

財團法人俞國華文教基金會獎助出國專題研究報告書

(出國類別：研究)

金融科技應用對中央政府債券業務之影響

服務機關：中央銀行

姓名職稱：張維娟 科長

派赴國家：英國、泰國及新加坡

出國期間：108.8.28~108.11.27

報告日期：109.2.20

目 錄

壹、前言	1
貳、主要分散式帳本技術 (DLT) 介紹	3
參、英格蘭銀行進行之 DLT 概念驗證	14
肆、新加坡金融管理局進行之 DLT 概念驗證	20
伍、泰國央行進行之 DLT 概念驗證及應用	25
陸、推展 DLT 面臨之挑戰及風險	37
柒、應用 DLT 對我國中央政府債券業務之影響	43
捌、心得及建議	46
參考資料	56

壹、前言

近年金融科技在金融產業廣受關注，其中分散式帳本技術（Distributed Ledger Technology, DLT）更被視為具有潛力改變支付、結算與清算流程方式之創新科技。國際間央行積極探討 DLT 技術，認為其具潛力發展成為下一代金融市場基礎設施的技術，因而相繼展開相關之概念驗證（Proof of Concept, POC）研究與測試計畫，例如英國、新加坡及泰國均應用 DLT 平台研究跨行支付清算之相關作業，包括如何進行跨行支付移轉、建立合宜交易驗證機制及完成款券同步清算等；其中泰國決定將 DLT 技術實際應用在政府儲蓄債券發行之登記及銷售流程，且預定 2020 年 5 月正式上線。

本次出國執行以「金融科技應用對中央政府債券業務之影響」為主題之研究計畫，研習重點在於瞭解英國、新加坡及泰國應用 DLT 於支付、結算與清算領域及債券發行與銷售流程之情形，以及其所面臨之挑戰及風險，包括 DLT 平台之選擇、科技轉換風險、系統整合與介接、法規與監管、科技人才引進與培訓等相關經驗。藉由實地訪問當地中央銀行、債券管理當局及大型金融機構，與熟悉金融科技業務的央行同儕及金融業專家面對面地交流，獲益良多。

現階段各國雖對 DLT 多持肯定態度，且積極投入相關研究，惟目前並無任何國家全面應用在政府債券業務方面，主要是考量現行作業運作順暢，惟欲全面應用於債券清算交割作業，尚須克服可擴充性、安全性、效率性、互通性、隱私性，以及法

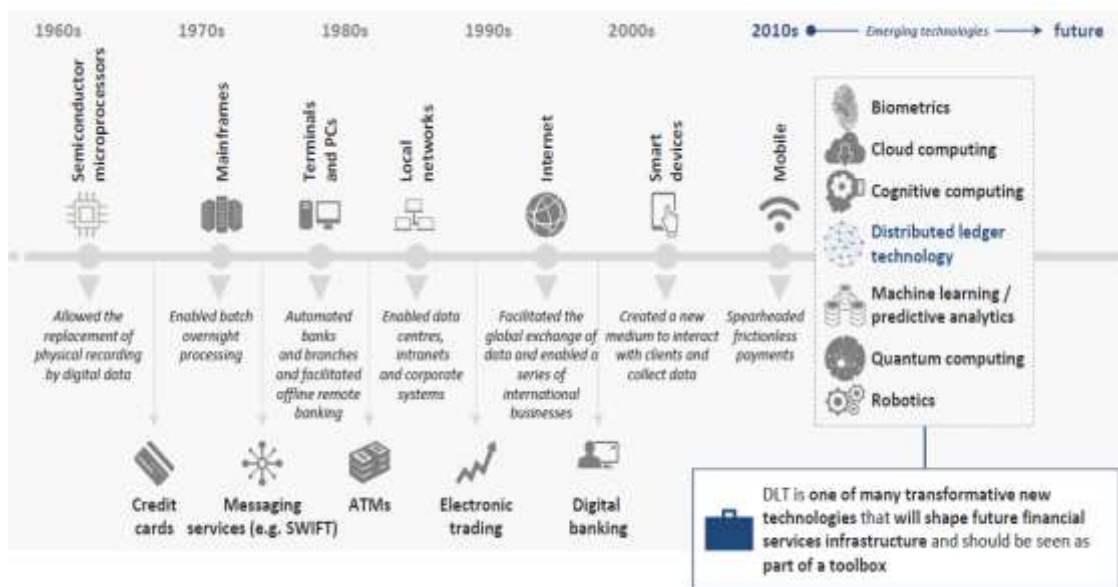
規與監理等挑戰，此行所拜訪英國及新加坡之主管機關皆持相同看法。目前我國中央政府債券業務運作順暢且具效率，深獲市場信任，綜合考量應用 DLT 之成本效益，以及可能面臨之挑戰及風險，現階段欲應用 DLT 於我國中央政府債券業務，預期所能增加之效益仍須審慎分析評估。

本報告謹就此次出國研習心得擇要說明，除前言外，第貳章介紹主要 DLT 技術；第參章至第伍章分別介紹英國、新加坡及泰國應用 DLT 在支付、結算與清算領域之主要概念驗證；第陸章說明推展 DLT 可能面臨之挑戰及風險；第柒章探討應用 DLT 對我國中央政府債券業務之可能影響；第捌章則為心得與建議。

貳、主要分散式帳本技術 (DLT) 介紹

據世界經濟論壇 (World Economic Forum, WEF) 於 2016 年發表研究指出，過去 60 年以來，科技創新已成為金融服務產業轉型之基礎。而近 10 年來，多種新興技術正在快速發展，例如生物辨識 (Biometrics)、雲端運算 (Cloud Computing)、認知運算 (Cognitive Computing)、分散式帳本技術 (Distributed Ledger Technology, DLT)、機器學習 (Machine Learning) 及量子運算 (Quantum Computing) 等 (詳圖 1)，其中又以 DLT 最具發展潛力，被視為能提供更完善服務的下一代金融市場基礎設施，吸引許多企業及央行之興趣而積極投入研究與發展。因此，本研究探討之金融科技主要聚焦在「DLT」。

圖 1 DLT 被視為下一代金融創新之推動主力

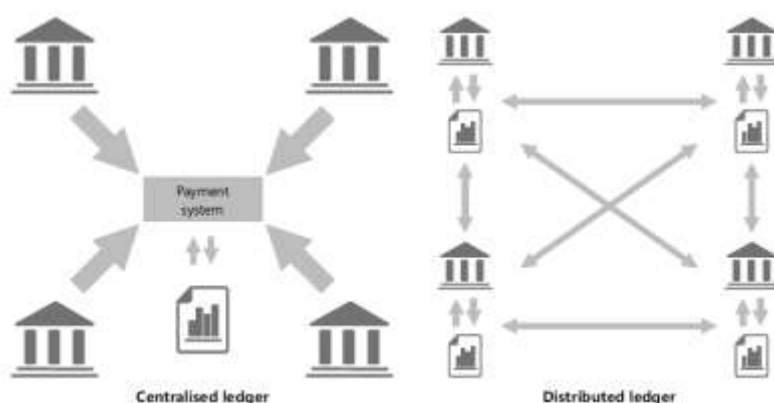


資料來源: WEF (2016)

一、 DLT 基本概念

DLT 為分散式資料庫之概念 (詳圖 2)，運用加密技術將資料分散儲存於系統的各個網路節點 (Node)，並由節點共同維護及保存帳本，具有去中心化、不可竄改性及可追蹤性等特質，且交易發生即近乎即時完成清算。

圖 2 中心化及分散式帳本架構



資料來源: BIS (2017)

二、 DLT 主要特性

(一) 密碼學 (Cryptography)

DLT 運用密碼學的加密技術，除保護平台上傳輸的資料外，亦保密帳本內所儲存的資料。每當交易產生時，交易者須提供加密數位簽章使該筆交易被核准傳送，帳本亦據以建檔更新，透過此加密機制可確保資料之真實性及隱私性。

(二) 使用 (Access) 及認證 (Validation) 權限

依能否讀取及使用帳本資料之權限分類，DLT 可區分為任何人都可以讀取之公有鏈 (Public) 及設有權限之私有鏈 (Private)。

另依能否參與驗證交易並維護帳本資料完整性之權限分類，DLT 亦可區分為非許可制(Permissionless)及許可制(Permissioned)。

一般而言，若由預選信任的特定電腦節點進行交易驗證，則屬許可制 DLT，若任何電腦節點均可驗證交易及更新維護帳本，則屬非許可制 DLT。

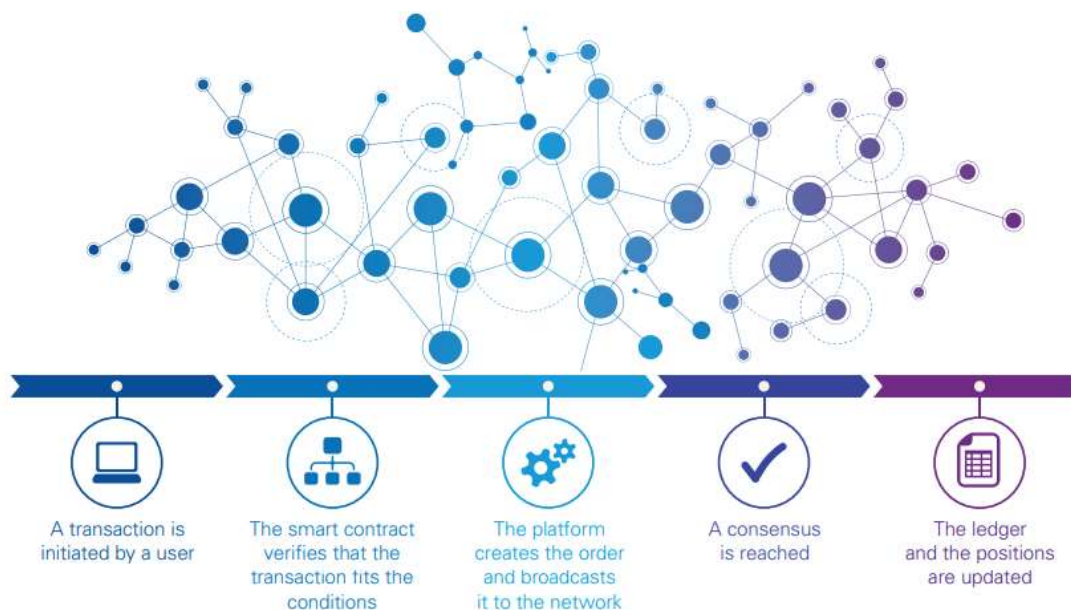
(三) 共識機制 (Consensus Mechanisms)

共識機制允許 DLT 網路得以在集體同意下進行資料集更新，且無需中心主管機關即可確保整體資料集隨時維持正確。在非許可制 DLT 平台，通常採用工作量證明 (Proof-of-Work, PoW) 或權益證明 (Proof-of-Stake, PoS) 之共識機制；若在許可制 DLT 系統，可採用投票共識機制或容錯機制等，且因無須解決網絡上信任問題，因此相對非許可制 DLT 系統運算速度較快。

(四) 智能合約 (Smart Contract)

智能合約係以程式語言編寫，將合約義務轉換至數位分散式帳本，當觸及約定條件時，透過自動更新使用者帳戶之機制，立即依合約條款移轉資產及帳務，帳本之更新具網路安全性與不可撤銷性 (詳圖 3)。

圖 3 DLT 平台交易處理之簡易流程圖



資料來源: KPMG (2016)

三、 DLT 主要效益

(一) 減少對帳及資料管理成本

證券所有權可採用分散且同步之紀錄方式，有助於簡化並自動化部分交易後作業流程，除降低對帳需求外，亦節省資料管理成本。

(二) 自動結算

依據 PFMI 定義，結算係為交易對手在清算交割日進行移轉及支付義務之計算。在分散式帳本環境下，由於所有相關資訊已經共享於所有參與者間，款券清算在雙方同意交易的同時，可能即完成義務的計算。

