

Oversoul Station Fabric

v0.1 / 2026-07-30 / Neo.K / 系統架構論文／概念產品技術規格

證據狀態：E0——架構、形式模型與 MVP 規格

<https://thisoneisneok.com/html/papers/stdi-03.html>

SECTION

固定站、移動站與虛擬站的分布式具身網路

Oversoul Station Fabric: A Distributed Embodiment Network of Fixed, Mobile, and Virtual Stations

系列：《時空域支配智能》系列第 3 篇

文件編號：EML-STDI-OSF-2026-v0.1

作者：Neo.K

協作整理：Aletheia（阿萊）

機構：EveMissLab／一言諾科技有限公司

日期：2026 年 7 月 30 日

文件類型：系統架構論文／概念產品技術規格

證據成熟度：E0——架構、形式模型與 MVP 規格

公開狀態：私人研究稿；公開前應經 EML-CF 的 IP Gate、來源、授權與安全審查

上位理論：STDI | 時空域支配智能

前序論文：

- 《時空間支配型 AI：從單體具身智能到持續性時空域治理》
- 《超靈的物理化：從 O-Chip 維度代理人到分布式具身主體》

摘要

前兩篇已提出，時空域支配智能不是一個 AI 加上多台機器人，而是一個具有持續治理核心、共享世界模型、權限租約、地方安全與證據責任鏈的分布式具身主體。然而，若沒有一個可部署的站點架構，「分布式身體」仍只是哲學描述：不同機器人、儀器、感測器、模擬器與遠端服務如何被發現？如何描述能力？如何進入共同世界模型？如何接收任務？如何完成跨站交接？如何在斷線、時序不一致或設備故障時安全退化？如何判定一個虛擬模型、遠端實驗室或人類專家是否也是站網的一部分？

本文提出 Oversoul Station Fabric (OSF，超靈站網)，作為 STDI 的物理—數位具身基礎設施。OSF 將一切可被治理、可提供能力、可回報狀態並可接受受限任務的實體或虛擬節點，抽象成「站點」。站點不是單純網路端點，也不是因接上 ROS、OPC UA 或 API 就自動成為超靈身體。正式站點必須同時具有：

- 可驗證的身份；
- 機器可讀的能力與限制；
- 被定義的空間與作用域；
- 可觀測的健康、校準與時間狀態；
- 任務、權限與撤銷接口；
- 本地安全或失敗邊界；
- 世界紀元與證據提交能力。

本文將站點分成七類：感測站、執行站、儀器站、固定智能站、移動站、虛擬站與聯邦外部站。不同站點可經由有線確定性網路、一般有線網路、無線網路、光學鏈路或延遲容忍任務包連線。OSF 不要求所有連線具備相同即時性，而將通訊分成五個控制等級，禁止用高延遲雲端模型替代本地硬安全閉環。

OSF 的基本形式為：

```
cal-F_(OSF)
=
(
cal-N,
cal-E,
cal-C,
cal-W,
```


其中：

- cal-N：站點集合；
- cal-E：物理、通訊與任務關係；
- cal-C：能力與限制模型；
- cal-W：共享世界模型；
- cal-Q：任務與工作圖；
- cal-L：身體、能力與指揮租約；
- cal-P：安全、權限和治理政策；
- cal-V：證據、版本與來源血統。

本文建立 Station Descriptor、Capability Certificate、Station Registry、World Epoch、Task Envelope、Handoff Transaction 與 Evidence Commit 等核心物件，提出「準備—保留—移交—驗證—提交／中止」的跨站交接協議，避免樣本、工具、任務或責任在站點之間處於無人擁有或重複擁有的狀態。

現有 W3C Web of Things Thing Description 已提供描述實體或虛擬「Thing」的屬性、動作與事件之通用模型；OPC UA Robotics 已提供運動設備系統的資產、條件與診斷資訊模型；ROS 2 提供模組化節點、主題、服務、動作與 QoS；Open-RMF 以 Fleet Adapter 將異質移動機器人接入共同交通與任務管理；IEEE TSN 則提供有界延遲、低延遲變異與低丟包的確定性網路底座。OSF 不取代這些技術，而在它們之上增加「超靈具身」所需的能力語義、世界狀態、權限租約、跨站事務、地方自治與證據承諾。

本文的核心命題為：

站點不是因為連上網路而成為身體；站點是在被識別、被限制、被授權、被同步並被納入責任鏈之後，才成為超靈的物理或虛擬作用端。

關鍵詞：Oversoul Station Fabric、OSF、超靈站網、固定站、移動站、虛擬站、能力證書、站點註冊、世界紀元、跨站交接、身體租約、ROS 2、Open-RMF、OPC UA、Web of Things、TSN、分布式具身

