

2025

大阪萬國博覽會 未來社會的實驗場 (People's Living Lab)



2025.11.25 (二) 15:55~16:15

中國科技大學 副教授、智慧建築協會 副理事長 / 游璧菁

分享大綱

01 大阪世博 EXPO 2025 Design System

02 大阪世博智慧化設計科技 創新亮點

03 看不見的大阪萬國博覽會 虛擬世博

04 大阪萬國博覽會 負碳排與循環經濟

05 大阪萬國博覽會 公共設施

大阪世博 EXPO 2025 Design System

設計策略

- **生命活的设计系統**：像生物一樣成長和進化的結構。不是靜態而是動態的
- **統一的品牌體驗**：以整體視角設計，統一的品牌體驗。
- **實驗、創新、開放**：是“未來社會的實驗場”運用演算，人和機器共同創造。

設計流程

- logo主題為 CELL(細胞)誕生，CELL(細胞)反覆分裂、增生，代表生命成長、進化。

設計概念

- 設計系統所展示的以自然為中心、以系統為中心、以人類為中心，及以生命為中心的未來。

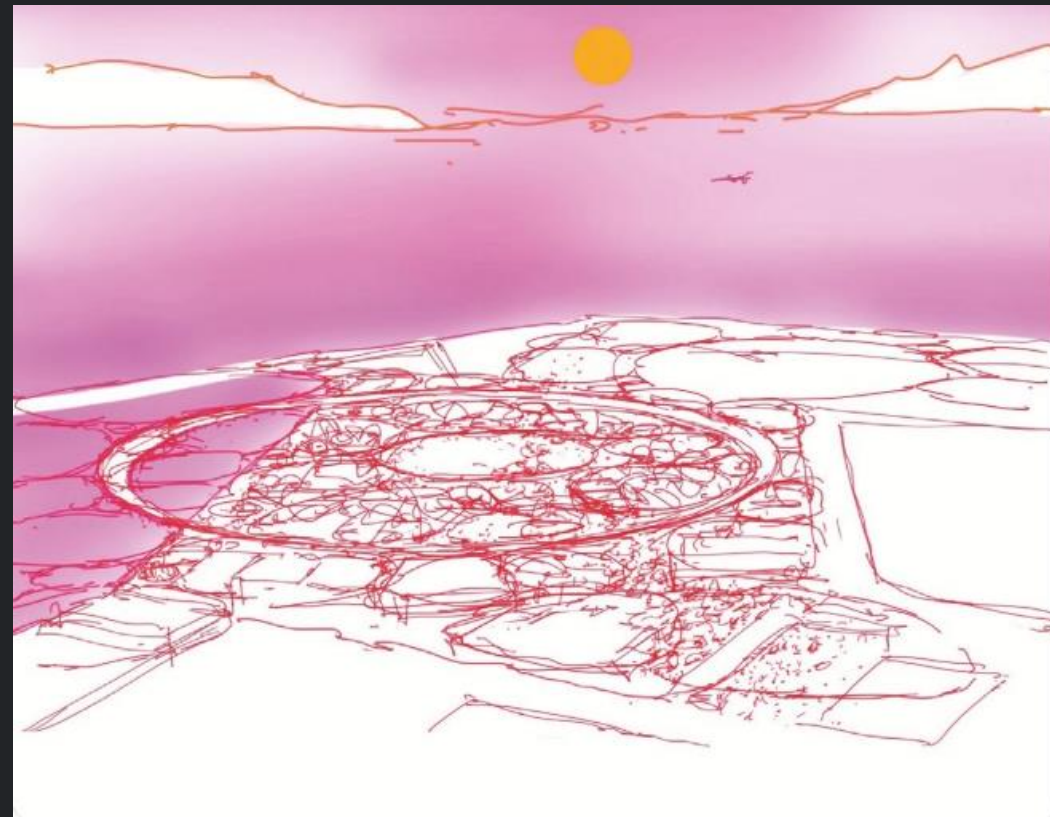
實驗、創新、開放

代表生命成長、進化

以生命為中心

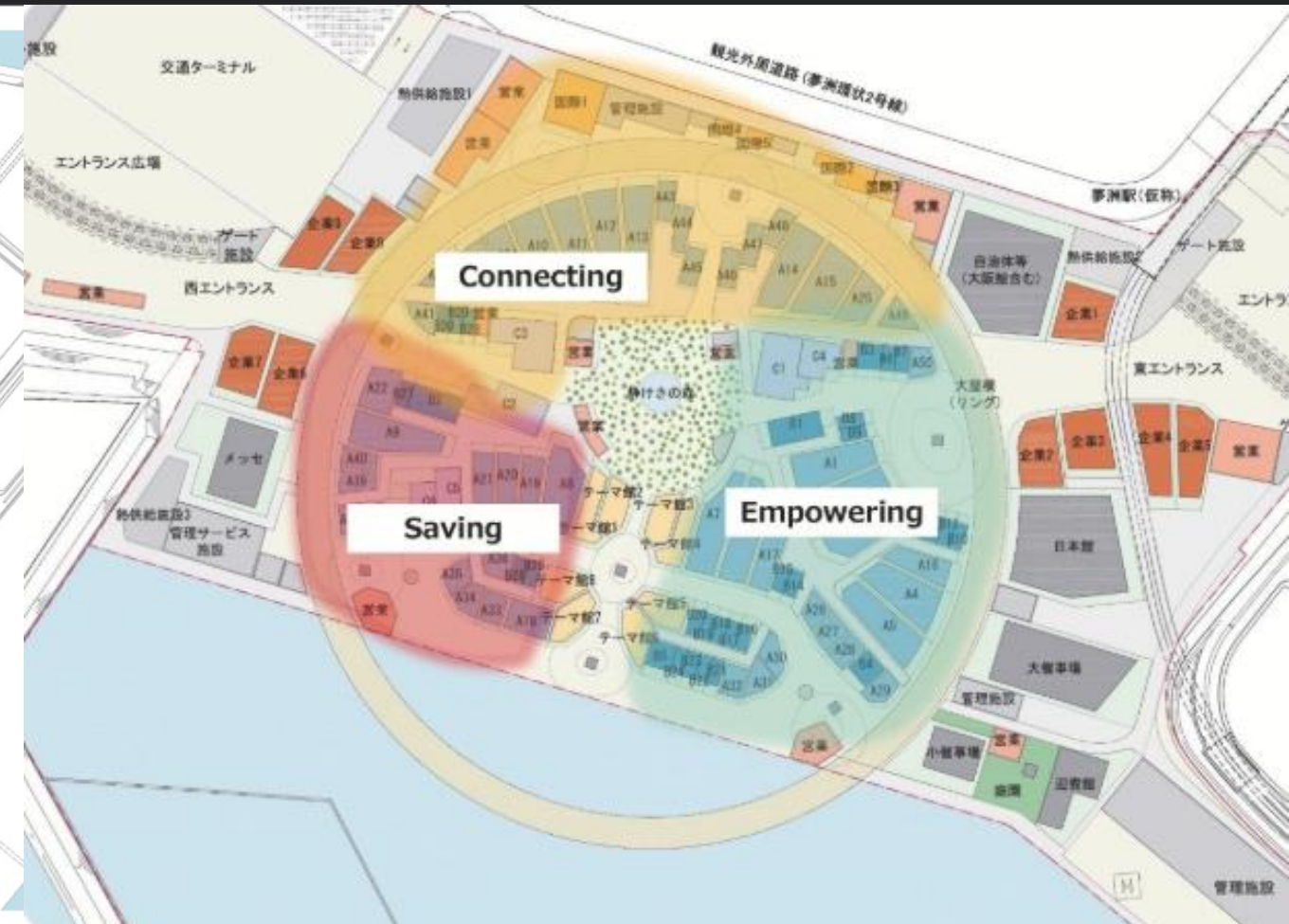


大阪世博 EXPO 2025 Design System



核心設計理念

- 「非中心・離散」的概念，並在園區上加了「連結」的元素。
- 讚頌豐富的多樣性，讓來訪者體驗超越分歧的連結，向未來傳達希望。
- 定位為「海、空與地的萬博」。



會場 (155公頃) 結構與功能分區

- **活力聚集區 Pavilion World (65.7公頃)**：設置各國、企業、團體的展館，並分為三大副主題（**拯救 Saving**、**賦能 Empowering**、**連結 Connecting**）。
- **休憩區 Water World (40.0公頃)**：利用水景，以堤防創建內海，由大屋頂（Ring）圍繞，形成一個「海洋廣場」，用於水上活動和親水空間。
