

## 特 載

# DeFi 及 NFT 之發展與風險議題

中央銀行

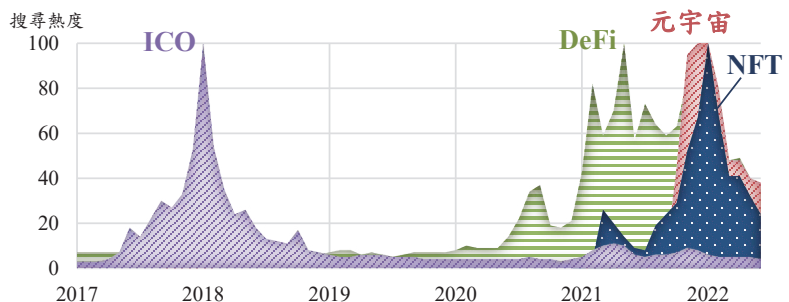
自 2009 年以來，應用區塊鏈技術創造比特幣等加密（虛擬）資產所衍生出的新產品或服務，常冠以新穎獨特的名稱，這些新名稱往往能博得媒體與大眾的關注，但有些產品或服務當投機炒作的熱潮一過，很可能就乏人問津，2017~2018 年的「首次代幣發行」(ICO)<sup>(註1)</sup>就是一例。近期炒熱的題材則有「去中心化金融」(DeFi)<sup>(註2)</sup>及「非同質化代幣」(NFT)<sup>(註3)</sup>，特別是 NFT，有人認為其可能成為數位經濟的另類商品市場而廣受矚目。本文主要介紹 DeFi 及 NFT 之市場發展情形及風險議題，以提醒大眾注意相關風險。

## 壹、加密資產市場新名稱或題材層出不窮

### 一、加密資產市場不斷出現新名詞或題材

比特幣是在 2009 年問世，迄今，比特幣價格依舊波動劇烈，仍是高風險的加密資產。至於跟隨比特幣開啟的加密資產產業，仍不斷地尋找新的應用場景與發展商機，包括早期的去中心化運算平台<sup>(註4)</sup>、去中心化應用程式<sup>(註5)</sup>，到近年興起的 DeFi 與 NFT，以及有人開始利用「元宇宙」(Metaverse)<sup>(註6)</sup>題材，發想在元宇宙中進行 DeFi 或是以 NFT 買賣虛擬世界的商品。這些新興名詞或題材開始確實博得大眾的關注，惟熱潮似乎逐漸消退（圖 1）。

圖 1 ICO、DeFi、元宇宙及 NFT 的網路搜尋熱度



資料來源：Google Trends 網站

## 二、投資人或消費者須瞭解相關風險，以免得不償失

迄今，加密資產仍是虛擬世界投機或投資工具，對於實質經濟發展鮮有貢獻<sup>(註7)</sup>。加密資產市場為維持完全去中心化區塊鏈系統的運作，除已使人類社會承擔能源耗損<sup>(註8)</sup>外，加密資產相關交易潛藏洗錢、資恐等非法金流，並可能參雜非法吸金、金融詐騙等惡意行為，而市場上炒作加密資產的風氣，更是吸引民眾沉迷於類似賭博的金錢遊戲；尤其新興的 DeFi 及 NFT，投資人或消費者在投入市場前，有必要瞭解其市場發展情形及風險問題，以免得不償失。

## 貳、DeFi 市場發展情形與風險

### 一、DeFi 以去中心化的方式提供加密資產的金融服務

(一)加密資產相關的金融服務，早期是由中心化的機構提供，稱為「中心化金融」(CeFi)<sup>(註9)</sup>；近年來新發展的「去中心化金融」(DeFi)則是透過區塊鏈上自動執行的智能合約，能在無需中心化中介機構的情況下，提供加密資產相關的金融服務(表1)<sup>(註10)</sup>。

表 1 DeFi、CeFi 及傳統金融

| 服務 | 加密資產金融系統                       |                                   | 傳統金融     |
|----|--------------------------------|-----------------------------------|----------|
|    | DeFi                           | CeFi                              |          |
| 交易 | 去中心化交易平台<br>(例如 Uniswap)       | 中心化交易平台<br>(例如 Binance、Coinbase)  | 交易所與 OTC |
| 借貸 | 去中心化借貸平台<br>(例如 Aave、Compound) | 中心化借貸平台<br>(例如 BlockFi、Celsius)   | 商業銀行等    |
| 投資 | 去中心化投資組合<br>(例如 yearn、Convex)  | 加密資產基金公司<br>(例如 Grayscale、Galaxy) | 基金公司     |

資料來源：主要取材自 Aramonte 等 (2021)

(二)DeFi 與傳統金融的不同之處除技術外，最根本的差異在於，DeFi 標的為

加密資產，而傳統金融標的則為受監理保障的金融商品。標的不同看似形成區隔 DeFi 與傳統金融的邊界，但這邊界並非涇渭分明，尤其是許多 DeFi 加密資產的交易已與傳統金融商品有所連結，如以美元或債券等為擔保的穩定幣<sup>(註 11)</sup>。

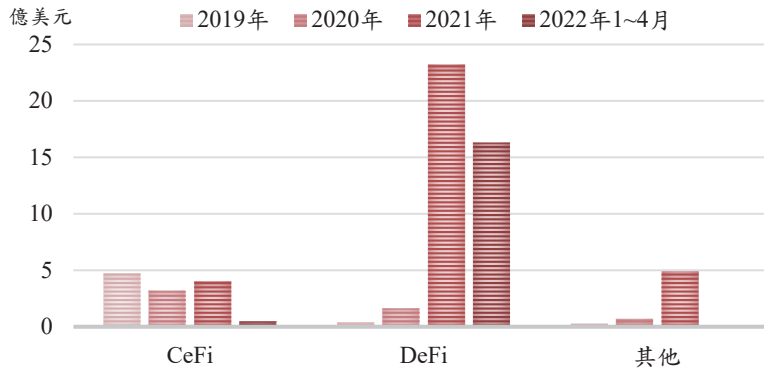
(三)目前 DeFi 市場上投入的資金超過 900 億美元(圖 2)，惟因資安問題常成為駭客的攻擊目標；Chainalysis 統計本(2022)年 1~4 月全球共有約當 16.8 億美元的加密資產遭竊，DeFi 即占 97%(圖 3)<sup>(註 12)</sup>。

