

「カーボンニュートラルポート(CNP)形成計画」策定マニュアル

ドラフト版

2021 年 8 月

国土交通省 港湾局

はじめに	1
1. CNP 形成計画について	2
1-1. CNP 形成計画の策定に向けて	2
1-2. CNP 形成計画の策定主体、対象港湾	3
2. CNP 形成計画の策定について	3
2-1. CNP 形成計画策定フロー	3
2-2. CNP 形成計画の概要	3
3. CNP 形成計画に記載する事項について	4
3-1. 対象港湾の特徴等	4
3-2. CNP 形成計画における基本的な事項	4
3-2-1. CNP 形成に向けた方針	4
3-2-2. 計画期間、目標年次	5
3-2-3. 対象範囲	5
3-2-4. 計画策定及び推進体制、進捗管理	6
3-3. 温室効果ガス排出量の推計	6
3-3-1. CO ₂ 排出源の区分	6
3-3-2. CO ₂ 排出量の推計方法	7
3-4. 温室効果ガスの削減目標、削減計画	11
3-4-1. 温室効果ガス削減目標	11
3-4-2. 温室効果ガス削減計画	11
3-5. 必要な施設、機能配置計画	12
3-5-1. 次世代エネルギーの需要推計	12
3-5-2. 次世代エネルギーの供給計画	15
3-5-3. 次世代エネルギーに係る施設整備計画(施設・機能配置計画の 基本的な考え方)	15
3-5-4. 次世代エネルギーの供給等のために必要な施設	16
3-5-5. 次世代エネルギーの供給等のために必要な施設の規模	16
3-6. 港湾・産業立地競争力の強化に向けた方策	16
3-7. ロードマップ	17
4. 留意事項	17
5. 関係法令	17
【参考資料】 CNP形成に資する取組事例集	18

はじめに

2020 年 10 月、我が国は「2050 年カーボンニュートラル」を宣言し、2021 年4月には、「2030 年度に、温室効果ガスを 2013 年度から 46 パーセント削減することを目指す。さらに、50 パーセントの高みに向け、挑戦を続けていく」ことを表明した。また、2021 年4月の日米首脳会談において、日米で世界の脱炭素化をリードしていくことを確認するとともに、日米首脳共同声明において、日米両国がカーボンニュートラルポート(以下「CNP」という。)についても協力することとされた。

島国日本において港湾は、輸出入貨物の 99.6%が経由する国際サプライチェーンの拠点となっており、また、CO₂ 排出量の約6割を占める発電所、鉄鋼、化学工業等の多くが立地する臨海部産業の拠点、エネルギーの一大消費拠点でもある。

すなわち、港湾地域は、脱炭素エネルギーである水素や燃料アンモニア等の輸入拠点となるとともに、これらの活用等による CO₂ 削減の余地も大きい地域である。このため、港湾地域において脱炭素化に向けた先導的な取組を集中的に行うことは、我が国の 2050 年カーボンニュートラルの実現に効果的・効率的であると考えられる。

加えて、世界的に、SDGs(持続可能な開発目標)や ESG 投資(環境・社会・ガバナンス要素も考慮した投資)への関心が高まる中、国際港湾の競争力として、従前のコスト、スピード、サービスといった視点に加え、「環境」を意識した取組も重要な要素となりつつある。

このため、国土交通省では、水素・燃料アンモニア等の大量・安定・安価な輸入・貯蔵等を可能とする受入環境の整備や、脱炭素化に配慮した港湾機能の高度化、集積する臨海部産業との連携等を通じて CNP を形成することとしており、2021 年1月から3月に、まずは全国6地域7港湾において「CNP 検討会」を開催し、港湾地域からの CO₂ 排出量、水素や燃料アンモニア等の利活用方策等について検討を進めてきた。

こうした各港湾での検討会の結果等を踏まえ、国土交通省では、今後の CNP の形成に向けた取組の加速化を図る各種方策について整理等を行うため、2021 年6月から「カーボンニュートラルポート(CNP)の形成に向けた検討会」を開催することとした。今般、第1回及び第2回検討会の議論を踏まえ、CNP 形成に向けた施策の方向性について中間とりまとめを行うとともに、本中間とりまとめを踏まえ、国土交通省において、CNP 形成計画策定マニュアル(ドラフト版)を作成した。

今後、引き続き本検討会において議論を継続しつつ、2021 年内を目途に、CNP 形成に向けたロードマップを含む CNP 形成に向けた施策の方向性のとりまとめ及びマニュアル(初版)の作成を行う予定である。

なお、マニュアルについては、世界の脱炭素化にかかる政策や技術開発の動向等を踏まえ、引き続き不断の見直しを行っていくこととする。

1-1.CNP 形成計画策定に向けて

カーボンニュートラルポート(CNP)とは、国際物流の結節点・産業拠点となる港湾において、水素・燃料アンモニア等の次世代エネルギーの大量・安定・安価な輸入や貯蔵等を可能とする受入環境の整備や、脱炭素化に配慮した港湾機能の高度化、集積する臨海部産業との連携等を通じて温室効果ガスの排出を全体としてゼロにすることを旨とするもの。

港湾におけるカーボンニュートラルを実現するにあたり、各港湾において発生している温室効果ガスの現状及び削減目標、それらを実現するために講じるべき取組、ロードマップ等を取りまとめたものが CNP 形成計画である。

