

# 需求規格書 (PRD)

## 製程視覺 AI 分析系統

文件編號: SMAI-PRD-2024-001 專案名稱: 製程視覺 AI 分析系統 (Process Vision AI) 版本: 1.3 日期: 2025-02-09 單位: 再生廠智慧製造

### 文件資訊

項目	內容
需求單位	再生廠智慧製造
系統開發	自建 + 研華整合
目標上線日	2024 Q2
撰寫人	
審核人	

### 修訂紀錄

版本	日期	修訂內容	作者
0.1	2024-01-10	初稿	
1.0	2024-01-15	正式版	
1.1	2025-01-30	文件審閱更新、硬體報價待更新標註	
1.2	2025-02-05	功能清單狀態更新、驗收標準細化	
1.3	2025-02-09	非功能需求補充、UI 規格調整	

## 1. 專案概述

### 1.1 專案背景

目前製程週期時間量測仰賴人工秒錶計時，存在以下問題：

- 人力成本高（每週約 8 小時）
- 數據準確度不穩定（人為誤差）
- 無法即時監控異常
- 難以進行長期趨勢分析

### 1.2 專案目標

建置製程視覺 AI 分析系統，實現：

目標	說明	量化指標
自動化量測	AI 自動識別製程動作並計時	減少 80% 人工工時
提升準確度	消除人為量測誤差	準確度 > 95%
即時監控	邊緣運算即時偵測	延遲 < 100ms
數據整合	與 WISE-IoTSuite 整合	關聯 MES 數據

### 1.3 專案範圍

#### 範圍內 (In Scope)

項目	說明
邊緣 AI 推論	VisionAI Edge 即時影像分析
批次影片分析	Mac 伺服器批次處理
製程分段識別	自動識別取料/組裝/檢查等動作
週期時間分析	計算並統計週期時間
學習統計	趨勢分析、標準時間建議
數據整合	與 WISE-IoTSuite 串接

#### 範圍外 (Out of Scope)

項目	說明	負責單位
ERP 系統整合	工單主檔同步	資訊部協調
IT 基礎建設	網路/伺服器維運	資訊部
正式環境維運	系統維運支援	資訊部

### 1.4 利害關係人

角色	單位	職責
專案發起人	再生廠	預算核准、策略決策
產品負責人	智慧製造	需求定義、驗收確認
技術負責人	智慧製造	技術規格、POC 執行
系統整合	智慧製造/研華	系統開發與整合
使用者	生產單位	系統操作、回饋
資訊部	資訊部	維運支援、資安審核

## 2. 使用者需求

### 2.1 使用者角色

角色	說明	主要功能
IE 工程師	製程改善分析	影片分析、報表產出
現場主管	生產監控	即時監控、異常通知
品質人員	品質追溯	影像查詢、異常回溯
系統管理員	系統維護	設備管理、模型管理

### 2.2 使用者故事 (User Stories)

#### US-01: 批次影片分析

作為 IE 工程師  
我想要 上傳製程影片並自動分析  
以便 快速取得週期時間數據，不需人工計時

驗收條件:

- 支援上傳 MP4/MOV 格式，檔案大小 < 500MB
- 分析完成後自動產生分段結果
- 分段準確率 > 85%
- 處理速度 > 實時 3 倍

#### US-02: 分段邊界調整

作為 IE 工程師  
我想要 手動調整 AI 識別的分段邊界  
以便 校正錯誤的分段結果

驗收條件:

- 時間軸可拖拉調整邊界
- 支援分段新增/刪除/合併
- 儲存修正後的結果
- 修正結果可用於模型學習

#### US-03: 即時監控

作為 現場主管  
我想要 即時查看各工作站的作業狀態  
以便 及時發現異常並處理

驗收條件:

- 即時顯示各工作站狀態 (作業中/待料/異常)
- 異常事件即時通知
- 延遲 < 5 秒
- 支援多工作站同時監控

#### US-04: 週期時間報表

作為 IE 工程師  
我想要 查看週期時間統計報表  
以便 分析製程效率並找出改善機會

##### 驗收條件:

- 顯示平均/最大/最小/標準差
- 支援時間區間篩選
- 支援工作站/產品篩選
- 圖表視覺化呈現

#### US-05: 學習統計與建議

作為 IE 工程師  
我想要 系統自動學習歷史數據並建議標準時間  
以便 建立更準確的製程標準

##### 驗收條件:

- 自動計算各分段的統計數據
- 顯示趨勢 (改善中/穩定/惡化)
- 建議標準時間 (基於統計)
- 支援一鍵套用建議值

#### US-06: 設備管理

作為 系統管理員  
我想要 管理 VisionAI Edge 設備狀態  
以便 讓系統穩定運作

##### 驗收條件:

- 顯示設備連線狀態
- 顯示設備資源使用率 (CPU/GPU/溫度)
- 離線告警通知
- 支援遠端重啟

#### US-07: 模型管理

作為 系統管理員  
我想要 管理 AI 模型版本並部署到 Edge 設備

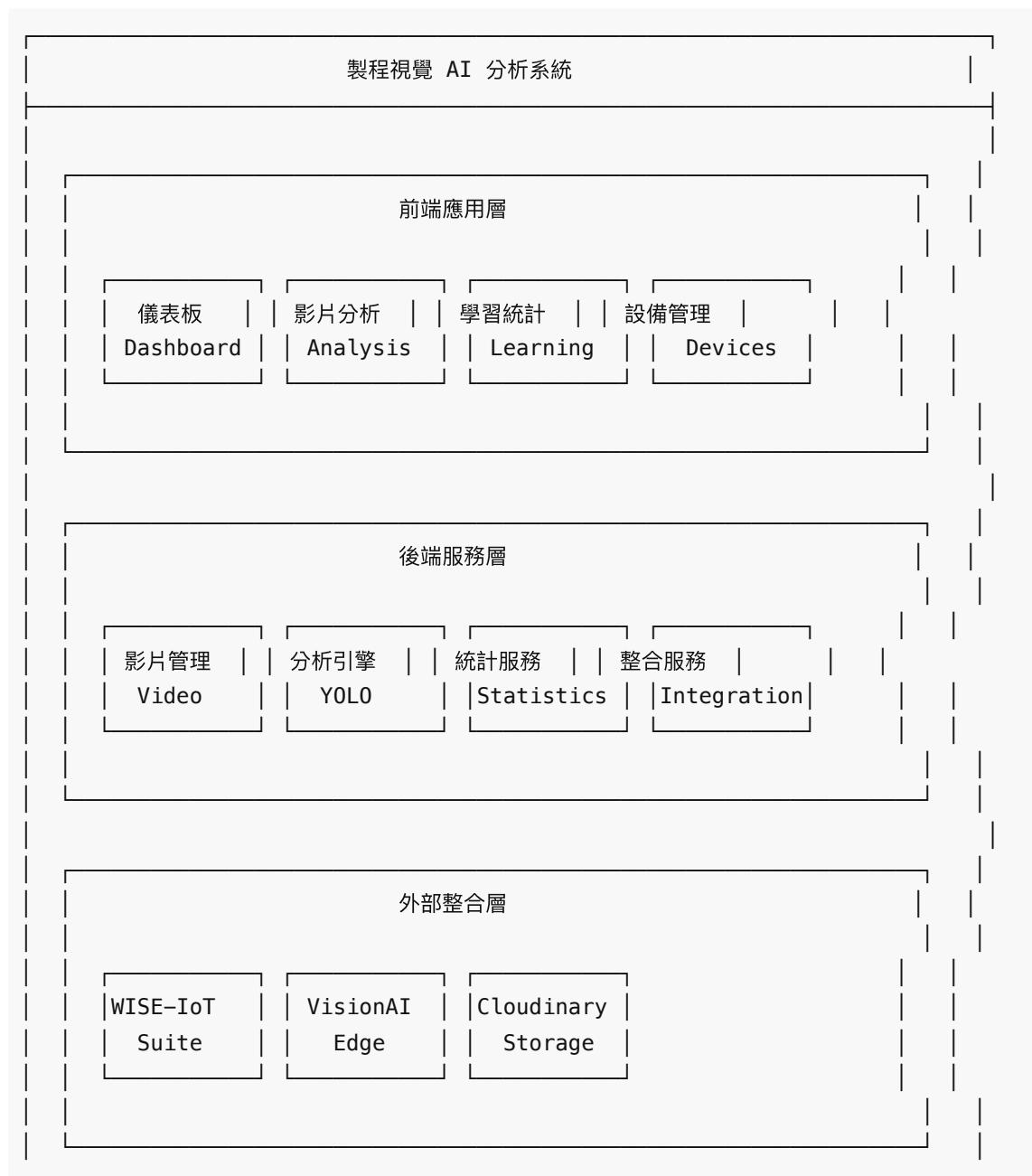
以便 持續改善識別準確率

驗收條件:

- 模型版本列表
- 支援一鍵部署到指定 Edge
- 部署狀態追蹤
- 支援版本回滾

### 3. 功能需求

#### 3.1 功能架構



### 3.2 功能清單

模組	功能編號	功能名稱	優先級	狀態
儀表板	F-DB-01	統計概覽	P0	已完成
	F-DB-02	最近分析列表	P0	已完成
	F-DB-03	工站狀態監控	P1	待開發
影片管理	F-VM-01	影片上傳	P0	已完成
	F-VM-02	影片列表	P0	已完成
	F-VM-03	影片刪除	P0	已完成
製程分析	F-AN-01	自動分析	P0	已完成
	F-AN-02	分段顯示	P0	已完成
	F-AN-03	時間軸編輯	P0	已完成
學習統計	F-LS-01	統計數據顯示	P0	已完成
	F-LS-02	趨勢分析	P0	已完成
	F-LS-03	標準時間建議	P1	已完成