圖 2 投入 DeFi 的金額



資料來源：DeFi Llama 網站

圖 3 加密資產遭竊金額



資料來源：Chainalysis (2022)

## 二、DeFi 目前正在監管範圍外發展，已衍生諸多風險

國際證券管理機構組織 (IOSCO) 認為，DeFi 雖宣稱能讓交易更快、更便宜及更有效率地執行，卻也去除傳統中介機構在保護投資人及維護市場誠信 (integrity) 上，作為守門人 (gatekeeper) 的重要角色。DeFi 可能滋生風險<sup>(註 13)</sup> 如次：

### (一) 資訊不對稱與詐欺風險

- DeFi 通常透過網紅、社群媒體及線上推廣活動等管道宣傳，但由於資訊不實或廣告不當，投資人並未能充分瞭解相關風險。此外，儘管 DeFi 在區塊鏈上的數據與智能合約的程式碼是公開的，但要理解這些數據與程式碼需要具備一定的技術能力與知識。
- DeFi 在近期炒作下，已吸引不法人士用於詐欺與其他不當行為，特別是 DeFi 能快速、匿名地提走資金，受害者的損失通常無從追索。

### (二) 市場誠信風險

- DeFi 可能會出現交易與價格操弄，以及利益衝突等風險。例如維護區塊鏈運作的礦工如發現有 DeFi 欲大量購買以太幣，則礦工可能會試圖將自己購買以太幣的交易安排在 DeFi 之前「搶先交易」(front-running)，讓後續成交的 DeFi 交易得以推高以太幣價格，之後再以高價售出套利。

### (三) 非法活動風險

- 許多 DeFi 並未遵循反洗錢與反資恐 (AML/CFT) 規範，可能形成洗錢與資恐的缺口。

### (四) 營運與技術風險

- DeFi 倚賴區塊鏈執行智能合約與清算加密資產，如區塊鏈運作失靈，將直接影響 DeFi 的運作。此外，區塊鏈交易增多時，可能會導致交易壅塞並使交易手續費攀升，可能影響投資人的成本與交易效率。
- DeFi 智能合約內的程式碼可能未經檢核，有可能潛藏程式錯誤 (bug)、漏洞等；DeFi 技術尚不成熟，常受到網路攻擊。

### (五) 治理風險

- 許多 DeFi 的運作看似去中心化，但由於開發團隊有修改 DeFi 智能合約的實質權力，因此 DeFi 的治理實際上是由開發團隊（及背後的出資人）全權控制，相關治理機制並不透明。

#### （六）風險外溢到傳統金融市場

- 目前 DeFi 與傳統金融市場間的連結雖尚有限，但在增長中。例如，DeFi 常使用的穩定幣，可能是以傳統金融商品作為擔保資產；私募基金可能會投資在 DeFi 專案等。
- 如果越來越多 DeFi 涉及傳統金融商品與服務，或是傳統金融機構涉入 DeFi 領域，卻沒有接受相應的監管規範，很可能會導致風險外溢到傳統金融市場。

### 三、DeFi 應遵循相關監管規範

- （一）IOSCO 認為，DeFi 提供如支付、借貸、保險<sup>（註 14）</sup>等服務，已出現與傳統金融相似的風險，宜適用於相似金融業務之監管規範。
- （二）國際防制洗錢金融行動工作組織 (FATF) 亦提醒注意 DeFi 洗錢問題。FATF 上 (2021) 年 10 月已更新相關 AML/CFT 指引，認為 DeFi 應用程式只是一種軟體或技術，本身雖不符合 FATF 標準所定義的虛擬資產服務提供者 (VASP)，但 DeFi 的創作者、所有者及營運者，或是其他能控制或足以影響 DeFi 的人，則可能屬 VASP，須遵循相關 AML/CFT 規定<sup>（註 15）</sup>。

## 參、NFT 的特性及面臨的挑戰與風險

### 一、NFT 的緣起與特性

- （一）NFT 前身是比特幣衍生出的有色幣 (Colored Coin)
  - NFT 是一種在區塊鏈上發行的數位代幣，每個 NFT 在區塊鏈上都是唯一、非同質化及不可替代的 (non-fungible)。
  - NFT 概念是源自於 2012 年 12 月以色列加密學專家 Meni Rosenfeld 提議：

在既有的比特幣上，劃分出一部分並添加額外的標記，將之轉變為有專屬用途的 Colored Coin<sup>(註 16)</sup>。例如以 Colored Coin 代表某商品的所有權，則該 Colored Coin 在比特幣區塊鏈上的移轉，就相當於該所有權的移轉；然而，該提議在當時並未激起太多火花。

- (二) 2017 年加密龐克 (CryptoPunks) 及謎戀貓 (CryptoKitties) 曾引發一波熱潮
- 2017 年 6 月加拿大軟體開發人員在以太坊 (Ethereum) 平台上發行 CryptoPunks 代幣，每個代幣都代表一個數位角色「Punk」(圖 4) 的所有權<sup>(註 17)</sup>，可用於社群媒體作為替代自己的人物圖像 (profile picture)。

