從石頭與針線，到共同創造的智能

以標準信用卡尺寸為起點，連接本地製造與全球參與

HSIMC 白皮書 - 簡體中文母版
Benny (Yan) Liao - HSIMC 創辦人
W0-012 - P5 聯合國六語母版系統 - 2026 年 11 月 12 日

人的授權 · 本地能力 · 全球參與
在 GenAI 物理時代，不讓任何一個人掉隊

出版說明

這是 HSIMC 獨立發佈的白皮書。本文件不聲稱獲得聯合國、OpenAI、Model Context Protocol 項目、ISO、IATA、GHG Protocol、香港國際機場，或任何在外部背景資料中被引用機構的認可、認證、合作關係、標準地位或批准。

本白皮書明確區分：擬議方案、已有文件證據、模擬結果、遠程模擬記錄、實體參考實例結果、物理交付配置以及實際運行結果。凡尚未達到相應證據等級的主張，仍保持為擬議方案或設計目標。

標準信用卡的平面尺寸，僅作為一個人們熟悉、容易理解的物理起點。它並不表示本文提出的完整計算、通信、供電、感知和接口系統，已經被集成為一張符合 ISO/IEC 7810 全部要求的卡片。

創辦人前言 - 從我們已經擁有的東西開始

我的職業生涯中，有很長一段時間都靠近這樣一個臨界點：一個想法不再只是圖紙，而必須真正進入物理世界並經受現實條件的檢驗。

這些經歷包括標準制定、機器視覺、工業項目、供應商協調，以及那些沒有那麼光鮮、卻決定一個構思能否真正落地的工作：核對尺寸、找到合適的連接器、製作夾具、修正圖紙、把同一個要求解釋給不同工程團隊，以及發現一個在軟件里看似理所當然的結果，到了工廠現場卻完全不是理所當然。

強大的 GenAI 到來之後，這個差距反而變得更加明顯，而不是消失。

今天，模型可以以驚人的速度生成代碼、圖紙、分析、翻譯以及多個替代方案。但物理世界依然會追問一些不能跳過的問題：現在到底有甚麼材料？哪台機器真的能加工？誰被允許使用這台機器？現在正在製造的是哪個版本？接口在電氣上是否兼容？誰來驗收結果？如果一個物理動作已經開始，而網絡隨後中斷，會發生甚麼？一項工作完成以後，價值究竟由誰獲得？

我越來越確信，GenAI 時代最重要的機會之一，並不只是製造更多自主機器，而是讓現實世界里已經存在的能力，更容易被理解、組合、驗證和復用。

這些能力到處都存在。它可能是深圳一個成熟的 UWB 團隊；可能是一塊 T736 計算模塊和供應商已經積累的大量開發工作；可能是觀塘一家老印刷廠，在遠方工程團隊還沒有開完會議之前，就能先做出一個精准標記或夾具；可能是一台能夠放置導電線的刺繡機；也可能是一位熟悉酒店複雜交接流程的本地工作人員；還可能只是一個小作坊，擁有一台激光打標機、一台相機、一卷銅箔、一堆包裝材料、一台縫紉機，或者僅僅掌握一種可以穩定重復完成一件事的方法。

真正的挑戰，不是假裝這些能力都一樣。真正的挑戰，是給每一項貢獻划出清楚的邊界：它能做甚麼、在甚麼條件下能做、誰擁有 Authority、另一個團隊怎樣請求這項能力，以及甚麼 Evidence 足以證明結果成立。

這也是為甚麼這本白皮書從“石頭”和“針線”開始。

石頭代表那些已經存在的材料——有些仍有價值，有些已經被丟棄，有些甚至連狀態都沒有被清楚描述。針線代表人們熟悉的技能和普通機器；當它們與導電材料、電子模塊和明確接口組合以後，就可能獲得新的功能。信用卡尺寸的起點，則代表一種人人都能立即理解的物理尺度：足夠小，可以拿在手裡、打印、攜帶、附著和討論；而它背後的“智能”可以繼續分布在本地功能表面、電子模塊、邊緣計算、現有設備和雲服務中。

然後，本白皮書把視野向外展開。它追問：當模型和工具越來越強時，人怎樣繼續保有 Authority？MCP 的 Stateless 協議方向，怎樣幫助全球協作，同時不抹去現實世界中的狀態？硬件和軟件團隊怎樣在最終硬件發貨之前就同時開始？同一個功能怎樣被不同 maker 復現？價值怎樣衡量而不重復計算？一個成功的 reference result，又怎樣逐步成熟為 shared specification，而不是輕率地把自己稱作“標準”？

貫穿這些問題的原則非常簡單：

在明確的地點和時間、約定的條件下，由明確的負責方完成一個定義清楚的結果，並以 Evidence 驗證。

我相信，這件事在經濟、技術和社會三個層面都很重要。

在經濟上，它可以縮短從 GenAI 方案到客戶真正能夠使用或購買的結果之間的距離。技術上，它讓不同領域的專業人員可以圍繞同一個邊界並行工作，而不是等待一個龐大、單體式產品團隊把所有事情都做完。社會上，它給個人和小型組織提供了一條參與路徑：他們可以貢獻一個有用功能，而不必先把自己變成軟件平台，或建成一座完全自動化的工廠。

這就是本文件所說的 **“在 GenAI 物理時代，不讓任何一個人掉隊”**。它並不是說技術會自動帶來包容，而是把包容當成一個設計要求：參與應該容易理解；Authority 應該可見；貢獻應該能夠歸屬；Evidence 應該隨結果一起流轉；價值也不應該消失在貢獻者無法查看、無法理解的系統里。

作為 HSIMC 的創辦人，我的角色並不是宣稱所有問題都已經解決。我的責任，是幫助定義接口，把互補能力組織在一起，堅持證據邊界，並持續推動系統從“計劃”走向“經過測試的結果”。

因此，我們的邀請刻意保持非常務實：

帶來你已有的能力。
交付一個別人能夠復現的功能。
衡量一個真正有用的結果。
讓 GenAI 方案成為真實價值——從此刻、此地，連接全球。 - **Benny (Yan) Liao**
Founder, HSIMC
2026 年 11 月 12 日

執行摘要

生成式 AI 已經能夠以驚人的速度產生設計、代碼、說明、分析和替代方案，但物理世界有自己的節奏。一個真正有用的結果，仍然依賴材料、機器、工具、人員、空間、時間、權限、安全、製造限制，以及一套清楚的方法來判斷結果是否可接受。

OpenAI 於 2026 年 11 月 3 日發佈的 *Accelerating engineering for the physical world*，描述了機械設計、電子、軟件、仿真與製造方面的進展，並明確邀請工程師、工程公司和軟件廠商圍繞真實工具與真實問題參與這項工作。HSIMC 對此提出一條獨立的互補路線：讓現實世界里已經存在的能力，更容易被發現、組合、驗證和跨團隊、跨網絡、跨地點復用。

最基本的單位刻意保持簡單：**在明確的地點和時間、約定的條件下，由明確的負責方完成一個定義清楚的結果，並以 Evidence 驗證**。 這個結果可以是一件樣品、一份加工後的材料、一個完成檢查的零件、一個被存入指定位置的物品、一次完成的交接、一份正式發佈的軟件 build，或一次受到控制的物理動作。目標不是自動化一切，而是縮短從 GenAI 方案到現實世界中一個有用、可追責變化之間的距離。

這本白皮書從人們已經擁有的東西開始。標準信用卡的平面尺寸被用作一個熟悉的物理參考，但它並不是“完整電腦已經被壓縮成銀行卡形態”的證據。智能可以分布在印刷或紡織功能表面、小型電子模塊、邊緣計算節點、現有機器和雲服務之間。這樣，不同貢獻者就能圍繞同一套接口和驗收條件，分別交付不同功能。

因此，熟悉的材料和工具非常重要。建築材料流可以被探索成新的部件用途；當導電線、縫紉和刺繡與合適的電子模塊和測試方法結合時，可以變成受控的放置工藝；印刷可以生成定位標記、標籤、電極、接口和功能表面。本地小作坊可以貢獻夾具，工程師可以貢獻算法，另一個團隊可以貢獻相機適配器、UWB Profile 或測試程序。貢獻應該小到容易理解，同時強到能夠復現：**一個功能，具備清楚的輸入與輸出、條件、責任、版本和驗收 Evidence**。

HSIMC 圍繞 **Resource、Authority 和 Evidence** 組織協作。Resource 是正在討論的現實世界人、地點、機器、材料、庫存位置、服務或其他能力。Authority 描述誰可以發現、讀取、貢獻、預留、配置、執行、停止、接受、釋放或管理一項能力。Evidence 描述已經觀察、測試、交付、接受或拒絕了甚麼，並保存足夠的版本和來源資訊，讓另一方能夠理解結果。

這些業務概念與 Model Context Protocol 的術語並不相同。在 MCP 中，tools 是可調用操作，resources 是向客戶端提供數據或上下文的協議原語。2026 年 7 月 28 日版本把 MCP 推向 Stateless 協議核心：請求本身攜帶理解調用所需的上下文，需要跨請求持續存在的應用狀態則通過顯式標識引用，而不是隱藏在 transport session 里。HSIMC 採用這一工程思想，但並不假裝物理世界“沒有狀態”。設備狀態、Work 預留、custody、Authority、operation receipt、支付和 Evidence 都必須持續存在。

因此得到一個非常重要的原則：**無狀態請求；現實責任持續存在**。 新工程師可以從另一個客戶端、另一台設備、另一個網絡加入，而不依賴隱藏的對話記憶；與此同時，物理工作仍與明確身份和記錄綁定。重試不能製造第二次物理副作用；歷史 operation receipt 不能被誤認為 fresh observation；公開 QR 或 NFC 入口不能默默授予設備控制 Authority；取消請求也不能在物理執行器真正確認停止之前，被報告成“設備已經停下”。

當前最短硬件路線沿用已經積累大量工程資產的 T736 模塊。路線是：**雲端模擬與應用開發 -> 硬件和接口並行推進 -> 遠程參考板驗證 -> 配置凍結 -> 發貨 -> 本地綁定、恢復與持續運行**。 這樣，軟件、硬件、工藝和本地製造可以圍繞共同契約並行開始。

工程 Evidence 邊界繼續明確。C0-005 是文件硬件基線；C0-007 是來源已核驗的模擬器；C0-008 保存了 2026 年 11 月 10 日的 14/14 Azure 遠程模擬檢查記錄。那次記錄中，真實 T736 不可達；H0-001 也沒有進行新的實機探測。卡片尺寸硬件仍然只是設計目標。這些記錄可以維持工程連續性，但不能被解釋成真實板卡驗收或已完成產品證明。

第一項建議的共同功能是樣品對位與檢查。一個團隊可以製作有版本的印刷樣品或夾具，另一個團隊可以圍繞固定輸入開發圖像處理；之後再把真實相機和 T736 執行目標通過適配器綁定進來，第二個地點再獨立復現同一功

能。產品指標不只看“一次 Demo 是否成功”，還要看另一個團隊多快能復現，以及過程中有多少隱藏知識必須被澄清。

同一協作方法可以用於 **Make、Move、Assist**，但不同場景的物理安全邊界必須分開。小工廠可能只需要低頻地把材料從倉庫送到機器，再送到臨時儲位，最後交給第三方物流。機場—酒店概念可以把 RoomReady、BagReady 與 GuestReady 分開，而不是把“配送”視作一個單一事件。空手推車可以被研究成一個空間釋放問題。輔助移動可以復用一些接口與 Evidence 方法，但貨運結果絕不能被用來驗證輪椅或其他載人應用。

價值也不能用一個膨脹的數碼來表示，而要使用獨立賬本。現金結果記錄實際收入、經驗證的現金支出減少，以及新增運營支出；釋放能力結果記錄時間、吞吐、等待、準備工作和能夠多完成多少 Work；用戶和服務結果記錄時間、選擇權、可達性與其他服務影響；環境與材料結果記錄真實材料流、能源和生命週期邊界；治理結果記錄 Authority、驗收、custody、Evidence 質量、爭議與恢復。到了網絡層，還要抵銷內部轉移，避免一方付款給另一方時把同一筆價值重復算成兩次“新增價值”。

聯合國 17 個可持續發展目標提供的是結果觀察框架，而不是一套 Logo。對白皮書而言，最直接的初始關聯集中在技能與學習、體面工作與小企業、包容性的產業與創新、減少不平等、負責任消費與生產，以及夥伴關係。其他目標只有在具體應用中、且存在相應 Evidence 時才成立。**SDG 相關性不等於 SDG 已實現。ESG 意圖不等於 ESG 表現。一個 Work 的 Evidence 也不等於整個平台的 Evidence。**

“不讓任何一個人掉隊”因此變成一個運營問題：誰能參加、誰不能參加、為甚麼？誰擁有 Authority？誰貢獻了無償勞動？誰獲得現金價值？誰承擔新的風險？那些沒有首選語言、設備、賬號或技能的人，是否仍有替代參與路徑？

最後，本白皮書說明 reference work 如何逐漸成熟為 shared specification。一次成功 Demo 並不是標準。成熟路徑是：**觀察 -> reference method -> versioned profile -> conformance method -> independent implementations -> shared specification -> 在有必要時進入正式標準化。** 正式標準需要適當的標準化程序和多方共識；HSIMC 的 reference method 和 compatibility profile 不能因為有用，就自行被稱為國際標準。

這個網絡可以從一個很小的貢獻開始。參與者可以帶來一份材料樣品、一種縫紉或印刷工藝、一小時機器時間、一個夾具、一張相機圖像、一個適配器、一個本地測試地點、一段算法、一套檢查方法，或一個已經被服務方接受的服務時段。沒有 API 的人也可以參加。最小而有用的貢獻可以只是：一個功能、一件樣品、一頁工藝說明、一套驗收方法、一份 Authority 聲明，以及真實的時間/成本 Evidence。

邀請是：

帶來你已有的能力。
交付一個別人能夠復現的功能。
衡量一個真正有用的結果。
讓 GenAI 方案成為真實價值——從此刻、此地，連接全球。

如何閱讀本白皮書

這本白皮書面向不同類型的讀者，因此每個人可以從不同位置進入。

如果你是企業或運營負責人，建議從 Part I 和 Part V 開始。它們解釋數碼計劃與現實結果之間的距離、全書採用的 Work 單元，以及現金、釋放能力、ESG 影響和分配結果如何衡量。

如果你是 maker、小型製造商或本地服務提供者，建議從 Part II 和 Appendix G 開始。它們說明普通材料、機器和技能，怎樣在不要求你先建設完整軟件平台或工廠級自動化系統的前提下，被描述成邊界清晰的 Capability。

如果你是軟件、AI 或 MCP 工程師，建議從 Part III 和 Part IV 開始。它們區分 Human Authority 與協議授權、HSIMC Resource 與 MCP resource、fresh observation 與 operation receipt，以及 Stateless 協議行為與持續存在的業務/物理狀態。

如果你是硬件工程師或供應商，建議從 Part IV 和 Appendices C-E 開始。它們描述共同契約、Evidence Gate、T736 作為當前最短參考路線、可替換適配器、配置凍結以及第二地點復現。

如果你來自公共機構、ESG 團隊、大學或發展合作組織，建議從 Part V、Appendix A 和 Appendix B 開始。它們展示怎樣映射全部 17 個 SDG，同時不在缺乏 Evidence 時宣稱“已經實現”，以及怎樣把環境、社會和治理 Evidence 與營銷語言分開。

如果你正在考慮加入這個網絡，建議從 Part VI 和 Appendix G 開始。你不需要帶著一個完整產品加入；一個真實任務，或一個可復現 Capability，就足夠開始。

全書使用的 Evidence labels 在 Appendix F 中定義。版本與出版狀態記錄在書末，方便讀者區分擬議方案、模擬、遠程模擬、實體參考實例、物理交付配置和實際運行結果。

統一目錄

前置部分 - 創辦人前言：從我們已經擁有的東西開始 - 執行摘要 - 如何閱讀本白皮書

Part I - 機會：讓智能進入日常製造 - Chapter 1 - 答案與現實結果之間的距離 - Chapter 2 - 以信用卡尺寸為起點 - Chapter 3 - 在 GenAI 物理時代，不讓任何一個人掉隊

Part II - 起始材料：人們已經懂得和擁有的東西 - Chapter 4 - 石頭的第二次生命 - Chapter 5 - 從針線到接口 - Chapter 6 - 從工藝經驗到可復現 Capability

Part III - 協作模型：People、Tools、Resources 與 Evidence - Chapter 7 - 人擁有 Authority - Chapter 8 - Tools、Resources 與共同契約 - Chapter 9 - Stateless 請求，可追責結果

Part IV - 工程路徑：共同開發，在現實中驗證 - Chapter 10 - 硬件發貨前就開始共同開發 - Chapter 11 - T736 參考路線 - Chapter 12 - 一個功能，多方共同完成

Part V - 價值：有用結果與可衡量的參與 - Chapter 13 - 現實旅程：Make、Move、Assist - Chapter 14 - 衡量價值，避免重復計算 - Chapter 15 - 十七個目標，具體貢獻

Part VI - 邀請：由已有能力構成的全球網絡 - Chapter 16 - 互補能力構成的開放網絡 - Chapter 17 - 從參考結果到共同規範 - Chapter 18 - 讓 AI 成為現實的邀請

附錄 - Appendix A - 17 個 SDG：相關性、貢獻、Evidence 與局限 - Appendix B - ESG 衡量框架 - Appendix C - Common Capability Contract - Appendix D - 物理接口與材料 Profile - Appendix E - Reference Engineering 與驗收路線圖 - Appendix F - Evidence Register 與來源說明 - Appendix G - 參與指南 - Appendix H - 多語言編輯規則 - 術語表 - 參考文獻與 Source Register - Version and Evidence Register

Part I - 機會：讓智能進入日常製造

Part I 概覽

生成式 AI 能以越來越讓物理世界難以追上的速度生成計劃、代碼、圖紙、分析和替代方案。但材料仍要被找到，機器仍必須真的可用，夾具必須裝得上，執行者必須擁有 Authority，結果仍要被接受、修復、交接、付款或拒絕。本白皮書所描述的機會，是讓這些現實能力更容易被發現、組合和驗證，同時不假裝現實世界已經沒有摩擦。

Part I 建立三個命題。

第一，答案與現實結果之間的距離不是暫時的不便，而是一個新的設計空間。當 AI 不只面對抽象計劃，而能與明確的物理約束、負責方和 Evidence 一起工作時，工程、製造和服務工作的價值會進一步提高。

