

## 附属資料 A

# Các chính sách/biện pháp hướng tới trung hòa carbon của Thành phố Sakai

Dự án hợp tác giữa các đô thị “Hỗ trợ hình thành đô thị giảm phát thải hướng tới hiện thực hóa trung hòa carbon tại Thành phố Đà Nẵng”

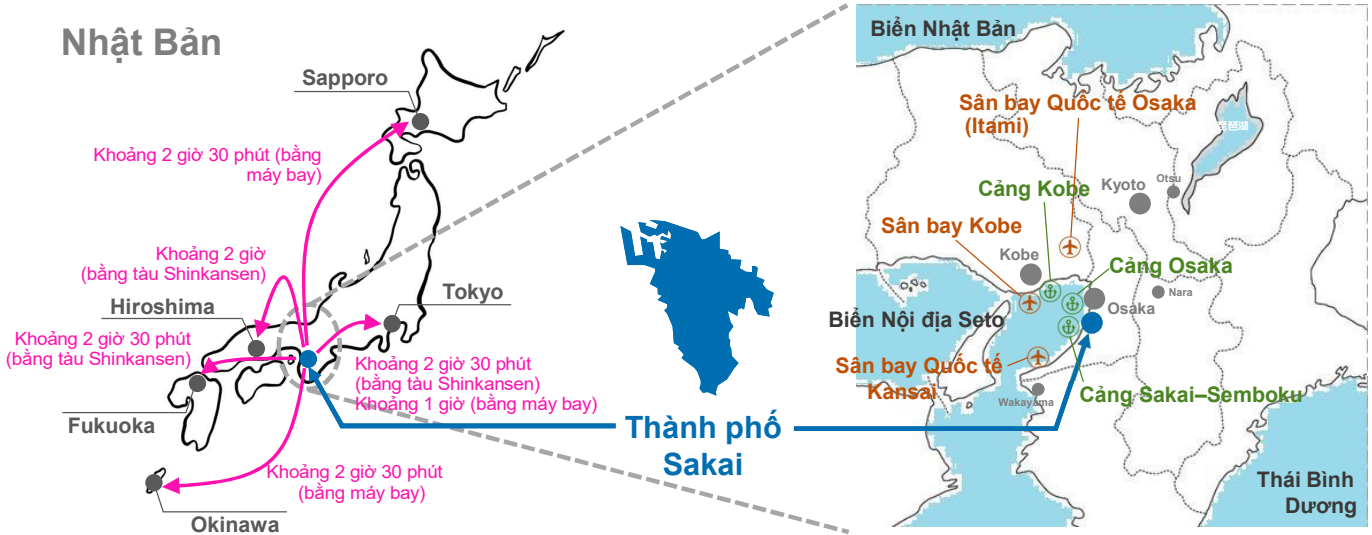
Ngày 13 tháng 1 năm 2026 Phòng Chính sách Môi trường,  
Ban Thúc đẩy Trung hòa Carbon, Cục Môi trường Thành phố Sakai

## 1. Giới thiệu về Thành phố Sakai

## Vị trí

- Đây là thành phố có quy mô dân số và diện tích lớn thứ hai tại tỉnh Osaka. Thành phố giáp với Osaka và nằm gần các đô thị lớn như Kyoto và Kobe.
- Hệ thống đường trục chính được phát triển rất tốt, đồng thời nằm gần sân bay quốc tế và các cảng biển, nhờ đó có thể dễ dàng tiếp cận các đô thị lớn trong nước (như Tokyo, Sapporo, Fukuoka, v.v.) cũng như các quốc gia ở nước ngoài.

## Nhật Bản



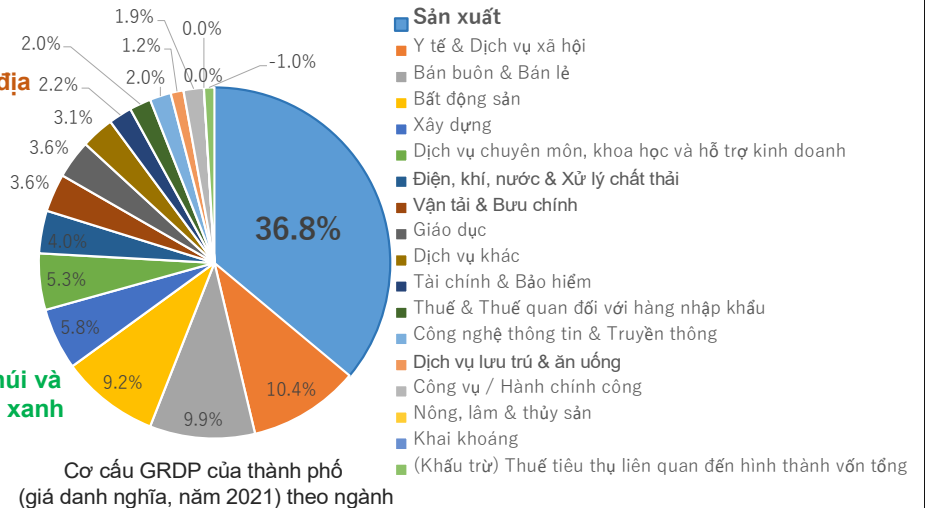
2

## Tổng quan về xã hội và kinh tế

### Khu vực ven biển



- Dân số: 803.509 người (tính đến ngày 1/11/2025)
- Diện tích: 149,83 km<sup>2</sup> (tính đến ngày 1/11/2025)
- Thành phố kết nghĩa / hữu nghị: Thành phố Đà Nẵng (CHXHCN Việt Nam), v.v.
- GRDP của thành phố: 3.646,4 nghìn tỷ yên (giá danh nghĩa, năm tài khóa 2021)  
3.545,9 nghìn tỷ yên (giá thực, năm tài khóa 2021)



- Giá trị xuất xưởng sản phẩm chế tạo: 4.497,7 nghìn tỷ yên (tính đến ngày 1/6/2023)
- ※Xếp hạng 4 trong số tất cả các thành phố và thị trấn

3

## Thành phố công nghiệp hàng đầu Nhật Bản

- Thành phố Sakai là một trong những đô thị công nghiệp hàng đầu của Nhật Bản, nơi tập trung nhiều doanh nghiệp sở hữu các công nghệ tiên tiến về môi trường và khử cacbon.
- Khu vực ven biển tập trung nhiều nhà máy lọc dầu, nhà máy nhiệt điện, cơ sở sản xuất khí và hydro, v.v., đóng vai trò là trung tâm sản xuất năng lượng.



Khu vực ven biển của Thành phố Sakai

## Hệ thống các kế hoạch phát triển

Kế hoạch cơ bản Thành phố Sakai 2025 (2021–2025) · Kế hoạch Thành phố Sakai – Đô thị tương lai SDGs (2021–2025)

### Chiến lược môi trường của Thành phố Sakai (2021~)

- Tầm nhìn môi trường dài hạn hướng tới năm 2050
- Hướng tới trở thành đô thị tiên phong về môi trường, dẫn đầu thế giới với 4 chữ “C” làm từ khóa

① Đô thị khử cacbon tập hợp các đổi mới sáng tạo mang tính đột phá

**Carbon Neutral**

② Đô thị tuần hoàn nơi môi trường và kinh tế hài hòa với nhau

**Circular**

③ Đô thị tiện nghi, an toàn và hấp dẫn, chung sống hài hòa với thiên nhiên

**Comfortable**

④ Đô thị đóng góp và hợp tác, nơi tạo ra và triển khai các đổi mới sáng tạo

**Cooperation**

Kế hoạch hành động ứng phó với biến đổi khí hậu của Thành phố Sakai  
(2022~2030)

Dự án năng lượng sản xuất và tiêu thụ tại chỗ của Thành phố Sakai  
(2022~2030)

## 2. Kế hoạch và ví dụ về các hoạt động ứng phó biến đổi khí hậu của Sakai

### Kế hoạch ứng phó biến đổi khí hậu

○ Để thúc đẩy các biện pháp ứng phó với hiện tượng nóng lên toàn cầu một cách tổng thể và có kế hoạch, Thành phố Sakai đã xây dựng “**Kế hoạch hành động ứng phó với biến đổi khí hậu của Thành phố Sakai**”.

【Mục tiêu năm 2030】

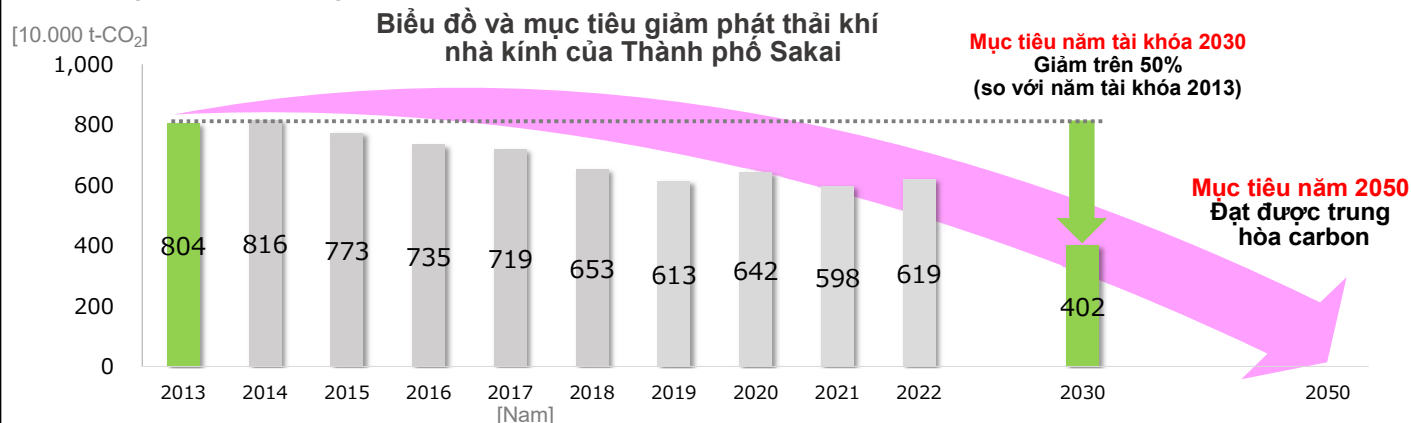
Lượng cắt giảm phát thải khí nhà kính (so với năm tài khóa 2013):

Giảm trên 50% lượng phát thải trong toàn thành phố và trên 50% lượng phát thải của Tòa thị chính Sakai

Công suất lắp đặt điện mặt trời: từ 240 MW trở lên

【Định hướng triển khai các hoạt động nhằm đạt được mục tiêu】

Lấy các biện pháp giảm nhẹ và thích ứng làm hai trụ cột của ứng phó với biến đổi khí hậu, các bên liên quan sẽ triển khai nhiều hoạt động khác nhau hướng tới khử cacbon.