（三）提供更彈性的清算交割

採用 DLT 平台可望大幅縮短交易至清算交割間的時間，有助於降低清算交割風險。惟實務上交割日尚不至縮短成 T+0 日，主因交易方需預先備妥現金或證券以順利完成交易，因此仍須預留充分時間以滿足流動性管理需求。相較於傳統支付清算系統，DLT 平台能夠提供較具彈性的交割時間，因應市場參與者期望降低交割風險之需求。

（四）擁有直接所有權

在目前資本市場的設計下，投資人通常並不是證券的直接所有權者，而是間接透過保管機構持有；然而透過分散式帳本，可使投資人擁有直接所有權，有助降低法律與營運風險，以及節省相關金融中介成本。

（五）具可追蹤性及提高透明度

分散式帳本提供不可竄改的紀錄，參與者可追溯證券或資金交易之歷史明細，帳簿上任何的增修亦都能被追蹤，大幅提高交易透明度。

（六）提升安全性及復原性

分散式帳本之資料係儲存在各節點，可避免單點失靈（Single Point of Failure）的問題，較能抵抗單一（或甚至多重）的節點攻擊，且分散式資料庫復原速度較快。此外，由於 DLT 採用加密簽章存取資料，以及將帳本內容加密處理，亦提升交易安全性。

四、主要 DLT 平台簡介

目前發展中的 DLT 平台，廣為使用且較具知名度者包括以太坊（Ethereum）及依其修正所推出之 Quorum、Linux 基金會推動之超級帳本項目（Hyperledger Fabric），以及 R3 聯盟開發的 Corda。

（一）Ethereum

2015 年 7 月推出之 Ethereum 為非許可制 DLT 平台，有原生數位貨幣以太幣（Ether, ETH）並支援智能合約，主要特色為提供通用的程式語言，支援開發各類應用程式運作於平台上，使其成為一個具通用性、去中心化、公有鏈特性之應用程式平台。

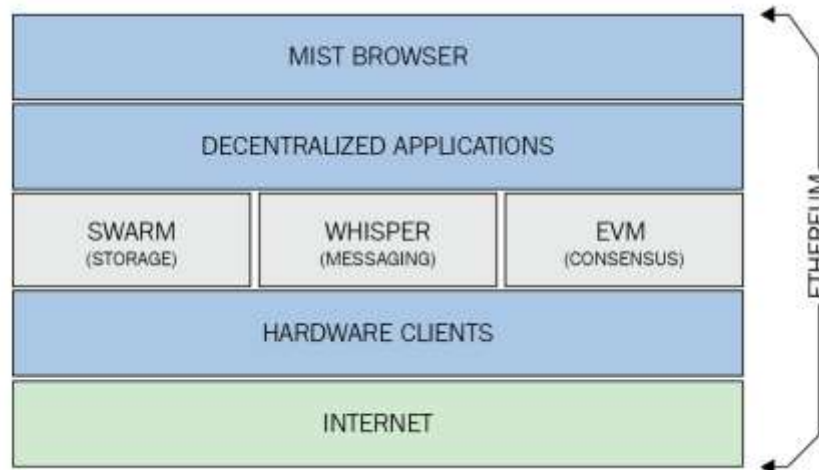
Ethereum 主要技術架構（詳圖 4）包括：

1. MIST 瀏覽器（Mist Browser）：為以太坊官方提供的介面，使用者透過其可以連線 Ethereum 平台上的應用程式。
2. 去中介應用程式（Decentralized Applications）：以太坊強調開放源碼的智能合約為其平台特色，此處所指之智能合約就是在區塊鏈平台上執行的應用程式，因此以太坊的區塊鏈不僅可以儲存資料，還可以使用這些共享資料執行應用程式，進行交易及資產移轉。
3. 蜂群（Swarm）：提供分散式儲存平台，以及內容傳輸服務。
4. 細語（Whisper）：係一種訊息溝通協議，允許各節點間

以安全的形式互發訊息。

5. 以太坊虛擬機 (Ethereum Virtual Machine, EVM) : EVM 存在於每個 Ethereum 節點上，具有運算能力，因此負責執行智能合約程式。

圖 4 Ethereum 主要技術架構



資料來源: Ethereum Development Community
(<https://ethereumdevelop.com/ethereum-2-0-explained/>)

(二) Quorum

Quorum 係摩根大通銀行基於 Ethereum 所開發的許可制平台，其目的係提供一個可以應用在企業環境的分散式帳本，以支援交易及合約之隱私性。

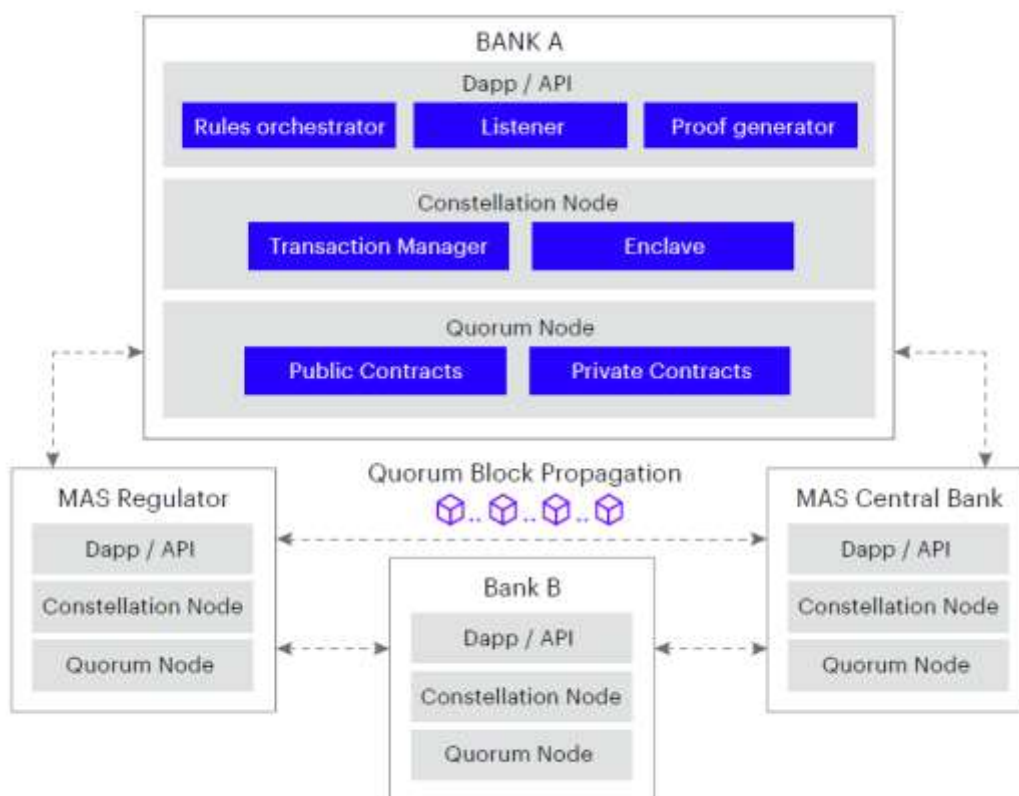
Quorum 不同於 Ethereum 之處主要在於：

1. 具隱私性。
2. 支援多種共識機制，例如 Raft 及零知識證明 (Zero Knowledge Proof, ZKP) 等。
3. 具節點權限管理。
4. 具更高的性能。

Quorum 主要技術架構（詳圖 5）包括：

1. Quorum 節點（Quorum Node）：為 Ethereum 官方客戶端分叉出修改之區塊鏈，確保每當 Ethereum 作出更完善的節點設計時，Quorum 節點亦可升級調整。
2. 隱私層節點（Constellation Node）：係由交易經理（Transaction Manager）及私有模組（Enclave）組成，前者負責管理及傳遞隱私訊息，後者負責加密或解密隱私訊息。
3. Quorum 非中心化應用程式（Quorum Decentralised App, DApp）：在智能合約設計各種支付指令並產生零知識驗證。

圖 5 Quorum 主要技術架構



資料來源: Project Ubin Phase 2

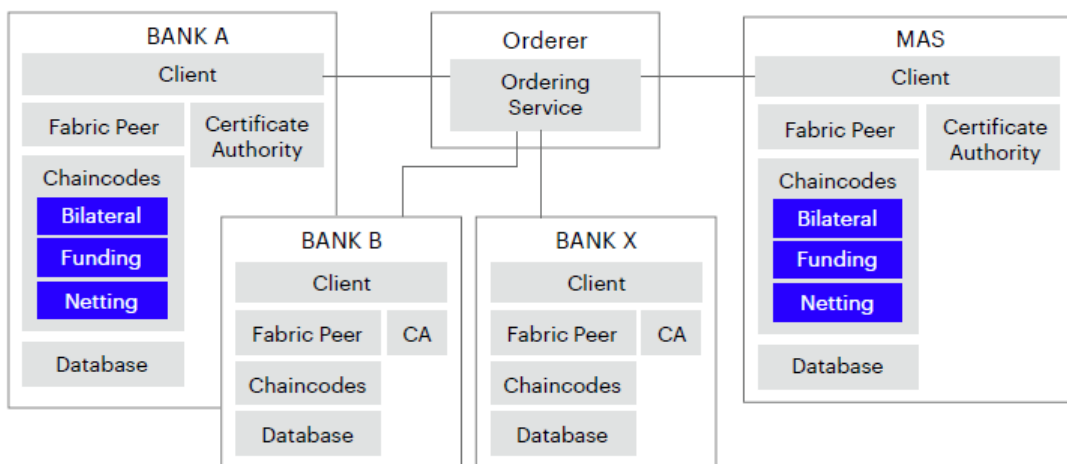
(三) Hyperledger Fabric

針對企業組織所設計，對參與者採許可制，可以私有鏈或聯盟鏈方式運作，不支援任何的原生數位貨幣，透過通道（Channel）設計提供資料隱私保護，網路上未經授權的節點無法查看通道內的交易。

Hyperledger Fabric 主要技術架構（詳圖 6）包括：

1. 區塊鏈碼（Chaincode）：負責定義業務邏輯，以及對帳本資料庫狀態執行操作。
2. 節點排序（Orderer）：負責對所有交易進行排序，提供客戶及其他節點共享的溝通通道。
3. 憑證認證中心（Certificate Authority）：提供身分註冊，以及負責憑證管理等功能。
4. Fabric 節點（Fabric Peer）：接收節點排序的更新訊息，並負責維護帳本狀態。

圖 6 Hyperledger Fabric 主要技術架構



資料來源: Project Ubin Phase 2

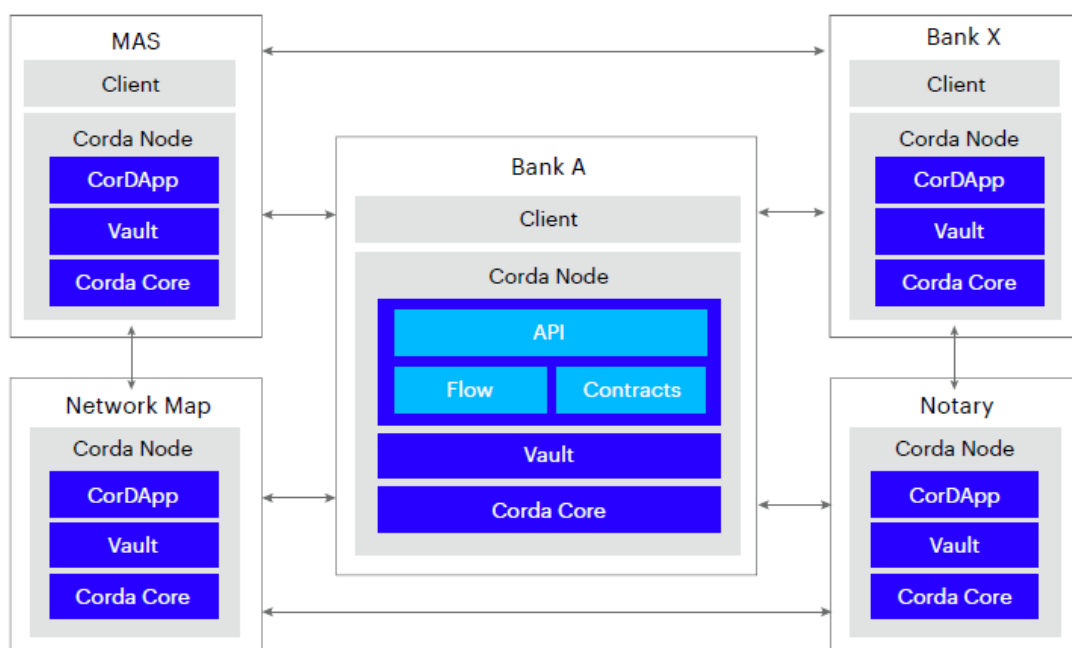
(四) Corda

特別針對金融企業所設計，對參與者採許可制，可以私有鏈或聯盟鏈方式運作，不支援任何的原生數位貨幣，採用公證人驗證共識機制。

Corda 主要技術架構（詳圖 7）包括：

1. Corda 分散式應用程式（Corda Distributed App, CorDApp）: CorDApp 包括流程(Flow)、合約(Contracts) 及應用程式介面 (API)，係安裝於每個節點上之分散式應用程式，依靠 Corda 平台處理業務邏輯及流程。
2. 網絡地圖服務 (Network Map Service) : 管理及發布公鑰與其對應 IP 位置，網絡節點得以確認位置並連結。
3. 公證服務 (Notary Service) : 當收到交易時，提供認證並確認交易之最終性。