系列第一篇回答：

什麼是持續治理一個物理時空域的 AI？

系列第二篇回答：

什麼條件下，多個物理作用端可以被視為同一超靈的分布式具身？

本文回答：

這些作用端如何被組織成可發現、可調度、可交接、可隔離、可擴展與可證明的站點網？

如果沒有 OSF，超靈物理化只能依賴專案級整合：

- 每增加一台機器人就重寫控制程式；
- 每增加一個儀器就建立新的專用 API；
- 每一種樣本交接都用人工約定；
- 每個地方 Agent 使用不同的狀態格式；
- 每次故障都由中央臨時猜測；
- 每個遠端站點都無法清楚界定權限和責任。

OSF 的目標是建立一個「窄腰」：

異質物理與數位設備

↓

Station Descriptor

Capability Certificate

Task / Lease / Evidence Protocol

↓

STDI 世界模型與超靈治理

OSF 不消除裝置差異，而是將差異轉化為可機器理解、可排程與可驗證的契約。

GFMSN／ODML 系列曾將光學資料運動層描述為：

- 主通道；
- 截面站；
- 支線站；
- 暫存站；
- 邏輯站；

- 中繼站；
- 讀出與重注入。

其中的關鍵抽象不是光纖本身，而是：

一個持續運動的對象，在不同站點被識別、分流、等待、變換、量測，最後重新進入主流程。

OSF 將被處理的對象從光學資料擴張為：

```
cal-X
=
{
  樣本,
  工具,
  材料,
  任務,
  數據,
  能源,
  權限,
  人類請求,
  證據
}.
```

原本的：

```
drop
→
delay
→
transform
→
reinject
```

轉化為：

取得
→
保留／等待
→
處理／量測
→
驗證
→
移交或回流.

因此，OSF 是 GFMSN 的站點化思維在一般物理域中的尺度遷移，但它不要求光學媒介，也不預設所有站點位於一條線性路徑上。

SECTION

2.1 最低定義

一個 OSF 站點 $N_{\Box}$ 表示為：

$$N_{\Box} = (I_{\Box}, T_{\Box}, C_{\Box}, F_{\Box}, Z_{\Box}, X_{\Box}, H_{\Box}, K_{\Box}, A_{\Box}, P_{\Box}, V_{\Box}),$$

其中：

- I☒：身份與所有權；
- T☒：站點類型；
- C☒：能力集合；
- F☒：限制、失敗與安全包絡；
- Z☒：位置、作用區與移動範圍；
- X☒：可讀寫接口；
- H☒：健康、校準、能源與時鐘狀態；
- K☒：地方控制和自治能力；
- A☒：當前任務、租約與保留；
- P☒：政策、信任與安全標籤；
- V☒：版本、證據與來源。