CNP 形成計画の対象範囲は、港湾管理者等が管理する公共ターミナル(コンテナターミナルやバルクターミナル等)に加え、公共ターミナルを経由して行われる物流活動(海上輸送、トラック輸送、倉庫等)や港湾(専用ターミナル含む)を利用して生産・発電等を行う臨海部に立地する事業者(発電、鉄鋼、化学工業等)の活動も含め、港湾地域全体を俯瞰して面的に、CNP 形成計画の対象とすることが推奨される。その他、港湾工事における脱炭素化の取組についても CNP 形成計画の中に位置付けることが望ましい。

推奨の理由としては、我が国の輸出入の 99.6%を取り扱い、CO2 排出量の約6割を占める産業の多くが立地する港湾・臨海部において、多くの事業者が連携することで、様々な企業が有する既存ストックの有効活用の可能性が広がるとともに、より多くの水素や燃料アンモニア等の需要が創出され、安定かつ安価な供給の実現に資すると考えられるためである。

また、公共ターミナル外の事業者にとっては、CNP 形成計画に位置づけられることで、当該事業者の脱炭素に向けた取組を港湾という場を通じて公にすることができ、地域の脱炭素化への貢献、顧客や投資家の理解促進が期待できる。さらに、企業誘致や航路誘致に取り組む港湾管理者にとっても、CNP 形成計画に立地企業の取組を掲載することで、当該港湾における包括的な脱炭素の取組や水素・燃料アンモニア等の利用環境を周知することができ、当該港湾への ESG 投資の誘引、環境面での競争力の強化に繋がることが期待できる。なお、CNP 形成の取組範囲については、関係者が協議した上で、港湾毎に適切な範囲を決定することが望ましい。範囲の設定の考え方によっては、様々な事業が CNP 形成に含まれるが、当該事業の実施主体の同意を得ることとする。

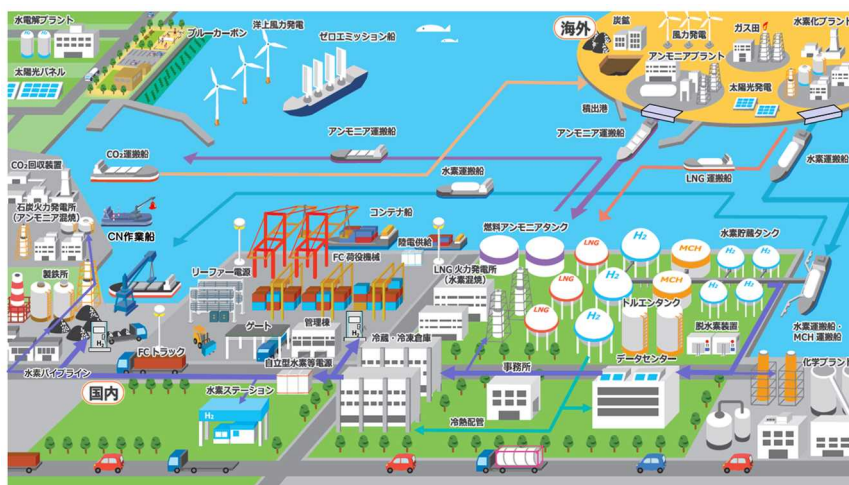


図 1: CNP 形成の形成イメージ

1-2.CNP 形成計画の策定主体、対象港湾

CNP 形成計画は、国際戦略港湾、国際拠点港湾及び重要港湾の港湾管理者が策定することを基本とする。また、地方港湾の港湾管理者においても、CNP 形成計画の策定は推奨される。

港湾管理者が同計画を策定するにあたっては、関係者の協力を得て策定する必要があることから、協議会を設置する等、関係者(※)の意見が十分に反映される体制を構築することとする。

※「関係者」とは、国(地方整備局等)、地元の地方公共団体(市町村の環境、エネルギー関連部署等)、当該港湾に関係する船社、港運業者、トラック事業者、倉庫事業者、荷主企業、周辺立地企業等(以下「関係事業者」という。)を想定する。

