



碳權存摺服務平台與企業 ESG 綠色旅遊/綠色消費/低碳生活

黃能富教授

國立清華大學資訊工程系特聘教授

國立清華大學電機資訊學院前院長

國科會 LPWAN 物聯網技術與應用產學小聯盟召集人

桃園市政府市政顧問, 全國農業金庫顧問

花蓮縣政府農業顧問, 嘉義縣政府智慧農業顧問

E-mail: nfhuang@cs.nthu.edu.tw

簡報大綱

- ❖ 企業 ESG 永續報告書與碳權存摺概念
- ❖ 區塊鏈碳權存摺服務平台與產業應用規劃
- ❖ 討論與建議

企業 ESG 永續概念

何謂ESG 如何落實？

ESG作生活的一部份 生活淨零行動要啟動...



Figure 1: SDGs Mapped Against Environmental, Social, and Governance Categories



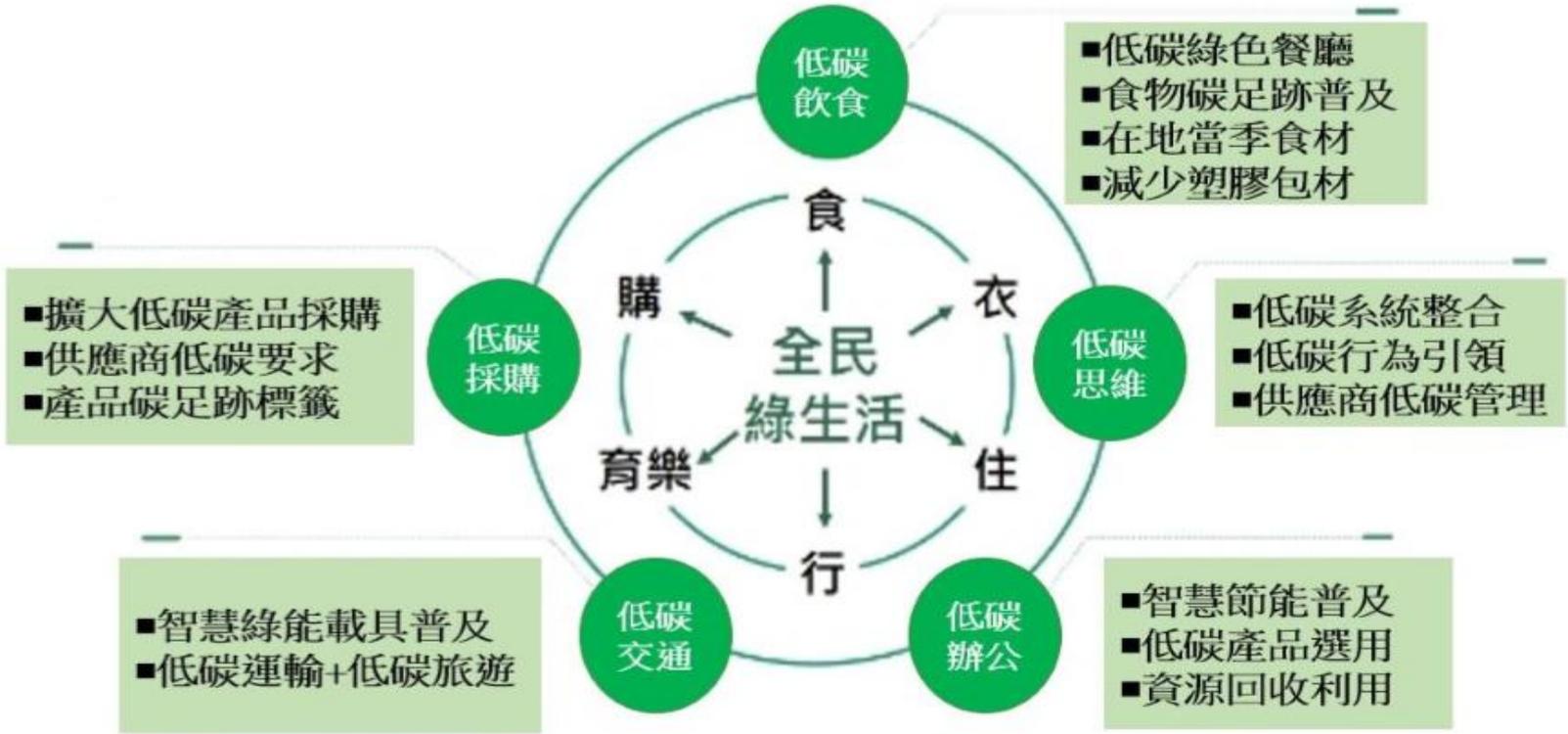
資料來源: 台碳公司

臺灣2050淨零轉型-十二項關鍵策略



落實低碳綠生活

企業宜以系統思維 引領低碳文化變革



資料來源: 台碳公司

個人碳存摺概念

ESG潮流: 負碳商品/個人碳存摺倡議

通路: 科技公司/福委會/團購

企業ESG支持體系



資料來源: 台碳公司

碳權存摺聯盟

臺銀催生碳權存摺聯盟

- 為響應政府「2050淨零排放政策」金管會與臺灣銀行從消費者金融支付工具的角度共同擘劃「碳權存摺」低碳生活回饋模式，達成「消費一小步，減碳跨大步」目標。臺銀將向銀行同業廣發英雄帖目標在今年第四季組成產業聯盟，明年推出服務讓銀行業可以更積極回應社會永續轉型之要求及期待，一起從消費端推動低碳生活的理念。
- 臺灣銀行首創的「碳權存摺」概念，有異於企業面所討論的碳權，而主要是以教育宣導的核心理念，在消費端鼓勵綠色行為及綠色消費，由銀行給予減碳的「金融碳權點數」儲存在「碳權存摺」中，讓民眾了解自己的消費也能節能減碳愛地球。臺灣銀行用自己所擅長的「存摺」讓民眾來綁定各種金融支付工具（金融卡、信用卡及銀行帳戶），這樣銀行就可以在民眾選擇綠色商店消費、購買綠色產品，甚至申請電子帳單、使用網路銀行及行動支付時以「金融碳權點數」的回饋來鼓勵這些低碳綠色生活。
- 臺銀「金融碳權點數」有別於一般信用卡紅利點數兌換商品或是折抵消費，而是由銀行提供多項減碳「淨零轉型」專案，像是造林、生態復育或環保公民活動等，讓民眾選擇將點數投入喜歡的專案，當專案達標後就執行。透過「碳權存摺」運作，更可以讓民眾的消費達到雙重的節能減碳效果。



<https://esg.gvm.com.tw/article/11068>

全國「冠軍米」得主田守喜跟清大合作 讓更多人種出冠軍米



自由時報

新竹縣竹北市台知園區預定地內全國「冠軍米」的栽種者田守喜跟清大合作用科技種稻，他身旁的就是葉色板和高度儀。(記者黃美珠攝)

https://news.ltn.com.tw/news/life/breakingnews/4068491?utm_medium=R&utm_campaign=SHARE&utm_source=LINE