SECTION

2.2 站點不是一般網路節點

一般網路節點只需能收發資料。

OSF 站點還必須回答：

- 我是誰？
- 我能做什麼？
- 我不能做什麼？
- 我目前在哪裡？
- 我是否校準？

-
- 我的資料多久以前觀測？
 - 我現在被誰租用？
 - 我正在持有哪個樣本或工具？
 - 我的本地安全能否拒絕命令？
 - 我產生的結果如何被驗證？

SECTION

2.3 站點也不一定有物理身體

虛擬站、模擬器、HPC、遠端資料分析服務和人類專家也可以成為站點，但它們的能力類型不同。

一個虛擬站不能宣稱：

- 已移動物體；
- 已執行物理測量；
- 已完成設備校準。

它只能提交相應類型的數位結果及證據。

SECTION

3.1 S0：感測站

主要能力：

- 觀察；
- 定位；
- 識別；
- 追蹤；
- 狀態估計；

-
- 事件偵測。

例子：

- 相機；
- 深度相機；
- 光譜感測器；
- 溫度與濕度；
- 電流、電壓、壓力；
- 聲學；
- UWB 定位；
- 安全光幕。

感測站的核心輸出必須帶有：

```
O  
=  
(  
  hatx,  
  Σ,  
  t,  
  s,  
  c  
)
```

其中：

- $\hat{x}$ ：觀測值；
- Σ ：不確定性；
- t ：時間；

-
- s：來源；
 - c：校準與可信度。

SECTION

3.2 S1：執行站

提供有限致動：

- 開關；
- 泵；
- 閥；
- 加熱；
- 冷卻；
- 旋轉；
- 位移；
- 夾持；
- 照明；
- 電源切換。

執行站通常不負責長期規劃，但必須具有本地安全限制。

SECTION

3.3 S2：儀器站

儀器站不只是「可以呼叫的 API」，而是具有：

- 樣本接口；
- 操作程序；

-
- 校準程序；
 - 量測範圍；
 - 解析度；
 - 不確定性；
 - 耗材；
 - 污染限制；
 - 數據格式；
 - 證據輸出。

例子：

- 顯微鏡；
- 示波器；
- 熱像儀；
- 光譜儀；
- 材料試驗機；
- 3D 列印；
- CNC；
- 電性量測；
- 化學分析。

SECTION

3.4 S3：固定智能站

固定智能站是在固定位置提供：

-
- 多種感測；
 - 多種執行；
 - 本地世界模型；
 - 局部任務排程；
 - 故障處理；
 - 安全否決；

的複合站。

例如自動測試工作台、機械臂工作單元、自動材料製備單元。

SECTION

3.5 S4：移動站

包括：

- AGV；
- AMR；
- 移動機械臂；
- 無人機；
- 移動感測平台；
- 移動儀器；
- 人形或輪足機器人。

其額外狀態包括：

- 路徑；
- 地圖；

-
- 定位信心；
 - 電池；
 - 載荷；
 - 交通保留；
 - 對接能力；
 - 動態作用域。

Open-RMF 的 Fleet Adapter 類型提供了一個現實前身：不同機器人可以透過轉接層與共同交通和任務系統互動，而不必共享相同的原生控制 API。

SECTION

3.6 S5：虛擬站

包括：

- 模擬器；
- 數位孿生；
- AI 模型；
- HPC；
- 最佳化器；
- CAD／CAE；
- 資料分析器；
- EML-CF 研究 Agent。

虛擬站的輸入輸出必須明確區分：

- 預測；
- 模擬；

-
- 推論；
 - 建議；
 - 實際量測。

SECTION

3.7 S6：聯邦外部站

包括：

- 遠端實驗室；
- 第三方設備；
- 合作公司；
- 共享儀器；
- 人類專家；
- 雲端服務。

外部站不直接繼承內部信任，必須經：

- 身份認證；
- 能力聲明；
- 組織契約；
- NDA／資料政策；
- 任務租約；
- 結果驗證。

SECTION

4.1 目的

Station Descriptor 是 OSF 的機器可讀窄腰。它可借用：

- W3C WoT Thing Description 的 Properties、Actions 與 Events；
- OPC UA 的資訊模型；
- ROS 2 interface；
- 自訂 OSF 能力與治理欄位。

SECTION

4.2 最小結構

station:

```
id: "osf:lab-a:thermal-rig-02"
name: "Thermal Test Rig 02"
type: "instrument_station"
owner: "EveMissLab"
trust_domain: "private-lab-a"
```

location:

```
zone: "thermal-cell"
pose_frame: "lab_map"
fixed: true
```

interfaces:

properties:

- temperature
- calibration_state
- occupancy

actions:

- reserve
- load_sample
- execute_profile
- emergency_stop

events:

- calibration_expired
- over_temperature
- sample_complete

capabilities:

```
- id: "thermal_transient_test"
input_types: ["thermal_coupon"]
temperature_range_c: [20, 180]
max_power_w: 500
evidence_outputs:
```

- thermal_video
- power_trace
- thermocouple_log

safety:

local_interlock: true
human_exclusion_zone: "thermal-cell"

abort_actions:

- remove_power
- cool_down

governance:

lease_required: true
world_epoch_required: true
local_veto: true

SECTION

4.3 Descriptor 不等於能力已被證明

Station Descriptor 是聲明。

能力證書才記錄：

- 誰驗證；
- 用何種測試；
- 版本；
- 有效期限；
- 誤差；
- 適用範圍。

SECTION

5.1 定義

能力證書：

$\kappa_{(i,c)}$

=

(

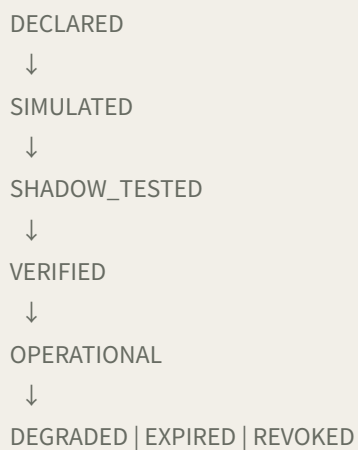
$N \times$,

其中：

- $N_{\square}$ ：站點；
- c ：能力；
- Θ ：適用參數範圍；
- M ：測試方法；
- R ：測試結果與不確定性；
- $[t_{\square}, t_{\square}]$ ：有效期；
- σ ：簽章。

