

## 附属資料 A



**Những nỗ lực của thành phố Kobe nhằm hiện thực hóa một xã hội không phát thải carbon**  
**Ban Xúc tiến Giảm phát thải Carbon, Cục Môi trường, Thành phố Kobe**

## Đặc điểm của thành phố Kobe

- Diện tích 557km<sup>2</sup>
- Dân số: Khoảng 1,5 triệu
- Một thị trấn cảng tiêu biểu của Nhật Bản, được bao quanh bởi biển và núi
- Cảng biển và khu công nghiệp nằm ở vùng ven biển, khu công nghiệp nằm ở vùng nội địa
- Thiệt hại nghiêm trọng do trận động đất lớn Hanshin-Awaji năm 1995 gây ra  
 ( 4.571 người chết, 14.678 người bị thương )



# 1. Kế hoạch hành động phòng ngừa hiện tượng nóng lên toàn cầu của thành phố Kobe

## Vị trí của Kế hoạch đối phó với sự nóng lên toàn cầu

### Đạo luật thúc đẩy các biện pháp đối phó với sự nóng lên toàn cầu

quốc gia

#### Kế hoạch ứng phó với sự nóng lên toàn cầu

##### mục tiêu

2050	2040 ( so với năm 2013 )
Không phát thải ròng	▲ 73 %

2035 ( so với năm 2013 )	2030 ( so với năm 2013 )
▲ 60 %	▲ 46 %

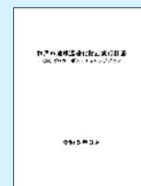
- Chuyển đổi năng lượng
- Lựa chọn vùng năng cao
- Hệ thống tín dụng trong nước
- Xây dựng sổ tay tính toán
- Dự án trình diễn
- Phân hủy carbon, v.v.

Hỗ trợ lập kế hoạch

Các tỉnh và thành phố được chỉ định, v.v.

#### Lập kế hoạch cho từng chính quyền địa phương

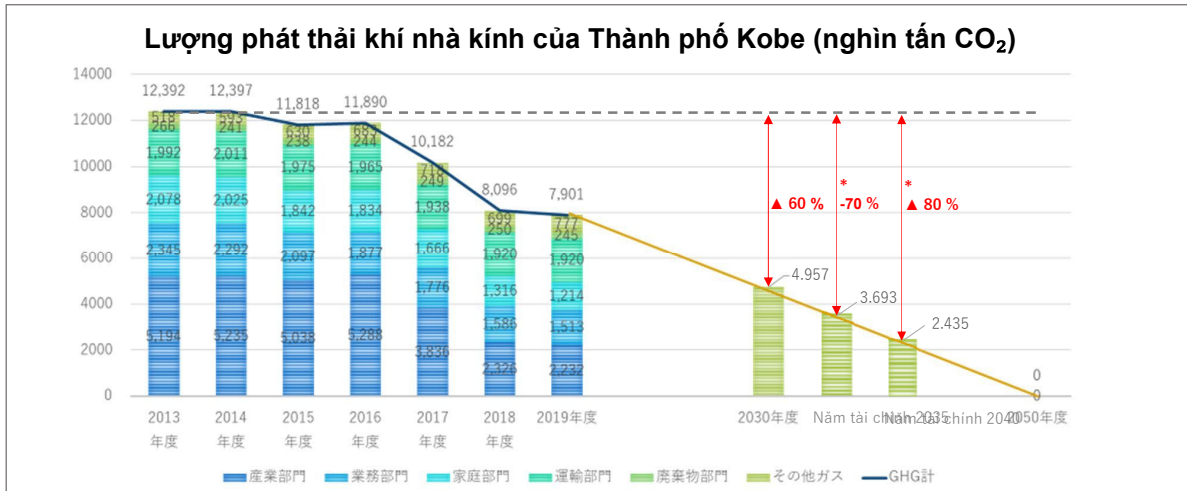
- Mục tiêu giảm
- Mục tiêu đưa năng lượng tái tạo vào sử dụng
- Đề ra các sáng kiến theo đặc điểm khu vực
- Lập kế hoạch kinh doanh sử dụng hệ thống quốc gia
- Giao tiếp với cộng đồng địa phương, thúc đẩy động lực, v.v.



Kế hoạch hành động phòng ngừa hiện tượng nóng lên toàn cầu của thành phố Kobe

**mục tiêu**

- Tuyên bố trung hòa carbon năm 2050 ( tháng 12 năm 2020 )
- Mục tiêu phát thải khí nhà kính : Giảm
- Đưa vào hoạt động



\* Hiện đang xem xét lại kế hoạch để đặt ra các mục tiêu dài hạn mới

**Sáu trụ cột của Kế hoạch hành động phòng ngừa sự nóng lên toàn cầu của thành phố Kobe**

**Chuyển đổi sang lối sống không carbon**

- Thúc đẩy lối sống ít phát thải khí
- Trợ cấp hỗ trợ không phát thải carbon



**Thúc đẩy việc sử dụng năng lượng hydro**

- Phổ biến tính di động của hydro
- Hỗ trợ dự án trình diễn, CNP



**Thúc đẩy sự phổ biến của xe điện**

- Hỗ trợ việc đưa xe điện vào sử dụng
- Cải thiện cơ sở hạ tầng sạc



**Mở rộng năng lượng tái tạo**

- Khu vực tiên phong về khử carbon
- Giới thiệu thiết bị phát điện năng lượng mặt trời thế hệ mới