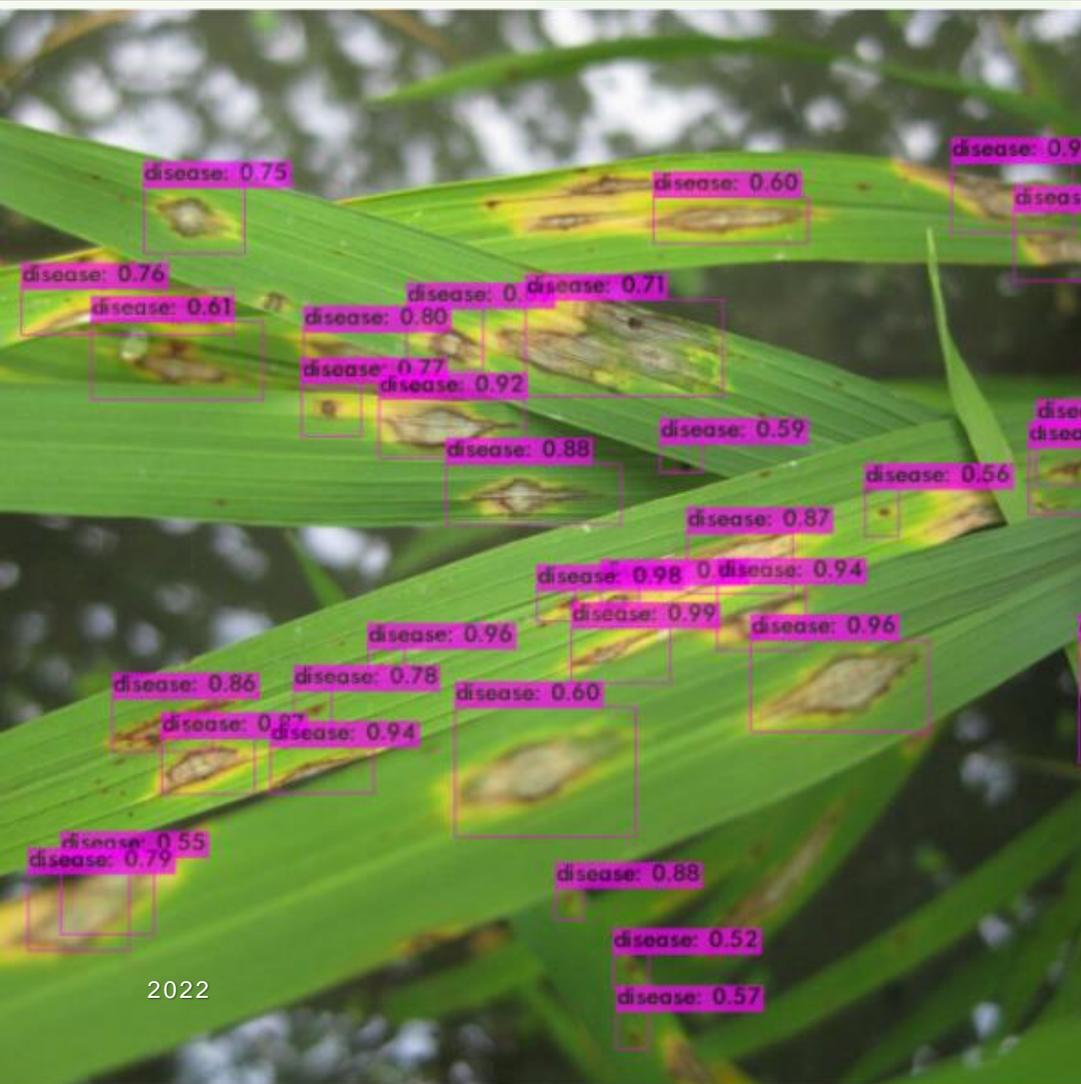
自由時報

全國冠軍米得主田守喜稻田內的葉色板（左起依序往右）、高度儀以及照相機。（記者黃美珠攝）

智慧種稻數位分身系統架構



AIoT 智慧種稻數位分身系統



2022



結合智慧眼鏡

邊緣運算
即時辨識



YOLOV4-TINY

物件辨識模型

AI 影像辨識 稻作病害辨識

水稻栽培各生育時期的灌排水管理

秧苗期	營養生長期					生殖生長期			成熟期			
	成活期	生長期	分蘖 始期	分蘖 盛期	最高 分蘖期	幼穗形成期	孕穗期	抽穗 開花	乳熟 期	糊熟 期	黃熟期	完熟期
育苗 整地 基肥	插秧	灌溉 病蟲害防治 雜草管理	第一次追肥		第二次追肥		曬田	穗肥	灌溉	病蟲害防治 灌排水管理		間歇性輪灌 收穫前 5-7 天 斷水以利收割



太陽能供電站



IoT 七合一土壤
溼度, 電導度,
磷鉀

水位計



IoT 微型氣象站:
度, 光照度, 風速,



LoRaWAN
基地台



LoRa/NB-IoT
流量計水管

水稻栽培各生育時期的灌排水管理

秧苗期	營養生長期					生殖生長期			成熟期			
	成活期	生長期	分蘗 始期	分蘗 盛期	最高 分蘗期	幼穗形成期	孕穗期	抽穗 開花	乳熟 期	糊熟 期	黃熟期	完熟期
	1-2公分	3公分	3-5公分	3-5公分	3-5公分	3公分	5-10公分	3公分	5-10公分		3公分	
育苗 整地 基肥	插秧	灌溉 病蟲害防治 雜草管理	第一次追肥	第二次追肥		曬田	穗肥 灌溉	病蟲害防治 灌排水管理			間歇性輪灌 收穫前 5-7 天 斷水以利收割	



智慧供水控制
閘道器系統



雲端高清特寫
畫面影像自動
拍攝儲存與分
析系統



人工智慧稻米成長分
析模型 (稻子植株高度,
分蘗程度, 葉面顏色)

人工智慧秧苗期/
生長期/生殖期/成
熟期自動辨識系
統

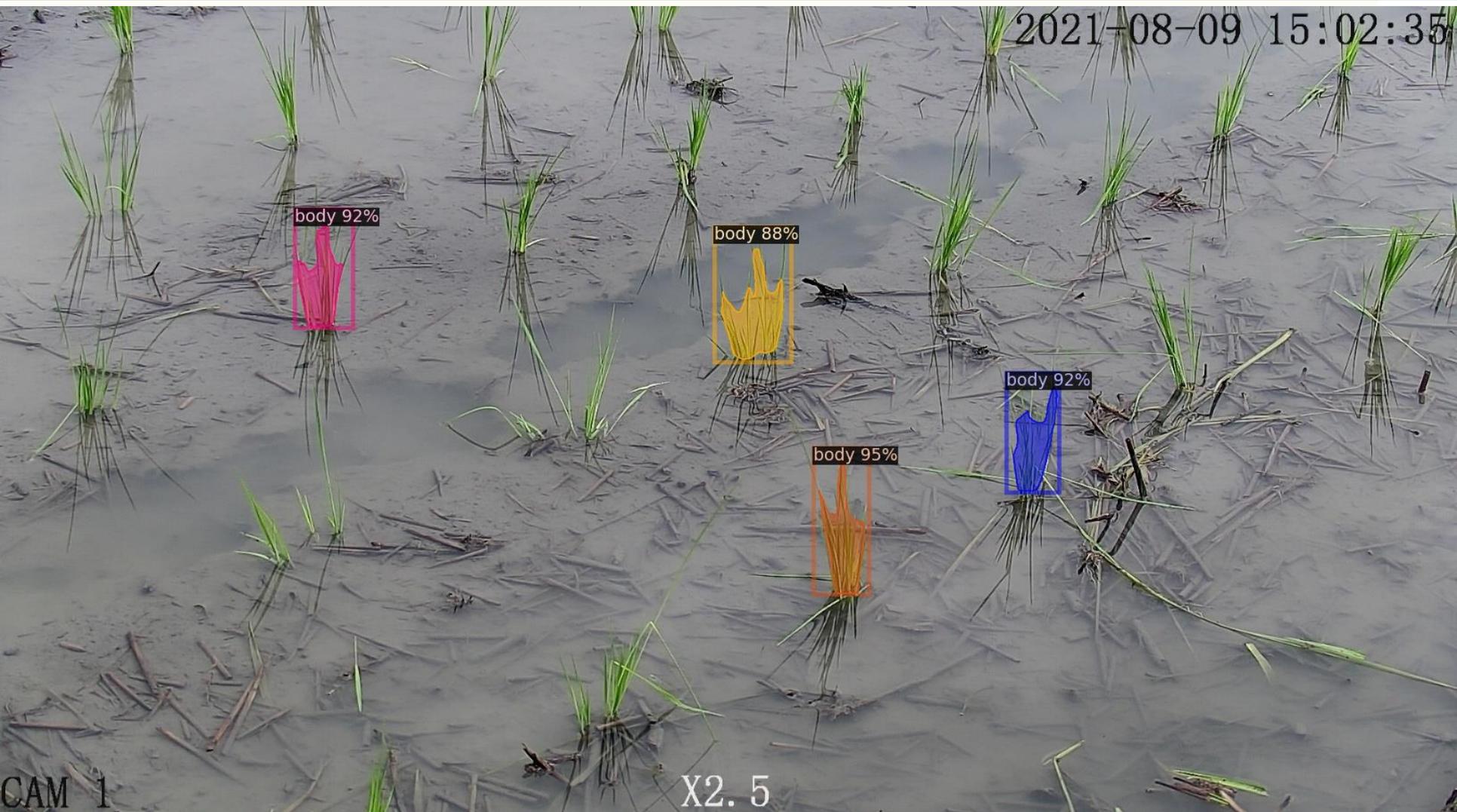
人工智慧施肥
分析優化管理
系統

人工智慧病蟲害
辨識防治管理系
統

人工智慧最佳化
水位分析與供水
控制模型

秧苗自動拍攝辨識分析(分蘗期高度寬度)