第二，一個人們熟悉的信用卡尺寸，可以成為務實的參與起點。這並不意味著所有功能都必須壓縮進一張卡片，而是意味著一個小型、便攜、容易理解的入口，可以連接印刷品、NFC 或 QR、本地電子模塊、計算節點、現有機器和雲服務。智能可以分布在不同層次，入口仍然保持可理解。

第三，廣泛參與需要的不只是“接觸到技術”，還需要 Authority、有意義的貢獻，以及公平確認價值的方法。聯合國“不讓任何一個人掉隊”的承諾提供了一個重要的人本原則：識別誰被排除、理解原因、讓他們能夠有意義地參與，並讓責任保持可見。HSIMC 把這個原則用於 GenAI 物理時代的一個新問題：**誰能夠幫助把計劃變成有用 Capability？在甚麼條件下？所創造的價值又由誰分享？**

因此，後面的章節並不是產品規格書，而是在建立一套協作模型的基礎；這套模型將通過材料、製造、工程、物流和現實執行來檢驗。

Chapter 1 - 答案與現實結果之間的距離

1.1 數碼答案背後的物理工作

模型可以在幾秒鐘內回答問題。它可以提出電路、生成代碼、比較材料、畫出圖紙、建議工藝路線，或生成一套測試方案。但這些輸出本身都不是物理結果。

一個真正有用的物理結果，仍然依賴很多提示詞里往往沒有的資訊：- 實際材料的牌號、厚度、含水率、表面狀態或損傷情況；- 當地真正可用的機器、控制器、固件和工裝；- 夾具或連接器的尺寸與公差；- 執行操作人員的技能和可用時間；- 現場空間、進入時段和安全規則；- 是否有權使用 Resource、修改物件或移動資產；- 當前庫存、供電、網絡或運輸狀態；- 以及結果怎樣被檢查和驗收。

數碼工作會隱藏大量物理勞動，因此我們很容易低估答案與現實結果之間的距離。一個 PDF 可以在任何人真正拿起一張紙之前就已經有幾千頁；幾千個 QR 可以在任何人裁切、覆膜、衝卡或粘貼之前就已經生成；PCB 可以在工廠確認層疊、銅厚、鑽孔極限和元件可得性之前就畫完；倉庫優化方案也可以在任何人確認通道是否暢通、地台板是否結構完好之前就完成。

這個 gap 並不是 AI 失敗的證據，而是說明下一階段的工程問題已經改變。

問題不再只是：**“模型能不能提出一個看起來合理的方案？”** 越來越重要的問題是：**“這個方案能不能連接到真實 Resource、真實 Authority、真實約束，以及一個可以驗證的結果？”**

這正是 HSIMC 所面對的機會。

結果不僅僅是一個動作

本白皮書刻意使用一個非常具體的 Work 單元：

在明確的地點和時間、約定的條件下，由明確的負責方完成一個定義清楚的結果，並以 Evidence 驗證。

結果可能是：- 一件按約定幾何尺寸切割的樣品；- 一個被放置在規定對位公差內的印刷標記；- 一種完成電氣性能測量的導電紡織圖案；- 一批材料從儲位轉移到機器；- 成品被放進一個明確標識的臨時位置；- 行李在約定時間窗口內完成交接；- 空手推車被移出受限的旅客區域；- 或依據一個有版本的檢驗方法完成並記錄一次檢查。

這個定義刻意不限定工作究竟由人、機器、機器人、服務提供者還是它們的組合來完成。自動化只是可能的 Capability 之一，它不是價值本身的定義。

價值存在於**被接受的狀態變化**。

1.2 十一月的工程邀請

2026 年 11 月 3 日，OpenAI 發佈 *Accelerating engineering for the physical world*，介紹 AI 模型怎樣支持機械設計、電氣工程、軟件、仿真以及端到端系統設計。文章特別強調，工程師必須把專業工具、製造要求以及跨學科變化組織在一起，並邀請工程師、工程組織與軟件廠商圍繞真實問題和真實工具共同塑造這項工作。

HSIMC 把這篇文章視為一個重要的工程信號，而不是 OpenAI 對 HSIMC 或本白皮書提案的認可。

互補機會非常清楚：前沿模型在設計和分析方面會越來越強，而把結果真正做出來所需的大量 Resource，仍然是本地的、分散的，並且很難用另一團隊可以安全使用的方式描述出來。

一個小作坊可能擁有：- 一台激光切割機，卻沒有標準化 Capability Profile；- 一台縫紉機或刺繡機，卻沒有共同認可的電子測試方法；- 一台能做功能標記的打印設備，卻沒有版本化的對位程序；- 一台 CNC，而操作員對機器真實極限的理解比公開宣傳冊更準確；- 一盒可以復用的標籤或材料，但當前狀態只有一個人知道；- 一個非常有用、卻只存在於實物中的夾具；- 或一個可靠的本地供應商，但它完全沒有 API。

另一方面，一個全球工程團隊可能擁有很強的代碼、仿真與分析能力，卻沒有快速接入這些現實 Capability 的路徑。

因此，機會不只是讓 AI 更懂工程，也是讓工程 Capability 更容易被 AI 和其他人理解。

從隱藏能力到可使用的貢獻

一項 Capability 如果要跨團隊產生價值，至少要回答五個問題：

1. **它能做甚麼？**
   功能、輸入、輸出和運行條件。
2. **它在哪裡、甚麼時候可用？**
   地點、時間窗口、準備要求和當前狀態。
3. **誰負責？**
   誰能夠接受 Work，並在條件變化時作出響應。
4. **誰擁有 Authority？**
   誰可以查看數據、預留能力、操作設備、改變設定、釋放結果或取消 Work。
5. **結果怎樣被檢查？**
   哪些 Evidence、測試、測量、檢查或交接，能把“做過一件事”變成“一個被接受的結果”。

這些問題對一位只有縫紉機的人和一座大型自動化工廠同樣重要。

因此 HSIMC 的工作模型圍繞 **Resource**、**Authority**、**Evidence** 建立。- **Resource** 描述現實中存在甚麼，以及在甚麼條件下它可能有用；- **Authority** 描述誰可以決定、操作、分享、接受或撤回；- **Evidence** 描述實際觀察、測試、交付或拒絕了甚麼。

這套模型刻意兼容“不完美的現實”。一個 Resource 可以已經登記卻暫時不可用；一台機器原則上有某項能力，但在某個具體配置上還沒有驗證；一個文件已經存在，但實物實現仍未測試；一位專家只有很窄的時間窗口；一個本地供應商即使沒有複雜軟件系統，也仍能通過結構化 handoff 貢獻價值。

這種彈性非常重要，因為大部分物理世界一開始都不是一個乾淨的 digital twin。

1.3 第一條設計原則：讓下一步可以執行

最有價值的 AI 輸出，往往不是一個巨大的完整總計劃，而是另一個參與方現在真正能夠執行的下一步。

例如，一個印刷樣品需要完成對位和檢查。

全球模型可以提出對位圖案；本地印刷廠製作樣品；夾具 maker 定義機械基準；視覺工程師編寫 locate_marks 函數；相機集成人員接入真實設備；第二個作坊再獨立復現測試。這些貢獻者沒有任何一個需要擁有整個系統。

當它們通過共同契約連接起來，協作才真正有價值：- 已知輸入圖像或真實相機 frame；- 已知圖案版本；- 坐標系與單位；- 預期輸出字段；- 可接受錯誤情況；- 標定狀態；- 軟件版本；- Evidence 文件或回執。

第一個作坊可能只交付印刷目標和夾具。如果這項貢獻容易理解而且可以復現，這就已經足夠。

這就是項目邀請更深層的含義：

帶來你已有的能力。交付一個別人能夠復現的功能。

它降低了有價值參與的門檻，同時提高交接質量。

為甚麼"現在"很重要

物理世界一直都存在分布式 Capability。GenAI 時代真正改變的，是圍繞這些 Capability 進行設計、解釋、編碼、翻譯與協調的速度。

本地作坊不再需要先準備一整套國際產品目錄，遠程工程師才有可能理解它能貢獻甚麼。模型可以幫助翻譯技術說明、生成接口示例、結構化測試計劃、比較替代方案。遠程團隊可以在硬件仍在準備時先從模擬器開始。Evidence 也可以以另一個團隊能夠審閱的方式回傳。

這不會消滅本地工作，反而會提高那些**能夠被清楚描述的本地工作**的價值。

競爭變量開始從 **“誰能把單件做得最便宜？”** 轉向一個更豐富的問題：

“誰能在正確的地點和時間提供正確的 Capability，並完成可靠交接和快速迭代？”

低成本在許多市場仍然很重要。但對原型、維修、定制、現場集成、緊急替換、小批量和本地服務來說，速度與協調本身就可能決定經濟價值。

這種變化在高密度工業環境中特別明顯：當地成熟設施往往早已具備印刷、激光加工、裝配、包裝和維修能力。機會是讓這些設施連接到新的工程需求，而不是要求每個參與者先變成一家 full-stack 科技公司。

1.4 本白皮書不主張甚麼

一個可信的物理世界計劃，必須同時說明甚麼還沒有被證明。

本白皮書不聲稱：- 每個本地作坊都能安全生產電子產品；- 每種再生材料一定更環保；- 每種縫紉或印刷工藝都能變成電子製造工藝；- 每次 QR 或 NFC 交互都自動授權物理控制；- UWB 定位會自動讓運動變得安全；- 模擬器結果可以證明真實設備行為；- 一次貨運成功可以驗證載人系統；- 信用卡尺寸概念已經等於一台卡片厚度的完整電腦；- 只要網站列出潛在 Resource，就等於已經形成全球網絡。

我們提出的是一套推進方法：從 **擬議 → 已有文件證據 → 已模擬 → 已測量 → 已獨立複現 → 已商業驗收**，並在每一步保留真實 Evidence 等級。

這種 Evidence discipline 是整個機會的核心，因為它讓雄心與工程可信度能夠同時存在。

Chapter 2 - 以信用卡尺寸為起點

2.1 熟悉的平面尺寸，以及明確的設計目標

標準信用卡是日常生活中最熟悉的工程物件之一。ISO/IEC 7810 的 ID-1 格式名義尺寸為 85.60 mm × 53.98 mm。完整標準還包括平面尺寸以外的物理特性，因此本白皮書把這個尺寸作為**設計參考**，而不是聲稱每一種擬議設備已經符合完整卡片標準。

為甚麼從這裡開始？

因為熟悉的物理尺度有很強的溝通力量。

人們可以馬上想象：- 把它隨身攜帶；- 固定到另一個物體上；- 放進錢包、包裝或夾具；- 在上面印刷；- 加入 QR；- 嵌入 NFC inlay；- 與其他層疊加；- 把它作為身份與服務入口。

信用卡尺寸的起點，讓抽象的基礎設施討論變成一個人可以拿在手中的東西。

但設計原則不是 **“把所有東西都塞進一張卡片。”**

而是：**“讓入口小到足夠容易理解，同時允許背後的 Capability 分布在不同地方。”**

這個區別防止 form factor 變成噱頭。

2.2 卡片是入口，不是整台機器

整個物理堆棧可以理解為多個層次。

Layer A - 可見入口

它可以是一張印刷卡、標籤、tag、patch、plate 或紡織表面。它可以承載：- 人類可讀身份；- QR 入口；- NFC 入口；- 對位標記；- 使用說明；- 產品或 Resource 引用；- 版本或批次標記。

這些內容可以用成熟的本地工藝生產，不需要在同一個載體中放入完整計算系統。

Layer B - 功能表面或接口

這一層可以增加：- 導電線；- 印刷電極；- 簡單天線；- 柔性導體；- 傳感接點；- 連接器或 breakout；- 機械定位結構。

目的不是把傳統工藝浪漫化，而是判斷一種熟悉工藝是否能交付一個**可測量的功能**。

例如，導電刺繡可以形成天線幾何，但最終仍需要兼容晶片或模塊、電氣匹配和測試；印刷可以生成標記或電極，但它的電氣/光學性能仍取決於材料、幾何和工藝控制。

當 maker 的功能與系統其他部分被分開描述時，他的貢獻價值會更清楚。

Layer C - 電子模塊

現成電子模塊可以提供本地 maker 不需要重復發明的功能，例如：- NFC 或 RFID 接口；- UWB 測距或定位；- 相機或傳感器輸入；- USB 或串口轉換；- 安全存儲；- 無線連接；- 電源調理。

良好的架構應讓這些模塊可以替換、可以測試，而不是永久地與某一種單一工藝糾纏在一起。

Layer D - 本地計算節點

HSIMC 當前工程路線以 T736 系列作為便攜計算與物理接口節點的最短參考路徑。現有項目 Evidence 支持的是文件硬件基線和基於模擬器的工程路線，還不能證明一個已經完成的信用卡尺寸產品。

這個節點的角色比“手機”更寬。它可以作為：- 便攜團隊節點；- 桌面本地伺服器；- 嵌入式接口節點；- 現有設備與雲服務之間的 gateway；- 本地 Evidence 採集器；- 適配器和受限功能的 Runtime。

它的價值來自共同接口和工程工作流，而不是外殼上貼了甚麼產品名稱。

Layer E - 現有設備與雲端 Capability

卡片或本地節點可以連接：- 現有打印機；- 激光機；- 縫紉或刺繡機；- 相機；- 條碼或 RFID 讀寫器；- UWB 模塊；- 機器控制器；- 倉儲位置；- 遠程工程工作空間；- 雲端模型或服務。

這就是一個很小的物理入口怎樣打開一個更大 Capability 的地方。

2.3 為甚麼分布式智能很重要

物理世界存在大量已經成熟、但從未為現代 GenAI 工作流設計的機器。

把它們全部替換，在經濟上和環境上都不現實。

更務實的做法，是把以下幾層拆開：- 穩定的物理 Capability；- 可替換接口；- 本地計算與控制邊界；- 遠程模型或工作流；- 人對它們的使用 Authority。

這樣可以增量地加入新的智能。

一台 20 年前的機器，可以繼續完成它原本已經做得很好的運動；一個新適配器只暴露少量安全操作；T736 級節點可以轉換數據、保存本地狀態或連接相機；遠程模型幫助生成設置或檢查結果；現場人員繼續對本地 Authority 和異常處理負責。

因此，這套架構把**現有事物看成潛在 Capability**，而不是等著被淘汰的舊基礎設施。

這對小企業和本地 maker 尤其重要。他們的競爭優勢往往不在專有數碼平台，而在距離近、經驗實、能使用設備、反應快，以及能夠在已知約束中靈活解決問題。

真正的挑戰，是把這種 tacit capability 變成另一個團隊可以依賴的東西。

2.4 從石頭到有用部件

標題中的“石頭”並不是說建築廢料可以直接變成電子產品，而是代表本地製造最基礎的一個問題：

當我們理解一種現有材料的來源、屬性和加工條件以後，它能夠承擔甚麼有用功能？

來自建築或製造的材料流可能包含礦物、聚合物、木材、金屬或混合成分。每一種都需要獨立的表徵方法和合適的處理路線。負責任的項目不會只給某件東西貼上“recycled”標籤，就假定環境論證已經完成。

有用的流程是：

在合理可行的範圍內確認來源與組成；

定義預期功能；

按有版本的方法加工樣品；

測量相關性能；

記錄 yield、廢料、能源、人工和成本；

與 baseline 方案比較；

決定材料是否適合該功能。

材料可以被用於：- 夾具本體；- 非電氣結構板；- 展示或資訊表面；- 保護部件；- 樣品基材；- 包裝；- 臨時 jig；- 復合材料成分。

關鍵不是“可能用途很多”，而是每一種用途都能變成帶 Evidence 的明確 Capability。

這就是一種“普通”材料怎樣進入智能生產網絡。

2.5 從針線到功能層

“針線”代表另一條路線：把人們熟悉的技能轉化為可測量的技術貢獻。

縫紉和刺繡是高度分布式 Capability：大型工廠、小作坊、學校、家庭和社區都可能具備。導電線則讓人有機會用已經廣泛存在的設備與技能探索電氣圖案。

貢獻可能包括：- 刺繡天線幾何；- 導電路徑；- 可穿戴接點；- 縫製傳感接口；- 小型電子模塊的可重復放置方法。

但本白皮書刻意區分**做出圖案**與**證明電子性能**。

maker 可能能夠高度一致地復現針跡密度和幾何；RF 工程師可能負責阻抗與天線性能；電子夥伴提供兼容晶片；另一個團隊測試彎折或清洗後的耐久性。

這正是 GenAI 可以幫助協調的多方工程。

網絡不要求一個人甚麼都會，而要求大家對“結果是甚麼”有共同定義，並在貢獻者之間建立可靠 handoff。

2.6 卡片作為與物理世界的契約入口

卡片最終最重要的功能，可能既不是計算，也不是身份識別，而是**協調**。

一張物理卡片或 tag 可以指向一個持續存在的 Resource identity。獲得授權的用戶或 agent 可以進一步知道：- 這是甚麼；- 誰負責；- 有哪些 Capability；- 哪些文件是當前版本；- 已有甚麼 Evidence；- 可以請求哪些動作；- 需要甚麼權限；- 哪些 Work 正在進行。

物理入口保持簡單，而入口背後的責任關係必須明確。

這也是 QR 和 NFC 有用但不充分的原因：它們解決發現和近距離交互，卻不會自動解決 Authority、freshness、安全與 accountability。

因此，卡片是更大 Capability 的**前門**，而不是 Capability 本身。

Chapter 3 - 在 GenAI 物理時代，不讓任何一個人掉隊

3.1 技術轉型中的人本原則

聯合國 2030 Agenda 把 17 個可持續發展目標和 169 個 targets 定義為相互關聯、不可分割，並承諾“不讓任何一個人掉隊”，優先觸達那些落在最後的人。聯合國發展系統的相關指引進一步把 Leave No One Behind 視為核心的轉型承諾，強調識別誰被排除、為甚麼被排除，讓其有意義地參與，並保持 accountability。

本白皮書並不聲稱 HSIMC 代表聯合國，也不聲稱每一項項目活動都推進全部 SDG。

我們只是借鑒這個原則，提出一個很實際的問題：

當 GenAI 進入物理經濟，誰獲得參與新生產體系的能力？誰可能被留在體系之外？

這個問題重要，是因為技術變遷即使降低資訊成本，也可能進一步集中 Capability。

一個人可能已經可以使用強大的 AI 模型，卻仍缺少：- 機器；- 安全工作空間；- 在供應網絡中被認可的身份；- 工裝資金；- 語言可達性；- 穩定網絡；- 證明質量的方法；- 獲得有償 Work 的渠道；- 對相關數據或設備的 Authority。