**Thúc đẩy quá trình khử carbon trong công nghiệp**

- Tổ chức hội thảo về giảm phát thải carbon cho các nhà quản lý doanh nghiệp
- Khu vực tiên phong về khử carbon



**Sự hấp thụ và cố định carbon dioxide**

- Sự hấp thụ
- Cố định đất bằng than sinh học



## 2. Phân chia vai trò giữa chính phủ và các công ty tư nhân

7

## Phân chia vai trò giữa chính phủ và các công ty tư nhân

### Vai trò của chính phủ

① Hỗ trợ đầu tư vốn	② Hỗ trợ nghiên cứu, phát triển và trình diễn	③ Nuôi dưỡng sự hiểu biết và nhiệt tình của người dân địa phương
<p><b>Thúc đẩy nâng cấp thiết bị hiệu suất cao và giới thiệu thiết bị năng lượng tái tạo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trợ cấp khu vực dẫn đầu về khử cacbon</li> <li>• Trợ cấp hỗ trợ áp dụng EV vận vận.</li> </ul>	<p><b>Thúc đẩy sự phát triển công nghệ của các công ty và thúc đẩy việc triển khai xã hội các công nghệ thế hệ tiếp theo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nghiên cứu và phát triển các sản phẩm liên quan đến hydro ( NEDO )</li> <li>• Trình diễn thực địa pin mặt trời thế hệ tiếp theo, v.v.</li> </ul>	<p><b>Tạo ra một môi trường xã hội giúp người dân và doanh nghiệp dễ dàng tham gia vào các dự án khử cacbon</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trợ cấp hỗ trợ KOBE Zero Carbon</li> <li>• Giải thưởng</li> <li>• Triển lãm kinh doanh hydro tại Bảo tàng Khoa học vận vận.</li> </ul>

### Sự hợp tác

### Vai trò của các công ty

① Thực hiện đầu tư vốn	② Đầu tư vào nghiên cứu và phát triển
<p><b>Nâng cấp lên thiết bị hiệu suất cao, đưa vào sử dụng thiết bị năng lượng tái tạo, v.v.</b></p>	<p><b>Nghiên cứu và phát triển các công nghệ thế hệ tiếp theo có tính cạnh tranh</b></p>

8

# Ví dụ kinh doanh hydro

## ① Hỗ trợ đầu tư vốn

- Trợ cấp giới thiệu phương tiện di chuyển bằng hydro
- Trợ cấp xây dựng trạm hydro



Thành phố Kobe

## ② Hỗ trợ nghiên cứu phát triển và trình diễn

- Phát triển cơ sở hạ tầng cần thiết cho việc trình diễn
- Cung cấp sân trình diễn



## ③ Nuôi dưỡng sự hiểu biết và nhiệt huyết trong cộng đồng địa phương

- Buổi thông tin dành cho cư dân địa phương
- Triển lãm hydro tại bảo tàng khoa học



Sự hợp tác

[ Dự án NEDO ]

Dự án trình diễn phát triển hệ thống thúc đẩy sử dụng năng lượng hydro

Dự án trình diễn xây dựng chuỗi cung ứng hydro

- Phát triển hệ thống phát điện bằng khí đốt sử dụng hydro làm nhiên liệu (ra mắt thị trường)
- Thực hiện xã hội thông qua đầu tư vốn, v.v.



công ty tư nhân

## 3. Khu vực dẫn đầu về giảm phát thải carbon của thành phố Kobe

## Những khu vực tiên phong trong quá trình khử cacbon là gì?

- Một khu vực mẫu mực hàng đầu hoạt động hướng tới mục tiêu xã hội không phát thải carbon theo đặc điểm của khu vực
- 100 địa điểm
- Nếu được chọn, Chính phủ sẽ hỗ trợ đầu tư vào năng lượng tái tạo và các cơ sở khác (mức trợ cấp lên tới 2/3)



### Trạng thái lựa chọn trên toàn quốc

### Đề xuất của thành phố Kobe được chọn

	Lần tuyển chọn thứ 1	Lần tuyển chọn thứ 2	Lần tuyển chọn thứ 3	Lần tuyển chọn thứ 4	Lần tuyển chọn thứ 5	Lần tuyển chọn thứ 6	Lần tuyển chọn thứ 7
Thời gian tuyển chọn	25/1 – 21/2/2022	26/7 – 26/8/2022	7/2 – 17/2/2023	18/8 – 28/8/2023	17/6 – 28/6/2024	3/2 – 6/2/2025	Chưa xác định
Công bố kết quả	4/26	11/11	28/4	7/11	27/9	9/5	Chưa xác định
Số lượng được chọn	26 (79 đề xuất)	20(50 đề xuất)	16(58 đề xuất)	12 (54 đề xuất)	29(46 đề xuất)	27(15 đề xuất)	-