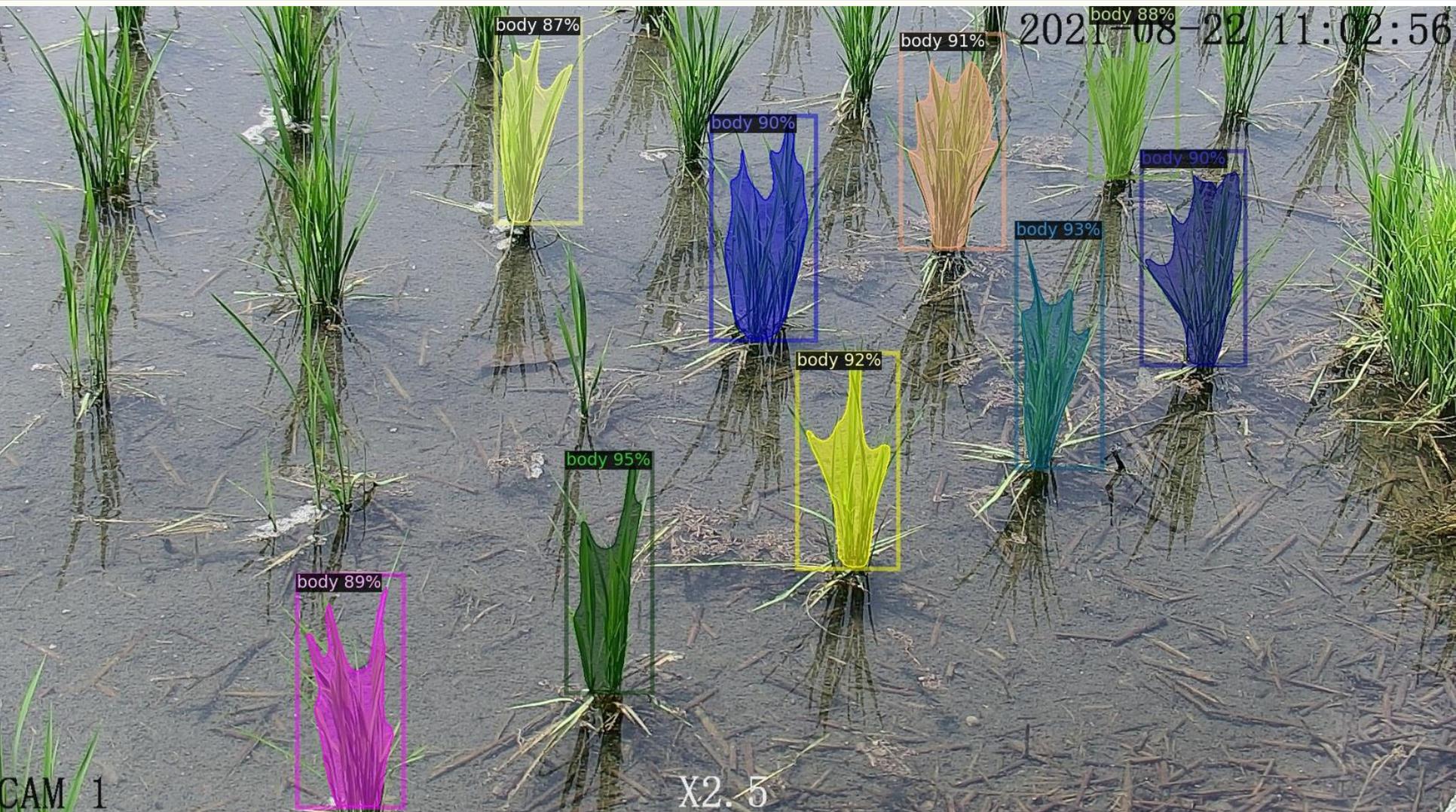
2021-08-09 15:02:35



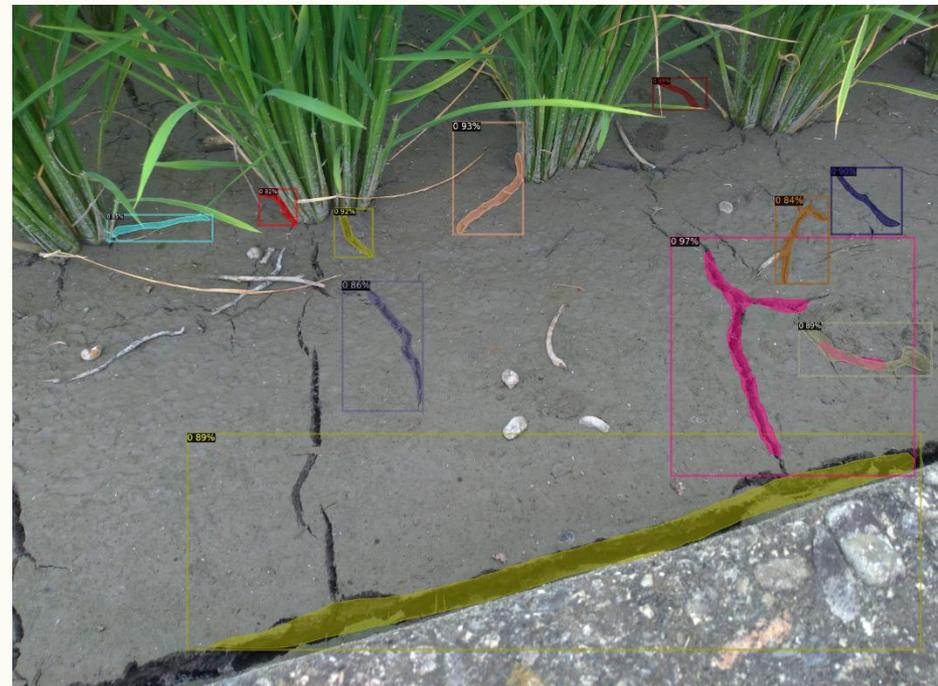
CAM 1

X2.5

秧苗自動拍攝辨識分析(分蘗期高度寬度)



土壤裂縫辨識與寬度計算(曬田期)



土壤裂縫辨識與寬度計算(曬田期)

COCO Annotator v0.11.1 Datasets soil gap Categories Undo Tasks Admin API Help Loading datasets 黃育銘

IMG_6293.JPG 4000x3000



crack (27)

Search

1 (id: 967)	🗄 ⚙
2 (id: 968)	🗄 ⚙
3 (id: 969)	🗄 ⚙
4 (id: 970)	🗄 ⚙
5 (id: 971)	🗄 ⚙
6 (id: 972)	🗄 ⚙
7 (id: 973)	🗄 ⚙
8 (id: 974)	🗄 ⚙
9 (id: 975)	🗄 ⚙
10 (id: 976)	🗄 ⚙
11 (id: 977)	🗄 ⚙
12 (id: 978)	🗄 ⚙
13 (id: 979)	🗄 ⚙
14 (id: 980)	🗄 ⚙
15 (id: 981)	🗄 ⚙
16 (id: 982)	🗄 ⚙
17 (id: 983)	🗄 ⚙
18 (id: 984)	🗄 ⚙