設備管理	F-DM-01	設備列表	P1	待開發
	F-DM-02	狀態監控	P1	待開發
	F-DM-03	遠端重啟	P2	待開發
模型管理	F-MM-01	模型列表	P2	待開發
	F-MM-02	模型部署	P2	待開發
	F-MM-03	版本回滾	P2	待開發
整合	F-IN-01	IoTSuite 串接	P0	待開發
	F-IN-02	Edge 資料接收	P1	待開發
	F-IN-03	DataInsight ETL	P1	待開發

### 3.3 功能詳細規格

#### F-AN-01: 自動分析

**功能說明:** 對上傳的製程影片執行 YOLO AI 分析，自動識別製程分段

**輸入:**

- 影片 ID
- 分析參數（選用）

**處理邏輯:**

1. 從 Cloudinary 取得影片 URL
2. 更新影片狀態為「分析中」
3. 呼叫 YOLO 分析引擎
4. 每 5 帀執行一次物件偵測
5. 偵測場景變化點
6. 判定分段邊界
7. 分類分段類型
8. 儲存分析結果
9. 更新影片狀態為「已分析」

**輸出:**

```
{
  "video_id": "abc123",
  "cycle_time": 45.2,
  "segments": [
    {
      "name": "取料",
      "start": 0.0,
      "end": 8.5,
      "duration": 8.5
    },
    {
      "name": "組裝",
      "start": 8.5,
      "end": 35.2,
      "duration": 26.7
    }
  ],
  "statistics": {
    "total_frames": 1356,
    "fps": 30,
    "objects_detected": 22
  }
}
```

效能需求:

- 處理速度 > 實時 3 倍
- 記憶體使用 < 4GB

#### F-IN-01: IoTSuite 串接

功能說明: 與 WISE-IoTSuite 數據中台串接，接收 Edge 推論結果並回寫分析數據

整合方式:

方向	協定	用途
Edge → IoTSuite	MQTT	即時推論結果
IoTSuite → Mac	REST API	歷史資料查詢
Mac → IoTSuite	REST API	分析結果回寫

MQTT Topic 設計:

```
edge/{edge_id}/inference      # 推論結果  
edge/{edge_id}/status         # 設備狀態  
edge/{edge_id}/alert          # 告警事件
```

訊息格式:

```
{  
  "edge_id": "MIC730AI-001",  
  "camera_id": "CAM-A01",  
  "timestamp": "2024-01-15T10:30:45.123Z",  
  "detections": [  
    {  
      "class": "person",  
      "confidence": 0.95,  
      "bbox": [100, 200, 300, 400]  
    }  
  ],  
  "scene_type": "operation"  
}
```

## 4. 非功能需求

### 4.1 效能需求

編號	需求項目	規格	驗證方法
NFR-P01	Edge 推論延遲	< 100ms	實測

NFR-P02	Edge 處理幀率	> 25 FPS	實測
NFR-P03	批次處理速度	> 3x 實時	實測
NFR-P04	API 回應時間	< 500ms (p95)	壓測
NFR-P05	頁面載入時間	< 3 秒	Lighthouse

#### 4.2 可用性需求

編號	需求項目	規格	驗證方法
NFR-A01	系統可用率	> 99.5%	監控統計
NFR-A02	Edge 正常運作率	> 99%	監控統計
NFR-A03	資料完整性	100%	資料比對
NFR-A04	故障復原時間	< 30 分鐘	演練

#### 4.3 安全性需求

編號	需求項目	規格	驗證方法
NFR-S01	網路隔離	OT/IT 網段分離	網路架構審查
NFR-S02	API 認證	JWT Token	安全測試
NFR-S03	傳輸加密	TLS 1.3	安全掃描
NFR-S04	存取控制	RBAC	功能測試

#### 4.4 擴展性需求

編號	需求項目	規格	驗證方法
NFR-E01	攝影機擴充	支援 50 路以上	架構評估
NFR-E02	Edge 擴充	支援 10 台以上	架構評估
NFR-E03	資料保留	支援 1 年以上	容量規劃