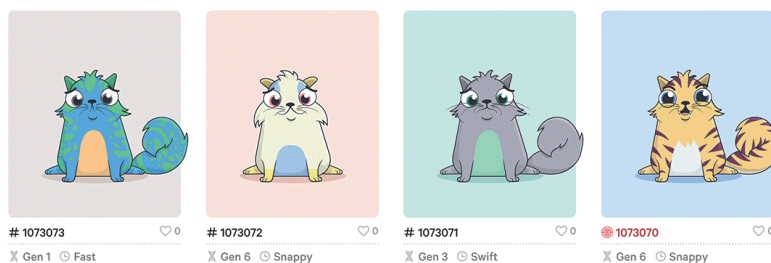
圖 4 CryptoPunks 的範例



資料來源：Larva Labs 網站

- NFT 一詞是在以太坊平台推出 NFT 的代幣標準 ERC-721<sup>(註 18)</sup> 後，才逐漸流傳。採用該標準的首例，是 2017 年的 CryptoKitties 代幣，每個代幣都代表一隻數位貓咪 (圖 5) 的所有權<sup>(註 19)</sup>。CryptoKitties 在當時引發一波網路養貓熱潮，最高曾占用以太坊平台約 25% 的流量<sup>(註 20)</sup>。

圖 5 CryptoKitties 的範例



資料來源：CryptoKitties 網站



### (三) 上年因藝術品拍賣、新遊戲模式及名人參與，帶動 NFT 炒作風潮

- 上年 3 月藝術家 Beeple 網路畫作<sup>(註 21)</sup>在佳士得 (Christie's) 拍賣行以超過 6,900 萬美元成交，並將代表該畫作所有權的 NFT，移交給得標者。不過其實該畫作的原始圖檔已在網路上公開，任何人都可以下載<sup>(註 22)</sup>。
- 近年來發展出新的遊戲模式「邊玩邊賺」(play-to-earn)，玩家可在遊戲中收集以 NFT 代表的遊戲角色「Axie」，並與其他玩家或電腦進行對戰，藉此獲利<sup>(註 23)</sup>。
- 名人與公司行號公開宣傳自己購買的 NFT，甚至與廠商合作發行各種 NFT<sup>(註 24)</sup>。

### (四) 區塊鏈上每一個 NFT 都是唯一且無法分割

- 每個 NFT 在區塊鏈上產製時，都帶有不同的唯一識別碼 (unique identifier)，且該識別碼也無法變更。由於每個 NFT 都是完整的存在，無法再分割成更小的單位，與可再分割的比特幣等代幣不同<sup>(註 25)</sup>。
- NFT 所有者證明擁有該 NFT 的方式，與比特幣等其他加密資產的證明方式相同，即透過區塊鏈記載的交易歷史，可追查出 NFT 交易移轉到的錢包地址，作為該 NFT 當前所有者的證明。

## 二、NFT 市場發展現況

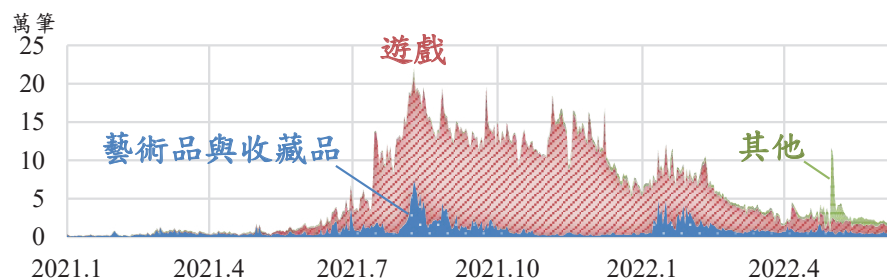
### (一) 藝術品與收藏品為目前 NFT 市場交易的主流

目前 NFT 市場交易以藝術品與收藏品類別為主<sup>(註 26)</sup>，遊戲類別雖因上年受益於「邊玩邊賺」的炒作熱潮，而使交易筆數攀升 (圖 6)，但就整體交易金額而言，仍以單價較高的藝術品與收藏品類別占大宗 (圖 7)。

### (二) 目前 NFT 只是加密資產交易的小眾市場，流動性低，購入後不易轉手

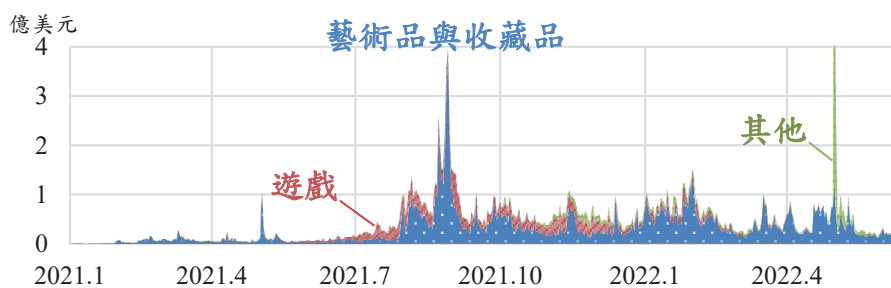
目前用來發行各種加密資產的以太坊平台，活躍錢包數約 40 萬個<sup>(註 27)</sup>，惟 NFT 活躍錢包數不及 2 萬個 (圖 8)，占比僅約 4%，且較上年 11 月單日近 12 萬個的高峰已大幅減少。此外，NFT 經初級市場上市銷售後，在次級市場的轉手率不高 (圖 9)<sup>(註 28)</sup>，這也符合藝術品與收藏品等商品低流動性的交易特性。