反過來，一個人也可能擁有很有價值的物理 Capability，卻沒有簡單方法把它暴露給全球工程工作流。

裁縫可能掌握穩定重復的紡織生產，卻從不把它描述成工程服務；退休技師可能比說明書更懂一台機器；小印刷店可能當天就做出一個對工程師很有價值的功能樣品，而海外更便宜的批量貨要幾周後才到；現場人員可能知道某塊地台板、某條走廊或某個夾具並不安全，即使數碼計劃說它“應該沒問題”。

這些人不是“非技術人員”。他們擁有的 Capability，往往只是沒有被數碼系統識別。

3.2 參與不等於獲得賬號

給一個人 login 並不會自動產生有意義的參與。

有意義的參與至少需要四件事。

1. 參與者能理解 Work

任務必須用參與者能夠理解的語言和形式表達。需要技術細節時可以深入，但第一層接口必須讓預期結果清楚可懂。

這也是項目採用分層出版的原因之一：卡片、簡要版、摘要和完整白皮書對應不同閱讀深度。

同樣原則也適用於工程：機器操作員需要知道驗收條件；硬件工程師需要電氣極限；軟件工程師需要 function contract；客戶需要知道結果、時間、價格與責任。

2. 參與者可以決定是否加入

Authority 必須保持可見。

Resource 可以被發現，並不表示別人可以使用；一個人的資料被列出，並不表示他已經接受 Work；機器技術上能做，不代表允許遠程控制；文件可以閱讀，也不代表有 Authority 修改物理系統。

因此 HSIMC 把 **Resource** 與 **Authority** 分開。

3. 貢獻可以被識別與驗證

貢獻應留下可歸屬到負責方和版本的 Evidence。

Evidence 可以是：- 樣品；- 測量結果；- 照片；- 機器日誌；- code commit；- 測試報告；- handover receipt；- 檢查結果；- 簽署驗收；- 可復現程序。

這很重要，因為不可見的工作最容易被低估。

4. 參與者能夠分享價值

如果沒有公平價值分配，“參與”可能只是另一種 extraction。

因此項目區分：- 有償 Work；- 捐贈或贊助貢獻；- 研究參與；- 實物材料；- 共享基礎設施；- 智力貢獻；- 未來商業權利。

不同項目不需要完全相同的條款，但必須明確到讓參與者知道自己貢獻了甚麼、可能獲得甚麼。

3.3 Stateless 協作，持續現實責任

2026 年 7 月 28 日 MCP 規範引入 Stateless protocol core。實際含義是，每個請求可以攜帶處理它所需的資訊，而不是依賴隱藏在 transport session 中的狀態；如果應用需要跨請求保留狀態，可以使用顯式 handle 或 identifier。

這為全球工程協作提供了很強的基礎。

工程師可以換一個 client 重新連接；請求可以通過可擴展基礎設施路由；tool/resource catalog 可以發現和緩存；工作流不必依賴一個脆弱的長連接 session。

但 Stateless transport 不會消除現實責任。

物理系統仍然需要持續記錄：- Resource identity；- 設備狀態；- reservations；- work orders；- custody；- operation receipts；- authorization；- Evidence；- payment；- exceptions 與 recovery。

因此設計原則是：

Stateless request；現實責任持續存在。

這種拆分也有助於包容，因為參與不再被鎖定在一段隱藏對話或某一個 client session 里。新團隊只要在 Authority 範圍內取得明確 Work，就能理解已經發生了甚麼並繼續工作。

它同樣保護參與者：歷史 receipt 不能假裝成 fresh observation；retry 不能產生第二次物理動作；過期權限不能靜默復用；公開 Resource 描述不能自動授予設備控制權。

這就是可擴展協議怎樣支持 accountability，而不是削弱它。

3.4 Human Authority · Local Capability · Global Participation

HSIMC 用三句話總結參與模式。

Human Authority

個人和組織保留定義其 Resource、數據、設備和 Work 允許怎樣使用的權利。

Human Authority 並不意味著每一步都必須人工點擊，而是自動化必須運行在明確委託的邊界內，而且責任可以追溯。

Local Capability

有用的物理 Capability 存在於具體地點。

一台機器、一個房間、一位操作員、一批材料或一項配送服務，都有位置、可用時間、狀態和負責方。全球 AI 無法消除這些事實，但可以幫助協調它們。

物理 Capability 的本地屬性不是缺點，反而是它大量價值的來源。

Global Participation

設計、分析、翻譯、軟件、仿真、質量審核和商務協作可以來自任何地方，前提是參與者圍繞共同接口和 Evidence boundary 工作。

全球參與並不要求所有數據都公開，而是要求在正確 Authority 下，把正確的資訊提供給正確的參與者。

三者結合，可以形成這樣一個網絡：小型貢獻者無需假裝自己是一座全球工廠，全球團隊也無需假裝物理執行只是一個 API call。

3.5 SDG 是觀察鏡頭，不是營銷徽章

17 個可持續發展目標為社會、經濟和環境結果提供了廣泛框架。本白皮書會映射全部 17 個目標，但每個 Work 的相關性不同。

預期最強的早期關聯包括：- **SDG 4 - 優質教育：**通過真實、可復現工程工作學習；- **SDG 8 - 體面工作和經濟增長：**有償參與、小企業 Capability 與生產性 Work；- **SDG 9 - 產業、創新和基礎設施：**讓小型參與者接入現代工程與生產體系；- **SDG 10 - 減少不平等：**減少地域、語言、資本、年齡和基礎設施造成的障礙；- **SDG 12 - 負責任消費和生產：**維修、復用、材料 Evidence 與生命週期意識；- **SDG 17 - 促進目標實現的夥伴關係：**圍繞技術、知識和實施的實際多方協作。

負責任的 SDG 映射必須有 claim boundary。

對每一項擬議貢獻，都應追問：

與 baseline 相比，甚麼改變了？

誰受益？

誰承擔了額外成本或風險？

甚麼 Evidence 支持結果？

甚麼仍然未知？

這樣可以避免把 SDG 變成貼在普通商業活動上的裝飾圖標。

3.6 ESG 作為運營紀律

ESG 在這個項目中有價值，是因為它影響決策，而不是項目做完以後才補上去。

Environmental

項目應測量相關材料與能源變化，包括：- 新增材料；- 避免或產生的廢物；- 維修與復用；- 工藝能源；- 運輸；- 設備與電池生命週期；- end-of-life 處理。

使用再生輸入，並不自動等於更低環境影響，必須看完整流程。

Social

項目應觀察：- 誰能參與；- 誰獲得有償 Work；- 是否學習新技能；- 身體負擔或等待是否減少；- 不同需求的人是否更容易獲得服務；- 工人是增加還是失去 agency；- 系統是否把風險轉移給更弱勢的參與者。

Governance

項目應保留：- Resource 所有權或責任；- Authority 邊界；- 版本歷史；- acceptance Evidence；- payment 與貢獻記錄；- escalation 與 correction 路徑；- privacy 與數據邊界。

因此，同一套提高工程可靠性的 Evidence，也能夠提高 ESG 可信度。

3.7 最小而有意義的全球動作

“全球生態”聽起來可以非常龐大，因此項目刻意定義一個更小的起步動作。

參與者可以帶來：- 一件材料樣品；- 一種製造工藝；- 一小時機器時間；- 一個夾具；- 一張相機圖像；- 一個軟件適配器；- 一套測試方法；- 一個本地場地；- 一個物流時段；- 一個真實客戶需求。

參與者再說明：- 能提供甚麼；- 在哪裡和甚麼時候；- 誰負責；- 允許怎樣使用；- 結果怎樣檢查。

這已經足夠開始。

當第二方能夠使用這項貢獻，產生一個被接受的結果，並回傳 Evidence，網絡就開始變成真實。

再上一層，是另一個地點獨立復現。

再上一層，是可以重復產生的經濟價值。

這形成一條參與階梯：不要求每一個貢獻者都成為軟件公司、擁有昂貴基礎設施，或在貢獻價值之前先理解整個系統。

3.8 Part I 結論 - 從包容走向 Capability

Part I 描述的機會，比單一硬件更大，又比抽象意識形態更小。

它比硬件更大，因為核心問題不是一張卡、一台電腦、一個機器人或一個協議，而是怎樣圍繞有用的物理結果協調人、tools、材料、機器、Authority 和 Evidence。

它比意識形態更小，因為可以一個功能一個功能地測試。

本地工藝能否做出另一團隊可驗證的樣品？

遠程工程師能否在最終硬件發貨前開始工作？

一台現有機器能否在不被替換的情況下獲得一個有用新接口？

一個只有普通工具的人能否貢獻一個可衡量功能？

所有參與者能否理解價值、成本與責任？

如果這些問題逐步得到肯定答案，構想就獲得實體基礎。

Part II 將從“機會”進入起始材料本身：**石頭、針線、印刷和其他熟悉工藝**，以及把它們從有趣可能性轉化為可復現 Capability 所需要的工程紀律。

Part I 的 Evidence 邊界

這是一個**獨立 HSIMC 白皮書提案**。它不聲稱得到聯合國、OpenAI、Model Context Protocol 項目、ISO 或任何具名生態夥伴的認可。

當前繼承的工程 Evidence 保持不變：- **C0-005：**T736 文件硬件基線；- **C0-007：**來源已核驗模擬器；- **C0-008：**2026 年 11 月 10 日 14/14 的歷史 Azure 遠程模擬記錄；- **H0-001：**沒有進行新的真實 T736 探測，當次 handoff 中 physical reference board 仍未綁定；- 信用卡尺寸硬件仍然是設計目標，不是成品聲明。

探索性的移動、材料和本地製造案例，用於定義問題與協作模式。除非明確說明 Evidence 等級，否則不應被理解成已經驗證的產品規格。

主要來源說明

OpenAI, *Accelerating engineering for the physical world*, 3 November 2026. https://openai.com/index/accelerating-engineering-for-the-physical-world/

Model Context Protocol, *The 2026-07-28 Specification*. https://blog.modelcontextprotocol.io/posts/2026-07-28/

Model Context Protocol, specification dated 28 July 2026. https://modelcontextprotocol.io/specification/2026-07-28/

United Nations, *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. https://sdgs.un.org/2030agenda

United Nations Sustainable Development Group, *Leave No One Behind*. https://unsdg.un.org/2030-agenda/universal-values/leave-no-one-behind

ISO/IEC 7810, Identification cards - Physical characteristics; ID-1 nominal dimensions are 85.60 mm × 53.98 mm. https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:7810:ed-3:v1:en

HSIMC, *Card Phone and Cloud Development - Cross-Project Hand Off H0-001*, 11 November 2026.

HSIMC, *White Paper Executive Summary W0-004*, 11 November 2026.

Part II - 起始材料：人們已經得和擁有的東西

Part II 概覽

Part I 說明，AI 生成答案與物理結果之間的距離並不是暫時的不便，而是材料、工具、人員、Authority、時間和 Evidence 必須重新被組織起來的地方。

Part II 從一個非常實際的問題出發：**如果參與不是從新建一座工廠開始，而是從人們已經會做、已經擁有的東西開始，會怎樣？**

一個小作坊可能擁有石材邊角料、包裝材料、縫紉機、刺繡機、打印機、激光打標機、銅箔、手工具、手機、相機、夾具、一盒舊標籤，或者只是掌握一種可以穩定重復做成某件東西的方法。這些資產本身都不是“GenAI 製造”，但只要把它的功能、條件、接口和 Evidence 說清楚，就可以成為 AI 賦能生產網絡的一部分。

本篇提出三個命題。

第一，材料的價值不能只由原來的市場分類決定。被丟棄的礦物板、建築材料或邊角料，只要來源、狀態、加工限制和新功能得到理解，就可能獲得第二次生命。同樣原則也適用於礦物填充的紙狀復合材料、再生塑料、金屬及其他材料流。任何“reuse / recycled”主張，都必須連接到真實材料身份和測得的性能，而不是依賴好聽的標籤。

第二，熟悉的傳統工藝可以獲得工程功能，同時仍然保留其工藝本質。線可以導電，刺繡可以受控放置導電路徑，印刷可以放置導電、介電或視覺層，銅箔可以快速形成原型導體。但在材料中加入導電成分，並不會讓一台縫紉機或打印機自動變成電子工廠；電子功能仍取決於幾何、電阻、匹配、連接、絕緣、固化、耐久和測試。

第三，真正的轉型是從**工藝經驗走向可復現 Capability**。有價值的貢獻不只是“我會縫”“我有打印機”或“我能切這塊材料”，而是一項有版本的功能：另一方可以請求、理解、檢查，並在明確條件下復現。

這就是本地製造與全球參與的基礎。

Chapter 4 - 石頭的第二次生命

4.1 從材料來源到定義清楚的用途

本白皮書中的“石頭”刻意採用廣義含義：天然石材、礦物填充片材、建築邊角料、混凝土碎片、陶瓷、瓷磚、礦物復合材料，或其他以無機成分為主、原用途已經結束的材料。

重點不是把這些材料混成一個類別，而是說明：當材料身份與下一項功能被描述到足夠清楚時，一種本地材料怎樣變成另一方能夠實際使用的 Resource。

建築及拆除廢物說明瞭這一機會的規模。歐盟委員會指出，該廢物流包含混凝土、磚、木材、玻璃、金屬和塑料等，並佔歐盟產生廢物的三分之一以上；其中一些成分具有較高資源價值，也可能被再加工為新產品，但危險物質和低質量分類會直接削弱 reuse/recycling 的可能性。

因此，HSIMC 採用一個重要邊界：**被丟棄的材料不會自動成為 Resource。只有當它的狀態、風險和可能用途被理解以後，它才真正成為 Resource。**

有用的材料記錄至少包括：- 來源及以前用途；- 已知的近似成分或產品身份；- 尺寸、厚度、質量；- 可見損傷、污染、含水或表面處理；- 是否切割、塗漆、覆膜或化學處理；- 誰擁有並可授權 reuse；- 當前存放地點與可用時間；- 已做過哪些測試；- 哪些用途明確仍未驗證。

照片可以幫助判斷，但照片不是材料規格。產品名稱可以幫助判斷，但名稱不是當前狀態報告。以前用於建築也不能證明它適合新的承載、電氣、衛生或防火功能。

Resource record 的價值不是把不確定變成確定，而是讓不確定性本身可見。

本地例子：從廢棄表面到功能樣品

假設從裝修現場取得一小塊礦物邊角料。第一個真正有用的問題可能不是“能不能把它做成一個新商業產品”，而是“它能不能作為某項明確測試的穩定樣品底板、夾具板、安裝表面、標牌、墊片或 fixture？”

如果第二用途可以替代一次新採購，而且準備成本足夠低，即使用途很樸素，也可能具有經濟和環境價值。同一塊材料可能完全不適合結構件，卻很適合作為非結構性的測試夾具。

Capability 因此不應該寫成“回收石頭”，而可以明確寫成：

準備一塊平整礦物樣品基板，名義平面尺寸 85.60 × 53.98 mm，在約定厚度和邊緣條件內，用於指定的非結構性測試。

這樣就自然形成 Evidence 路線：

識別來源材料；

檢查污染與缺陷；

切割或加工樣品；

測量最終尺寸；

記錄質量、厚度和表面狀態；

執行預期測試；

保存有版本的結果。

只有簡單切割和修整工具的 maker 也可以貢獻；遠程工程師定義幾何和 acceptance criteria；本地相機或測量工具產生 Evidence；第二個作坊可以用另一種材料復現同樣樣品並比較結果。

智能並不在石頭裡面，而在於**大家共同定義這塊材料要完成甚麼，以及用甚麼 Evidence 證明它真的完成了**。

4.2 石頭紙、復合材料與建築廢物：三條不同路線

“stone paper / 石頭紙”這個詞很吸引人，因為它似乎把礦物和熟悉的紙狀產品連接起來，但它也很容易造成混淆。

商業礦物填充紙狀片材通常是有明確配方和製造工藝的工程復合材料；建築礦物廢料是高度異質的廢物流；天然石材又是另一類。三者不能被靜默地合併。

HSIMC 的做法是把它們分別作為不同 Resource 與 process profile 管理。

Path A：現成商業礦物填充片材

如果能取得商業礦物填充片材，應該關注：- 廠商聲明的成分與數據；- 厚度和尺寸穩定性；- 表面能與可印刷性；- 熱敏感性；- 激光、刀切或衝孔兼容性；- 油墨、覆膜、NFC inlay 或標籤附著力；- 折疊、撕裂和耐磨；- 實際市場中的回收或處置路線。

然後再驗證它是否適合卡片、標籤、套、禮品內頁、夾具、包裝部件等具體功能。

Path B：本地配制礦物復合材料

如果目標是用礦物粉和 binder 自己配制新片材或模壓件，這就是一個材料研發項目。必須聲明配方、顆粒特徵、binder system、混合與成形、固化、機械測試和重復性。

“from stone to card” 這句話本身不構成 Evidence。一個手工樣品偶然成功一次，還不能稱為 Manufacturing Capability。

最低有用 Evidence 包括：- 輸入材料身份與批次；- 質量比例或配方範圍；- 工藝方法和設備；- 溫度、壓力、時間及相關參數；- 樣品厚度與密度；- 工藝後尺寸變化；- 與目標功能相關的強度、柔韌、耐磨等性能；- failure mode；- 樣品數量和 observed variation。

Path C：直接 reuse 建築材料

第三條路線完全不製造新復合材料，而是直接切割和 reuse 已有瓷磚、板材、石材邊角等。

這可能是最快的本地路線，因為 transformation 最少，但同時更依賴檢查、分類，以及針對來源材料不規則性的適配。

三條路線的環境邏輯也不同：直接 reuse 可能減少新材料，卻仍需要運輸和切割；新復合材料會增加 binder、能源和後處理；商業礦物填充片材又有自己的上游影響和終端處置方式。

因此本白皮書不宣稱哪條路線天然“更綠色”，而要求圍繞具體功能測量比較。

一個實際的比較記錄

對信用卡尺寸樣品，可以至少記錄：來源、準備過程、新增材料、尺寸一致性、印刷表面、所需 Evidence 和當前狀態。reuse 邊角料的狀態高度依賴來源；商業片材通常尺寸更穩定但仍需驗證；新本地復合材料在達到重復性之前應保持為 R&D。