- **開放綠地區 Green World (42.9公頃)**：面向會場西側的海洋，規劃戶外活動廣場、交通轉運站及空中運輸的區域。

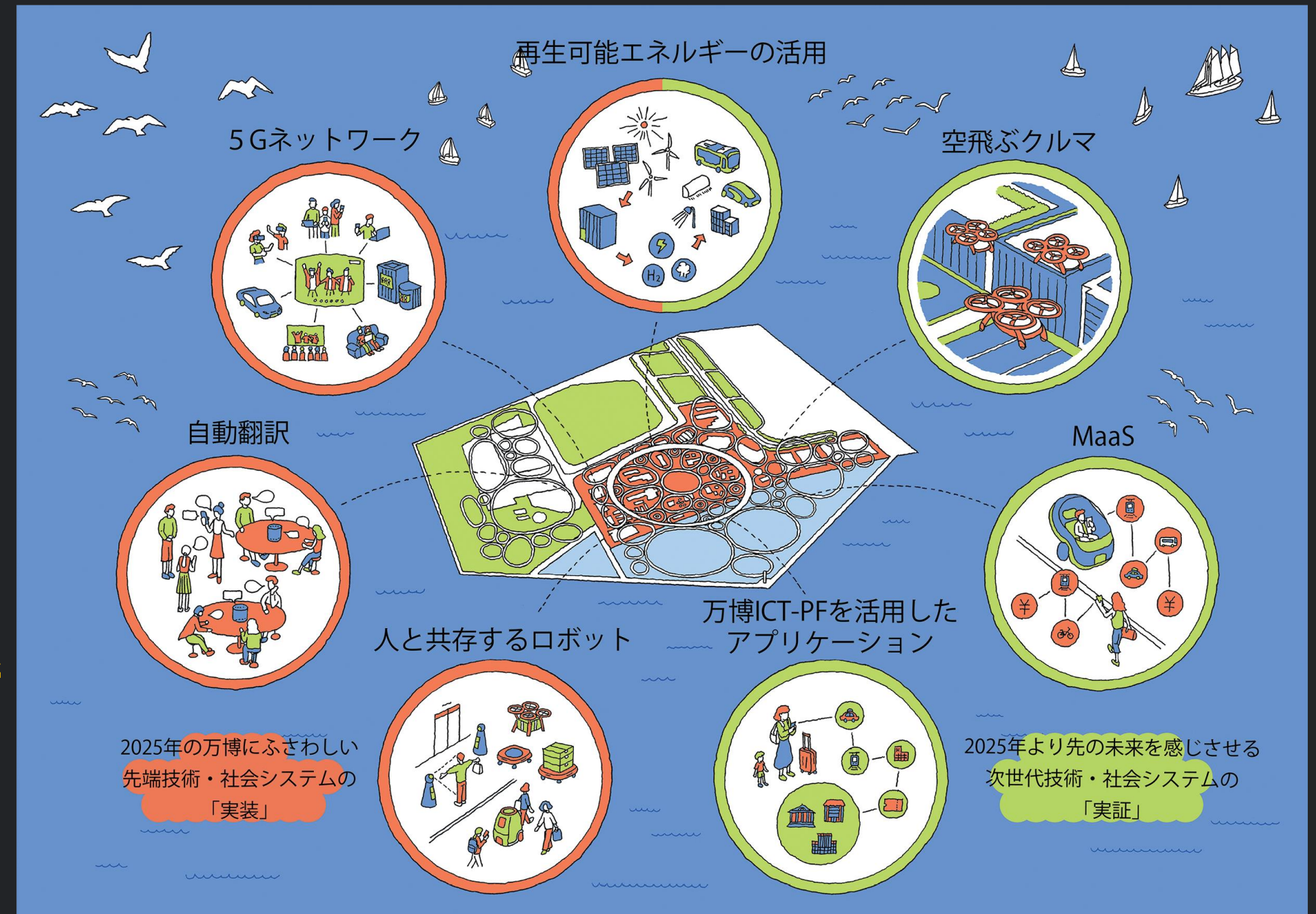
大阪世博 對接日本 Society 5.0 政策

Society 5.0 是日本提出的「超智慧社會」願景，核心是將**數位科技** × **社會問題** 解決結合，打造兼具經濟成長與社會福祉的未來社會。日本從人類社會的演進定義如下：

- Society 1.0: 狩獵社會
- Society 2.0: 農耕社會
- Society 3.0: 工業社會
- Society 4.0: 資訊社會 (Big Data / ICT)
- Society 5.0: 超智慧社會 (Cyber + Physical 完全融合)

Society 5.0 的五大政策主軸

- **數位轉型** (Digital Transformation, DX) × **生活服務革新**
- **解決日本社會課題** (少子化 / 高齡化 / 人口減少)
- 建立「**人本導向 (Human-centric)**」未來社會
- **經濟成長** × **產業革新**
- 建構**資料共享平台** (Data Platform / Data Governance)



大阪世博智慧化設計 科技創新亮點

世界最大木造建築「大屋根」 (The Grand Ring)

- 採用日本傳統「貫 (Nuki)」木造工法，建築師藤本壯介設計，圓環周長約 2 公里，建築面積 61,035.55 m² 是世界最大的木造建築。

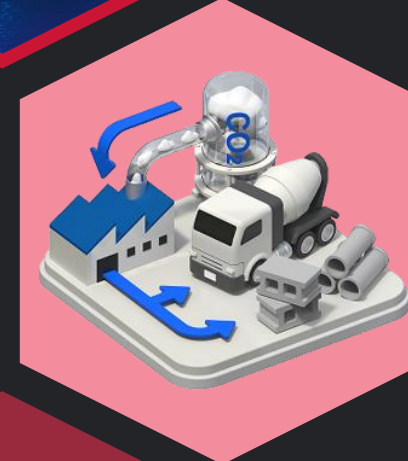


eVTOL (電動垂直起降航空器) / 空中飛車 (flying car)

- 智慧移動 (Smart Mobility)，將 eVTOL 串聯為「多式聯運樞紐」 (mobility hub)：與地面交通 (例如共享自行車、巴士) 串聯。



科技創新亮點



虛擬世博會 (Virtual Expo / Metaverse)

- 打破地理限制，構建一個與實體會場平行的「元宇宙世博」，透過手機或 VR 裝置，以數位分身 (Avatar) 進入虛擬夢洲。



?

