

萬潤2025創新創意競賽(高中職組)
作品構想書

作品名稱	TasteLink 智慧販售與回收系統	收件編號	(主辦單位填寫)
------	------------------------	------	----------

壹、創作動機與目的

一、創作動機

飲料容器與一次性包材正是校園與商場日常中最容易被忽視的、卻最可以被量化改善的 ESG 痛點。現況普遍存在三個斷點：

1. **販賣與回收割裂**：販賣機只負責銷售部分；回收(RVM/資源回收站點)在另一端，目前缺乏「交易關聯與誘因」，難以形成閉環；
2. **ESG數據不可用**：銷售、回收、物流、能耗、碳排分散在不同的系統(機台、學生卡、付系統、清潔隊、工廠)，無法以品項/場域做核算，更無法即時回饋決策；
3. **信任不足**：單一條碼或重量機制被濫用(重複投、異物混投、殘留物)，導致退押金與再生物料品質下降。

我們提出 TasteLink 智慧販售與回收系統：將「販售端-回收端-工業4.0雲端(WMS/MES/APS/ERP/碳盤查)全部整合，讓每一筆交易、每一次回收、每一度電與每一公里逆物流都可以溯源。核心理念是以數據閉環與行為設計同時提升回收率、降低能耗、可視化碳足跡，並以公平可信的退押金 機制，將綠色行動變成可量化、可驗證且可擴張的日常。

二、目的

總目標：建立一套可在校園/商場快速部署的 ESG 智慧販賣機閉環，兼顧回收率、能耗、碳盤查、體驗四大成果，並與企業端工業4.0系統整合，形成可評比、可審計、可擴充的標準化方案。

預期目標：

回收與防詐：導入押金制 + 即時退費/積分，目標 容器回收率 $\geq 70\%$ ；以「視覺x條碼x重量」三重複核，錯誤受理率 $\leq 3\%$ 、可疑行為攔截率 $\geq 95\%$ 。

辨識與效能：AI 視覺模型準確率 $\geq 97\%$ ；單件推理延遲 $< 500\text{ms}$ （邊緣端）；回收流程（掃碼→投遞→退押金） ≤ 30 秒。

能耗與可靠度：透過待機策略/溫控/門控，單月耗電下降 $\geq 20\%$ ；整體系統 上線可用度 $\geq 99.5\%$ ，離線仍可暫存交易與影像摘要，資料丟失=0。

碳盤查自動化：每週自動更新 Scope 2/3 估算（電表、冷媒、包材、逆物流里程），銷售與回收量一致性校驗率 100%；每月產出 ESG 儀表板（回收量、減碳量、能耗、里程、SLA）。

體驗與採用：購買至退押金端到端 ≤ 60 秒；NPS ≥ 60 ；有效會員綁定率 $\geq 50\%$ ；與 ≥ 3 種支

付完成介接。

可擴充/可維運：通訊協定採 MQTT/REST，可插拔支付與會員模組；具遠端 OTA 升級、故障自我診斷與派工排程；資料治理遵循「最小必要原則」，影像以特徵值化儲存。

貳、目前相關創作或產品介紹

一、產業現況與典型方案

傳統販賣機 (VM)：以販售為核心，功能含投幣/讀卡、簡易庫存回報與機況告警；與回收、ESG、工廠系統幾乎零整合。

智慧販賣機 (SVM)：新增行動支付、電子發票、遠端內容/廣告投放、基本遙測（溫控/門磁/故障）；資料仍以**銷售為中心**，缺少回收閉環與碳盤查模組。

逆向回收機 (RVM/DRS)：條碼或重量為主，部分加入視覺辨識；可發放小額回饋/票券。但多為**單機或局部平台**，與金流、會員系統與企業 WMS/MES 的資料鏈結薄弱，難以形成「從購買到回收」的同一 ID。