## Ví dụ hoạt động của thành phố ① (Thúc đẩy lắp đặt điện mặt trời)



### ○ Triển khai tại các công trình công cộng

Với vai trò tiên phong, thành phố đang tích cực thúc đẩy việc lắp đặt điện mặt trời tại các cơ sở công cộng của thành phố (như các trường tiểu học công lập và nhà máy xử lý nước thải).

Phân loại	Số lượng cơ sở	Công suất phát điện
Thành phố lắp đặt	101 cơ sở	1,323.0kW
Lắp đặt bằng hình thức cho thuê mái, sử dụng nguồn vốn tư nhân	14 cơ sở	1,566.3kW
<b>Tổng cộng</b>	<b>115 cơ sở</b>	<b>2,879.3kW</b>



Nhà máy xử lý nước thải

※Các trường hợp lắp đặt nhiều hệ thống tại cùng một cơ sở được tính là 1 cơ sở. (tính đến cuối năm tài khóa 2024)

### ○ Trợ cấp cho dự án hỗ trợ lắp đặt thiết bị năng lượng tái tạo cho nhà dân

Thành phố hỗ trợ một phần chi phí nếu công dân, doanh nghiệp, v.v. lắp đặt các thiết bị dưới đây và đáp ứng các tiêu chuẩn nhất định.

- Hệ thống điện mặt trời
- Xe điện, xe chạy bằng pin nhiên liệu và thiết bị sạc lắp đặt tại các chung cư hiện hữu
- Hệ thống điện mặt trời, hệ thống pin nhiên liệu, HEMS và thiết bị cấp nước nóng hiệu suất cao lắp đặt tại nhà ở đáp ứng các yêu cầu của ZEH+ (※)

※ZEH+ : Nhà ở ZEH được thiết kế để tăng tỷ lệ tiêu thụ năng lượng tái tạo tại chỗ thông qua việc tiết kiệm năng lượng hơn nữa và vận hành hiệu quả các thiết bị năng lượng.

**Số lượng: Tổng cộng  
483 dự án**

(Thực tế năm tài khóa 2024)

8

## Ví dụ hoạt động của thành phố ② (Thúc đẩy tiết kiệm năng lượng)



### ○ Trợ cấp dự án hỗ trợ lắp đặt thiết bị tiết kiệm năng lượng cho doanh nghiệp

Các nhà máy trong thành phố có thể nhận hỗ trợ một phần chi phí nếu thay thế thiết bị hiện có bằng thiết bị tiết kiệm năng lượng và dự kiến đạt hiệu quả tiết kiệm năng lượng nhất định.

**Tổng số ca: 177 dự án**

(Đến năm tài khóa 2024)

### ○ Dự án cử chuyên gia tiết kiệm năng lượng & máy nén khí (Đánh giá tiết kiệm năng lượng)

Cử chuyên gia từ nhà sản xuất để đưa ra các đề xuất về tiết kiệm năng lượng và giảm chi phí cho máy nén khí dựa trên kết quả đo đạc.

**Tổng số : 67 dự án**

(Đến năm tài khóa 2024)



9

## Ví dụ hoạt động của thành phố ③ (Thúc đẩy sử dụng hydro)



- Thành phố đã đưa xe chạy bằng pin nhiên liệu (FCV) vào sử dụng cho xe công vụ.



Xe công vụ của Thành phố Sakai

- Thành phố phối hợp với các doanh nghiệp tư nhân, thúc đẩy việc phổ biến xe điện chủ yếu là xe không phát thải (ZEV) và các hoạt động sử dụng năng lượng hydro.



Lái thử xe tải chạy bằng pin nhiên liệu (FC Truck)



Trình diễn thấp sáng cây thông Giáng sinh sử dụng nguồn điện chia sẻ từ FCV



Thí nghiệm sử dụng FCV làm nguồn điện làm việc trong trường hợp thiên tai

10

## Ví dụ hoạt động của doanh nghiệp ① (Điện mặt trời, pin lưu trữ, khí thiên nhiên hóa lỏng LNG)



### ■ Công ty Cảng Sakai Senboku

※ Đối tác dự án hợp tác đô thị giữa Đà Nẵng - Sakai

Vận hành dự án điện mặt trời tận dụng hiệu quả mái của các cơ sở sở hữu



Điện mặt trời

(Nguồn: Công ty Cảng Sakai Senboku)

### ■ Công ty Sharp

※ Đối tác dự án hợp tác đô thị giữa Đà Nẵng - Sakai

Thực hiện phát triển công nghệ và kinh doanh hệ thống điện mặt trời và hệ thống pin lưu trữ thông minh

Hệ thống điện mặt trời  
Hệ thống pin lưu trữ thông minh

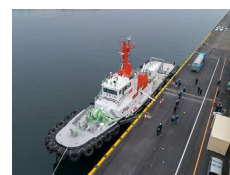
(Nguồn: Công ty Sharp)



### ■ Công ty Osaka Gas

※ Đối tác dự án hợp tác đô thị giữa Đà Nẵng - Sakai

Thực hiện bán và vận chuyển khí thiên nhiên hóa lỏng (LNG). Ngoài ra, lần đầu tiên tại Kansai đã cung cấp nhiên liệu cho tàu lai dắt chạy bằng LNG.



Bán và vận chuyển LNG  
Tiếp nhiên liệu LNG (LNG Bunkering)

(Nguồn: Công ty Osaka Gas)

11

## Ví dụ hoạt động của doanh nghiệp tư nhân ② (Hydro)

○ Trong thành phố Sakai có nhiều doanh nghiệp liên quan đến hydro

■ Công ty Hydro Edge

※ Đối tác dự án hợp tác đô thị giữa Đà Nẵng - Sakai

Sản xuất khí hydro bằng phương pháp reforming hơi nước từ khí tự nhiên. Sử dụng nhiệt lạnh từ nitơ lỏng và nhiệt lạnh sinh ra từ quá trình nén – giãn nở của hydro để hóa lỏng hydro.



**Bộ chuyển hóa**

(Nguồn: Trang web Công ty Hydro Edge)

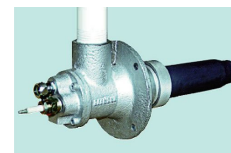
■ Công ty Chugairo Kogyo

※ Đối tác dự án hợp tác đô thị giữa Đà Nẵng - Sakai

Phát triển chung đèn đốt hydro với Công ty Toyota Motor. Đạt lượng CO2 phát thải bằng 0, hiệu suất NOx thấp vượt trội và độ an toàn cao.

**Đèn đốt hydro**

(Nguồn: Trang web Công ty Chugairo Kogyo)



**Transloader không phát thải cho cảng**

(Nguồn: Công ty Mitsui E&S)

■ Công ty Mitsui E&S

※ Đối tác dự án hợp tác đô thị giữa Đà Nẵng - Sakai

Phát triển cần cầu chạy bằng lốp cao su, trang bị pin nhiên liệu hydro

■ Công ty Kaji Tech

Phát triển máy nén không dầu làm mát bằng không khí, có thể tăng áp suất khí hydro lên 110 MPa

**Máy nén**

(Nguồn: Trang web Công ty Kaji Tech)



## 3. Các hoạt động khác của Thành phố Sakai về giảm phát thải các bon

# Tổng quan về “Dự án Sakai Sản xuất và Tiêu thụ Năng lượng Tại chỗ” – Khu vực tiên phong khử cacbon



- 【Khu vực tiên phong khử cacbon】 Thành phố Sakai được Bộ Môi trường Nhật Bản lựa chọn là khu vực tiên phong thúc đẩy khử cacbon trên toàn quốc
- 【Mục tiêu】 Đạt được lượng CO2 phát thải gần như bằng 0 từ việc tiêu thụ điện tại các cơ sở mục tiêu vào năm tài khóa 2030
- 【Tổng quan dự án】
- ① Triển khai **tòa nhà năng lượng bằng 0** tiên phong tại khu trung tâm tập trung các tòa nhà thương mại và nhà ở
  - ② Phát triển **khu đô thị năng lượng bằng 0** tại Khu đô thị mới Senboku
  - ③ **Cung cấp điện dư** từ hệ thống điện mặt trời lắp đặt tại các cơ sở tư nhân **cho cả hai khu vực**



# Ví dụ các hoạt động của khu vực tiên phong khử cacbon “Dự án Sakai Sản xuất và Tiêu thụ Năng lượng Tại chỗ”



【Ví dụ các hoạt động dự án】 Cải tạo trụ sở chính thành phố Sakai thành tòa nhà ZEB (năng lượng bằng 0)

<Nội dung>

- Dự kiến đạt chứng nhận ZEB Oriented (※1), cải thiện hiệu suất thiết bị cũ và áp dụng quản lý năng lượng, tiết kiệm năng lượng hơn 40% so với tiêu chuẩn do chính phủ quy định.
- Việc cải tạo ZEB cho tòa nhà hành chính hiện có có tổng diện tích sàn lớn nhất cả nước.
- Dự kiến thực hiện thông qua dự án ESCO (※2).

※1 ZEB Oriented : Một loại ZEB loại hình tòa nhà tiết kiệm năng lượng theo quy định Nhật Bản.

※2 Dự án ESCO: ESCO (Energy Service Company) cung cấp dịch vụ tiết kiệm năng lượng toàn diện cho việc cải tạo thiết bị hiện có, bao gồm thiết kế, thi công, vận hành, bảo trì, đo lường và kiểm chứng hiệu quả tiết kiệm năng lượng, đồng thời đảm bảo mức tiết kiệm chi phí điện, nước, nhiên liệu.

