

GXにおける大阪・関西万博の役割とRITEの貢献

2024.12.3

地球環境産業技術研究機構 (RITE)

理事・研究所長

下田 吉之

大阪・関西万博の概要

テーマ

いのち輝く未来社会のデザイン
Designing Future Society for Our Lives

サブテーマ

Saving Lives (いのちを救う)
Empowering Lives (いのちに力を与える)
Connecting Lives (いのちをつなぐ)

コンセプト

People's Living Lab (未来社会の実験場)

開催期間

2025年4月13日(日)~10月13日(月) 184日間

想定来場者数

約2,820万人

開催場所

大阪 夢洲 (ゆめしま)



会場デザイン

海と空が感じられる会場

四方を海に囲まれたロケーションを活かし、世界とつながる「海」と「空」が印象強く感じられる会場



博覧会における脱炭素関係の検討経緯 (1)

- 2021年1月「未来社会における環境エネルギー検討委員会」設置。
- 2021年12月 持続可能性有識者委員会
 - 脱炭素、資源循環、自然環境
- 2022年7月 同委員会下に脱炭素WG
- 各活動とも、毎年度末に成果を「グリーンビジョン」としてとりまとめ

未来社会における
環境エネルギー検討委員会
中間取りまとめ

< EXPO 2025 グリーンビジョン >

- 2025年日本国際博覧会（大阪・関西万博）において
目指すべき環境エネルギーの姿について

2021年6月22日

公益社団法人2025年日本国際博覧会協会
未来社会における環境エネルギー検討委員会

- 核となる技術

- (1) エネルギーマネジメント
- (2) 水素エネルギー等
- (3) 再生可能エネルギー
- (4) 3R(廃棄物、リサイクル)
- (5) CO₂回収・利用

<https://www.expo2025.or.jp/wp/wp-content/uploads/expo2025greenvison.pdf>

- 目指すべき方向性

- (1) 会場内だけでなく会場外も含めた広域エリアを対象とした実証・実装プロジェクトを実施
- (2) グリーン成長戦略における重点産業分野の取り組み推進
- (3) 導入する技術の成熟度（先進性／経済性）
- (4) 需要サイドの技術
- (5) スタートアップ等の参加促進
- (6) 来場者の理解促進を図るような仕組み

改訂版 <EXPO 2025 グリーンビジョン> 2022年4月

改定版 <EXPO 2025 グリーンビジョン>

2025年大阪・関西万博の脱炭素・資源循環
に関する目指すべき方向性及び対策について

2022年4月27日

公益社団法人2025年日本国際博覧会協会

https://www.expo2025.or.jp/wp/wp-content/uploads/20220427_greenvision_r.pdf

【持続可能な大阪・関西万博開催にむけた方針 概要】



People(いのち、ひと、健康、福祉)

生態系を構成するすべての「いのち」を守り育てることの大切さを訴求する。

Planet(生態系、環境)

国際的合意(パリ協定、大阪ブルー・オーシャン・ビジョン)の実現に寄与する会場整備・運営を目指す。

Prosperity(サプライチェーン、バリューチェーン)

「もの」だけでなく、「生活」を豊かにし、可能性を広げることにつながる社会や環境に関する知見をレガシーとして、次世代に継承する。

Peace(平和、公正、インクルーシブネス)

多様な人々が積極的に、また安心して参加できる環境を整えるとともに、大阪・関西万博からテーマに基づく多様な考え方を発信できるよう、一人一人を尊重したインクルーシブな万博運営を目指す。

Partnership(協働)

誰もが参加でき、自由にアイデアを交わせる機会を提供する。その中で一人一人がつながりコミュニティが形成されることを目指す。

● 目指すべき方向性 (一部)

(1) 先進性／経済性のある技術等の導入による、万博におけるカーボンニュートラルの実現及び2050年のカーボンニュートラル社会の提示

(4) 会場内だけでなく会場外も含めた広域エリアを対象とした実証・実装プロジェクトを実施 (脱炭素先行地域等の取組との連携)

(5) グリーン成長戦略／重点産業分野における需給両面の取り組み推進 (グリーンイノベーション基金等の取り組みとの連携)

EXPO 2025 グリーンビジョン(2023年版)



- 持続可能性有識者委員会の議論を踏まえ、
 - 脱炭素編、
 - 資源循環・循環経済編、
 - 自然環境編の3編構成

https://www.expo2025.or.jp/wp/wp-content/uploads/20230329_greenvision.pdf

資源循環編のポイント：政府の基本的な方針である3R + Renewableや食品リサイクルの優先順位を踏まえ、特に排出量が多いと推定される、①プラスチック対策、②食品ロス対策、③紙の使用量削減、④施設設備のリユースについては留意する。

自然環境編のポイント：環境影響評価書に基づいた適切な事業の実施、「持続可能性に配慮した調達コード」において、生物多様性の保全を含む、持続可能性に配慮した調達基準を制定、自然保護団体等NGOへ自然環境・生態系の保全等について情報共有、意見交換をする

脱炭素に関する技術の展示(グリーンビジョン2023年版 2023年3月)

- 脱炭素編、資源循環・循環経済編、自然環境編の3編構成

2050年に向けた脱炭素社会の具体像の提示



エネルギー基本計画（2021年）に基づき、2050年カーボンニュートラルが達成された社会に向けて、開発し実装されるべき先進的な技術を来場者の方々に印象に残る形でお見せし、体験いただく。特に、①水素社会、②再生可能エネルギー、③カーボンリサイクル技術について注力する。