圖 7 Corda 主要技術架構



資料來源: Project Ubin Phase 2

綜上所述，不同 DLT 平台主要技術架構各異（詳表 1），使用者應依其需求慎選適當平台，或可先於不同平台上進行概念驗證，分析評估後再決定欲開發之平台，以利後續測試作業及實際應用之規劃。

表 1 主要 DLT 平台比較表

平台 特色	Ethereum	Quorum	Hyperledger Fabric	R3 Corda
平台屬性	通用性	金融業為主	通用性	金融業為主
網路參與	公開鏈 私有/聯盟鏈	私有/聯盟鏈	私有/聯盟鏈	私有/聯盟鏈
交易者	半匿名或由 鏈外應用程式 管控	由節點或由 鏈外應用程式 控管；未來 規劃導入登 記制，由註 冊與憑證中 心管控	登記制，由註 冊與憑證中 心管控	登記制，由註 冊與憑證中 心管控
交易內容	公開	公開或限制	公開或限制	選擇性分享
共識機制	工作量證明	投票機制	背書及排序； 容錯機制	公證人驗證
智能合約	有支援	有支援	有支援	有支援

資料來源：陳恭（2018）

參、英格蘭銀行進行之 DLT 概念驗證

英格蘭銀行（BoE）係區塊鏈技術發展初期即組建研究團隊的央行之一，且於 2014 年發表「Innovations in payment technologies and the emergence of digital currencies」，成為全球第一家央行發表與 DLT 有關之研究報告，其後亦陸續發表多篇相關研究，展現對新興科技應用於支付與清算領域之高度興趣。

一、英國即時總額清算系統革新計畫

英國目前運作的即時總額清算（Real Time Gross Settlement, RTGS）系統已歷時超過 20 餘年，因應持續演化的金融體系運作架構，BoE 於 2016 年 1 月提出將進行 RTGS 系統革新計畫，並於 2017 年 5 月發布下一代 RTGS 系統藍圖。未來新版 RTGS 系統必須較現行系統速度更快、操作更簡易且成本更低，並在復原性、可及性、互通性、功能性及風險管理等方面更精進。

（一）更高之復原性（Higher Resilience）

面對網路攻擊或其他因素，必須避免 RTGS 系統營運中斷，因此 BoE 特別重視加強新版系統的復原能力，並強化緊急應變方案，使系統能持續運作。

（二）更具可及性（Greater Access）

新版系統希望能增加直接使用該系統清算的企業家數及範圍，因此除將擴大非銀行支付服務提供業者參加資格外，亦將簡化測試及介接的要求，並允許第三方公司為規模較小的企業提供技術介接服務。

（三）更廣之互通性（Wider Interoperability）

未來新版 RTGS 系統將採用符合國際標準的 ISO20022 訊息格式，以促進其與關鍵的境內、境外支付及清算系統之協調性及同步性，亦能配合強化系統之復原性。

（四）改善使用功能（Improved User Functionality）

因應金融環境變化，新版 RTGS 系統將設計能滿足更多的使用需求，例如近乎全年無休（每週 7 天 24 小時模式）的營運，以及透過「應用程式介面」（Application Programming Interface, API）開放支付及流動性數據。

（五）強化端點至端點之風險管理（Strengthened End to End Risk Management）

為因應不斷演化的系統性風險，BoE 將同時負責營運新版 RTGS 系統及大額支付系統（High-Value Payment System, HVPS），以落實系統及系統間之風險管理。

二、新版 RTGS 系統與 DLT 技術互通

2017 年時 BoE 還認為 DLT 技術尚未成熟到能構成新版 RTGS 系統之核心技術，惟科技技術的快速發展，近年 BoE 總裁在許多公開演講中對 DLT 技術的看法已轉為肯定，且認同 DLT 系統對支付及清算領域的影響重大。

2019 年 6 月 BoE 發布「Future of Finance」報告，主要強調新經濟需要新金融，而新金融需要新央行，因此於報告中敘明 BoE 在接下來 10 年該進行之議程、發展之工具及培養之技能，

以作好準備迎接英國未來金融系統新面貌。

BoE 首要工作為開發新版 RTGS 系統支持數位經濟，以實現創新及提升競爭力。現階段 BoE 認為建構於 DLT 技術之支付系統具備透明度高及安全性佳之潛在優勢，且整合智能合約技術亦有助自動執行金融交易，提高交易速度及效率。然而對於新版 RTGS 系統是否將建構於 DLT 技術之上，BoE 仍在審慎評估中，但較確定的是，新版 RTGS 系統將必須能夠與其他 DLT 系統互通。

BoE 亦持續與科技公司，以及加拿大與新加坡之央行合作進行 DLT 概念驗證，以期多瞭解 DLT 之潛力及機會。BoE 預定 2020 年公布合作開發新版 RTGS 系統技術之科技公司名單，而新系統建構計畫則預定於 2024 年底完成。

三、 BoE 與科技新創公司合作之 DLT 概念驗證

2016 年 6 月，BoE 成立金融科技加速器（Fintech Accelerator），與科技新創公司合作進行各項概念驗證，以探索新興科技的潛力。2018 年 3 月，BoE 成立金融科技中心（Fintech Hub）取代金融科技加速器，其持續與科技新創公司互動，並與英國財政部及英國金融行為監管局（FCA）密切合作，以協助 BoE 更瞭解新興科技。

近年來 BoE 與科技新創公司合作與 DLT 技術有關之概念驗證簡述如下：

(一) PwC

2016年6月，BoE與PwC公司發表研究DLT運作之概念驗證，主要係探索DLT之基本功能，以及其應用於大額支付清算之機會與挑戰；惟其可擴充性、安全性、隱私性、互通性及穩健性尚需持續探討。

(二) Ripple

2017年3月，BoE與Ripple進行DLT應用之概念驗證，採用Ripple Connect及開放式跨帳簿協議(Interledger Protocol)，探討兩種不同貨幣在兩個模擬的RTGS系統上同步移轉之成效。2017年7月發表測試結果，成功將Ripple方案整合至兩個模擬的RTGS系統，並同步處理兩種貨幣間之跨境移轉，消除雙方交易後須人工對帳之作業；惟銀行間跨境支付需存放外幣資金於對方銀行之流動性需求問題仍待解決。

(三) Baton Systems、Clearmatics Technologies Ltd、R3及Token

2018年3月，BoE宣布與Baton Systems、Clearmatics Technologies Ltd、R3及Token合作進行概念驗證，藉以瞭解未來BoE新版RTGS系統如何與DLT系統介接。

Baton與Clearmatics透過API與RTGS系統測試系統介接，R3及Token則提供分析；另由Baton作為監管節點(Regulatory Node)，即時觀察市場風險。

(四) Chain

2017年10月，BoE宣布與區塊鏈新創公司Chain進行DLT

相關概念驗證，研究在 DLT 平台上是否可以確保參與者之交易隱私性。2018 年 4 月，BoE 公布概念驗證結果，其係學術探討並非作為實際解決方案，顯示理論上可建構保有隱私性及網路資料共享之 DLT 系統，同時提供監管功能查看所有交易；惟其可擴充性、交易處理速度及所用加密技術在安全上的風險尚需持續探討。

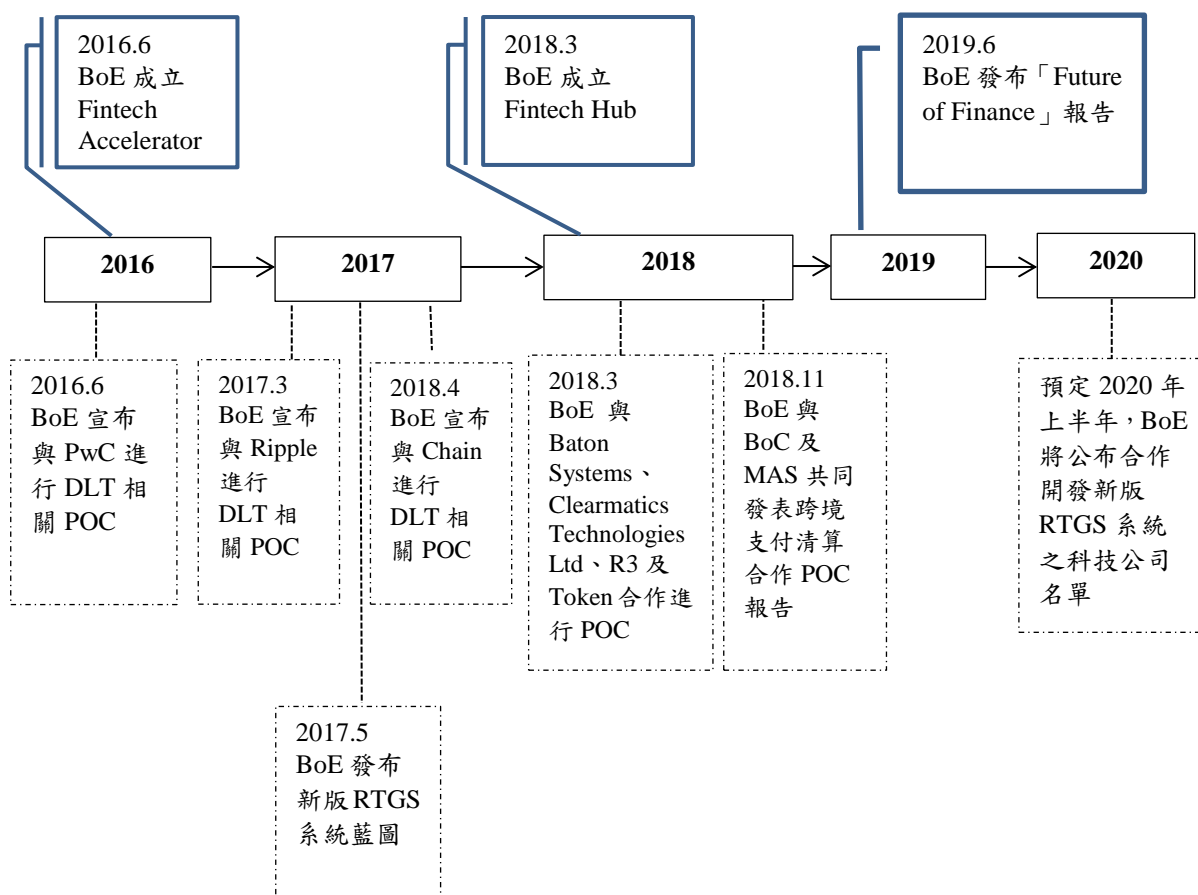
四、BoE 與加拿大央行及新加坡金融管理局合作之 DLT 概念驗證

加拿大央行 (BoC)、BoE 及新加坡金融管理局 (MAS) 皆係早期投入 DLT 研究之主要央行，除各已發表多篇探討 DLT 技術之研究報告外，亦共同合作進行跨境 DLT 概念驗證。