2. CNP 形成計画の策定について

2-1.CNP 形成計画策定フロー

CNP 形成計画策定に関する一般的なフローを以下に示す。
策定した CNP 形成計画は、公表するものとする。

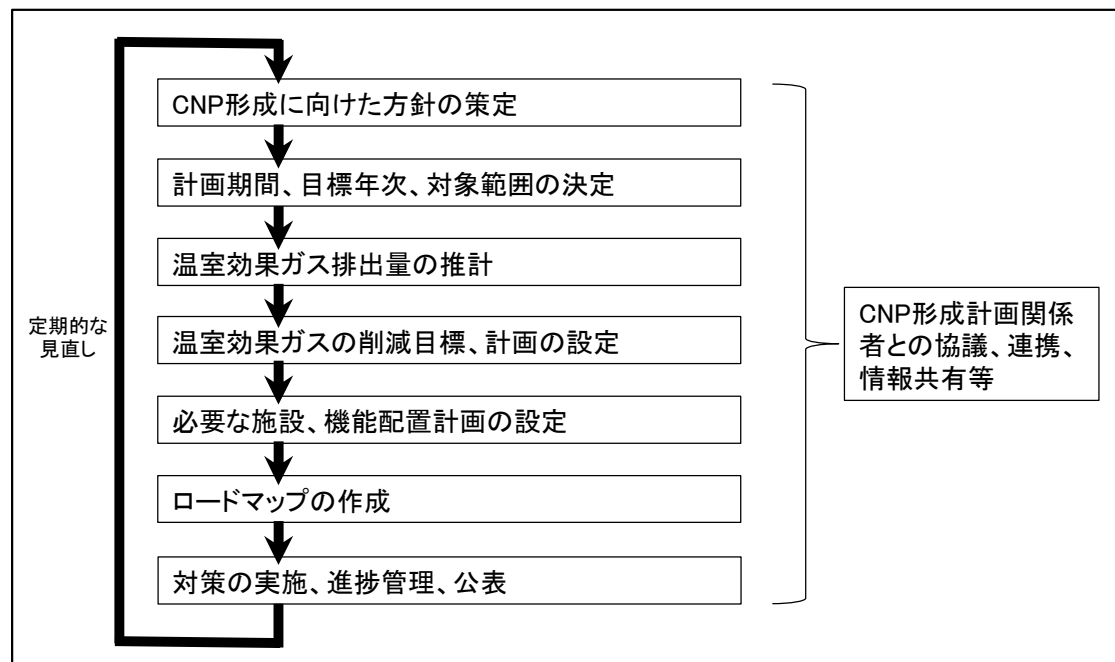


図 2: CNP 形成計画書の策定フロー

※当該フローについては、今後、同計画策定に関する手続きの検討状況に応じて適宜見直しを行う。

2-2.CNP 形成計画の概要

CNP 形成計画は、港湾及び周辺地域に立地する事業者や取扱貨物等によって、その達成手段や範囲が異なり、それに対応する取組も港湾によって異なる。そのため、港湾管理者は、当該港湾の港湾区域や臨港地区に加え、背後圏を含む周辺地域の情報を収集し、港湾の特徴に即した CNP 形成計画を策定することが求められる。

CNP 形成計画に記載する事項として、以下の内容が考えられる。

表 1: CNP 形成計画書に記載する事項

項目	CNP 形成計画書に記載する事項(※)
対象港湾の特徴	・地理的位置、港湾の利用状況、港湾区域・臨港地区及び周辺地域の産業の概況、地域の各種計画での位置づけ 等
CNP 形成計画における基本的な事項	・CNP 形成に向けた方針 ・計画期間、目標年次 ・対象範囲 ・計画策定及び推進体制、進捗管理
温室効果ガス排出量の推計	・温室効果ガス排出量の推計
温室効果ガス削減目標及び削減計画	・温室効果ガス排出量削減目標 ・温室効果ガス削減計画
次世代エネルギー供給計画	・次世代エネルギーの需要推計 ・次世代エネルギーの供給計画 ・次世代エネルギーの供給等のために必要な施設整備計画
港湾・産業立地競争力の向上に向けた方策	・環境面での港湾の競争力強化策 ・産業立地競争力強化策 ・水素等サプライチェーンの強靱化策
ロードマップ	・温室効果ガス削減計画、施設整備計画等に係るロードマップ

※詳細は、次項(3. CNP 形成計画に記載する事項について)を参照。

3. CNP 形成計画に記載する事項について

3-1.対象港湾の特徴

CNP 形成計画を作成する対象港湾の特徴を記載する。記載にあたっては、地理的位置、当該港湾の概要(沿革、機能・役割(物流、人流、航路、避難施設、レクリエーション機能等)、取扱貨物等)、主要ターミナルの配置、(整備中の施設状況含む)、関連する臨海部産業の概況や背後圏の概況など、港湾及び周辺地域の特徴が把握できるように留意する。

3-2.CNP 形成計画における基本的な事項

3-2-1.CNP 形成に向けた方針

CNP とは、国際物流の結節点・産業拠点となる港湾において、水素・燃料アンモニア等の次世代エネルギーの大量・安定・安価な輸入や貯蔵等を可能とする受入環境の整備や、脱炭素化に配慮した港湾機能の高度化、集積する臨海部産業との連携等を通じて温室効果ガスの排出を全体としてゼロにすることを目指すものをいう。このため、CNP

の形成においては、次の2つの観点から CNP 形成に向けた方針を記載する。

- ① 水素等サプライチェーンの拠点としての受入環境の整備
- ② 港湾地域の面的・効率的な脱炭素化

このうち、②については、全ての港湾において計画への記載が求められるが、①については、水素、燃料アンモニア等の輸入や二次輸送、CO₂ の輸移出などを行う港湾において記載することを基本とする。ただし、水素等の次世代エネルギーの供給計画については、二次輸送時に港湾を利用しない場合も含め、それを利用する全ての港湾において記載するものとする。

また、脱炭素化に配慮した港湾機能の高度化の取組の目指すべきものとして、これまでのコスト、スピード、サービスに加え、環境面の取組を通じた港湾の国際競争力の強化についても記述することが望ましい。

3-2-2.計画期間、目標年次

政府の温室効果ガス削減目標(短・中期目標:2030 年度に 2013 年度比 46%削減、長期目標:2050 年にカーボンニュートラル実現)等を踏まえ、港湾における CNP 形成に必要な期間、目標年次を設定する。

また、CNP 形成計画を策定した後も、計画対象範囲の情勢変化、CNP 形成に関する技術の進展等に基づき、必要に応じ CNP 形成計画を見直していくことで、着実な計画の遂行が可能となる。なお、計画期間や見直し時期については、港湾計画等の関連する計画の見直し状況等にも留意した上で対応する。