4.3 衡量 yield、耐久、成本與環境影響

Yield

材料利用率必須以實際 accepted result 計算，而不是僅看理論面積。記錄輸入件數/質量、合格輸出、廢料、返工和失敗原因。

Durability

耐久應針對真實用途測試：尺寸變化、翹曲、裂紋、磨損、層間分離、受潮、折彎或循環次數。僅憑“看起來很耐用”不能構成工程結果。

每個被接受結果的完整成本

一個實用公式是：

每個被接受結果的完整成本 = 材料 + 人工 + 機器 + 能源 + 工裝 + 檢查 + 失敗輸出成本，再除以合格數量。

這對小批量本地製造尤其重要。材料單價可能遠不如 setup、alignment 和 rework 成本重要。

它也解釋了為甚麼速度有時比低單價更重要。本地作坊每張材料可能更貴，但今天就能完成修訂樣品，讓全球工程團隊立即繼續工作；經濟價值存在於 iteration time，而不只在材料價格。

不自動宣稱環境收益

任何環境主張都必須有明確 baseline。reuse 材料替代新板材時，應記錄：真正避免了甚麼新材料、運輸多遠、需要甚麼清洗/切割/塗層、產生多少準備廢物、是否真正延壽、是否讓後續分離更困難、是否把未知或危險成分帶進新場景。

從環境故事到可復現 Evidence

強的 sustainability 敘事往往並不誇張。例如：

這一批使用 12 塊本地回收邊角料；8 塊達到樣品標準，4 塊被拒絕；8 塊合格樣品替代了本測試系列中的 8 塊新購板；切割消耗的機器時間和廢料質量都已記錄。

這種陳述可以持續改進、比較、審計，並直接影響下一次決定，比“zero waste”或“green”這類無 Evidence 標籤有用得多。

Chapter 5 - 從針線到接口

5.1 導電線與紡織天線

縫紉機是世界上最熟悉的生產工具之一，也非常適合說明一種已有傳統 Capability 怎樣獲得新的工程角色。

普通線用於連接、加固和裝飾；導電線還可以傳導電流，成為天線、電極或傳感器的一部分；刺繡機則可以把它放置成可重復幾何。

已有刺繡 NFC 天線研究清楚展示了潛力和邊界。University of Manchester 的研究在棉布上用銀、不鏽鋼等金屬導電紗線製作 NFC 天線原型，對不同刺繡方式和 DC resistance 進行了比較，並把刺繡 coil 與特定 NFC microchip 進行匹配。結論不是“任何金屬線都能變 NFC”，而是：明確線材、針跡幾何、天線形狀與晶片可以被一起工程設計並測量。

這個區別是本白皮書的核心。

縫機貢獻的是受控放置 Capability

縫紉/刺繡機不需要理解 NFC protocol。它的貢獻可以更窄：

在指定 textile substrate 上，按有版本的路徑放置指定 conductive thread，聲明 stitch parameters，並返回檢查 Evidence。

其他人可以負責天線設計、晶片選擇、RF 模型、read range 測試，或把它機械連接到 cable、gift、garment 或 card sleeve。

這就是普通機器怎樣進入全球工程工作流，而不假裝自己承擔了完整系統功能。

關鍵變量

導電紡織功能常見變量包括：- 線材材料、鍍層和直徑；- 單位長度電阻；- 基材類型、厚度與延展；- 針跡類型、pitch、張力和 passes；- 導電路徑幾何和間距；- 與元件/連接器的連接方法；- 絕緣與 strain relief；- 彎折、清洗、耐磨、濕度要求；- 相關的天線/傳感 tuning；- 檢查與 acceptance method。

遠程工程師可以定義變量，本地 maker 回報機器真正能做到甚麼，然後通過 Evidence 收斂設計，而不是靠假設。

裝飾與電子功能可以同時存在

刺繡還說明，電子功能不必採用“工業實驗室”視覺。研究已經展示：彩色紗線形成可見 logo，導電線隱藏在背面，同時實現 RF/RFID 功能。

因此 HSIMC 提出：

功能接口可以繼續保留本地文化、美學和商業表達。

酒店禮品、球隊服裝、活動 badge 或 cable accessory，不必因為帶有數碼入口或導體就長得像實驗樣機。

5.2 印刷標記、電極和功能表面

印刷是另一種成熟工藝；當沈積材料本身具備功能屬性時，它可以成為電子與感知製造的一部分。

printed electronics 文獻描述了 conductive、semiconducting、dielectric ink 通過 screen printing、inkjet 等方式沈積到 substrate，之後常需要 curing/sintering。性能不只由 ink 決定，也取決於 substrate roughness、porosity、wetting、drying 和 post-processing。

這為傳統印刷業和電子原型提供了很自然的橋梁。

從最簡單的功能層開始

第一項功能貢獻不必是 transistor 或完整 circuit，可以只是：- 高對比視覺 alignment mark；- conductive pad；- capacitive touch electrode；- antenna trace；- resistive element；- connector footprint；-

dielectric separator；- printed calibration target；- 連接 Resource identity 的 QR；- 讓後續工藝精准對位的 registration layer。

每一種功能都有不同驗收方法：QR 看能否 optical decode；導電線測 resistance/continuity；電容電極用已知 controller 測試；天線要做 tuning/read performance；registration mark 要做 geometry measurement。

本地印刷廠不必對最終整機負責，但必須對約定印刷結果負責。

Substrate 是工藝的一部分

在 coated PET 上很好印的設計，在粗糙紙、紡織或礦物片材上可能失敗；導電墨水會滲入多孔基材，也可能在彎折時開裂；適合一個材料的固化溫度可能會讓另一種材料變形。

因此 functional print 必須綁定 substrate profile，至少包含：材料身份/厚度、表面處理/塗層/覆膜、印刷設備與方法、ink/paste 身份和批次、網版/噴嘴/分辨率等參數、固化/乾燥條件、最終幾何、電氣/光學測試、環境與操作限制。

這也是本地印刷經驗的價值所在。操作員常常通過多年實踐知道哪種材料走紙穩定、哪種塗層容易脫落、濕度如何影響乾燥，以及某台機器的 registration 怎樣漂移。GenAI 可以把這些觀察結構化和比較，但 Evidence 仍由本地工藝產生。

銅箔、薄膜與快速迭代

銅箔提供另一條可達的原型路線。導電圖案可以通過切割、蝕刻、貼合等方式形成，而不必一開始就進入 conventional multilayer PCB。

它的價值是速度和可達性：本地團隊可以立刻做一次 antenna、electrode、jumper 或低複雜度電路圖案。

局限也必須同時寫清：foil prototype 不等於 production PCB；粘接、minimum feature、絕緣、氧化、電流承載、彎折、連接器可靠性、RF 行為和製造公差都可能不同。

因此正確流程是：

快速 prototype → 測量 → 學習 → 決定繼續使用本地方法，還是轉入更可控的製造工藝。

實驗結果不是對某種製造技術的長期承諾，而是幫助下一步縮小決策範圍的 Evidence。

5.3 把傳統工藝、電子模塊與計算連接起來

本章最重要的模式，是把角色拆開。

一個功能對象可以由不同人貢獻不同層：

material layer - textile、paper、mineral sheet、plastic、metal 等；

functional surface - printed conductor、embroidered thread、foil trace、marker、electrode；

electronic module - NFC chip、sensor、reader、controller、radio、interface board；

compute node - phone、T736 node、local computer 或其他 Runtime；

cloud and model layer - design、analysis、planning、versioning、collaboration；

human authority - 允許使用、修改、分享或操作結果的主體；

evidence layer - 證明實際製造和測試了甚麼的測量與記錄。

這種分層方式讓本地 maker 無需承擔整機責任，同時也讓全球工程團隊能夠圍繞清楚邊界組合能力。

一個信用卡尺寸的例子

可以把礦物/塑料/紙狀片材作為 substrate，印刷 QR 和 alignment marks；用導電線或銅箔加入簡單 functional path；貼裝一個現成 NFC module；由手機或 T736 節點讀取/配置；雲端維護設計、版本和 Work。每一層都有自己的 Evidence 和 Authority。

禮品也可以成為 Capability 入口

禮品、包裝、服裝、cable accessory 或 badge 如果帶 QR/NFC，可以成為長期服務入口，但實體禮品、材料認證、數碼服務、訪問權限和設備控制應繼續保持不同記錄。一個 NFC 入口只是發現和互動入口，不自動等於控制權。

Chapter 6 - 從工藝經驗到可復現 Capability

6.1 一個功能、一個接口、一個可重復結果

真正可復用的貢獻，需要從“我會做”升級成一個別人可以請求的有邊界功能。

一份最小 Capability 應說明：- function；- input；- output；- conditions；- interface；- Authority；- Evidence；- version；- cost/time；- limits。

例如，不是“我有刺繡機”，而是：

我可以在這些 substrate 上，按這個版本的 path 刺繡這種 conductive thread，在這些工藝條件下完成，並返回這些 measurement。

不是“我能印刷”，而是：

我可以在指定材料上，用指定版本圖案生成這些 registration marks，並返回 geometry/scan Evidence。

當功能用這種方式被描述，另一團隊才可能真正安排 Work，而不是依賴熟人之間的隱含知識。

Reproducible 不等於全球所有地方都完全一樣

第二個地點可以使用不同機器、不同夾具或不同本地工藝，只要它仍然滿足共同 input/output、acceptance 和 Evidence 邊界。

標準化的目標不是抹平本地差異，而是讓差異可見、可比較、可管理。

6.2 Skill、sample、process condition 與 acceptance

1. Skill

記錄實際技能：機器類型、人員經驗、熟悉材料、可做幾何、常見限制和異常處理。不要只寫“experienced supplier”。

2. Sample

保留真實樣品身份、版本、材料批次、圖案、照片和測量。樣品是 Evidence，不是裝飾。

3. Process condition

記錄機器/工具、關鍵設定、環境、準備、fixture、耗時以及真正影響結果的變量。必要時標注“未知”。

4. Acceptance

在 Work 開始前盡量明確怎樣算完成：尺寸、電阻、視覺定位誤差、讀取成功率、表面狀態、文件 hash、交接時間窗等。

6.3 從製造到使用的參與

參與不僅發生在“製造者”一端。需求方、設計者、工程師、現場執行者、檢驗者、服務人員和第二地點復現團隊，都可以成為一個 Work 的貢獻者。

參與不是免費勞動

每一項貢獻都應該區分：paid work、sponsored/donated contribution、research participation、in-kind contribution、future rights。尤其要記錄實際投入工時，避免把 founder/學生/小供應商的免費勞動隱藏成“零成本創新”。

參與應創造 Capability，而不是製造依賴

一個好的項目完成後，本地參與者應該更清楚自己會做甚麼、怎樣描述、怎樣報價、怎樣證明，而不是永遠依賴一個中心團隊解釋。

從本地證明到全球參與

第一地點完成後，下一步不是立刻宣稱規模化，而是讓第二團隊/第二地點拿到版本化 package，獨立復現並記錄需要澄清的 hidden knowledge。能夠被復現的結果，才開始成為網絡資產。

第一個經濟問題：甚的改變了？

應比較 baseline 與新方法：setup time、waiting、failure、inspection、accepted quantity、cash cost、released capacity，以及誰承擔額外成本/風險。沒有這種比較，就無法判斷“新技術”是否創造了淨價值。

一個緊湊的參與包

一個參與者可以只提交：

1 個 function + 1 件 sample + 1 頁 process note + 1 個 acceptance method + 1 份 Authority statement + 實際 time/cost。

這已經足夠成為網絡中的第一項 Capability。

通向 Part III 的橋

Part II 解決的是“人們已經有甚麼，以及怎樣把它變成可復現 Capability”。下一步必須回答：這些 Capability 在全球環境中怎樣被發現、請求、授權、組合和持續追責。

這就是 Part III 的主題：People、Tools、Resources 與 Evidence 的協作模型。

Part II 來源說明

本篇使用的外部背景包括歐盟委員會對 construction/demolition waste 的說明、University of Manchester 對 embroidered NFC antenna 的研究，以及 printed electronics 和 functional textile 研究。正式來源身份與 URL 統一保留在 W0-011 Source Register 中；譯本不改變原 source ID。

Evidence 邊界

本篇所述本地材料、stone paper、礦物復合材料、銅箔、導電線、印刷功能表面等，屬於**工程路線、參考研究與擬議 Capability**。除非特別標明實測 Evidence，不應被理解為 HSIMC 已經驗證了某一種具體材料配方、天線、導體、電子性能或量產工藝。

Part III - 協作模型：People、 Tools、 Resources 與 Evidence

Part III 概覽

Part II 說明瞭普通材料、機器和工藝怎樣被重構為邊界清楚、可以復現的 Capability。Part III 繼續回答一個更困難的問題：當這些 Capability 來自不同的人、公司、地點、客戶端與設備時，怎樣把它們連接起來，同時保持責任清楚？

本篇建立三個原則。

第一，**Human Authority 不等於技術授權機制本身**。 OAuth、token、ACL 或 MCP authorization 可以幫助實現訪問控制，但現實業務中的 Authority 還包括誰有權接受 Work、誰能把資源預留給別人、誰可以停止執行、誰能驗收結果、誰承擔責任和誰有權撤回貢獻。

第二，**HSIMC Resource 不等於 MCP resource**。 HSIMC Resource 可以是現實中的人、地點、機器、材料、庫存位置、服務或 Capability；MCP resource 是協議術語，表示 server 向 client 暴露的數據/上下文。一個真實 Resource 可以有多個數碼表面：網頁、MCP resource、tool、文件、狀態 API、二維碼入口或本地控制器。

第三，**Stateless 協議不等於 Stateless 應用**。 請求可以無狀態，但現實 Work、設備狀態、reservation、custody、payment、operation receipt 與 Evidence 必須持續保存。

本篇的目標，是讓“全球連接”不會以犧牲“現實責任”為代價。

Chapter 7 - 人擁有 Authority

7.1 M-Person、 組織與 M-Teams

HSIMC 使用 M-Person 表示一個擁有明確身份、關係和 Work-specific Authority 的真實參與者。它不是“數碼替身取代真人”的主張，而是為了讓一個人在不同 Work 中的角色、授權和責任能夠被準確表達。

同一個人可以在一個 Work 中是客戶，在另一個 Work 中是製造者、審核者、顧問或 Resource owner。身份可以持續，但 Authority 隨 Work 改變。

組織同樣如此。一個公司可以擁有設備、簽合同、僱員或付款能力，但具體執行仍要落到具名責任、可驗證動作和明確驗收上。

M-Team 則是圍繞具體 Work 臨時組合起來的團隊：人、模型、software tools、本地 Capability、設備、服務商都可以進入；組合結束後角色可以改變。

Identity 是連續性，不是 permission

識別“這是誰/這是甚麼”與“現在允許做甚麼”必須分開。

Card ID、QR、NFC、Runtime ID、Resource ID、賬號或設備序列號可以提供 continuity，但它們本身都不是設備控制權限。

公開 QR 可以讓人發現一個 Resource，卻不能自動授權寫 NFC、改變機器參數、釋放庫存或移動載具。一個 Runtime 可以證明某部署身份存在，卻不能證明調用者有 Authority 控制它。

因此，系統需要把身份、關係、Authority、狀態和 Evidence 分開記錄，再在 Work 中組合。

M-Team 應讓責任更楚，而不是更模糊

當模型、agent、軟件和多人一起工作時，最容易發生的錯誤，是把責任歸給一個抽象“AI team”。

一個可追責的 M-Team 至少需要知道：誰提出需求、誰擁有 Resource、誰提供技術、誰接受執行、誰批准敏感動作、誰驗收、誰負責異常與 recovery、誰付款或獲得價值。

模型可以建議、生成、比較或調用 tool，但現實責任不能因為“AI 參與”而消失。

7.2 文件訪問、設備控制與貢獻權利

Authority 可以按動作分層，而不是簡單地只有“有權限/沒權限”。常見層次包括：

Discover → Read → Contribute → Reserve → Configure → Execute → Stop/Recover → Accept/Release → Administer

一個參與者可能被允許發現某台機器和查看說明書，但不允許執行；另一個人可以提交參數建議，但不能直接改變設備；現場 operator 可以執行/急停，但不能更改商業規則；客戶可以驗收結果，但不能管理 Runtime。

這種分層特別適合跨團隊、跨公司協作，因為它避免為了“方便”而把所有權限一次性打開。

文件授權不等於設備授權

讀取 PDF、CAD、BOM 或 OneDrive 目錄，只說明允許讀取那些資料。它不應被推導為允許控制設備、訪問客戶數據、改寫固件或啓動物理動作。

同樣，能調用模擬器也不等於能調用 physical reference；能查詢設備狀態也不等於能修改狀態。

因此發佈版本、交付副本、部署版本和控制 Authority 都要獨立記錄。

貢獻權利和訪問權同樣重要

參與者不僅需要知道“我可以看甚麼”，還要知道“我貢獻的東西別人以後可以怎樣用”。

設計、工藝參數、代碼、夾具、照片、樣品、測試數據、經驗說明都可能有不同的 reuse boundary。貢獻可以是開放的、項目限定的、客戶限定的、有償許可的，或只允許用於某次 Work。

貢獻權利應跟隨 Work 和 Evidence 一起記錄，避免貢獻者失去對後續使用的理解。

最小 Authority，明確 step-up

默認應給完成當前動作所需的最小 Authority。需要更高權限時，顯式 step-up，並記錄誰批准、為甚麼、有效多久、適用於哪個 Resource/operation。

這既提高安全，也提高參與者信任，因為系統不會把一次普通閱讀悄悄升級成全局控制。

7.3 責任、付款、申訴與撤回

全球協作如果只描述技術，而不描述責任與經濟事件，就很難形成長期網絡。

Acceptance 是獨立動作

“執行成功”與“客戶/驗收方接受結果”不是同一件事。

機器報告完成，只說明機器動作結束；檢驗結果合格、客戶接受、交接完成，才進入相應 acceptance 狀態。拒收也應保留 Evidence 和原因。

Payment 應對應明確的經濟事件

付款可以對應 accepted output、完成的服務時段、已交付 Capability、里程碑、訂閱或其他約定事件。避免把“調用了 API”“模型生成了回答”直接等同於商業價值。