企業雲/工業4.0 (WMS/MES/APS/ERP)：聚焦製造與倉儲效率；多未把**前端販售/回收**資料納入碳足跡核算與品質追溯。

小結：現況呈「兩個孤島」——前端（販售/回收）與後端（工廠/倉儲/碳盤查）彼此脫節，造成回收誘因不足、ESG 指標**不可驗證**、逆物流與再製**難優化**。

二、國內外參考案例（舉例）

歐洲 DRS 市場：超市內 RVM 普及，以條碼×重量為主，退押金多走紙券/電子錢包；與零售端 POS 有連動，但**缺少銷售明細到單一容器的精準映射**，視覺防詐較為保守。

亞洲校園/車站方案：多為「學生卡積分 + 回收機」的組合；誘因存在但資料閉環不足，回收量、能耗與碳排**難以在校級 ESG 報告中量化**。

品牌商試點：部分飲料商與回收商聯合設點，強調回收量 KPI，但**逆物流與再生料品質**（混料、殘液）控管仍是瓶頸。

問題本質：沒有把**銷售-回收-逆物流-再製-ESG**當成一條資料管線來設計。

三、關鍵技術拼圖（現行常見做法）

辨識與防詐：條碼/QR、重量、尺寸檢測；部分有 CNN 影像分類，但與條碼/重量的決策融合不完善（易誤判或可被規避）。

金流與積分：第三方支付/學生卡串接常見；**退押金**多以票券或延遲入帳為主，體驗斷裂。

IoT 與邊緣：MQTT/HTTP 遙測、OTA 更新具備；但**離線容錯與影像隱私機制**（特徵值

化/刪節存證) 稀少。

能耗管理：有門控與夜間睡眠，但與銷售/開門行為未聯動優化；無能耗—碳排—維修的三向關聯分析。

四、本作品定位與差異化 (USP)

TasteLink = ESG 智慧販售×回收×工業4.0 的「端到端資料閉環」

交易級鏈結：以「交易指紋 (時間戳×SKU×地點×會員/支付憑證)」連接購買→回收，精確核對退押金，支撐校園/企業 ESG 審計。

三重複核：視覺×條碼×重量融合決策 (含殘液/異物檢測)，有效抑制詐用與錯收，提高再生料純度。

ESG 資料湖：把銷售、回收、能耗、逆物流、再製良率同規格落盤，依排放因子自動估算 Scope 2/3，週更儀表板。

工業4.0 銜接：WMS/MES/APS/ERP 標準介面，讓回收量、逆物流里程、再製批次可被排程與追溯 (含 RMA/召回)。

體驗優先：從購買到退押金 ≤60s，押金/積分即時入帳；會員任務、排行榜與推播形成行為設計閉環。

可擴充/可維運：模組化硬體 (相機/秤/讀頭)、可替換支付/會員；邊緣推理 + 離線佇列；隱私預設安全 (最小化收集、影像特徵值化)。

五、差異比較 (摘要表)

表 1：差異比較表

指標	傳統 VM	智慧 SVM	RVM/DRS (一般)	TasteLink (本作品)
回收閉環	無	弱 (僅活動換點)	有回收，但與銷售斷裂	購買→回收→退押金 全鏈路
防詐能力	無	低	中 (條碼/重量)	高 (視覺×條碼×重量)
ESG/碳盤查	無	弱	弱 (僅回收量)	強 (能耗/里程/回收量→Scope2/3)
工業 4.0 整合	無	弱	幾乎無	WMS/MES/APS/ERP 標準介面
會員/支付	現金/卡	行動支付/發票	券/積分	退押金即時入帳 + 多支付/校園卡
維運/OTA	無	有	有	邊緣容錯 + OTA + 遠端派工

六、本團隊現況與可交付 (MVP)