水素社会

- 水素発電やアンモニア発電を場外から導入
- 複数の民間パビリオンとも連携して再生可能エネルギーを利用して作った水素による燃料電池の展示

【水素ガスタービン】



出典：三菱重工株式会社

【アンモニアガスタービン】



出典：株式会社IHI

再生可能エネルギーの徹底利用

- ペロブスカイト型太陽光発電システムの実装と展示
- 会場内空調において帯水層蓄熱及び海水冷熱の利用する設備の導入

【ペロブスカイト太陽電池】

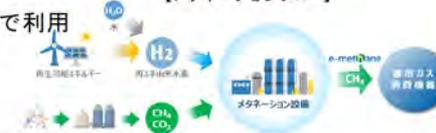


出典：積水化学工業株式会社

カーボンリサイクル技術

- メタネーション技術の活用：再エネからの電気による電解水素並びに生ごみ由来のCO₂及びDAC(直接大気回収)により得られるCO₂を用いてメタネーション技術によりメタンを製造 → 会場内の給湯設備や厨房で利用
- DACCS(直接大気回収・炭素貯留)：大気から回収したCO₂を地中貯留する設備の導入
- サステナブル燃料：合成燃料・バイオディーゼルの活用促進
- CO₂排出削減・固定量最大化コンクリートの利用促進

【メタネーションフロー】



出典：大阪ガス株式会社

EXPO2025グリーンビジョン (2024年版、2024年3月)

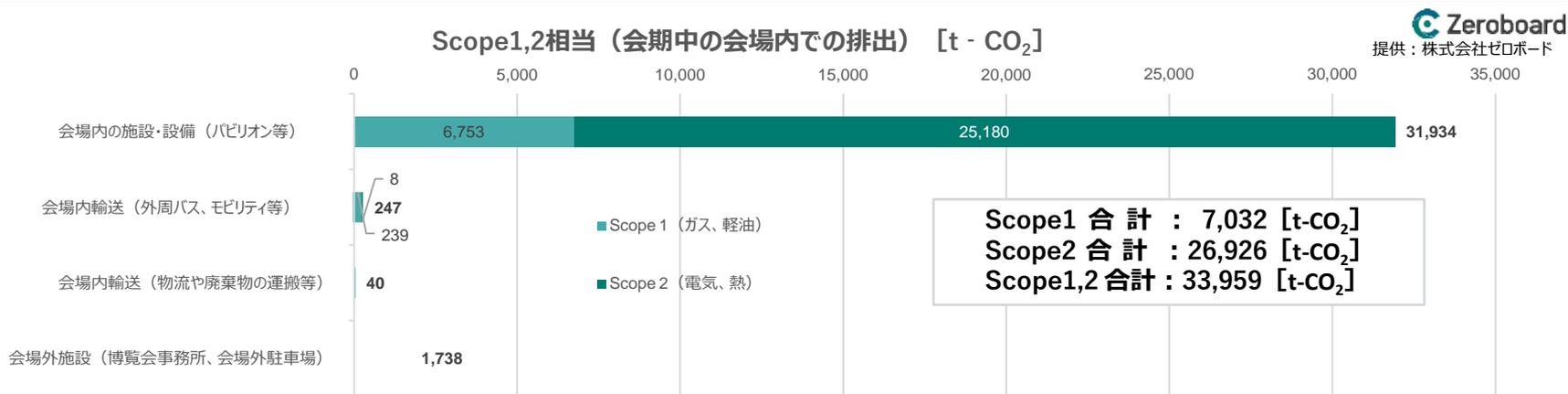
- 脱炭素編、資源循環・循環経済編、自然環境編、横断的事項の4編構成
https://www.expo2025.or.jp/wp/wp-content/uploads/20240329_greenvision.pdf
- 脱炭素編の概要
 - 水素発電やアンモニア発電を場外から導入
 - 水素燃料電池
 - ペロブスカイト太陽光発電システムの実装と展示
 - 地域冷房における帯水層蓄熱の導入
 - カーボンリサイクルファクトリー（管理区域内）におけるDAC（直接大気回収）によるCO₂の回収と、メタネーション技術によるe-メタンの製造
 - 合成燃料、バイオディーゼルの活用促進
 - CO₂排出削減・固定量最大化コンクリートの利用促進
 - パビリオンにおけるAIやセンサーを活用した高度なエネルギーマネジメントシステム
- 2025年博覧会開幕前に改定予定

温室効果ガスの排出量推計と目標設定

(Scope1,2相当 (会期中の会場内での排出等))

大阪・関西万博の温室効果ガス排出量の算定は、国際博覧会及び国内の大規模イベントとして初めてGHGプロトコルを主たる方法として参照し、東京2020大会やドバイ博を参考に大イベント固有の排出も入れて行う。

Scope1,2相当 (会期中の会場内での排出等) の排出量は、省エネを行うとともに排出係数がゼロとなる電力を使用することで削減する。ガス、軽油や会場外の電力使用については省エネ、電化、バイオディーゼルの導入等で削減し、手段がない部分についてはカーボンクレジットで手当てして、カーボンニュートラル達成を目指す。



削減対策

- 断熱性・遮熱性の高い素材の利用、CASBEE A相当の設計等 建築物の省エネルギー
- 空調用冷水プラント、冷房システム、エネルギー消費見える化技術、空調エネマネ等省エネルギー技術の導入

- 交通システム等の電化と排出係数ゼロの電気の利用
- 空調等に利用されるガスとしてオフセット証書付きのものを利用 (今後の検討課題)
- 電化が困難な物流へのバイオディーゼルの導入
- 足りない部分のクレジットの手当 等

* 排出量は予算や事業の計画から、**対策をしなかった場合 (BAU) の排出量推計値**。今後の予算や事業の精緻化に併せて排出量試算と削減手法を毎年精緻化する。(次頁も同)