圖 6 不同類別 NFT 的銷售筆數



資料來源：NonFungible 網站

圖 7 不同類別 NFT 的銷售金額



資料來源：NonFungible 網站

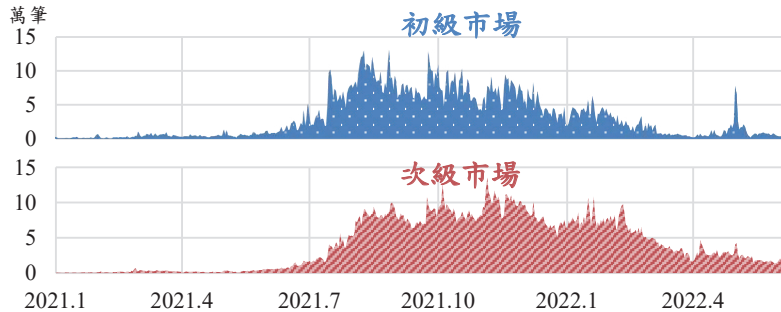
圖 8 NFT 活躍錢包數



資料來源：NonFungible 網站



圖 9 NFT 在初級與次級市場的銷售筆數



資料來源：NonFungible 網站

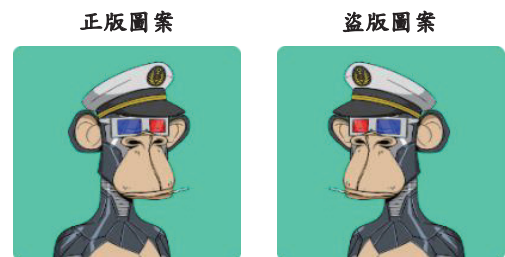
### 三、NFT 的挑戰與風險

(一) NFT 只是一種區塊鏈上的特殊代幣，可用來記載任意數據，惟是否可表彰其代表商品的所有權，尚有疑義

一 區塊鏈技術只能保障 NFT 在該區塊鏈上的唯一性，並讓 NFT 能如同其他代幣一樣在區塊鏈上移轉；但單靠區塊鏈技術本身在現行法制上尚無法明確認定 NFT 所代表商品的權利歸屬。由於 NFT 只是一種區塊鏈上的特殊代幣，不是商品的本體，其所連結的商品，通常是儲存在網路上公開的數位檔案，任何人都能下載，並建立副本加以使用，導致 NFT 所有人無法占有及排除他人使用，似難享有如實體商品所有權的完整權利。

一 由於任何人都可以產製 NFT，已有人利用 NFT 盜用他人的藝術創作，侵害他人的權利，或是利用 NFT 進行詐騙等不法行為。例如，知名 NFT 無聊猿 (Bored Ape Yacht Club) 為一系列不同造型的數位人猿圖案，曾被人將圖案水平翻轉，產製出新的 NFT 在網路上販售 (圖 10)<sup>(註 29)</sup>；NFT 交易平台 OpenSea 亦稱有高達 80% 的 NFT 是抄襲、詐騙或造假的<sup>(註 30)</sup>。

圖 10 正版與盜版無聊猿的範例



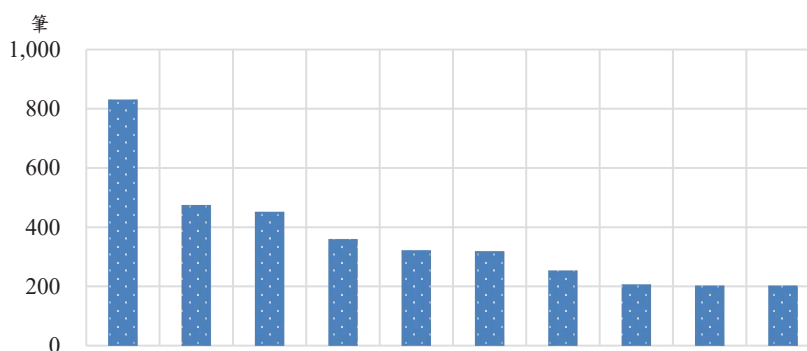
資料來源：CoinDesk 與 OpenSea 網站

(二) 即使 NFT 真能代表商品所有權，其

投資風險仍然很高，不適合作為一般大眾的投資標的

- 目前 NFT 試圖代表的商品主要為數位藝術品、收藏品及遊戲道具等，其價值的認定主觀、因人而異，且通常無法合理評價。加上 NFT 目前尚屬於小眾市場、流動性低，投資風險高，並不適合作為一般大眾的投資標的。
- NFT 市場充斥虛偽交易，藉此營造 NFT 交投熱絡的假象。據 Chainalysis 研究指出，有單一帳戶左手賣出右手買進同一個的 NFT，進行超過 800 筆的沖洗交易 (washing trade)(圖 11)<sup>(註 31)</sup>；NFT 市場上也存在內線交易等不正當的操縱行為，例如 NFT 交易平台 OpenSea 員工被指控利用內部資訊 (如 OpenSea 官網擬宣傳特定 NFT 的資訊)，以獲取個人利益<sup>(註 32)</sup>。

圖 11 2021 年十大 NFT 沖洗帳號的沖洗交易筆數



資料來源：Chainalysis (2022)

- NFT 市場多數參與者並未獲利。例如，Chainalysis 研究指出，NFT 發行時即第一手購入者，僅 28.5% 在轉賣時會獲利<sup>(註 33)</sup>；另在區塊鏈上產製出的 NFT，有三分之一最終未能銷售出去<sup>(註 34)</sup>。

### (三) 目前 NFT 市場存在投資人或消費者保護的問題

- NFT 的發展仍在初期的階段，相關市場機制尚在摸索之中，其法律定位也不明確，且主要是涉及藝術品等非金融商品；一般投資人或消費者通常只能仰賴 NFT 交易平台 (可能位於海外) 片面提供的服務條款，難以期待能受到周延的保護。