Select

Show Hover Text

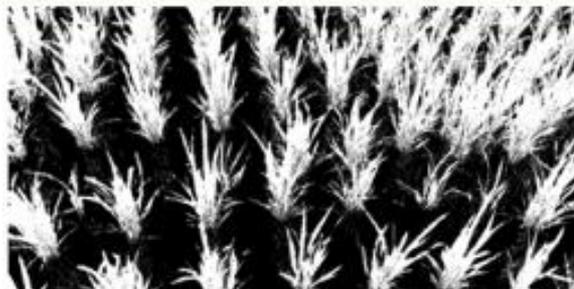


2021-09-04 13:00:30





綠覆蓋率辨識計算



42.19%

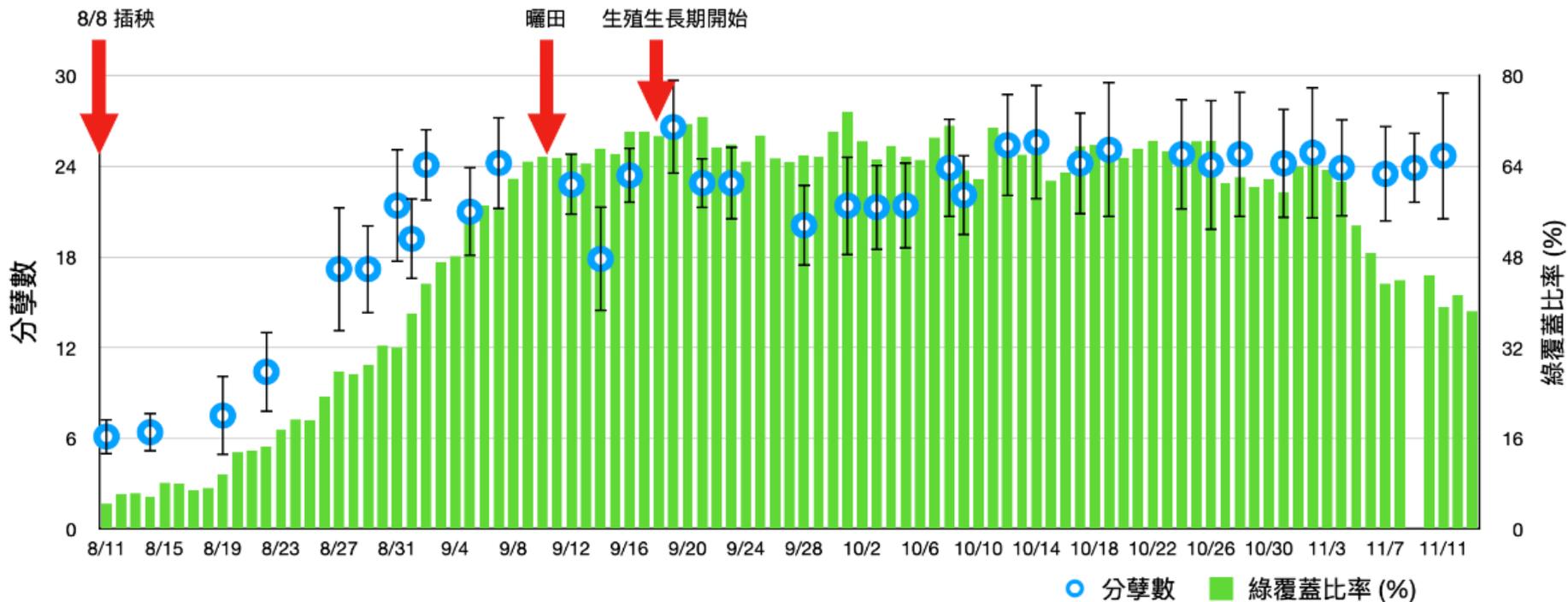


76.26%



79.70%

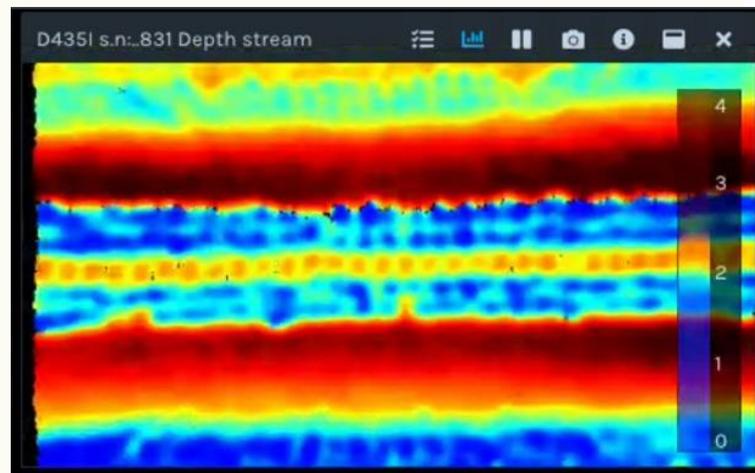
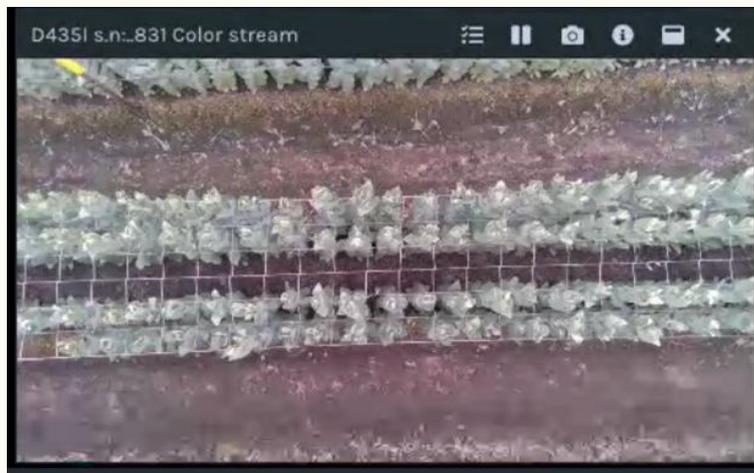
綠覆蓋率 70% 分蘗期結束, 啟動曬田



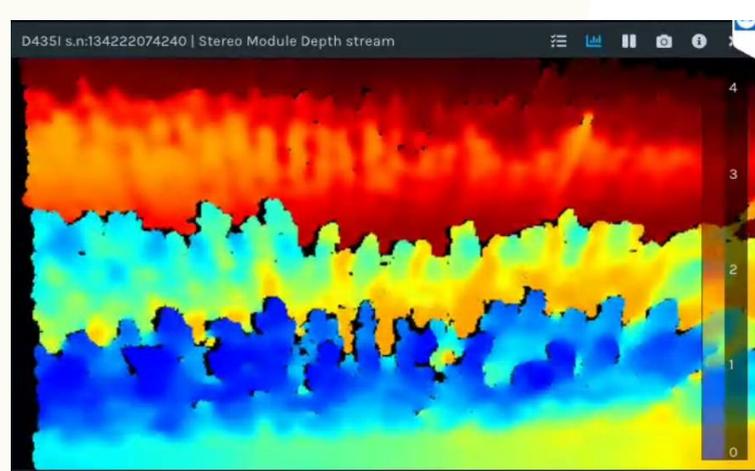
AIOT 智慧種稻數位分身系統

深度攝影機量測植株高度 (成長成熟期)

➤ 俯視



➤ 側拍



稻米生長期預測(分八期, 正確率 98%以上)

Stage	Precision	Recall	F1-Score	Total
1	1.00000	0.77778	0.87500	9
2	0.94444	0.94444	0.94444	54
3	0.99563	0.99346	0.99454	917
4	0.99465	0.99785	0.99625	931
5	0.99666	0.99832	0.99749	597
6	0.99112	0.98674	0.98892	1131
7	0.98817	0.99331	0.99073	1345
8	1.00000	0.99915	0.99957	2347