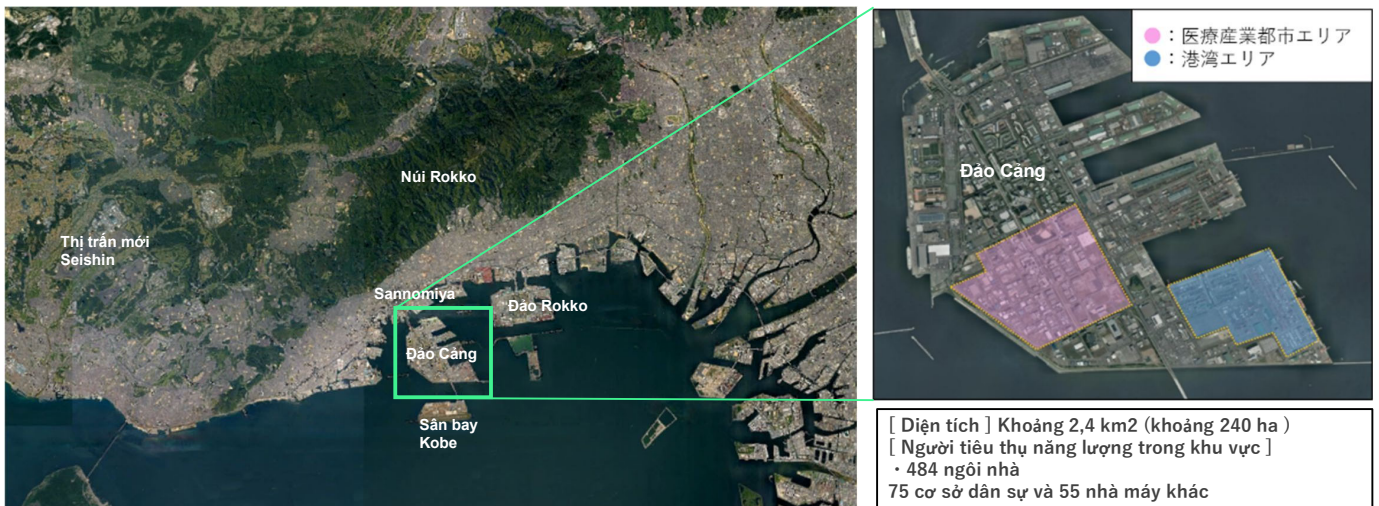
11

## Kế hoạch "Khu vực tiên phong khử cacbon" của thành phố Kobe

**Khu vực** Một phần của “Đảo Port Island”, khu trung tâm đô thị

**Đặc điểm** Là thành phố nhân tạo trên biển đầu tiên trên thế giới, và là khu vực đã hỗ trợ sự phát triển kinh tế sau trận động đất.

Là nơi tập trung nhiều chức năng đa dạng như sinh hoạt, làm việc và học tập.



12

## Tính năng của kế hoạch ①

- "Thành phố công nghiệp y tế Kobe" là biểu tượng của dự án tái thiết sau động đất
- Nơi đây đã phát triển thành một trong những cụm y sinh lớn nhất Nhật Bản và cũng là nơi có một bệnh viện cứu trợ thiên tai.

Cảnh tượng tại thời điểm xảy ra động đất (Đảo Port nằm ở bức ảnh bên dưới)



Đảo Cảng hiện tại (nơi có hơn



Giới thiệu năng lượng tái tạo tại chỗ và pin lưu trữ như nguồn điện độc lập và xây dựng

Đồng thời thúc đẩy quá trình khử cacbon và tăng cường khả năng phục hồi

13

## Tính năng của kế hoạch ②

- "Khu vực cảng" là khu vực chức năng cảng gần với các chức năng đô thị
- Phát triển cơ sở hạ tầng có khả năng chống động đất cao thông qua phục hồi thảm họa

Các cơ sở cảng được phát triển thành các cầu cảng chống động đất



Cung cấp điện dự phòng qua tuyến đường biển



Giới thiệu năng lượng tái tạo và pin lưu trữ cho các cơ sở cảng và thiết lập hệ thống cung cấp điện trong trường hợp xảy ra thảm họa thông qua sự hợp tác giữa hai khu vực.

Đồng thời thúc đẩy quá trình khử cacbon và tăng cường khả năng phục hồi

14

## Trợ cấp quốc gia cho các khu vực tiên phong trong quá trình khử cacbon

Số tiền tài trợ dự kiến từ chính quyền quốc gia cho thành phố

100 triệu yên

2025	2026	2027	2028	2029	Tổng cộng trong 5 năm
8.2	10.2	5.4	6.4	2.5	32.7

Các doanh nghiệp tư nhân đầu tư vào cơ sở vật chất (một số cơ sở công cộng)

- 35 người (5 năm)
- 10 loại

Cơ sở sản xuất điện năng lượng mặt trời	Pin lưu trữ (kết nối năng lượng tái tạo)
Điều hòa không khí hiệu suất cao	Chiếu sáng hiệu suất cao
Thông gió hiệu suất cao	Cung cấp nước nóng hiệu quả cao
Hệ thống đồng phát điện	Thiết bị sạc và xả (kết nối năng lượng tái tạo)
Xe buýt điện	PHEV



(Ví dụ về việc thực hiện)

Nhà để xe năng lượng mặt trời được lắp đặt bởi một công ty tư nhân

15

## Quan hệ đối tác công tư ở các khu vực dẫn đầu về khử cacbon

- Sáu công ty và tổ chức đã tham gia với tư cách là người đồng đề xuất trong việc xây dựng và thực hiện kế hoạch.
- Thành lập hội đồng gồm những người đồng đề xuất và thúc đẩy dự án bằng cách tận dụng kiến thức của mỗi bên.