氢能社會示範 (Next-Gen Energy)

- 氫燃料電池巴士、氫燃料電池船作為接駁工具。場內自動販賣機、餐廳供電都可由氫燃料電池驅動，展示氢能融入日常生活。



負碳排與循環經濟設計

- 展館 (如日本館、瑞士館) 設計之初，考量拆除後建材循環利用。園區內廚餘收集發酵產生生物氣體，轉化電力供展區使用，落實資源在地循環。

- 接駁公車設置無線充電能源管理系統 (嵌入路面預製線圈)，根據運行時程，規劃充電週期，均衡電力消耗。



看不見的 大阪萬國博覽會 虛擬世博

多平台支援、全民參與

「Virtual EXPO 2025 JAPAN」App
讓無法到實體展場的人（如國外觀眾、
行動不便者）也能參與世博。

虛擬場域3D再現（數位雙生）

「數位雙生 (Digital Twin)」空間可做
為城市未來模擬、互動體驗、共創
(co-creation) 等。

飛行夢洲島 (Flying Yumeshima Islands)

虛擬世界中可以像冒險者 (crew) 一樣，
在天空島嶼中穿梭、探索、完成任務、
與他人交流、一起構思未來。



數據與分析潛力

收集使用者行為 (如參觀停留展館、停
留時間、互動頻率)，分析參觀者行為。
用於調整未來展覽策略或提升展覽設
計、元宇宙 / 虛擬活動優化的依據。

XR / 虛實整合

參加者可以透過手機掃描實體博覽會
(On-site) 標記 (AR marker)，在實地
與虛擬內容互動。

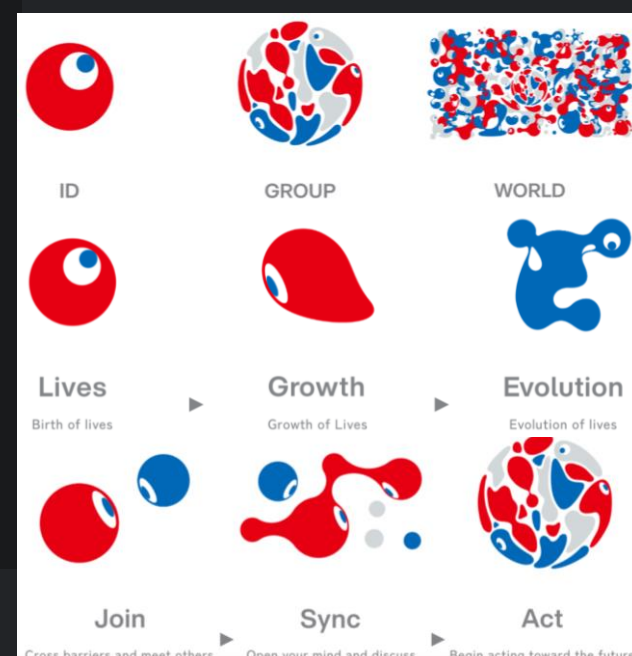
社會與永續願景

虛擬空間降低觀展門檻 (travel cost、
碳足跡)，不必前往實體場地也能體驗
世博，是更環保、永續的參展方式。

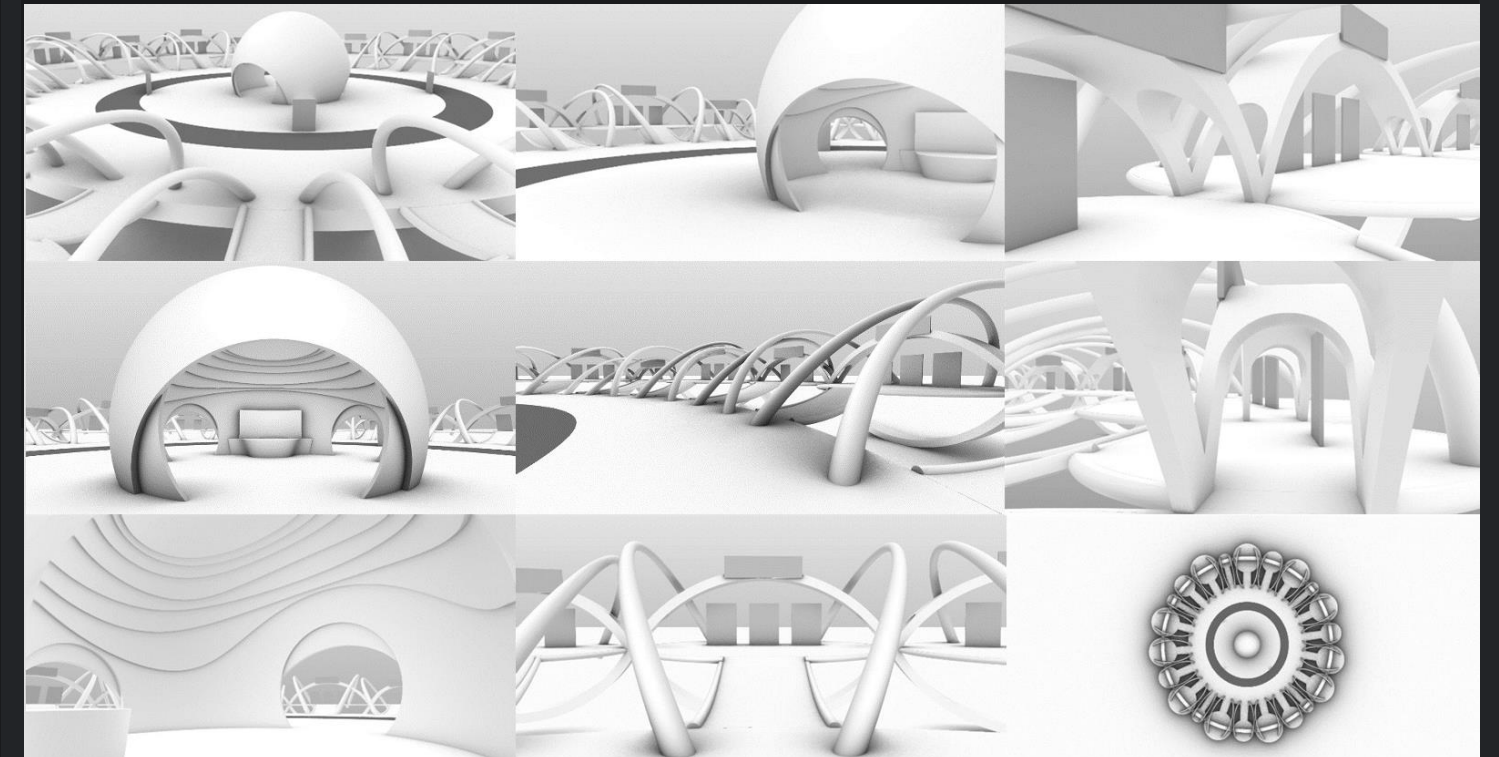
數位基礎建設

- **ID**：個體生命
- **GROUP**：多種生命形式組成的社群
- **WORLD**：代表多元生命形式和諧共存的生態系統

Digital Twin Perspectives (數位雙生視角) , 可透過 VR (頭戴式顯示器) 穿梭於虛擬城市、實體城市之間, 實現城市的數位複製 (digital twin)