温室効果ガスの排出量推計と目標設定

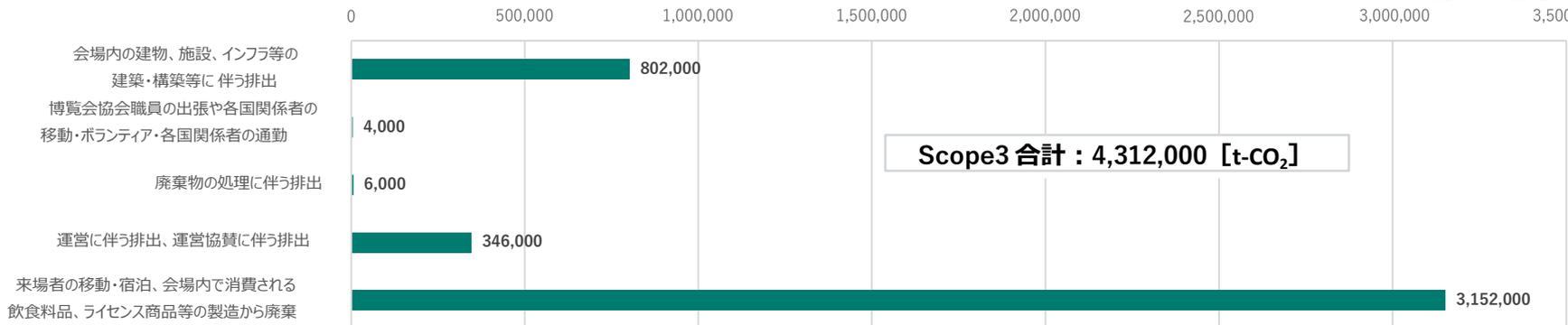
(Scope3相当 (会期前後や会場外の排出))

大阪・関西万博のScope3相当(会期前後や会場外の排出)の排出量は、GHGプロトコルに従いつつ、東京2020大会等を踏まえ来場者の移動、宿泊等の排出量も算入。

Scope3相当の排出量の削減については、建物の再利用、食品ロス削減、プラスチックの利用削減、移動時排出量のクレジット購入促進等により対応する。また、会場建設中に重機等で使われる軽油、夢洲会場へ直接アクセスする交通による排出量については、クレジットでのオフセットなども含めて注力する。残りの排出量については、会場外でマイボトルの使用、食品廃棄物削減等会場外での削減努力を行う契機として、万博のレガシーづくりにつなげる(グリーンチャレンジ)。

Scope3相当 (会期前後や会場外の排出) [t - CO₂]

Zeroboard
提供：株式会社ゼロボード



削減対策

- 移動時のカーボンクレジット購入推奨
- 排出量の少ない移動手段の利用
- 外部事業者と連携した低燃費車、電気自動車、合成燃料、バイオディーゼル等の導入
- 建物の再利用 ・リース、木材の積極的な活用
- 低炭素型素材等の積極的な活用 ・BOO方式による契約
- 排出量をオフセットした燃料の利用、低燃費車の導入促進
- 移動時のカーボンクレジット購入推奨
- 排出量をオフセットした燃料の利用、低燃費車の導入促進
- 食品ロス削減、食品リサイクル
- プラスチックの利用削減 (リユース食器等)

* 排出量は、**対策をしなかった場合 (BAU) の排出量推計値**。予定する削減対策は、これまでに予定しているものである。運営の詳細等決定できていないため、個別の試算ができていないが、今までのところ数十万トン进行予定。今後も強化予定。

2050年に向けた脱炭素社会の具体像の提示（1）

エネルギー基本計画（2021年）に基づき、2050年カーボンニュートラルが達成された社会に向けて、開発し実装されるべき先進的な技術を来場者の方々に印象に残る形でお見せし、体験いただく。特に、①水素社会、②再生可能エネルギーの徹底利用、③カーボンリサイクル技術、④省エネルギーについて注力する。

水素社会

- 水素発電やアンモニア発電を場外から導入
- 複数の民間パビリオンとも連携して再生可能エネルギーを利用して作った水素による燃料電池の展示

再生可能エネルギーの徹底利用

- ペロブスカイト太陽光発電システムの実装と展示
- 会場内空調において帯水層蓄熱及び海水冷熱を利用する設備の導入

【水素ガスタービン】



出典：三菱重工業株式会社

【アンモニアガスタービン】



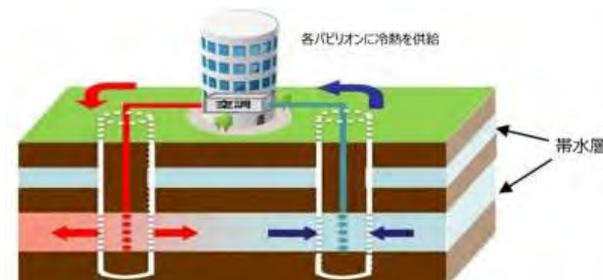
出典：株式会社IH

【ペロブスカイト太陽電池実装イメージ】



出典：積水化学工業株式会社

【帯水層蓄熱イメージ】



出典：大阪市環境局、在大阪オランダ王国総領事館資料

2050年に向けた脱炭素社会の具体像の提示（2）

エネルギー基本計画（2021年）に基づき、2050年カーボンニュートラルが達成された社会に向けて、開発し実装されるべき先進的な技術を来場者の方々に印象に残る形で見せし、体験いただく。特に、①水素社会、②再生可能エネルギーの徹底利用、③カーボンリサイクル技術、④省エネルギーについて注力する。