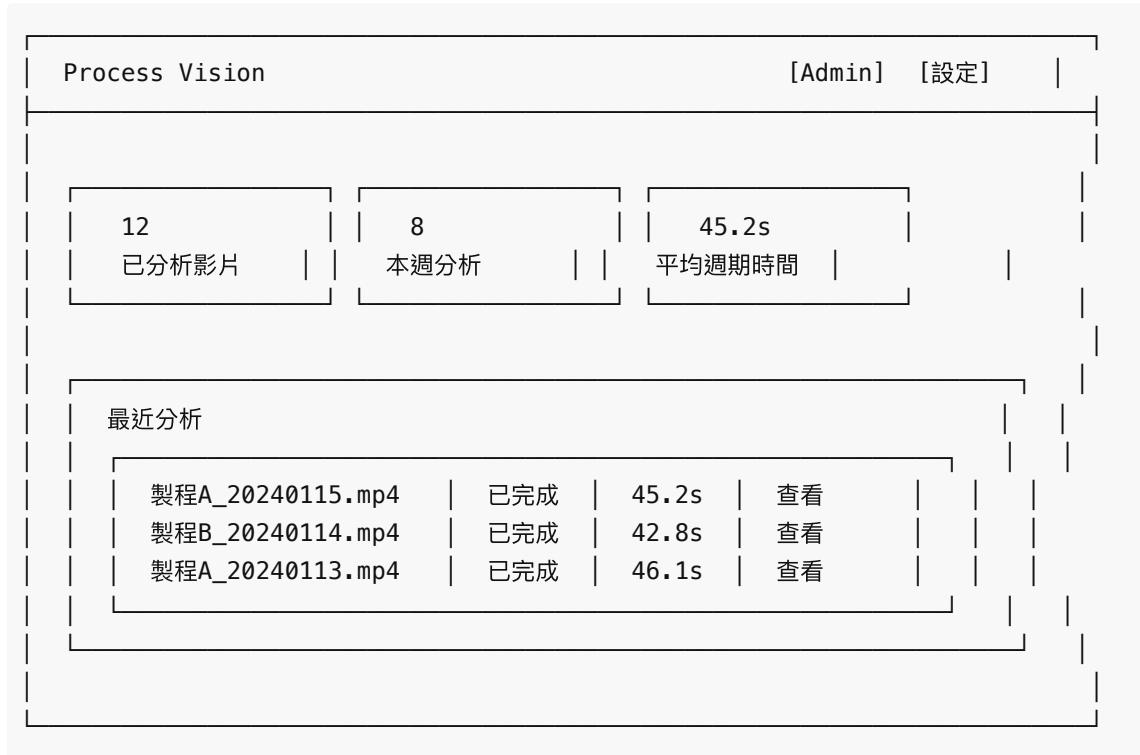
#### 4.5 相容性需求

編號	需求項目	規格	驗證方法
NFR-C01	瀏覽器支援	Chrome, Edge, Safari 最新版	相容測試
NFR-C02	影片格式	MP4, MOV, AVI	功能測試
NFR-C03	攝影機協定	RTSP H.264/H.265	整合測試