- NFT 消費者可能處於不利的一方。例如，消費者買入的 NFT 目前在法律上的權利屬性不明、買到造假的 NFT(例如盜版的無聊猿)或市場上的成交價不一定反映真實的買賣(例如被沖洗交易誤導)等。此外，目前市場上已出現宣傳 NFT 的不實廣告，英國廣告標準局(ASA) 上年 11 月特別將 NFT 相關廣告列為紅色警示，因為許多廣告缺乏適當的投資風險警示、對投資細節避重就輕、占消費者經驗不足的便宜及不負責任地進行宣傳(例如營造趕緊投資的氛圍)等<sup>(註 35)</sup>。
- NFT 市場雖尚在早期發展階段，惟因演變快速，且 NFT 代表的商品種類廣泛，未來發展可能包括金融商品；目前主要國家多未正式將 NFT 納入金融監理的範圍，但持續關注市場相關發展，並準備好在必要時採取適當措施。英國財政部、美國證券交易管理委員會(SEC)、日本金融廳(FSA)及新加坡金管局(MAS)均採取類似態度<sup>(註 36)</sup>。至於少數國家如泰國，為遏止炒作，其證券交易委員會禁止境內加密資產交易平台提供 NFT 相關服務<sup>(註 37)</sup>。

#### (四) NFT 承擔與比特幣等其他加密資產相同的技術風險

- 由於 NFT 與比特幣等加密資產相同，都是使用區塊鏈技術，因此，所有區塊鏈技術相關的問題，也會發生在 NFT 上。例如，區塊鏈上的交易紀錄可能會因分叉而消失<sup>(註 38)</sup>、區塊鏈上的智能合約也可能會有程式錯誤(bug)<sup>(註 39)</sup>等；此外，區塊鏈上錢包的運作與公私鑰機制息息相關，消費者如遺失數位錢包的私鑰或私鑰被盜用，則消費者錢包內的 NFT 恐將永遠喪失<sup>(註 40)</sup>。
- 透過中心化的交易平台上買賣 NFT，消費者也得承擔該交易平台的相關風險，例如，上年 3 月 NFT 交易平台 Nifty Gateway 被駭，部分客戶帳戶被駭客接管(account takeover)，導致帳戶中的 NFT 連帶被盜走<sup>(註 41)</sup>；本年 2 月 NFT 交易平台 OpenSea 也傳出有客戶遭釣魚郵件詐騙，導致帳戶中的 NFT 不翼而飛<sup>(註 42)</sup>。

#### (五) 將 NFT 碎片化可能涉及證券發行等金融行為

- NFT 碎片化係將 NFT 的權利切割成數個更小的持份，並以發行新代幣的

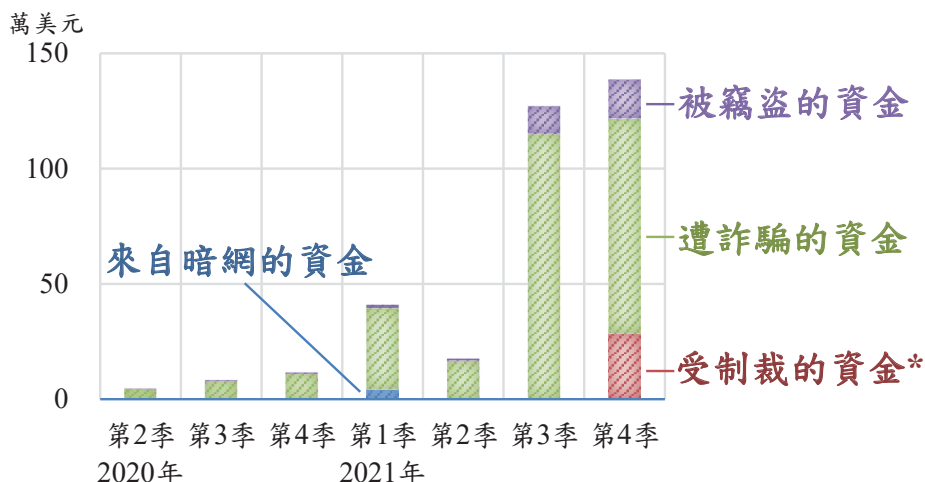
方式將該等持份公開銷售；例如前述 CryptoPunks 由於限量發行且單價昂貴<sup>(註 43)</sup>，流通不易，已有人將其鎖進智能合約中，據此發行 1 億單位的 PUNKS 代幣<sup>(註 44)</sup>，以分散給更多人持有及交易買賣，可能類似資產證券化的行為。

- 由於 NFT 碎片化可能涉及證券發行等金融行為，美國 SEC 已介入調查<sup>(註 45)</sup>；香港證監會認為此跨越了收藏品與金融資產之間的界線，應受「證券及期貨條例」規範<sup>(註 46)</sup>；中國大陸則禁止 NFT 碎片化，以免形同變相的 ICO 募資行為<sup>(註 47)</sup>。

#### (六)買賣 NFT 可能涉及洗錢等不法交易的資金

- 傳統上藝術品本身就很容易涉及洗錢交易<sup>(註 48)</sup>。如以 NFT 代替藝術品進行交易，很可能會進一步加重洗錢的風險，尤其是 NFT 係源自於高洗錢風險的加密資產，同樣具備匿名性、易於(跨境)移轉<sup>(註 49)</sup>等特性。
- 目前 NFT 交易平台已有許多不法資金流入，主要來自詐騙相關的帳戶(圖 12)。儘管不法資金的規模占 NFT 整體市場交易金額的比重不高，但已隨上年 NFT 的熱潮而迅速成長<sup>(註 50)</sup>。

圖 12 NFT 交易平台收到的不法資金



\* 受制裁的資金係來自被美國財政部列入黑名單 (Specially Designated Nationals and Blocked Persons) 的俄國 P2P 交易平台 Chatex。

資料來源：Chainalysis (2022)