カーボンリサイクル技術

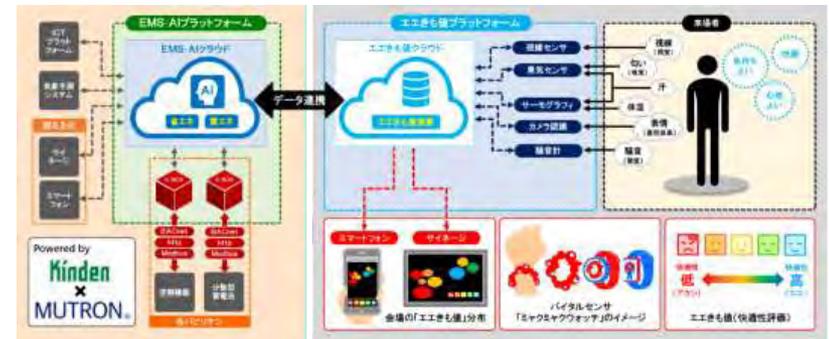
- メタネーション技術の活用：再エネからの電気による電解水素 並びに生ごみ由来のCO₂及びDAC(直接大気回収)により得られるCO₂を用いてメタネーション技術によりeメタンを製造し、会場内の給湯設備や厨房で利用
- DAC（直接大気回収）：大気からCO₂を直接回収する設備の導入
- CO₂回収装置：排気ガスからのCO₂を回収する設備の導入
- サステナブル燃料：合成燃料・バイオディーゼルの活用促進
- CO₂排出削減・固定量最大化コンクリートの利用促進



【EMS-AI エネルギー管理システム】

省エネルギー

- パビリオンごとに空調で使用するエネルギーを削減するために、AIやセンサーを活用した高度なエネルギー管理システムを導入する。



未来のエネルギーとは？（エネルギー基本計画が描く2050年）

「エネルギー基本計画」、「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」における2050年エネルギーのビジョン

- 徹底した省エネルギーによるエネルギー消費効率の改善に加え、脱炭素電源により**電力部門は脱炭素化**され、その脱炭素化された電源により、非電力部門において電化可能な分野は電化される。
- 産業部門においては、水素還元製鉄、**二酸化炭素吸収型コンクリート**、二酸化炭素回収型セメント、人工光合成などの実用化により脱炭素化が進展する。一方で、高温の熱需要など電化が困難な部門では、**水素や合成メタン**などを活用しながら、脱炭素化が進展する。
- 民生部門では、電化が進展するとともに、**水素や合成メタン**などの活用により脱炭素化が進展する。
- 運輸部門では、**電気自動車（EV）**や**燃料電池自動車（FCV）**の導入拡大とともに、二酸化炭素を活用した合成燃料の活用により、脱炭素化が進展する。
- 各部門においては省エネルギーや脱炭素化が進展するものの、二酸化炭素の排出が避けられない分野も存在し、それらの分野からの排出に対しては、**二酸化炭素直接回収・貯留（DACCS : Direct Air Carbon Capture and Storage）**や**二酸化炭素回収・貯留付きバイオマス発電（BECCS : Bio-energy with Carbon Capture and Storage）**、森林吸収源などにより二酸化炭素が除去される。

