

全球智慧海洋漁業趨勢分析

撰文/林彥宏·余祁暉

地球人口不斷增加，食物供應的壓力亦愈趨加劇，但在溫室效應、全球土地資源減少與沙漠化的情況下，全球可供作物種植及畜牧的面積持續降低，因此近年來國際上對海洋資源、水產養殖便寄予重望，使得人類對漁業資源的利用度愈來愈高。

若以漁獲來源區分，我國海洋漁業分為沿近海漁業及遠洋漁業，在發展歷程中，初期以無動力漁船從事漁撈作業，在科技發展下，漁船裝置內燃機及利用漁探機、漁撈機械等設備使得漁產量增加並且作業範圍可擴張至遠洋海域。目前遠洋漁業自動化發展程度較高，且為強化我國漁業管理能力以解除歐盟非法、未報告、不受規範 (IUU) 漁業黃牌名

單，避免衝擊我國遠洋漁業發展，因此在導入智慧化過程中，乃聚焦於遠洋漁業，以作為海洋漁業之標竿，未來相關成果更可推展至沿近海漁業，進而升級整體海洋漁業。

全球海洋漁業發展現況與挑戰

根據聯合國糧農組織 (FAO) 資料顯示，2016 年全球漁業產量高達 1.71 億噸，其中海洋漁業總產量為 9,090 萬噸，相較於 2015 年下降 200 萬噸，其中海洋水域與內陸水域之產量分別為 7,930 萬噸與 1,160 萬噸，佔總海洋漁業產量比例分別約為 87.2% 和 12.8% (圖一)。而在產值部份，則預估合計約為



資料來源：FAO；台灣經濟研究院生物科技產業研究中心整理繪製(2018)。

圖一 全球海洋漁業產量

3,620 億美元。

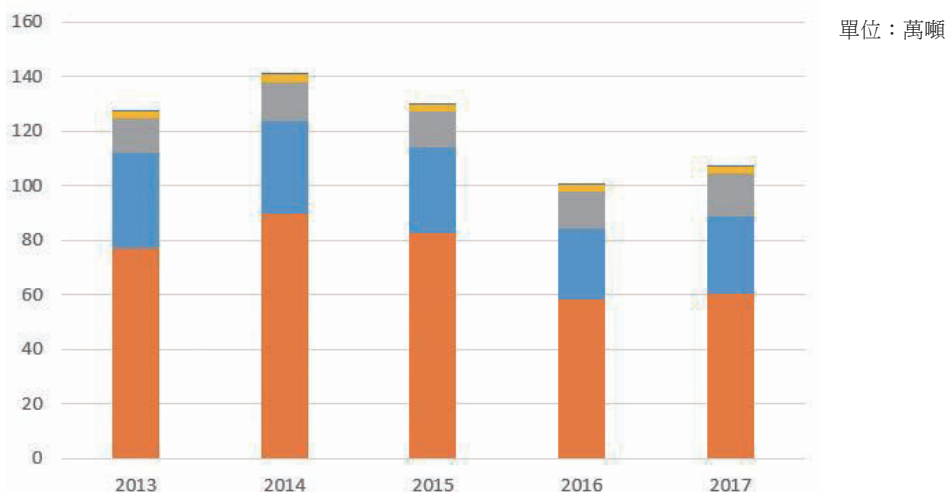
依據 FAO 監測資料顯示，目前海洋漁業資源狀況持續惡化，過度捕撈是主要原因，FAO 早於 2001 年就制定「預防、制止和消除非法、未報告及不受規範漁業之國際行動計畫」(IPOA-IUU)，各區域性漁業管理組織 (RFMOs) 及國家亦無不致力於採取各項行動以打擊 IUU 漁業。故聯合國可持續發展目標中，已制定相關捕撈規定、希望能終止過度捕撈、並盡可能在短時間內將種群數量恢復至能產生最高可持續產量等具體目標。然而，重建需要時間，但為實現可持續發展目標，乃需要各國配合，尤其是在政策協調、資金和人力資源籌措以及先進技術應用，未來才有機會透過重建過度捕撈種群，進而增加產量，帶來社會、經濟和生態效益。

而除了過度捕撈，水產品標示錯誤與生產追溯系統亦為整體產業問題。2016 年國際海洋保護組織 Oceana 發表了一份調查報告，指出有高達 20% 的海鮮標示錯誤，像是用「油魚」偽裝成「圓鱈」就是臺灣民眾熟悉的例子，以致於從零售、進出口、加工整條產業鏈都大受影響。同時在這份報告中，Oceana 也清楚表達「食材可追溯性」為解決此問