- FATF 認為，個別 NFT 有可能屬於或不屬於 FATF 反洗錢標準所定義的虛擬資產或金融資產類別，重點在於考量該 NFT 的性質與實際功能，爰 FATF 建議各國應個案考量 NFT 是否適用 FATF 反洗錢標準<sup>(註 51)</sup>。

## 肆、結語

### 一、目前加密資產市場發展對金融穩定影響有限，但已引發主要國家監理單位對投資人與消費者保護議題的關注

- 目前加密資產總市值約 1 兆美元，遠不及全球金融資產市值 469 兆美元<sup>(註 52)</sup>；由於加密資產規模尚小，多用於虛擬世界相關交易之投機炒作，鮮少用於實質經濟活動，與金融體系間的連結程度不高，現階段對金融穩定影響有限。不過，國際間金融穩定委員會 (FSB) 已注意到如果加密資產的規模及與金融體系間的連結持續成長，未來有可能會影響金融穩定<sup>(註 53)</sup>。

- 加密資產的價格波動仍大，投資風險高<sup>(註 54)</sup>。此外，加密資產相關交易潛藏洗錢、資恐等非法金流，而市場上炒作加密資產的風氣，除吸引民眾沉迷於類似賭博的金錢遊戲外，也可能參雜非法吸金、金融詐騙等惡意行為，涉及許多投資人與消費者保護的議題，因此，引發主要國家對於加密資產監理的關注，國際間也正敦促建立一致的監管標準<sup>(註 55)</sup>。

### 二、DeFi 去除傳統金融中介機構作為守門人的重要角色，為控管相關風險，仍宜納入金融監理範圍

- 以去中心化運作的 DeFi，由於無須傳統金融中介機構的介入，似乎更能直接有效地提供金融服務，但這樣的作法卻同時去除傳統金融中介機構作為守門人的重要角色，已滋生資訊不對稱與詐欺、市場誠信、非法活動、營運與技術、治理等方面的諸多風險。
- 儘管 DeFi 應用程式只是一種軟體或技術，其運作看似去中心化，但由於開發團隊握有修改 DeFi 智能合約的實質權力，無法置身事外，爰須確保



其開發的 DeFi 合於相關監管規範，不會損害投資人或消費者權益，或是讓風險外溢到傳統金融市場。

### 三、NFT 或有潛力形成數位商品交易的另類市場，惟仍存在諸多風險，一般大眾如要作為投資標的，須審慎為之

- NFT 雖具備唯一性、不可替代等特性，使他人無法在區塊鏈上重製出相同的 NFT。然在電腦世界中，複製是再簡單不過的一件事，任何文字、音樂、圖片或影片等數位檔案只要公開在網路上，任何人都可以輕易地取得，並重製出與原始檔案完全相同的副本，導致數位檔案的權利保護不易。假如未來 NFT 能克服實務上與法律上關於數位商品權利定位與歸屬的問題，或有潛力形成該等商品交易的另類市場。
- NFT 市場目前仍存在諸多問題，除上述取得 NFT 並不一定代表取得商品的所有權、消費者可能買到抄襲、詐騙或造假的 NFT 外，NFT 與比特幣等其他加密資產使用相同的區塊鏈技術，也連帶承擔相同的技術風險；買賣 NFT 也可能涉及洗錢等不法交易；此外，將 NFT 碎片化亦可能會涉及證券發行等募資或吸金行為；由於大多數國家尚未將 NFT 納入監理，難以期待消費者受到周延的保護。
- 針對 NFT 的投資風險，近期國際間已有監理機關發出警示。例如，英國 ASA 對不實的 NFT 廣告發出紅色警示，另其金融行為監理總署 (FCA) 警告投資人應做好投入資金會全部損失的準備<sup>(註 56)</sup>；香港證監會也提醒投資人如未能完全理解 NFT 與承受潛在虧損，便不應投資於這些資產<sup>(註 57)</sup>。有鑑於此，一般大眾如要作為投資標的，須審慎為之。

## 註釋

註 1：有關 ICO 的說明，參見中央銀行 (2018)，「虛擬通貨與首次代幣發行 (ICO) 的發展近況、風險及監管重點」，6 月 21 日央行理監事會後記者會參考資料。

註 2：英文全名為：Discentralized Finance。

註 3：英文全名為：Non-Fungible Token。



- 註 4：例如可去中心化運行智能合約 (smart contract) 的以太坊 (Ethereum) 平台。
- 註 5：去中心化應用程式 (decentralized application, DApp) 係指在去中心化運算平台上運作的應用程式，包括智能合約，以及便於一般人操作的使用者介面。
- 註 6：元宇宙一詞源自 1992 年科幻小說「潰雪」(Snow Crash)；當前延伸此概念發展的元宇宙是電腦模擬出來的數位場景，結合擴增實境 (AR)、虛擬實境 (VR) 等增進體驗的技術，讓人彷彿能身入其境，並藉由操縱存在於元宇宙的虛擬分身，與其他人在元宇宙中活動，完全不受地理隔閡的限制；參見李忠謙 (2021)，「當『元宇宙』第一次出現在科幻小說裡，那是什麼樣子？」，風傳媒，11 月 15 日。
- 註 7：Vega, Nicolas (2022), “Warren Buffett Wouldn’t Buy ‘All of the Bitcoin in the World’ for \$25: ‘It Doesn’t Produce Anything’,” CNBC, May 2; Getahun, Hannah (2022), “Bill Gates Said He Doesn’t Own Any Cryptocurrency Because It Isn’t ‘Adding to Society’,” Business Insider, May 21.
- 註 8：例如，Digiconomist 網站估計目前比特幣區塊鏈一年的能源消耗為 204.5 TWh(與泰國相當)、碳足跡為 114.06 Mt CO<sub>2</sub>(與捷克相當)。有鑑於此，美國紐約州已通過凍結當前虛擬資產挖礦碳排放的法案；參見 Digiconomist 網站、Vielkind, Jimmy (2022), “New York Legislature Approves Bill to Limit Cryptocurrency Mining,” The Wall Street Journal, Jun. 3。
- 註 9：英文全名為：Centralized Finance。
- 註 10：Aramonte, Sirio, Wenqian Huang, and Andreas Schrimpf (2021), “DeFi Risks and the Decentralisation Illusion,” BIS Quarterly Review, Dec. 6.
- 註 11：有關穩定幣的說明，參見中央銀行 (2021)，「國際間穩定幣的發展、風險及監管議題」，12 月 16 日央行理監事會後記者會參考資料。
- 註 12：Chainalysis (2022), “The 2022 Crypto Crime Report,” Feb.; Chainalysis (2022), “Theft, Money Laundering, and NFT Market Manipulation Underline Importance of Safety and Compliance in Web3,” May 12.
- 註 13：IOSCO (2022), “IOSCO Decentralized Finance Report,” Mar. 24.
- 註 14：例如，部份 DeFi 使用美元穩定幣「TerraUSD」(UST) 作為支付工具，但 2022 年 5 月 UST 價格無法維持穩定，連帶使得相關 DeFi 運作失常或停擺；DeFi 借貸「Anchor」，以高達 20% 的利率吸引投資人存入美元穩定幣 UST，涉及向不特定多數人收受款項或吸收資金等行為；DeFi 保險「Nexus Mutual」，以投票的方