系統設計：已完成端到端流程圖(圖1)；確立三層架構（裝置/邊緣/雲端）與資料模型草案。

MVP 目標：3 處示範點位、5 大品項（PET/鋁罐/紙杯/紙餐盒/玻璃），完成販售×回收×退押金全流程演示；儀表板呈現回收率、能耗、碳排與逆物流里程。

開放介面：支付/會員採模組化；提供 API 規格（MQTT Topic/REST），便於學生卡或第三方服務接入。

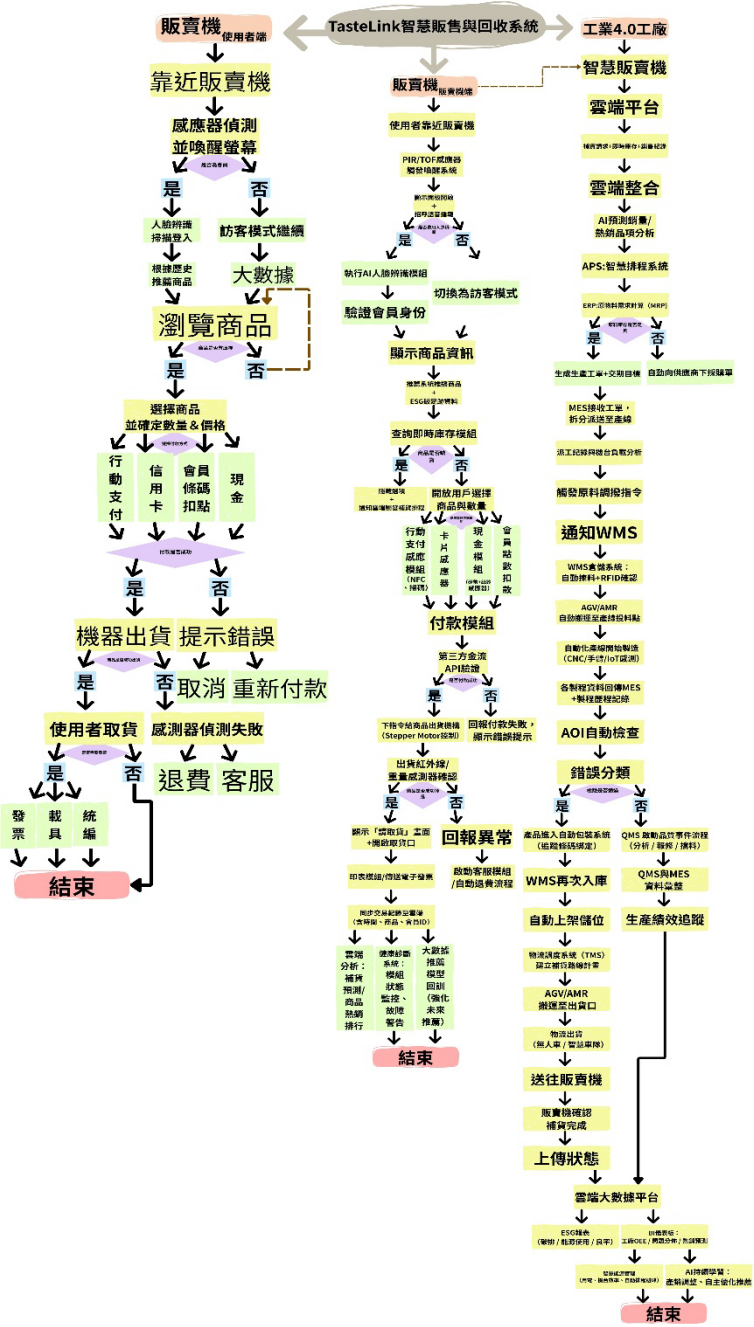


圖 1：端到端流程圖

參、創新實作方法

核心主張：以「裝置層×邊緣層×雲端/工業4.0層」的端到端架構，打造可審計、可擴充、可量化 ESG 的閉環系統；以資料管線與行為設計同時驅動回收率提升、能耗下降與碳盤查自動化。

一、端到端系統架構 (Three-Tier)

• 裝置層 (Vending / RVM)

- 販售機：工控板+智慧鎖、重力/溫度/門磁感測、7" 以上互動螢幕；支付模組（信用卡/行動支付/NFC）、電子發票、票據列印；壓縮機與照明可調速控制。
- 回收機：雙鏡頭相機+環形光源、條碼/QR 掃描、1g 精度稱重、聲學/磁性感測（異物與殘液偵測）、防夾/防逆投結構；安全急停與防破壞外殼。
- 通訊：乙太網/4G/5G；MessagePack over MQTT (TLS)；掉線時以本地佇列快取（>10,000 筆）。