題的最好方法。以 Intel 為例，也曾在區塊鏈平台 Hyperledger Sawtooth 上打造食材溯源系統，透過感應器追蹤漁獲的位置、溫度、品項等相關資訊，確保從漁船一路送到餐廳路途中的資料透明性，避免被有心人士竄改。2018 年 1 月，世界自然基金會 (WWF) 更發布了追蹤漁獲來源的區塊鏈溯源計畫，希望進一步瓦解非法漁獲交易。以中國來說，京東於 2017 年 12 月成立了「中國區塊鏈食品安全聯盟」，成員包括了沃爾瑪 (Walmart)、IBM、清華大學，期望更多企業加入聯盟，將區塊鏈技術更大規模應用到食品安全領域。

國內產業發展現況與挑戰

依漁業統計年報，2013-2017 年我國整體漁業（含水產養殖）總產量平均約為 121 萬公噸，總產值平均約為新臺幣 961 億元，漁業從業人數約 32 萬人，在 FAO 漁獲統計中位居全球第 20 名；而我國 2017 年整體海洋漁業產量為 79 萬公噸，產值平均約為新臺幣 591 億元，其中遠洋漁業部分，其年產量約為 70 萬公噸以上，產值約新臺幣 400 多億元（圖二、圖三）。遠洋漁船作業海域遍佈世界三大洋，包



資料來源：漁業統計年報(2013-2017)；台灣經濟研究院生物科技產業研究中心整理繪製(2019)。

圖二 我國整體漁業（含水產養殖）產量

括公海及他國經濟水域，作業船數約有 1,100 多艘，其中在他國經濟水域係以入漁合作或租船合作方式進入作業，目前與我國漁船有入漁合作國家約有 19 國。

然而，根據歐盟理事會第 1005/2008 號公告，我國目前仍為預防、制止和消除非法、未報告及不受規範 (IUU) 漁業法規第 31 條及第 33 條所認定與建立不合作第三國名單成員，自 2015 年 10 月起迄今尚未解除。根據漁業署資料，臺灣遠洋漁業外銷比例超過 7 成，若轉為紅牌不合作名單，歐洲成員國都可以禁止我國漁獲輸入，漁船也將被禁入成員國港口維修、卸魚，將衝擊我國遠洋漁業發展。

我國為符合國際管理方式，已通過並施行《遠洋漁業條例》，並修訂《漁業法》及《投資經營非我國籍漁船管理條例》，同時推動一系列強化監測、管控及監督 (MCS) 的措施，以強化整體管理制度與監管能力。行政院則成立跨部會專案小組，以有效整合相關部會之管理量能。然而，我國漁業管理能量仍不足，尤其在觀察員人員有限的情况下，應透過跨領域科技來協助解決。

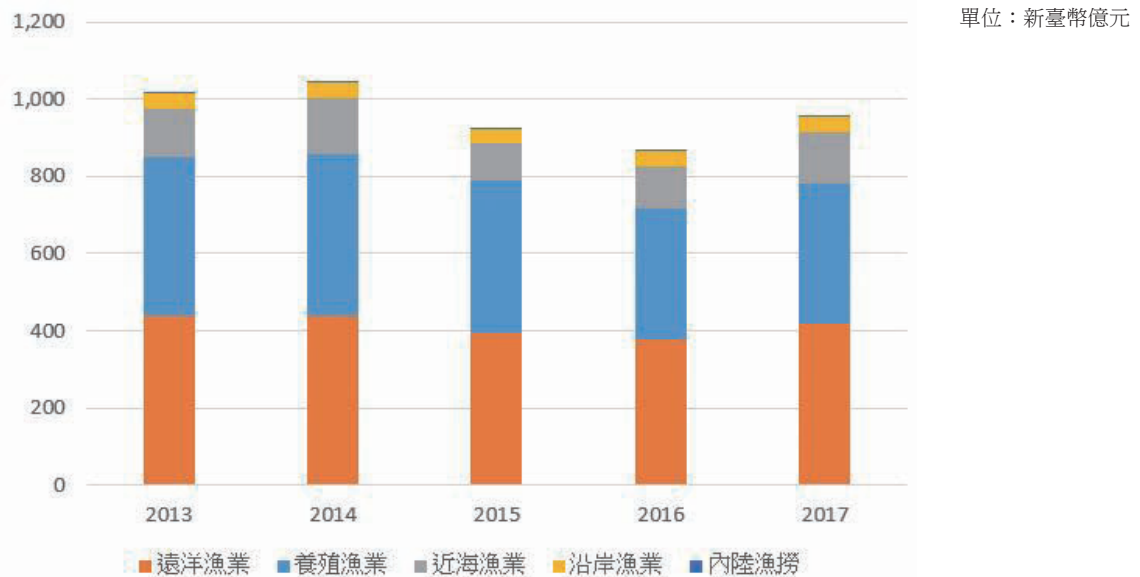
另一方面，我國目前亦已藉由水產品生產追溯系統強化生產者產品自主管理責任、揭露生產者資訊，並促進在地生產在地消費。水產品經營者將其生產之水產品品項、產地及生產者等相關資訊登錄到水產品生產追溯系統，讓消費者透過智慧型手機等行動裝置掃描該二維條碼，即可獲得水產品來源等資訊，藉以強化生產者自主管理與產品安全責任。未來若能套用區塊鏈技術與概念，配合智慧化數據收集與紀錄，將可進一步強化水產品生產追溯能力，提升消費者對水產品之信賴。