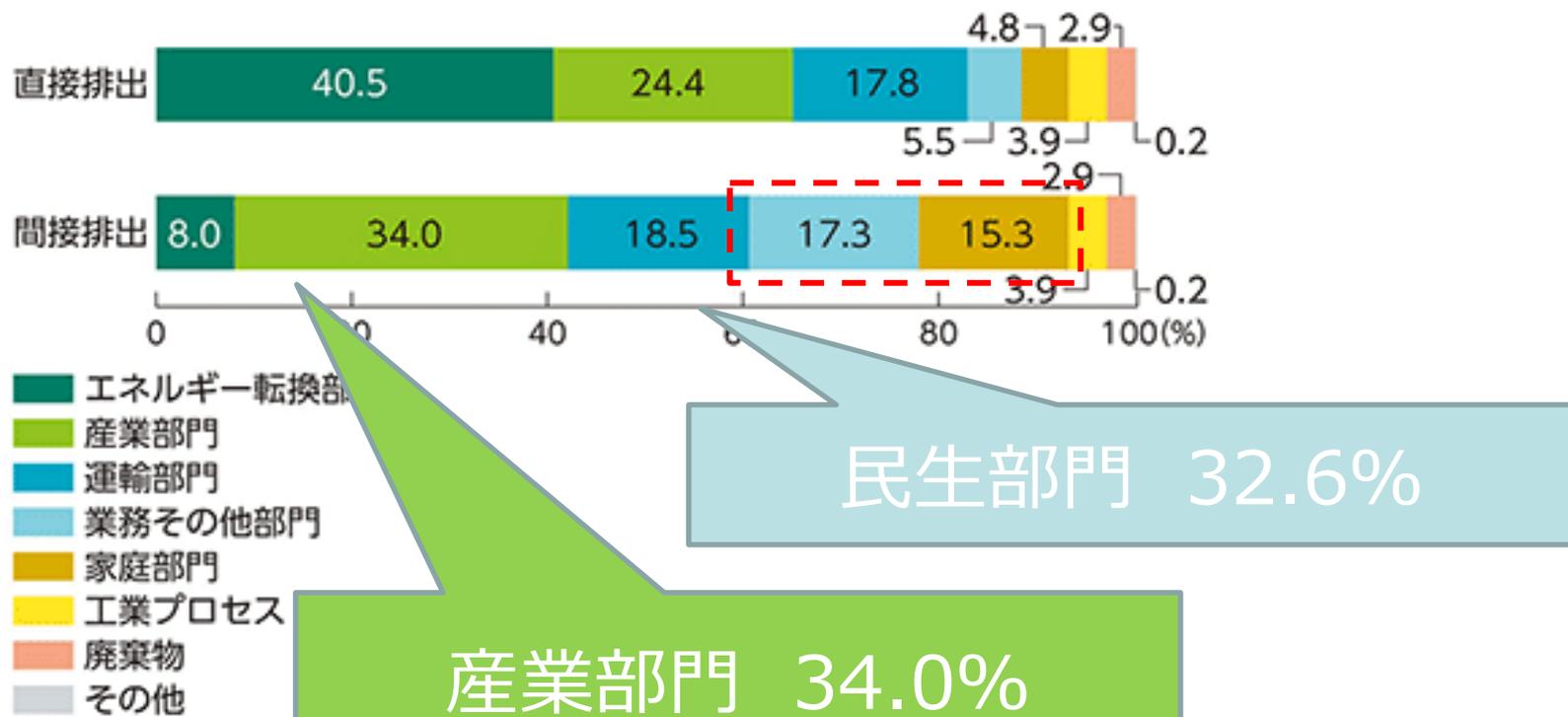
博覧会場においてエネルギーの新しい取り組みを行うことの意義

- 国際イベントの社会的責任としての脱炭素
- 展示としての脱炭素
 - 新しいエネルギーシステムの実証の場として
 - 来場者に「脱炭素社会」の到来を告げ、GXの機運を醸成する。
 - 新しい技術（ネガティブエミッション、カーボンリサイクル）の社会的受容性を高める。
 - 2050年カーボンニュートラルを担う人材を育てる。

脱炭素社会の到来を告げる博覧会

- 暮らしGXの分野の重要性
 - 民生 + 運輸旅客で温室効果ガス排出の半分
 - 建築・建築設備・家電・自動車は日本の得意分野
- 屋根置き太陽光も含め、普及の主役は市民と中小企業
 - コストは重要だが、特に家庭ではコストだけでは購入行動を説明できない。
 - 脱炭素の製品やサービスをCO2排出量のみで語ると、多くの市民には「レストランのメニューのカロリー表」にしか見えない。
 - エネルギー設備といえども「見た目のデザイン」は大事な要素。
 - 博覧会では「脱炭素社会の到来」を見て、感じられることも重要ではないか？

● 2022年の部門別温室効果ガス排出（環境白書）



注1：直接排出とは、発電及び熱発生に伴うエネルギー起源CO₂排出量を、その生産者側の排出として計上した値（電気・熱配分前）

注2：間接排出とは、発電及び熱発生に伴うエネルギー起源CO₂排出量を、その消費量に応じて各部門に配分した値（電気・熱配分後）

資料：環境省

- ネガティブエミッション、カーボンリサイクル技術の重要性のアピール
 - リング（木材の積極的利用による森林CO₂吸収力の強化）
 - CO₂吸収コンクリート
 - DAC
 - 排気ガスからのCO₂回収
- CCS（地中貯留技術）の社会受容性の獲得
- CCU技術としてのメタネーション

大阪・関西万博 参加メニュー

パビリオン出展

万博のテーマに沿って自由な発想で
独自に企画・出展する参加

敷地面積約3,500㎡
9区画

テーマ事業協賛

8名のプロデューサーが企画する
テーマ事業に協賛社として参加

資金
施設・物品・役務提供

未来社会ショーケース 事業出展

会場内で未来社会の実証・実装や
テーマを具現化する展示を行う参加

事業出展
資金・施設・物品・役務提供

会場整備参加 運営参加

施設・物品
・役務提供

TEAM EXPO 2025 参加

共創チャレンジ
共創パートナー

催事参加

資金・施設・物品
・役務提供

営業参加

営業施設出店
ライセンスビジネス

万博応援参加

広報・プロモーション
指定寄附

大阪・関西万博 未来社会ショーケース事業

未来社会ショーケース事業は、2025年より先の未来を感じさせる次世代技術・社会システムの実証と、2025年の万博にふさわしい先端技術・社会システムの実装の2つのレイヤーを念頭に検討しています。

スマート モビリティ万博

- ・会場アクセスバス、アクセス船
- ・会場内・外周バス
- ・会場内パーソナルモビリティ
- ・ロボットエクスペリエンス
- ・空飛ぶクルマ 等

アート万博

- ・ウォータープラザ水上ショー
- ・静けさの森インスタレーション
- ・プロジェクションマッピング
- ・パブリックアート 等

デジタル万博

来場者向けパーソナルエージェント、XR案内／自動翻訳システム／オールフォトニクス・ネットワーク／無線LAN環境・ローミング基盤／EXPO VISION／プロジェクションシステム 等

グリーン万博

DAC、メタネーション／水素発電、純水素型燃料電池、アンモニア発電／水素サプライチェーンモデル／CO₂吸収路面素材、CO₂回収装置／次世代太陽電池、エネルギーマネジメントシステム／帯水層蓄熱、合成燃料／緑化 等

バーチャル万博

- ・バーチャル会場
- ・XR演出
- ・EXPO共創事業 等

フューチャーライフ 万博

- ・未来の都市
- ・未来の暮らし（食・文化・ヘルスケア）「フューチャーライフエクスペリエンス」
- ・未来への行動（「TEAM EXPO 2025」、ベストプラクティス）「TEAM EXPO パビリオン」

- RITEは未来社会ショーケース事業「グリーン万博」に協賛し、カーボンニュートラルの実現に必要な不可欠となるネガティブエミッション技術を紹介
- 世界的な未来技術発信の場である万博を通じて、RITEが提案するこのDACを核としたネガティブエミッション技術を世界に発信

【RITE未来の森 ネガティブエミッション実証プラント】

- ①大気からのCO₂の直接回収技術 (DAC(Direct Air Capture))
- ②CCS技術 (CO₂の分離回収・地中貯留技術)
⇒① + ② DACCS (Direct Air Capture with Carbon Storage)
- ③CO₂の鉱物固定 (炭素固定) 技術 (アスファルト舗装材等への利用など)