<Tổng quan trụ sở chính>

Cấu trúc tòa nhà (năm hoàn thành): Tòa nhà chính (2003), Tòa cao tầng (1990), Trung tâm y tế & bãi đỗ xe (2021)

Tổng diện tích sàn: 75.989 m<sup>2</sup>

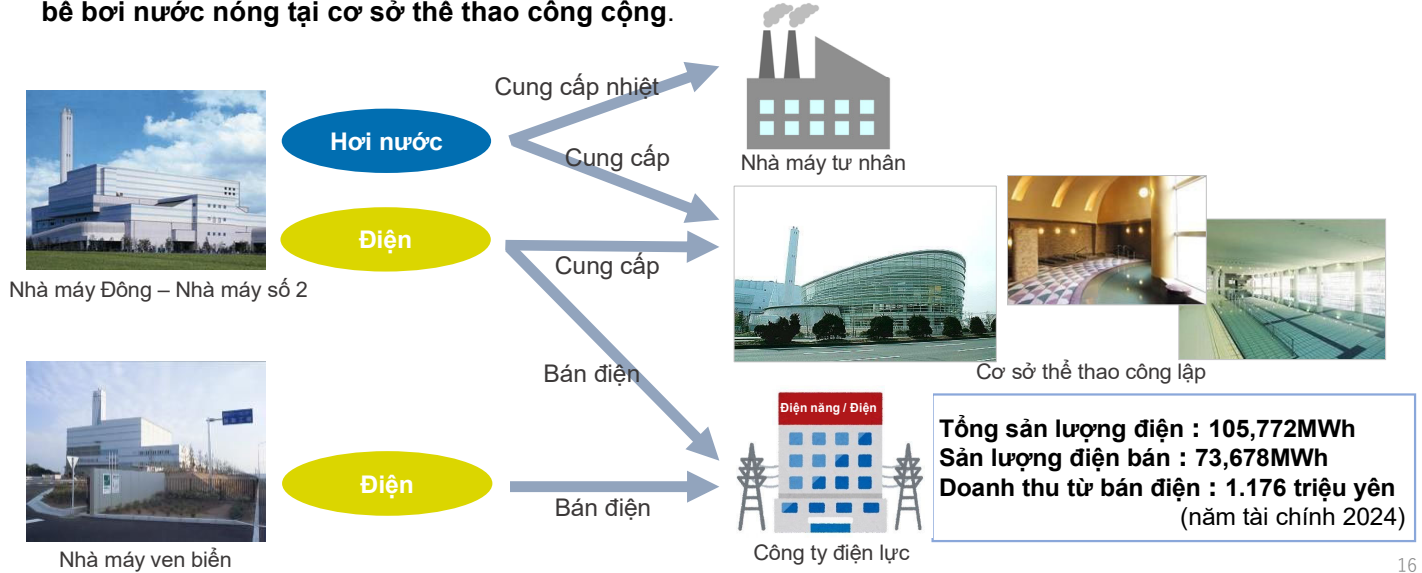
<Hạng mục cải tạo>

- Chuyển đổi hệ thống chiếu sáng sang LED
- Nâng cao hiệu suất thiết bị nguồn nhiệt điều hòa không khí
- Áp dụng điều khiển biến tần cho máy điều hòa và thiết bị liên quan
- Triển khai hệ thống quản lý năng lượng



## Tận dụng nhiệt dư tại nhà máy xử lý rác thải của thành phố

- Tại nhà máy xử lý rác thải của thành phố, nhiệt dư từ việc đốt rác được sử dụng để phát điện, **bán điện cho công ty điện lực** và **cung cấp điện cho cơ sở thể thao công cộng** liền kề.
- Nhiệt dư còn được dùng để tạo hơi, **cung cấp nhiệt cho nhà máy tư nhân** liền kề và **làm nguồn nhiệt cho bể bơi nước nóng tại cơ sở thể thao công cộng**.



**Xin cảm ơn sự chú ý lắng nghe của quý vị.**

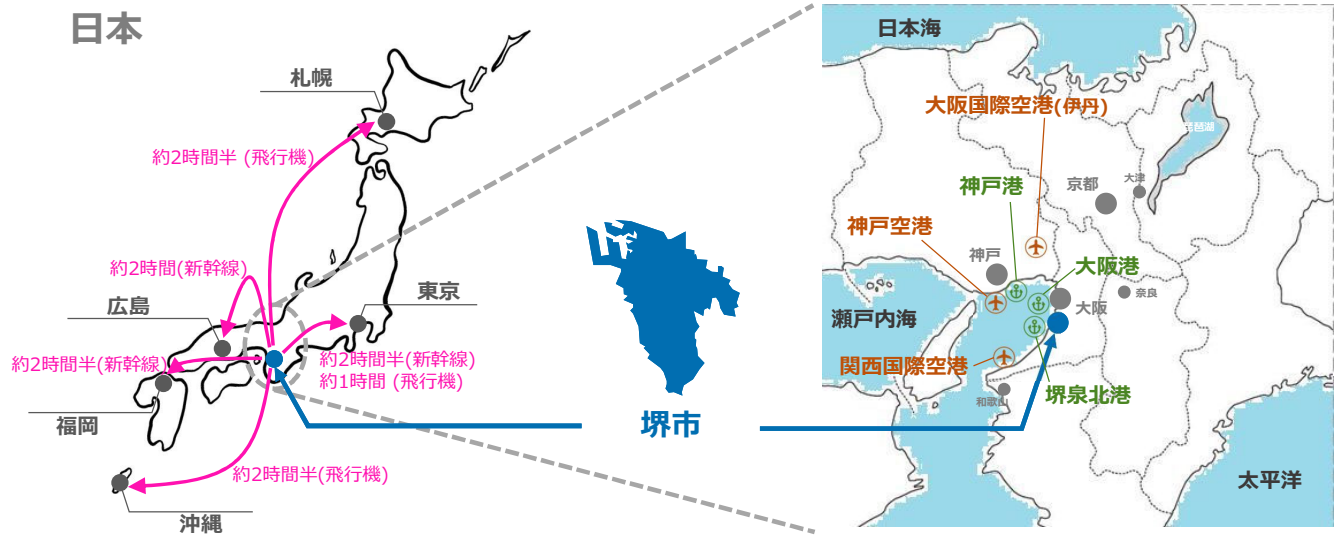
# 堺市の脱炭素に向けた施策

都市間連携事業「ダナン市におけるカーボンニュートラル実現に向けた脱炭素都市形成支援事業」  
2026年1月13日 堺市環境局カーボンニュートラル推進部環境政策課

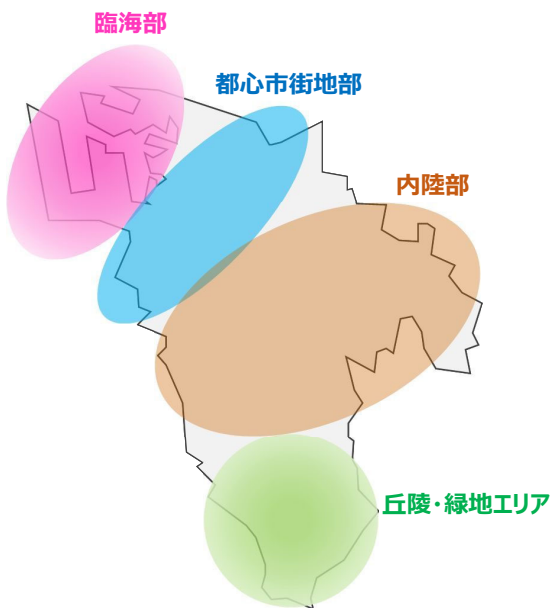
## 1.堺市の紹介

# ロケーション

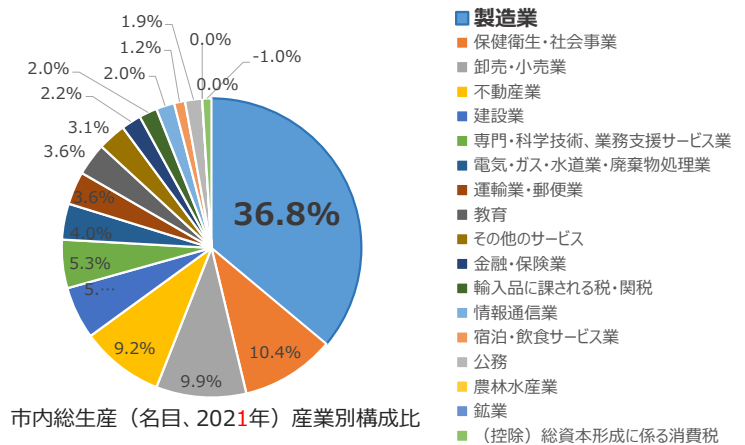
- 大阪府で2番目の人口・面積を有する都市です。大阪市に隣接し、近くには京都市・神戸市等の大きな都市が位置しています。
- 幹線道路が非常に発展しており、国際空港や港に近いため、国内の主要都市（東京・札幌・福岡等）や海外に容易にアクセスできます。



# 社会・経済の概要



- 人口：803,509人（2025年11月1日現在）
- 面積：149.83 km<sup>2</sup>（2025年11月1日現在）
- 姉妹・友好都市：ダナン市（ベトナム社会主義共和国）等
- 市内総生産：3兆6464億円（名目）（2021年度）  
3兆5459億円（実質）（2021年度）



市内総生産（名目、2021年）産業別構成比

- 製造品出荷額：4兆4977 億円（2023年6月1日現在）  
※全市町村の中で4位

## 日本有数の産業都市

- 堺市は日本有数の産業都市であり、先進的な環境・脱炭素技術を有する企業が多数立地しています。
- 臨海部は複数の製油所、火力発電所、ガス製造所、水素製造所等が立地しており、エネルギー生産の拠点となっています。



堺市の臨海部

## 計画の体系図

堺市基本計画2025（2021～2025）・堺市SDGs未来都市計画（2021～2025）

### 堺環境戦略（2021～）

- 2050年に向けた長期的な環境ビジョン
- 4つの“C”をキーワードに、世界をリードする環境先進都市をめざす

①革新的イノベーションを結集した  
脱炭素都市

**Carbon Neutral**

②環境と経済とが調和する  
循環都市

**Circular**

③自然と共生した安全・安心で魅力ある  
快適都市

**Comfortable**

④イノベーションを生み出し展開する  
貢献・協働都市

**Cooperation**

堺市地球温暖化対策実行計画（2022～2030）

堺エネルギー地産地消プロジェクト（2022～2030）

## 2.堺市の気候変動に関する計画と取組例

### 気候変動に関する計画

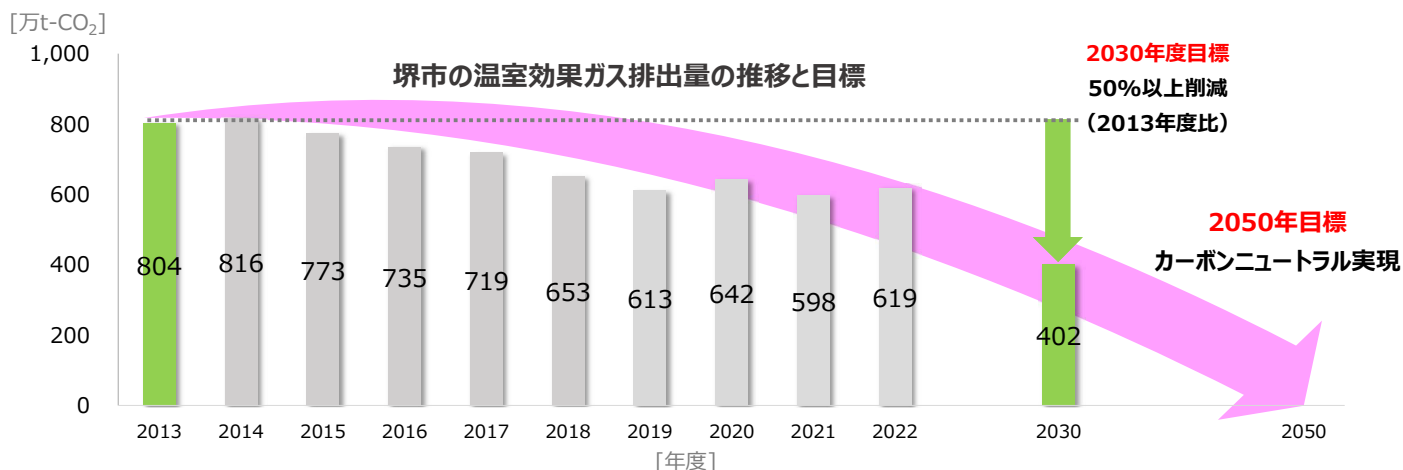
○ 地球温暖化対策を総合的かつ計画的に推進するため、「堺市地球温暖化対策実行計画」を策定しています。