3-2-3.対象範囲

CNP 形成計画の対象範囲は、港湾管理者等が管理する公共ターミナル(コンテナターミナルやバルクターミナル等)に加え、公共ターミナルを経由して行われる物流活動(海上輸送、トラック輸送、倉庫等)や港湾(専用ターミナル含む)を利用して生産・発電等を行う臨海部に立地する事業者(発電、鉄鋼、化学工業等)の活動も含め、港湾地域全体を俯瞰して面的に CNP 形成計画の対象とすることが推奨される(1-1 参照)。

このように港湾地域全体を俯瞰して面的に取組を行う際には、国や地域の産業・エネルギー政策等との整合を図りつつ、周辺地域への脱炭素化の波及効果も念頭に取組を進めることが重要である。

さらに、港湾と関係の深い洋上風力発電について、海洋再生可能エネルギー発電設備等拠点港湾(基地港湾)の整備に加えて、余剰電力から製造される水素の海上輸送ネットワークを活用した配送拠点等としての取組も CNP 形成計画に位置づけることが望ましい。

その他、港湾工事の脱炭素化や藻場・干潟等のブルーカーボン生態系の造成・再生・保全等、港湾空間を活用した様々な脱炭素化の取組についても、CNP 形成計画に位置づけることが望ましい。

なお、CNP 形成計画の取組範囲については、関係者が協議した上で、港湾毎に適切な範囲を決定することが望ましい。取組範囲の設定の考え方によっては、様々な取組が

CNP 形成に含まれるが、当該取り組みの主体に同意を得て、CNP 形成の検討を進めなければならない。

※CNP 形成計画に記載する公共ターミナルとして、コンテナターミナル、バルクターミナル、フェリー・RORO ターミナル、クルーズ・旅客船ターミナル、作業船・官公庁船だまり等が想定される。なお、漁船だまり等の小規模な公共施設は対象外としても良い。

3-2-4.計画策定及び推進体制、進捗管理

CNP 形成計画の策定及び推進体制としては、対象港湾の港湾管理者が中心となり、対象港湾や臨海部に立地する事業者や管理・運営に携わる関係者が参画する協議会を設置することが望ましい。

【※当該計画への詳細な記載方法については、今後検討していく。】

3-3.温室効果ガスの推計

3-3-1.CO2 排出源の区分

CO2 排出源については、表2のとおり3つ(①港湾ターミナル内(公共、専用別)、②港湾ターミナルを出入りする船舶・車両(公共、専用別)、③港湾ターミナル外)に区分して、排出源毎に CO2 排出量を推計する。特に公共ターミナルに係る①及び②については、CNP 形成計画において、CO2 排出量削減への取組を記載する際の必須項目とする。また、専用ターミナルに係る①及び②、③については、事業者(当該港湾で貨物を取扱う関連事業者を対象)の意向も踏まえ、可能な限り記載することが推奨される。

表2:CO2 排出量の推計

区分(場所)	排出源
①ターミナル内 (公共、専用別)	・荷役機械 ・陸上電力供給設備 ・リーファーコンテナ用電源 ・管理棟・照明施設 等
②ターミナルを出入りする船舶・車両 (公共、専用別)	・停泊中の船舶 ・コンテナ用トラクター ・ダンプトラック 等
③ターミナル外 (対象港湾で貨物を取扱う関連事業者を対象)	・発電所、工場等での活動 ・倉庫・物流施設での活動 ・事務所等での活動