大阪ガス (メタネーション用CO₂ 供給)、エア・ウォーター (調整中) と連携

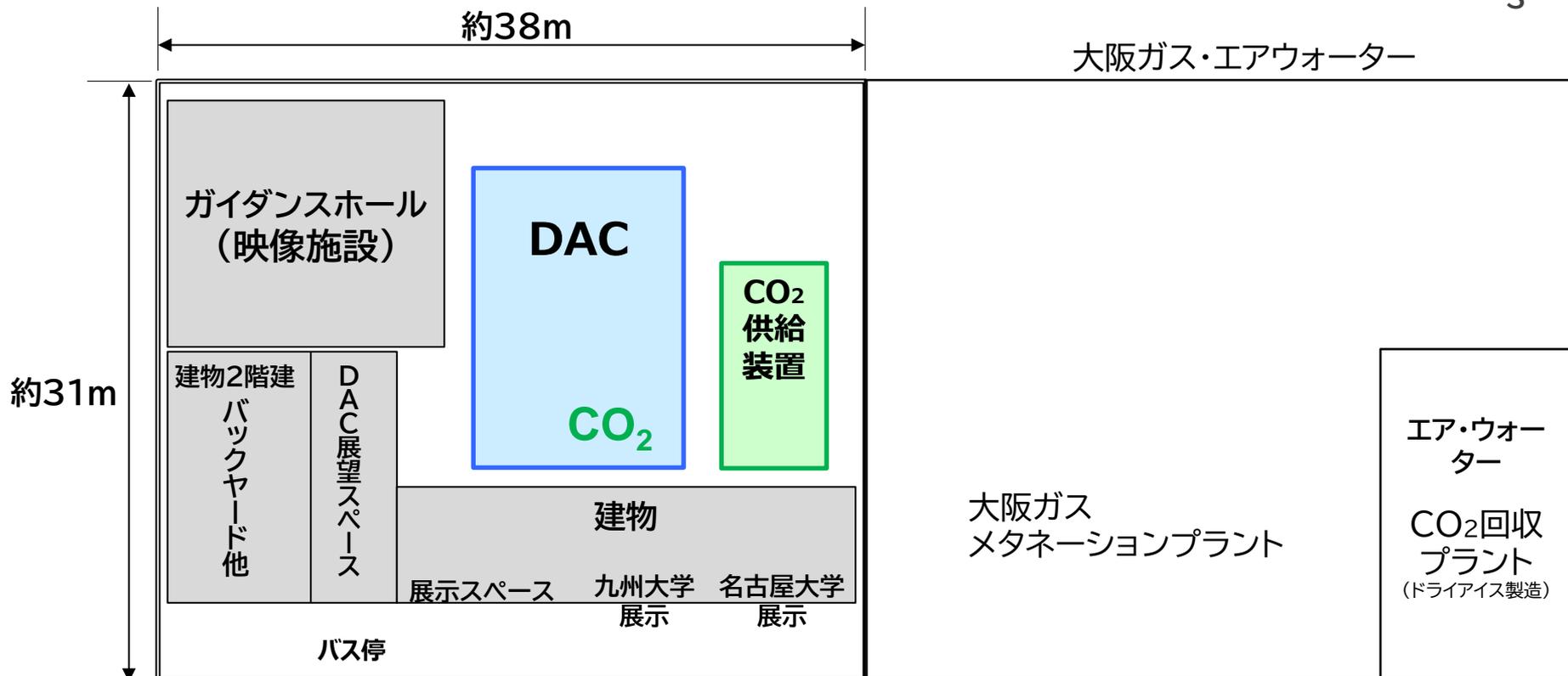
展示場所、来場者送迎



3D全体イメージ図



敷地レイアウト



大阪ガス・エアウォーター

大阪ガス
メタネーションプラント

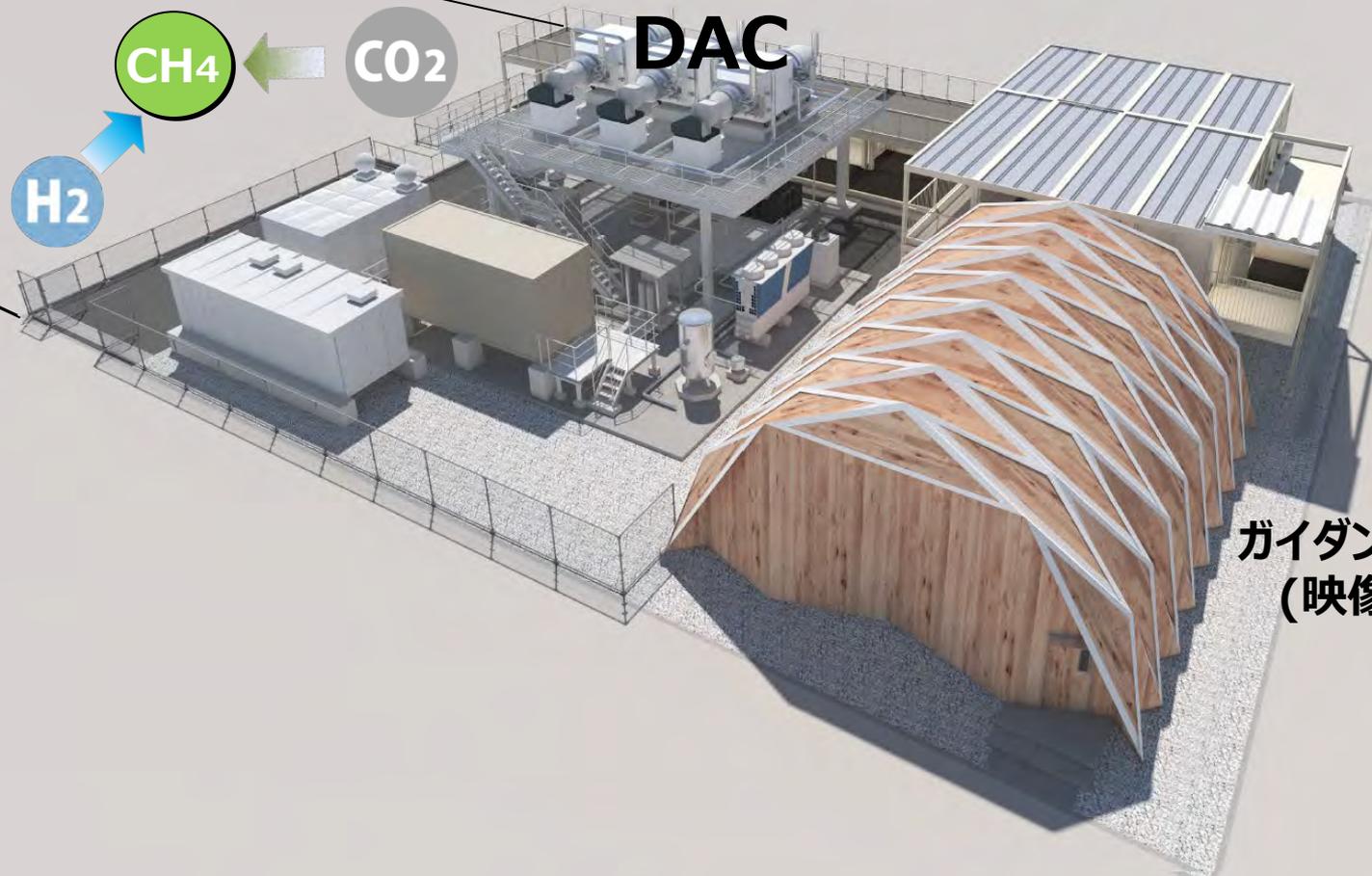
エア・ウォーター

CO_2 回収
プラント
(ドライアイス製造)

RITE敷地面積 約1200㎡

RITE 未来の森 全景CG

大阪ガス
メタネーションプラント

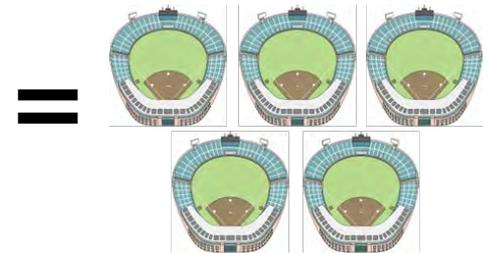


ガイダンスホール
(映像施設)