#### 【2030年度目標】

温室効果ガス排出削減量（2013年度比）：市域の排出量を50%以上削減、堺市役所の排出量を50%以上削減  
太陽光発電設備導入容量：240MW 以上

#### 【目標達成に向けた取組の方向性】

緩和策と適応策を気候変動対策の両輪とし、脱炭素化に向けた様々な取組を各主体が実施する



## 市の取組例①（太陽光発電の導入促進）

### ○ 公共施設への導入

市は、先導的な役割として、市の公共施設（市立小学校や下水処理場など）への太陽光発電の導入を積極的に推進しています。

分類	施設数	発電容量
市が設置	101施設	1,323.0kW
屋根貸して民間資金を活用して設置	14施設	1,566.3kW
合計	<b>115施設</b>	<b>2,879.3kW</b>

※同一施設に複数設置している施設は1つとしてカウント。

(2024年度末現在)



下水処理場

### ○ 住宅向け再生可能エネルギー機器等導入支援事業補助金

市は、市民・事業者等が以下の機器を導入し、一定の基準を満たした場合に、費用の一部を補助しています。

- 太陽光発電システム
- 電気自動車・燃料電池自動車・既設の集合住宅へ導入した充電設備
- ZEH+（※）の要件を満たした住宅へ導入した太陽光発電システム・燃料電池システム・HEMS及び高効率給湯設備

※ZEH+：ZEHを、さらなる省エネルギー・設備の効率的運用等によって、再生可能エネルギーの自家消費率拡大をめざした住宅

**件数：計483件**  
(2024年度実績)

## 市の取組例②（省エネルギーの推進）

### ○ 事業所向け省エネ設備等導入支援事業補助金

市内工場等が既存設備を省エネ機器に更新することにより、一定以上の省エネ効果が見込める場合に、費用の一部を補助しています。

**累計件数：計177件**  
(2024年度まで)

### ○ 空気圧縮機・省エネアドバイザー派遣事業（省エネ診断）

メーカーの専門家を派遣し、測定結果をもとに空気圧縮機の省エネ・コスト削減の方法を提案しています。

**累計件数：計67件**  
(2024年度まで)



## 市の取組例③（水素の利用）

- 市の公用車に燃料電池自動車（FCV）を導入しています。



堺市公用車

- 民間企業と連携し、ゼロエミッション車（ZEV）を中心とした電動車の普及や水素エネルギーの利活用に向けた取組を推進しています。



FCトラック試乗会



FCV電源共有を利用した  
クリスマスツリー点灯デモンストレーション



災害時を想定した作業用電源としての  
FCV活用実験

## 民間企業の取組例①（太陽光発電・蓄電池・液化天然ガス）

- 堺泉北埠頭株式会社 ※都市間連携事業の共同事業者  
所有施設（上屋の屋根）を有効活用した太陽光発電事業を運営



太陽光発電

(出典：堺泉北埠頭株式会社)

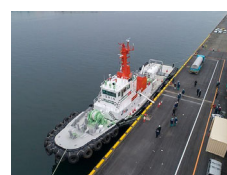
- シャープ株式会社 ※関連会社が都市間連携事業の共同事業者  
太陽光発電システムやスマート蓄電池システムの技術開発・販売を行う

太陽光発電システム  
スマート蓄電池システム

(出典：シャープ株式会社)



- 大阪ガス株式会社 ※都市間連携事業の共同事業者  
液化天然ガス（LNG）の販売・輸送を行う  
また、関西で初めてLNG燃料タグボートへの燃料供給を実施



LNGの販売・輸送  
LNGバンカリング

(出典：大阪ガス株式会社)

## 民間企業の取組例②（水素）

○ 堺市内には、水素関連企業が複数立地

- **ハイドロエッジ株式会社** ※都市間連携事業の共同事業者  
天然ガスを水蒸気改質し、水素ガスを製造  
液化窒素の冷熱と水素の圧縮・膨張で得られる冷熱を使って水素を液化
- **中外炉工業株式会社** ※関連会社が都市間連携事業の共同事業者  
トヨタ自動車株式会社と水素バーナを共同開発  
二酸化炭素排出量ゼロ、優れた低NOx性能と高い安全性を実現
- **株式会社三井E&S** ※都市間連携事業の共同事業者  
水素燃料電池を搭載したラバータイヤ式門型クレーンを開発
- **加地テック株式会社**  
水素ガスを110MPaに昇圧可能な空冷オイルレス圧縮機を開発

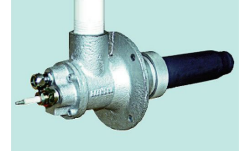


**改質器**

(出典：ハイドロエッジ株式会社HP)

**水素バーナ**

(出典：中外炉工業株式会社HP)



**港湾用ゼロエミッション  
トランスレーナ**

(出典：株式会社三井E&S)

**圧縮機**

(出典：加地テック株式会社HP)



20

## 3.堺市の脱炭素化に関するその他の取組

## 脱炭素先行地域「堺エネルギー地産地消プロジェクト」の概要

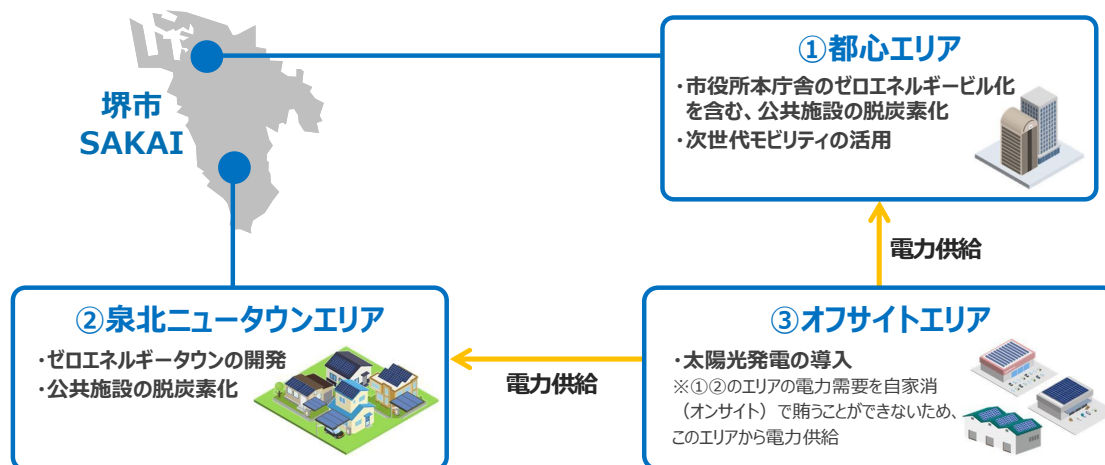
【脱炭素先行地域】 堺市は、全国に先駆けて脱炭素化を推進する地域として日本国環境省から選定

【目標】 2030年度までに対象施設における電力消費に伴うCO2排出の実質ゼロを実現

【プロジェクトの概要】 ①商業ビルや住宅が集積する都心エリアで率先した**ゼロエネルギービル化**

②泉北ニュータウンエリアで**ゼロエネルギータウン**の開発

③民間施設に設置した太陽光発電の**余剰電力を両エリアに供給**



22

## 脱炭素先行地域「堺エネルギー地産地消プロジェクト」の取組例

【プロジェクトの取組例】 堺市本庁舎のZEB（ゼロエネルギービル）化改修

<内容>

○老朽化した設備の効率化やエネルギーマネジメントの導入等により、国が定める基準から40%以上省エネとなるZEB Oriented（※1）の認定取得をめざしています。

○既設の自治体庁舎のZEB化改修では、延床面積が全国最大です。

○ESCO事業（※2）により実施する予定です。

※1 ZEB Oriented：日本の省エネ建築制度で規定するZEB（Net Zero Energy Building）の一種。

※2 ESCO事業：ESCO（Energy Service Company）が、既存設備の改修について、設計・施工・運転管理・維持管理・エネルギー削減効果の計測や検証など包括的な省エネルギーサービスを提供し、光熱水費の削減額を保証する事業。

<本庁舎概要>

建物構成（竣工年）：本館（2003年）、高層館（1990年）  
保健センター・駐車場（2021年）

延床面積：75,989m<sup>2</sup>

<主な改修内容>

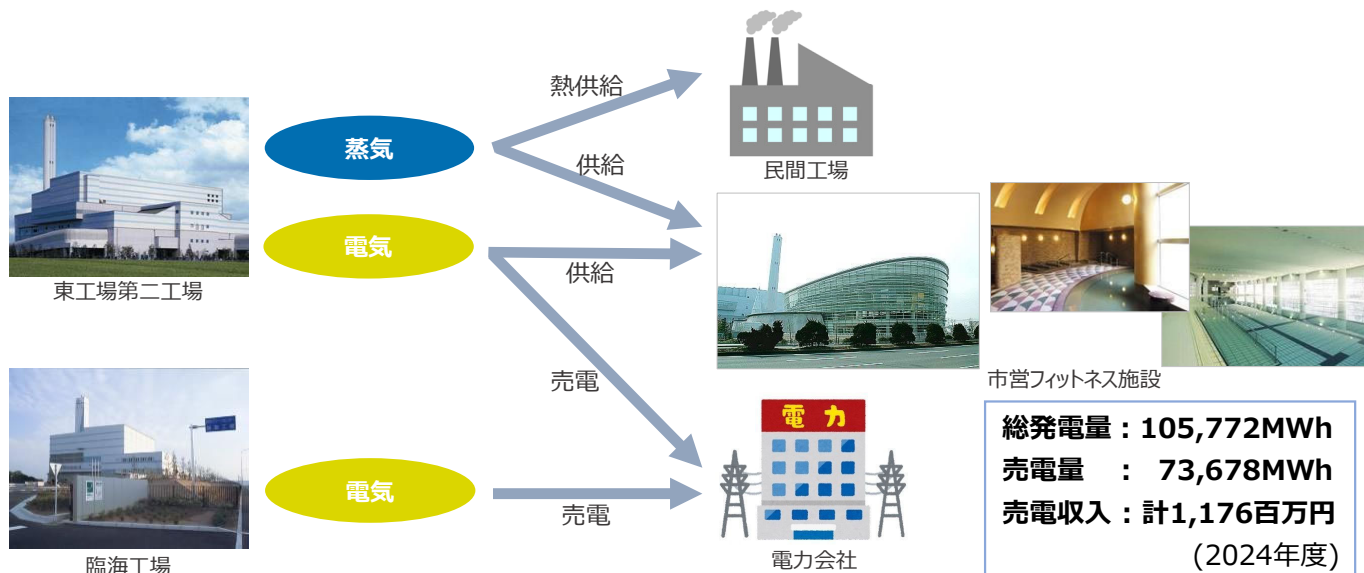
- ・照明のLED化
- ・空調熱源設備の効率化
- ・空調機等のインバータ制御の導入
- ・エネルギーマネジメントシステムの導入