稻米生長綠覆蓋率(分蘗期)計算通知

< 99+ 三光米攝...田區 (9) 🔍 📞 ☰

LINE Notify

【NTHU 智慧農業
平台】
稻作實時影像
[Sgrice_D/以健B
田區 /]
2022-04-07 08 時

上午 8:40



上午 8:40

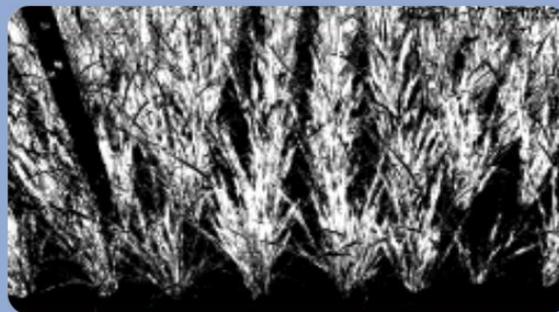
【NTHU 智慧農業
平台】
AIoT 影像運算 -
〈稻田綠覆蓋

LINE Notify : 【NTHU 智慧農業平台】

< 99+ 三光米攝...田區 (9) 🔍 📞 ☰

【NTHU 智慧農業
平台】
AIoT 影像運算 -
〈稻田綠覆蓋
率〉：36.2%
PS. 下圖白色區
塊，為電腦影像辨
識之綠色範圍

上午 8:40



上午 8:40

病害預警通知

最佳收割期通知

中華電信 4G 下午 1:06 18%

< 99+ 台灣人工...隊 (15)

生育天數:第 114 天
積溫值:2055.68 度
綠覆蓋率:20.31%
生育時期:成熟期-收割
建議灌溉水位:無
建議施作項目:無
注意病害:紋枯病、白葉枯病

備註:
-紋枯病高度警報:
田間氣候具備發展紋枯病好發條件,請多留意近期氣候病即時進行防治措施。

上午 8:00

+ 📷 📁 Aa 😊 🎤

中華電信 4G 下午 1:07 16%

< 99+ 台灣人工...隊 (15)

上午 8:00



上午 8:00

【NTHU 智慧農業平台】
水稻已可開始規劃採收行程

11-12 晴時多雲:氣候佳適合採收
11-13 晴時多雲:氣候佳適合採收
11-14 晴時多雲:氣候佳適合採收
11-15 晴時多雲:氣候佳適合採收

上午 8:00

+ 📷 📁 Aa 😊 🎤

AIOT 智慧種稻數位分身系統

產業、社會、環境貢獻

紓解農業勞動力短缺問題

前期硬體佈建、系統測試、影像標註、生長指標量測，需耗費相當大量人力；惟累積足夠數據收集量與多樣性，數位分身模型方可達到場域通用性。在數位分身系統趨於穩定、完整、成熟後，預計可減少**25%~35%**的田間作業人力需求。

穩定(提升)產量與減低農損

由 AI 數位分身演算法，挖掘稻米種植關鍵環境因子、複製專家知識；搭配極端氣候與病害好發預警系統，預計可提升**10%**產量，減少**20%**因極端氣候及病害造成的農損，穩定產量，促進達成國家糧食自給率目標。