式決定是否理賠，但無法保證投票的結果是否公正，因此就算真的發生事故，保戶也可能無法獲得理賠。

註 15：FATF (2021), “Updated Guidance for a Risk-Based Approach to Virtual Assets and Virtual Asset Service Providers,” Oct. 28.

註 16：Rosenfeld, Meni (2012), “Overview of Colored Coins,” Dec. 4; EU Blockchain Observatory and Forum (2021), “Demystifying Non Fungible Tokens (NFTs),” Nov. 29.

註 17：總共只有 1 萬個 Punk，且每個造型都是獨一無二的，是由電腦依演算法隨機挑選數項特徵（如種族、髮型、配件等）自動產生，供以太坊使用者免費領取，迄今已全數被領取完畢。

註 18：以太坊平台在運作上採用許多標準，如 ERC-20 (Ethereum Request for Comments 20) 是傳統（同質化）代幣的標準，ERC-721 則是 NFT 的標準；ERC-721 係於 2017 年 9 月提出草案，2018 年 1 月正式推出。

註 19：CryptoKitties 每隻貓咪的造型也都是獨一無二的，且可以與其他貓咪交配繁殖（須支付手續費），產製出新的貓咪（同樣是獨一無二的）。

註 20：據 CryptoKitties 網站顯示，2017 年 12 月 5 日 CryptoKitties 的交易占以太坊平台約 25% 的流量，導致該平台嚴重堵塞，也連帶影響到 CryptoKitties 以外的其他加密資產交易。

註 21：藝術家 Beeple 將自己自 2007 年起在網路發布的所有畫作，合併成一張圖片（為 JPG 格式，檔案大小約 319MB），並命名為「Everydays: The First 5000 Days」。

註 22：該畫作據報導是由經營比特幣自動櫃員機 (BTM) 事業的 Vignesh Sundaresan 得標，他購買的原因是為了支持創作者，同時藉此博取名聲；他本人並不在乎事實上任何人都可以自由下載該畫作，甚至鼓勵大家下載；參見 Dailey, Natasha (2021), “Why the Buyer of Beeple's \$69 Million NFT Wants Everyone to Make Free Copies of the Digital Art,” Business Insider, Dec. 1。

註 23：在遊戲的過程中，玩家會獲得加密資產 SLP 與 AXS 代幣為獎勵，可用於繁殖新的 Axie。由於玩家在遊戲中取得的 NFT、SLP 及 AXS 等代幣，均可以在區塊鏈網路上交易並換成實質收入，從而提供玩家遊玩的另類動機——賺錢。參見 Nagarajan, Shalini (2022), “Play-to-earn Crypto Games Have Exploded onto the Scene and Are Shaking up Gaming Business Models. Here's How They Work, and Where the Value Comes from for Investors,” Business Insider, Jan. 23。

- 註 24：例如，社群媒體推特 (Twitter) 創辦人 Jack Dorsey 曾以 NFT 的方式，將他發表的第一篇推特文章上網拍賣；也有音樂人將歌曲以 NFT 的方式上網銷售；參見 Howcroft, Elizabeth (2021), “Twitter Boss Jack Dorsey's First Tweet Sold for \$2.9 Million as an NFT,” Reuters, Mar. 23；葉冠吟 (2021)，「黃明志用 NFT 賣歌中共管不了 3 小時售完 1 天賺 2500 萬」，中央通訊社，11 月 8 日。
- 註 25：例如 1 單位的比特幣，可再分割成數個更小單位 (如 0.1 單位) 的比特幣。
- 註 26：目前 NFT 所代表的內容，係以虛擬世界的商品為主。雖然 NFT 也可以代表實體世界的商品，但實際案例較少；例如，美國房地產新創公司曾以 NFT 方式拍賣公寓；參見 Propy (2021), “Propy Successfully Auctions World’s First Real Estate NFT,” Jun. 9。
- 註 27：活躍錢包 (active wallet) 數係指當日 (24 小時內) 有進行交易 (買或賣) 的錢包數；據 EtherScan 網站統計，2022 年 6 月 9 日以太坊平台的活躍錢包數為 419,890 個。
- 註 28：較有可能的情況是，大部分 NFT 沒有轉賣或乏人問津，而僅有少部分 NFT 交投熱絡，在市場上多次轉手。
- 註 29：Wang, Tracy (2021), “NFT Project Bored Ape Yacht Club Spawns ‘Left-Facing’ Copycats,” CoinDesk, Dec. 30.
- 註 30：OpenSea 於 2020 年 12 月提供用戶免費產製 NFT 的功能「lazy minting」，但該功能已被濫用；利用此功能產製的 NFT，有高達 80% 是抄襲、詐騙或造假的，爰 OpenSea 於 2022 年 1 月開始限制用戶可以免費產製 NFT 的數量；參見 Manoylov, MK (2022), “OpenSea Reveals that Over 80% of Its Free NFT Mints Were Plagiarized, Spam or Fake,” The Block, Jan. 31。
- 註 31：Chainalysis (2022), “The 2022 Crypto Crime Report,” Feb.
- 註 32：U.S. Attorney's Office for the Southern District of New York (2022), “Former Employee of NFT Marketplace Charged in First Ever Digital Asset Insider Trading Scheme,” Jun. 1.
- 註 33：Chainalysis (2022), “The Chainalysis 2021 NFT Market Report,” Jan.
- 註 34：Lim, Darren, Javier Gonzalez, and Louisa Choe (2022), “NFT Minting Behavior: What Does the Data Teach Us about the Market?” Nansen, Mar. 25.
- 註 35：ASA (2021), “ASA Statement on Crypto-assets,” Nov. 23.
- 註 36：UK HM Treasury (2022), “Cryptoasset Promotions: Consultation Response,” Jan.；Ligon, Cheyenne (2021), “SEC Commissioner Hester Peirce Says Washington