12

## 市の清掃工場での余熱利用

- 市の清掃工場では、廃棄物を焼却した際の余熱で発電し、電力会社への売電や、隣接する市営フィットネス施設への電力供給を行っています。
- 余熱から蒸気も生成し、隣接する民間工場への熱供給や、市営フィットネス施設の温水プール等の熱源として利用しています。



ご清聴ありがとうございました。

## 附属資料 B

Khuôn khổ hợp tác liên thành phố về  
hiện thực hóa xã hội giảm các bon năm tài chính 2025

# Dự án ủy thác hỗ trợ hình thành thành phố trung hòa các bon tại thành phố Đà Nẵng [Nghiên cứu giảm phát thải carbon tại Cảng Tiên Sa]

Tháng 1 năm 2026

Công ty Oriental Consultants

1

## Mục lục



1. Chia sẻ kiến thức công nghệ khử cacbon trong lĩnh vực cảng biển
  - (1) Về việc khử carbon tại các bến cảng (Terminal)
  - (2) Tình hình phát triển và áp dụng thiết bị xếp dỡ sử dụng nhiên liệu Hydro xanh
  - (3) Hệ thống cung cấp hydro xanh ở Nhật Bản

# 1. Chia sẻ kiến thức công nghệ khử cacbon trong lĩnh vực cảng biển



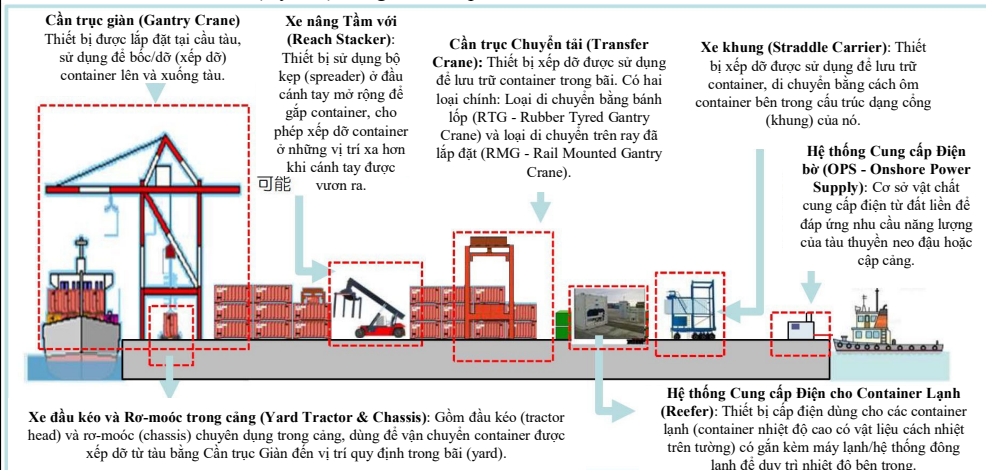
## (1) Về việc khử carbon tại các bến cảng (Terminal)

- Bến cảng là nơi tập trung nhiều thiết bị xếp dỡ và vận chuyển hàng hóa, thiết bị điện và thông tin liên lạc, đồng thời có rất nhiều nguồn tiêu thụ năng lượng cần được nhắm tới trong các nỗ lực khử carbon.

### Thiết bị xếp dỡ/vận chuyển chính trong bến cảng

Nguồn động lực của các thiết bị xếp dỡ di chuyển trên ray (Cần trục giàn - Gantry Crane và Cần trục khung - RMG) thường là điện. Các thiết bị di chuyển bằng bánh lốp như Xe khung (Straddle Carrier), Xe nâng (Reach Stacker), Xe đầu kéo trong cảng thường sử dụng động cơ diesel (dầu DO), tuy nhiên cũng có một số loại thiết bị lai (Hybrid) trang bị thêm pin

### Tàu thuyền và xe cộ ra vào bến cảng



**Tàu container và các Tàu công tác khác (Bao gồm tàu kéo...):** Tàu container và các tàu công tác khác sử dụng năng lượng từ máy phụ (máy phát điện: động cơ diesel) để đáp ứng nhu cầu điện năng khi neo đậu tại cảng.

**Xe đầu kéo Rơ-moóc Container (Vận chuyển Hậu phương):** Bao gồm đầu kéo (tractor head) và rơ-moóc (chassis) được sử dụng để vận chuyển container từ cảng đến các chủ hàng/điểm đến trong khu vực hậu phương (hinterland). Loại xe này về cơ bản sử dụng động cơ diesel và nhiên liệu dầu diesel.

(Nguồn: Bộ Đất đai, Cơ sở hạ tầng, Giao thông vận tải và Du lịch, Cục Cảng và Bến cảng)

# 1. Chia sẻ kiến thức công nghệ khử cacbon trong lĩnh vực cảng biển



## (1) Về việc khử carbon tại các bến cảng (Terminal)

- Tại các bến cảng, tùy thuộc vào vị trí làm việc, có nhiều loại thiết bị xếp dỡ khác nhau. Ví dụ: Cần trục giàn (Container Crane) thực hiện xếp dỡ container giữa cầu tàu và tàu container; Cần trục bánh lốp (RTG) thực hiện xếp dỡ container lên/xuống xe đầu kéo trong bãi container.

**Xe đầu kéo trong cảng**  
Động cơ: Động cơ Diesel



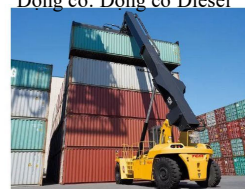
(出典) 藤島運輸HP

**Xe nâng Top Lifter**  
Động cơ: Động cơ Diesel



(出典) アートプロHP

**Xe khung (Reach Stacker)**  
Động cơ: Động cơ Diesel



(出典) 三菱ロジスネクストHP

**Xe khung**  
Động cơ: Phát điện bằng động cơ diesel

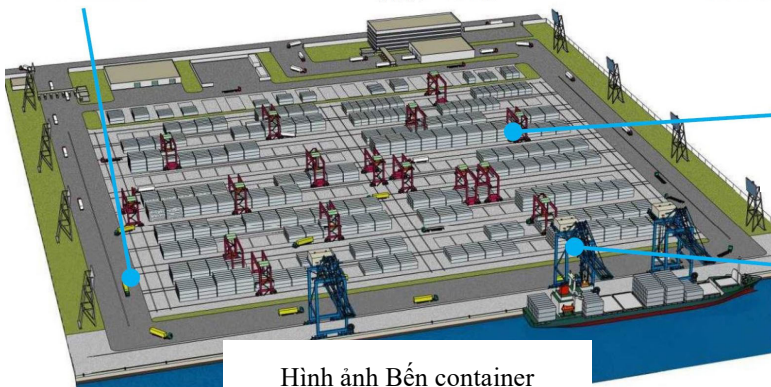


(出典) 港湾荷役システム協会HP

**Cần trục RTG**  
Động cơ: Phát điện bằng động cơ diesel

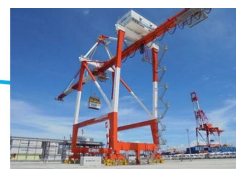


(出典) 日本郵船HP



Hình ảnh Bến container

**Cần trục giàn**  
Động cơ: Điện (Điện lưới)



(出典) 港湾技能研修センターHP

(Nguồn: Bộ Đất đai, Cơ sở hạ tầng, Giao thông vận tải và Du lịch, Cục Cảng và Bến cảng)

# 1. Chia sẻ kiến thức công nghệ khử cacbon trong lĩnh vực cảng biển



## (1) Về việc khử carbon tại các bến cảng (Terminal)

- Tổng hợp phân loại áp dụng các công nghệ mới hướng tới Cảng trung hòa carbon (CNP) bên trong và bên ngoài bến cảng.

phân loại	Thiết bị / Cơ sở vật chất	Công nghệ mới hướng tới cảng trung hòa carbon
Bên trong bến cảng	Thiết bị xếp dỡ <ul style="list-style-type: none"> <li>● Cần trục giàn</li> <li>● Cần trục chuyên tải</li> <li>● Xe khung</li> <li>● Xe nâng tầm với (Reach Stacker/Forklift)</li> <li>● Xe rơ-moóc trong bãi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Điều khiển biến tần (Inverter)</li> <li>• Lai hóa (Hybrid) giữa hồi năng lượng và tích điện</li> <li>• Động cơ đốt trong hydro</li> <li>• Pin nhiên liệu (FC) (bao gồm cả Hybrid)</li> <li>• Điện khí hóa</li> </ul>
	Cơ sở khác <ul style="list-style-type: none"> <li>● Thiết bị cấp điện cho container lạnh</li> <li>● Chiếu sáng bãi</li> <li>● Tòa nhà quản lý, v.v.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nguồn điện Pin nhiên liệu (FC)</li> <li>• Đèn LED chiếu sáng</li> </ul>
Khu vực ranh giới	Tàu/Xe ra vào: <ul style="list-style-type: none"> <li>● Thiết bị cấp điện bờ (OPS)</li> <li>● Trạm hydro</li> </ul>	
Vận tải biển	Tàu cập cảng <ul style="list-style-type: none"> <li>● Tàu vào cảng</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Động cơ đốt trong chạy bằng hydro</li> <li>• Pin nhiên liệu FC ( bao gồm cả hybrid )</li> <li>• Điện khí hóa</li> </ul>
Vận tải nội địa	Xe ra vào <ul style="list-style-type: none"> <li>● Xe rơ móc / Xe tải</li> </ul>	

(Nguồn: Bộ Đất đai, Cơ sở hạ tầng, Giao thông vận tải và Du lịch, Cục Cảng và Bến cảng)

# 1. Chia sẻ kiến thức công nghệ khử cacbon trong lĩnh vực cảng biển



## (1) Về việc khử carbon tại các bến cảng (Terminal)

- Phân loại thiết bị xếp dỡ** khử carbon theo nhiên liệu chính gồm 3 loại. Mỗi loại đều có ưu nhược điểm về kỹ thuật/vận hành, chi phí và hiệu quả khử carbon. Việc lựa chọn phụ thuộc vào đặc điểm cảng, chi phí nhiên liệu và hạ tầng cung cấp.