2018 年 11 月 15 日，BoC、BoE 及 MAS 共同發表「Cross Border Interbank Payments and Settlements: Emerging opportunities for digital transformation」報告，主要評估可強化跨境支付及清算之替代模式，提供全球金融業深入探討跨境支付及清算之初步架構。

該報告提出 3 種跨境支付模式，其中 2 種模式係建構在以傳統技術運作之現行國內銀行間支付系統；第 3 種模式則聚焦在銀行間央行數位貨幣之使用及有關 DLT 的多項應用。該報告認為 3 種模式均能改善跨境支付之可及性、速度及透明度，惟未來若要進一步發展則尚需細部探討。

圖 8 BoE 進行之 DLT 概念驗證及新版 RTGS 系統進程



註: [] 表示 DLT 之應用領域為支付、結算與清算

資料來源: BoE 及筆者整理

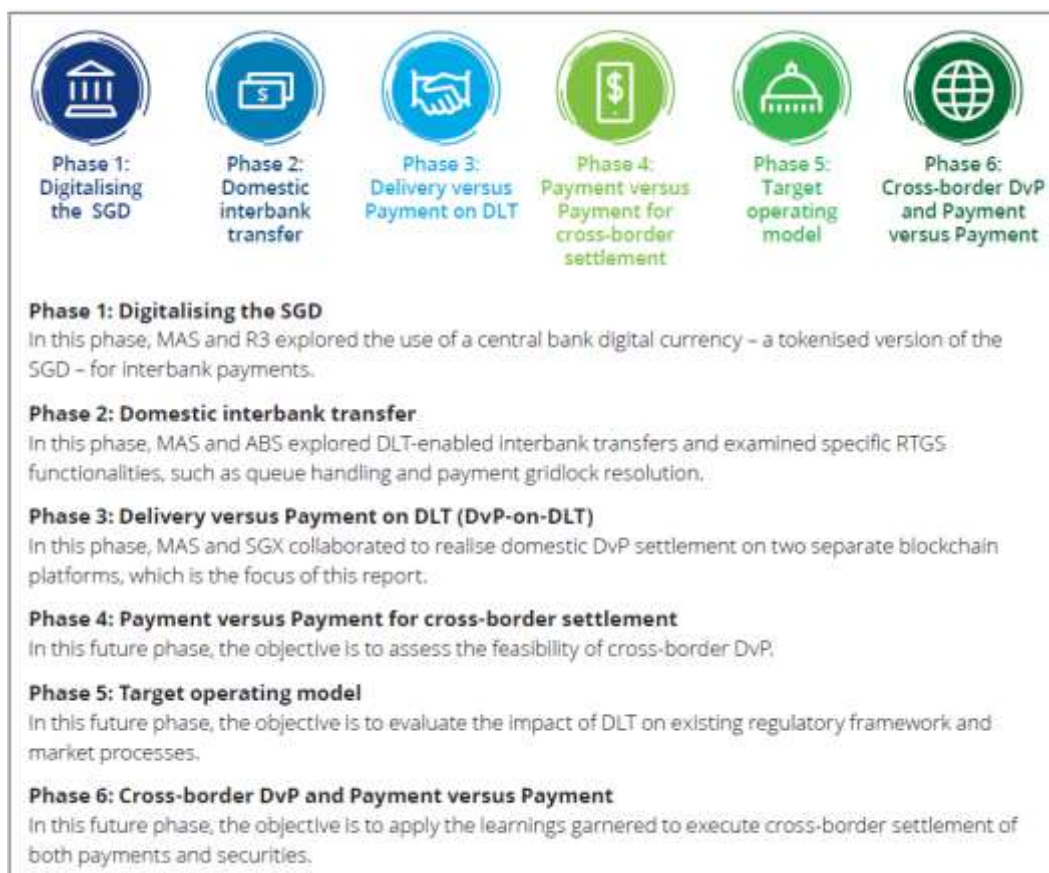
肆、新加坡金融管理局進行之 DLT 概念驗證

一、Project Ubin 之設計緣由及目標

2016 年 11 月 MAS 宣布啟動「Project Ubin」概念驗證，其為一項合作計畫，由 MAS 與產業共同探索 DLT 技術應用於支付及證券之結算與清算。

Project Ubin 研究計畫分為 6 階段（詳圖 9），目前已進入第 5 階段，此概念驗證係透過央行發行數位貨幣，測試與支付相關之功能，以及與其他 DLT 平台之介接，最終目標希望達成跨境款項及證券之清算功能。

圖 9 Project Ubin 之 6 階段計畫



資料來源: MAS

MAS 認為 DLT 平台具有改善境內、跨境之款項及證券清算效率潛力，特別在提供全年無休的營運服務、縮短交易至交割時間、消弭交易對手之信用風險、降低作業成本，以及具備更快速地系統復原能力以達到營運不中斷等效益。

二、Project Ubin 各階段測試重點

(一) 第 1 階段

2016 年 11 月 16 日 MAS 正式宣布與新加坡證券交易所 (SGX)、8 家銀行與 R3 合作啟動 Project Ubin 概念驗證，第 1 階段費時 6 週，2016 年 11 月 14 日開始至 12 月 23 日完成。

2017 年 3 月由合作夥伴 Deloitte 發表第 1 階段報告，內容除介紹 DLT 基本概念外，並解釋 DLT 平台原型 (Prototype) 之設計架構。本階段已順利完成發行央行數位貨幣 (SGD-on-ledger)，並成功介接 Ethereum 測試平台 (Ethereum-based blockchain) 與現行 RTGS 系統 (MEPS+)，順利達成境內銀行間支付及交易之功能。

(二) 第 2 階段

MAS 於 2017 年 7 月至 10 月間進行第 2 階段測試，重點聚焦於比較 3 種不同 DLT 平台原型，分別採用 R3 之 Corda、IBM 之 Hyperledger Fabric 及 Ethereum 之 Quorum，開發具有流動性節省機制之 DLT 平台原型。

2017 年 11 月 14 日，MAS 與新加坡銀行公會共同發表測試結果報告。本階段開發之 3 種 DLT 平台原型，透過不同技術

及流程設計，均能達成 RTGS 系統中之主要功能，包含資金移轉、未完成交易排序機制及資金互卡解決方案；此外，透過不同交易驗證方式，亦均能確保 RTGS 交易之隱私性。

（三）第 3 階段

2018 年 8 月 24 日，MAS 與 SGX 宣布開始進行第 3 階段測試，與技術合作夥伴 Anquan Capital、Deloitte 及 Nasdaq 共同開發跨鏈平台間代幣化資產款券同步清算之功能，俾金融機構及法人投資者同步完成代幣化數位貨幣及證券資產之交換與最終清算。

2018 年 11 月 11 日，MAS 宣布成功完成測試，並與 SGX 共同發表測試結果報告。3 家技術合作夥伴運用 Project Ubin 第 2 階段所開發並公布之開源軟體，透過智能合約完成款券同步移轉（Delivery versus Payment, DVP）自動化清算過程，並證明在特定方案設計下可達成 DVP 清算最終性、跨鏈介接性及投資者保護。

（四）第 4 階段

2019 年 5 月 2 日，MAS 宣布成功結束第 4 階段測試，並與 BoC 共同發布「Jasper-Ubin Design Paper: Enabling Cross-Border High Value Transfer Using Distributed Ledger Technologies」報告，其係一項 2 國央行共同合作應用 DLT 及央行數位貨幣進行跨境跨幣別支付測試計畫。

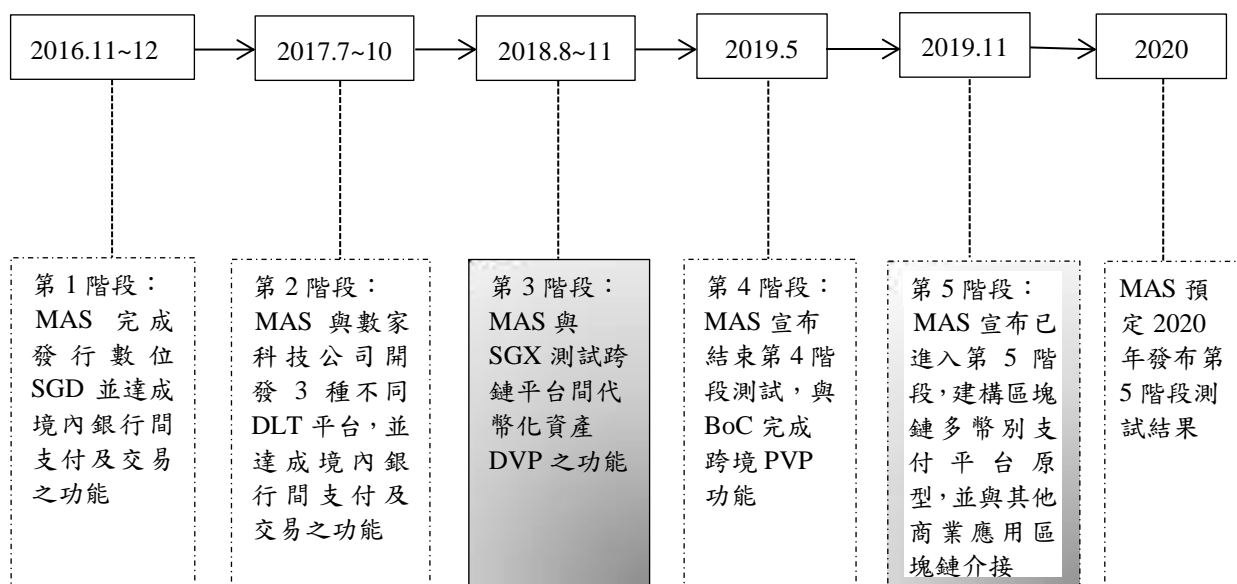
該計畫採用「哈希鎖時契約¹(Hashed Time-Locked Contracts, HTLC)」技術，連結 2 國境內各自 DLT 支付網絡 (Project Jasper 及 Project Ubin)，在沒有透過信任第 3 方扮演中介角色的情況下，順利完成外匯交易之款對款 (Payment versus Payment, PVP) 同步收付清算。

(五) 第 5 階段

2019 年 11 月 11 日 MAS 於新加坡金融科技會議中，公開宣布已進入第 5 階段測試。本階段接續第 4 階段之跨境清算應用，但重點為建構區塊鏈多幣別支付平台原型。該原型網路由摩根大通銀行、淡馬錫控股公司及 MAS 合作開發，目前正進行產業測試，以確認其與商業區塊鏈應用程式整合的能力，領域包括貿易、保險、公司債發行、私募股權發行等商業應用，預定 2020 年發布報告。

¹ 哈希鎖時契約 (Hashed Time-Locked Contracts, HTLC) 係應用哈希鎖定及時間鎖定的技術，以去中心化方式完成點對點的原子性跨鏈交換。由於原子性的操作無法再細分，只有所有操作被完全執行，或所有操作完全沒有被執行。

圖 10 Project Ubin 概念驗證推展進程



註：▭ 表示 DLT 之應用領域為支付、結算與清算

▭ 表示 DLT 之應用領域為債券發行、銷售流程及 DVP 交割

資料來源: MAS 及筆者整理

伍、泰國央行進行之 DLT 概念驗證及應用

泰國央行（Bank of Thailand, BOT）認為 DLT 極具改變金融服務領域之潛力，特別是後台作業及資金移轉，因此於 2018 年分別展開「Project Inthanon」及「Project DLT Scripless Bond」概念驗證，探討應用 DLT 強化金融系統效率性及復原性，希冀提高泰國金融市場基礎設施的營運效率。