同一 Work 中還要區分：現金付款、贊助、in-kind contribution、無償研究參與、未來權利或收益分配。

Redress 與 correction

參與者應有提出錯誤、糾正身份、質疑結果、申訴費用、報告安全問題和請求重新檢查的路徑。Evidence 不能只保存成功，還應保存被拒絕、糾正和 recovery。

Withdrawal 不會逆轉物理世界

參與者可以撤回未來授權或退出網絡，但已經切割的材料、已經運輸的貨物、已經支付的錢、已經發生的物理副作用不會自動倒退。

因此 withdrawal 必須定義對未來訪問、未開始 Work、進行中 Work、已完成 Work 和已發佈 Evidence 分別怎樣處理。

Chapter 8 - Tools、 Resources 與共同契約

8.1 Tools 用於動作；resources 用於上下文

在 MCP 中，tool 是 server 暴露的可調用操作；resource 是 client 可讀取的數據或上下文。二者都很有用，但不能與現實 Resource 混成同一個概念。

一個現實機器可以被表示為 HSIMC Resource；它的說明書、Profile、當前狀態或標定數據可以作為 MCP resources；get_status、prepare_job、submit_job、stop 等可以作為 tools。

協議表面只是現實對象的一個入口。

一個真實 Resource 可以擁有多個數碼表面

同一台機器可能同時有：網頁、QR/NFC 入口、文件目錄、MCP resource、MCP tools、本地 adapter、PLC/serial protocol、維護 UI、Evidence folder。

這些表面可以隨技術演進改變，但現實 Resource identity 應保持連續。

這也意味著，不應該因為更換 API、MCP server 或客戶端，就創建一個“新的機器身份”。

8.2 MCP resources 與 HSIMC Resource objects

HSIMC Resource object 的目標，是描述現實/業務對象：身份、類型、位置、負責方、當前或最近觀察、Capability、Authority 鏈接、Evidence、Work 佔用、版本和來源。

MCP resource 則只承擔“向 client 暴露上下文數據”的協議角色。

兩者可以連接，但不能互相替代。

Resource object 應能跨接口變化繼續存在

一個工位今天通過 REST，明天通過 MCP，後天通過本地 T736 adapter；其業務 identity 不應因此改變。

穩定 identity 能讓 Evidence、歷史 Work、維護、付款和責任繼續連接。

Fresh observation 與 historical receipt

“昨天 09:00 機器報告 idle”是歷史 Evidence，不是“現在機器 idle”。

因此觀察記錄必須包含：observed_at、received_at、source、version、validity/freshness；需要當前狀態的 Work，應產生新的 observation 或滿足明確 freshness requirement。

operation receipt 證明某次 operation 發生過甚麼，也不能自動被解釋為 current state。

8.3 跨硬件和軟件的 function contract

共同契約把不同實現連接到同一功能。至少應定義：function、input schema、output schema、units、error cases、side effects、resource locks、Authority requirement、freshness、acceptance、recovery、version 和 Evidence。

例如：

在這台機器 Profile、這個 time window 和這個 Authority 下，把這個版本標識加工到這批材料上，並返回這些驗收 Evidence。

硬件可以不同，軟件可以不同，執行者可以不同，但如果都滿足同一 contract，就有機會互操作。

最終硬件完成前，契約就可以存在

這是並行工程的關鍵。locate_marks 可以先在固定圖像上開發；camera adapter 後來接真實相機；T736 以後綁定成 physical target；第二地點再使用另一相機復現。

共同 contract 允許“執行目標可替換”，而不是要求所有團隊等待最終機器。

物理副作用需要顯式 identity

任何可能改變現實的操作都需要穩定 operation identity / idempotency 語義。網絡不確定時先查詢原 operation；同一個 operation ID 如果攜帶不同 effect，應拒絕衝突。

這適用於加工、寫卡、移動、支付、釋放庫存、發貨等。

Shared contract 不是 universal permission

共享契約只說明“怎樣正確執行這個功能”，不說明“任何人都可以執行”。真正執行仍然受 Resource、Authority、time window、local safety、reservation 和當前狀態約束。

Chapter 9 - Stateless 請求，可追責結果

9.1 2026 年 7 月 28 日：上下文隨請求帶

MCP 2026-07-28 把協議核心進一步推進為 Stateless：調用所需的重要上下文隨請求攜帶，而不是依賴隱藏的 transport-session 狀態；如果應用必須跨請求保存狀態，則使用顯式 handle/identifier。

這種變化對全球工程非常有意義：client 可以變化、網絡可以變化、服務可以水平擴展，Work 不必綁定一條長連接。

Stateless protocol 不等於 Stateless application

物理世界仍然有狀態。庫存會被佔用；機器會處於 running/fault；貨物有 custody；付款有狀態；Work 會開始、完成、取消或失敗；Evidence 會產生並持續存在。

因此 HSIMC 採用：

Stateless request；persistent real-world responsibility。

Header-based routing 可以幫助治理

2026-07-28 的協議方向允許把方法/工具資訊放進 HTTP routing/policy 所需的明確上下文。這為 API gateway、audit、rate limit、策略分流提供更清楚的邊界，但它並不替代業務 Authority。

9.2 Fresh observations、operation receipts 與 retries

全球遠程執行最危險的錯誤之一，是把“沒有收到結果”理解成“動作沒有發生”。

一個 operation 應有穩定 identity，並且把 transport success 與 business/physical result 分開。

建議的 operation states

可以使用類似：

proposed → accepted → prepared → running → completed / failed / result_unknown

以及取消路徑：

cancel_requested → cancel_acknowledged → physical_stop_confirmed / recovery_required

具體狀態可以因場景調整，但必須避免把“請求發送成功”直接等同“現實動作成功”。

Cancellation 不等於 physical stop

模型或 client 發出 cancel，只說明取消請求已經進入系統。真正安全狀態必須由本地 executor 或設備確認；必要時還要有制動、回收、人工接管或重新對位。

Freshness 屬於 contract

不同 Work 對 freshness 要求不同。庫存數量可能要求 5 分鐘內觀察；UWB 位置可能要求 100 ms 級；機器維護狀態可能一天仍有效。

因此 freshness 不應是系統隱藏假設，而應成為 function contract 的字段。

Multi Round-Trip Requests 與顯式確認

有些操作需要在執行前補充輸入、讓人選擇或再次確認。多輪交互應該圍繞同一個 Work / operation identity 延續，而不是依賴一段不可尋址的聊天歷史。

9.3 跨 client 和角色變化的持續責任

Work object 是連續性的錨點

一個 Work 把 demand、responsible parties、Resource、conditions、Authority、execution、acceptance、value Evidence 連在一起。

人可以換設備，模型可以換版本，client 可以從 ChatGPT 變成另一個工具，但 Work identity 繼續存在。

從全球 planning 到本地 execution

全球模型可以設計、分析、比較、生成代碼或提出 scheduling；真正物理執行由已授權的本地 Capability 完成。兩者通過明確 contract 和 Evidence 連接。

這種分層讓全球參與和本地責任能夠同時成立。

Evidence 是 trust 與 scale 之間的橋

一次結果如果只存在於“某個人說成功了”，很難被第二地點使用；如果保留版本、輸入、過程條件、輸出、異常和驗收，信任就可以隨著 Evidence 流動。

規模化不應以隱藏例外為代價。失敗、拒收、異常和不適用條件同樣應該進入 Evidence。

No One Left Behind 需要可見 Authority 與可見價值

如果參與者不知道誰可以決定、自己的貢獻怎樣被使用、報酬怎樣產生、失敗怎樣申訴，那麼技術上的“連接”並不等於有意義參與。

因此包容性與工程治理不是兩個主題，而是同一個系統問題。

Part III 結論 - 從連接走向可追責協作

Part III 的核心不是“連接更多 API”，而是建立一套跨人、模型、工具、設備和組織仍然能夠保持責任清楚的方法。

Identity 提供連續性，Authority 定義允許範圍，Contract 定義怎樣交付，Work 提供業務錨點，Evidence 證明發生了甚麼。

當這些元素分開又能夠重新組合時，Stateless 協議才真正有助於全球現實協作。

Part IV 將進一步回答：不同工程團隊怎樣圍繞這些共同契約並行開發，在最終硬件發貨前開始工作，並逐層從 Documented/Simulated 走向 Physical reference、Physical delivered 和 Operational。

Part III 的 Evidence 與來源說明

本篇對 MCP 2026-07-28 的描述依據官方規範/發佈資料；Resource/Authority/Evidence、M-Person、M-Team、Work contract 和 operation state 等屬於 HSIMC 的業務/工程設計，除非明確引用外部實現，不應被解釋成 MCP 官方對象或國際標準。

當前真實 T736 Evidence boundary 繼續沿用 H0-001/C0-005~008，不因本篇架構描述而升級。

Evidence discipline

每個數碼表面都應回答：來源是甚麼、觀察時間是甚麼、版本是甚麼、它證明甚麼、不證明甚麼。只有這樣，全球協作才不會把歷史記錄、模型建議或文件可見性誤寫成當前物理事實。

Part IV - 工程路徑：共同開發，在現實中驗證

Part IV 概覽

前三篇已經建立機會、起始材料和協作模型。Part IV 把這些原則變成一條工程路線：**先圍繞共同契約並行開發，再通過逐級 Evidence 把模擬能力綁定到真實硬件和本地運行**。

核心不是“所有人等同一塊硬件寄到以後才開始”，也不是“模擬成功就算產品完成”。真正目標是讓 application、hardware、fixture、local process、Evidence 和第二地點復現圍繞同一版本邊界同時推進。

本篇採用的 Evidence 階梯是：

Documented → Simulated → Remote simulated → Physical reference → Configuration freeze → Physical delivered → Operational → Independently reproduced

任何階段都不能因為敘事需要被自動升級。

Chapter 10 - 硬件發貨前就開始共同開發

10.1 Application、hardware 與 process 行推進

傳統硬件項目常把軟件團隊放到最後：硬件設計、打樣、調試完成後，應用才開始。這種順序在 GenAI 與全球協作時代會浪費大量並行機會。

更適合 HSIMC 的方式，是先凍結最小 function contract、輸入輸出、錯誤、side effects、Evidence 和 Authority，再讓不同團隊各自推進。

Application 與 model work

應用/模型團隊可以先針對固定輸入、模擬 Resource、reference data 開發：業務流程、UI、多語言、算法、test vector、error handling、Evidence reader 等。它們必須明確 simulation，不能假裝已經接真實設備。

Hardware 與 interface work

硬件團隊同時解決載板、電源、connector、接口復用、驅動、thermal、mechanical envelope、adapter 等。只有真正與具體 BOM/board/configuration 綁定的能力，才進入 physical evidence。

本地 process 與 fixture work

觀塘、深圳或其他本地 maker 可以同時做樣品、夾具、mark、線束、外殼、功能表面和工藝試片，並用共同 acceptance 方法返回 Evidence。

Evidence work

Evidence 不是項目最後才補的報告。每一條工程線從一開始就要記錄 source、version、input、conditions、result、failure 和 boundary。

一個實用的並行矩陣

同一功能可以同時存在：cloud simulator、desktop test、local sample、hardware carrier design、camera/adapter work、reference-board preparation、second-site reproduction plan。它們共享 contract，卻有不同 Evidence level。

10.2 遠程 reference validation 與 configuration freeze

遠程 reference board 的價值，不是讓所有人長期 remote-control 一台機器，而是提供一個共同物理基準，讓軟件/硬件/接口在發貨前得到一次可重復驗證。

驗證應覆蓋：target identity、hardware/BOM、OS/image、Runtime、adapter、protocol version、input/output、side effects、busy/locking、retry、stop/recovery、Evidence readback。

可替換的 execution target

同一個 function contract 可以先綁定 simulator，後來綁定 physical reference，再綁定 physical delivered。每次換目標都要重新聲明 latency、bandwidth、driver、電氣、併發和 safety boundary。

“同一個 tool 名稱”不能證明不同 target 的物理行為完全一致。

Freeze 是配置，不是文件名

真正的 configuration freeze 至少包括：hardware/BOM revision、PCB/adapter、firmware、OS/image、Runtime、contract/Profile、application、calibration、test vector、acceptance result、recovery material、dependency 和 hash。

只保存一個 ZIP 文件名不構成 freeze。

Freeze Evidence 必須讓下一團隊能讀

下一團隊應能知道：凍結了甚麼、為甚麼接受、哪些問題仍 open、哪些 Evidence 是模擬、哪些是真實 board、怎樣重新測試、怎樣恢復到已知狀態。

10.3 發貨、本地定、recovery 與繼續運行

發貨不是工程終點。真正的 delivered system 必須把收到的具體實物與之前的 configuration freeze 綁定起來。

綁定 delivered instance

到達現場後記錄 physical Resource identity、serial/BOM、image/Runtime version、網絡、本地 adapter、接線、calibration、site conditions，並重新跑 agreed acceptance。

本地運行不應依賴永遠在線的 cloud session

對適合本地執行的功能，斷網後應保留必要狀態、safe stop、operator control、Evidence 緩存和恢復能力。cloud 可以幫助 planning、更新和協作，但本地 safety 不應依賴一條永不掉線的遠程連接。

Recovery 是產品的一部分

恢復方法必須與 normal operation 一起設計：怎樣進入 service mode、怎樣恢復 image、怎樣讀 operation ledger、怎樣處理 result_unknown、怎樣人工接管、怎樣回滾到 last known good configuration。

Chapter 11 - T736 參考路線

11.1 現有模塊與最小共同接口

T736 是當前最短參考路線，因為已經有核心模塊、供應商設計資料、參考載板與工程積累。這個選擇不是永久鎖死；只有出現具體阻塞 Evidence 時才重新開晶片/平台選型。

C0-005 的文件基線顯示 HelperT736C 核心模塊約 60 × 40 × 3.0 mm，參考載板約 150 × 105 mm；85.6 × 53.9/53.98 mm 仍然只是 portable/card-sized 設計目標，而不是已經實現的整機尺寸。

擬議的最小 common carrier

首輪可以圍繞：- 已定義的 power input/protection；- USB0 recovery/FEL/maintenance；- UART0 service；- 一條明確 network path；- 有 power budget 的 USB Host；- 一條有意分配的 serial expansion。

這些是擬議範圍，不是已凍結 pinout。

Power 必須按 configuration 描述

參考載板 12V 輸入、模塊 5VIN、1.5A 文件表述衝突、PK bank 不同電平描述等，都說明供電不能用一句“12V board”概括。必須區分 input range、rail limit、peak、external load、thermal 和實際 BOM。

Interface name 不是 electrical guarantee

UART 邏輯電平與 RS-232/485 不同；HDMI TX 是輸出；USB/PHY/M.2/miniPCIe 外形也不能單憑 connector 名稱推斷協議。每個接口要有具體 electrical Profile。

11.2 相機、標籤、定位與控制器 adapters

Adapter 把共同 contract 與具體設備/協議連接。

Camera adapters

從 fixed image/simulator 遷移到真實相機，需要驗證 driver、format、resolution、timestamp、exposure、calibration、latency 和 performance。首輪優先採用實際兼容、容易日誌化的 USB 路徑，而不是因為 CSI 在文件里存在就假設它已可用。

NFC、UHF RFID 與 UWB adapters

三者必須分開。NFC 面向近場交互；UHF RFID 常用於批量/遠距離物品識別；UWB 提供 ranging/positioning 能力。具體 reader/module、antenna、firmware、protocol、measurement quality 和 installation 都需要 Profile。

Machine 與 motion-controller adapters

T736 可以作為上層計算/接口節點，但實時 deterministic motion、servo loop、hard stop 等應留在適合的本地控制鏈。Adapter 負責受限命令、狀態、Evidence 與 protocol conversion，而不是把雲端模型直接接到 motor current loop。

Adapter 同時也是商業邊界

不同合作夥伴可以只對自己 adapter 的質量、支持、許可和維護負責，而無需擁有整套系統。這為生態合作創造模塊化商業接口。

11.3 Documented Capability、simulation 與 physical Evidence

文件說明的是“可能 Capability”；simulation 說明 contract/邏輯在模擬條件下工作；只有具體 physical instance 的測試，才能證明該實例在給定條件下做到了甚麼。

C0-007 的價值恰恰在於它有限

C0-007 是來源已核驗 simulator，提供 Profile、sim operation、operation ledger、idempotency/busy 等測試。它明確對 real hardware 返回 PHYSICAL_UNBOUND。這種誠實邊界讓軟件能夠提前開發，同時不冒充真實硬件。

C0-008 是 remote path record，不是 hardware acceptance

C0-008 保存 2026-11-10 工程 client 經 SSH 到 Azure stdio simulator 的 14/14 記錄。真實 736 當次不可達，因此該結果證明的是 remote simulation path，不是 physical board。

下一道 physical-reference gate

真正參考板恢復後，需要重新取得帶時間的 Resource identity、hardware/BOM/OS、Runtime/protocol、工具目錄和 target path，並分別驗證 prepare/start/query/stop、retry、busy、disconnect/recovery 和真實外設路徑。

Chapter 12 - 一個功能，多方共同完成

12.1 擬議的 locate_marks contract

第一條參考 function 選擇“樣品對位與核驗”：給定有版本的圖像和 marker definition，找出預期標記位置，並返回支持結果的 Evidence。

它只負責 observation，不直接控制激光、運動或加工。

為甚麼這是好的第一條 reference

它同時連接本地印刷/夾具、圖像算法、cloud simulation、相機、T736 adapter、第二地點復現，而且物理風險較低、結果容易可視化。

Candidate input contract

輸入可包括：operation/work identity、image 或 camera reference、marker profile/version、coordinate system、calibration reference、expected marker count、quality threshold、execution mode 和 Authority context。

Candidate output contract

輸出可包括：marker IDs、pixel coordinates、optional physical coordinates（只有存在有效 calibration 時）、confidence/quality、algorithm version、image/frame identity、timestamp、Evidence references、warnings/errors。

Observation，不是 control

locate_marks 的輸出只是 observation。任何後續 move/laser/print action 必須另有 contract、Authority 和 safety boundary。

12.2 從 synthetic image 到真實樣品

Stage A - 固定 synthetic/generated input

先用有 hash 的圖像建立 deterministic test vector，驗證 contract、errors、versioning、repeatability。

Stage B - 本地印刷 sample 與 jig

觀塘或其他 maker 按版本圖案製作實物，拍攝/掃描並返回 material、fixture、print process、image Evidence。算法開始面對真實畸變、光照和工藝誤差。

Stage C - T736 reference camera path

參考板可用後綁定具體 camera/driver，記錄 frame format、timestamp、calibration、latency、CPU/memory 和 failure behavior。

Stage D - 受限 downstream use

當 observation 可信後，可以讓另一個有 Authority 的 tool 使用結果，例如生成 alignment proposal 或 operator guidance。真正 machine movement 仍是獨立 action。