代表性廠商技術發展趨勢與營運模式

目前全球面臨的產業問題，除了因過度捕撈造成的海洋漁業資源狀況持續惡化外，水產品標示錯誤與生產追溯系統亦為整體產業問題。而本文藉由國際代表性案例分析，以作為我國未來在產品技術上解決方向與營運模式之參考。

(一) 歐盟 SMARTFISH

歐盟 Horizon 2020 計畫主要補助對象為歐盟會



資料來源：漁業統計年報(2013-2017)；台灣經濟研究院生物科技產業研究中心整理繪製(2019)。

圖三 我國整體漁業（含水產養殖）產值

員國或是歐盟關聯國 (associated countries)，並歡迎非歐盟之協力廠商國家，與以上這兩類的國家一同合作參加 Horizon 2020 計畫。其中的「釋放水生生物資源的潛力」(Unlocking the potential of aquatic living resources) 策略方案有 51 個計畫，其目標是管理、永續開發和維護水生生物資源，以從歐洲海洋和內陸水域獲得社會和經濟效益的最大報酬，並保護生物多樣性。其中為防止捕撈非目標生物，2018 年初成立了「SMARTFISH」四年計畫，該計畫是由挪威 SINTEF Ocean 研究機構協調，團隊包含了挪威、丹麥、土耳其、法國、英國和西班牙的大學、研究機構和漁業組織等。

根據歐盟共同漁業政策 (the Common Fisheries Policy, CFP)，主要的明星魚種（如鮭魚、鱈魚、鯨魚）在一窩蜂的獵捕之下將面臨生存的危機，若進一步考量整個生態系的平衡，將為海洋帶來不可知的風險，最終將影響漁業的永續發展，因此須透過歐盟成員的共同管理與規範使得歐盟漁業能夠永續發展。

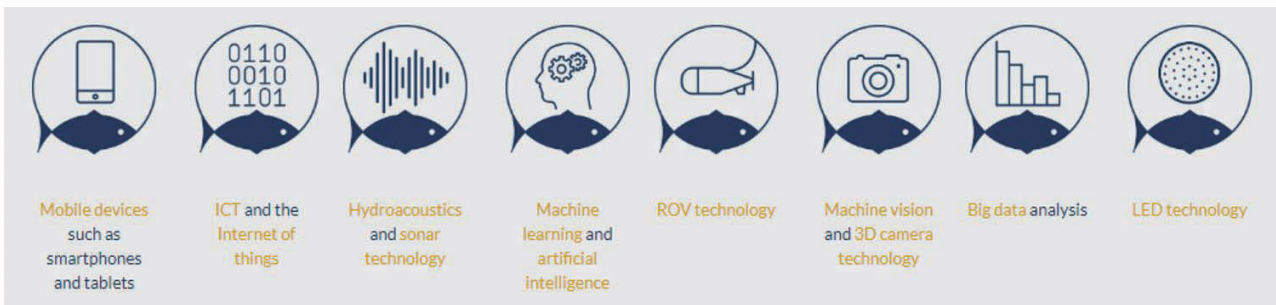
有鑑於此，SMARTFISH 目的是就現有技術與設備進行結合，開發出一套高科技系統，包含透過光學和水聲技術的圍網捕撈規模和物種識別系統 (Seine Precog)、即時監測系統 (Fish Finder)、即時提供有關進入拖網的物種和大小詳細資訊 (Trawl Monitor)、自動探測蝦類棲息洞穴 (Nephrops Scan)、利用 LED 技術優化拖網漁具捕捉性能的系統 (Smart