一、Project Inthanon

2018 年 8 月 18 日，BOT 宣布啟動 Project Inthanon 概念驗證，使用批發型央行數位貨幣進行境內及跨境資金移轉測試，其係一項 3 階段計畫（詳圖 11），業於 2019 年 12 月順利完成。

圖 11 Project Inthanon 設計為 3 階段計畫



資料來源: BOT

（一）第 1 階段

2018 年 8 月 18 日，BOT 啟動 Project Inthanon 第 1 階段，與 8 家銀行合作且採用 R3 之 Corda 平台發行批發型央行數位貨幣，促進境內銀行間交易支付，藉此探討 DLT 之潛在影響及效

益。

2019年1月19日，BOT發布測試報告表示已於13週內完成第1階段測試，驗證該平台能實現基本支付功能，包括現金代幣化（Tokenisation of Cash）、分散式資金移轉、支付排序管理及資金互卡解決方案。此外，創新應用債券代幣化及自動化提供流動性（Automated Liquidity Provisioning, ALP）機制，BOT可將銀行因清算或貨幣政策操作目的而存於支付清算系統（BAHTNET）帳戶之債券，在DLT系統上轉換為等值債券代幣，並以其作為擔保品，即時且同步交換現金代幣，達成全天候自動化提供流動性，有效解決現金代幣清算部位不足及淨額清算資金鎖定等問題。

（二）第2階段

2019年2月至6月，BOT測試Project Inthanon計畫第2階段，主要探討債券代幣應用及監管帳戶資訊的法遵功能，亦於7月24日發布主要結論如下：

1. 說明DLT可強化債券交易完整週期之效率，包括債券付息、跨行交易、贖回及附買回交易等。
2. 應用智能合約完成流程自動化，可改善交易後作業效率及流動性管理，例如：多資產流動性節省機制（Multi-Asset Liquidity Saving Mechanism, MLSM）為一整合現金與債券代幣之全面性資金互卡解決方案，可透過縮短資產鎖定時間改善債券流動性，並將現金及債券清算流動性之使用最適化。

3. 重新設計端點到端點資金移轉工作流程以防範詐欺交易，例如受款人銀行在交易清算前，可於 DLT 平台上進行洗錢防制及外國人帳戶餘額限制等相關監管驗證，減輕目前交易後清算驗證之負擔。

(三) 第 3 階段

2019 年 8 月 BOT 宣布 Project Inthanon 第 3 階段與香港金管局 (HKMA) 合作，並於 2019 年 9 月啟動「Project Inthanon-LionRock」概念驗證，探討跨鏈交易互通性及跨境資金移轉，2019 年 12 月已順利完成測試，並於 2020 年 1 月 22 日發布最終報告，重點如下：

1. 該計畫係基於 DLT 之概念驗證原型，由泰國及香港計 10 家參加銀行共同開發。
2. 探討主題包括代幣轉換、銀行間資金即時移轉、外匯交易、流動性管理及法規遵循等。
3. 開發泰幣及港幣 (THB-HKD) 跨境通道網絡原型，使香港及泰國的參加銀行可點對點進行資金移轉和外匯交易，有助於減少清算層級。
4. 利用智能合約完成跨境資金移轉。

二、 Project DLT Scripless Bond

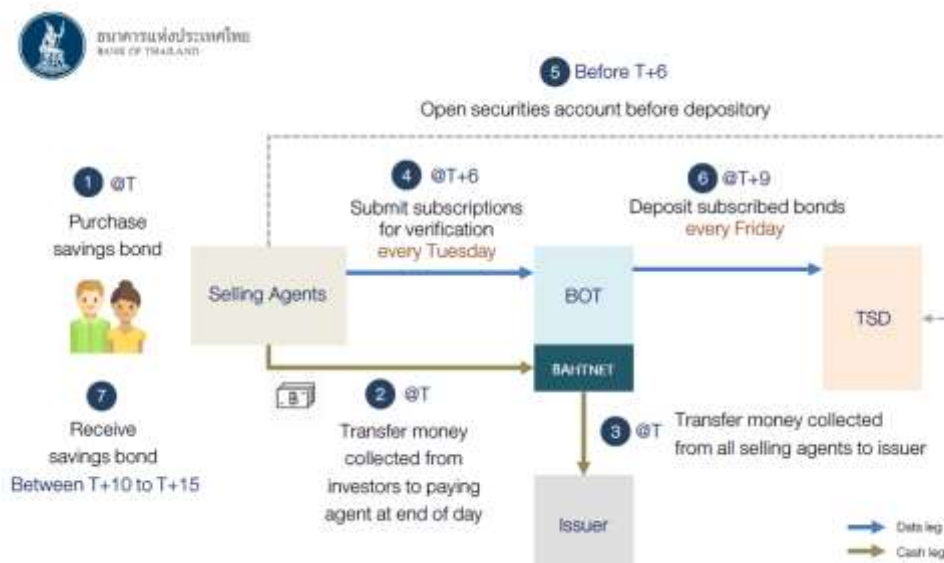
為改善泰國國內債券市場仍欠缺效率情形，例如部分政府債券及公司債仍以實體發行，以及政府儲蓄債券發行至交割時間過長等，BOT 啟動 Project DLT Scripless Bond 計畫，首先應

用 DLT 債券平台（DLT Bond Platform）完成政府儲蓄債券（以下簡稱儲蓄債）發行之登記及銷售作業，最終目標希望所有政府債券及公司債之完整交易週期皆能透過 DLT 債券平台完成，以提升泰國債券市場交易之效率及透明度。

（一）目前儲蓄債發行之作業流程

1. 現行儲蓄債發行銷售流程如圖 12，從投資人向銷售銀行申購並繳款，至儲蓄債存入投資人債券帳戶，全部作業流程歷時可長達 T+15 日。

圖 12 現行儲蓄債發行之登記及銷售流程



資料來源: BOT

在儲蓄債發行之登記及銷售流程作業流程，主要機構之職責及角色各為：

BOT：泰國央行，為登記機構並代理還本付息。

TSD：泰國證券集保公司(Thailand Securities Depository,

TSD)，扮演證券集中保管角色，以及登記初級市場國際證券識別代號與金融產品代號 (ISIN/CFI)。

Issuer：泰國公共債務管理局 (Public Debt Management Office, PDMO)，為儲蓄債發行機構。

Selling Agents：銷售銀行，分別為 Bangkok Bank (BBL)、Kasikorn Bank (KBank)、Krungthai Bank (KTB) 及 Siam Commercial Bank (SCB) 4 家商業銀行。

圖 12 說明現行儲蓄債發行之登記及銷售流程作業流程如下：

- (1) 在 T 日，投資人向銷售銀行申購並繳交款項。
- (2) 在 T 日日終，銷售銀行將代收申購款項存入 BOT BAHTNET 指定帳戶。
- (3) 在 T 日日終，BOT 將銷售銀行代收申購款項存入 PDMO 帳戶。
- (4) 在 T+6 日 (每週二)，提交投資人申購資料予 BOT 審核。
- (5) 在 T+6 日前，投資人須在 TSD 完成開立債券帳戶。
- (6) 在 T+9 日 (每週五)，BOT 將債券存入 TSD。
- (7) 在 T+10 日至 T+15 日，TSD 將債券存入投資人債券帳戶。

2. 現行儲蓄債發行作業欠缺效率之處：

(1) 發行至交割之時間過長

目前儲蓄債的銷售，投資人從申購至交割期間可能長達 15 天，相較於其他政府債券完成交割僅需 2 天，處理時間過長。

(2) 未透過即時系統處理

儲蓄債雖然也是政府債券，但銷售方式並不相同，係由投資人向銷售銀行申購，而非透過 BOT 的即時系統處理，文件審核、核批作業不具效率，資料核對也需仰賴人工作業，難以提供即時分析。

(3) 資訊分散

儲蓄債申購資料分散在 4 家銷售銀行，欠缺整合資料之可信任來源。

(二) DLT 概念驗證

1. DLT 債券平台應用範圍

此次開發 DLT 債券平台僅應用於儲蓄債發行之登記及銷售作業如圖 13。

(1) 儲蓄債之登記作業：債券基本資訊、銷售條件。

(2) 儲蓄債之銷售作業：債券銷售及保留、款項支付、債券帳戶開立及完成債券交割。

圖 13 DLT Scripless Bond 應用範圍



資料來源: BOT

2. DLT 應用目標

為改善現行儲蓄債發行之登記及銷售流程耗時且欠缺效率問題，並探討 DLT 技術之機會及侷限性，BOT 規劃開發具有下列關鍵特色的 DLT 原型：

- (1) 資料整合：整合所有相關資料，提供可信賴之單一來源，並完整記錄所有交易活動。
- (2) 即時性資訊：以近乎即時方式取得資訊，達到更快速分析及有效管理。
- (3) 智能合約及自動化：採用智能合約提升營運效率，並有效縮減人工作業。
- (4) 報告及監視：基於瞭解需求，監視資訊並授權相關監管機構查看。

3. DLT 債券平台之設計

DLT 債券平台上之節點如圖 14，由 BOT、TSD、4 家銷售銀行及 PDMO 組成。泰國債券市場協會 (Thai Bond Market Association, ThaiBMA) 負責公布債券代號，由於僅與次級市場業務有關，在 DLT 債券平台上沒有節點，僅以 API 方式與 BOT 及 PDMO 介接。

圖 14 DLT 債券平台架構圖



資料來源: BOT

註：DLT 債券平台上的節點，順時鐘方向依序為 BOT、TSD、4 家銷售銀行，以及 PDMO。

圖 14 說明 DLT 債券平台上之登記作業流程如下：

- (1) PDMO 公布債券基本資料及銷售條件。
- (2) PDMO 向 ThaiBMA 請求次級市場債券代號。

(3) ThaiBMA 公布次級市場債券代號，並透過 BOT 在 DLT 債券平台上公布。

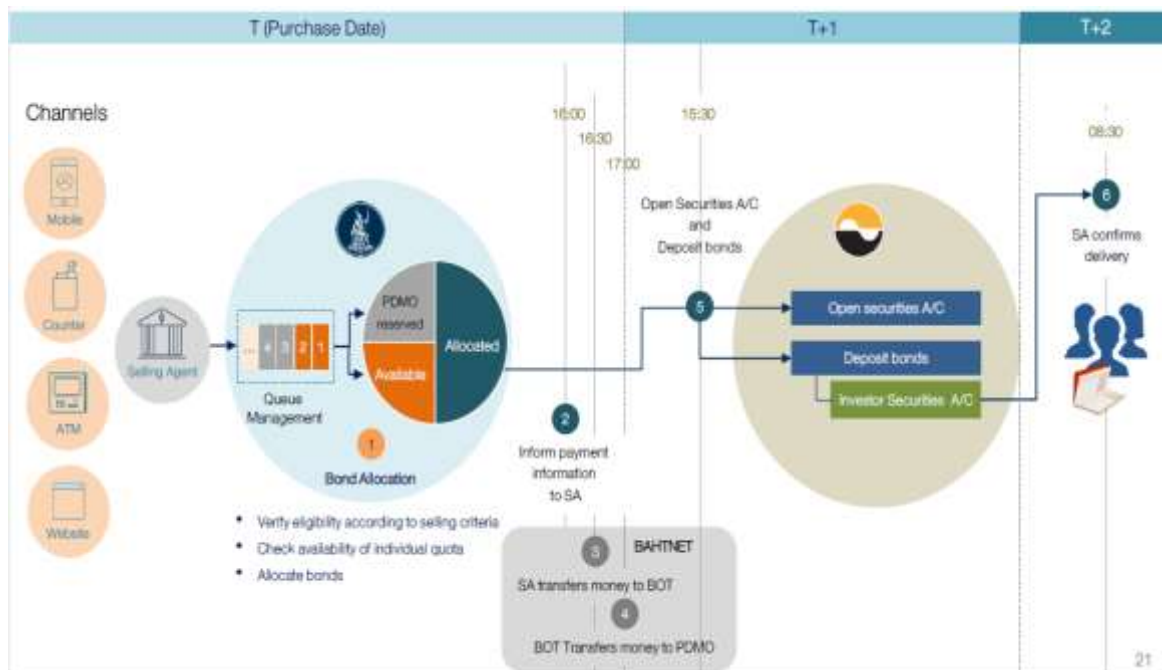
(4.1) BOT 向 TSD 請求初級市場國際證券識別代號 (ISIN Code) 與金融產品代號 (CFI Code)。