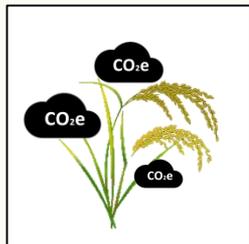
促進永續精準農業

由環境資料驅動，輔以農科院專家知識建構的數位分身種植策略建議，可達到精準灌溉與施肥的目標，預計將能減少**15%**用水、**10%**肥料使用。

智慧種稻數位分身 下一步？

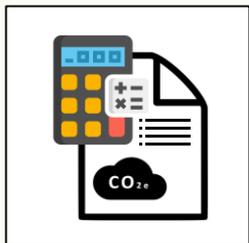
低碳(減碳)種稻

減碳種稻背景與動機



稻米是減碳首要目標作物

- ✓ 全球三大作物之一
- ✓ 臺灣面積最大的糧食作物
- ✓ 水田栽培碳排顯著



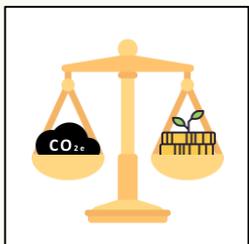
稻米生產之碳排難以定量

- ✓ 田間碳排影響因子複雜
- ✓ 生產過程碳排調查費時費力
- ✓ 運輸碳排統計缺乏系統性



稻米碳足跡標章尚不普及

- ✓ 10年內僅23個產品具備
- ✓ 盤查過程繁複
- ✓ 需要高效且準確之稻米碳足跡評估技術

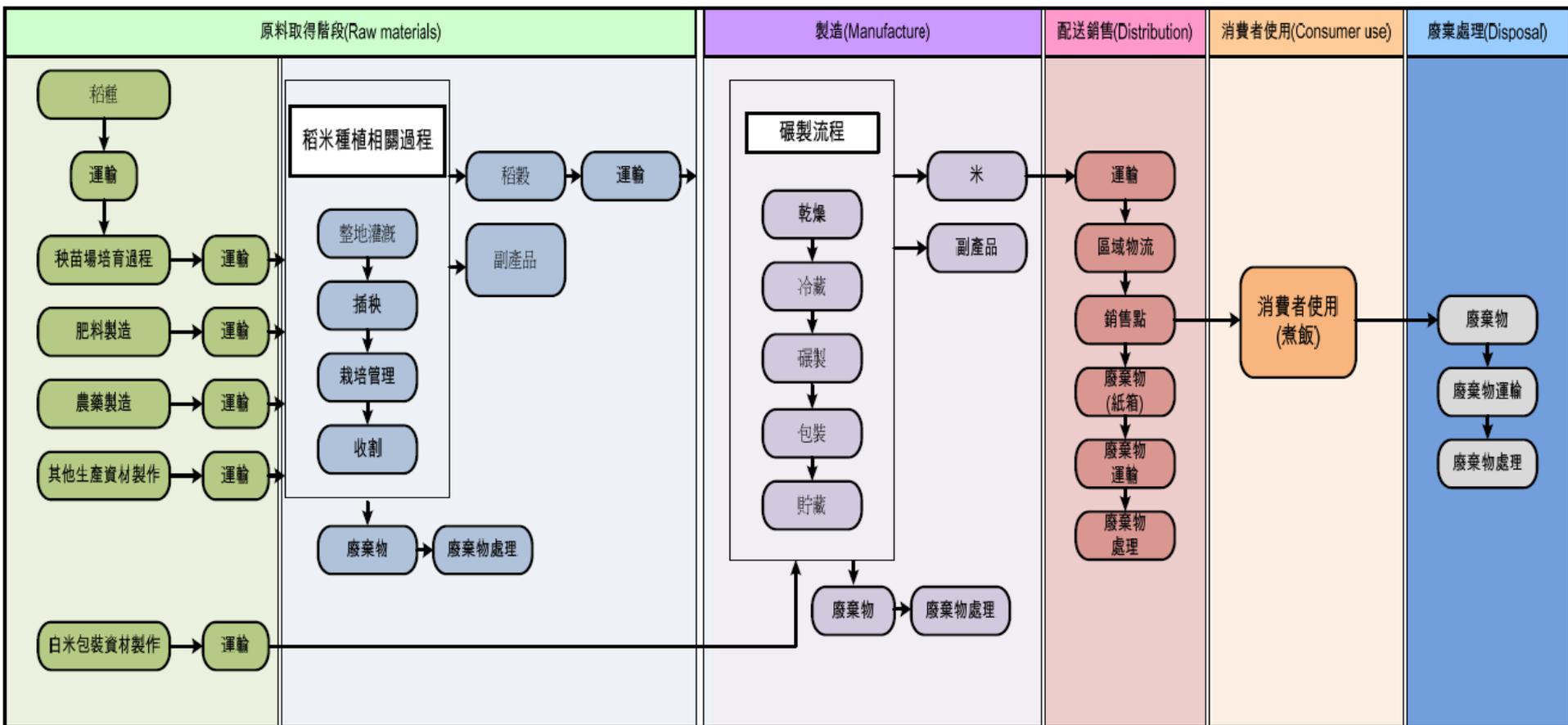


減碳與產量品質的取捨

- ✓ 氣候變遷與暖化衝擊產量品質
- ✓ 農民缺乏減碳概念
- ✓ 需要低碳豐產優質的三贏栽培技術



遵循環保署碳足跡產品類別規則 (CFP-PCR) & 符合 ISO 14067 標準



行政院環保署 – 稻米產品生命週期流程圖

結合區塊鏈與生命周期評估的低碳稻米數位分身

低碳栽培數位分身

田間施作決策 成本與風險預測 產量與品質監控

稻作生長指標 CO₂e 溫室氣體排放估算

低碳育苗數位分身

田間施作決策 品質監控

成本與風險預測 CO₂e 溫室氣體排放估算



低碳烘乾貯藏數位分身

庫存管理紀錄 品質監控

成本與風險預測 CO₂e 溫室氣體排放估算

低碳配送運輸數位分身

物流路徑紀錄 貨品品質監控

運輸成本預測 CO₂e 溫室氣體排放估算



區塊鏈信賴溯源服務平台

區塊鏈服務 種植紀錄

b29caf7c-a601-11ea-bb37-0242ac130002

28.67

農產品旅途



核發碳足跡標章



符合 ISO 14067



查驗機構認證

碳排數據驗證

溫室氣體排放計算模型

Model 模型介紹

目前有兩個 Model 作為主要方案，用途以下說明

1. DNDC Model
2. Daycent Model
 - 用於模擬土地利用和管理對土壤碳的動態
 - 可用於農業生產、生態環境保護、碳市場交易

DNDC Model 介紹

本平台主要使用 DNDC Model 來計算溫室氣體排放量

- 基於微生物生態學原理的生物地球化學模型
- 模擬農業中的土壤碳氮循環和溫室氣體排放
- 考慮土壤溫度、濕度和pH值對溫室氣體的影響
- 評估溫室氣體排放的影響

(圖一) DNDC主介面



模型輸入

模型提供圖形化的輸入介面，共有三大類輸入資料

- 天氣

- 降雨量、氣溫等等

- 土壤

- 土壤質地及有機質含量等

- 田間管理

- 耕地次數、時間、方法
- 化肥施用、灌溉方法等

輸入參數，例如：天氣

Climate | Soil | Cropping | Save

Site

Latitude

Simulated years Record daily results

Select Climate Files Use 1 year climate file for all years

填入天氣文件

N concentration in rainfall (mg N/l or ppm) =

Atmospheric background NH3 concentration (ug N/m³) (0.06) =

Atmospheric background CO2 concentration (ppm) (350) =

Annual increase rate of atmospheric CO2 concentration (ppm/yr) =

Or read annual CO2 concentrations from a file

Select a format matching your climate file(s)

- Jday, MeanT, Prec
- Jday, MaxT, MinT, Prec
- Jday, MaxT, MinT, Prec, Radiation
- Jday, MaxT, MinT, Prec, WindSpeed
- Jday, MaxT, MinT, Prec, WindSpeed, Radi, Humi
- Jday, MaxT, MinT, Prec, WindSpeed, Humidity
- Jday, MaxT, MinT, Prec, Humidity

Prec (cm), Radiation (MJ/m²/day), WindSpeed (m/s), Humidity

輸入農田管理

1. 輪作系統、年循環（總共要做幾年，第幾年種什麼作物）
2. 農作物：輸入農作物的細節數據與定義新的農作物（作物、播種收割日期、C/N比例）
3. 耕作：耕地次數、時間、方法
4. 化肥施用：手工施肥、自動施肥（計算需碳量、土壤態氮量）、灌溉施肥（水、化肥氮）
5. 有機肥料施作：施肥次數，每次施肥時間、肥料類型及數量
6. 旱田灌溉：包含漫灌、噴灌、滴灌
7. 水田淹灌：水位數據
8. 塑模技術：溫室、地膜
9. 放牧和割草：牧草消耗、糞便排放

模型輸出

DNDC輸出提供多種輸出結果，包括以下幾點

- 農作物模擬結果
- 土壤氮收支平衡
- 土壤碳收支平衡
- 溫室氣體排放量

(圖三) 溫室氣體排放模擬輸出結果

Greenhouse Gases: Site: 9899 Year: 1			
Greenhouse gas	dSOC	N2O	CH4
Flux rate	565 kg C/ha	0.2 kg N/ha	-0 kg C/ha
GWP	2073 kg CO2-equivalent/ha	102	-9
Net GWP	2167 kg CO2-equivalent/ha		

Daycent Model 介紹

- 模擬土地利用和管理對碳循環和氮循環等生態系統過程的影響
 - 耕作、施肥、灌溉、輪作、牧草管理
- 預測不同土地利用和管理策略對土壤碳和氮的動態、植物生長和產量、溫室氣體排放等方面的影響
 - 有機碳、無機碳、礦化氮、氨化氮、硝化氮
 - 作物產量、根系生長、光合作用
- 以過程為基礎，說明管理方案如何影響土壤中的水分含量、pH值、硝酸鹽和銨的濃度

Daycent Model 輸入

- 模擬的開始年份和結束年份
- site.100 文件 (包含了各種輸入參數)
 - 模擬的時間範圍
 - 土地管理操作
 - 植被種類和種植密度
 - 氮素和磷素施肥
 - 降雨和蒸發散的數據
- 天氣檔案 (.wth) ， 提供每日的氣象數據 ， 以便模擬
土壤水分和植物生長
 - 溫度、降雨量、日照時間、風速