Doesn't Need a New Crypto Regulator,” CoinDesk, Dec. 31；日本金融廳 (2021)，「2021 事務年度 金融行政方針 補充資料」，8 月 31 日；MAS (2022), “Reply to Parliamentary Question on Regulation of NFT Activities,” Feb. 15.

註 37：Thailand SEC (2021), “SEC Board Approves Rules Governing Digital Asset Exchanges Regarding Service Provision Related to Utility Tokens and Certain Types of Cryptocurrencies,” Jun. 12.

註 38：以比特幣區塊鏈為例，其機制允許區塊鏈交易紀錄出現暫時分叉 (fork) 的情形，當分叉出的支鏈被主鏈取代 (使用者事前無從辨別支鏈是否會成為主鏈) 時，支鏈上的交易紀錄將被捨棄。

註 39：例如 2022 年 4 月拍賣 Aku NFT (代表頭戴太空帽的 3D 數位角色) 的智能合約因有程式錯誤，導致參與競標的 11,539 以太幣 (約當 3,400 萬美元) 最終無法提領出來；參見 Hayward, Andrew (2022), “Aku Ethereum NFT Launch Ends With \$34M Locked in Flawed Smart Contract,” Decrypt, Apr. 25。

註 40：如果消費者的私鑰遺失，就無法取用 NFT，等同該 NFT 永遠遺失。

註 41：Powers, Benjamin (2021), “Lessons from the Nifty Gateway NFT Heist: Not Your Keys, Not Your Art,” CoinDesk, Mar. 18.

註 42：Benson, Jeff (2022), “OpenSea CEO Says NFT Exploit Was Likely a ‘Phishing Attack’,” Decrypt, Feb. 20.

註 43：市面上販售中的 CryptoPunks 價格不一，目前最低要價約 7 萬美元，而 PUNKS 代幣的單價僅約 0.06 美元；資料來源：LarvaLabs 與 fractional.art 網站。

註 44：PUNKS 代幣的發行人將 16 個 CryptoPunks 鎖進智能合約，其發行的每 1 單位 PUNKS 代幣僅代表該等 CryptoPunks 價值 (或所有權) 的 1 億分之 1。

註 45：Robinson, Matt (2022), “SEC Scrutinizes NFT Market Over Illegal Crypto Token Offerings,” Bloomberg, Mar. 3.

註 46：香港證監會 (2022)，「證監會提醒投資者注意非同質化代幣的相關風險」，6 月 6 日。

註 47：中國互聯網金融協會、中國銀行業協會及中國證券業協會 (2022)，「關於防範 NFT 相關金融風險的倡議」，4 月 13 日。

註 48：U.S. Department of Treasury (2022), “Study of the Facilitation of Money Laundering and Terror Finance Through the Trade in Works of Art,” Feb.

- 註 49：NFT 的移轉是在網路上完成，不用實際移動藝術品或支付搬運費 ( 不過可能得支付交易平台及區塊鏈交易手續費等其他費用 )。
- 註 50：Chainalysis (2022), “The 2022 Crypto Crime Report,” Feb.
- 註 51：FATF (2021), “Updated Guidance for a Risk-Based Approach to Virtual Assets and Virtual Asset Service Providers,” Oct. 28.
- 註 52：Bank of England (2022), “Financial Stability in Focus: Cryptoassets and Decentralised Finance,” Mar. 24.
- 註 53：FSB (2022), “Assessment of Risks to Financial Stability from Crypto-assets,” Feb. 16.
- 註 54：例如 2022 年 5 月甫發生南韓業者開發的美元穩定幣 TerraUSD (UST) 與美元脫鉤事件，最終導致美元穩定幣 UST 與加密資產 Terra 價格雙雙歸零，受害的南韓民眾高達 28 萬人；參見 Lee, Jihoon and Cynthia Kim (2022), “Crypto-loving S.Koreans Bet on Luna Rising from Ashes, Worrying Regulator,” Reuters, May 19。
- 註 55：U.S. Department of the Treasury (2022), “G7 Finance Ministers and Central Bank Governors Meeting Communiqué,” May 20.
- 註 56：FCA (2022), “FCA Reminds Consumers of the Risks of Investing in Cryptoassets,” May 11.
- 註 57：香港證監會 (2022)，「證監會提醒投資者注意非同質化代幣的相關風險」，6 月 6 日。