Gear)、3D 機器視覺系統 (Catch Scanner)、小型漁船用的多功能掌上型 3D 機器視覺裝置 (Catch Snap)、影像自動監測和分析的系統 (Catch Monitor)、分析船上捕獲監控系統和其他相關裝置取得的數據資料庫 (Fish Data)。其目的是希望能透過自動化數據收集，優化捕魚效率並降低人類行為對海洋生態的影響，同時也能為漁民提供漁業法規的遵守證據 (圖四)。

其中，東英吉利大學 (University of East Anglia) 計算科學學院團隊開發圖像處理與電腦學習等相關技術，可用於分析閉路電視和手持性裝置拍攝的圖像，幫助提高漁民的捕撈效率，並協助提供新的漁業資源數據，避免人為的捕撈壓力與生態破壞，同時增進漁業資源管理。期望通過智慧技術發展永續和環境友善之漁業，可降低過度捕撈與非法捕魚的狀況發生，提供全球經濟背後的優良競爭性和良好的水產養殖環境，促進海洋產業創新。

(二) 美國 SmartCatch

美國 SmartCatch 所開發的 DigiCatch 視頻監控系統具有即時攝影鏡頭、照明、電纜和傳感器，可收集數據進行分析，並配合 SmartNet，讓船長只要在駕駛艙就可以操作捕撈網保留已捕獲的魚隻，並放生不需要的魚隻避免濫捕的行為，以減少捕撈非目標物種。同時間也與 Google 合作，希望未來能運用區塊鏈概念到漁業生產運銷過程中，積極鼓勵漁



資料來源：SMARTFISH H2020(2018)。

圖四 SMARTFISH系統設計概念與應用技術

民可透過支付少量金額之方式 (micropayments)，交換所需要之捕獲資料，以減少誤捕其他海洋生物的機會 (圖五)。

(三) 英國 SRT Marine Systems plc

英國 SRT Marine Systems plc 所開發的漁船監控系統 (Vessel Monitoring System, VMS) 已取得全球認證，其藉由 AI 技術進行船隻的追蹤、並自動提供電子捕獲報告，配合先進船舶 ELOG 系統，可進行環境監測以及自動回報 IUU 狀況等功能。

英國的 SRT Marine Systems plc，前身為 Software Radio Technology plc，主要從事海洋技術開發業務。公司的主要業務包括開發和供應海事領域自動識別系統 (AIS)，以及衍生產品和系統解決方

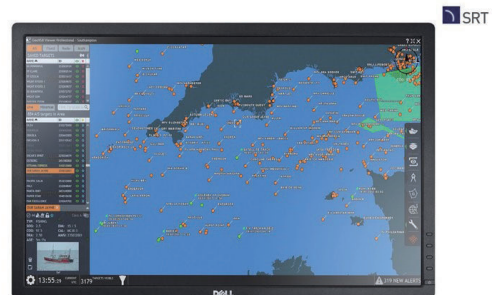
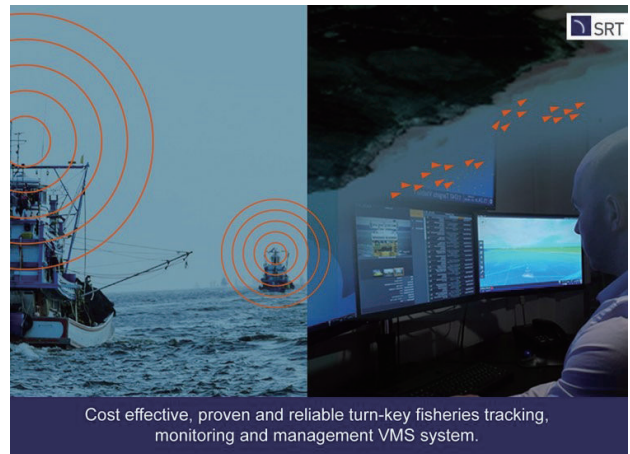
案，並用於漁業管理和環境保護的各種海事應用。AIS 是專為海洋領域設計的網狀網路無線電通信系統技術，它結合使用全球定位系統 (GPS) 和高頻無線電，實現多個獨立實體之間即時、同步的資料通訊，提供資訊如身份、GPS 位置、速度和其他客製化資料。此外，亦提供一系列 AIS 產品和海事域監控系統解決方案，這些解決方案還融合其他海事感測器技術，如雷達、閉路電視及通訊。

