談會討論主題之方向。

四、區塊鏈技術在汽車客運業經營管理面之應用初探

- 1.本案成本效益分析部分，宜就區塊鏈技術資料上鏈之成本（每筆資料上鏈費用及時間）進行分析，並與現行資料庫存取資料做比較，俾利後續相關利害關係人（如業者或公路主管機關）瞭解採用區塊鏈技術所需成本。
- 2.目前世界上雖尚無區塊鏈技術應用在公共運輸上之成功案例，但因我國汽車客運業在經營環境、營運方式或政策上，與其他國家均有所差異，說不定我們可以創造一個成功的案例，爰建議本案宜以樂觀的態度，做進一步探討。

- 3.目前公路主管機關對於業者陳報資料，的確存在有「不信任」問題，雖然公路主管機關對於這些資料有自己一套處理邏輯或方式，但為使公路監理相關業務能正常運作，「不信任」的問題應是公路主管機關與業者間亟待解決的課題；另考量本自辦案之研究人力及時間限制，爰建議本案今（111）年研究重點可鎖定在區塊鏈技術在公路監理方面之應用，並加強論述區塊鏈技術如何解決「不信任」問題、如何應用在公路監理相關業務上及相關成本效益分析等，研究成果可以併入凱創113年「先進公車智慧化營運管理服務驗證計畫（POS）」中繼續推動。
- 4.另本案後續（111年後）研究重點可在「區塊鏈技術在業者經營管理面之應用」，探討業者如何透過區塊鏈技術提昇經營效率、降低營運成本，以及協助業者儘快透過「數位轉型」，以解決目前面臨新冠肺炎疫情嚴重影響營運、駕駛人力短缺、工時管理日趨嚴格、準點性稽核有待強化，乃至電動車或自駕車的導入等問題。

五、國際零碳經濟對汽車貨運業營運影響與因應初探

後續工作內容，應蒐集國際上汽車貨運業者以及主管機關，因應淨零碳排，除運具電動化之外，其他採取之措施，以做為政府未來制定相關政策之參考應用。

六、運輸經營管理組業務決策支援系統規劃(1/2)-需求分析

- 1.本案需本組全體同仁共同參與，請副組長協助督導，並協助資料庫資料蒐集表單檢視，再請同仁針對個人業務所需之資料進行盤點，由世龍歸納，以銜接明年系統架構探討。
- 2.本案第1年定位在系統資料庫的建立，目標朝向行政作業標準化、簡單化；政策專案評估時，能掌握更多元、具體化的參考資料；讓本組研究主軸與工作內容，能接軌產業需求與國際趨勢；精準、及時地掌握利害關係部門與產業發展方向；推動業務的成果，例如：區域中心、期刊研討成果，能透過此一系統推廣、加值應用。

111 年 8 月工作會議紀要

計畫編號/名稱:

110-MBA017 鐵道資產管理相關國際標準及重要資產績效指標之初探

111-MBA006 共享運具連結公共運輸之初探

111-MBA007 區塊鏈技術在汽車客運業經營管理面之應用初探

111-MBA008 國際零碳經濟對汽車貨運業營運影響與因應初探

111-MBA009 運輸經營管理組業務決策支援系統規劃(1/2)-需求分析

會議時間/地點/出席人員:如會議簽到表

討論議題:

本組自辦研究計畫進度。(簡報內容略)

主要結論:

一、鐵道資產管理相關國際標準及重要資產績效指標之初探

- 1.考量本案後續將進行合作研究計畫，爰有關資產管理導入國內之必要性、價值以及希望解決之問題等，應加強論述。若能輔以國內鐵道系統做為案例說明，應可使論點更具體，並進一步導出未來工作項目。
- 2.有關資產管理、成熟度模型以及績效等元素之關連性，請加以釐清。
- 3.針對下一次期刊研討內容，建議整合本研究成果，以綜整之角度提出重點並進行成果討論，以利參與單位了解制度全貌。

二、共享運具連結公共運輸之初探

- 1.有關共享運具跨區服務整合之議題，建議可從供需兩端瞭解問題及現行法規下縫隙點為何。另權利金之用途建議可再瞭解。
- 2.目前現行共享運具管理及推動，係由縣市政府制定自治條例管理或執行票證優惠等措施，建議可去瞭解中央其中扮演之角色為何，以及參考國外共享運具和公共運具連接之作法為何。
- 3.共享運具包含小客車、機車及自行車等，建議評估是否要針對運具別探討相關議題。倘有機會蒐整共享機車、自行車轉乘公共運輸之運量資料，建議納入研究。