• 邊緣層 (Edge Gateway)

- ONNX/TensorRT 推理引擎；多任務模型（類別/品牌/容量/瑕疵）；Decision Fusion（視覺×條碼×重量）與異常規則（殘液/尺寸不符/重複投遞）。
- OTA 管理、日誌簽章（hash chain）、憑證輪替；本地風險打分（Risk Score）與即時 UI 回饋。

• 雲端/工業 4.0 層 (Platform)

- IoT Broker (MQTT)、API Gateway (REST/gRPC)、事件匯流 (Kafka/類似)；Data Lake（時序+交易+影像特徵摘要）與 Warehouse（星型模式）。
- ESG 模組：能耗 (kWh/台/日)、冷媒、運補里程、回收量 → 自動計算 Scope 2/3；Dashboard 與審計報表匯出 (CSV/PDF)。
- 企業介接：WMS（補貨派工/路線）、MES（再製批次）、APS（逆物流排程）、ERP（會計/押金清算）。

二、事件與資料設計 (可審計)

交易指紋 TxID：<機台 ID>-<時戳>-<SKU>-<支付憑證>；

回收指紋 RxID：<機台 ID>-<時戳>-<容器特徵 Hash>-<重量>；

購回鏈結：以 SKU/會員/地點/時間窗綁定 TxID↔RxID（同品項或品牌群）；

事件結構：採 CloudEvents 風格欄位 (id/source/type/time/data) + HMAC 簽章，確保不可否認；

隱私保護：會員以假名化 ID 與雜湊憑證；影像只存特徵向量與低解析遮罩縮圖（如需人工複核）。

三、AI 視覺與防詐 (Model Ops)

資料集：5 大品項 × 主要品牌 × 容量/異常 (變形/沾液/殘液) 擴增；區分已銷售與非銷售樣本以提升對應精度。

架構：輕量化 backbone (如 MobileNet/RegNet) + 多頭輸出 (類別/品牌/容量/瑕疵)；

開放集合偵測：在 Softmax 外增設「未知類」門檻與特徵距離監測，避免誤收非目標容器；

決策融合：條碼校驗 (EAN/UPC) × 重量窗口 × 視覺相似度分數，產生**可信度**；低可信度走人工覆核/退件；

延遲預算：拍照至結果 <500ms；批次/影像裁切加速；

模型治理：灰度上線與 Shadow 模式、A/B 測試、回滾；每週離線再訓練 (hard negative mining)。

四、退押金與防詐流程 (狀態機)

Idle → 掃碼/登入 → 投遞偵測 → 影像/重量/條碼取得 → 決策融合 → (通過) 入桶並退押金 / (不通過) 退件提示 → 例外處理/人工覆核 → 結束

護欄：同一 TxID 再投、時間窗過期、重量不符、殘液外溢、自製條碼、影像遮擋，全部進入風險高分路徑並記錄黑/灰名單。

體驗：通過路徑單件 ≤30 秒；失敗給出**可操作原因**與客服通道 (QR 開單)。

五、能源最佳化 (Energy-by-Design)