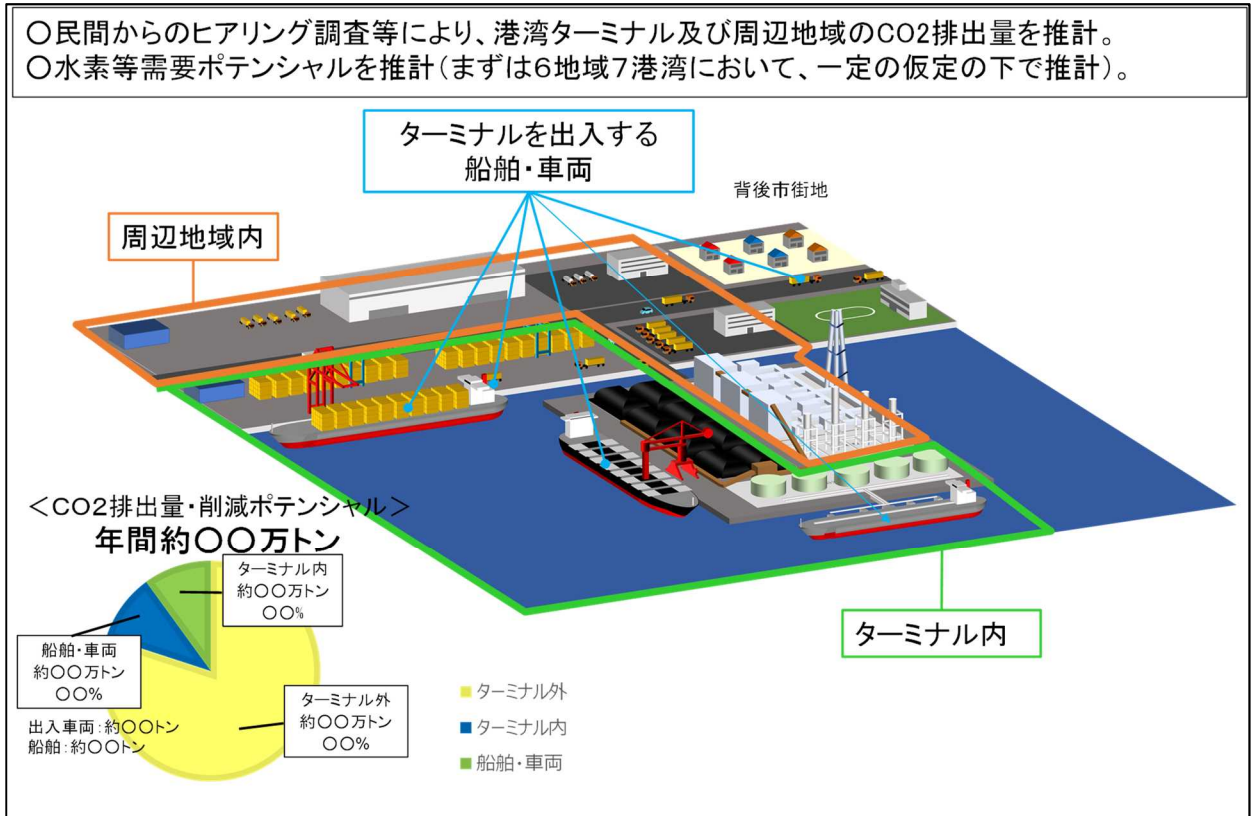


図3:CO2 排出量・削減ポテンシャル推計結果イメージ

3-3-2.CO2 排出量の推計方法

まずは、対象港湾及び周辺地域全体の CO2 排出量を把握する。すなわち、港湾管理者が管理する公共ターミナル(コンテナターミナルやバルクターミナル等)に加え、公共ターミナルを經由して行われる物流活動(トラック輸送、倉庫等)や港湾(専用ターミナル含む)を利用して生産・発電等を行う臨海部に立地する事業者(発電、鉄鋼、化学工業等)

からの排出量についても把握する。また、推計年次は、2013 年度及び現状(最新の情報が得られる時点)の 2 つの時点を基本とする。なお、CO₂ の他に大きな温室効果ガスの排出がある場合には、それについても把握することが望ましい。

具体的には、対象港湾及び周辺地域において、エネルギー(燃料、電力)を消費している事業者のエネルギー使用量をヒアリングやアンケートにより調査し、それらに CO₂ 排出係数(※1)を乗じることで、CO₂ 排出量を推計する。

ヒアリング等調査からはエネルギー使用量が得られなかった事業者については、代替措置として、各事業分野の活動量(※2)を把握した上、単位活動量当たりのエネルギー使用原単位(※3)を乗じることにより、エネルギー使用量、及びそれに基づく CO₂ 排出量を推計する。

上記 2 つを加算することで、対象港湾及び周辺地域のエネルギー使用量及びそれに基づく CO₂ 排出量を推計する。

※1:環境省 HP「温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度」掲載の燃料・電力別の CO₂ 排出原単位