**虛擬博覽 (Virtual Expo), 將夢洲 (Expo 主會場)
3D模型做 3DCG 重建**



以虛擬分身 (avatar) 互動， 感受未來生活的價值



根據人的基因與特徵建立數位副本 (digital copy)，進行預測醫療 (predictive)、個人化醫療 (personalized)、預防醫療等

大阪萬國博覽會 數據與分析

使用者 數據分析

Personal Agent App (個人代理人 / 導覽 App)

- **功能包含**：地圖導航、資訊推播、行程建議等。透過此功能，能收集使用者的「移動軌跡」、「偏好展館」、「停留時間」等行為資料。
- **資料應用**：分析人流熱點 (traffic flow)、熱門展館、參觀路線偏好等，進而協助管理者動態調整，如增設人員指引、優化動線、調整展覽內容與互動點。

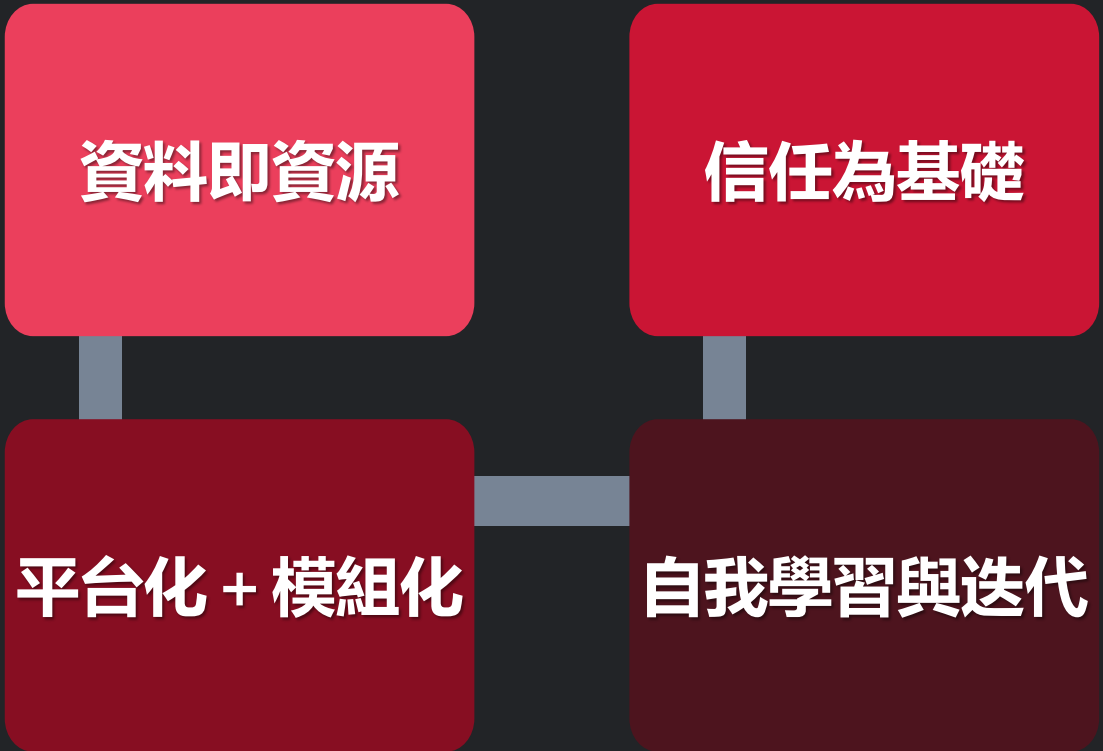
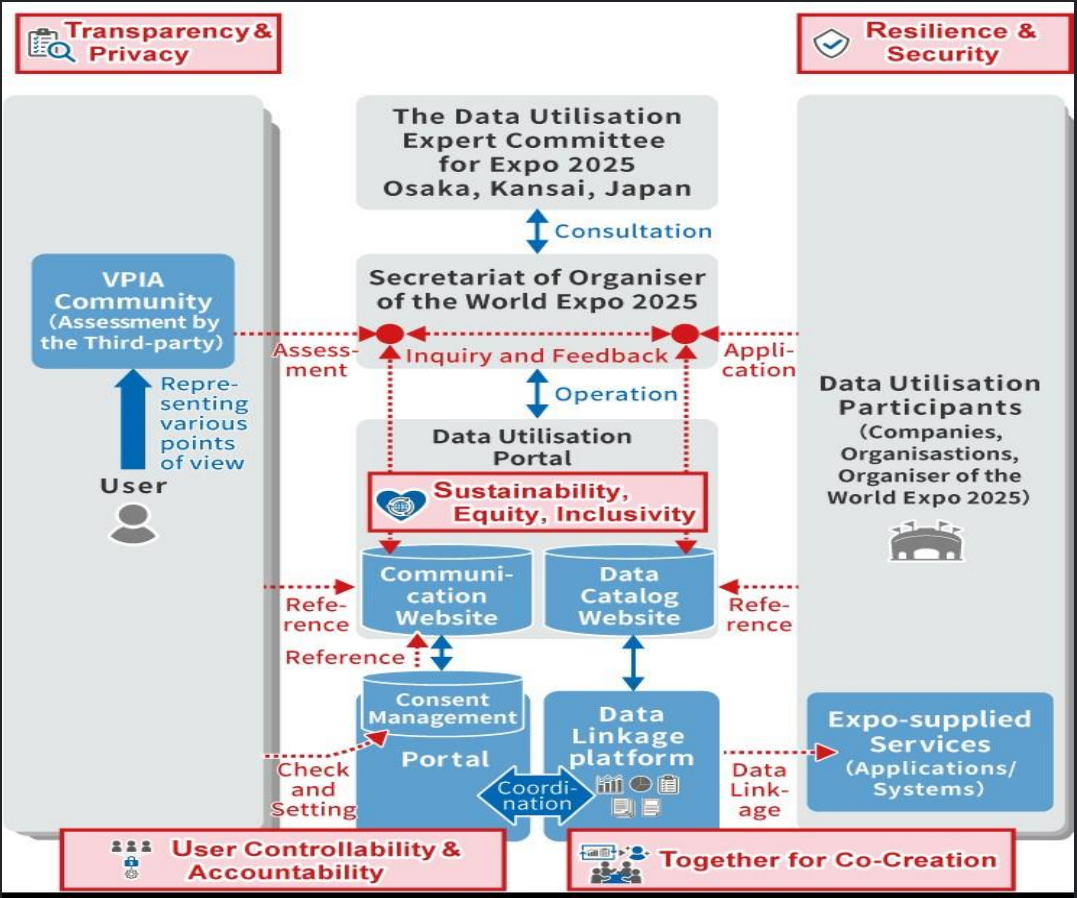
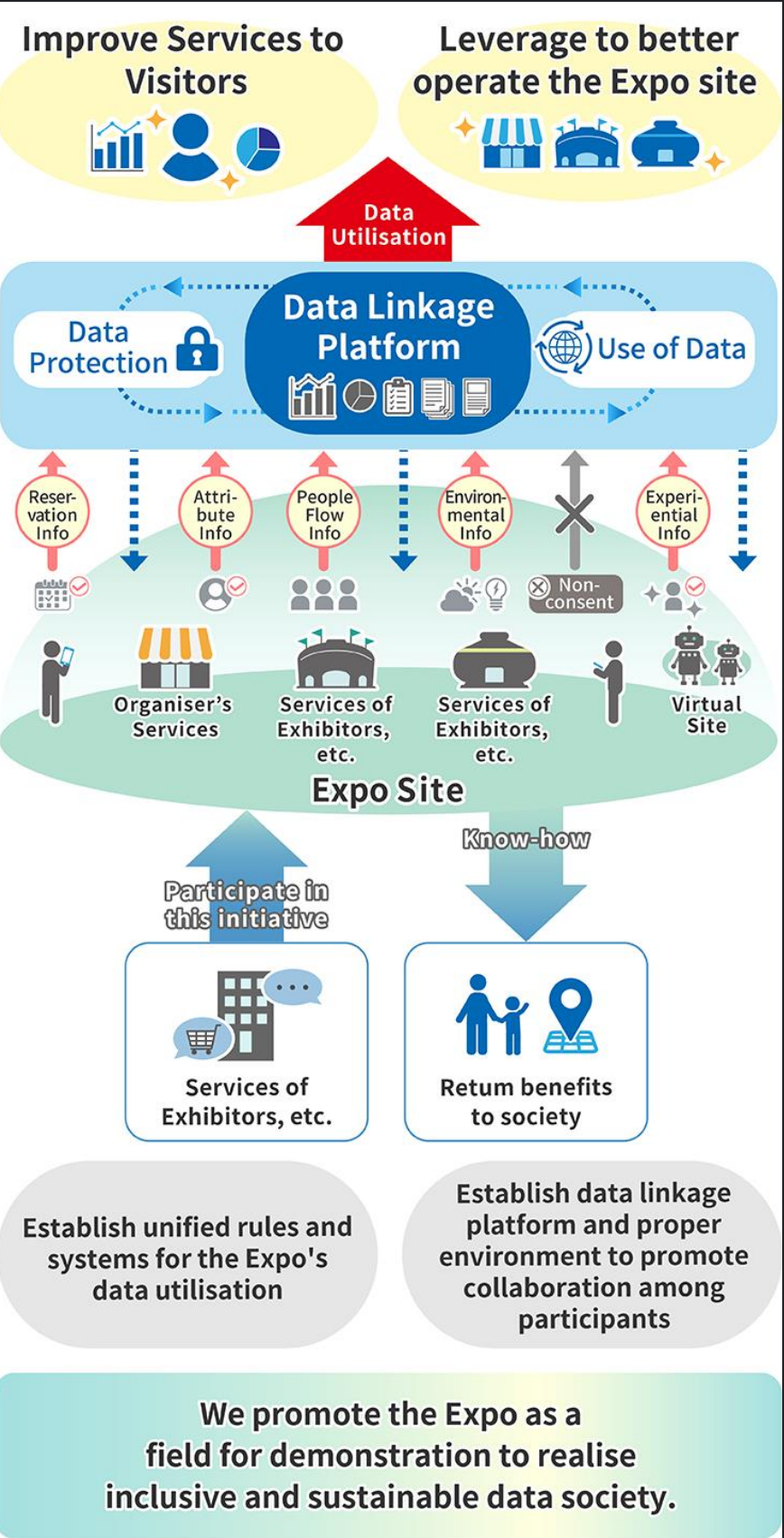
能源使用與「可視化」(Visualization) 系統