Nhà cung cấp năng lượng và thỏa thuận hợp tác của thành phố

Hội đồng xúc tiến khu vực hàng đầu về khử cacbon của thành phố Kobe

- Hội đồng tự chủ kinh doanh đảo Port lần thứ 2
- Phòng Thương mại và Công nghiệp Kobe
- Tập đoàn Ngân hàng Sumitomo Mitsui
- Tập đoàn Đại học Quốc gia Kobe
- Công ty TNHH Khí đốt Osaka
- Công ty TNHH Cảng quốc tế Hanshin



Hội thảo doanh nghiệp



Cuộc họp hội đồng lần thứ nhất



Tài chính bền vững  
Khung

16

## 4. Chương trình trợ cấp hỗ trợ không carbon

17

### Trợ cấp hỗ trợ không phát thải carbon KOBE ( được thành lập vào năm tài chính 2022 )

#### Mục tiêu

Hướng tới mục tiêu trung hòa carbon vào năm 2050, Thành phố hỗ trợ các hoạt động đóng góp vào giảm phát thải carbon dựa trên ý tưởng tự do của người dân và doanh nghiệp nhằm thúc đẩy chuyển đổi sang lối sống các-bon thấp, qua đó nâng cao nhận thức và thay đổi hành vi của từng công dân

#### Giới hạn mức hỗ trợ

Từ 200.000 đến 3.000.000 yên

#### Đối tượng

Khung dành cho sinh viên, cá nhân hoặc pháp nhân

#### Quy trình tuyển chọn

Nộp hồ sơ xin trợ cấp → Thẩm định của thành phố → Tuyển chọn → Quyết định cấp hỗ trợ → Bắt đầu thực hiện dự án

#### Thành tích trong quá khứ

(có trường hợp trùng lặp)

2022	2023	Năm tài chính 2024
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 11 dự án</li> <li>• Than sinh học 6 trường hợp</li> <li>• Ủ phân: 6 thùng</li> <li>• Vỏ carbon xanh 2 lớp</li> <li>• Sử dụng năng lượng tái tạo: 1 trường hợp</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 12 dự án</li> <li>• Than sinh học 6 trường hợp</li> <li>• Ủ phân: 6 thùng</li> <li>• Sử dụng năng lượng tái tạo: 1 trường hợp</li> <li>• Vỏ carbon xanh 2 lớp</li> <li>• 3 mục khác</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 12 dự án</li> <li>• Than sinh học 6 trường hợp</li> <li>• Ủ phân: 5 thùng</li> <li>• Sử dụng năng lượng tái tạo: 3 trường hợp</li> <li>• Vỏ carbon xanh 2 lớp</li> <li>• 3 mục khác</li> </ul>

18

## Ví dụ ①: Công ty sản xuất phô mai

### Những khả năng mới cho chất thải pho mát được tạo ra trong quá trình sản xuất

- Sử dụng làm phân bón hữu cơ, giảm thiểu sử dụng nguyên liệu nhập khẩu và phân bón hóa học
- Sau khi hợp tác với nông dân và các viện nghiên cứu, sản phẩm được coi là "an toàn" khi dùng làm phân bón.
- Chúng tôi cũng đang phát triển và sản xuất phô mai có nguồn gốc thực vật bằng cách sử dụng đậu nành trồng từ phân bón phô mai.

Giảm lượng khí thải  
Giảm phát thải  
Giảm lượng khí thải CO2 từ việc  
mất phương tiện vận chuyển ,  
v.v.



19

## Ví dụ về sáng kiến ② Nhóm công dân

### Sử dụng sinh khối gỗ được tạo ra trong quá trình phát triển Satoyama

- Cố định carbon bằng cách đốt cháy cây bị đốn hạ và chôn chúng xuống đất
- Biến gỗ thành dăm bào hoặc phân trộn để sử dụng trong vườn nhà
- Nâng cao nhận thức về các hoạt động bảo vệ môi trường thông qua các sự kiện triển lãm, các buổi quan sát thực vật, hội thảo, v.v.

Cố định  
Cung cấp nơi học tập, v.v.