SECTION

5.2 能力狀態



SECTION

5.3 能力不是二元值

例如「抓取」能力應包含：

- 物體尺寸；
- 質量；
- 材質；

- 摩擦；
- 允許姿態；
- 最大作用力；
- 成功率；
- 視覺條件；
- 所需工具。

形式上：

$$\begin{aligned} & \text{Capable}(N \boxtimes, q) \\ & = \\ & 1 \\ & [\\ & \Theta_q \\ & \subseteq \\ & \Theta_{(i,c)} \\ & \wedge \\ & H \boxtimes \in H_{\text{(valid)}} \\ &]. \end{aligned}$$

SECTION

6.1 站點生命週期

DISCOVERED

↓

IDENTIFIED

↓

DESCRIBED

↓

ATTESTED

↓

SHADOW

↓

ACTIVE



DEGRADED | QUARANTINED | RETIRED

SECTION

6.2 發現

可以透過：

- 靜態設定；
- WoT Discovery；
- ROS 2 discovery；
- OPC UA discovery；
- Fleet Adapter；
- 人工註冊；
- 遠端合作入口。

發現只表示系統知道某個端點存在，不表示信任。

SECTION

6.3 身份與證明

每個站點至少有：

- 穩定 ID；
- 組織所有者；
- 軟體／韌體版本；
- 憑證；
- 公鑰；
- 硬體或軟體證明；

- 最後驗證時間。

SECTION

6.4 影子模式

新站點先進入 Shadow：

- 接收任務但不執行；
- 比較其計畫與既有站點；
- 驗證狀態回報；
- 執行模擬或空載測試；
- 不持有高風險權限。

OSF 是多層有向圖：

```
cal-G_(OSF)
=
(
V,
E_(physical),
E_(communication),
E_(task),
E_(authority),
E_(evidence)
).
```

SECTION

7.1 物理邊

表示：

- 可移動路徑；

-
- 可交接樣本；
 - 可連接工具；
 - 能源供應；
 - 空間鄰接；
 - 管線或材料流。

SECTION

7.2 通訊邊

表示：

- 協定；
- 頻寬；
- 延遲；
- 抖動；
- 可靠度；
- 安全；
- 是否持續在線。

SECTION

7.3 任務邊

表示：

- 前置依賴；
- 可替代站點；
- 必須共窗；

-
- 交接；
 - 排他鎖。

SECTION

7.4 權限邊

表示：

- 哪個治理核心可租用站點；
- 哪個站點可代理其他站；
- 哪些動作不能轉授；
- 哪些區域需人類批准。

SECTION

7.5 證據邊

表示：

- 哪項觀測支持哪項決策；
- 哪個儀器生成哪個結果；
- 哪個轉換產生哪個樣本；
- 哪個版本被用於哪次實驗。

OSF 不要求所有通訊都使用同一網路。

SECTION

C0：硬即時本地控制

- 微秒至毫秒；

-
- 不依賴外部網路；
 - 馬達、互鎖、急停；
 - 封閉或認證控制器。

SECTION

C1：確定性站點協調

- 毫秒級；
- 有界延遲；
- 儀器同步；
- 機械交接；
- 時間敏感資料。

IEEE TSN 的設計目標包括有界延遲、低延遲變異與低丟包，可作為 C1 底層候選。

SECTION

C2：操作級資料與任務

- 毫秒至秒；
- ROS 2／DDS；
- OPC UA；
- 一般工業 Ethernet；
- 高可靠無線。

ROS 2 QoS 可針對可靠度、持久性、歷史與期限調整通訊行為，但 QoS 設定不能取代端到端安全分析。

SECTION

C3：治理與研究

-
- 秒至小時；
 - 高階任務；
 - 模型更新；
 - EML-CF；
 - 報告；
 - 雲端推理。

SECTION

C4：延遲容忍與離線任務包

- 長延遲；
- 間歇連線；
- 遠端站；
- 軌道、深海或跨組織作業。

每個任務包必須攜帶：

- 有效期限；
- 允許動作；
- 安全集合；
- 世界狀態快照；
- 回報與撤銷規則。

SECTION

9.1 定義

任務不只是自然語言提示，而是：

```
q
=
(
g,
P,
E,
R,
D,
S,
V,
B
),
```

其中：

- g：目標；
- P：前置條件；
- E：期望效果；
- R：所需資源與能力；
- D：期限與時間窗；
- S：安全與權限；
- V：證據要求；
- B：失敗、回退與替代策略。

SECTION

9.2 範例

task:

id: "task:sample-17:microscopy"

goal: "Acquire calibrated microstructure images"

preconditions:

sample_state: "clean"

sample_owner_station: "handoff-cell-01"

microscope_calibration: "valid"

requirements:

capabilities:

- sample_transfer

- optical_microscopy

deadline: "2026-07-30T21:10:00+08:00"

safety:

max_grip_force_n: 5

human_exclusion_required: false

world:

required_epoch: "WE-0042"

stale_after_seconds: 30

evidence:

required:

- pre_transfer_image

- custody_change

- microscope_settings

- raw_images

- calibration_reference

fallback:

- station: "microscope-02"

- human_assist: true

對任務 q 與站點 N ，適配分數：

$S(q, N)$

=

$w_c C(\text{cap})$

+

$w_h C(\text{health})$

+

$w_t C(\text{time})$

+

$w_z C(\text{location})$

;

+

$w_e C(\text{evidence})$

+

$w_r C(\text{reliability})$

多站點任務需要求解：

```
min_( $\pi$ )
(
  T_(makespan)
  +
   $\lambda$  E_(energy)
  +
   $\mu$  R_(risk)
  +
   $\nu$  C_(handoff)
),
```

滿足：

- 能力；
- 空間；
- 時間；
- 排他；
- 世界紀元；
- 權限；
- 安全；
- 證據；

約束。

AI 可以提出計畫，但執行前由形式規則和地方安全檢查。

跨站交接是 OSF 最重要的工程問題之一。

交接對象可能是：

- 樣本；

-
- 工具；
 - 任務；
 - 控制權；
 - 數據流；
 - 安全責任；
 - 實驗證據。

SECTION

11.1 為何不能只發「已交給 B」

物理世界中可能發生：

- A 已放手，B 未抓穩；
- A、B 都認為自己持有；
- 樣本已移動，但世界模型未更新；
- 樣本身份混淆；
- 交接期間人類介入；
- 網路在提交前中斷。

SECTION

11.2 五階段協議

H0：Prepare

確認：

- 雙方身份；

-
- 世界紀元；
 - 物件身份；
 - 區域；
 - 能力；
 - 安全；
 - 證據設備。

H1：Reserve

鎖定：

- 交接區；
- 接收站；
- 對象；
- 時間窗；
- 交通路徑。

H2：Transfer

執行物理或數位移交，但責任尚未提交。

H3：Verify

透過：

- 視覺；
- 重量；
- RFID；
- 力感；

- 位置；
- 雜湊；
- 雙方回報；

確認接收成功。

H4 : Commit / Abort

成功：

```
Owner(x)
:
A
→
B.
```

失敗：

- 返回 A；
- 放入安全緩衝區；
- 隔離；
- 人工介入。

SECTION

11.3 交接不一定原子

物理狀態不能像資料庫一樣瞬間回滾，因此 OSF 採用補償事務，而非假設完美 ACID。

SECTION

12.1 站點局部狀態

每個站點維護：

```
W(t)
=
(
O,
Z,
Q,
H,
L,
U
).
```

SECTION

12.2 全局狀態是估計

```
hatW(t)
=
Fuse
(
W(t-δ),
...,
W(t-δ)
).
```

不存在完全免費的即時全局真值。

SECTION

12.3 世界紀元

每個高風險任務聲明：

- 依賴哪些物件；

- 容許多舊；
- 哪些狀態需要強一致；
- 哪些可最終一致。

若紀元不再有效：

$\text{Valid}(q, \text{WE} \boxtimes) = 0,$

任務必須暫停、重新觀測或重新規劃。

SECTION

13.1 失聯模式

CONNECTED
DEGRADED_LINK
ISOLATED
SAFE_STOP
LOCAL_MISSION
RECOVERY

SECTION

13.2 地方可做的事

失聯時站點只能在預先授予的離線租約內：

- 完成當前安全子步驟；
- 停止；
- 保存樣本；
- 返回安全區；
- 執行低風險觀測；
- 保存日誌。

不能：

- 啟動新高風險任務；
- 擴張區域；
- 轉授權；
- 更換世界目標；
- 將結果自行公開。

SECTION

13.3 重連

重連後必須：

- 身份再認證；
- 比較世界紀元；
- 上傳離線事件；
- 解決狀態衝突；
- 重發或撤銷租約；
- 再進入 ACTIVE。

SECTION

14.1 虛擬站的價值

虛擬站可以：

- 搜尋；
- 模擬；
- 最佳化；

- 預測；
- 生成實驗；
- 分析資料；
- 建立數位孿生。

SECTION

14.2 最危險的錯誤

將虛擬站輸出誤標為物理證據。

因此每個輸出具有：

```
evidence_class:  
- simulation  
- model_prediction  
- inferred_state  
- physical_observation  
- calibrated_measurement  
- human_report
```