- **可視化 (dashboard)**：呈現能源使用趨勢，既能掌握能源使用，更促進節能行為 (如關閉不必要設備、優化冷卻策略等)。
- **管理策略優化**：根據能源資料做動態調整 (如高峰用電預警、設備運行優化)。

ESMS (Event Sustainability Management System)

- **定期評估各項永續指標**：包含(資源使用、廢棄物、能耗等，並根據使用者與營運數據，透過「實測 + 評估 + 最佳化策略」循環機制，持續優化。
- **動態管理**：優化營運與資源分配。

大阪萬國博覽會 數據與分析



大阪萬國博覽會 永續管理系統

ISO 20121 活動永續管理系統

為管理展場「經濟、社會與環境影響」建立的系統性框架，涵蓋政策、目標、計畫、執行、監測、報告與持續改善流程。運行 ESMS 以實現「Sustainable Expo」目標。

永續管理系統 ESMS

ESMS 組成要素

Event Sustainability
Management System

ESMS 核心模組：**政策與治理** (Policy & Governance)、**目標與指標** (Targets & KPIs)、**風險評估與盡職調查** (Due Diligence)、**執行** (Operations)、**監測、資料與評估** (Monitoring & Data)、**驗證與公開** (Verification & Transparency)、**持續改善** (PDCA)。

智慧工具 與資料治理

- **能源可視化 (Energy & Ops Dashboards)**：感測器與能源監控，將電力、冷卻等即時呈現 dashboard
- **個人代理 App**：匯集訪客移動軌跡、使用特徵
- **數位票券與數位錢包 (Digital Ticket / Wallet)**：交易與參與行為資料解析，支援消費與展區熱點分析
- **廢棄物追蹤系統與循環平台 (如 MYAKU-ICHI!)**：廢棄物分類量、回收率到再利用拍賣，所有流程透過資訊化管理紀錄，作為 ESMS 的資源循環績效數據。

ESMS 永續管理系統 永續管理系統 關鍵 KPI

溫室氣體總量 01

- Scope 1/2/3 與逐日 / 逐館變化

Category	Sources of emissions	GHG emissions (t-CO ₂ e)	
Category 1 (Purchased goods and services)	Operation (Purchased goods and services)	113,974	Scope 3 total: 3,524,747(t-CO ₂ e)
Category 2 (Capital goods)	Construction and infrastructure development	361,700	
Category 3 (Fuel- and energy-related activities not included in Scope 1 or Scope 2)	Fuel and electricity use	14,283	
Category 5 (Waste generated in operations)	Waste generated during the Expo	2,749	
Category 6 (Business travel)	Business travel by Organization's staff	3,545	
Category 7 (Employee commuting)	Organization's staffs commuting to the worksites, and the Expo relevant staffs including volunteers commuting to the Expo site	2,533	
Category 12 (End-of-life treatment of sold products)	Construction waste including architecture and infrastructure demolition	167,343	
Others: Visitors (estimated 28.2 million people from Japan and overseas)	Transportation, lodging, during, and shopping at the Expo (officially licensed products)	2,858,622	