DACの外観（CG）

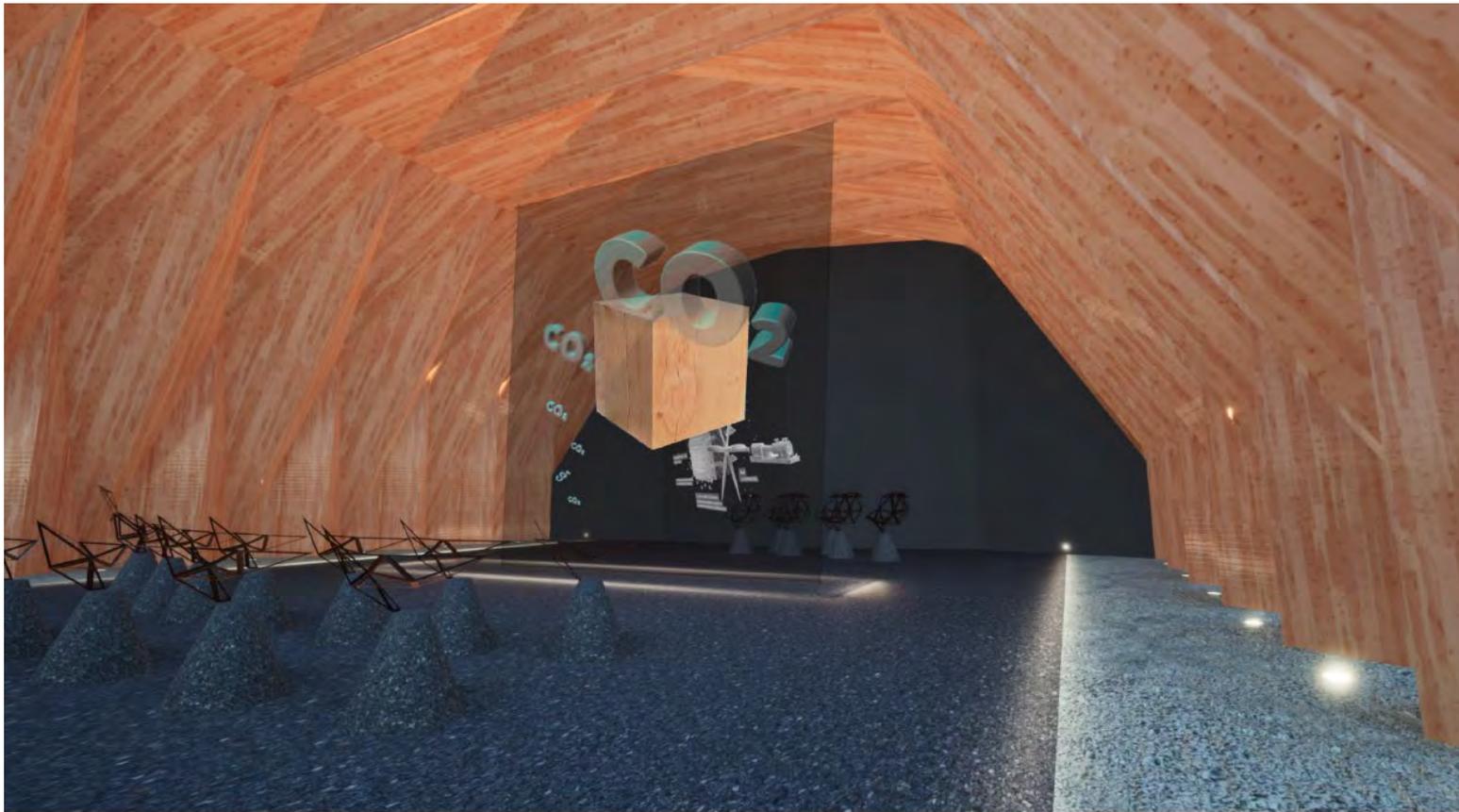


回収されるCO₂の量は、
甲子園球場5個分の面積
の森が回収するCO₂の
量に匹敵する



ガイダンスホール

- 最新の映像技術を用いて、Googleなしに3D映像を浮かび上がらせ、ストーリー立てて分かりやすく解説
- 子供でも理解できる内容で、幅広い年齢層の来場者が楽しめる映像



Vidガイダンス映像（イメージ）

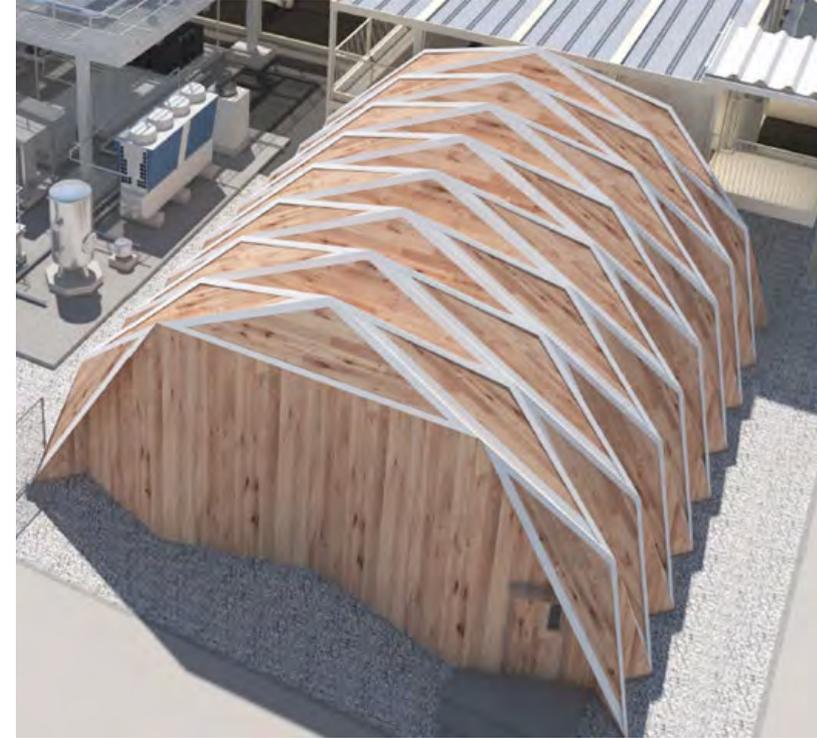
映像ストーリー

- ・プロローグ
(地球温暖化問題について分かりやすく説明)
- ・カーボンニュートラルの紹介
- ・ネガティブエミッション技術として
DACCSの紹介
- ・カーボンリサイクル技術の紹介
- ・エピローグ

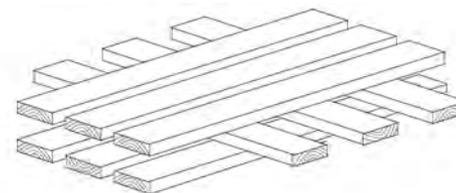


ガイダンスホール（CLT折版構造）

- RITE未来の森にふさわしい木造建築により、ガイダンスホールを建設
- 大きなCLTパネルを用いて、折り紙を折るような折版構造
- CLT折版構造は、持続可能性（リユース可能）とデザイン性を兼ね備えた現代的な建築手法



CLT(Cross Laminated Timber)とは・・・ひき板を繊維方向が直交するように積層接着したパネル（直交集成板）



特徴：双方向に対し強度がある

CLT折版構造 ハングアップ工法（4分割）



「RITE 未来の森」見学ツアー（案）