12.3 第二地點獨立復現

第二團隊得到甚麼

應該得到：START_HERE、contract/Profile、test images/sample spec、software/version、environment、expected output、Evidence template、known limits、source/hashes。

第二團隊必須返回甚麼

返回：實際環境、所用 hardware/software、輸入 identity、結果、誤差、失敗、clarification questions、復現時間和 acceptance。

Reproduction time 是產品指標

一個很重要的 KPI 是：**從收到版本包，到另一個團隊在沒有原作者現場陪同的情況下獨立復現 agreed function，需要多久？**

澄清次數和 hidden knowledge 同樣應記錄。

Many makers，一條 Evidence chain

打印者、夾具 maker、視覺工程師、T736 工程師、現場 operator、第二地點都可以貢獻不同 Evidence。共同 version/contract 把它們連接成一條可審計鏈。

從一個 function 到 Capability network

當更多 functions 採用同樣方法：register → contract → simulate → physical reference → freeze → deliver → reproduce，網絡就開始擁有可復用的工程資產，而不是一次性 Demo。

Part IV 結論 - 品是可復現的路徑

真正的“產品”不僅是某塊板、某個 app 或某台機器，還包括讓下一團隊能夠理解、運行、驗證、恢復和繼續改進的路徑。

Build together before hardware ships；verify in reality before claims scale。

Part IV Evidence 與來源說明

本篇繼續沿用 H0-001、C0-005~008 的工程邊界。T736 是參考路線，不是已完成 card phone 的聲明；locate_marks 是擬議 contract/reference function，只有後續真實 camera/T736/second-site Evidence 才能提升其 Evidence level。

Part V - 價：有用結果與可衡量的參與

Part V 概覽

前四篇說明為甚麼有機會、已有 Capability 從哪裡來、協作怎樣保持責任清楚，以及工程團隊怎樣並行驗證。Part V 回到最現實的問題：**發生了甚麼有用變化？誰因此受益？誰付出成本？怎樣避免把同一價值重復計算？**

價值不能被壓縮成一個“ROI 大數碼”。本篇把現金、釋放 Capability、用戶/服務結果、環境/材料影響、治理/Evidence 分開記錄，再在明確邊界內綜合判斷。

同時，本篇把全部 17 個 SDG 納入 relevance/evidence matrix，但堅持：**relevance ≠ achievement；ESG intention ≠ performance；一個 Work 的 Evidence ≠ 整個平台的 Evidence**。

Chapter 13 - 現實旅程：Make、 Move、 Assist

13.1 Make：從現有材料到被接受的輸出

Make 的核心不是“機器動了”，而是輸入經過受控 transformation，成為滿足 agreed acceptance 的輸出。

一條最小鏈可以寫成：

Demand → confirmed input → preparation → process → inspection → accepted output → storage / next handover

材料、機器、operator、fixture、software、Evidence 可以來自不同團隊，但每一步必須有 identity、conditions、responsible party 和 handover。

Demand、inventory、process 應保持分離

客戶說“需要 100 張卡”是 demand；倉庫里有 120 個 blank 是 inventory observation；機器理論上每小時能做 60 張是 capability/profile；某時段真正接受生產 100 張則是 Work/commitment。混在一起會產生重復預留和錯誤承諾。

低頻也可以形成有價值的共享網絡

單個小企業每周只需要一次加工或搬運，並不代表網絡沒有價值。關鍵在於不同需求是否可以共享一個稀缺 Capability，以及時間窗口是否衝突。總利用率、setup/transfer cost、waiting 和 fallback human capability 都要計算。

Transformation Evidence packet

一筆 Make Work 最好返回：input/batch identity、process version、machine/operator、時間、accepted/rejected quantity、inspection、failures、cost/time、next custody/location。

13.2 Move：從倉庫到機器、機場到酒店，以及從一個 custodian 到另一個

Move 的價值不是“位置變化”本身，而是：

正確對象，在正確時間到正確地點，custody 清楚，狀態被接收。

倉庫→機器→暫存→3PL，機場→酒店→GuestReady，或空 trolley 離開阻塞區，都可以用同一 Work/Evidence 方法描述。

已有旅行服務說明各個部件已經存在

香港機場已經存在收費行李送遞、MyTAG RFID/QR 關聯和手推車監測等獨立能力。這說明 transport、identity、notification、trolley operation 並非從零開始，但不意味著 HSIMC 的 GuestReady 或自動清障方案已經部署。

擬議 airport-hotel journey

把狀態分成：

RoomReady ≠ BagReady ≠ GuestReady

機場/運輸方可以完成“行李已到酒店”；酒店可以完成“行李已保管”；客人再決定何時/何處願意接收。這樣可避免客人剛進房、休息、洗澡或處理私人事務時被強制敲門，也能讓經濟型酒店用預約/集中時段提供服務。

Identity 不等於 custody

航空條碼、LPN、RFID、QR/NFC 可以幫助識別，但不能單獨證明誰當前保管行李。custody handover 需要數量、狀態、交出方、接收方、時間/地點和異常 Evidence。

擬議 airport trolley journey

第一問題不是“把手推車排得更整齊”，而是旅客在電梯、安檢、上車等手推車不能繼續的邊界交還後，**交接點多快恢復可用**。可以先人工確認空車/無遺留物，再測試短距離移到授權暫存區；自動化只有在 baseline 價值成立後再加入。

AI 已經進入旅行 planning layer

IATA 2026 Global Passenger Survey 顯示相當比例旅客已經使用 AI 規劃旅行。這提供時代背景：下一步不是讓 AI 只給建議，而是怎樣把被授權的計劃連接到真實服務。

13.3 Assist：讓現有移動與工作更輕鬆，同時不抹去安全邊界

Assist 包括輪椅、推車、電動助力、搬運、定位提示等，但載人和載貨不能用同一 safety case。

必須保留 person 與 cargo 的差異

貨物成功移動不能驗證輪椅；空車回位不能驗證載人自主駕駛；UWB positioning 不能自動證明 motion safe。載人場景需要獨立的 braking、stability、human override、failure、comfort、regulatory 和現場驗收。

Human effort 不自動等於必須消除的成本

有些人工判斷、服務與溝通本身就是價值。系統應減少不必要體力、等待和重復工作，而不是以“減少人數”作為唯一目標。

當 dignity 與 choice 是服務的一部分時，也要測量

對於長者、殘障人士、旅客和酒店客人，可以記錄：是否能夠選擇服務時間/方式、是否減少非預期打擾、是否保留人工 alternative、是否更容易表達 Authority、是否增加獨立行動能力。

Chapter 14 - 衡量價值，避免重復計算

14.1 先分，再講綜合故事

本白皮書建議至少五本 ledger。

Ledger 1 - Cash

記錄：new realized revenue + verified avoided cash expense - incremental operating cash expense。初始投入單列；沒有實際減少現金支出的“節省工時”不能直接當現金收益。

Ledger 2 - Released capability

記錄 setup、waiting、travel、handling、inspection 等節省/增加的時間，以及因此多完成多少 Work、增加多少 capacity。

Ledger 3 - User and service outcome

記錄客戶等待、準時率、選擇權、成功交接、非預期打擾、access、quality、dignity 等。

Ledger 4 - Environmental and material effect

記錄實際 material flow、energy、transport、repair/reuse、lifecycle、waste 與 baseline。不要把“用了 recycled material”直接等於減排。

Ledger 5 - Governance and Evidence

記錄 Authority、custody、acceptance、Evidence quality、dispute、correction、recovery、privacy 和 auditability。

14.2 Baseline、attribution，以及 transfer 與 creation 的區別

沒有 baseline，就無法知道 improvement 來自哪裡。

Participant accounting 與 network accounting 不同

酒店付 HKD 100 給物流夥伴：酒店賬是 -100，物流夥伴賬是 +100；如果把雙方合併成網絡，不應該把它算成“新創造 HKD 200”。這是內部 transfer。

網絡淨價值要看外部收入、真實避免成本、外部投入和產生的用戶/社會/環境結果。

節省時間不自動等於節省工資

員工從 30 分鐘縮短到 10 分鐘，首先證明釋放 20 分鐘 Capability。只有真正減少 overtime/outsourcing 或用這些時間完成額外付費 Work，才進入 cash ledger。

避免重復計算同一環境收益

企業 Scope inventory、項目 avoided emissions、產品 lifecycle 都有不同 accounting boundary。一個 reuse 項目的 comparative benefit 不應隨意從多個賬本重復扣減。

Attribution 應跟隨 Evidence，而不是最大的品牌

一個結果可能由客戶、local maker、model team、supplier、operator、sponsor 一起產生。應根據真實 contribution/contract/Evidence 說明誰貢獻了甚麼，而不是把全部結果歸給最有名的機構。

14.3 用 marginal value 與 marginal burden 決定是否 scale

Gate 1 - 問題能觀察嗎？

先記錄 baseline：發生頻率、時間、成本、失敗、用戶痛點。看不見的問題不適合立刻自動化。

Gate 2 - 不增加定制硬件，最小服務能改善嗎？

先用人工、QR、已有設備、簡單 adapter 試出價值。若流程本身沒有價值，複雜硬件也不會救它。

Gate 3 - 新 tool 是否改善完整結果？

加入 UWB、T736、robot、NFC 後，要比較 full outcome，而不是只看某個技術指標。

Gate 4 - 共享是否提高利用率，還是 coordination cost 抵消收益？

低頻共享要計入預約衝突、轉場、準備、維護和人工 fallback。

Gate 5 - 第二地點能復現價值嗎？

只有第二團隊用同一方法得到相近改善，才開始具備 scale 證據。

一個實際 value dashboard

可以同時顯示：cash contribution、released minutes/capacity、service outcome、material/energy、Evidence completeness、participant distribution、open risks。不要強迫所有指標換算成一個分數。

Chapter 15 - 十七個目標，具體貢獻

15.1 把 SDG 當 relevance/evidence map，而不是徽章集合

17 個 SDG 是整體性的結果框架。本項目對每個 Goal 都記錄：為甚麼可能相關、通過甚麼具體 Work 產生貢獻、需要甚麼 Evidence、目前有甚麼局限。

最強初始 cluster 是：

SDG 4 優質教育：通過真實工程 Work 學習並能獨立復現；

SDG 8 體面工作和經濟增長：有償參與、小企業 Capability、生產性 Work；

SDG 9 產業、創新和基礎設施：讓小型 maker 連接現代工程與生產系統；

SDG 10 減少不平等：減少語言、地域、資本、設備和能力障礙；

SDG 12 負責任消費和生產：材料證據、repair/reuse、lifecycle；

SDG 17 促進目標實現的夥伴關係：真實多方 knowledge/technology/resource collaboration。

Application-dependent Goals 必須保持 application-dependent

SDG 1、2、3、5、6、7、11、13、14、15、16 等可能在具體農業、健康、性別、水、能源、城市、氣候、生態或治理 Work 中相關，但不能因為平台“理論上可用”就宣稱結果。

15.2 ESG 是運營觀察鏡頭，不替代 SDG

Environmental：物理負擔改變了甚麼？

看實際材料、能源、運輸、waste、maintenance、lifetime、end-of-life 和 baseline。

Social：誰獲得 Capability、收入、access 或 dignity？

看參與、paid work、技能、身體負擔、選擇權、語言/設備 alternative，以及新風險由誰承擔。

Governance：誰決定、誰能檢查、誰能糾正？

看 Authority、version、Evidence、acceptance、payment、privacy、dispute 和 recovery。

15.3 當分配結果可見，No One Left Behind 才可測

每個 Work 後可以問：誰原本預期受益？誰實際參與？誰因為語言、價格、賬號、網絡、身體能力或企業規模被排除？誰得到現金？誰貢獻無償時間？誰承擔新負擔？誰有決定權？是否有非智能手機/非英語/人工替代路徑？失敗是否被記錄並反饋到下一版本？

Relevance 不等於 achievement

SDG relevance is not SDG achievement. 只有明確 baseline、結果和 Evidence 時，才討論實際貢獻。

Contribution statement 模板

一個負責任的表述可以寫成：

在 [Work/period/location] 中，項目通過 [specific change] 與 SDG X 的 [relevant target/theme] 相關；當前 Evidence 為 [measured result]；尚未證明 [limits].

Partnership 的價值是 executed interface

Goal 17 不是夥伴 Logo 越多越好。真正夥伴關係是：一方提供真實需求，另一方提供真實 Capability，Authority 明確，Work 被接受，結果交付，Evidence 保存，Value 可計算，下一團隊能繼續。

Part V 之後的邀請

因此邀請升級為：

Bring your existing capability.
Deliver one reproducible function.
Measure one useful outcome.
Make GenAI plans become real value - now, here, globally.

Part V 來源說明

本篇使用聯合國 2030 Agenda/SDGs/LNOB、GHG Protocol、IATA 2026 Global Passenger Survey、香港國際機場行李送遞/MyTAG/智能機場資料作為外部背景。HSIMC 的機場-酒店 journey、trolley clearance、value ledgers 和 contribution model 屬於 HSIMC 提案，除非明確說明已有外部實現。

Part VI - 邀請：由已有 Capability 構成的全球網絡

Part VI 概覽

最後一篇不再增加更多“遠景”，而是回答三個行動問題：這個網絡怎樣加入？怎樣從一次參考結果走向可復用共同規範？甚麼時候才有資格討論正式標準化？

核心邀請不是要求每個參與者建立完整 AI 平台，而是：**帶來一項已有 Capability 或一個真實任務，以明確邊界完成一個可復現結果**。

Chapter 16 - 互補 Capability 構成的開放網絡

16.1 互補現有生態，而不是重建它們

全球已經存在模型、creative tools、cloud workspace、hardware platform、manufacturing network、logistics、payment、standards 和 local services。HSIMC 的價值不應是重新複製所有這些生態，而是把 model-level plan 連接到一條可追責 local capability chain。

OpenAI 的工程信號

Accelerating engineering for the physical world 強調 mechanical/electrical/software/simulation/manufacturing 的跨專業協作和真實工具。HSIMC 把自己的路線定位為獨立互補：提供現實任務、本地 Resource、接口、Authority、Evidence 和第二地點復現。

MCP 的信號

2026-07-28 Stateless core、顯式 context、routing、extensions 等，讓不同 client/servers 更容易組合，但協議互操作本身不自動等於業務/物理責任完成。HSIMC 在上層保留 Work、Resource、Authority、custody 和 Evidence。

互補性必須在 Work 里可見

如果某合作方只是被放在網站 Logo 上，卻沒有明確貢獻、Authority、acceptance 和 value event，就不應被描述成執行夥伴。

16.2 一項 Capability 就足夠加入

網絡入口可以很小。參與者可以提交 Capability Note：能做甚麼、在哪裡、甚麼時候、誰負責、條件/限制、怎樣驗收、預計 cost/time。

從 Capability Note 到 Capability Profile

當 Work 重復出現，就逐漸把輕量說明升級為版本化 Profile：input/output、interface、conditions、Evidence、known limits、compatibility、maintenance。

沒有 API 的人也能參與

本地 maker 可以用網頁、表格、照片、QR/NFC、人工 handoff 或 HSIMC operator 進入；以後再根據頻率決定是否建立 API/MCP adapter。數碼成熟度不是參與資格。

Participation 可以本地，discovery 可以全球

材料、機器和服務仍在具體地點；全球模型/工程師可以發現與計劃，但真正承諾必須由本地負責方接受。

一項 Capability 可以屬於多個 ecosystem

同一個 printing/laser/UWB/T736/logistics capability 可以同時服務 OpenAI、Microsoft、Adobe、Google、Apple 或客戶自有 workflow，只要 identity、rights、contract 和 Evidence 不衝突。

16.3 參與必須創造留下來的公平理由

長期網絡需要讓參與者看到：收入、學習、客戶、資產利用率、數據/方法權利、品牌、公共價值或其他真實回報。

Contribution rights 應隨 Work 流動

每項貢獻應記錄 reuse/license/visibility/attribution/payment boundary；共享 reference 不等於必須開源所有 IP。

一個 Work 中可以共存五類 participant role

需求方、Capability provider、engineering/model contributor、operator/executor、reviewer/acceptor 可以由不同主體承擔，也可能同一主體承擔多個角色，但必須顯式記錄。

Goal 17 是有用 frame，不是 badge

真正 multi-stakeholder partnership 應共享 knowledge、expertise、technology、resource 並產生 executed interface，而不是只共享宣傳。

Chapter 17 - 從 Reference Results 到共同規範

17.1 一次成功 Demo 還不是標準

“跑通一次”只說明在某組條件下得到一個結果。要變成別人可依賴的共同規則，需要更長成熟路線。

Reference result

保存有版本的輸入、條件、輸出、Evidence、failures、acceptance，供別人比較。

Versioned Profile

把 Capability/conditions 抽象成可重復描述：required/optional fields、units、limits、compatibility。

Conformance method

定義怎樣測試一個 implementation 是否滿足 Profile，包含 test vector、measurement、tolerance、failure criteria、Evidence format。

Multi-implementation compatibility

至少兩個獨立團隊/實現圍繞同一 Profile 工作，記錄哪些相同、哪些本地差異、互操作失敗在哪裡。

17.2 Shared specification 應從 Evidence 生長

只有當 repeated Work、independent reproduction 和市場需求證明共同接口有價值，才值得凍結更正式 shared specification。

盡量把 business semantics 與 transport 分開

Work、Authority、acceptance 等業務含義不應過度綁死某一種 REST/MCP/queue transport，以便未來協議升級而業務 identity 繼續存在。

Versioning 是 governance 功能

任何 breaking/non-breaking change、deprecated field、migration、evidence requirement 都要有 version/changelog，而不是悄悄修改線上含義。

Negative results 屬於共同知識

失敗材料、不可兼容機器、不穩定參數、錯誤公差、不能復現的結果也必須記錄。一個只保存成功案例的 specification 會非常脆弱。

17.3 從 shared specification 到 formal standardization

HSIMC 自己的 Profile/contract/reference method 不應自動被稱為國際標準。

一個實際標準化階梯

Observation → Reference Method → Versioned Profile → Conformance Pack → Independent Implementations → Shared Specification → Formal Standardization, when justified