Figure I-3 Illustration of Scope 3 Emissions

能源使用強度 02

- kWh/訪客 或 kWh/m²

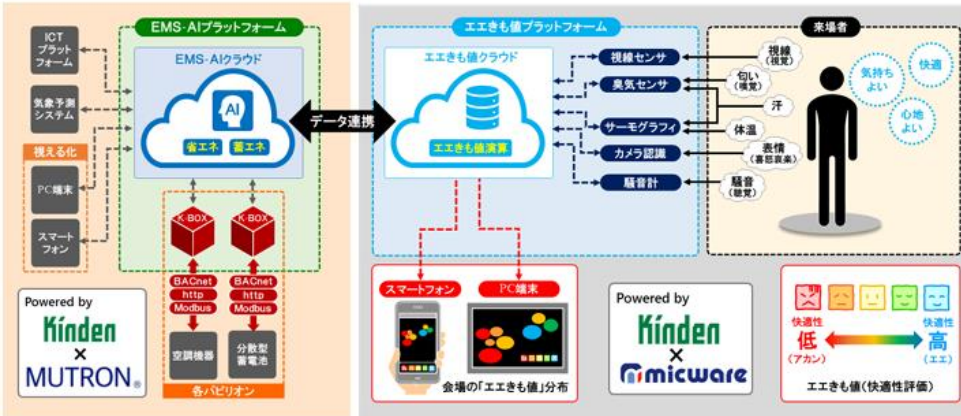


Figure I-8 EMS-AI Energy Management System

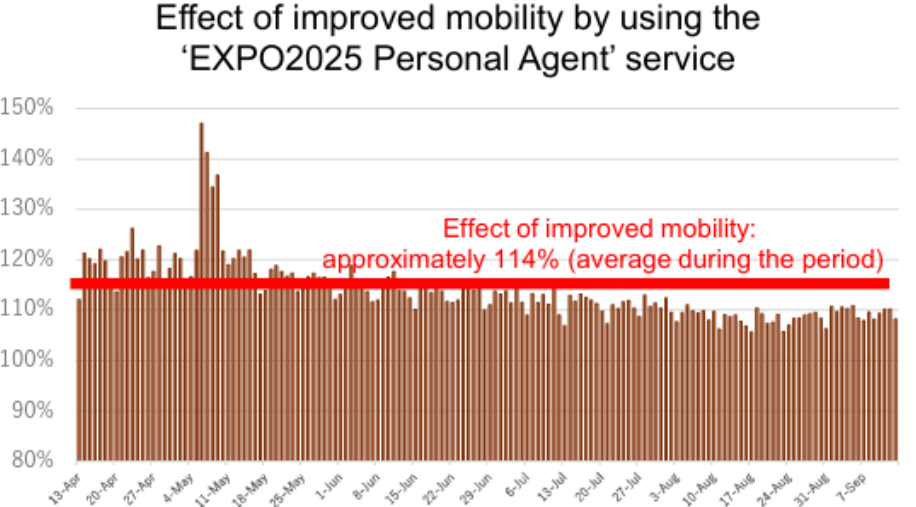
現場廢棄物回收率 03

- 例：Green Vision 報告中 整體回收率目標與衡量基準

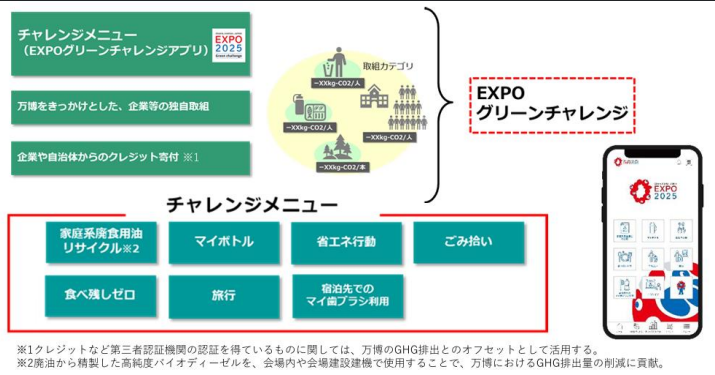
Type	Recycling rate [%]	Source/Reference
Concrete mass	99.3	Construction Recycling Promotion Plan 2020 (the Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism)
Ascon block	99.5	
Wood waste	97.0	
Mixed waste	63.2	Report on the Status of Industrial Waste Discharge and Treatment FY 2019 Results (the Ministry of the Environment)
Glass ceramics	73.0	
Waste plastics	59.0	
Metal waste	96.0	Recycling in the Construction Industry _ Recycling of Gypsum Board (Japan Federation of Architects Associations)
Waste	77.0	
Gypsum board	86.0	
Others	63.2	Same as mixed waste

App 參與率 %

- 下載且啟用 Personal Agent)、任務完成數、由獎勵導向改善的行為比例



大阪萬國博覽會 具體數據與成效



碳排放 / 脫碳

- **建築與材料：**依據竹中工務店報告，PW 西工區 (West construction zone) 的 23 棟設施，透過 reuse、recycle 與循環設計減少 6,020.8 噸 CO₂。
- **設置碳回收工廠 (Carbon Recycling Factory)：**會場 CO₂ 回收裝置，回收 CO₂ 用於合成甲烷 (metanation)，再用於熱水、廚房燃料等。

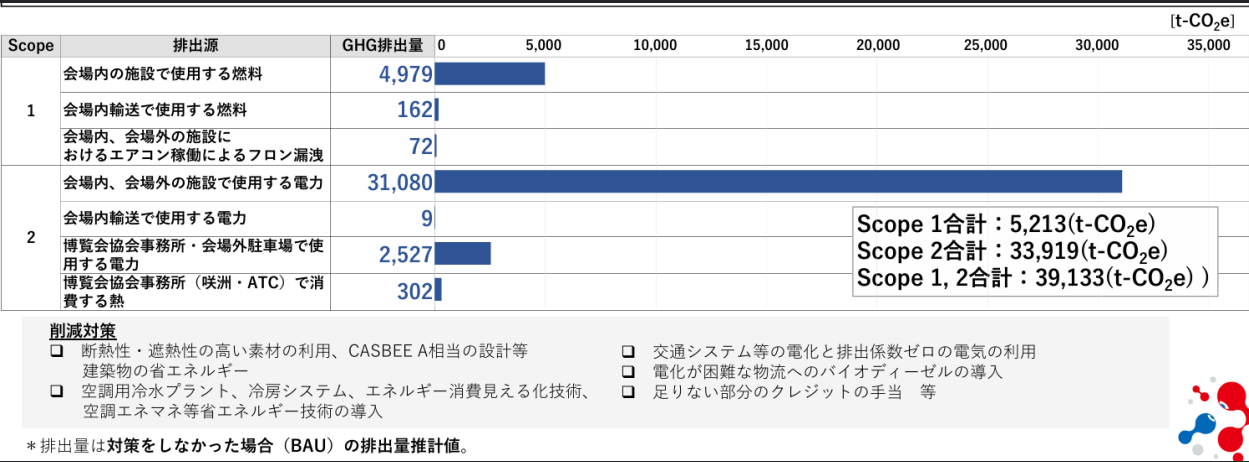
カーボンリサイクル技術

大気や排気ガスからCO₂を回収し、メタネーション技術により会場内の給湯設備や厨房向けの燃料として利用



資源循環 / 廢棄物管理

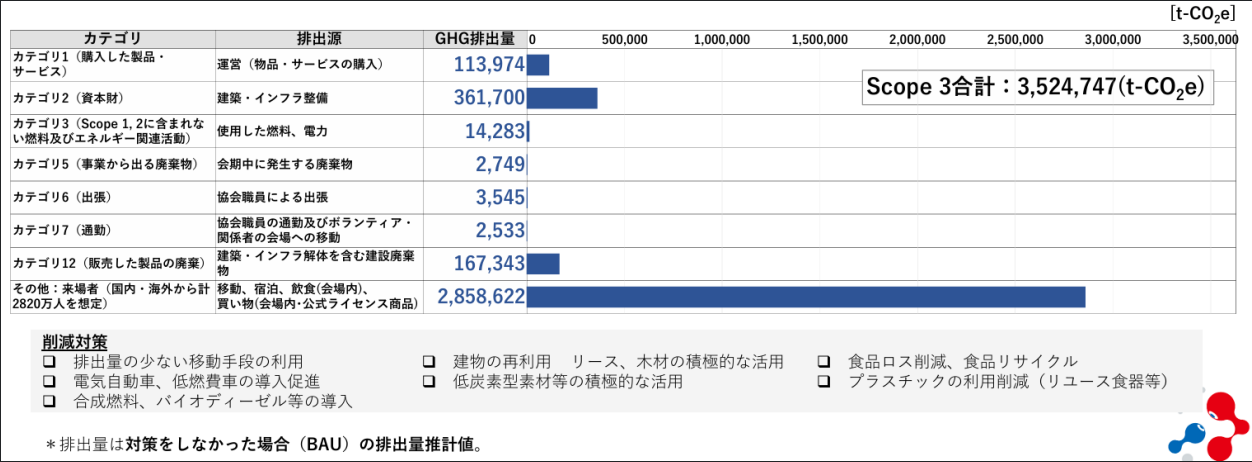
- **設定減量與回收目標：**根據 Green Vision (2024 版)，對各類廢棄物 (如金屬罐、塑膠瓶、紙類、生廚餘、食用油等) 推估 BAU (Business As Usual，未做額外減廢措施時) 排放量。
- **回收目標：**生廚餘 (食品廢棄物) 預估為 1,501.2 噸 (BAU)。