而 SRT 所開發的 VMS 系統可將多個數據源 (雷達、AIS、光學和其他衛星) 集中到一個數據庫，然後由 AI 自動持續分析、識別船舶行為，確認是否有不法或可疑活動，同時建立相關資料並進行通報 (圖六)。



資料來源：SmartCatch(2018)。

圖五 SmartCatch系統實際作業狀況



Real time tracking and identification of all vessels, large and small, without range limitation or coverage gaps using long range AIS and SAT-Trak™.

資料來源：SmartCatch(2018)。

圖六 VMS系統

（四）摩洛哥ATLAN Space

為了降低非法、不報告和不管制捕撈行為，東非塞席爾共和國 (Republic of Seychelles) 向聯合國環境合作中心 GRID-Arendal 提出申請，使用北非摩洛哥科技創業公司 ATLAN Space 所開發的無人機為主體，啟動非法捕魚監視計劃 -Project FishGuard。ATLAN Space 更因此於 2018 年 6 月取得國家地理學會 15 萬美元的海洋保護獎。

一般來說，因空中和海巡支出成本過高，使大多數發展中沿海國家無法進行海上巡邏以定期執行其漁業相關法令。非法業者也非常了解執法方面的侷限，因此這樣的國家如塞席爾已成為未經授權捕撈的目標。為了面對這些挑戰，世界各地正在測試新的解決方案，以使用遙感技術監測專屬經濟區 (Exclusive Economic Zone, EEZ)。

其中，FishGuard 計畫藉由北非摩洛哥科技新創公司 ATLAN Space 所開發的無人機，進行巡航路徑設定後巡邏，無人機即可偵測巡航路徑附近航行船隻，並將自動將資訊回傳，同時透過人工智慧 (AI) 自動檢查驗證與辨別船隻種類與航行許可。若判定非法或無法確認，則自動將相關資訊，如位置、識別號碼與船上人數等傳送至管理當局。希望能藉由此計畫降低巡邏人力，並集中加強攔截或管理非法或可疑船隻，藉以降低 IUU 捕撈或其他不法行為 (圖七)。

另一方面，目前為止所有使用無人機來巡邏大型海洋區域的目標已經面臨技術限制，主要是由於操作範圍限制和開發製造成本過高。而 ATLAN Space 除加強其硬體設備外，更藉由升級，其操作範圍可達 700-800 公里，巡邏範圍廣泛，因此除了進行海岸巡察、土地測量、醫療用品運送外，未來將可嘗試各種不同的應用方式，並提供給各國使用。

（五）斐濟Sea Quest Fiji Ltd.

鮭魚捕撈和加工公司 Sea Quest 與世界自然基金會 (World Wide Fund for Nature)、美國乙太坊創



資料來源：SmartCatch(2018)。

圖七 FishGuard 無人機與使用實況

始公司 ConsenSys 和斐濟技術初創企業 TraSeable 合作，希望藉由區塊鏈技術來追蹤捕撈、加工與銷售過程，讓消費者能夠追蹤所食用的鮭魚從捕撈到餐桌上的歷程，同時也希望減少鮭魚產業中非法捕魚和侵犯人權行為。