進入最後一層通常需要明確市場/社會需求、多個利益相關方、成熟技術基礎、正式程序和共識機制。

Open reference 不要求 open everything

測試方法、接口和 reference profile 可以開放，同時參與方仍保留專有算法、工藝訣竅、客戶數據或商業條款。關鍵是明確哪個層次需要開放才能互操作。

Global relevance 仍可能需要 local options

電壓、語言、連接器、法規、材料、勞務流程和文化習慣可以不同。共同規範應該讓本地差異可表達，而不是假裝不存在。

Chapter 18 - 讓 AI 成為現實的邀請

18.1 五種加入方式

1. Bring a real task

帶來一個有人真正關心、能觀察 baseline、有人願意驗收的現實問題。

2. Bring a local capability

帶來人、設備、材料、空間、機器時間、物流、製造、維修、服務等本地 Capability。

3. Bring an engineering or model function

貢獻軟件、算法、設計、仿真、適配、翻譯、quality review 或 analysis。

4. Buy or sponsor a useful result

客戶、企業、政府、基金或研究夥伴可以為明確 Work 提供採購/贊助，而不是資助抽象“創新”。

5. Reproduce and review

第二團隊/地點負責獨立復現、找出 hidden knowledge、比較 value 和提出 correction。

18.2 從一個 Work 開始，再用 Evidence 贏得 scale 的資格

前 30 天：讓 interface 變成真的

確認 demand、Resource、Authority、contract、baseline、acceptance，完成第一項有 Evidence 的 Work。

31-60 天：復現並比較

第二團隊/設備/地點按同一版本執行，記錄 clarification、difference、failure 和 value。

61-90 天：決定 scale、standardize 或 stop

如果 marginal burden 超過 value，就停止或重新設計。一個能淘汰弱想法的網絡，比把所有 pilot 都包裝成成功更可信。

第一項可見的全球測試

選擇一個低風險、有實物、有清楚驗收的 function，讓一個地點製作/執行，另一個地點復現，全球模型/工程師圍繞同一 contract 協作；發佈 Evidence 而不是只發佈故事。

18.3 Make AI real - without leaving people behind

技術變強時，人的 Authority、貢獻、收益和退出權更應該可見。

No One Left Behind 是設計要求

系統要問：沒有 API、不會英語、沒有昂貴算力、沒有指定賬號、行動不便、規模很小的人，是否仍有參與路徑？

Local Capability 應保持足夠"本地"才有意義

全球網絡不應把本地 maker 變成匿名低價勞動力。位置、經驗、速度、文化、美學、服務關係和現場判斷本身就是 Capability。

自動化越，Human Authority 越要可見

誰允許？誰可以 stop？誰承擔異常？誰驗收？這些問題不能因為 agent 更智能而隱藏。

Evidence 應讓 trust 可攜帶

第二團隊不必“相信品牌故事”，可以讀取版本、測試、失敗、acceptance、source、boundary，從而把 trust 從人際關係逐步變成可攜帶 Evidence。

信用卡尺寸的起點再次回到這裡

一張小卡/標籤只是入口：它可以把人帶到 Resource、Capability、Authority、Evidence 和 Work。真正的“智能”分布在本地材料、電子模塊、T736/其他計算、現有機器、cloud/model 和人之間。

最終邀請

Bring your existing capability.
Deliver one reproducible function.
Measure one useful outcome.
Make GenAI plans become real value - now, here, globally.

這個邀請的目標不是讓每個人擁有一台機器人，而是讓更多人能夠向複雜產品/服務貢獻一個**有用、有邊界、可驗證的功能**。

Part VI 來源說明

本篇引用 OpenAI physical-world engineering publication、MCP 2026-07-28、UN SDG 17/multi-stakeholder partnership、ISO standard-development/consensus 等作為外部背景。HSIMC Capability Note、maturity ladder、30/60/90 pattern 和全球參與模型屬於 HSIMC 提案；formal standard 仍需適當標準組織及共識程序。

Appendix A - 17 個 SDG：相關性、貢獻、Evidence 與局限

本白皮書把 17 個可持續發展目標作為 relevance/evidence map 使用，並不聲稱 HSIMC 已經實現任何 Goal。每個公開案例都應說明具體 target/outcome pathway、baseline、observed result、誰受益、誰承擔負擔，以及該案例不能證明甚麼。

A.1 - 1 - 無貧窮

初始相關性：取決於具體應用。
可能貢獻路徑：低收入參與者的淨收入、韌性或基本服務負擔得到可驗證改善。
最低 Evidence：參與者 baseline、實際淨收入/成本變化、收益與負擔分配。
局限：不能僅憑“創造工作”或“增加收入”推斷減貧影響。

A.2 - 2 - 零飢餓

初始相關性：取決於具體應用。
可能貢獻路徑：農業、食品處理、儲存或物流 Work 可測量地減少損耗或改善可達性。
最低 Evidence：食品數量/質量、損耗率、時間、成本、受益者和供應鏈記錄。
局限：不能因為合作夥伴有農場，就把所有非食品 Work 都關聯到本目標。

A.3 - 3 - 良好健康與福祉

初始相關性：取決於應用 / safety-critical。
可能貢獻路徑：輔助移動、減少不安全人工搬運、改善服務可達性。
最低 Evidence：明確定義人群、安全論證、incident data、service outcome 與 human oversight。
局限：貨物/物流 Evidence 絕不能替代載人安全 Evidence。

A.4 - 4 - 優質教育

初始相關性：直接相關。
可能貢獻路徑：Capability 學習、可復現工程任務、第二團隊復現與技能傳遞。
最低 Evidence：培訓內容、前後 Capability、獨立完成、復現時間和技能保留。
局限：僅參加培訓不能證明學會。

A.5 - 5 - 性別平等

初始相關性：跨領域。
可能貢獻路徑：按適當群體觀察參與、報酬、決策權與負擔。
最低 Evidence：在合法合適前提下，分組參與、compensation、Authority、安全與發展數據。
局限：不能假設“中性技術”自然產生平等結果。

A.6 - 6 - 潔水和衛生設施

初始相關性：取決於應用。
可能貢獻路徑：材料/工藝用水、產生廢水，或直接服務水與衛生 Work 時相關。
最低 Evidence：process-water inputs、排放路徑、污染物、處理和 baseline 比較。
局限：沒有明確 water boundary 就不能提出水相關主張。

A.7 - 7 - 經濟適用的清潔能源

初始相關性：取決於應用。
可能貢獻路徑：能源效率、共享設備利用率、可再生能源本地運行、每個 accepted result 能耗下降。
最低 Evidence：metered energy、output quantity、baseline、grid/fuel context、新增設備能耗。
局限：設備體積小不等於系統層面節能。

A.8 - 8 - 體面工作和經濟增長

初始相關性：直接相關。
可能貢獻路徑：有償貢獻、更安全工作、更高 Capability、SME 參與、生產性時間。
最低 Evidence：實際報酬、工作時間、加班、安全、技能進步和增量收入/成本。
局限：釋放時間不自動等於工資節省或體面工作結果。

A.9 - 9 - 產業、創新和基礎設施

初始相關性：直接相關。
可能貢獻路徑：SME/local maker 通過版本化接口、數碼工具、硬件 Profile 和可復現工程進入現代生產。
最低 Evidence：被接受的 Capability Profile、conformance result、第二地點復現、利用率與 business continuity。
局限：一個 prototype 不能證明 resilient infrastructure。

A.10 - 10 - 減少不平等

初始相關性：直接相關。
可能貢獻路徑：降低語言、設備、地域、公司規模、殘障或沒有 API 所造成的障礙。
最低 Evidence：誰參與、誰被排除、替代路徑、Authority 與收益分配。
局限：打開網頁不等於有意義參與。

A.11 - 11 - 可持續城市和社區

初始相關性：取決於應用。
可能貢獻路徑：本地維修、共享移動、樓宇/機場/酒店物流、reuse 與 accessibility Work。
最低 Evidence：本地 baseline、空間/時間效果、安全、服務可得性、材料與運輸影響。
局限：城市尺度主張需要城市尺度 Evidence。

A.12 - 12 - 負責任消費和生產

初始相關性：直接相關。
可能貢獻路徑：reuse、repair、material traceability、yield、waste、life extension、responsible sourcing。
最低 Evidence：材料身份、mass flow、yield、scrap、lifetime、repair、disposal 和 comparative baseline。
局限：reuse 不自動等於環境更優。

A.13 - 13 - 氣候行動

初始相關性：取決於應用。
可能貢獻路徑：存在明確 baseline/boundary 時的 comparative GHG reduction 或 climate-related Capability。
最低 Evidence：認可的 accounting method、activity data、emission factors、life-cycle boundary、

uncertainty。
局限：avoided-emissions 與組織 inventory accounting 必須分開。

A.14 - 14 - 水下生物

初始相關性：guardrail / application-dependent。
可能貢獻路徑：材料洩漏、廢水、包裝或沿海/海洋應用存在可信路徑時。
最低 Evidence：材料/廢物流向、排放、leakage risk、mitigation。
局限：不能僅憑 recycling 宣稱海洋收益。

A.15 - 15 - 陸地生物

初始相關性：guardrail / application-dependent。
可能貢獻路徑：sourcing、land use、agriculture、biodiversity、disposal。
最低 Evidence：來源、土地/生態背景、材料選擇、運營影響和 baseline。
局限：本地 reuse 也可能把負擔轉移到別處。

A.16 - 16 - 和平、正義與強大機構

初始相關性：跨領域治理相關。
可能貢獻路徑：透明 Authority、可審計、糾正、申訴、數據責任和 accountable decisions。
最低 Evidence：permission trail、disputes、incident/recovery、audit access、correction process。
局限：項目治理不能證明國家層面的制度改革。

A.17 - 17 - 促進目標實現的伴關係

初始相關性：直接相關。
可能貢獻路徑：真正執行的多方接口，共享 knowledge、expertise、technology、resources，並完成可衡量 Work。
最低 Evidence：具名角色、accepted commitments、delivered result、value/burden、reproducibility、data quality。
局限：夥伴 Logo 或 MoU 本身不是 executed partnership Evidence。

A.18 SDG 陳述的 Evidence 規則

一個有用的 SDG contribution statement 應包含：**Work、participants、baseline、observed result、distribution、method、evidence stage、relevant Goal/target、limits**。缺少關鍵元素時，應表述為 hypothesis/relevance assessment，而不是 verified impact。

A.19 最初始 cluster

最直接關聯 operating model 的初始 cluster 是 SDG 4、8、9、10、12、17，對應學習與 Capability、體面工作/小企業、包容產業參與、降低障礙、負責任生產和多方夥伴。即便如此，所有結果仍然是 Work-specific。

Appendix B - ESG 衡量框架

ESG 在本白皮書中是 operating measurement framework，不替代 SDG，也不壓縮成一個 composite score。

B.1 五本 ledger

Cash ledger

記錄 realized revenue、verified avoided cash expense、new operating expense 和 initial investment。不要把 forecast value、released time 或 network internal payment 當成新現金價值。

Released-capability ledger

記錄 waiting、setup、rework、throughput、釋放的 staff time 和 second-team reproduction。只有實際現金髮生變化，released time 才進入 cash saving。

User/service-outcome ledger

記錄 timing、choice、access、error、disruption、completion、dignity/convenience 等被定義為服務結果的指標。

Environmental/material ledger

記錄 material input/output、reuse、scrap、energy、transport、repair、lifetime、disposal。reuse 不自動等於淨環境收益。

Governance/evidence ledger

記錄 Authority、custody、acceptance、incident、retry、dispute、recovery、provenance。良好治理 Evidence 不能替代技術性能。

B.2 Cash 與 network accounting

對參與者 j 在明確期間：

Incremental cash contribution(j) = new realized cash revenue + verified avoided cash expense - new incremental operating cash expense.

initial investment 單列；若非零，可以報告 simple period ROI，但不能自動年化。

網絡層必須抵銷內部付款：酒店付服務商 HKD 100，一方 -100、另一方 +100；網絡不能記成新創造 HKD 200。

B.3 Baseline discipline

所有 comparative claim 應聲明 functional unit、boundary、baseline/counterfactual、observation period、allocation rule、uncertainty。

B.4 Environmental reporting

產品環境工作考慮 raw materials、manufacturing、transportation、storage、use、repair/reuse、disposal。project/intervention avoided-emissions 與 organization inventory 分開。

B.5 Social reporting

最低應回答：預期誰受益、誰實際參與、誰無法參加及原因、誰獲得報酬、誰貢獻無償時間/設備、身體/排程負擔是否轉移、留下了甚麼獨立 Capability、沒有首選設備/語言/賬號/技能的人是否有替代路徑。

B.6 Governance reporting

說明誰授權每項動作、誰接受 Work、使用哪個版本、不確定結果怎樣處理、cancel/recovery 怎樣完成、參與者如何 dispute/correct record。

B.7 Scaling gate

不要因為 Demo 看起來震撼就 scale。只有 marginal useful outcome 持續大於 marginal burden，並且第二團隊/地點能在聲明條件下復現，才進入規模化。

Appendix C - Common Capability Contract

Common Capability Contract 是讓不同團隊在最終硬件完成前共同工作的 shared boundary，描述的是 function，不是無限使用某 Resource 的 permission。

C.Field - contract_id

穩定 contract/Profile identifier。 ## C.Field - function 人類可讀動作/結果，例如 locate_marks。 ## C.Field - input_schema 版本化輸入對象、單位、範圍和必需文件。 ## C.Field - output_schema 版本化結果、quality fields、units、Evidence refs、error states。 ## C.Field - resource_target HSIMC Resource 或 target class；真實 physical instance 單獨綁定。 ## C.Field - execution_mode simulation / physical_reference / physical_delivered / operational。 ## C.Field - conditions 環境、tooling、calibration、material、prerequisites。 ## C.Field - authority_required discover/read/reserve/configure/execute/stop/accept/administer 所需最低 Authority。 ## C.Field - effect_identity 獨立於短期 credential 的 intended physical effect digest/identifier。 ## C.Field - operation_id 用於 retry/read-back 的穩定物理副作用請求 identity。 ## C.Field - freshness_requirement 用於 planning/authorization 的 observation 最大可接受年齡。 ## C.Field - resource_locking reservation、lease、busy/conflict 和 release rule。 ## C.Field - safety_boundary 必須留在本地/deterministic、不委託遠程模型的條件。 ## C.Field - acceptance measurement、tolerance、Evidence 與 human/organization acceptance。 ## C.Field - recovery stop、unknown-result、network interruption、restart behavior。 ## C.Field - version contract、adapter、algorithm、hardware/BOM、calibration、deployment refs。 ## C.Field - cost_time 預期/實際時間、材料、能源、money cost。 ## C.Field - rights contribution、reuse、attribution、confidentiality、withdrawal constraints。

C.1 示例 - locate_marks


```
{
 "contract_id": "hsimc.locate_marks.v0",
 "function": "locate_marks",
 "input": {"image_ref": "sha256:...", "marker_profile": "marker-profile-v3", "calibration_ref": null},
 "target": {"resource_id": null, "mode": "simulation"},
 "authority": {"subject": "bound-at-runtime", "scope": ["read_input", "run_observation"]},
 "output": {"coordinate_space": "pixels", "marks": [], "quality": {}, "evidence_refs": []},
 "limits": ["No millimetre conversion without calibration evidence", "Observation only; no machine motion or laser action"]
}
```


同一 contract 可以運行於 fixed image、cloud simulator、remote reference camera 或 delivered device，但每個 target 都需要自己的 adapter 和 Evidence。

C.2 Retry/effect rule

請求相同 physical effect 時 retry 復用原 operation_id；結果未知時先 query 原 operation，再考慮新 effect。更新 credential/token 本身不會創建新的 physical Work。

Appendix D - 物理接口與材料 Profiles

D.1 Profile principle

Profile 描述聲明條件下的“可能 Capability”；具體 physical instance 仍需觀察/綁定後，Profile 才能成為關於該實例的 Evidence。

D.2 Material Profile - 最低字段

Identity

來源、supplier/product（如已知）、batch/lot、previous use、owner。 ### Physical condition 尺寸、質量、厚度、表面、缺陷、污染、含水。 ### Composition 聲明成分、coating、binder、conductive material、unknowns。 ### Process history cutting、heat、lamination、printing、cleaning、chemical treatment。 ### Intended function fixture、card layer、packaging、antenna substrate、non-structural sample 等。 ### Tests and limits 尺寸、電阻、附著、耐磨、RF response、durability 等；未驗證 load/fire/hygiene/electrical/environmental/regulatory 條件必須顯式記錄。 ### Evidence 照片、測量、test report、operator、timestamp、version。

D.3 Functional-surface Profile

printed/embroidered/foil/conductive surface 記錄 geometry、line/thread/material、process settings、substrate、bonding/curing、measured functional property、connection、inspection image、acceptance limit。

D.4 Hardware/adapter Profile

相機、NFC、UHF RFID、UWB、machine interface、motion controller 記錄 exact model/BOM/revision、connector/pin、電氣標準/電平、driver/OS/Runtime、protocol/timing、power budget/peak、calibration/frame、failure/timeout/recovery、concurrency/conflict、Evidence stage。

D.5 T736 reference design boundary

當前文件基線為 HelperT736C 核心模塊約 60 × 40 × 3.0 mm 和更大的 reference carrier；信用卡尺寸仍是設計目標。擬議 minimum carrier 保留 power、recovery/USB0、UART0、選定 network、powered USB Host 和有意分配的 serial expansion；exact connector/rail/power/interface multiplexing/thermal/device-tree 仍屬 configuration-specific engineering。

D.6 Interface name 不是 electrical guarantee

UART logic ≠ RS-232 ≠ RS-485；miniPCIe 外形 ≠ PCIe signal；camera connector ≠ driver/format/timing/calibration compatibility。Profile 必須記錄真實 electrical/software contract。

Appendix E - Reference Engineering 與驗收路線圖

E.1 - 0. Problem and Work definition

回答：Demand、Authority、acceptance、baseline、responsible parties 明確。
最低 Evidence：versioned Work brief。

E.2 - 1. Documented

回答：source documents 支持可能 Capability。
最低 Evidence：document hash、Profile、conflicts/unknowns。

E.3 - 2. Simulated

回答：contract 在無物理副作用的 controlled simulator 中成立。
最低 Evidence：test vectors、receipts、deterministic errors。

E.4 - 3. Remote simulated

回答：remote client 經目標 route 到達 simulator。
最低 Evidence：route、client、protocol/Runtime、remote receipts。

E.5 - 4. Physical reference

回答：綁定 reference device 在受控條件下執行有限真實 observation/action。
最低 Evidence：Physical Resource ID、BOM/OS/driver、tests、stop/recovery。

E.6 - 5. Configuration freeze

回答：hardware、image/Runtime、adapters、contracts、test pack 凍結供發貨。
最低 Evidence：freeze manifest、recovery procedure。