Daycent Model 輸出

- 土壤含水量、土壤有機質含量、植物根系吸收的養分
- 植物生長速率、生物量累積，並預測植物產量
- 溫室氣體排放通量，如二氧化碳、甲烷和氧化亞氮

基於區塊鏈之碳足跡與碳權交易服務平台



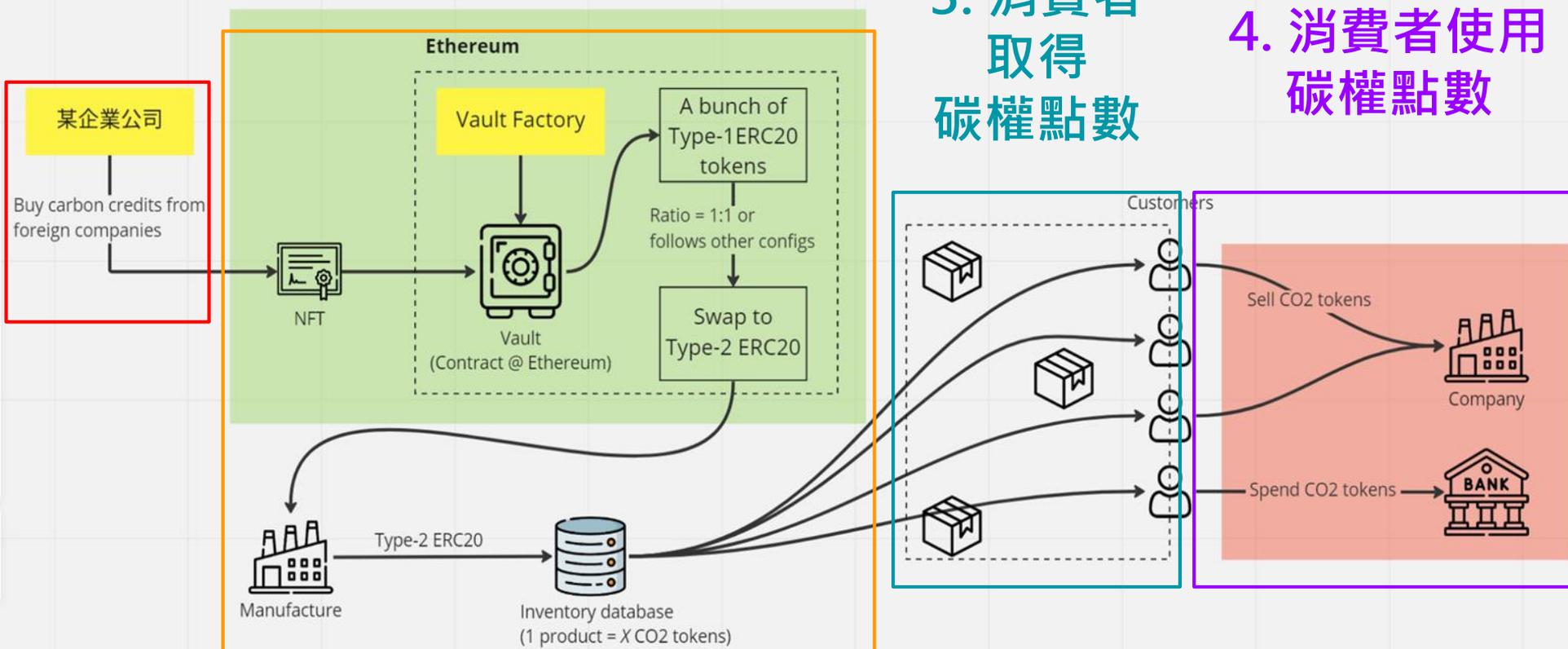
碳權存摺服務平台架構圖

1. 取得 碳權

2. 鑄造NFT → 碎片化碳權 → 附著於商品上

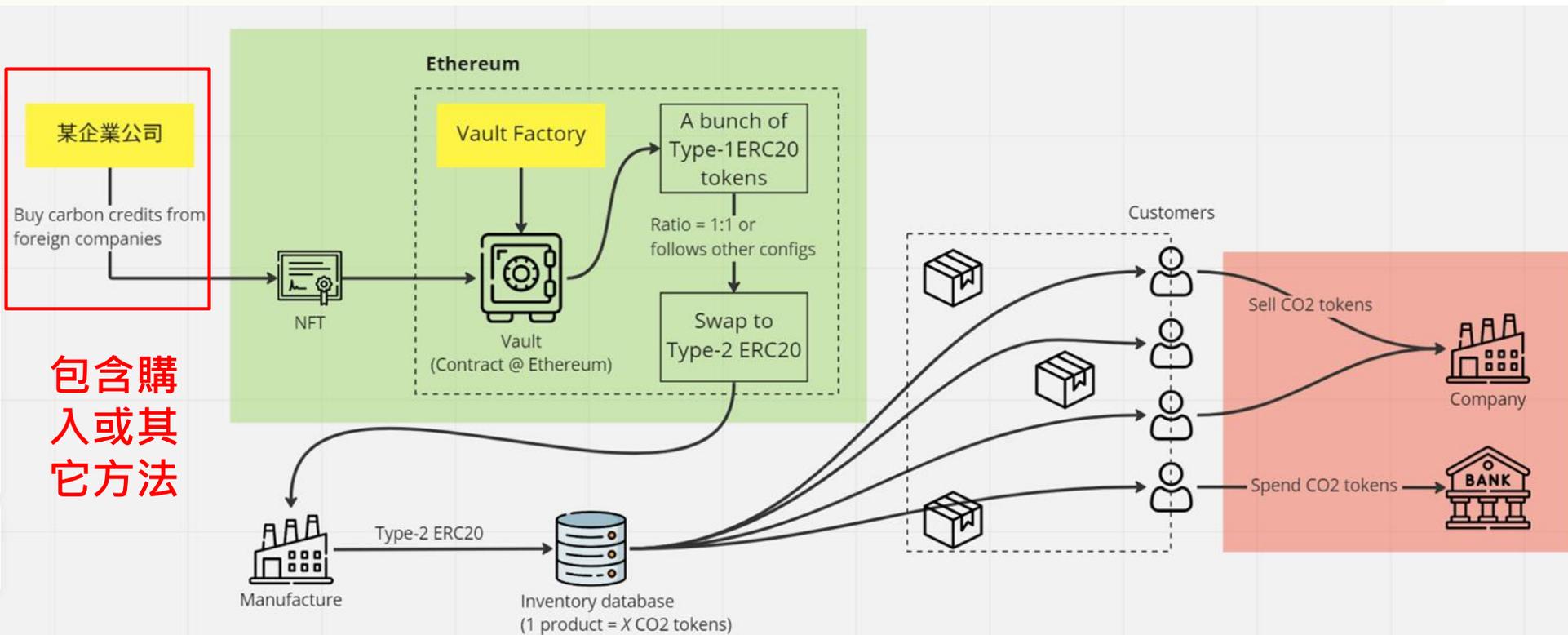
3. 消費者 取得 碳權點數

4. 消費者使用 碳權點數



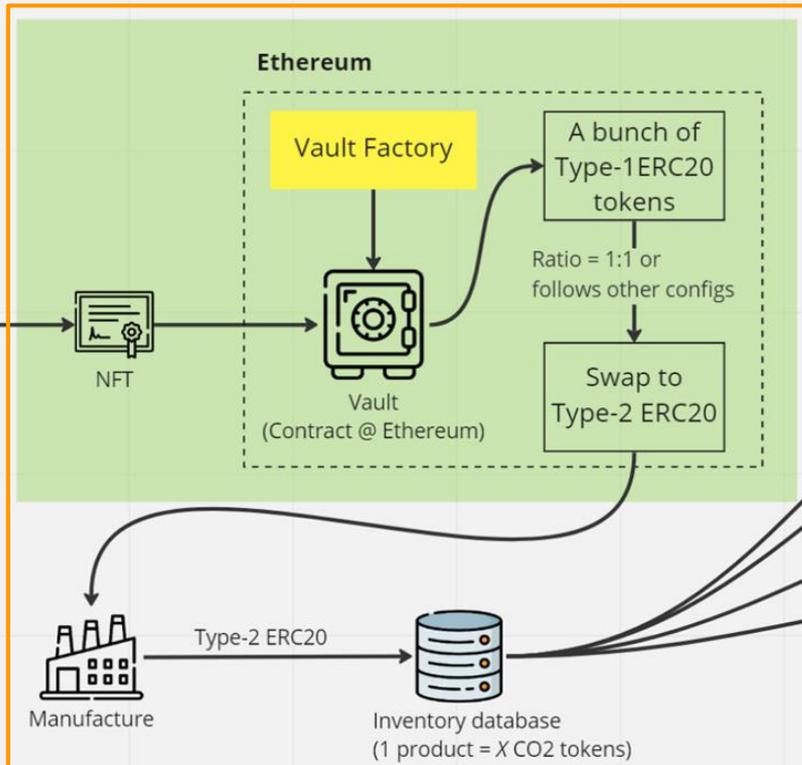
Step1. 企業購買碳權用來推動ESG 低碳生活/員工福利.

1. 取得 碳權



Step2. 碳權碎片化並附著商品上 (有機農產品/加工品)

2. 鑄造NFT → 碎片化碳權 → 附著於商品上



- 透過智能合約，將碳權證書轉換成平台碳權點數
 - 將碳權證書碎片化成 ERC20 Token
 - 經過轉化後的 ERC20 Token 就是平台點數
 - 例如 10 公噸的碳權，可依照每公斤轉換 1 點，成 10000 個點數。
- 企業擁有點數後可授權平台代為操作的點數
 - 消費者購買商品後，平台可代替企業轉移點數到消費者的錢包
- 平台商品上架功能不僅可以設定商品數量與價格，還能設定每個商品附著的碳權點數

2-A. 鑄造 NFT 與兌換成碳權點數

1. 企業可以上傳證書鑄造 NFT (上圖)
 - 受到區塊鏈智能合約保障
2. 再透過 NFT 管理頁面點擊「兌換」, 換取平台碳權點數。(下圖)

碳權NFT管理

選擇碳權證書

選擇文件 未選擇任何文件

重選

鑄造碳權NFT

管理碳權NFT

管理碳權NFT

#	證書ID	證書來源	簽發機構	碳權當量	創建時間	操作
1	e01f66bc-e93b-4914-a369-4216b15afb9c	HSNL 科技股份有限公司	CIX	10000 公噸	2023/2/14 21:19:27	查看 兌換 轉帳 取回