20

**BE KOBE**



## 脱炭素社会実現に向けた神戸市の取組

神戸市環境局脱炭素推進課

### 神戸市の特徴

- 面積 557km<sup>2</sup>
- 人口 約150万人
- 海と山に囲まれた、日本を代表する港町
- 臨海部に港湾・工業地帯、内陸部に産業団地が立地
- 1995年阪神・淡路大震災によって甚大な被害  
(死者4,571人、負傷者14,678人)



# 1 神戸市地球温暖化防止実行計画

## 温暖化対策計画の位置づけ

### 地球温暖化対策の推進に関する法律

#### 国

#### 地球温暖化対策計画

##### 目標

2050年  
ネット・ゼロ

2040年(2013年比)  
▲73%

2035年(2013年比)  
▲60%

2030年(2013年比)  
▲46%

- ・ エネルギー転換
- ・ 先進地域の選定
- ・ 国内クレジット制度
- ・ GHG算定マニュアル策定
- ・ 実証事業
- ・ カーボン・プライジング 等

#### 都道府県及び指定都市等

#### 自治体ごと計画策定

- ・ GHG削減目標
- ・ 再生可能エネルギー導入目標
- ・ 地域特性に応じた取組の設定
- ・ 国制度を活用した事業計画策定
- ・ 地域への発信、機運醸成 等

計画策定支援

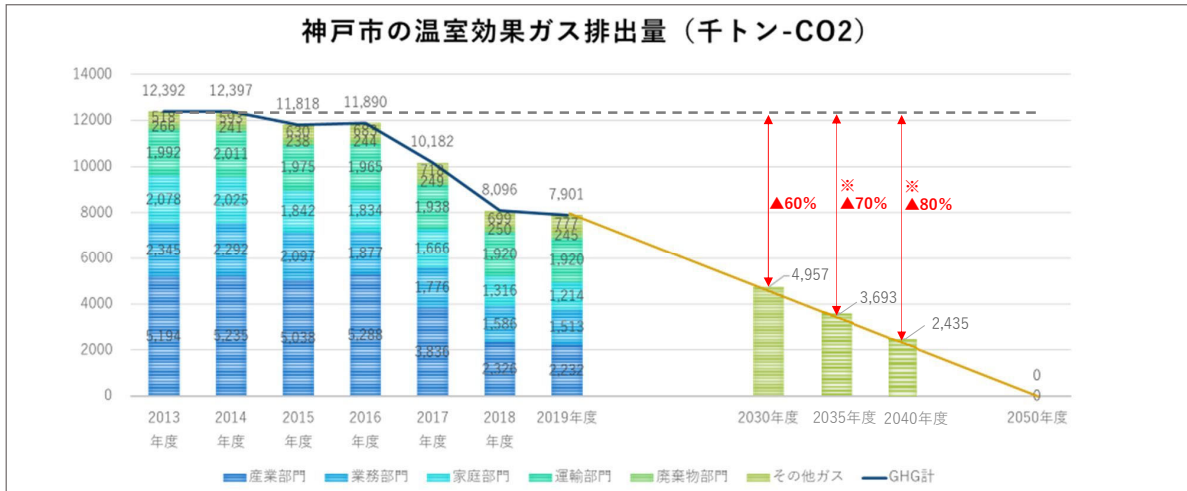


神戸市地球温暖化防止実行計画

# 神戸市地球温暖化防止実行計画の概要（2023年3月改定）

## 目標

- ・ 2050年カーボンニュートラル宣言（2020.12）
- ・ GHG排出目標：2013年度比で、2030年度 **60%** 削減
- ・ 再エネ導入目標：太陽光を中心に、2030年度 **500MW** 導入



※現在、新たな長期目標の設定に向けて計画改定中

# 神戸市地球温暖化防止実行計画の6本柱

## 脱炭素ライフスタイルへの転換

- ・ GHG排出量の少ない生活の普及促進
- ・ ゼロカーボン支援補助金



## 水素エネルギーの利用促進

- ・ 水素モビリティの普及
- ・ 実証事業支援、CNP



## 電動車の普及促進

- ・ 電動車の導入支援
- ・ 充電インフラ充実



## 再生可能エネルギーの拡大

- ・ 脱炭素先行地域
- ・ 次世代型太陽光発電設備の導入



## 産業の脱炭素化の促進

- ・ 経営者向け脱炭素セミナーの開催
- ・ 脱炭素先行地域



## 二酸化炭素の吸収・固定

- ・ ブルーカーボンによるCO2吸収
- ・ バイオ炭の土壌固定



## 2 行政と民間企業の役割分担

7

### 行政と民間企業の役割分担

#### 行政の役割

①設備投資への支援	②研究開発・実証への支援	③地域の理解・気運醸成
<b>高効率な設備更新や再エネ設備導入を促進</b> ・脱炭素先行地域交付金 ・EV導入支援補助 など	<b>企業等による技術開発を促進し、次世代技術の社会実装を推進</b> ・水素関連製品の研究開発（NEDO） ・次世代太陽電池フィールド実証 など	<b>市民・企業が脱炭素事業に取り組みやすい社会環境を構築</b> ・KOBZゼロカーボン支援補助金 ・SDGs表彰 ・科学館における水素事業展示 など

関係

#### 企業の役割

①設備投資の実施	②研究開発への投資
<b>高効率設備への更新、再エネ設備等の導入</b>	<b>競争力を有する次世代技術の研究開発</b>

8

## 水素事業の例

### ①設備投資への支援

- ・水素モビリティ導入補助
- ・水素ステーション整備補助



### ②研究開発・実証への支援

- ・実証に必要なインフラ整備
- ・実証フィールドの提供



### ③地域の理解・気運醸成

- ・地元への説明会
- ・科学館における水素展示



神戸市

関係

### 【NEDO事業】

水素エネルギーの利用促進システム開発実証事業  
水素サプライチェーン構築実証事業

- ・水素を燃料とするガス発電システムを開発（市場投入）
- ・設備投資による社会実装 等



民間企業

9

## 3 神戸市脱炭素先行地域

10

## 脱炭素先行地域とは

- ・ 地域特性に応じて脱炭素社会の実現に取り組む先行的なモデル地域
- ・ 地方自治体が申請し、国が少なくとも全国で100カ所を選定
- ・ 選定されると、再エネ等の設備投資に対して国から支援（補助率最大2/3）