Scope 1、2

後世影響 (Legacy) / 永續

- **確保建築與設施永續：**Green Vision 和行動計畫，積極展館 (建築) 的重複使用 (reuse)、採用木材 (wood) 建材，以及低碳 / 再生建材。
- **範疇外排放 (Scope 3) 長期減排策略：**包括參觀者使用低排放交通 (EV、合成燃料) / 鼓勵參與者 (企業、公眾) 減廢 / 重複利用食器等。



Scope 3

大阪萬國博覽會 永續報告成效

碳排放 / 脫碳

活動	資料來源	核心成果 / 目標	特色、評價
大阪 2025 (採 ISO 20121)	Expo 2025 Green Vision	- 會場運營使用低碳能源、CO₂ 回收示範 (CCU) - 建築階段已減少 6,020.8 噸 CO₂ (竹中工務店資料) - Scope 3 納入旅客移動、餐飲、住宿排放	- 示範性技術含 (CCU、合成甲烷) - 成效多為「預估目標」，最終數據待確認
東京 2020 奧運	Tokyo 2020 Sustainability Report	- 以達到「碳中和」為目標 - 實際排放：約 2.76 百萬噸 CO₂e (含 COVID-19 降低活動量)，較原本預估值更低 (主要因無觀眾)	- 碳排放規模最大 (因奧運規模) - 因 COVID 排放異常低
杜拜世博 2020	Expo 2020 Dubai Sustainability Report	- 使用太陽能 5.5 MW，目標 50% 清潔能源 - 展期總排放：官方未發布完整數據，但依獨立研究：能源供應與旅客移動是主要來源	- 能源綠電使用顯著高 - Scope 3 資料透明度較大阪世博低

資源循環 / 廢棄物管理

活動	成效 / 目標	特色、評價
大阪 2025	- 食品廢棄物 BAU: 1,501 噸 (目標減量) - 展館大量採用可回收建材、展後再利用設計 - 永續採購守則、供應鏈檢核	規範最完整 (ESMS + ISO 20121 + 永續採購守則)
東京 2020	- 回收塑膠製作 5,000 面獎牌掛繩 - 選手村床架 100% 可回收紙材 - 廢棄物回收率高於一般大型活動平均	回收率高，但不如大阪系統化
杜拜世博	- 目標 85% 垃圾轉移率 (diversion rate) - 實際回收率高於一般中東大型活動	成效佳，但仍依賴大量一次性材料與空調需求

大阪萬國博覽會 負碳排與循環經濟



碳捕捉 / 固碳建材

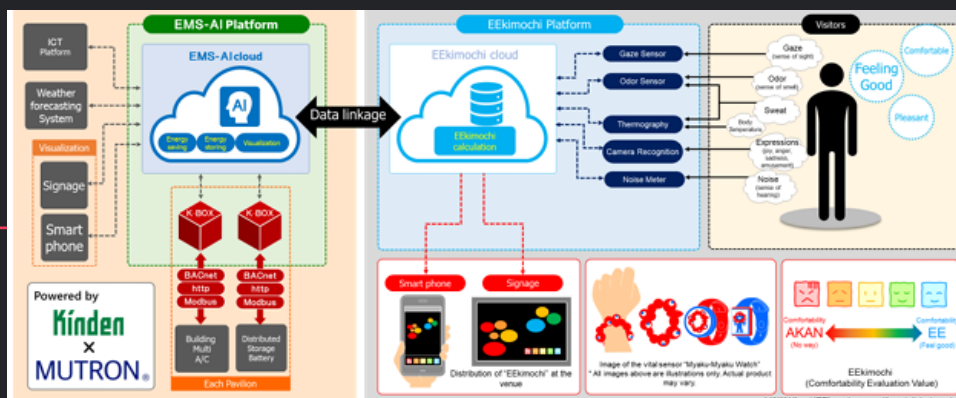
- **負碳混凝土**：Sustainability Dome，混凝土硬化過程可吸收 CO₂
- **採用 CP Concrete (Carbon Pool Concrete)**：如地板、座椅利用工業副產物製造固定 CO₂



資源再使用 (Reuse) 機制

- **設立 EXPO CIRCULAR MARKET "MYAKU-ICHI!"**：再利用媒合平台 (reuse-matching)，於展覽結束後協助建材、設備、家具等重複利用

廢棄物循環 (Waste Recycling)



- **食物損失 (food loss)**：實現 100% 食物廢棄物循環 (recycling)
- **結合氫能 / 甲烷合成技術 (methanation)**：「碳回收工廠 (Carbon Recycle Factory)」中，利用氫 (來自綠電) + 食物廢棄物發酵產生的 CO₂，合成 e-methane (合成甲烷)
- **e-methane 近碳中和 (carbon-neutral) 燃氣**：燃燒時排出 CO₂ 與其合成所消耗 CO₂ 相抵

大阪世博循環經濟平台 MYAKU-ICHI!

MYAKU-ICHI! 三大服務

■ 將會場中設施、建築材料、設備、傢具 / 家具等，進行**再利用媒合** (supply-demand matching)，以減少拆除後的廢棄物，並促進資源循環。