2-B. 使用者錢包與碳權點數管理

碳權錢包管理

錢包地址

碳權餘額

碳權點數授權

授權餘額

1. 在錢包管理頁面，可以綁定使用者（企業或消費者）的錢包地址。
2. 企業額外具備「設定授權點數額度」的功能
 - 消費者購買商品後，平台可代替企業轉移點數到消費者的錢包
3. 此頁面另外還會有跟錢包相關的資訊

2-C. 商品上架 (有機農產品/加工品)

商品管理 ✓ 新增商品

證書ID
XXXXXXXXXXXX
上傳證書

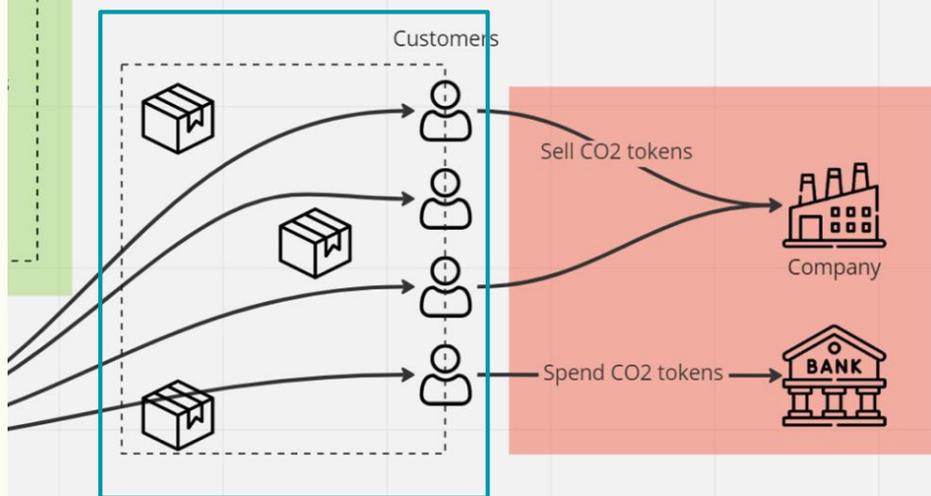
碳權貼數
100000 \$

		
Name Description	Name Description	Name Description
Price Amount	Price Amount	Price Amount
3999 3	3999 3	3999 3
Carbon? 10kg	Carbon? 10kg	Carbon? 10kg
下架	下架	下架

1. 平台商品上架頁面可設定每個商品附著的碳權點數
 - 消費者購買後，平台會將點數轉移給消費者

Step3. 消費者取得碳權點數 (個人碳存摺)

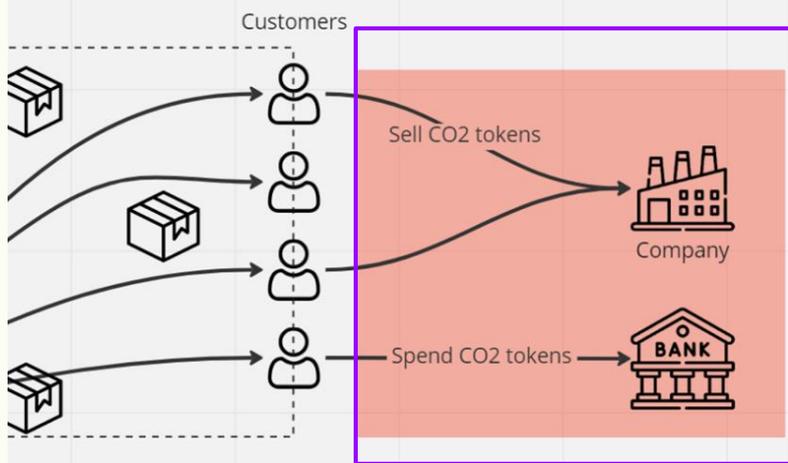
3. 消費者取得碳權點數



1. 消費者購買附著碳權商品後得到碳權點數

Step4. 消費者使用碳權點數的模式

4. 消費者使用碳權點數



1. 折抵其他商品的金額
2. 販售碳權點數給其他企業或銀行
 - 例如：其他企業可在收購頁面登錄欲收購碳權點數與價格。
 - 平台協助碳權搓合交易
3. 轉移給其他消費者
4. 捐贈給其他非營利機構

綠色旅遊 - 秧悅美地度假中心



BOOK NOW

GAEAVILLA

NEWS

ROOM

DINING

SPA

BANQUET

WEDDING

FACILITIES

ONLINE SHOP

秧悅美地 | 度假之最

Bring You Such a Unique and Unforgettable Experience

香草七感療癒花園度假酒店

GTS 綠色旅遊 國際認證標章



國際大獎
頂級榮譽認證

全球食品驗證
100%無添加
全球純粹品味鑑定
三星最高殊榮



秧田良品
GAEA FARM

純滴雞精

CONCENTRATED CHICKEN ESSENCE

Gaea
格雅雞



榮 獲

A.A. TASTE AWARDS
全球純粹品味評鑑 二星獎

結合在地有機農場有機產品



結合在地有機農場有機產品



清大 ESG 運動中心(規劃中) - 高登科技



清大 ESG 運動中心(規劃中) - 高登科技

等速肌力復健醫療器材



RINGOAL PRO



RINGOAL



RINGOAL HOME 4

清大 ESG 運動中心(規劃中) - 高登科技

suggested resistance level : 6

suggested speed (seconds/time): 2

Exercise Score: 83



清大 ESG 運動中心(規劃中) - 高登科技



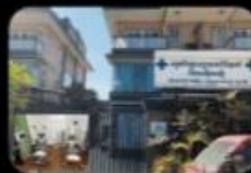
荷蘭,海爾倫



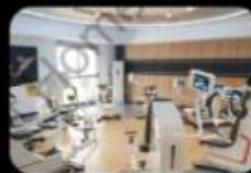
泰國,曼谷



荷蘭,羅塔德



東莞,東莞



山東,濟南



浙江,杭州



上海,古美智慧體育中心



宜蘭,羅東博愛醫院活力學苑



台北,忠勤里活動中心



新北,三重受恩日間照顧中心



新竹,北區樂齡學習中心



新竹,山光文化健康站



新竹,銀髮健身俱樂部



台中,南屯國民運動中心



南投,禾安康健身坊



台南,長榮大學



台南,仁村醫院



嘉義,台灣基督長老教會



高雄,全方位



高雄,鳳山運動中心



高雄,旗津醫院



高雄,亞望沙龍日間照顧中心



屏東,屏基護理之家



屏東,霧台衛生所



屏東,潮州畢嘉士基金會

討論與建議

- ❖ 企業 ESG 強調環境永續, 減少碳足跡
- ❖ 推廣與鼓勵個人低碳生活
 - 低碳旅遊/在地綠色消費/綠色交通/綠色運動
- ❖ 農場推廣有機種植, 低碳種植, 碳足跡盤點, 碳權認證
- ❖ 企業/個人碳存摺倡議與低碳生活習慣養成
- ❖ 商品附著碳權
 - 綠色旅遊: 秧悅美地度假酒店(君達休閒農場 2023榮獲GTS國際認證)
 - 綠色農產品: 花蓮在地有機小農產品/加工品(君達農場)
- ❖ 企業 ESG 認購小農碳權 (等量國際認證碳權)
- ❖ 透過碳存摺管理服務平台進行附碳商品(附碳綠色旅行)交易
- ❖ 消費者碳權可交易, 可捐贈(社福機構), 可贊助綠色活動專案
- ❖ 養成低碳生活, 永續生活目標



Thank you for your attentions !

黃能富教授

國立清華大學資訊工程系特聘教授

國立清華大學電機資訊學院前院長

國科會 LPWAN 物聯網技術與應用產學小聯盟召集人

桃園市政府市政顧問, 全國農業金庫顧問

花蓮縣政府農業顧問, 嘉義縣政府智慧農業顧問

E-mail: nfhuang@cs.nthu.edu.tw