(4.2) TSD 公布初級市場國際證券識別代號與金融產品代號。

(5) 銷售銀行查詢債券資料。

上述登記作業須在銷售日前完成，圖 15 說明銷售當日及後續之作業流程如下：

圖 15 儲蓄債在 DLT 債券平台上之銷售作業流程



資料來源: BOT

- (1)在 T 日，BOT 負責債券銷售配置。
- (2)在 T 日下午 4:00，BOT 負責通知銷售銀行申購款項資訊。
- (3)在 T 日下午 4:30，各銷售銀行將申購款項存入 BOT BATHNET 帳戶。
- (4)在 T 日下午 5:00，BOT 將申購款項存入 PDMO 帳戶。
- (5)在 T+1 日下午 3:30，投資人在 TSD 須完成開立債券帳戶。
- (6)在 T+2 日上午 8:30，銷售銀行確認債券已存入投資人之債券帳戶。

4. DLT 概念驗證之測試結果

2018 年前 3 季，BOT 與該國公共債務管理局、證券集中保管中心、債券市場協會、4 家銷售銀行及 IBM 共同進行 Project DLT Scripless Bond 概念驗證，並順利成功完成測試，達成之預期效益包括：

- (1) 投資人取得債券時間可由現行 T+15 日縮短為 T+2 日。
- (2) 有助簡化 4 家銷售銀行、證券集中保管中心及 BOT 繁複之作業流程。
- (3) 公共債務管理局之債券管理更具效率。
- (4) 提升整體價值鏈之效率、透明度及安全性，並降低營運成本。

（三） DLT Scripless Bond 上線前之作業

2018 年 10 月 3 日，BOT 宣布 DLT Scripless Bond 準備正式上線商轉。

自 2018 年第 4 季起，BOT 與該國公共債務管理局、證券集中保管中心、債券市場協會、4 家銷售銀行及 IBM 均進入正式上線前之準備階段，並於 2019 年第 4 季進行最後測試作業。BOT 負責人員特別強調準備過程之工作重點為防範網絡攻擊、強化資訊安全及隱私性，以及完善監管架構等。

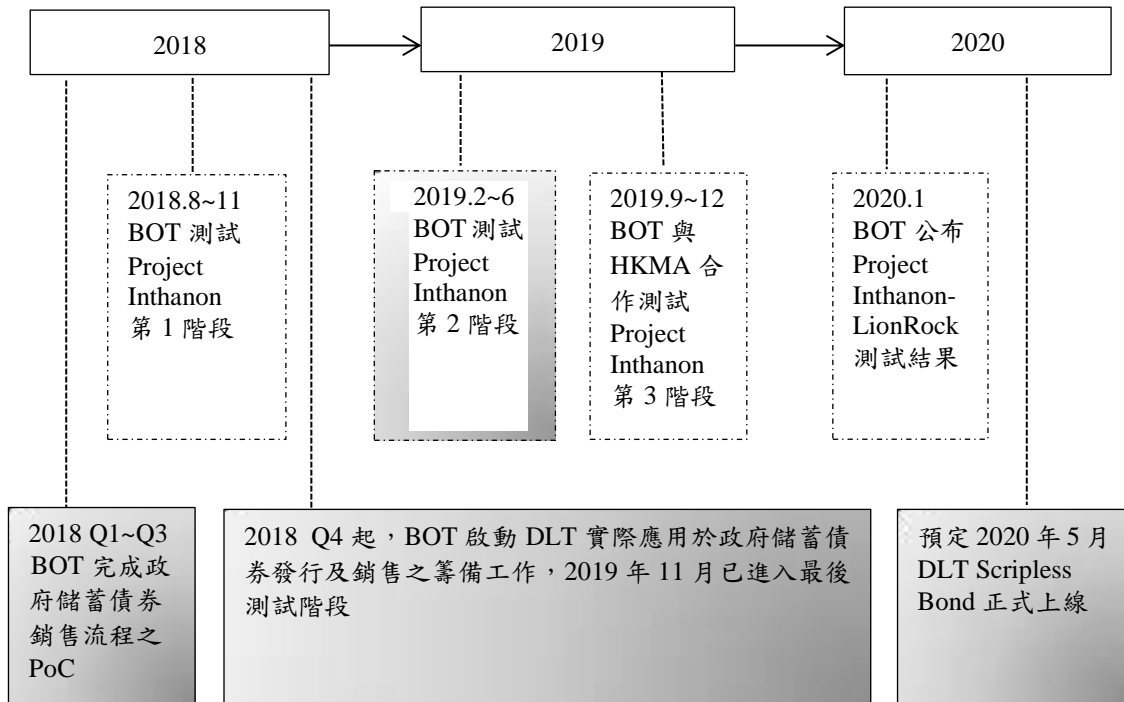
BOT 表示若準備工作進展順利，預定 2020 年 5 月起，將正式應用 DLT 債券平台完成儲蓄債發行之登記及銷售作業。

（四） DLT Scripless Bond 上線後之規劃

BOT 認為 DLT 平台能為泰國證券交易市場帶來許多潛在效益及商業價值，除提升交易效率外，並提供更佳透明度及有效的資訊管理。Project DLT Scripless Bond 只是第 1 步驟，若上線後運作順利，BOT 考慮循序將所有政府債券（發行機構包括財政部、BOT 及國營企業）之交易週期，以及其次級市場交易流程均應用 DLT 債券平台完成。

另據 BOT 負責人員表示，ThaiBMA 開發的公司債區塊鏈債券平台，目前雖仍處於監理沙盒測試階段，惟 ThaiBMA 將觀察 BOT 之 DLT 債券平台推行之實際成效後，再評估是否利用 DLT 債券平台來完成公司債之完整交易週期。

圖 16 BOT 進行之 DLT 概念驗證進程



註: 表示 DLT 之應用領域為支付、結算與清算

 表示 DLT 之應用領域為債券發行、銷售流程及 DVP 交割

資料來源: BOT 及筆者整理

陸、推展 DLT 面臨之挑戰及風險

儘管英國、新加坡、泰國等央行已進行多項 DLT 概念驗證，惟進一步詢問何時實際將該技術應用於現行即時支付清算系統，或何時應用 DLT 債券平台以完成債券發行、交易、付息及還本等作業，均表示目前並無明確上線時程表，主因央行扮演重要金融市場基礎設施營運者之角色，若欲以 DLT 平台實際取代現行支付、清算及交割系統，推行前必須能克服各項挑戰及風險，以確保系統穩健運作，特別是在保護客戶隱私、維護交易的安全、正確及處理交易的速度等各方面，絕對是零失誤的高規格要求。

現階段採 DLT 可能面對的主要挑戰及風險，可分為科技技術與系統作業，以及金融因素與法規監管兩大面向。

一、科技技術與系統作業

(一) DLT 技術仍未成熟

近年國際間央行積極探討 DLT 技術，相繼進行多項相關概念驗證研究與測試計畫，惟研究結果仍多認為 DLT 技術尚未成熟至足以構成支付清算系統之核心技術。儘管經過數年科技已快速發展，惟 DLT 平台能否作為重要市場基礎設施，具備安全性、穩定性及快速復原韌性，仍待檢驗。

(二) DLT 平台之選擇

金融機構一開始可能均面臨不知如何選擇適當 DLT 平台

之難題，最佳的解決方法不外乎先要釐清自身需求，小規模的在不同的 DLT 平台上進行概念驗證，充分瞭解各平台的優勢及侷限性後，再決定開發適合之 DLT 平台。惟金融機構在評估分析不同 DLT 平台時，恐將面臨成本增加，以及須投入人力及時間等問題，因而降低其嘗試意願。

（三） DLT 之隱私性

在 DLT 平台上，不僅要能在帳本間共享資料，又須能百分之百確實保護客戶隱私，實屬一大挑戰。為確保客戶隱私性，BoE 將隱私性納入下一階段新版 RTGS 規劃時之首要項目。

（四） DLT 之可擴充性

擔任即時支付清算平台須具備安全、可靠且可處理大量交易的效能，因 DLT 平台採用共識機制及加密驗證，可能影響處理速度及移轉數量，因此未來 DLT 平台是否有能力正確處理交易流程、維持交易速度且不致造成交割延遲，仍是目前須克服的挑戰之一。

（五） DLT 平台上清算最終性

目前交易後之清算最終性係由法令定義時點，通常具有該金融交易相關之法律基礎。惟在 DLT 解決方案中，可能因 DLT 技術或其所採用共識機制之不同，而無法明確定義最終清算的單一時點。

（六） 系統整合及介接

將 DLT 應用於支付、結算與清算領域，預期可能採行之模

式係從新業務開始，也可能先著眼於改善既有業務，新舊系統極有可能同時雙軌運作一段期間，涉及的相關資訊系統更新，均須確保 DLT 系統能與現行系統互通及整合。此外，金融機構可能各自採用不同技術開發之 DLT 平台，未來不同 DLT 平台間的介接亦須確保其運作順暢。

（七）網路安全性

任何系統都可能存在科技弱點，因而易遭受攻擊。在許可制的 DLT 網路系統，應用程式介面可能成為容易被攻擊的弱點；而在非許可制的 DLT 網路系統，較小的節點則易成為網路弱點，若加密技術遭破解，則 DLT 網路將顯得十分脆弱。

在 DLT 架構下，有效的私鑰及存取憑證之管理至關重要，當私鑰及憑證遺失或被侵害時，使用者可能立即遭受不可回復、不具追索權的損失。

（八）智能合約之可靠性

DLT 之最大特色即係以電腦編碼寫入雙方合約條款及交易啟動條件等，並自動執行。若因電腦程式失靈、交易量過大或其他技術問題等，使智能合約喪失自動執行功能時，恐導致無法順利完成指令，此易衍生系統風險。

二、金融因素與法規監管

（一）生態系發展效應

觀察任何新興科技之應用，皆須仰賴業界多數選擇採用且

積極參與方能有所發展。DLT 生態系之發展其綜效來自於 DLT 網路上的新增使用者，使用者數量增加，將可增進既有使用者之利益，惟新系統於推展初期在缺乏足夠參與者的情況下，早期採用者之淨利可能為負，業者基於成本效益考量，通常不願採用，因而 DLT 生態系之發展不易成形。

（二）未來金融機構之中介角色

DLT 技術係應用去中心化的設計以提升營運效率，因此有些人臆測隨著 DLT 技術之發展，可能將減弱或逐漸淘汰金融機構的中介角色。雖然近年來金融科技創新應用對傳統金融業務帶來不少衝擊，惟目前金融機構在金融服務領域仍扮演許多重要角色，例如在經濟上撮合借款者與儲蓄者，以及對客戶提供金融交易支付清算、資產管理等服務，未來這些功能是否逐漸弱化或被淘汰仍待觀察。

（三）對現金帳本健全性之需求

證券交易透過款券同步移轉，可消弭清算交割風險，在 DLT 平台上透過現金及證券代幣同步移轉，更可提升交易效率，惟目前各國對 DLT 平台上應採何種現金支付代幣之形式尚未達成共識。

儘管各國央行之 DLT 概念驗證多以央行發行數位貨幣作為現金支付代幣進行研究，主因央行數位貨幣作為法定貨幣數位形式，可消弭信用風險且價值穩定；惟考量法律架構、新科技應用風險及對貨幣政策影響尚不明確，目前各國對於央行數

位貨幣仍多停留在研究階段，僅少數新興市場國家決定發行央行數位貨幣。

（四）大型科技公司跨入金融領域

由於大型科技公司擁有網路、大數據及科技技術等優勢，已成為金融服務市場的新參與者，不僅改變傳統金融業之服務面貌，亦影響金融服務的集中度與競爭性，金融市場結構的改變恐會影響金融穩定。