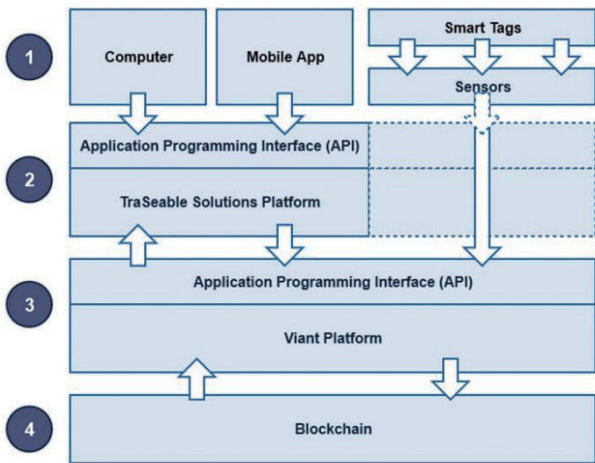
目前太平洋鮭魚買賣仍以紙本紀錄，部分業者甚至沒有紀錄。故此專案希望能透過使用區塊鏈追溯，在捕獲鮭魚後，便放置可重複使用的 RFID 標籤 (無線射頻識別, Radio Frequency Identification, RFID)，並透過漁船、碼頭和加工廠的相關裝置將各段作業訊息上傳。若漁獲進行加工處理，RFID 標籤便換為成本較低的 QR Code，並黏附至產品包裝上。

QR Code 中包含相關的區塊鏈記錄及原始的 RFID 標籤資料，減少整體過程中的標籤成本，使得捕魚產業中的中小型經營者也可參與其中，而消費者只要運用智慧型裝置掃描產品上的代碼就能得知產品供應鏈上的所有資訊。未來希望能應用此技術

在西太平洋地區和中部太平洋地區中的新鮮及冷凍鮪魚，以加強供應鏈管理（圖八、九）。

（六）美國Fishcoin

為了解決大多數水產品供應鏈的碎片化的問題，Fishcoin 開發設計點對點 (Peer-to-Peer, P2P) 網

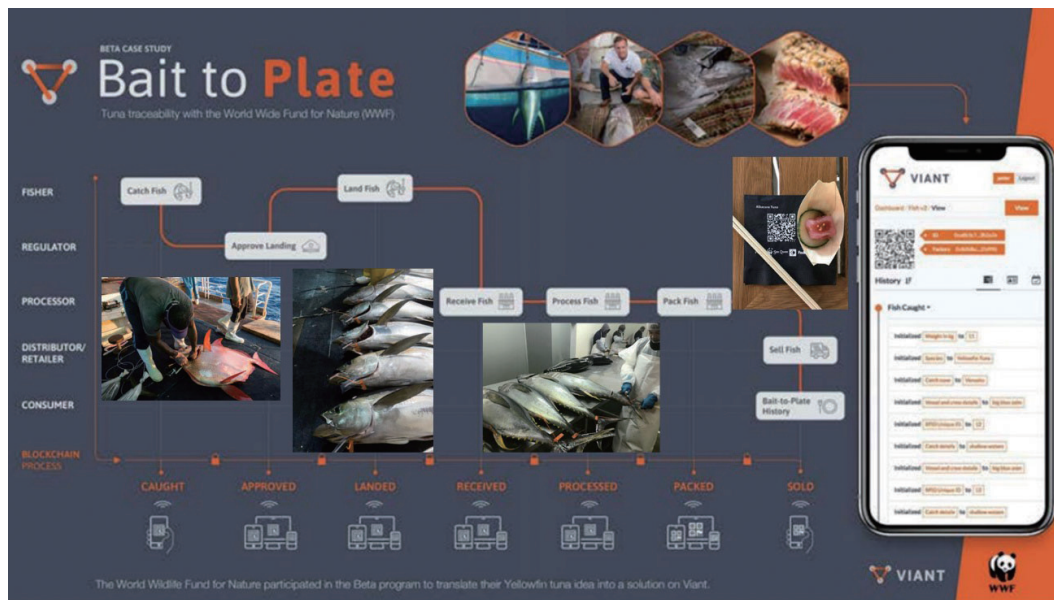


資料來源：WWF(2018)。

圖八 Sea Quest合作計畫架構

路，允許各行業關係人利用區塊鏈的共享機制，進而提升數據可信度、透明度和安全性。這種所有工具均開放使用且不依靠單個應用程式，此分散式系統稱為 Starfish Protocol。Starfish Protocol 是唯一與 GSM 協會 (Groupe Speciale Mobile Association, GSMA) 合作的區塊鏈項目，GSMA 是世界上最大的電信公司協會，可幫助其快速擴展至全球。