※2:生産量、物流量、焼却量等の温室効果ガス(GHG)の排出に関わる活動の規模を表す量

※3:生産量、発電量、物流量、延床面積等の活動量をパラメーターとして各事業分野に設定されているエネルギー使用原単位

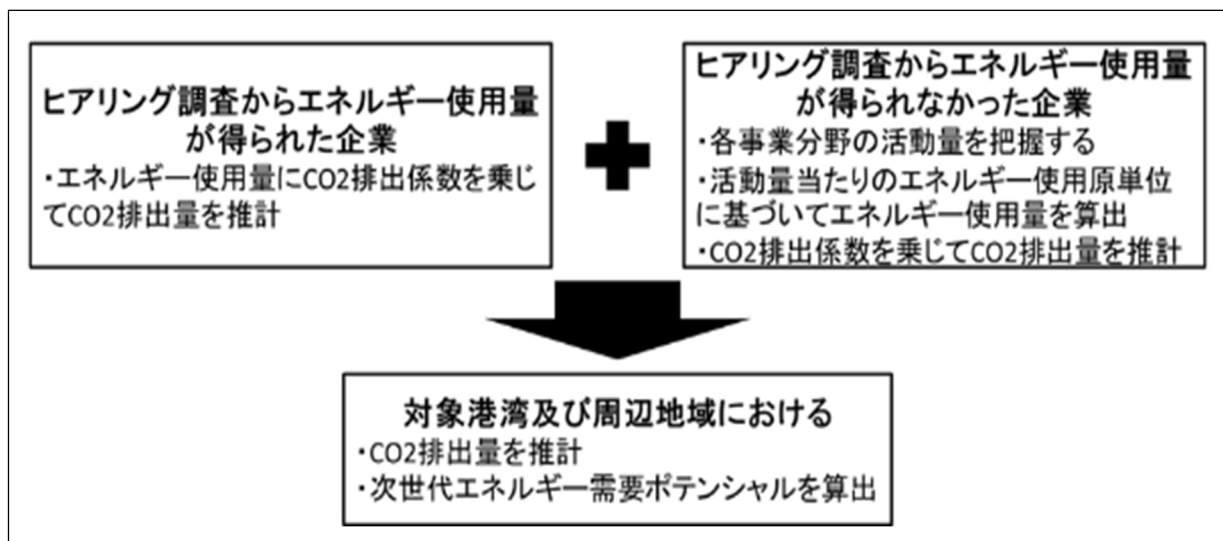


図4:対象港湾及び周辺地域の CO₂ 排出量の算定フロー

<CO₂ 排出量／削減量の推計方法>

ヒアリング等調査でエネルギー使用量が得られた事業者については、それらに CO₂ 排出係数を乗じることにより、CO₂ 排出量を推計する。

◆ 燃料については、その使用量に、燃料の種類ごとの CO₂ 排出係数を乗じて推計する。

◆ 電力については、その使用量に、一般送配電事業者の全国平均の CO₂ 排出係数を乗じて推計する。

＜対象となる CO2 排出活動＞

- ◆ 燃料の使用による CO2 排出量：燃料使用量×単位使用量当たりの CO2 排出量
- ◆ 電気(※4)の使用による CO2 排出量：電気使用量×単位使用量当たりの CO2 排出量

※4:他者から供給された電気(自家発電は燃料の使用に計上されているため除外)

表3:主な排出係数一覧

排出活動	区分	単位	排出係数
燃料の使用	原料炭	tCO2/t	2.61
	一般炭	tCO2/t	2.33
	ガソリン	tCO2/kL	2.32
	灯油	tCO2/kL	2.49
	軽油	tCO2/kL	2.58
	A 重油	tCO2/kL	2.71
	液化石油ガス	tCO2/t	3.00
	液化天然ガス	tCO2/t	2.70
電力の使用(全国平均係数)		tCO2/MWh	0.445

資料:環境省 HP「温室効果ガス排出量 算定・報告・公表制度」から抜粋・加筆

ヒアリング等調査ではエネルギー使用量が得られなかった事業者については、下表のとおり、対応する施設ごと、事業分野ごとに、既存文献やヒアリング調査に基づき、「エネルギー使用原単位」を設定し、対象港湾及び周辺地域における CO2 排出量を推計する。
なお、各原単位については、今後精査していく必要がある。

表4:エネルギー使用原単位一覧

対応する施設等	エネルギー使用原単位 (年当たり)	備考
荷役機械	電力使用量(MWh)及び軽油(kL)／ 物流量(万 TEU) ガントリークレーン等:242.7(MWh/万 TEU) トランスファークレーン等:11.5(kL/万 TEU)	事業者へのヒアリングを基に、1 万 TEU 当 たりの電力・燃料使用量を算出(港湾局調 べ)
荷役機械	電力使用量(MWh)又は軽油(L)／稼 働時間(hr) フォークリフト(3t 級):1.4(L 軽油/hr)	【参考】「中央新幹線(東京都・名古屋市 間)環境影響評価書資料編(山梨県)」 2014 年 8 月、JR 東海」

対応する 施設等	エネルギー使用原単位 (年当たり)	備考
コンテナ埠頭	電力使用量(MWh)／利用面積(m ²) コンテナヤード照明：0.00247(MWh/m ²) コンテナターミナル管理棟：0.243(MWh/m ²)	【参考】「平成 19 年度港湾物流活動等における温室効果ガス削減施策基礎検討業務報告書(関東地方整備局)」 「平成 20 年度港湾からの総合的な温室効果ガス排出削減に関する検討調査報告書(国土交通省港湾局)」
物流センター	電力使用量(MWh)／普通倉庫延床面積(m ²) 普通倉庫の照明・空調等：0.040(MWh/m ²)	【参考】三菱倉庫「環境・社会報告書 2020」
物流センター (冷蔵)	電力使用量(MJ)／冷蔵倉庫延床面積(m ²) 冷凍冷蔵庫:2,264(MJ/m ²)	【参考】東京都における冷蔵倉庫のエネルギー消費実態に関する調査研究、2003 年 2 月、日本建築学会計画系論文集
輸送車両	ガソリン等(L)／輸送量(t・km) 普通貨物車:0.194(L ガソリン/t・km) 国際海上コンテナ用トラクタ:0.0421(L 軽油/t・km)	【参考】経済産業省告示「貨物輸送事業者に行わせる貨物の輸送に係るエネルギーの使用量の算定の方法」
停泊中船舶	船種、総トン数、総停泊時間に基づいて決定 (例)コンテナ船(1 万 t、週 3 時間停泊):5,095kg、フェリー(5 千 t、週 3 時間停泊):5,016kg	【参考】「港湾における温室効果ガス排出量算定マニュアル(案)Ver1.0」
火力発電	エネルギー量(MJ)／発電量(MWh) 火力発電所平均値(昼間):8,126(MJ/MWh)	火力発電 B 指標の 44.3%から、1MWh 電力当たり 2.257MWh の一次エネルギー投入が必要。1MWh=3,600MJ で換算すると、8,126MJ となる。 【参考】「ベンチマーク制度の概要について」平成 28 年 11 月、資源エネルギー庁省エネルギー課
製油	原油換算(kL)／石油製品生産量(千 kL) 石油精製設備:8.41(kL 原油/千 kL)	【参考】2018 年度第 1 回産業構造審議会産業技術環境分科会地球環境小委員会資源・エネルギーワーキンググループ資料 5-1
石油化学	エネルギー量(GJ)／石油化学製品生産量(t) エチレン等製造設備:11.9(GJ/t)	【参考】「ベンチマーク制度の概要について」平成 28 年 11 月、資源エネルギー庁省エネルギー課