行為聯動：依開門次數/停留時長/溫度擾動自動調整壓縮機功率；

情境策略：夜間睡眠檔、假日/寒暑假時段表、低流量場景降頻；

硬體協同：門控與照明延遲熄滅、除霜排程；

量測閉環：以台/日 kWh 指標 + 室溫/門開事件做關聯分析，週更節能報表；目標：月耗電 ↓≥20%。

六、工業4.0/ESG 數據管線

資料湖維度：時間/地點/機台/會員類型/SKU/品牌/容器材質/事件類型；

碳因子：電力、車趟里程、材質 (PET/鋁/紙/玻璃)、清洗/再製用能；

逆物流排程：以回收桶裝滿率與路網計算排程（最短路徑×碳排最小化）；

WMS/MES/ERP 映射：Tx/Rx 與倉儲批次、再生料批次對應；押金清分/對賬自動化。

七、安全、隱私與合規（Security & Privacy by Design）

裝置身份：TPM/安全晶片存放私鑰，MQTT TLS 雙向認證；

資料安全：靜態 AES-256、傳輸 TLS1.3、憑證輪替與 CRL；

最小化收集：去識別化會員、影像特徵值化；

稽核：事件簽章與雜湊鏈、行為日誌留存 1 年；

可靠度：Watchdog、自動復原、離線模式（排隊與重送）；

安全更新：OTA 全量/差分、雙分割槽回滾、簽名檢驗。

八、測試驗證與量產準備（V&V）

單元/整合/壓力/老化：24×7 連續 500 小時運轉；

環境：溫濕循環、鹽霧（戶外機型）、跌落/震動；

功能：偽裝條碼/異常重量/濕瓶/殘液/變形樣本；

指標收斂：AUC/F1/延遲/能耗/回收率/誤拒率；

實地試點：≥3 點位、≥12 週；每週回顧儀表板與缺陷，用 PDCA 修正。

九、部署與維運（DevOps / MLOps / IoTops）

佈建：零接觸註冊（ZTP），掃碼上線；

監控：機況/能耗/推理延遲/退押金成功率/填充率；

告警：Slack/LINE webhook；

Runbook：卡瓶、秤重漂移、鏡頭污損、連線中斷、冷媒壓力異常；

MLOps：資料標註平台、持續訓練、模型版本治理、灰度發布。

十、風險清單與對策（FMEA 摘要）

感測漂移→定期自校/校準砝碼；

模型劣化→ 監控分佈漂移，週更訓練；

惡意攻擊/破壞→ 防護殼+防拆開關+黑名單；

網路不穩→ 邊緣佇列+差分上傳；

資料隱私爭議→ 預設去識別+資料保留政策；

供應鏈延誤→ 相機/秤/工控板雙供應商策略。

肆、作品特色說明

一、核心特色（七大亮點）

1. **ESG 數據閉環，可審計**：以 **TxID↔RxID 交易/回收指紋** 將「**購買—回收—逆物流—再製—會計（押金清分）**」打成一條資料管線；Scope 2/3 由能耗、車趟里程與材質因子自動計算，**週更儀表板**可直接作為校園/企業 ESG 報告附件。
2. **三重複核防詐+開放集合偵測**：**視覺×條碼×重量**決策融合，加入未知類偵測與殘液/異物規則，**錯誤受理率 $\leq 3\%$** ，確保退押金公平與回料純度。
3. **工業 4.0 一站整合**：以標準介面銜接 **WMS/MES/APS/ERP**，讓回收量→再製批次→會計清分成為**可追溯的製程與財務事件**，不是零散檔案。
4. **Energy-by-Design 節能架構**：壓縮機功率與門控/照明/除霜聯動，夜間睡眠檔與低流量降頻，同機型月耗電下降 $\geq 20\%$ 。
5. **60 秒體驗+即時退押金**：從購買到完成回收並入帳 ≤ 60 秒；會員任務/排行榜/里程碑設計，將回收行為遊戲化，**NPS ≥ 60** 。
6. **安全與隱私 by default**：裝置憑證、事件簽章、端對端加密；會員假名化、影像特徵值化儲存；提供稽核追蹤與資料保留政策。
7. **模組化可擴充**：硬體（相機/秤/讀頭）與軟體（支付/會員/儀表板）皆可插拔；**MQTT/REST 通訊、OTA 更新、離線容錯**，易於跨校園與商場複製。

二、量化優勢預測（與市場常態比較）

表 2：量化優勢預測表

指標	市場常態	TasteLink（本作品）	亮點說明
回收閉環	VM 與 RVM 資料分離	購買→回收→退押金全鏈路	TxID↔RxID 映射，退押金與審計一致
回收率	30-50%	≥70%	押金 + 即時獎勵 + 任務化
防詐能力	條碼或重量其一	視覺×條碼×重量	未知類/殘液/異物偵測
退押金入帳	分鐘級/延遲	秒級即時	金流/會員雙通道入帳
能耗	缺少行為聯動	月耗電 ↓≥20%	溫控/門控/排程協同
可用度	95-98%	≥99.5%	邊緣佇列 + 自動復原
ESG 產出	季度/手工估算	週更自動	能耗/里程/材質因子自動換算
維運	人工巡檢	OTA + 遠端派工	監控延遲/卡瓶/秤漂移