只有適當的物理站點和校準鏈能提交 `calibrated_measurement`。

SECTION

14.3 數位孿生不是權威本體

數位孿生應被視為：

```
hatW_(twin)  
≈  
W_(physical),
```

而不是：

```
hatW_(twin)  
=  
W_(physical).
```

SECTION

15.1 零信任站點原則

站點接入網路不等於獲得動作權。

每次動作需要：

- 身份；
- 租約；
- 世界紀元；
- 能力；
- 健康；
- 政策；
- 本地安全；

共同通過。

SECTION

15.2 安全區域

每個區域 Z 具有：

Z
=
(
 R ,
 A ,
 H ,
 O ,
 E
),

其中：

- R☒：風險；
- A☒：允許動作；
- H☒：人類進入規則；
- O☒：允許物件；
- E☒：緊急程序。

SECTION

15.3 隔離

站點可因以下原因被隔離：

- 校準過期；
- 異常遙測；
- 安全事件；
- 韌體不符；
- 身份失效；
- 世界模型污染；
- 資料授權不明；
- 重複失敗。

隔離站仍可回報最低狀態，但不能取得新租約。

SECTION

16.1 W3C Web of Things

WoT Thing Description 提供一個通用模型，用於描述實體或虛擬 Thing 的：

-
- Metadata ；
 - Properties ；
 - Actions ；
 - Events ；
 - Protocol bindings 。

OSF 可用它作為通用站點外殼，再增加：

- 能力證書；
- 安全包絡；
- 世界紀元；
- 租約；
- 證據類型。

SECTION

16.2 OPC UA Robotics

OPC UA Robotics Part 1 描述運動設備系統，支援資產管理、條件監控與診斷等垂直整合用例。

OSF 可將其作為工業機器人和運動設備的狀態來源，但仍需額外處理：

- 高階任務；
- 移動交通；
- 身體租約；
- 多站交接；
- 研究證據。

SECTION

16.3 ROS 2／DDS

ROS 2 將複雜系統拆成節點，透過 Topics、Services、Actions 與 QoS 交換資料。

OSF 可使用：

- Topic：連續狀態；
- Service：短操作；
- Action：長任務；
- Lifecycle Node：站點生命週期；
- QoS：可靠度、歷史、期限與存活。

但 ROS graph 不是治理圖；發現節點也不表示其可被租用。

SECTION

16.4 Open-RMF

Open-RMF 的 Fleet Adapter 為異質移動機器人建立轉接層，讓不同原生 API 的車隊接入共同交通和任務系統。

OSF 將這種 adapter 原則一般化到：

- 固定儀器；
- 機械臂；
- 移動儀器；
- 虛擬站；
- 遠端實驗室。

SECTION

16.5 IEEE TSN

TSN 適合時間敏感的站點間資料與協調，但不應被描述為所有安全控制的唯一解法。硬即時與安全互鎖仍應盡量留在本地。

SECTION

L0：物理域與區域安全

- 房間；
- 工作單元；
- 人員；
- 危險區；
- 緊急設備。

SECTION

L1：裝置原生控制

- PLC；
- MCU；
- servo；
- 儀器 firmware；
- 急停。

SECTION

L2：站點轉接與描述

-
- ROS 2 node ；
 - OPC UA server ；
 - WoT Thing ；
 - Fleet Adapter ；
 - 自訂 adapter 。

SECTION

L3：能力與健康

- Capability Certificate ；
- 校準 ；
- 健康 ；
- 信心 ；
- 維護 。

SECTION

L4：通訊與時間

- TSN ；
- DDS ；
- Ethernet ；
- Wi-Fi／5G ；
- 光纖 ；
- 離線任務包 。

SECTION

L5：Station Registry 與信任

- 身份；
- 註冊；
- 發現；
- attest；
- shadow；
- 隔離。

SECTION

L6：任務、租約與交接

- Task Envelope；
- Reservation；
- Lease；
- Handoff Transaction；
- Compensation。

SECTION

L7：世界模型與超靈治理

- World Epoch；
- 任務圖；
- 資源；

-
- 語義路由；
 - 地方自治。

SECTION

L8：證據、EML-CF 與聯邦接口

- Evidence Commit；
- Provenance；
- IP；
- 開源；
- 遠端合作；
- 發布。

SECTION

18.1 配置

第一個 OSF MVP 使用四個主要站點：

- S0 感測站：相機與標記識別；
- S3 固定智能站：桌面機械臂；
- S4 移動站：小型 AMR 或模擬移動平台；
- S2 儀器站：重量、尺寸或成像量測。