Nhiên liệu	Kỹ thuật/vận hành	Chi phí	Hiệu quả khử cacbon
Hydro (Pin nhiên liệu, động cơ hydro)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Không cần thiết bị cung cấp điện (dây dẫn, thiết bị trạm biến áp, v.v.) ít hạn chế hơn về không gian bãi.</li> <li>● Hầu như chưa có thực tế áp dụng tại cảng, sự phù hợp vận hành và chuỗi cung ứng an toàn/ổn định còn là ẩn số.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Chi phí đầu tư ban đầu lớn cho thiết bị mới/cải tạo và trạm nạp Hydro.</li> <li>● Cần hệ thống cung cấp Hydro ổn định, giá rẻ.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ ○ Hiệu quả cao nếu dùng Hydro Xanh/Blue.</li> <li>● Nguồn cung Hydro Xanh/Blue ổn định, giá rẻ chưa rõ ràng.</li> </ul>
Điện (Chạy điện)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Công nghệ đã hoàn thiện, nhiều thực tế áp dụng</li> <li>○ Không cần nạp nhiên liệu</li> <li>● Cần lắp đặt thiết bị cấp điện (dây dẫn...), gây giảm diện tích bãi, cần thay đổi layout</li> <li>● Mất thời gian để chuyển làn (lane change)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Chi phí cạnh tranh so với các phương pháp khác</li> <li>● Lo ngại rằng giá điện sẽ tăng khi sử dụng nguồn điện sạch</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Nếu có thể mua được các nguồn năng lượng không phát thải carbon (năng lượng tái tạo, v.v.), có thể đạt được hiệu quả khử carbon.</li> <li>● Nguồn cung ổn định và giá thành rẻ cho các nguồn điện không phát thải carbon chưa rõ ràng</li> </ul>
Nhiên liệu sinh học, Tổng hợp	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Có thể sử dụng động cơ diesel hiện có, vận hành tương đối dễ dàng</li> <li>○ Không cần thiết bị cung cấp điện (dây dẫn, thiết bị trạm biến áp, v.v.) ít hạn chế hơn về không gian.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Cơ sở vật chất hiện có có thể được tái sử dụng</li> <li>● Cần có hệ thống cung cấp nhiên liệu ổn định và giá thành rẻ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Nếu mua được nhiên liệu sinh học và nhiên liệu tổng hợp, có thể đạt được hiệu quả khử carbon.</li> <li>● Nguồn cung ổn định và giá thành rẻ chưa rõ ràng</li> </ul>

○ Ưu điểm và lợi thế ● Nhược điểm và lo ngại (Nguồn: Bộ Đất đai, Cơ sở hạ tầng, Giao thông vận tải và Du lịch, Cục Cảng và Bến cảng)

# 1. Chia sẻ kiến thức công nghệ khử cacbon trong lĩnh vực cảng biển



## (2) Tình hình phát triển và áp dụng thiết bị xếp dỡ sử dụng nhiên liệu Hydro xanh

- RTG chạy Pin nhiên liệu (FC): Các nhà sản xuất Nhật Bản đang thương mại hóa và phát triển kỹ thuật. Đang thực nghiệm tại các cảng trong và ngoài nước Nhật.
- Thiết bị khác: Straddle Carrier, Reach Stacker, Top Lifter cũng đang được thực nghiệm ở nước ngoài. Khả năng phổ cập Hydro tại các cảng container sẽ mở rộng trong tương lai. nước ngoài và có khả năng hydro sẽ được sử dụng rộng rãi hơn tại các cảng container trong tương lai.

Thiết bị xếp dỡ	Tên cảng (tên quốc gia)	Hệ thống truyền động	Nhà sản xuất	Tổng quan
RTG	Cảng Los Angeles (Hoa Kỳ)	FC	Mitsui E&S	Thực nghiệm từ tháng 5 năm 2024 (dự án NEDO)
	Cảng Vancouver (Canada)	FC	TYCROP	Kế hoạch thực nghiệm tại cảng DP World
	Cảng Tokyo (Nhật Bản)	FC	Mitsui E&S	Thực nghiệm từ tháng 10 năm 2024
	Cảng Yokohama (Nhật Bản)	FC	Mitsui E&S	Kế hoạch thực nghiệm năm 2025
	Cảng Kobe (Nhật Bản)	Động cơ hydro (monocarbon)	Mitsui E&S, v.v.	Kế hoạch thực nghiệm năm 2025
	-	FC	Mitsubishi Logisnext, Sumitomo Heavy Industries Material Handling Systems	Công nghệ đang được phát triển
RMG	Cảng Thanh Đảo (Trung Quốc)	FC	không rõ	Thực nghiệm năm 2020
Xe khung	Cảng Antwerp (Bi)	Động cơ hydro (đốt cháy hỗn hợp)	TEREX	Thực nghiệm tại cảng MSC PSA Europa năm 2023
	-	FC	Konecranes, ZPMC	Công nghệ đang được phát triển
Xe tự hành AGV	(Chưa rõ địa điểm cảng)	FC	GAUSSIAN	
Xe nâng Reach Stacker	Cảng Valencia (Tây Ban Nha)	FC	Hyster	Đang thực nghiệm
Xe nâng Top Lift	Cảng Hamburg (Đức)	FC	Hyster	Đang thực nghiệm
	Cảng Los Angeles (Hoa Kỳ)	FC	Hyster	Đang thực nghiệm
		FC	Toyota Tsusho Mỹ, Taylor	Đang thực nghiệm (dự án NEDO)

(Nguồn: Bộ Đất đai, Cơ sở hạ tầng, Giao thông vận tải và Du lịch, Cục Cảng và Bến cảng)

# 1. Chia sẻ kiến thức công nghệ khử cacbon trong lĩnh vực cảng biển



## (2) Tình hình phát triển và áp dụng thiết bị xếp dỡ sử dụng nhiên liệu Hydro xanh

### RTG

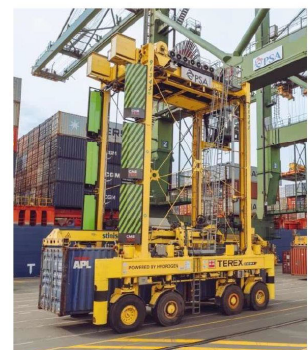
- ◆ Toyota Tsusho và các công ty khác hiện đang tiến hành một dự án trình diễn chuyển đổi RTG và các loại pin nhiên liệu khác thành pin nhiên liệu tại Cảng Los Angeles (dự án NEDO, dự kiến thực hiện trong các năm tài chính 2020-2025).
- ◆ Tại Nhật Bản, các dự án trình diễn chuyển đổi pin nhiên liệu thành pin nhiên liệu tại Cảng Tokyo và Cảng Yokohama, và chuyển đổi pin nhiên liệu thành động cơ hydro tại Cảng Kobe đang được tiến hành.



左: 全体、右: FCパワーバック搭載部分  
(出典) 三井E&S

### Xe nâng hàng

- ◆ Tại Nhà ga MSC PSA Châu Âu ở Cảng Antwerp (Bi), một cuộc trình diễn sẽ được tiến hành (năm 2023) về tàu chở hàng EREX có cụm động cơ đã được chuyển đổi thành động cơ diesel hỗn hợp hydro CMB (70% hydro).



(出典) CMB.TECH社HP

### Xe nâng Reach Stacker

- ◆ Xe nâng FC của Hyster đã được trình diễn trong khuôn khổ dự án H2Port do Cảng vụ Valencia (Tây Ban Nha) dẫn đầu.



(出典) Nuvera社HP

### Xe nâng hàng

- ◆ Toyota Tsusho và các công ty khác hiện đang tiến hành dự án chứng nhận FC cho các tàu xử lý hàng đầu tại Cảng Los Angeles (dự án NEDO, dự kiến vào năm tài chính 2020-2025)



(出典) ロサンゼルス港務局HP

(Nguồn: Bộ Đất đai, Cơ sở hạ tầng, Giao thông vận tải và Du lịch, Cục Cảng và Bến cảng)

# 1. Chia sẻ kiến thức công nghệ khử cacbon trong lĩnh vực cảng biển



## (2) Tình hình phát triển và đưa vào sử dụng thiết bị vận chuyển hàng hóa sử dụng nhiên liệu hydro

- Các nhà sản xuất trong nước hiện đang thương mại hóa và phát triển công nghệ cho máy kéo

Máy móc tải, v.v.	Tên cảng (tên quốc gia)	Hệ thống truyền động	Nhà sản xuất máy móc bốc xếp	Tổng quan
Máy kéo sân	Cảng Rotterdam (Hà Lan), Cảng Antwerp (Bi)	FC	Terberg	Triển khai trình diễn
	Cảng Los Angeles (Hoa Kỳ)	FC	Toyota Motor Bắc Mỹ	
	Cảng Salerno (Ý), Cảng Valencia (Tây Ban Nha)	FC	ATENA	Triển khai trình diễn
	Cảng Thanh Đảo (Trung Quốc), Cảng Duy Phường (Trung Quốc)	FC	BỎ LẠI	Đang trình diễn
	Cảng Antwerp (Bi)	Động cơ hydro (đốt cháy hỗn hợp)	CMB.TECH	Triển khai trình diễn
	<Công giới thiệu không rõ>	FC	GAUSSIAN	
Máy kéo ngoài công trường	Khu vực Los Angeles	FC	Toyota Motor Bắc Mỹ, Kenworth	Triển khai trình diễn
	Cảng Los Angeles (Hoa Kỳ)	FC	Toyota Tsusho, Hino Motors	Đã lên kế hoạch trình diễn (dự án NEDO)
	Thượng Hải (Trung Quốc)	FC	(không rõ ràng)	Được vận hành thương mại bởi Yusen Logistics
xe nâng	-	FC	Toyota Industries, v.v.	Xe nâng nhỏ (lên đến 2,5 tấn): Đang bán

(Nguồn: Bộ Đất đai, Cơ sở hạ tầng, Giao thông vận tải và Du lịch, Cục Cảng và Bến cảng)

# 1. Chia sẻ kiến thức công nghệ khử cacbon trong lĩnh vực cảng biển



## (2) Tình hình phát triển và đưa vào sử dụng thiết bị vận chuyển hàng hóa sử dụng nhiên liệu hydro

### Máy kéo bãi

- Tiến hành trình diễn máy kéo bãi FC tại Cảng Los Angeles với sự hợp tác của Toyota Motor North America và Fenix Marine Services.