三、評審要點對應

創新性：把 DRS、防詐 AI、工業 4.0 與 ESG 碳盤查在**同一資料模型**內完成整合（非僅功能堆疊）。

可行性：三層架構、標準通訊、可替換模組與 12 週里程碑，確保可**落地**且可擴充。

效益性：以 KPI 驅動（回收率、能耗、碳排、NPS），每一項皆有**量化目標與驗證方法**。

社會影響：校園/商場可形成**回收文化與綠點數生態**，支持地方政府減廢政策與再生料供應穩定。

四、可專利化與護城河

1. 「**視覺×條碼×重量**」**三重複核退押金流程**與決策融合權重自適應；
2. **Tx/Rx 指紋鏈 + ESG/工業 4.0 映射**之資料管線（押金清分與再製批次追溯）；
3. **能源最佳化協同控制**（門控/溫控/壓縮機/照明聯動與行為驅動策略）。

上述技術點將整理成申請要點與可公開前後對比數據，利於審查與佈局。

五、展示策略（決賽現場）

一鏡到底 Demo：現場完成「購買→投遞→退押金」，大螢幕同步顯示**三重複核決策**與 ESG 儀表板跳動；

黑箱挑戰：評審投遞變形瓶/殘液瓶，系統即時判定與說明原因；

KPI 看板：回收率、能耗、碳排、逆物流里程與告警事件即時呈現；

拆解展示：相機/光源/秤/門控與邊緣盒子模組化呈現，凸顯可擴充與量產可行性。

伍、結論與建議

一、總結

TasteLink 以資料閉環重構販售與回收，將回收率、能耗與碳排等關鍵 ESG 指標數據化、可審計化。本文所列皆為 AI 預測/設計值，目的是給出可驗證的目標區間與清晰的落地方法。

二、預測成效與驗證計畫

試辦規模：12 週、 ≥ 3 點位；

驗證方法：A/B、DOE、對賬與能耗表校驗、抽樣覆核；

輸出：《試辦成效白皮書》（方法、數據、對照與誤差），用於決策與招商。

三、擴張與商轉建議

0-6 個月：點位 10-15 台、3-5 校/商場、金流整合、2-3 件專利送審。

6-12 個月：逆物流 SLA、WMS/MES/ERP/押金清分月結、SaaS 儀表板與 API 市集。

12-24 個月：品牌合作綠點數/碳權、保險折扣、擴展外帶餐盒/紙杯/玻璃。

四、商模與治理

硬體租售 + SaaS 訂閱 + 交易服務費 + 合法授權的匿名化資料服務；押金專戶與第三方稽核；四方夥伴（校園卡/支付、回收商、清潔隊、品牌商）。

五、風險與對策(摘要)

模型與感測漂移、詐騙對抗、隱私與合規、供應鏈——分別以持續訓練、校準/備援、黑/灰名單與 DPIA、雙供應商策略應對。

六、結語

從 AI 預測 → 實測驗證 → 規模化複製是本作品的落地路徑。我們將以可審計資料、可量化 ESG 與可擴張架構，打造可複製、可商轉、可輸出的校園與城市級循環經濟標竿。

陸、參考文獻

環境部資源循環署,“四合一回收制度-資源回收政策介紹”,環境部資源循環署全球資訊網,(2024)。

臺北市環保局資源循環管理科,“看圖做回收資源回收圖文版中英文摺頁”,臺北市政府環保局,(2024)。

行政院環保署,“公告應回收項目一垃圾分類與資源回收表”,行政院環保署,(2023)。

教育部,“AI與我們的生活”,國中小年級學生日常教材,(2022)。

Wowgaopei 網,“AI正在改變我們的生活:10個例子看AI如何影響生活”,AI未來世代,(2024)。

經濟部,“全球物聯網技術暨軟體應用趨勢分析”,經濟部技術處,(2020)。

國立新營高中,“物聯網簡介”,新營高中資訊科技領域教材,(2023)。