### 全国の選定状況

神戸市提案が選定

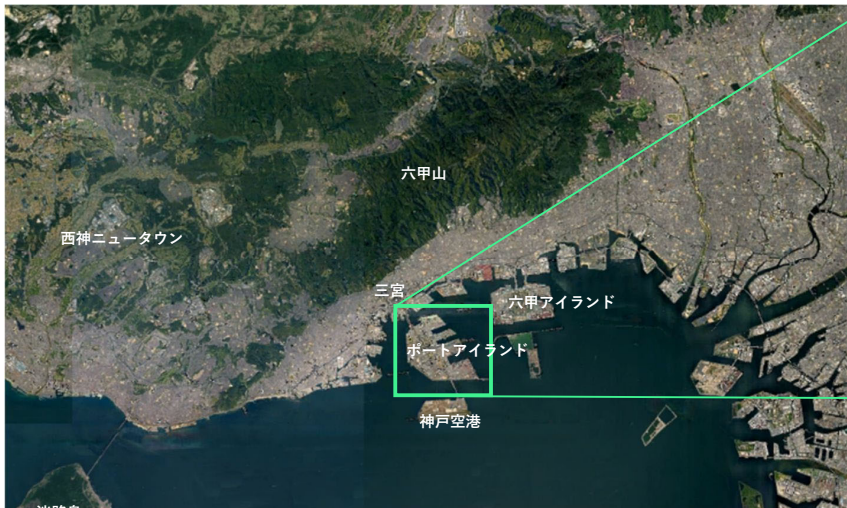
	第1回選定	第2回選定	第3回選定	第4回選定	第5回選定	第6回選定	第7回選定
募集期間	<2022年> 1月25日～ 2月21日	<2022年> 7月26日～ 8月26日	<2023年> 2月7日～ 2月17日	<2023年> 8月18日～ 8月28日	<2024年> 6月17日～ 6月28日	<2025年> 2月3日～ 2月6日	未定
結果公表	4月26日	11月1日	4月28日	11月7日	9月27日	5月9日	未定
選定数	26（提案数79）	20（提案数50）	16（提案数58）	12（提案数54）	9（提案数46）	7（提案数15）	-

11

## 神戸市の「脱炭素先行地域」計画

**エリア** 中心市街地である「ポートアイランド」の一部

**特徴** 世界初の海上人工都市であり、震災後の経済発展を支えてきた地域  
住・働・学など多様な機能が集積何これ



【エリア面積】約2.4km<sup>2</sup>（約240ha）  
 【エリア内のエネルギー需要家】  
 ・住宅484戸  
 ・民生部門75施設、その他工場等55施設

12

## 計画の特徴①

- ・「神戸医療産業都市」は、震災復興プロジェクトの象徴
- ・日本最大級のバイオメディカルクラスターに成長し、災害拠点病院も立地

震災発生時の様子（写真下はポートアイランド）



現在のポートアイランド（360以上の企業・団体が集積）



自立型電源であるオンサイト再エネ・蓄電池等の導入、行政・企業・団体が連携したBCP策定など

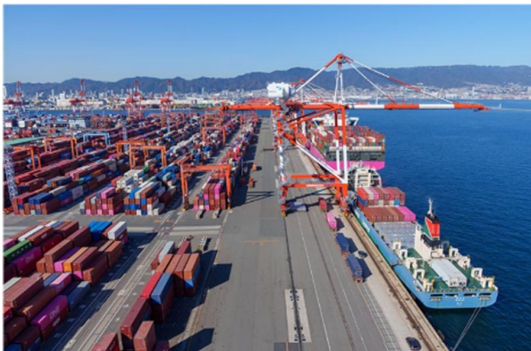
**脱炭素化の推進とレジリエンス強化を同時に実現**

13

## 計画の特徴②

- ・「港湾エリア」は、都市機能に近接した港湾機能エリア
- ・災害復興を通じ、高い耐震性能を有したインフラ整備

耐震強化岸壁として整備された港湾施設



海路を活用したバックアップ電力の供給



港湾施設への再エネ・蓄電池の導入、両エリアの連携による災害時の電力供給体制の構築など

**脱炭素化の推進とレジリエンス強化を同時に実現**

14

## 脱炭素先行地域における国交付金

### 国から市への交付予定額

2025年度	2026年度	2027年度	2028年度	2029年度	5年間計
8.2億円	10.2億円	5.4億円	6.4億円	2.5億円	32.7億円

### 民間事業者が設備投資（一部公共施設）

- ・ 35者（5年間）
- ・ 再エネ、省エネ設備10種

太陽光発電設備	蓄電池（再エネ接続）
高効率空調	高効率照明
高効率換気	高効率給湯
コージェネレーションシステム	充放電設備（再エネ接続）
EVバス	PHEV



（導入例）

民間企業が導入したソーラーカーポート

15

## 脱炭素先行地域の官民連携

- ・ 計画の作成・実行に対し、6企業・団体が共同提案者として参画
- ・ 共同提案者とともに協議会を設立し、各者の知見を活かしながら事業を推進



エネルギー事業者  
と市の連携協定



第1回協議会

### 神戸市脱炭素先行地域推進協議会

- ・ ポートアイランド第2期企業自治協議会
- ・ 神戸商工会議所
- ・ 株式会社三井住友銀行
- ・ 国立大学法人神戸大学
- ・ 大阪ガス株式会社
- ・ 阪神国際港湾株式会社