三、區塊鏈技術在汽車客運業經營管理面之應用初探

- 1.在本組 Roadmap 上，本計畫應屬前置計畫，後續再有凱創 4 年期的合作研究計畫（以下簡稱「凱創案」），亦即本計畫應為凱創案之前端論述，因此，建議本計畫第五章在撰寫可應用案例中，先檢視凱創案前 2 年所做之案例（工時管理及汽車履歷），並對後續 2 年可應用面向提出建議，（芷瑛路線別成本計算制度案是否導入區塊鏈技術，亦可併入凱創案去做探討），俾供凱創規劃後續 2 年合作研究計畫之參據。
- 2.希望區塊鏈技術在 POC（觀念驗證及技術可行性研究）階段，能進行相關案例探討，並透過預算協助業者導入技術，解決相關問題，提升經營績效，並俟業者應用區塊鏈技術有明顯績效後，再探討主管機關端資料是否上鏈？是否導入區塊鏈技術。

四、國際零碳經濟對汽車貨運業營運影響與因應初探

- 1.後續研究請將國外經驗可供我國參考之面向納入。
- 2.俟適當時機，訪談各公協會。
- 3.建議加強零碳經濟與本案之關聯論述。

五、運輸經營管理組業務決策支援系統規劃(1/2)-需求分析

本案目前已綜整本組業務資料需求項目，希望下次工作會議能初步研擬本組業務決策系統之雛型架構(包含本組運管網內容)，供同仁進一步討論。

111 年 11 月工作會議紀要

計畫編號/名稱:

- 110-MBA016 106-110 年公路公共運輸載客量變化狀況分析
- 110-MBA017 鐵道資產管理相關國際標準及重要資產績效指標之初探
- 111-MBA006 共享運具連結公共運輸之初探
- 111-MBA007 區塊鏈技術在汽車客運業經營管理面之應用初探
- 111-MBA008 國際零碳經濟對汽車貨運業營運影響與因應初探
- 111-MBA009 運輸經營管理組業務決策支援系統規劃(1/2)-需求分析

會議時間/地點/出席人員:如會議簽到表

紀錄彙整:張世龍

討論議題:

本組自辦研究計畫進度。(簡報內容略)

主要結論:

一、106-110 年公路公共運輸載客量變化狀況分析

- 1.本計畫資料蒐集及分析內容完整，具有參考價值。
- 2.除先將部分研究成果投稿運輸研究專輯之外，為利資料及分析成果之完整記錄與呈現，後續仍應將完整研究成果撰寫報告書出版。
- 3.針對公共運輸部門因應疫情作為之議題，請簽辦召開專家學者座談會(由所長指派會議主持人)，藉以豐富本計畫所提策略方向之建議，並預備於會後發布新聞稿。

二、鐵道資產管理相關國際標準及重要資產績效指標之初探

- 1.本案回顧資料豐富，具參考價值，為後續合辦案重要參考基礎，期末報告書請費心歸納整理。
- 2.第六章國內推動鐵道資產管理之議題與建議，請與後續 112-114 研究主題與重點之工作項目設定連結。

三、共享運具連結公共運輸之初探

- 1.共享運具屬於地方政府自治範疇，應補強在現行制度下存在課題之論述及本案後續深入探討之必要性，針對簡報「五、相關研究課題探討」部分，目前僅探討推動共享運具之議題，請加強在公共運輸面向(如角色定位、服務縫隙、轉乘機制、

資料共享應用等)之論述，可從臺北市整合案例來延伸。

- 2.有關研提 113 年合作研究案部分，建議研究成果評估納入「完成共享運具連結公共運輸發展指引」之可行性，做為既有縣市政府推廣、發展及檢討之方向。

四、區塊鏈技術在汽車客運業經營管理面之應用初探

- 1.期末報告請強化說明區塊鏈導入的價值、內涵及必要性論述。並連結施政主軸之工作重點。
- 2.本案對於交通行動服務、智慧運輸應用、路線別成本計算、共享經濟等導入區塊鏈應用之初步成果，後續可以透過專家學者座談會進一步討論。

五、國際零碳經濟對汽車貨運業營運影響與因應初探

零碳經濟對我國汽車貨運業之衝擊，建議進一步歸類為對國內整體貨運環境、對業者、對主管機關之課題與挑戰，可同時連結 113 年研究主題與重點。

六、運輸經營管理組業務決策支援系統規劃(1/2)-需求分析

- 1.模式庫管理單元請考量是否以管理本組開發之系統/模組為主，包括公共運輸決策支援、鐵公路縫隙掃描系統、路線別成本計算制度軟體、愛接送平台、小客車租賃旅遊生態系平台、先進公車營運管理系統……等
- 2.本案第一期已初步掌握業務面需要，請進一步納入本組運管網之需求，資料庫類別(行政、研究、議題分析、產出…)再歸納，並確認資料來源(外部界接、網路蒐集、會議/研討會…)。