(出典)Toyota Motor North America社HP

- CBM.TECH đang trình diễn động cơ chạy bằng hydro cho máy kéo tại chỗ.



(出典)CMB.TECH社HP

### Máy kéo bãi

- Công ty TNHH Yusen Logistics (Trung Quốc) đã giới thiệu xe tải chạy bằng pin nhiên liệu hydro tại Thượng Hải. Xe bắt đầu hoạt động từ tháng 4 năm 2023.
- Các xe được giới thiệu là xe tải chở container đường biển giữa kho của công ty và Cảng Thượng Hải.



(出典)郵船ロジスティクスHP

### xe nâng

- Xe nâng nhỏ (1,75 tấn, 2,5 tấn) đang được bán và sử dụng tại các sân bay, ngành công nghiệp sản xuất, v.v.



(出典)豊田自動織機HP

(Nguồn: Bộ Đất đai, Cơ sở hạ tầng, Giao thông vận tải và Du lịch, Cục Cảng và Bến cảng)

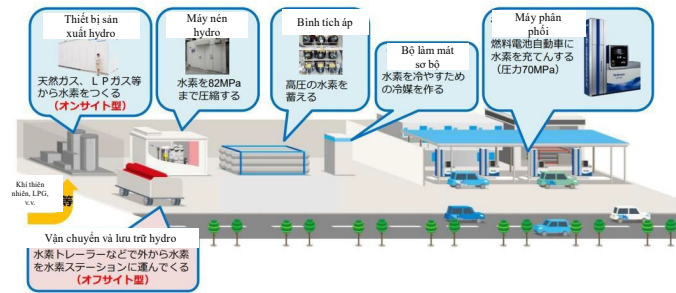
# 1. Chia sẻ kiến thức công nghệ khử carbon trong lĩnh vực cảng biển



## (3) Hệ thống cung cấp hydro ở Nhật Bản

- Tại Nhật Bản, các cơ sở nạp hydro (trạm hydro) cho xe FCV (xe buýt, xe tải, xe ô tô chở khách, v.v.) đang được phát triển, bao gồm các loại cố định (tại chỗ, ngoài chỗ) và di động.
- RTG, một trạm hydro mới sẽ cần được xây dựng bên trong cảng container.
- Việc lắp đặt một trạm hydro cố định đòi hỏi đầu tư ban đầu lớn và đòi hỏi một lượng nhu cầu hydro nhất định. Trong khi đó, các trạm hydro di động hiện có trên thị trường có công suất tiếp nhiên liệu hydro nhỏ và mất rất nhiều thời gian để tiếp nhiên liệu cho một RTG (khoảng 8 giờ cho mỗi xe).

Cấu hình trạm hydro



Các loại và đặc điểm của trạm hydro

phương pháp	Đặc trưng	Điểm mạnh	Nhược điểm
Loại tại chỗ	tại các trạm hydro bằng cách sử dụng khí thành phố, LPG, v.v. làm nguyên liệu thô.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Khả năng cung cấp hydro lớn</li> <li>• Hydro có thể được sản xuất theo kho dự trữ</li> <li>• Không cần chi phí vận chuyển hydro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chi phí xây dựng cao</li> <li>• Phải mất nhiều thời gian để khởi động hệ thống</li> </ul>
Loại ngoài trang web	Vận chuyển hydro từ các địa điểm khác ngoài các trạm hydro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chi phí xây dựng thấp hơn so với xây dựng tại chỗ</li> <li>• Hệ thống khởi động nhanh chóng</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Khả năng cung cấp hydro nhỏ hơn tại chỗ (lớn hơn với nước lỏng)</li> <li>• Chi phí vận chuyển hydro cao</li> </ul>
Di động	Một chiếc rơ moóc lớn được trang bị cơ sở cung cấp hydro có thể di chuyển xung quanh	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Có thể vận hành ở nhiều địa điểm</li> <li>• Hydro có thể được nạp đầy ngay cả trên một địa điểm nhỏ</li> <li>• Chi phí thấp hơn loại cố định</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Khả năng cung cấp hydro thấp</li> <li>• Phải mất thời gian để chuẩn bị tiếp nhiên liệu sau khi xe đã di chuyển.</li> </ul>

(Nguồn: Japan Hydrogen Station Network LLC)

令和7年度脱炭素社会実現のための都市間連携事業委託業務

# ダナン市におけるカーボンニュートラル 実現に向けた脱炭素都市形成支援事業 【ティエンサ港の脱炭素化に向けた検討】

2026年1月

株式会社オリエンタルコンサルタンツ

1

## 目次



### 1. 港湾に関する脱炭素技術の知見共有

- (1) 港湾ターミナルの脱炭素化について
- (2) 水素を燃料とする荷役機械等の開発・導入状況について
- (3) 日本における水素の供給体制について

# 1. 港湾に関する脱炭素技術の知見共有

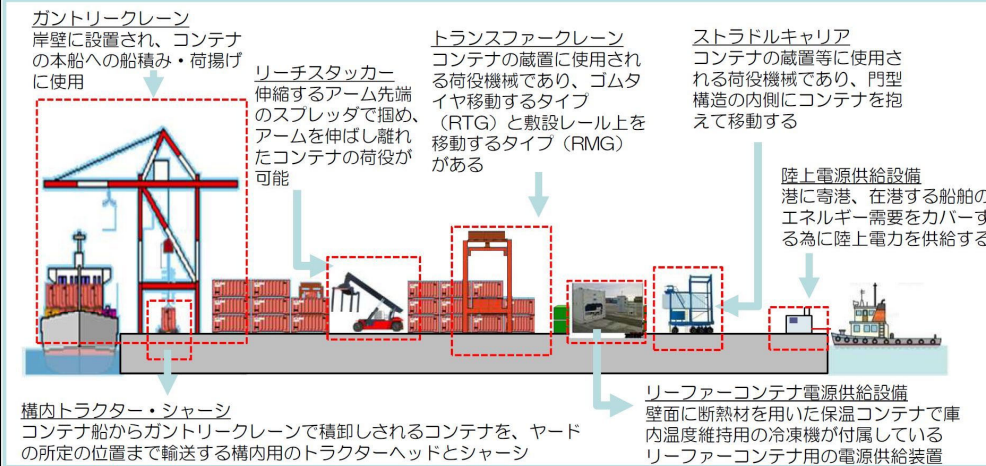
## (1) 港湾ターミナルの脱炭素化について

- 港湾ターミナルにおいては、荷役・輸送機械、電気・通信設備等が集積しており、脱炭素化の取組の対象となるエネルギー消費源が多い状況となっている。

### 港湾ターミナルで使用される主な荷役・輸送機械等

### 港湾ターミナルを出入りする船舶・車両

荷役機械の動力源は、レール式移動の荷役機械(ガントリークレーンやRMG)では電力が一般的



**コンテナ船等(曳船など作業船含む)**  
コンテナ船等は、コンテナターミナルに停泊中に必要な電力を補機(発電機:ディーゼルエンジン)でまかっている



**コンテナトレーラー(背後圏輸送用)**  
コンテナターミナルから、背後の荷主などへの輸送に使われるトレーラーヘッドとシャーシ、けん引車両とシャーシから構成され、基本的にディーゼルエンジンで軽油を利用している



(出典:国土交通省港湾局 資料)

# 1. 港湾に関する脱炭素技術の知見共有

## (1) 港湾ターミナルの脱炭素化について

- 港湾ターミナルでは、岸壁とコンテナ船の間のコンテナの積下ろし作業を行うコンテナクレーンやコンテナヤード内でトラクターへの積下ろし作業を行うRTG等、作業場所に応じた様々な荷役機械が存在する。

### 構内トラクター

駆動方式:ディーゼルエンジン



(出典) 藤島運輸HP

### トップリフター

駆動方式:ディーゼルエンジン



(出典) アートプロHP

### リーチスタッカー

駆動方式:ディーゼルエンジン



(出典) 三菱ロジスネクストHP

### ストラドルキャリア

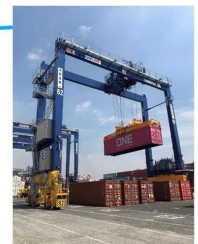
駆動方式:ディーゼルエンジン発電



(出典) 港湾荷役システム協会HP

### RTG

駆動方式:ディーゼルエンジン発電



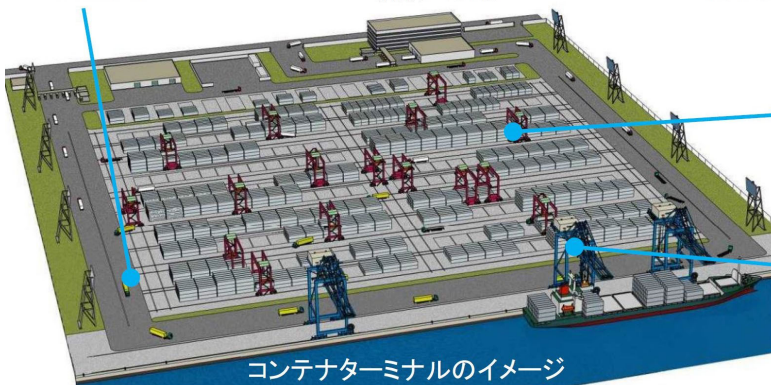
(出典) 日本郵船HP

### コンテナクレーン

駆動方式:電動(系統電力)



(出典) 港湾技能研修センターHP



コンテナターミナルのイメージ

(出典:国土交通省港湾局 資料)

# 1. 港湾に関する脱炭素技術の知見共有



## (1) 港湾ターミナルの脱炭素化について

- 港湾ターミナル内外のカーボンニュートラルポートに向けた新技術等の導入分類について整理を行った。

分類	機器・施設	カーボンニュートラルポートに向けた新技術等	
ターミナル内	荷役機械	<ul style="list-style-type: none"> <li>●ガントリークレーン</li> <li>●トランスファークレーン</li> <li>●ストラットキャリア</li> <li>●リフスタッカー/フォークリフト</li> <li>●ヤード内トレーラー</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・インバーター制御</li> <li>・電力回生と蓄電のハイブリッド化</li> <li>・水素内燃機関</li> <li>・FC化(ハイブリッド含む)</li> <li>・電動化</li> </ul>
	他施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>●リファ電源設備</li> <li>●ヤード照明</li> <li>●管理棟など</li> </ul>	
境界部	出入船舶・車両 <ul style="list-style-type: none"> <li>●陸上電源供給設備</li> <li>●水素ステーション</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>・再エネ由来電力</li> <li>・脱炭素燃料</li> </ul>
海上輸送	出入船舶 <ul style="list-style-type: none"> <li>●入港船舶</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水素内燃機関</li> <li>・FC化(ハイブリッド含む)</li> <li>・電動化</li> </ul>	
背後圏輸送	出入車両 <ul style="list-style-type: none"> <li>●トレーラー/トラック</li> </ul>		