サステナブルファイナンス  
・フレームワーク



企業向けセミナー

16

## 4 KOBEゼロカーボン支援補助金制度

17

### KOBEゼロカーボン支援補助金（2022年度創設）

**目的** 2050年カーボンニュートラルの実現に向け、脱炭素ライフスタイルへの転換に寄与する市民や事業者の自由な発想による脱炭素に繋がる活動を支援することで、市民一人ひとりの意識醸成や行動変容を図る。

**補助金上限** 20～300万円

**対象** 学生枠、個人または法人枠

**選定の流れ** 補助金申込－市による審査－採択－交付決定－事業開始

**過去の実績**（重複あり）

2022年度		2023年度		2024年度	
・里山整備	11件	・里山整備	12件	・里山整備	12件
・バイオ炭	6件	・バイオ炭	6件	・バイオ炭	6件
・コンポスト	6件	・コンポスト	6件	・コンポスト	5件
・ブルーカーボン	2件	・再エネ活用	1件	・再エネ活用	3件
・再エネ活用	1件	・ブルーカーボン	2件	・ブルーカーボン	2件
		・その他	3件	・その他	3件

18

## 取組例①チーズ製造会社

### 製造過程で発生するロスチーズの新たな可能性

- ・ 輸入原料や化学肥料を減らした有機肥料としての活用
- ・ 農家や研究機関と協力。肥料として「問題ない」評価
- ・ チーズ肥料から育てた大豆等を使って植物性チーズの製造開発も

原料輸送にかかるCO2減  
肥料製造にかかるCO2減  
ロス輸送にかかるCO2減など



19

## 取組例②市民団体

### 里山整備で発生する木質バイオマスの利活用

- ・ 伐採樹木を炭化し地中埋設することで炭素を固定
- ・ 木材のチップ化や、腐葉土にして家庭菜園で活用
- ・ イベント出展、植物観察会、ワークショップなどで環境活動の啓発

木炭埋設によるCO2固定  
学びの場の提供 など



20

**BE KOBE**

## 附属資料 B

Dự án ủy thác trong khuôn khổ hợp tác địa phương về hiện thực hóa xã hội giảm  
các bon năm 2025

# Hỗ trợ hình thành thành phố trung hòa các bon tại thành phố Hải Phòng [ Nghiên cứu giảm thải tại Cảng Hải Phòng ]

Tháng 12 năm 2025

Oriental Consultants Co., Ltd.

## 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



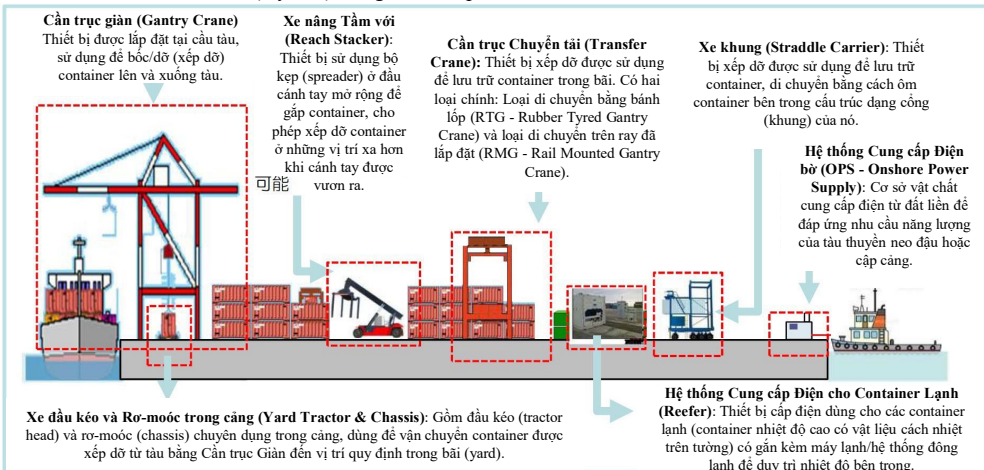
## (1) Về việc khử carbon tại các bến cảng (Terminal)

- 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 nâng tầm với (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