E.7 - 6. Physical delivered

回答：delivered instance 完成綁定並在目的地復現 acceptance。
最低 Evidence：delivered identity、installation、local test、handover。

E.8 - 7. Operational

回答：在明確期間完成真實 Work，並有 incident/value records。
最低 Evidence：operational log、outcomes、cost/value、maintenance、incidents。

E.9 - 8. Independent reproduction

回答：第二團隊/地點復現 agreed function。
最低 Evidence：reproduction time、deviations、clarification count、comparative Evidence。

E.10 Configuration freeze

freeze 至少綁定 hardware revision/BOM、image/OS、Runtime、driver set、adapter versions、contracts、application version、calibration、test pack、known limits、recovery、Evidence hashes。

E.11 Shipping rule

參考配置完成發貨前驗收以後再 ship；shipping 不會把 reference identity 變成 delivered identity。delivered unit 獲取獨立 Resource identity 和 local binding。

E.12 Local operation

需要本地連續性的場景，基本 operation/safe stop/recovery 不應依賴永遠打開的 cloud session。cloud 可協調/更新/收 Evidence，但不能成為所有實時物理行為的隱藏單點控制。

E.13 Second-site reproduction

第二地點返回的不只是 pass/fail，還包括 reproduce time、substitutions、environment differences、hidden assumptions、questions、failed attempts、final Evidence，並反饋到下一版 Profile。

Appendix F - Evidence Register 與來源說明

F.1 內部 Evidence Register

H0-001 / 2026-11-11 - Cross-Project Hand Off

Evidence class：Documented handoff。
邊界：匯總既有決策/Evidence；沒有重新探測真實 T736，也沒有部署 firmware/device。

C0-005 / 2026-11-09 - T736 hardware standardization baseline

Evidence class：Documented。
邊界：供應商文件審閱、pin/interface mapping、衝突；沒有新增 bench measurement。

C0-006 / 2026-11-09 - Remote engineering plan

Evidence class：Planned architecture。
邊界：cloud simulation → remote reference board → freeze → ship → local bind/accept。

C0-007 / 2026-11-10 - Source-verified simulator

Evidence class：Simulated。
邊界：simulator source/receipts；physical target unbound；不證明 hardware。

C0-008 / 2026-11-10 - Recorded Azure remote simulation

Evidence class：Remote simulated。
邊界：14/14 remote simulation；該記錄中真實 736 不可達。

W0-003 / P1

Evidence class：Published digital。卡片/一頁 Brief 數碼發佈與 QR 已驗證；實物 print/NFC read-back 延後。 ### W0-004 / P2 **Evidence class：**Published digital。英文 Executive Summary HTML/PDF 已發佈驗證。 ### W0-005 / P3-A **Evidence class：**Published digital。Part I 已發佈驗證。 ### W0-006 / P3-B **Evidence class：**Published digital / 當前已知 public baseline。Part II 已發佈驗證。 ### W0-007 / P3-C **Evidence class：**Generated and archived。發佈包完成，remote deploy 延後。 ### W0-008 / P3-D **Evidence class：**Generated and archived。發佈包完成，remote deploy 延後。 ### W0-009 / P3-E **Evidence class：**Generated and archived。發佈包完成，remote deploy 延後。 ### W0-010 / P3-F **Evidence class：**Generated and archived。發佈包完成，remote deploy 延後。 ### W0-011 / P4 **Evidence class：**Generated master。匯總 Parts I-VI、front matter、Appendices A-H、glossary、source/version registers。

F.2 Evidence labels

Proposed - 擬議：待測試的設計、架構、路線或主張。

Documented - 已有文件證據：由來源文件支持，不一定證明具體物理實例。

Simulated - 已模擬：在 simulator/synthetic environment 測試。

Remote simulated - 已遠端模擬：通過目標 remote route 測試，但未完成 physical target acceptance。

Physical reference - 實體參考實例：在明確識別的 reference instance 上受控驗證。

Physical delivered - 實體交付實例：在目的地 delivered instance 上完成綁定/驗收。

Operational - 已投入運行：在明確期間真實 Work 中觀察。

Independently reproduced - 已獨立複現：第二團隊/地點按發佈邊界復現。

F.3 Observation 與 receipt

operation receipt 是某次 operation 的 Evidence；fresh observation 是當前/近期 state Evidence。對象應帶 observation time、receipt time、source、method、version、freshness limit。

F.4 Source hierarchy

Evidence 衝突時保留衝突，不靜默“統一”。實用層級：bound instance 的當前 physical measurement；當前 manufacturer/BOM-specific data；versioned engineering documentation；simulator behavior；design proposal。不同來源可能回答不同問題。

Appendix G - 參與指南

參與者可以從一個真實 task 或一項真實 Capability 開始，不需要完整平台。

G.1 五種加入方式

Bring a real task - 有人真正需要並能驗收的結果。

Bring a local capability - 材料、機器、空間、人員、儲存、運輸或服務。

Bring an engineering or model function - software、model、design、simulation、adapter、translation、analysis。

Buy or sponsor a useful result - 為有 acceptance condition 的 Work 付款/贊助。

Reproduce and review - 獨立復現、測試、挑戰或改進 reference result。

G.2 Minimum Capability Note

Capability：你能做甚麼？
Location：在哪裡發生？
Availability：甚麼時候/多少可用？
Responsible party：誰能接受 Work？
Conditions：甚麼輸入、工具或限制？
Evidence：甚麼證明完成？
Cost/time：一個 accepted result 需要多少？
Rights：使用、reuse、confidentiality、attribution 有甚麼條件？

G.3 First Work

第一筆 Work 應刻意小：把一個 interface 做實，產生足夠 Evidence 讓第二團隊理解。不要因為“演示最震撼”就優先選擇最複雜 autonomous use case。

G.4 30 / 60 / 90 day pattern

1-30 天：定義 Work、baseline、Authority、contract、first accepted result。
31-60 天：第二團隊/設備/maker/地點復現，記錄差異和 hidden assumptions。
61-90 天：決定 scale、standardize、改 interface、保持 local，或 stop。

能夠停止弱想法的網絡，比把每個 pilot 都變成成功故事更可信。

G.5 Contribution 與 value

貢獻可以是 paid service、sponsored work、in-kind equipment、research contribution 等明確安排。無償貢獻應可見。IP、reuse、attribution、confidentiality 隨具體 Work/貢獻協議管理。

Appendix H - 多語言編輯規則

W0-011 English Master 是下一語言層唯一語義來源。

H.1 穩定結構

Part、Chapter、section、appendix numbering 與英文保持對應；stable IDs、Runtime、Card ID、Resource ID、hash、version 不變；只翻譯描述性 label，不翻譯用於技術尋址的 identifier。

H.2 Evidence words 為受控詞彙

Proposed、**Documented**、**Simulated**、**Remote simulated**、**Physical reference**、**Physical delivered**、**Operational**、**Independently reproduced** 使用各語言維護的 glossary；翻譯不得升級或弱化 Evidence status。

H.3 Proper names 與 standards

首次出現時，在本地譯名可能產生歧義的情況下保留官方英文名稱。ISO、MCP、OpenAI、SDG 數碼、產品/型號和法律主體名稱發佈前核對權威用法。

H.4 Numbers 與 units

數碼、日期、單位、公差、公式、version identifiers 與英文保持等價；僅在不改變技術含義時本地化標點/排版。

H.5 Chinese

聯合國官方語言包括中文。簡體中文作為大陸工程/製造受眾的首版；繁體中文作為香港等市場的區域書寫變體；兩者都映射同一 English Master revision。

H.6 Arabic 與 RTL

阿拉伯文必須做 RTL layout test；URL、code、formula、model number、identifier 在適當位置保持 LTR。

H.7 Source citations

譯本引用同一 underlying source，而不是 source 的機器翻譯副本；如果存在官方本地語言來源，可增加 link，但保留原 source identity。

H.8 Change control

英文 Master 更新後生成 translation delta：changed section IDs、factual changes、evidence-status changes、new/removed sources、terminology changes。禁止六種語言各自靜默 patch。

術語表

Authority

業務層面的授權與責任邊界：個人/組織可以 discover、read、contribute、reserve、configure、execute、stop、accept、release 或 administer 甚麼。 ## Capability 在聲明條件下能夠產生定義結果的有邊界功能。 ## Capability Note 輕量、人類可讀說明：能提供甚麼、在哪裡、何時、由誰、甚麼條件、有甚麼 Evidence。 ## Capability Profile 有版本、較正式的 Capability 描述，包括 input/output/interface/conditions/Evidence。 ## Common Capability Contract 不同 implementation 交付同一 function 時共享的技術/業務邊界。 ## Conformance implementation 在聲明 test conditions 下滿足 Profile/specification 的 Evidence。 ## Custody 明確期間或 handover 中，對實物持有/處理的責任。 ## Evidence 對 observed/tested/delivered/accepted/rejected/recovered 的版本化記錄。 ## Evidence boundary 明確一份 Evidence 能證明甚麼、不能證明甚麼。 ## Fresh observation 其 age/source 滿足 Work freshness requirement 的 state observation。 ## HSIMC Resource 現實/業務對象，如 person、place、machine、material、inventory position、service、Capability。 ## MCP resource MCP 術語中 server 暴露給 client 讀取的數據/上下文，與 HSIMC Resource 不同。 ## MCP tool MCP server 暴露的可調用 operation。 ## M-Person HSIMC 參與概念：以明確 identity/relationships 與 Work-specific Authority 表示真實個人，不代表數碼表示取代真人。 ## M-Team 圍繞具體 Work 組合 people、models、software tools、local capabilities，並保持明確責任。 ## Operation 具有穩定 identity 的 request/action，尤其適用於可能產生物理副作用的情形。 ## Operation receipt 關於特定 operation 的 Evidence，不自動代表 current state。 ## Physical delivered 已交付 physical instance 在目的地完成綁定與 acceptance 的 Evidence class。 ## Physical reference 明確 physical reference instance 在受控條件下測試的 Evidence class。 ## Profile 有版本的 Capability/conditions 描述，本身不證明每個當前實例都符合。 ## Reference result 作為可復現比較基礎的 result + Evidence pack，本身不是 standard。 ## Resource 通用詞；本文按上下文區分 HSIMC Resource 與 MCP resource。 ## Runtime HSIMC project 的部署 execution identity/configuration；Runtime identity 本身不是設備控制 Authority。 ## Stateless protocol 每個請求攜帶處理所需上下文，而不是依賴隱藏 transport-session state 的協議行為。 ## Work 連接 demand、responsible parties、Resource、conditions、Authority、execution、acceptance、value Evidence 的一筆已接受工作單元。 ## Work contract 定義 Work input/output/conditions/roles/acceptance/recovery 的版本化 agreement/record。

參考文獻與 Source Register

Source Register 標識用於外部事實背景的資料。除非 source 明確描述已有外部實現，否則 HSIMC architectures、Work structures、Capability contracts、participation models 和 proposed application journeys 均屬於 HSIMC 提案。

S01 - OpenAI: Accelerating engineering for the physical world

日期/狀態：2026-11-03
URL：https://openai.com/index/accelerating-engineering-for-the-physical-world/
本白皮書用途：工程/物理世界背景與協作邀請。 ## S02 - Model Context Protocol: The 2026-07-28 Specification **日期/狀態：**2026-07-28
URL：https://blog.modelcontextprotocol.io/posts/2026-07-28/
用途：Stateless core、routing、MRTR、extensions、authorization hardening、deprecation 背景。 ## S03 - Model Context Protocol: 2026-07-28 Specification
URL：https://modelcontextprotocol.io/specification/2026-07-28/
用途：協議術語的規範來源。 ## S04 - MCP 2026-07-28 Release Candidate **日期：**2026-05-21
URL：https://blog.modelcontextprotocol.io/posts/2026-07-28-release-candidate/
用途：重大協議修訂的遷移/部署背景。 ## S05 - United Nations DESA: Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development **日期：**2015
URL：https://sdgs.un.org/2030agenda
用途：17 SDGs、integrated/indivisible、LNOB pledge、Goal 17。 ## S06 - UN Sustainable Development Group: Leave No One Behind **URL：**https://unsdg.un.org/2030-agenda/universal-values/leave-no-one-behind
用途：meaningful participation、Evidence、disaggregation、transparency、privacy、accountability。 ## S07 - United Nations DESA: Goal 17 **URL：**https://sdgs.un.org/goals/goal17
用途：partnership、science/technology cooperation、multi-stakeholder、data targets。 ## S08 - United Nations DESA: Multi-stakeholder partnerships **URL：**https://sdgs.un.org/topics/multi-stakeholder-partnerships
用途：圍繞 pooled knowledge/expertise/technology/resources 的 partnership。 ## S09 - ISO/IEC 7810 Identification cards - Physical characteristics **URL：**https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:7810:ed-3:v1:en
用途：ID-1 名義 85.60 × 53.98 mm 平面參考；完整標準包含更多物理要求。 ## S10 - ISO: Developing standards **URL：**https://www.iso.org/developing-standards.html
用途：市場需求、多方專家開發、consensus process。 ## S11 - ISO/IEC Directives - consolidated **URL：**https://www.iso.org/sites/directives/current/consolidated/
用途：正式標準開發程序與 consensus framework。 ## S12 - European Commission: Construction and demolition waste **URL：**https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/construction-and-demolition-waste_en
用途：廢物流組成、規模、資源價值、分類/危險物質。 ## S13 - University of Manchester: e-Textile Embroidered Wearable Near Field Communication RFID Antennas
URL：https://research.manchester.ac.uk/files/76660584/e_Textile_Embroidered_Wearable_Near_Field_Communication_RFID_Antennas.pdf
用途：conductive-thread embroidery、fabrication、resistance、NFC matching。 ## S14 - MDPI embroidered antenna research **URL：**https://www.mdpi.com/2224-2708/4/4/371 ## S15 - MDPI printed electronics review **URL：**https://www.mdpi.com/2504-4494/5/3/89 ## S16 - MDPI functional/printed materials research **URL：**https://www.mdpi.com/2673-3978/6/2/7 ## S17 - GHG

Protocol: Product Standard **URL：**https://ghgprotocol.org/product-standard
用途：raw materials、manufacturing、transport、storage、use、disposal 的 product lifecycle emissions。 ## S18 - GHG Protocol: Inventory and Project Accounting
URL：https://ghgprotocol.org/blog/inventory-and-project-accounting ## S19 - GHG Protocol: Estimating and Reporting Avoided Emissions **URL：**https://ghgprotocol.org/estimating-and-reporting-avoided-emissions ## S20 - IATA: 2026 Global Passenger Survey **日期：**2026-10-28
URL：https://www.iata.org/en/pressroom/2026-releases/10-28-iata-2026-global-passenger-survey-travelers-biometrics-ai-entry-requirements/
用途：全球旅客使用 AI 做旅行 planning 的調查背景。 ## S21 - Hong Kong International Airport: Baggage Pick-up and Delivery
URL：https://www.hongkongairport.com/en/passenger-guide/airport-facilities-services/baggage-pick-up-and-delivery ## S22 - Hong Kong International Airport: MyTAG
URL：https://www.hongkongairport.com/iwov-resources/html/MyTag/en/mytagseries.html ## S23 - Hong Kong International Airport: About Us / smart airport history
URL：https://www.hongkongairport.com/en/about-us/?section=our-history ## S24 - MCP TypeScript SDK support/migration for 2026-07-28
URL：https://ts.sdk.modelcontextprotocol.io/v2/migration/support-2026-07-28 ## S25 - ISO: Glossary
URL：https://www.iso.org/glossary.html

Internal project source set

英文母版還使用 HSIMC 內部項目記錄，尤其 H0-001、C0-005~008 Evidence chain 以及 W0-001~W0-010 出版版本；統一記錄在 Appendix F 和 Version/Evidence Register。

Version and Evidence Register

Publication versions

W0-001 - Editorial master / TOC - 2026-11-11 - Planning - 六 Parts、18 Chapters、Appendices 英文架構。

W0-002 - Publication production plan - 2026-11-11 - Planning - 四種閱讀深度、HTML/PDF、QR/NFC、語言順序。

W0-003 - P1 - Published digital - Invitation Card + One-Page Brief；physical print/NFC read-back deferred。

W0-004 - P2 - Published digital - English Executive Summary。

W0-005 - P3-A - Published digital - Chapters 1-3。

W0-006 - P3-B - Published digital / 當前已知 public baseline - Chapters 4-6。

W0-007 - P3-C - Generated/archived；deployment deferred - Chapters 7-9。

W0-008 - P3-D - Generated/archived；deployment deferred - Chapters 10-12。

W0-009 - P3-E - Generated/archived；deployment deferred - Chapters 13-15。

W0-010 - P3-F - Generated/archived；deployment deferred - Chapters 16-18。

W0-011 - P4 - English Master generated；deployment deferred - Front matter、Parts I-VI、Appendices A-H、Glossary、Bibliography、Registers。

W0-011 繼承的當前工程 Evidence boundary

C0-005：documentary hardware baseline；不代表新增 bench measurement。

C0-007：source-verified simulator；physical target 除非另行驗證仍未綁定。

C0-008：2026-11-10 14/14 Azure remote simulation；不是 physical-board acceptance。

H0-001：cross-project handoff；沒有重新 probe physical T736，也沒有把 design target 變成 delivered product。

Credit-card-sized hardware：仍是 design target；ID-1 平面尺寸只是共同 starting reference。

Deployment status

P4 consolidation 時，已知公開白皮書 baseline 為 W0-006（Parts I-II）。W0-007~010 已生成歸檔但 remote deploy 延後；W0-011 已準備在統一 review 後從 verified W0-006 直接升級到 consolidated English master。

Translation baseline

聯合國六語工作默認以 W0-011 English Master 為語義來源，除非以後顯式凍結更高英文版本。translation status 與 deployment status 獨立維護。

Colophon

Title：From Stone and Thread to Shared Intelligence
Subtitle：A Credit-Card-Sized Starting Point for Local Making and Global Participation
Author：Benny (Yan) Liao - Founder, HSIMC
English master：W0-011
Translation system：W0-012
Date：12 November 2026
Publisher/initiative：HSIMC
Working principles：Human Authority · Local Capability · Global Participation
Mission statement：No One Left Behind in the GenAI Physical Era

本母版用於數碼 HTML、A4 PDF、後續書版和多語言衍生版本。實體印刷與 NFC 實物寫入/讀回仍是獨立於數碼出版的生產步驟。