附錄二、簡報



運輸經營管理組
111年度自辦計畫

區塊鏈技術在汽車客運業 經營管理面之應用初探

區塊鏈的發展脈絡



圖片製作：Mr.Market 市場先生

簡報人：張贊育
112 年 月 日



簡報內容

- 壹、緣起
- 貳、區塊鏈技術應用領域
- 參、區塊鏈技術在交通運輸領域之應用-理論與實際
- 肆、我國汽車客運業經營管理問題之探討
- 伍、必要性、可行性評估準則及應用個案探討
- 陸、結論與建議

壹、緣起

- 區塊鏈是一種進階的資料庫，具有去中心化、公開透明且易追蹤、資料不易篡改等三大功能，目前主要應用在銀行金融、保險、虛擬（或加密）貨幣、醫療衛生等方面。
- 本研究主要目的在探討區塊鏈技術在汽車客運業經營管理上應用之可能性，期望透過區塊鏈技術，除協助公路主管機關及運輸業者解決經營管理上的問題外，並能有效提升公路主管機關監理效能及運輸業經營之效率，達到組織數位轉型之目標。

貳、區塊鏈技術應用領域

- ✓ 區塊鏈技術是比特幣的核心技術，隨著比特幣等虛擬貨幣蓬勃發展，區塊鏈技術也被應用在金融領域；
- ✓ 並透過智能合約技術，延伸至非金融領域，包括：保險、虛擬（或加密）貨幣、醫療衛生、財產所有權紀錄、產品供應鏈溯源、電子投票及交通運輸。

參、區塊鏈技術在交通運輸領域之應用

-理論與實際

理論面

1.在交通管理上

- 數據共享、叫車服務、車輛共乘及共享交易、整合性應用（如物流供應鏈）；
- 交通行動服務（MaaS）、貨運物流、無人車（機）系統、交通數據平台及其他（如停車問管理等）；
- 道路交通管理、車輛認證管理自動化、停車場智慧化、建立車聯網系統、高速公路自動收費；
- 智慧運輸系統及智慧城市。

2.在運輸產業應用上

- 國際海運貨櫃運輸問題；
- 國際航空運輸問題（包括：飛機零件管理、機票銷售管理、保險等）；
- 運輸物流問題（包括：資訊不對稱、造假、監控車輛溫度及濕度等）；
- 公共運輸問題（包括：票證（清分）系統資訊不透明、運輸業者機敏資料不公開、中介或第三方台資訊不對稱、運輸業者數位化程度不足等）。

參、區塊鏈技術在交通運輸領域之應用 -理論與實際

實際應用面

1. 在學術研究上

- ◆ 過去三年中，區塊鏈在交通運輸領域應用的文獻，無論是篇數或被引用次數部分，都有相當大的增長。
- ◆ 但與交通相關的期刊還沒有發表很多關於區塊鏈技術的文獻。

2. 在產業應用上

- ✓ 超過 70% 受訪者認為區塊鏈技術可以提高流程效率，近 60% 受訪者表示區塊鏈技術有可能顛覆商業模式。
- ✓ 有 43% 受訪公司目前仍處於規劃階段、24% 受訪公司有規劃但尚未啟動；另 33% 已啟動計畫的公司中，有 2/3 處於 POC（觀念驗證、技術可行性）及 POS（服務/流程驗證、服務可行性）階段。
- ✓ 另 57% 的受訪者認為它將在未來三年內（2021-2023）實現突破，但如果到 2023 年仍缺乏經過驗證的（成功）案例，預計 90% 的基於區塊鏈的供應計畫將遭受「區塊鏈疲勞」（取消或擱置）。

應用於交通運輸領域的區塊鏈技術處於早期發展階段，
要想達到成熟階段，仍然需要付出很多努力。

參、區塊鏈技術在交通運輸領域之應用

-理論與實際

實際應用面	
成功案例	失敗案例
➤ 南韓政府於2020年5月推出「區塊鏈數位駕照計畫」。 ➤ 交通部於偏鄉地區試辦導入在多地多元車輛共享服務「噗噗共乘」計畫 ➤ 本所自110年起推動2年期「先進公車智慧化營運管理先導運進行計畫」。	● IBM及Maersk於2018年合資推出區塊鏈全球貿易平台Tradelens； ● 在2022年12月1日宣布終止Tradelens的營運； ● 主要原因：Tradelens無法達到持續運作所需的商業水準，也無法滿足作為一獨立業務的財務預期。 ● 但部分分析師歸因於航運公司之間的不信任，尤其是在數據交換方面。