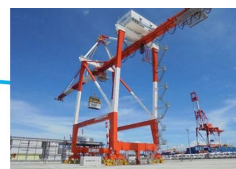


(出典) 日本郵船HP



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

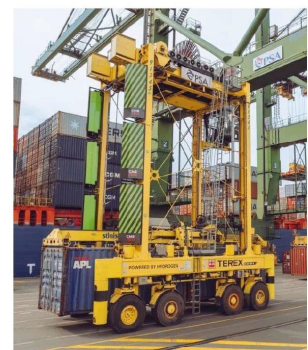
- ◆ Toyota Tsusho và các công ty khác hiện đang tiến hành một dự án trình diễn chuyển đổi RTG và các loại pin nhiên liệu khác thành pin nhiên liệu tại Cảng Los Angeles (dự án NEDO, dự kiến thực hiện trong các năm tài chính 2020-2025).
- ◆ Tại Nhật Bản, các dự án trình diễn chuyển đổi pin nhiên liệu thành 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) ロサンゼルス港湾局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)

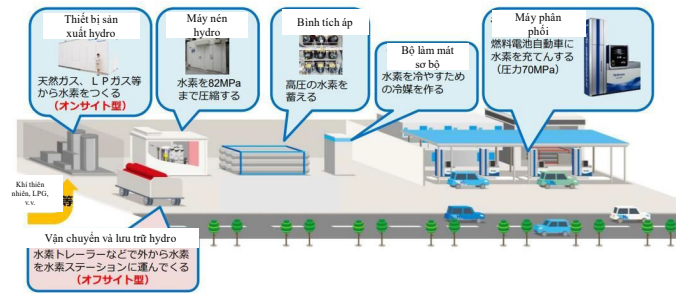
# 1. Chia sẻ kiến thức công nghệ khử carbon trong lĩnh vực cảng biển



## (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

# ハイフォ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 【ハイフォンポートの脱炭素化に向けた検討】

2025年12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

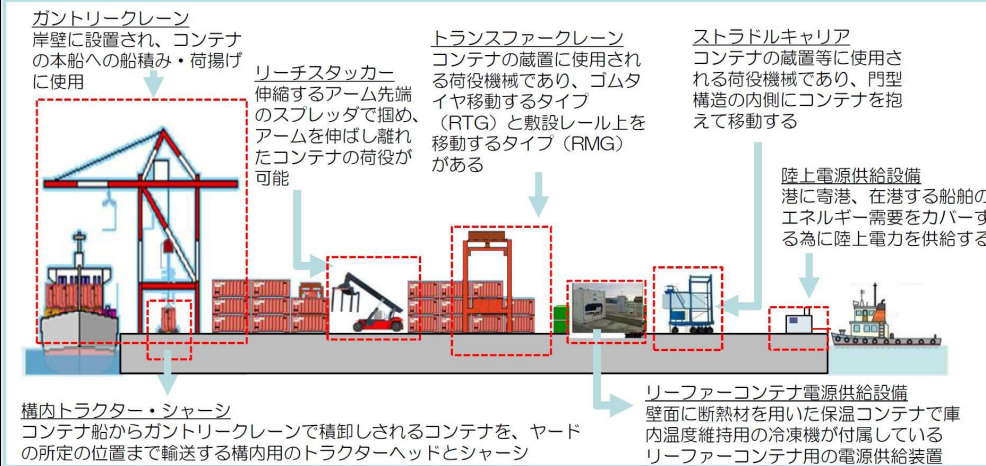
## (1) 港湾ターミナルの脱炭素化について

- 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

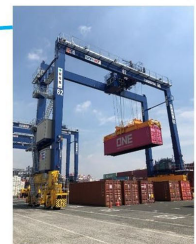
駆動方式:ディーゼルエンジン発電



(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



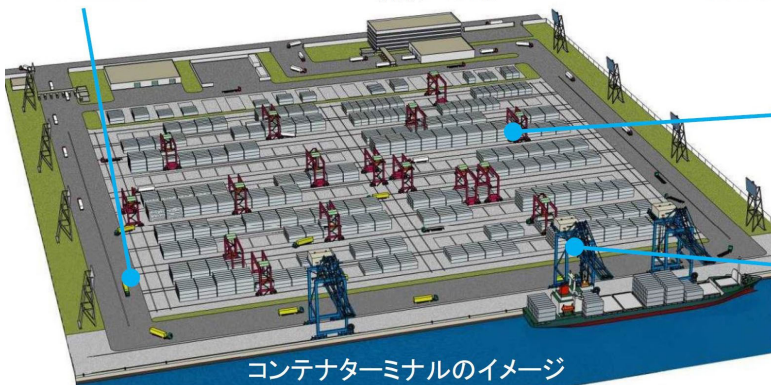
(出典) 日本郵船HP

### 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>	
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ージ車で、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。



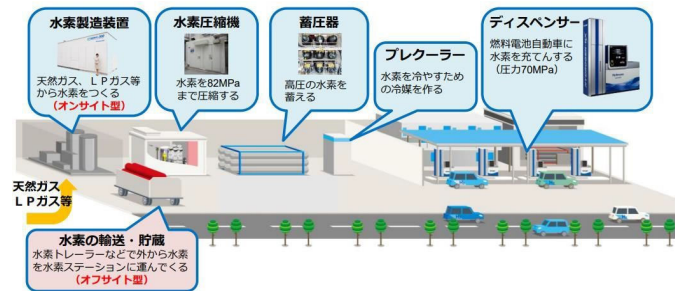
(出典)豊田自動織機HP

(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