另有：

- S5 虛擬站：任務規劃與模擬；
- STDI 中央治理服務；
- 本地安全控制；

-
- Station Registry ；
 - Evidence Store 。

SECTION

18.2 任務

樣本入庫

- 感測站識別
- 固定站抓取
- 交接區移交給移動站
- 移動至儀器站
- 儀器量測
- 回傳結果
- EML-CF 建立證據紀錄

SECTION

18.3 故障注入

- 移動站斷線 ；
- 儀器校準過期 ；
- 樣本身份不一致 ；
- 世界紀元變更 ；
- 交接後視覺未確認 ；
- 租約過期 ；
- 人類進入交接區 ；
- 虛擬站預測與實測矛盾 。

SECTION

18.4 成功條件

-
- 新站點可經 descriptor 接入；
 - 能力不足的站點不被分配；
 - 交接失敗不造成樣本無主；
 - 地方安全可否決中央；
 - 斷線站點不能擴張任務；
 - 虛擬結果不被標為實測；
 - 所有物理行動具有責任與證據鏈。

SECTION

19.1 接入

- 新站點接入時間；
- 自訂程式碼量；
- descriptor 完整率；
- 能力證書覆蓋率。

SECTION

19.2 排程

- 有效任務完成率；
- 排程重算次數；
- 能力錯配；
- 世界紀元過期造成的停止率。

SECTION

19.3 交接

- 交接成功率；
- 重複所有權事件；
- 無主樣本事件；
- 平均補償時間。

SECTION

19.4 安全

- 越權動作；
- 地方否決正確率；
- 隔離生效時間；
- 失聯後安全停止率。

SECTION

19.5 證據

- 證據完整率；
- 來源不明結果；
- 模擬／實測誤標；
- 事件重建成功率。

SECTION

H1：Station Descriptor 降低異質設備接入成本

相較完全專案式整合，第二個與第三個異質站點所需的人工開發時間應下降。

SECTION

H2：能力證書降低錯誤任務分配

使用參數化能力、健康與校準狀態後，因設備不適合而失敗的任務應下降。

SECTION

H3：交接事務降低樣本所有權不一致

相較單純事件訊息，Prepare—Reserve—Transfer—Verify—Commit 流程應降低無主與重複所有權。

SECTION

H4：世界紀元增加停止但提高有效成功率

引入紀元驗證後，表面任務啟動率可能下降，但錯誤狀態下執行的實驗應下降。

SECTION

H5：混合通訊優於全雲端或全硬即時

將安全、地方自治、操作資料和高階治理分層後，應在成本、可靠度與擴展性之間取得較佳平衡。

SECTION

H6：虛擬站證據隔離降低過度宣稱

將模擬、推論和實測分級後，報告中把模型結果寫成物理驗證的錯誤應下降。

SECTION

21.1 Descriptor 不會自動解決語義互通

兩個站點都宣稱 grasp，不表示：

- 物體類型相同；
- 成功定義相同；
- 精度相同；
- 安全條件相同。

仍需要本體、測試與能力證書。

SECTION

21.2 跨站事務不能保證物理原子性

物理轉移可能不可逆。OSF 只能建立可觀測、可補償與可追責的流程。

SECTION

21.3 中央世界模型必然有延遲

站網規模增加時，不應追求所有狀態的強一致。

SECTION

21.4 多標準整合會增加複雜度

ROS 2、OPC UA、WoT、RMF 與 TSN 解決不同層級問題。把它們全部引入並不自動形成好系統。

SECTION

21.5 能力證書可能過期

設備老化、工具更換、環境變化與模型更新都可能使證書失效。

SECTION

21.6 外部站點的責任邊界更複雜

跨組織操作需要契約、資料政策、人員安全與事故責任安排，不能只靠技術協議。

本篇不主張：

- OSF 已是成熟標準；
- 連上 ROS 2 或 OPC UA 的設備自動成為超靈身體；
- W3C WoT 可直接處理所有工業安全；
- Open-RMF 已解決所有異質站點問題；
- TSN 可以取代本地安全控制；
- 所有物理交接都能像資料庫事務般回滾；
- 世界模型可以保持完全即時與一致；
- Station Descriptor 等同能力已被驗證；
- 虛擬站輸出等同物理實驗；
- 超靈可以自行接管未授權設備；
- 站點越多，研究能力必然線性增加。