1 Relocation of Facilities (設施搬遷 / 重置)

- 針對 Pavilion (展館) 或大型設施，接受申請搬遷重建或再利用。
- 申請者提出搬遷計畫 (用途、場地、經費等) 經審核確認是否轉讓。

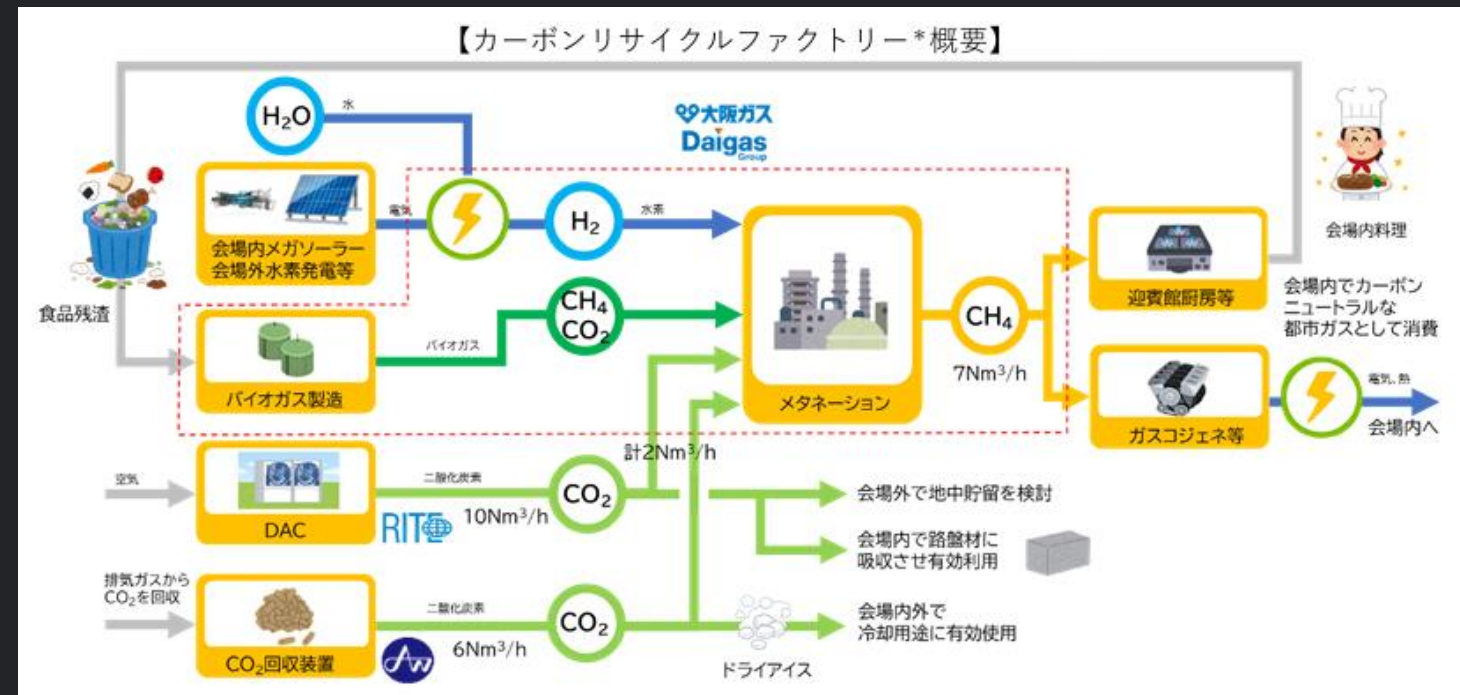
2 Reuse of Building Materials & Equipment (建材 / 設備再利用)

- 包括冷氣、燈具、滅火器、馬桶、儲冷設備、咖啡機等。
- 以競標 (auction) 方式進行，由企業、個人或公共機構投標。

3 Reuse of Fixtures & Furniture (家具 / 裝置再利用)

- 桌椅、沙發、PC、顯示器、QR 掃碼設備、展覽牌 (placard) 等。
- 企業用低成本取得設備，地方政府可以展品豐富公共空間。

大阪萬國博覽會 循環經濟設計



模組化與可拆卸設計：採「可拆解、可重用」理念，展期後可移轉、再利用或材料回收，減少廢棄物

日本國家級循環策略支持：日本在廢棄物再利用、氫能、再生材料、高效節能 等領域具國際領先地位

「未來社會實驗場」帶動全面整合：含能源、建築、物資運輸、廢棄物系統等形成完整循環架構

促進跨國循環技術整合：參展國與企業導入循環概念（如回收再生材料、低碳供應鏈）提升創新效益

- 技術變成實際可營運、可量化、可實踐 (living lab)
- 助於推動 SDGs、ESG、RE100 與循環城市政策，增強企業與日本的永續領先地位
- 加速模組化建築、再生材料、低碳建材、生質材料等產業的市場應用
- 作為未來城市 (Future City) 或永續智慧城市的案例，推動日本與全球城市導入循環策略

大阪萬國博覽會 公共設施

戶外家具



- 公廁係以大阪世博「為我們的生活設計未來社會」主題，舉辦的公開競圖的優勝作品。採用 **3D 列印聚碳酸酯板** (polycarbonate) 為牆體，半透明、波浪狀，光線透過設計創造水面折光感。材質輕巧可拆，展後**可循環再利用**。



公廁

- 「扇貝殼的再利用」五人座長椅，解決全球廢棄物問題
- 應用北海道猿府村（鄂霍次克海沿岸）的貝殼，加入青森縣陸奧灣產的扇貝殼，設計目標是為來訪的家庭、團體，提供舒適的休憩座椅，座椅靠背高約 1 公尺曲線柔和，聯想到貝殼的形狀。

大阪萬國博覽會 公共設施

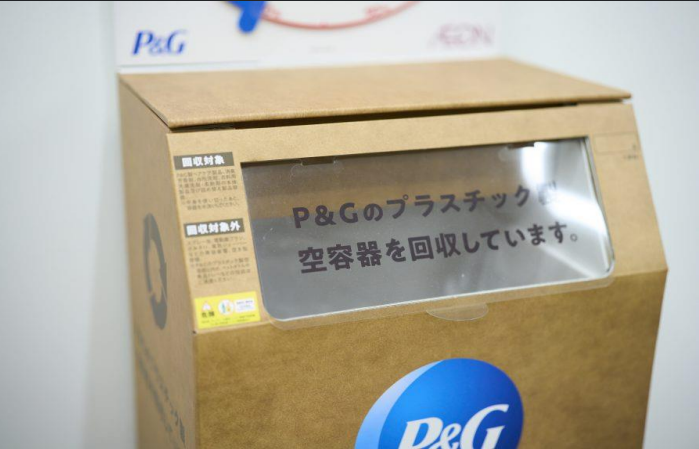
資源回收箱

資源收集箱

廢棄物分成 7 個類別：可燃廢棄物、非可燃廢棄物、紙垃圾、塑膠、罐子與玻璃瓶、塑膠瓶及塑膠瓶蓋，組合成一組。

再利用、轉化製作

回收物被再利用、轉化製作成廢棄物箱（資源回收箱）



動員民眾參與回收

在日本各地零售店設立空塑膠包裝收集點，動員各地民眾，共同參與回收行動



分類

建立收集與回收塑膠、其他資源的平台



大阪萬國博覽會 公共設施

智慧垃圾桶 SmaGO

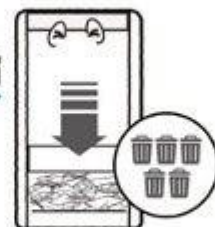


IoTスマートゴミ箱 SmaGOとは

ソーラー発電
環境にやさしい
発電方法です。



ゴミを1/5に圧縮
ゴミがゴミ箱から
溢れません。



クラウド通信
通信機能で溜まって
いるゴミの量を確認
できます。



ゴミ箱をIoTにしたら、働き者のゴミ箱になりました。

- **太陽能驅動**：利用太陽能運作，減少外部電力供給的需求，提升設施的綠色、自治能力。
- **自動壓縮 (Compaction)**：壓縮大幅增加垃圾桶的有效容積，降低清運頻率。
- **即時垃圾量感測與通訊**：垃圾桶內建有感測器 (sensor) 偵測垃圾量 (填滿程度)。當垃圾量累積時，透過通信 (通訊功能) 發通知，清運團隊可以根據實際垃圾量安排收運班次，而不是固定時間收運，提升效率。
- **遠端監控提升維運效率**：透過量感測 + 通訊，垃圾管理單位 (清潔人員) 遠端了解垃圾桶量，進行智慧清運派車、優化收運路線。壓縮後容量大、清運次數降低，降低勞動成本、碳排放。
- **可視化與教育示範**：者理解「減容 (volume reduction)」價值，引導民眾反思垃圾回收 / 循環社會的重要性。

分享完畢，感謝聆聽。