使用 Fishcoin 除了可應用區塊鏈數據的共享機制，隨著使用者增加也會使得結構更加龐大，並且在漁民、進出口商等參與者輸入數據時提供獎勵「Fishcoin tokens」，這樣的獎勵方式可增進漁民提供數據的主動性，進而促進漁業效率與永續性。而「Fishcoin tokens」代幣流從供應鏈中的買方轉移到賣方，從而獎勵為捕獲和傳遞數據做出額外努力的人，此機制將相關經濟負擔轉至從可追溯性獲益最多的人，即下游參與者，如飯店、餐廳和零售商。與許多區塊鏈計劃不同的是 Fishcoin 不是基於中央公司或實體，而是被設計為一個分散的生態系統，可以激勵數據彙集，以便公司和合作廠商開發人員，在此生態系統中透過增加網絡價值而受益（圖十）。



資料來源：WWF(2018)。

圖九 Sea Quest合作計畫應用案例

然而，要鼓勵所有人都採用新的區塊鏈體系也絕非容易的事，因此獎勵方式的設計就變得相當重要，以美國 Fishcoin 為例，其設計當漁民主動發送魚獲資訊給餐廳、商家時，就會觸發智慧合約 (Smart Contract)，將 Fishcoin 轉到漁民的加密錢包中，而漁民可再將這些 Fishcoin 轉換成他們需要的東西，希望透過這套獎勵機制鼓勵更多人加入。

結語

根據 FAO 資料顯示，目前海洋漁業資源狀況持續惡化，過度捕撈是主要原因，故聯合國可持續發展目標中，已制定相關捕撈規定，希望能終止過度

捕撈，並盡可能在短時間內將種群數量恢復至能產生最高可持續產量水準等具體目標。為實現可持續發展目標具體目標，非常需要各國配合，尤其是在政策協調、資金和人力資源籌措以及先進技術應用方面，未來才有機會透過重建過度捕撈種群，進而增加產量，帶來巨大社會、經濟和生態效益。

另一方面，目前世界各國除以政策規範外，相關技術發展上以智慧捕撈漁具系統精進捕撈技術，並配合區塊鏈技術建立產品的可追溯性與可信度。同時配合智慧化無人機來巡邏各國經濟海域，以降低降低巡邏人力，並集中加強攔截或管理非法或可疑船隻，藉以降低非法、未報告及不受規範 (IUU) 捕撈或其他不法行為。

我國為符合國際管理方式，已藉由相關法規調整與管理措施進行加強，然而，我國漁業管理能量仍不足，尤其在觀察員人員有限的情况下，應透過跨領域科技來協助解決，智慧科技亦是解決辦法之一。

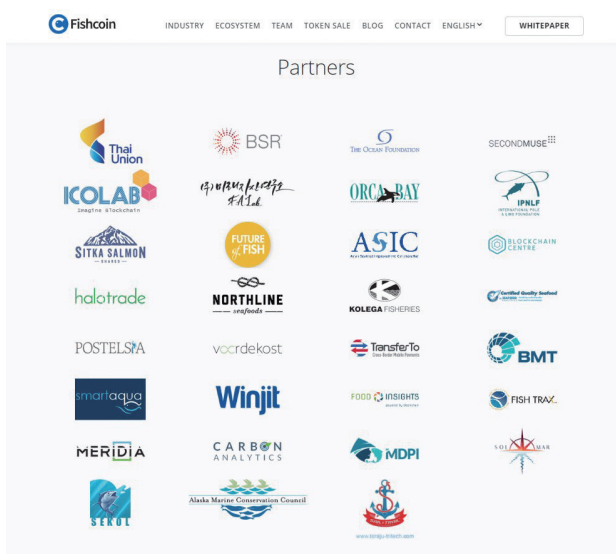
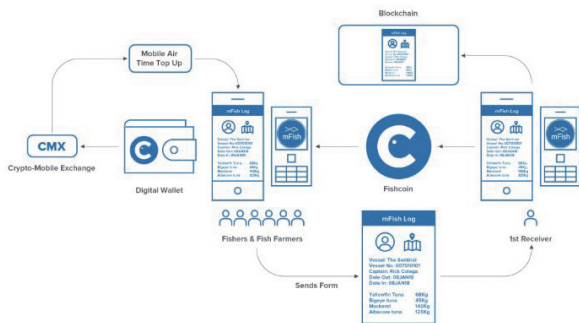
因此，綜合以上分析結果，針對臺灣海洋漁產業智慧化提供以下幾點建議：