対応する 施設等	エネルギー使用原単位 (年当たり)	備考
鉄鋼	原油換算(kL)／粗鋼生産量(t) 高炉製鉄業:0.531(kL 原油/t) 電炉普通鋼製造業:0.143(kL 原油/t)	【参考】「ベンチマーク制度の概要について」平成 28 年 11 月、資源エネルギー庁省エネルギー課
化学	エネルギー量(GJ)／化学製品生産量(t) ソーダ工業 3.22(GJ/t)	【参考】「ベンチマーク制度の概要について」平成 28 年 11 月、資源エネルギー庁省エネルギー課
セメント	エネルギー量(MJ)／セメント生産量(t) セメント製造業:3,739(MJ/t)	【参考】「ベンチマーク制度の概要について」平成 28 年 11 月、資源エネルギー庁省エネルギー課
紙パルプ	エネルギー量(MJ)／紙生産量(t) 洋紙製造業:6,626(MJ/t) 板紙製造業:4,944(MJ/t)	【参考】「ベンチマーク制度の概要について」平成 28 年 11 月、資源エネルギー庁省エネルギー課

参考資料:各項目の備考欄に記載

3-4. 温室効果ガスの削減目標、削減計画

3-4-1. 温室効果ガス削減目標

前項(3-3-2)で推計した 2013 年度及び現状の CO₂ 排出量に対し、温室効果ガス削減対策を講じた結果として、目標年次における CO₂ 削減目標を記述する。この場合、目標年次として 2030 年度及び 2050 年における削減目標は必ず記載する。

なお、対象港湾及び周辺地域において、新たな施設整備や新規事業所の供用が予定されている場合には、既存の施設と区分した上で、当該施設からの排出量及び削減目標についても可能な限り記述する。

3-4-2. 温室効果ガス削減計画

CNP 形成計画には、温室効果ガス削減に向けた具体的な取組を記述する。そのため、前項(3-3-2)で把握した排出源別の CO₂ 排出量をもとに、講じるべき温室効果ガス削減対策を具体的に記述する。なお、巻末の参考資料として、港湾及び周辺地域で想定される具体的な取組事例を示す。

表5:主な排出源での対策例

区分(場所)	対策の例
港湾ターミナル内	・再生可能エネルギーや自立型水素等電源の導入 ・燃料電池荷役機械の導入 ・照明、クレーン、リーファーコンテナ等の省エネ
港湾ターミナルを出入りする船舶・車両	・停泊中の船舶への陸電供給 ・燃料電池トラックの導入 ・港湾機能のデジタル化による省エネ

区分(場所)	対策の例
港湾ターミナル外 (当該港湾で貨物を取扱う関係事業者を対象)	・エネルギー融通による省エネ(LNG 冷熱の利用等) ・水素、アンモニア等の次世代エネルギーの活用 ・バイオマスの活用 ・照明の省エネ ・上屋や倉庫等への太陽光発電の導入
その他	・洋上風力により発電された電力の活用 ・ブルーカーボン生態系の活用

3-5.次世代エネルギー供給計画

3-5-1.次世代エネルギーの需要推計

将来の対象港湾及び周辺地域における次世代エネルギー(水素や燃料アンモニア等)の需要量を推計する。推計時期については、取組を着実に進める観点から、短期～中期、長期など、段階的に設定することを基本とする。

なお、推計時期や次世代エネルギー需要量の推計にあたっては、対象港湾の状況と併せ、政府の目標値等(※5)にある目標年(短・中期目標:2030 年、長期目標:2050 年)や導入量(変動傾向)等を参考にし、適正に設定することとする。

※5:2021 年6月に策定された「2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」では、2030 年に水素導入量を最大 300 万トン、2050 年には 2,000 万トン程度の供給量を目指すとしてされている。また、燃料アンモニアについては、2030 年には国内で年間 300 万トン(水素は換算で約 50 万トン)、2050 年には国内で年間 3,000 万トン(水素換算約 500 万トン)の燃料アンモニア需要を想定している。

		現状	2030年	2050年
水素 (H ₂)	導入量 供給量	約200万トン/年 ^{※1} (2017年)	最大 300 万トン/年 ^{※2}	2,000 万トン/年程度 ^{※2}
	価格	～100円/Nm ³ ^{※3} (ステーション価格) 約170円/Nm ³ ^{※5} (現状技術ベースのCIF価格試算値)	30円/Nm ³ ^{※2} (供給コスト)	20円/Nm ³ 程度以下 ^{※2} (水素発電コスト)
燃料 アンモニア (NH ₃)	国内 需要 (想定)	燃料NH ₃ :ゼロ ^{※4} (原料NH ₃ :約108万トン/年) (2019年)	300万トン/年規模 ^{※2} (水素換算約50万トン/年)	約3,000万トン/年 ^{※2} (水素換算約500万トン/年)
	価格	20円台前半/Nm ³ ^{※2} (熱量等価での水素換算)	10円台後半/Nm ³ ^{※2} (熱量等価での水素換算)	—

【参考】潜在国内水素需要(一定の仮説に基づく導入量)^{※2}

大規模水素発電:約500～1,000万トン/年、トラック等商用車:約600万トン/年、鉄鋼業:約700万トン/年

※1 2021.3.22 第25回水素・燃料電池戦略協議会、2021.7.21 第46回総合資源エネルギー調査会基本政策分科会

※2 2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略(2021.6)