（五）產業共同標準

任何一種新興產業的發展能更臻成熟，皆須有共同標準以供業界遵循。由於不同 DLT 平台主要技術架構各異，訂定共同標準可提供不同 DLT 平台間及其與現行系統間互通或整合之基礎。作為重要市場基礎設施的支付清算系統，必須能與多種 DLT 平台介接且互通，訂定共同產業標準有助降低執行及整合成本。

儘管業界正在思考達成共同標準的方式，惟受限於許多 DLT 應用仍在開發及測試階段，因此業界無法獲得充分資訊來發展適當標準，此為新興科技在發展初期常面臨的挑戰之一。

（六）法令規定

目前與 DLT 相關的法令規定仍不夠明確，例如智能合約之約定內容、DLT 技術構成要素、DLT 平台保存之資訊紀錄及 DLT 平台數位代幣所有權等相關法律基礎，未來若欲積極推動 DLT

應用，政府與業界應共同在完善法律規範上合作，建立更完整的產業秩序。

此外，政府應於 DLT 相關法規中，明定其亦納入與洗錢防制及反恐怖主義融資等相關規範。明確的法規架構，可減少詐騙及洗錢等犯罪行為發生風險，亦可降低對匿名制難以管控之擔憂。

（七）治理及監管架構

現行金融體系雖同時透過法律機制及科技機制來規範商業活動，但仍以法律機制為主。DLT 在本質上因係採去中心化設計，原則上僅需透過科技機制—以電腦程式或協定控制商業活動，無需法律機制即可運作。因此未來政府在制定 DLT 監理架構需同時將兩種機制納入考量，甚至應更為重視監管科技機制之訂定。

完善之 DLT 監管宜同時納入科技技術及政策之監督，對象包括 DLT 網路所有參與者，以及系統與技術服務提供者，相較於現行中心化網路模式，DLT 監管工作預期將更為複雜。未來 DLT 網路上是否設計監管節點來執行監管工作，央行又將在 DLT 平台上扮演何種角色，以及如何管理系統性風險等，目前在各國間仍未形成明確共識。

至於跨境監管工作則難度更高，主因各國在法遵及監管的要求可能不盡相同，例如名詞定義、文件要求、登記註冊等細節，跨國規範各異造成跨境監管複雜度更高。

柒、應用 DLT 對我國中央政府債券業務之影響

現階段各國雖對 DLT 多持肯定態度，且積極投入相關研究，惟目前並無任何國家全面應用在政府債券業務方面，主要是考量現行系統運作順暢，若欲將 DLT 全面應用於債券清算交割作業，尚須克服有關科技技術與系統作業，以及金融因素與法規監管等諸多挑戰。

目前我國中央政府債券業務運作順暢且深獲市場信任，綜合考量應用 DLT 之成本效益，以及可能面臨之挑戰及風險，現階段將 DLT 應用於我國中央政府債券業務，預期增加效益將不顯著。惟 DLT 技術仍持續演進，在應用領域上一直有所突破及精進，將持續關注 DLT 技術應用於債券清算交割作業之可行性，審慎評估對我國中央政府債券業務之影響。

一、對我國中央政府債券標售作業之可能影響

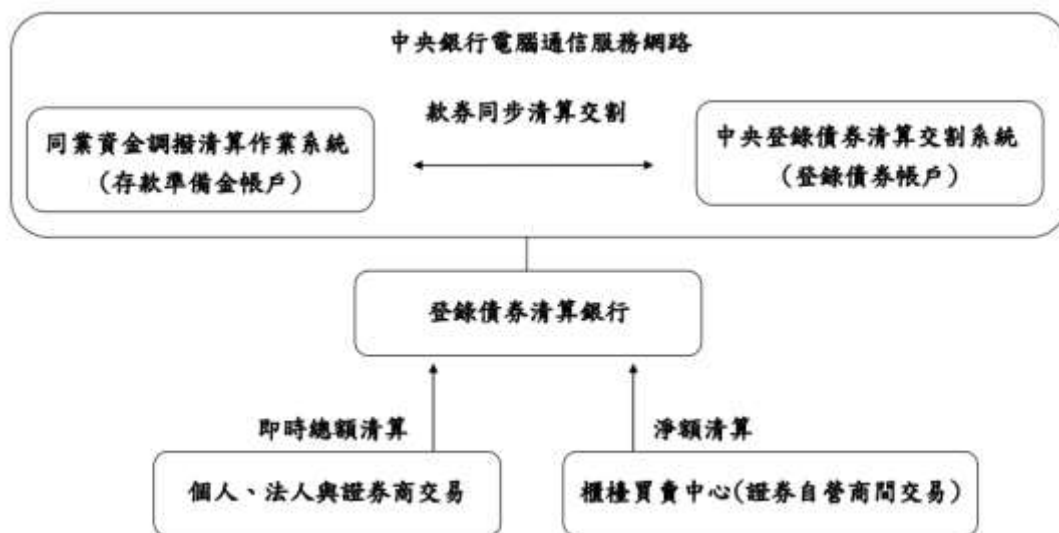
目前每期公債或國庫券標售時，連線單位透過「中央公債及國庫券電子連線投標系統」傳送電子標單，採數位簽章機制確保訊息之正確性、安全性及不可否認性，且開標結果透過系統即時傳送連線單位，連線單位亦透過系統申報相關報表，運作順暢。

由於現行作業已深具效率，評估若將 DLT 應用於中央政府債券標售，似無明顯效益，且導入 DLT 技術需重新建構電子連線投標系統，恐面臨成本增加及新舊系統介接風險。

二、對我國中央政府債券結算、清算及交割程序之可能影響

中央登錄債券之發行、移轉及還本付息係透過本行與 18 家清算銀行連線之「中央登錄債券清算交割系統」辦理（詳圖 17）。該系統為即時總額清算系統，債券移轉具有最終清算、不可撤銷之效力。此外，透過與「同業資金調撥清算作業系統」之連結，債券跨行交易除淨額結算者外採款券同步移轉。

圖 17 中央登錄債券清算交割系統清算交割運作架構



資料來源：中央銀行

由於 DLT 具交易發生即近乎即時完成清算之效益，一般預期應用 DLT 平台處理清算交割時間可望由現行成交日之次 2 營業日 (T+2) 縮短至交易即近乎完成清算交割 (T+0)。惟 BoE 及 MAS 均表示，現行 T+2 日之原因並非技術限制，而是參酌銀行後台處理流程、法律需求及流動性管理等實務考量。T+0 日的快速清算交割時間雖可減少清算風險，但須預先提存現金或債券，若無妥善處理恐有流動性風險之疑慮。

因此，鑒於我國中央政府債券結算、清算及交割程序已具最終清算、不可撤銷之效力，清算交割時間適當，且尚無採行全年無休營運模式之迫切需求，若應用 DLT 平台運作，預期效益將不明顯。

三、對增加「中央登錄債券清算交割系統」穩健性之可能影響

本行營運「中央登錄債券清算交割系統」，已具有完善的治理機制與全面性風險管理架構，除定期檢討風險管理架構，亦訂定完善之相關復原計畫及作業程序，確實執行，並定期進行相關作業演練以確保營運不中斷，目前系統運作具相當穩健性。

考量 DLT 平台雖具避免單點失靈的優點，亦較能抵抗單一（或甚至多重）的節點攻擊，且分散式資料庫復原速度也較快，惟現行運作之「中央登錄債券清算交割系統」已具完善的緊急備援應變措施及風險管理架構，改採 DLT 債券平台，在增強安全性及復原性方面預期效益將不明顯；若要導入 DLT 技術，重新建構清算交割系統，恐面臨成本增加及新舊系統介接風險。

捌、心得及建議

一、研習心得

全球資本市場來到數位新時代，許多新興科技快速發展，主要國家都在探索各種應用機會，我國政府及民間企業亦積極投入相關研究及發展。本次出國執行以「金融科技應用對中央政府債券業務之影響」為主題之研究計畫，研習重點聚焦於瞭解 DLT 技術應用於債券之發行、銷售及支付、結算與清算等業務之實用經驗，藉由拜訪位處歐洲與亞洲金融科技中心的 BoE 與 MAS，以及積極探索應用 DLT 在資本市場的 BOT，以其推展之各項概念驗證計畫作為學習對象，獲益良多，主要心得簡述如下：

（一）英國、泰國及新加坡均積極投入 DLT 應用於支付、結算與清算領域之概念驗證

為追求更安全、更快速、全年無休地營運模式，以及避免單點失靈風險，這 3 國央行扮演領頭羊角色，近幾年帶領金融機構及民間企業參與多項 DLT 應用於支付、結算與清算領域的概念驗證（詳表 2）。

惟 3 國央行均表示 DLT 應用於支付、結算與清算的功能，現階段僅止於概念驗證，重點在探索 DLT 平台的潛在機會及侷限性，短期內尚無計畫應用於實際環境。在國內支付、結算與清算系統部分，由於目前均運作良好，儘管有可以改善的空間，惟並無迫切需求要改採 DLT 技術；在跨境支付、結算與清算系統部分，觀察目前通匯銀行模式確實存在經營成本高且缺乏效

率的問題，但因跨國監管規定複雜且各國央行尚未準備好發行數位貨幣等考量，預期短期內實施跨境 DLT 支付、結算與清算平台之可能性不高。

表 2 3 國央行應用 DLT 於支付、結算與清算領域之概念驗證

	公布時間	合作之公司/央行	債券業務功能測試
BoE	2016 年 6 月	PwC	無
	2017 年 7 月	Ripple	無
	2018 年 7 月	Baton Systems、Clearmatics Technologies Ltd、R3 及 Token	無
	2018 年 11 月	BoE、MAS 及 BOC	無
	進行時間	概念驗證名稱	債券業務功能測試
BOT	2018 年 8 月至 2019 年 12 月	Project Inthanon (3 階段計畫)	第 2 階段測試 債券付息、跨行交易、贖回及附買回交易等功能
	2018 年首 3 季	Project DLT Scripless Bond	政府儲蓄債券發行之登記及銷售流程
MAS	2016 年 11 月迄今	Project Ubin (6 階段計畫)	第 2 階段測試 證券 DVP； 第 5 階段測試 公司債發行

資料來源: BoE、BOT 及 MAS

(二) DLT 平台各有特色，3 國央行均選擇與有經驗的科技公司合作

DLT 運用加密技術將資料分散儲存於系統的各個網路節點，並由節點共同維護帳本，具有去中介化、即時性及無法竄改資料等特性。惟 DLT 仍屬新興科技，概念複雜，且不同 DLT 平台各有設計特色，因此 3 國央行均選擇與有經驗之科技公司合作，依實際業務需求慎選適用之 DLT 平台（詳表 3）。

BoE 之科技合作夥伴主要有 Ripple、Chain、Baton Systems、Clearmatics Technologies Ltd、R3 及 Token 等公司；BoT 有 R3 及 IBM 等公司；MAS 則有 R3、BCS Information Systems、Accenture、IBM、ConsenSys、Microsoft、Anquan Capital、Deloitte 及 Nasdaq 等公司。

表 3 3 國央行進行概念驗證所應用之 DLT 平台

	Ethereum	Quorum	Hyperledger Fabric	R3 Corda
BoE	與 PwC 合作研究之概念驗證	—	—	—
BOT	—	—	DLT Scripless Bond	Project Inthanon
MAS	Project Ubin 第 1 及第 3 階段	Project Ubin 第 2、第 3、第 4 及第 5 階段	Project Ubin 第 2 及第 3 階段	Project Ubin 第 2 及第 4 階段

資料來源: BoE、BOT 及 MAS

（三）除泰國外，英國及新加坡並無與政府債券業務相關之 DLT 概念驗證

經專訪英國及新加坡負責政府債券發行及清算業務的英國債務管理局、BoE 及 MAS，均表示現行政府債券發行及清算業務運作良好，因此暫無進行相關概念驗證。

泰國則由於債券相關業務欠缺效率，例如部分政府債券及公司債仍以實體債票形式發行，以及政府儲蓄債券發行至交割時間過長等，因此 BOT 決定推出 DLT Scripless Bond。