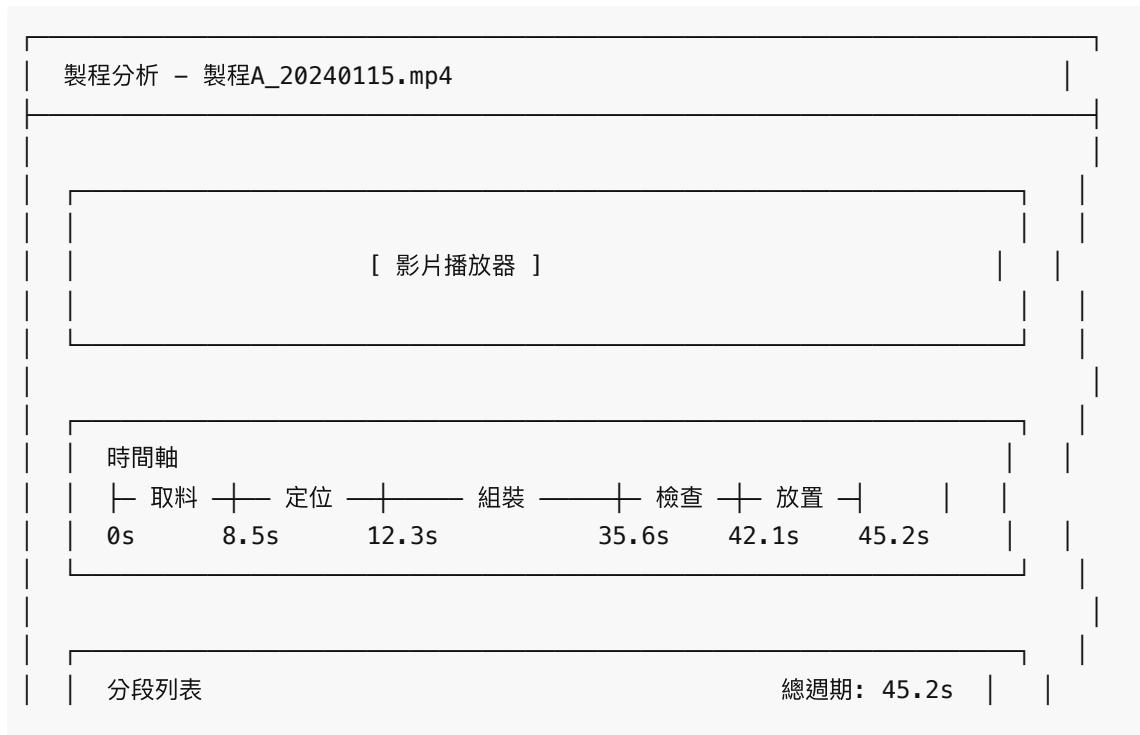
## 5. 介面需求

### 5.1 使用者介面

#### 5.1.1 儀表板



#### 5.1.2 分析頁面



= 取料	0.0s - 8.5s	8.5s	[編輯]	[刪除]			
= 定位	8.5s - 12.3s	3.8s	[編輯]	[刪除]			
= 組裝	12.3s - 35.6s	23.3s	[編輯]	[刪除]			
= 檢查	35.6s - 42.1s	6.5s	[編輯]	[刪除]			
= 放置	42.1s - 45.2s	3.1s	[編輯]	[刪除]			

[ 儲存變更 ] [ 重新分析 ]

## 5.2 系統介面

### 5.2.1 與 WISE-IoTSuite 介面

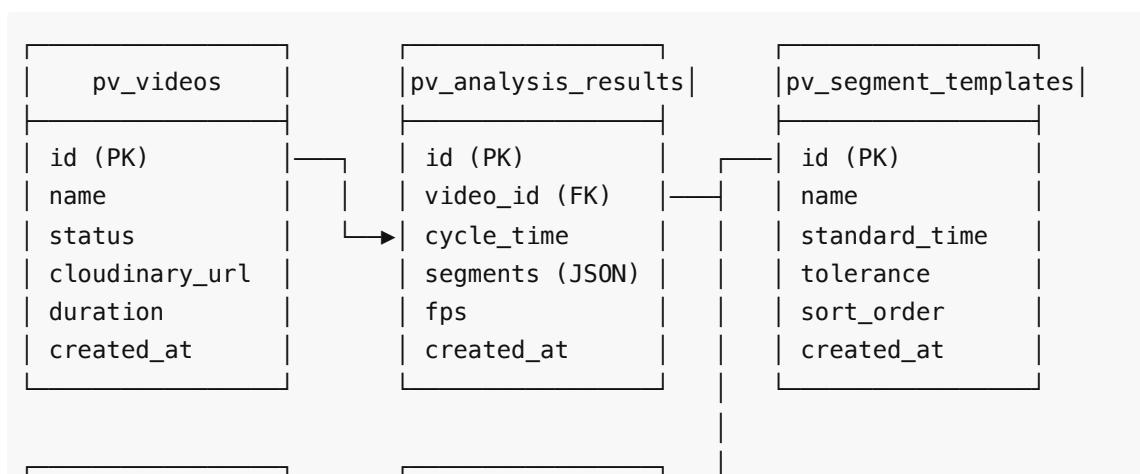
介面名稱	方向	協定	說明
MQTT 推論結果	Edge → IoTSuite	MQTT	即時推論資料
REST 時序查詢	IoTSuite → Mac	HTTPS	歷史資料查詢
REST 資料回寫	Mac → IoTSuite	HTTPS	分析結果儲存