- 大人から子供まですべての来場者に、地球温暖化対策技術について楽しく学んで頂けるツアー
- ツアー時間：60分間（会場中央部でのバスの乗車からお帰りの下車まで）
- 最大約2万人程度(20人/回・1時間、6回/日)を想定

見学ツアー概要

1. 会場中央部からEVバスにて現地に到着（バスで2分程度）
2. ガイダンス施設にて3D映像を用いて分かりやすく説明
3. 見学者通路に進みDAC実証プラント等を見学
4. EVバスにて会場中央部へお帰り

- 予約システムについては、現在調整中（今後、RITEホームページにてお知らせ）
- 皆様のご来場を心よりお待ちしております

RITE 未来の森



©Expo 2025

2025年日本国際博覧会（大阪・関西万博）協賛

大阪・関西万博の未来社会ショーケース「グリーン万博」
シルバーパートナーとして協賛しています

DACを中心としたネガティブエミッション実証プラント

大阪・関西万博開催まで

137 : 11 : 59 : 42
days : hours : minutes : seconds



未来の地球のために、
いま、わたしたちができること。

地球が何億年もかけて地中にとどめてきた炭素が、
人の活動によって二酸化炭素となって空気中に大量に排出されています。
どんどん、どんどん地球があつくなって、
わたしたちにはどんな未来が待っているでしょう。



ご清聴ありがとうございました。



**Research Institute
of
Innovative Technology for the Earth**