2018 年前 3 季，BOT 已完成相關概念驗證，並自 2018 年 10 月起進行實際商轉準備工作，首先將應用於政府儲蓄債券發行之登記及銷售流程，預定 2020 年 5 月正式上線，惟每半年付息及到期還本仍採現行作業方式。儘管在債券交易週期尚屬小規模之 DLT 應用，惟其可能成為全球首宗將 DLT 應用於政府債券業務之實際案例。

（四）各國對於發行央行數位貨幣仍持謹慎態度

BIS 在 2019 年下半年對全球 66 家中央銀行進行調查，結果顯示超過 8 成受訪央行表示正在研究數位貨幣，但動機主要是為了學習，僅少數央行有發行意願，7 成受訪央行表示在可預期的未來不會發行任何形式之央行數位貨幣。

BoE 於 2019 年 6 月發表之「Future of Finance」提及，考量法律架構、新科技應用風險及貨幣政策影響尚不明確，現階段並無計畫發行央行數位貨幣，惟仍持續研究中。

BOT 曾表示將發行批發型央行數位貨幣，經此次專訪 Project Inthanon 負責人透漏目前 BOT 尚並不急於發行央行數位貨幣，將審慎評估法律架構及貨幣政策等相關影響後再作決定。

MAS 之 Project Ubin 概念驗證，推動初衷即為探討該局發行批發型央行數位貨幣，但自 2016 年 11 月啟動第 1 階段至目前已進入第 5 階段，4 階段完成後所發表的報告內容多圍繞在技術應用層面，鮮少論及央行數位貨幣之發行架構或相關影響評估。藉由訪談參與此計畫之大型金融機構略悉，目前 MAS 內部對於如何發行央行數位貨幣之方式尚未達成共識，且就相關法律架構及新科技應用風險等議題仍持續審慎評估。

（五）善用資料科學，並探索人工智慧、機器學習等其他金融科技應用

3 國央行均表示正在積極探索人工智慧、機器學習等金融科技之應用潛力，儘管尚在初期階段，希冀藉助科技簡化現行作業、強化資料與數據分析、提高監管效能，維持金融市場穩定發展。

MAS 特別顧問 David Haroon 博士（2017 年 3 月至 2019 年 7 月為該局首席數據執行長）特別強調資料科學對於央行之重要性，並分享該局推動資料科學管理工作的經驗，他表示主要工作包括資料定義、蒐集及儲存，資料格式化、認證化及品質化等，並與 Vizor Software 科技公司合作開發新資料蒐集方法，且採用 Tableau 進行視覺化資料搜索。最終目標是將局內及其他

金融機構申報資料整合於單一來源資料中心，俾該局能有效地運用資料及數據進行分析。

(六) 法規及監管係推展金融科技業務之主要挑戰

在科技技術部分，DLT 之可擴充性、安全性、隱密性及交易處理速度等仍為挑戰。基於支付、結算及清算係由央行所提供之基礎設施服務，除須符合高規格的要求，亦要能確保交易隱私性，惟目前 DLT 平台僅止於概念驗證測試，實際成效尚待考驗。

而在推展金融科技業務的過程中，3 國央行均表示科技本身並非最大困難處，繁瑣的法律文件及缺乏明確的監管架構才是主要挑戰，耗時且耗力。除了持續與各金融主管機關進行有效溝通，同時加強跨國監管機關之合作。

(七) 3 國央行內部均成立專責金融科技業務部門

由於金融科技業務成長快速，若僅以央行內部跨部門協作方式運作，參與同仁的工作時間及職責因兼顧原部門業務而受到侷限，難以有效率地完成協作項目（包括金融科技市場及資訊之蒐集及研究、概念驗證計畫之參與、與其他金融主管機關或新創公司之交流及溝通等），因此 3 國央行均成立負責統籌該業務之專責部門（詳表 4）。

表 4 3 國央行均成立金融科技業務部門

	成立年份	部門名稱	部門人數
BoE	2018	Fintech Hub	7
BOT	2018	Financial Technology Department	9
MAS	2015	FinTech & Innovation 及 Special Advisor (Artificial Intelligence)	34

資料來源: BoE、BOT 及 MAS

(八) 多以做中學方式培養央行內部金融科技人才

人才是發展金融科技的關鍵，MAS 積極推展金融科技業務，係少數願意重金挖角科技業界人才並委以要職重用之央行。

BoE Fintech Hub 成員來自行內不同部門，因與科技業界互動頻繁，並與 FCA 負責金融科技業務部門 Innovate（部門人數超過 100 人）合作緊密，逐漸累積相關專業知識。

BOT Financial Technology Department 成員多來自行內支付清算及法律業務部門，其負責金融科技業務的同仁主要藉由辦理相關業務及參與概念驗證的機會，向科技業界及 R3、IBM 等合作夥伴學習相關知識。此外，透過參加金融科技相關主題會議，亦有助累積專業知識及培養人脈關係。

二、展望及建議

（一）持續與國內各相關主管機關研商金融科技之潛在應用

各種金融科技發展應用於資本市場尚屬初期階段，未來亦不排除可能出現其他新興又更佳之科技技術，因此現階段實在難以斷言採行 DLT 乃促進中央政府債券業務效率之有效解決方案。

本行扮演重要金融市場基礎設施營運者之角色，作為政府財務代理人，將持續關注金融科技在此領域之應用，並與國內各相關主管機關同心合作，致力於國內債券市場健全發展。

（二）DLT 技術持續演進，將密切關注 DLT 應用於債券清算交割作業之可行性

「中央登錄債券清算交割系統」自民國 86 年上線迄今，運作順暢，且深獲市場信任，並無明顯痛點顯示須改採 DLT 系統。另此行拜訪英國及新加坡之主管機關，接受訪談時亦持相同看法。

由於 DLT 技術仍持續演進，在應用領域上一直有所突破及精進，將持續關注 DLT 技術應用於債券清算交割作業之可行性，俾利本行未來推展相關業務。

（三）評估配合應用其他金融科技，持續提升中央政府債券業務效能

科技帶動金融改變已是事實，隨著科技快速發展，適時評估搭配其他金融科技應用於本行負責之中央政府債券相關業務。

例如：

1. 藉助「資料科學」之應用：資料是金融市場維運之重要命脈，市場參與者若未能妥善管理、保存及擷取資料，無形中亦影響金融市場運作。應用資料科學可整合及管理本行內部及外部之資料與數據，更有效率地提供業務主管執行決策時參考。
2. 評估「開放應用程式介面」(Open API)之應用：API並非新興科技，但在資訊走向共享的數位新時代，應用這項科技可以優化業務流程。目前中央政府債券業務相關資訊係透過本行網站及政府公開資訊網提供，未來可考量規劃將部分中央政府債券業務資訊透過開放金融數據共享，提升資料查閱及運用之便利性，並簡化本行維護作業。
3. 發展「自動化」之應用：藉助人工智慧、機器學習等科技，可協助處理日常例行性且耗時之工作，例如蒐集網路資料、鍵入數據、產製報表、校對文件、翻譯資料等。未來可考量將此類科技應用在審核公債交易商及清算銀行之定期申報數據及年度財務報告書等，以降低人工作業時間及成本。

(四) 持續與金融科技同業交流，並鼓勵本行同仁充實業務相關金融科技知識

本行已成立數位金融研究小組，且經常透過舉辦講座、分享小組成員學習心得及業務相關實作經驗等方式，提供內部同

仁良好訓練及學習機會。建議亦可推薦同仁多參加國際型會議，親身與各國央行同儕及金融科技專家交流意見，將有助充實與業務相關之金融科技知識。

參考資料

1. 陳恭 (2018), 「區塊鏈的新金融發展研究」, 期末報告書, 財團法人台北外匯市場發展基金會, 6月。
2. Aaron, Michael, Mark Ebeling and Nicholas Drury (2017), “Central banks and digital ledger technology governance,” June.
3. Aaron, Meyer, Francisco Rivadeneyra and Samantha Sohal (2017), “Fintech: Is This Time Different? A Framework for Assessing Risks and Opportunities for Central Banks,” *Bank of Canada Staff Discussion Paper 2017-10*, July.
4. ADBI (2019), “PROJECT INTANON AND THE PROJECT DLT SCRIPTLESS BOND,” *ADBI Working Paper Series*, October.
5. ASTRI (2016), “Whitepaper on Distributed Ledger Technology,” November.
6. Bank of England (2014), “Innovations in payment technologies and the emergence of digital currencies,” 3rd Quarterly Bulletin.
7. Bank of England (2017), “A blueprint for a new RTGS service for the United Kingdom,” May.
8. Bank of England (2019), “FUTURE OF FINANCE – REVIEW ON THE OUTLOOK FOR THE UK FINANCIAL SYSTEM: WHAT IT MEANS FOR THE BANK OF ENGLAND,” June.
9. Bank of Thailand (2018), “Project DLT Scripless Bond : Investing in Thailand’s future – Transforming the securities markets infrastructure with blockchain,” September.

10. Bank of Thailand (2019), “DLT Scripless Bond,” November.
11. Bank of Thailand (2019), “INTHANON : Phase I—An Application of Distributed Ledger Technology for a Decentralised Real Time Gross Settlement System Using Wholesale Central Bank Digital Currency,” January.
12. Bank of Thailand (2019), “Inthanon Phase 2—Enhancing Bond Lifecycle Functionalities & Programmable Compliance Using Distributed Ledger Technology,” July.
13. Bank of Thailand (2019), “Inthanon,” November.
14. Bank of Thailand (2020), “Inthanon-LionRock—Leveraging Distributed Ledger Technology to Increase Efficiency in Cross-Border Payments,” January.
15. Benos, Evangelos, Rodney Garratt and Pedro Gurrola-Perez (2017), “The economics of distributed ledger technology for securities settlement,” *BoE Staff Working Paper No. 670*, August.
16. BIS (2017), “Distributed ledger technology in payment, clearing and settlement-An analytical framework,” February.
17. BIS (2017), “What is distributed ledger technology ?,” *BIS Quarterly Review*, September.
18. BIS (2020), “Impending arrival – a sequel to the survey on central bank digital currency,” January.
19. He, D. et al. (2017), “Fintech and Financial Services: Initial Considerations,” *IMF Staff Discussion Note*, June.

20. KPMG (2016), “KPMG’s Distributed Ledger Services Meet Luxembourg,”.
21. MAS (2017), “Project Ubin: SGD on Distributed Ledger,” March.
22. MAS (2017), “PROJECT UBIN PHASE 2: Re-imagining Interbank Real-Time Gross Settlement System Using Distributed Ledger Technologies,” November.
23. MAS (2018), “Delivery versus Payment on Distributed Ledger Technologies Project Ubin,” November.
24. MAS (2019), “Jasper – Ubin Design Paper: Enabling Cross-Border High Value Transfer Using Distributed Ledger Technologies,” May.
25. Matthew Hancock and Ed Vaizey (2016), “Distributed Ledger Technology: beyond block chain,” January.
26. Mead, James et al. (2016), “Blockchain settlement-Regulation, innovation and application (Regulatory and legal aspects related to the use of distributed ledger technology in post-trade settlement),” Euroclear, November.
27. Mills, David et al. (2016), “Distributed ledger technology in payments, clearing, and settlement,” *Finance and Economics Discussion Series 2016-095*.
28. Shepherd, Ben et al. (2016), “Blockchain in Capital Markets-The Prize and the Journey,” Euroclear and Oliver Wyman, February.

29. World Bank Group (2017), “Distributed Ledger Technology (DLT) and Blockchain,” *FinTech Note, No. 1*.
30. World Economic Forum (2016), “The future of financial infrastructure – An ambitious look at how blockchain can reshape financial services,” August.
31. World Economic Forum (2019), “Central Banks and Distributed Ledger Technology: How are Central Banks Exploring Block Today?,” *White Paper*, March.