(一) 接軌歐盟IUU智慧管理科技，加速國際標準系統建置

歐盟科研計畫 Horizon 2020 下的 SMARTFISH 計畫結合多國大學、研究機構和漁業組織，依 IUU 規範管制內容，利用資通科技開發相對應的全方位漁業管理輔助系統。我國被歐盟列為 IUU 黃牌國，可考慮透過 Horizon 2020 協力國合作機制，直接與歐盟 SMARTFISH 計畫進行交流合作，加速開發或導入符合 IUU 之智慧管理科技，輔助我國海洋漁業管理，儘速解除黃牌警告。

(二) 魚獲辨識為基盤技術，應列優先發展重點

以美國 SmartCatch 與歐盟 SMARTFISH 為例，顯示在後續相關作業過程中，前端漁獲辨識為最主要基盤技術，若能強化其辨識效果，並配合人工智



資料來源：Fishcoin。

圖十 Fishcoin概念與架構

慧和機器學習方法對漁船和漁業考察船上捕獲的漁獲物進行自動資料處理和分析可即時操作之捕撈網具，應可有效降低誤捕或濫捕狀況。

（三）開發智慧監督巡查設備，降低稽查人員負擔

以英國 SRT Marine Systems plc 為例，其所開發的 VMS，已取得全球認證，藉由 AI 技術配合先進船舶 ELOG 系統，降低管理成本；而以北非摩洛哥 ATLAN Space 為例，則藉由智慧無人機協助東非塞席爾共和國執行監視非法捕魚監視計劃 Project FishGuard，有效降低稽查人員負擔。

（四）應用區塊鏈技術，強化漁獲溯源履歷

國際海洋保護組織 Oceana 指出有高達 20% 的海鮮標示錯誤，「食材可追溯性」為解決問題的最好方法，因此，以斐濟 Sea Quest Fiji Ltd 與美國 Fishcoin 為例，就是應用導入區塊鏈技術，進而強化

水產品生產追溯系統。

我國遠洋漁業目前仍是 IUU 黃牌警告名單之一，為避免轉為紅牌名單，除了整體管理制度與監管能力的強化外，應全面性導入可接軌國際之 IUU 智慧管理科技、發展漁獲辨識技術、以區塊鏈技術強化漁獲溯源履歷，並透過 24 小時漁業監控中心，配合智慧監督巡查設備，降低稽查人員負擔。更重要的是為了提高漁民的接受度，應結合相關補助方案，比如漁業動力用油優惠油價、備品補助措施等方式提高普及率，以智慧技術發展永續和環境友善之漁業，降低過度捕撈與非法捕魚的狀況發生，促進海洋產業創新，更期望能藉此脫離歐盟預防、制止和消除非法、未報告及不受規範 (IUU) 漁業法規第 31 條及第 33 條所認定與建立不合作第三國名單的窘境。

AgBIO

林彥宏 台灣經濟研究院 生物科技產業研究中心 專案經理
余祜暉 台灣經濟研究院 生物科技產業研究中心 總監

參考文獻

1. ATLAN Space, From www.atlanspace.com/#.
2. FAO, From www.fao.org/home/en/.
3. Fishcoin, From <https://fishcoin.co>.
4. SmartCatch, From www.smart-catch.com/.
5. SMARTFISH, From https://cordis.europa.eu/project/rcn/212401_en.html.
6. SRT Marine Systems, From <https://srt-marine.com>.
7. worldfishing, From www.worldfishing.net/.
8. WWF, From <http://awsassets.wwfnz.panda.org/>.
9. 中国水产科学研究院渔业机械仪器研究所, From <http://www.fmiri.ac.cn/>.
10. 中華民國對外漁業合作發展協會, From <https://www.ofdc.org.tw/webs/List.aspx?main=109>.
11. 台灣經濟研究院產經資料庫
12. 杜巧霞, “國際漁業組織對水產品之進口管理與非關稅措施”, 中華經濟研究院WTO及RTA中心, 2017, From <https://web.wtcenter.org.tw/Page.aspx?nid=13143&pid=299763>。
13. 何勝初, “能輕鬆追蹤全球漁船動態之VMS新科技介紹”, 國際漁業資訊, 第297期, 2017年8月。
14. 智慧農業4.0, From <http://www.intelligentagri.com.tw>。
15. 經濟部推動綠色貿易專案辦公室, From www.greentrade.org.tw/。
16. 漁業統計年報, 行政院農業委員會漁業署。
17. 台灣經濟研究院, 智慧農業4.0計畫績效管理暨產業趨勢分析, 行政院農業委員會, 2018。