(出典:国土交通省港湾局 資料)

# 1. 港湾に関する脱炭素技術の知見共有



## (1) 港湾ターミナルの脱炭素化について

- 港湾における脱炭素型荷役機械を燃料で大別すると3つに分類できるが、技術面・運用面、コスト面、脱炭素効果で一長一短があり、立地港湾やターミナルの特色、燃料調達コストや供給体制の整備状況に応じて使い分けることが想定される。

使用燃料	技術面・運用面	コスト面	脱炭素効果
水素 (水素燃料電池型、水素エンジン型)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○給電設備(地上配線、受変電設備等)が不要であり、蔵置スペースへの制約が少ない</li> <li>●港湾のターミナルでの導入実績がほとんどなく、ターミナルのオペレーションへの適合や水素の安全・安定的な供給体制の構築が未知数</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●荷役機械の新造・改造、水素を充填する設備の導入に関する初期投資負担が大きい</li> <li>●水素の安定・安価な供給体制が必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○グリーン・ブルー水素を調達できれば脱炭素効果が発揮できる</li> <li>●グリーン・ブルー水素の安定・安価な供給体制が未知数</li> </ul>
電力 (電動)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○技術が確立しており、導入実績も多数あり</li> <li>○エネルギーの充填が不要</li> <li>●給電設備(地上配線、受変電設備等)を設置するため、蔵置スペースの削減、レイアウト変更が必要</li> <li>●レーンチェンジに時間を要する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○他の方式と比べるとコスト競争力がある</li> <li>●電源の脱炭素化に伴い電力料金の上昇も懸念される</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○脱炭素電源(再エネ等)を調達できれば脱炭素効果が発揮できる</li> <li>●脱炭素電源の安定・安価な供給体制が未知数</li> </ul>
バイオ燃料、合成燃料	<ul style="list-style-type: none"> <li>○既存のディーゼルエンジンの活用が可能であり、運用は比較的容易</li> <li>○給電設備(地上配線、受変電設備等)が不要であり、蔵置スペースへの制約が少ない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○既存の設備を転用可能</li> <li>●燃料の安定・安価な供給体制が必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○バイオ燃料、合成燃料を調達できれば脱炭素効果が発揮できる</li> <li>●燃料の安定・安価な供給体制が未知数</li> </ul>

○メリット、比較優位事項 ●デメリット、懸念事項

(出典:国土交通省港湾局 資料)

# 1. 港湾に関する脱炭素技術の知見共有

## (2) 水素を燃料とする荷役機械等の開発・導入状況について

- FC(水素燃料電池)RTGを日本国内メーカーが商用化・技術開発中。日本国内外のターミナルで現地実証が行われている。
- その他、国外ではストラドルキャリア、リーチスタッカー、トップリフター等も実証中であり、今後、コンテナターミナルにおいて水素の普及が拡大する可能性がある。

荷役機械等	港湾名(国名)	駆動方式	荷役機械等メーカー	概要
RTG	ロサンゼルス港(米国)	FC	三井E&S	2024年5月より現地実証開始(NEDO事業)
	バンクーバー港(カナダ)	FC	TYCROP	DP Worldのターミナルで実証予定
	東京港(日本)	FC	三井E&S	2024年10月より現地実証開始
	横浜港(日本)	FC	三井E&S	2025年度に現地実証予定
	神戸港(日本)	水素エンジン(専焼)	三井E&S等	2025年度に現地実証予定
	—	FC	三菱ロジスネクスト、住友重機械搬送システム	技術開発中
RMG	青島港(中国)	FC	不明	2020年に実証実施
ストラドルキャリア	アントワープ港(ベルギー)	水素エンジン(混焼)	TEREX	2023年にMSC PSAヨーロッパターミナルで実証実施
	—	FC	Konecranes、ZPMC	技術開発中
AGV	(導入港湾不明)	FC	GAUSSIN	
リーチスタッカー	バレンシア港(スペイン)	FC	Hyster	実証中
トップリフター	ハンブルグ港(ドイツ)	FC	Hyster	実証中
	ロサンゼルス港(米国)	FC	Hyster	実証中
		FC	豊田通商アメリカ、Taylor	実証中(NEDO事業)

(出典:国土交通省港湾局 資料) 7

# 1. 港湾に関する脱炭素技術の知見共有

## (2) 水素を燃料とする荷役機械等の開発・導入状況について

### RTG

- ◆ 豊田通商等がロサンゼルス港においてRTG等のFC化の実証事業を実施中(NEDO事業、2020~2025年度予定)
- ◆ 国内では、東京港、横浜港においてFC化、神戸港において水素エンジン化の実証事業を実施中。



左:全体、右:FCパワーバック搭載部分  
(出典)三井E&S

### ストラドルキャリア

- ◆ アントワープ港(ベルギー)MSC PSAヨーロッパターミナルにおいてTEREX製ストラドルキャリアの動力部をCMB製の水素混焼ディーゼルエンジン(水素比率70%)に改造した機材を実証(2023年)。



(出典)CMB.TECH社HP

### リーチスタッカー

- ◆ バレンシア港(スペイン)港湾局が主導するH2Portプロジェクトの枠組みでHyster社のFCリーチスタッカーの実証を実施



(出典)Nuvera社HP

### トップリフター

- ◆ 豊田通商等がロサンゼルス港においてトップハンドラー等のFC化の実証事業を実施中(NEDO事業、2020~2025年度予定)



(出典)ロサンゼルス港湾局HP

(出典:国土交通省港湾局 資料) 8

# 1. 港湾に関する脱炭素技術の知見共有

## (2) 水素を燃料とする荷役機械等の開発・導入状況について

- FC(水素燃料電池)トラクター、小型フォークリフトを国内メーカーが商用化・技術開発中。

荷役機械等	港湾名(国名)	駆動方式	荷役機械等メーカー	概要
構内トラクター	ロッテルダム港(オランダ)、 アントワープ港(ベルギー)	FC	Terberg	実証実施
	ロサンゼルス港(米国)	FC	Toyota Motor North America	
	サレルノ港(イタリア)、 バレンシア港(スペイン)	FC	ATENA	実証実施
	青島港(中国)、 濰坊港(中国)	FC	REFIRE	実証中
	アントワープ港(ベルギー)	水素エンジン(混焼)	CMB. TECH	実証実施
	<導入港湾不明>	FC	GAUSSIN	
構外トラクター	ロサンゼルス近郊	FC	Toyota Motor North America, Kenworth	実証実施
	ロサンゼルス港(米国)	FC	豊田通商、日野自動車	実証予定(NEDO事業)
	上海(中国)	FC	(不明)	郵船ロジスティクスが商業運用
フォークリフト	—	FC	豊田自動織機等	小型フォークリフト(~2.5t):販売中

(出典:国土交通省港湾局 資料)

# 1. 港湾に関する脱炭素技術の知見共有

## (2) 水素を燃料とする荷役機械等の開発・導入状況について

### 構内トラクター

- ◆ Toyota Motor North America社とFenix Marine Service社と共同でロサンゼルス港でFC構内トラクターの実証を実施。



(出典)Toyota Motor North America社HP

- ◆ CBM.TECH社は水素混焼エンジンの構内トラクターの実証を実施。



(出典)CMB.TECH社HP

### 構外トラクター

- ◆ Yusen Logistics (China) Co., Ltd. は、上海において水素燃料電池トラックを導入。2023年4月、運用を開始した。
- ◆ 導入したトラックは海上コンテナを輸送するドレイジ車で、同社倉庫と上海港間の輸送を行う。



(出典)郵船ロジスティクスHP

### フォークリフト

- ◆ 小型フォークリフト(1.75t、2.5t)が販売中、空港、製造業等で利用されている。



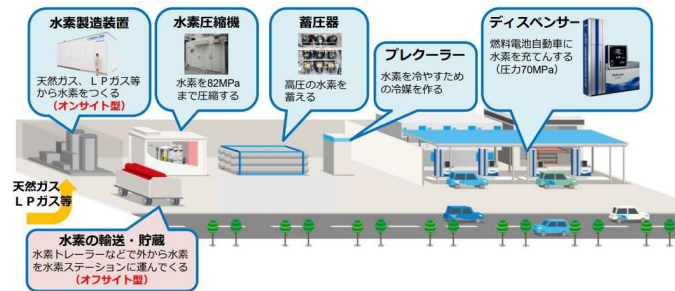
(出典)豊田自動織機HP

(出典:国土交通省港湾局 資料)

## (3) 日本における水素の供給体制について

- 日本国内では、水素充填設備(水素ステーション)はFCV(バス、トラック、乗用車等)向けの設備(定置式(オンサイト型、オフサイト型)、移動式)が整備されつつある。
- RTGに水素充填する場合、コンテナターミナル内に水素ステーションの新設が必要となる。
- 定置式水素ステーションの設置は初期投資が大きく、一定量の水素需要が前提となる。一方、商用化されている移動式ステーションは水素充填能力が小さく、RTGへの充填には非常に時間を要する(1台/8h程度)。

水素ステーションの構成



水素ステーションの種類と特徴

方式	特徴	長所	短所
オンサイト型	水素ステーション内で、都市ガスやLPG等を原料にして、水素を製造する	<ul style="list-style-type: none"> <li>水素供給能力が大きい</li> <li>在庫に合わせて水素を製造できる</li> <li>水素の輸送コストが不要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>建設コストが大きい</li> <li>システムの立ち上げに時間がかかる</li> </ul>
オフサイト型	水素ステーション以外の場所から水素を運んでくる	<ul style="list-style-type: none"> <li>建設コストがオンサイトより小さい</li> <li>システムの立ち上げが早い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水素の供給能力がオンサイトより小さい(液水では大)</li> <li>水素の輸送コストがかかる</li> </ul>
移動式	大型のトレーラーに水素供給設備を設置して、移動できるもの	<ul style="list-style-type: none"> <li>複数の場所での運用が可能</li> <li>狭い敷地でも水素充填ができる</li> <li>定置式に比べ低コスト</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水素供給能力が小さい</li> <li>車両移動後、充填の準備に時間がかかる</li> </ul>

(出典:日本水素ステーションネットワーク合同会社資料) 11