參、區塊鏈技術在交通運輸領域之應用

-理論與實際

失敗原因

1. 區塊鏈本身

- ◆ 如擴展性、數據保護和隱私、成本、可稽核性、資料處理速度及儲存量等問題：
- ◆ 三座大山：❶殘酷的延遲；❷計算成本高；❸高度有限的存儲空間。

2. 運輸業者

- ✓ 組織內部障礙-缺乏區塊鏈的知識和專長、財務限制；
- ✓ 系統相關障礙-數位化成熟度不足、因負面看法而猶豫；
- ✓ 組織間障礙障礙-合作夥伴的文化及數位化程度之差異；
- ✓ 組織外部障礙-缺乏政府政策支持 and 缺乏外部利益相關者的參與；
- ✓ 其他重大限制-參與者缺乏共享信息的意願及交易成本很昂貴。

參、區塊鏈技術在交通運輸領域之應用 -理論與實際

運輸業者因應策略

1. 慎選合適的案例；
2. 奠定區塊鏈技術資料之基礎；
3. 厚實本身專業知識/技能；
4. 標準的協作和製定。

肆、我國汽車客運業經營管理問題之探討

1. **首先**，從交通部**上位計畫**中，綜整與汽車客運業經營管理有關之議題及行動方案：

- 「運輸政策白皮書（2020年版）」；
- 「交通科技產業政策白皮書（2021年版）」；
- 公路總局四期公運計畫；

2. **其次**，檢視本所與公路總局近幾年**相關研究計畫**，瞭解目前汽車客運業在運輸管制、營運虧損補貼、類大眾運輸服務方式（如DRTS）及營業資料陳報制度等所面臨問題及解決方案。

3. **最後**，探討這些汽車客運業經營管理問題及行動方案，**與區塊鏈技術之「去中心化」、「不易篡改」、「公開透明且易追蹤」**三大功能及核心技術**「智能合約」之相關性**，瞭解運用區塊鏈技術協助解決這些經營管理問題之可能性。

伍、必要性、可行性評估準則 及應用個案探討

一、導入區塊鏈技術在汽車客運業營運管理應用 之必要性

- ✓ 汽車客運業「**中心化**」（運輸管制、第三方或中介平台）問題，有賴區塊鏈技術解決；
- ✓ 業者陳報資料「**資安**」及「**信任**」問題，有賴區塊鏈技術解決
- ✓ 業者要「**數位轉型**」，有賴區塊鏈技術協助。

伍、必要性、可行性評估準則 及應用個案探討

二、可行性評估準則

- 針對整個產業-包括：技術是否可行、投資報酬率（ROI）及參與者接受度。
- 針對特定問題-包括：環境數位成熟度評估、ATOMIC法及ABCDEFG法。

伍、必要性、可行性評估準則 及應用個案探討

三、應用個案探討

1. 以交通部及本所推動「APP UMAJI(遊買集)及」
「MenGo卡」兩項MaaS計畫為案例；
2. 區塊鏈技術要廣為應用在MaaS上，還有許多困難
需克服：區塊鏈是否能應付MaaS擴大規模後，衍
生數百萬至數十億筆大量資料所造成的**容量問題**、
如何快速處理資料的**速度問題**，以及工作量證明
之共識機制的**耗能問題**等。

陸、結論與建議

一、結論

1. 依據第四章初步評估：導入區塊鏈技術在汽車客運業營運管理之應用是有「可能性」；
2. 由於汽車客運業具有「中心化」問題、業者陳報資料「資安」及「信任」問題及業者需要「數位轉型」問題等，導入區塊鏈技術在汽車客運業營運管理之應用是有「必要性」；
3. 考量應用於交通運輸領域的區塊鏈技術處於早期發展階段，要想達到成熟階段，仍然需要付出很多努力，以及區塊鏈技術在交通運輸應用上「成功」及「失敗」案例，導入區塊鏈技術在汽車客運業營運管理之應用是否「可行」尚待深入評估。
4. 希望區塊鏈技術早日進入成熟階段，以協助運輸業者解決相關問題，並提升經營效率及競爭力。

陸、結論與建議

二、建議

目前區塊鏈技術在交通運輸領域上之應用，處於早期發展階段，建議在此過渡時期，公路主管機關或運輸業者可**慎重選適當案例**（交通部「**智慧化營運管理先導運行計畫**」及本所「**先進公車智慧化營運計畫，累積執行經驗**」），**進行個案研究或試辦計畫**，俟區塊鏈技術達到成熟應用階段，再導入區塊鏈技術，廣泛應用在解決運輸業經營管理問題，以期有效提升公路主管機關監理效能及運輸業經營管理效率，達到組織數位轉型之目標。

簡報完畢
謹請指教