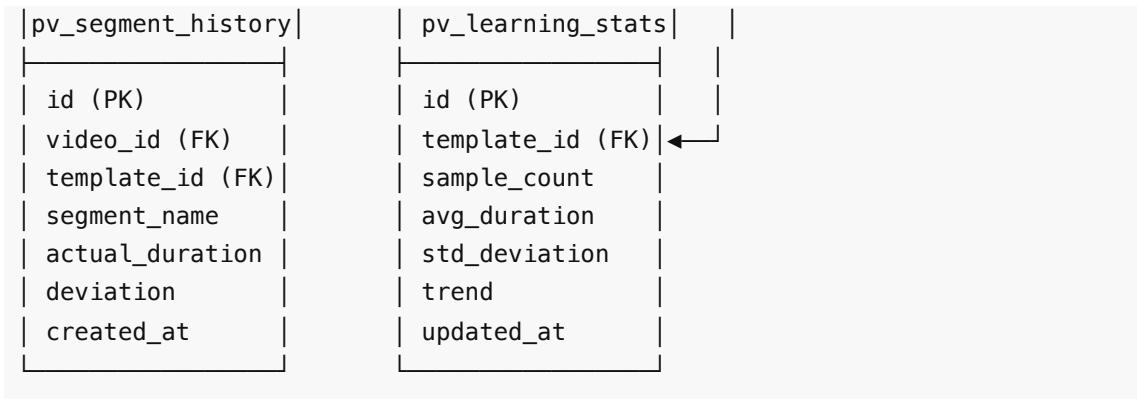
### 5.2.2 與 DataInsight 介面

介面名稱	方向	協定	說明
SQL 跨源查詢	Mac → DataInsight	HTTPS	關聯 MES + Vision
ETL Pipeline	DataInsight → 主題DB	內部	資料轉換整合

## 6. 資料需求

### 6.1 資料模型





## 6.2 資料量估算

資料類型	日增量	月增量	年增量	保留策略
影片 (Cloudinary)	5 支	150 支	1,800 支	永久
分析結果	5 筆	150 筆	1,800 筆	永久
Edge 推論日誌	2.6M 筆	78M 筆	936M 筆	30 天
學習統計	-	-	-	永久

## 6.3 資料備份

備份類型	頻率	保留期限	儲存位置
資料庫完整備份	每日	30 天	NAS
資料庫增量備份	每小時	7 天	NAS
影片備份	即時	永久	Cloudinary

## 7. 約束條件

### 7.1 技術約束

約束	說明
須使用研華 VisionAI Edge	已有研華合作關係
須整合 WISE-IoTSuite	現有數據中台
Mac 伺服器須在 IT 機房	資安與維運考量
影片儲存使用 Cloudinary	現有服務

### 7.2 業務約束

約束	說明

預算上限	NT\$100 萬以內
上線時程	2024 Q2
須符合 ISO 27001:2022	公司資安政策

### 7.3 法規約束

約束	說明
人臉隱私	需自動馬賽克處理
資料保存	依公司規定

## 8. 驗收標準

### 8.1 功能驗收

編號	驗收項目	驗收標準	驗證方法
UAT-F01	影片上傳	成功上傳並儲存	操作測試
UAT-F02	自動分析	分析完成並產生分段	操作測試
UAT-F03	分段編輯	可調整並儲存	操作測試
UAT-F04	學習統計	顯示正確統計數據	數據驗證
UAT-F05	IoTSuite 整合	資料正確傳輸	整合測試

### 8.2 效能驗收

編號	驗收項目	驗收標準	驗證方法
UAT-P01	分析速度	> 3x 實時	效能測試
UAT-P02	API 回應	< 500ms (p95)	壓力測試
UAT-P03	頁面載入	< 3 秒	Lighthouse

### 8.3 準確率驗收

編號	驗收項目	驗收標準	驗證方法
UAT-A01	分段邊界準確率	> 85%	人工標註比對
UAT-A02	分段類型準確率	> 80%	人工標註比對
UAT-A03	週期時間誤差	< 1.0 秒	人工計時比對

## 9. 附錄

## 9.1 術語表

術語	說明
VisionAI Edge	研華邊緣 AI 運算設備
YOLO	You Only Look Once，即時物件偵測演算法
週期時間	Cycle Time，完成一次製程所需時間
分段	製程中的一個動作階段
IoTSuite	研華 WISE-IoTSuite 數據中台
DataInsight	研華數據交換與 ETL 服務

## 9.2 參考文件

文件名稱	文件編號
POC 報告	SMAI-POC-2024-001
設備介面規格	SMAI-IFS-2024-001
UAT 測試案例	SMAI-UAT-2024-001

## 簽核

角色	姓名	簽名	日期
撰寫人			
審核人			
核准人			