OSF 建立「身體網路」之後，下一篇將回答：

這個站網如何跨越數小時、數天甚至數年，持續維持同一個物理域？

因此第 4 篇自然進入：

後續將處理：

- 域建立與解除；
- 持續存在；
- 世界狀態老化；
- 人類進出；
- 長任務；

- 夜間與斷線運作；
- 權限續租；
- 事件與未完成義務；
- 指揮存在的最小條件。

分布式具身智能最容易犯的錯，是把「設備可連線」誤認為「設備已形成共同身體」。

真正的超靈站網需要把每一個作用端轉化為：

【身份

+

能力

+

限制

+

位置

+

健康

+

租約

+

證據】

OSF 的功能不是取消異質性，而是讓異質性可以被治理。

固定機械臂、移動機器人、量測儀器、模擬器、遠端實驗室與人類專家，不需要變成同一種設備；它們需要的是一個共同語言，用來回答：

- 誰能做什麼；
- 在哪裡做；
- 在何時做；
- 在何種世界狀態下做；

- 由誰授權；
- 失敗時怎麼辦；
- 結果如何被證明。

因此：

站點

≠

網路端點，

【站點

=

被描述、被驗證、被租用、被同步與被追責的能力端】

而：

【Oversoul Station Fabric

=

異質能力的可治理分布式身體】

這使「超靈」第一次不只是高階智能的隱喻，而具有可逐步實作的身體網路。

- W3C. Web of Things (WoT) Thing Description 2.0. 2025.
<https://www.w3.org/TR/wot-thing-description-2.0/>
- W3C. Web of Things (WoT) Discovery. 2023.
<https://www.w3.org/TR/wot-discovery/>
- W3C. Web of Things (WoT) Scripting API.
<https://www.w3.org/TR/wot-scripting-api/>
- OPC Foundation. OPC UA for Robotics — Part 1: Vertical Integration.
<https://reference.opcfoundation.org/specs/OPC-40010-1>

-
- OPC Foundation. OPC UA Companion Specifications.
<https://opcfoundation.org/about/opc-technologies/opc-ua/ua-companion-specifications/>
 - Open Robotics. ROS 2 Documentation.
<https://docs.ros.org/>
 - Open Robotics. ROS 2 Quality of Service settings.
<https://docs.ros.org/en/rolling/Concepts/Intermediate/About-Quality-of-Service-Settings.html>
 - Open-RMF. Fleet Adapter Template.
https://github.com/open-rmf/fleet_adapter_template
 - IEEE 802.1. Time-Sensitive Networking Task Group.
<https://1.ieee802.org/tsn/>
 - Object Management Group. Data Distribution Service, Version 1.4.
<https://www.omg.org/spec/DDS/1.4/>
 - Neo.K／Aletheia. 飛行即定址與幾何站網：光學資料運動層的站點化實作框架. EML-ODML-GFMSN-2026-v0.3.
 - Neo.K／Aletheia. 語義即路由：從 O-Chip 維度代理人到 AI 資料中心語義流治理. EML-SFRSN-2026-v0.2.
 - Neo.K／Aletheia. 時空間支配型 AI：從單體具身智能到持續性時空域治理. EML-STD1-2026-v0.1.
 - Neo.K／Aletheia. 超靈的物理化：從 O-Chip 維度代理人到分布式具身主體. EML-STD1-2026-v0.2.

```
station:  
  id: ""  
  name: ""  
  type: ""  
  owner: ""  
  trust_domain: ""  
location:  
  fixed: true  
  zone: ""  
  pose_frame: ""  
interfaces:  
  properties: []
```

```
actions: []
events: []
capabilities: []
limitations: []
health:
  status: "unknown"
  calibration: "unknown"
  firmware_version: ""
  last_attested_at: ""
governance:
  lease_required: true
  world_epoch_required: true
  local_veto: true
  offline_policy: "safe_stop"
evidence:
  output_types: []
  provenance_required: true
capability_certificate:
  id: ""
  station_id: ""
  capability: ""
  parameter_envelope: {}
  test_method: ""
  result_summary: ""
  uncertainty: ""
  issued_by: ""
  valid_from: ""
  valid_until: ""
  station_version: ""
  signature: ""
handoff:
  id: ""
  object_id: ""
  sender_station: ""
  receiver_station: ""
  handoff_zone: ""
  world_epoch: ""
prepare:
  sender_ready: false
  receiver_ready: false
  zone_reserved: false
transfer:
  started_at: ""
  completed_at: ""
verification:
```

vision: null
weight: null
identity: null
receiver_confirmation: false
result:
state: "pending"
new_custodian: null
compensation_action: null
evidence_artifacts: []

GFMSN

站點、支線、局部處理、交會與重注入



SFRSN

語義分類、流路治理、中央與地方



STD1 第 1 篇

持續時空域治理



STD1 第 2 篇

同一治理核心與多身體



本篇 OSF

身體如何註冊、發現、租用、交接與形成站網



第 4 篇

站網如何形成持續性指揮控制區