※3 水素基本戦略(2017.12)

※4 燃料アンモニア導入官民協議会 中間取りまとめ(2021.2)

※5 資源エネルギー庁資料(2020.12)

N m³:標準状態(0℃1気圧)に換算した1m³のガス量。

図5:水素・燃料アンモニアに関する政府の目標等

<推計方法①:化石燃料消費量から次世代エネルギー需要量を算出>

化石燃料においては、その一次エネルギー投入量(石炭、軽油等)と「熱量等価」な次世代エネルギー(水素、液化アンモニア、メチルシクロヘキサン(MCH)等)に置き換えられるものと仮定し、その需要ポテンシャルを推計する。

ヒアリング等調査からエネルギー使用量が得られなかった事業者については、各事業分野の活動量及びエネルギー使用原単位によりエネルギー使用量を試算し、需要ポテンシャルを推計する。

なお、各事業者の将来の事業計画を踏まえ、事業の縮小や廃止等がある場合にはそれを考慮する必要がある。

表6:次世代エネルギーに換算した場合の重量・体積

化石燃料	次世代エネルギー換算(熱量等価)						
	水素			液化アンモニア		MCH	
	重量 (kg)	体積 (気体 (m3))	体積 (液体(m3))	重量 (kg)	体積 (m3)	重量 (kg)	体積 (m3)
軽油(1L)	0.312	3.47	0.00440m ³	1.68	0.00250	5.06kg	0.00657
重油(1L)	0.323	3.59	0.00456m ³	1.74	0.00259	5.25kg	0.00682
ガソリン(1L)	0.283	3.14	0.00399m ³	1.52	0.00227	4.59kg	0.00596
一般炭(1kg)	0.212	2.36	0.00300m ³	1.14	0.00170	3.45kg	0.00448
液化天然ガス (1kg)	0.451	5.02	0.00637m ³	2.43	0.00362	7.33kg	0.00952
液化石油ガス (1kg)	0.420	4.67	0.00593m ³	2.26	0.00337	6.82kg	0.00886
都 市 ガ ス (1m3)	0.370	4.12	0.00523m ³	1.99	0.00297	6.01kg	0.00781

・資料:化石燃料の熱量は、「環境省:算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧」に基づき、軽油 37.7MJ/L、重油 39.1MJ/L、ガソリン 34.2MJ/L、一般炭 25.7MJ/kg、液化天然ガス 54.6MJ/kg、液化石油ガス 50.8MJ/kg、都市ガス 44.8MJ/m³とした。

・次世代エネルギーの熱量及び密度は、「エネルギー総合工学研究所:図解でわかるカーボンリサイクル」「NPO 法人国際環境経済研究所 HP」に基づき、水素(気体)は 121MJ/kg で 0.0899kg/m³、液化水素は 121MJ/kg で 70.8kg/m³、液化アンモニアは 22.5MJ/kg で 670kg/m³、MCH は 7.45MJ/kg で 770kg/m³とした。

＜推計方法②：電力消費量から次世代エネルギー需要量を算出＞

電力においては、自立型水素等電源により供給されるものと仮定し、次世代エネルギーの需要ポテンシャルを試算・推計する。

水素を一次エネルギー（燃料）として活用する場合は、同様に一次エネルギーとして取り扱う石炭や軽油等と、本来有する熱量を直接的に比較できる。一方で、電力については、エネルギー転換（火力発電）により得られた電力が有する熱量と、その電力を得るために投入された一次エネルギー（燃料）が有する熱量が異なるため、一次エネルギーとしての水素と電力の比較を行うためには、以下の換算値を用いる。

表7：次世代エネルギーに換算した場合の重量・体積

電力	次世代エネルギー換算（熱量等価）						
	水素			液化アンモニア		MCH	
	重量 (kg)	体積 (気体 (m3))	体積 (液化水 (m3))	重量 (kg)	体積 (m3)	重量 (kg)	体積 (m3)
1MWh	54.1	602	0.7640	291	0.4824	879	1.1409

資料：東芝エネルギーシステムズ株式会社公式ウェブサイト

【換算値の考え方】

- ・電力 1MWh を熱量ベースに換算すると、 $1\text{MWh} \times 3,600\text{MJ/MWh} = 3,600\text{MJ}$
- ・発電する際の一次エネルギー（燃料）の投入量に対する発電電力量（効率）は、発電設備により異なるが、定置式水素燃料電池の場合、その効率は 55%程度といわれる。
- ・その場合、3,600MJ の熱量を得るために投入する一次エネルギーとしての水素の熱量は、 $3,600\text{MJ} \div 0.55 = 6,545\text{MJ}$
- ・水素は酸素と反応させることで、質量 1kg あたり 121MJ の熱量を発生する。
- ・熱量 6,545MJ に相当する水素の質量は、 $6,545\text{MJ} \div 121\text{MJ/kg} = 54.1\text{kg}$
- ・なお、同様に石炭火力、石油火力、LNG 火力の場合に必要な 1 次エネルギー投入量(kg)は以下となる。

表8：1MWh(3,600MJ)の発電に必要な 1 次エネルギーの質量

	定置型水素燃料電池	石炭火力	石油火力	LNG 火力
発電効率 (%)	55	42	39	47
1MWh(3,600MJ)の発電に必要な 1 次エネルギーの熱量(MJ)	6,545	8,571	9,231	7,660
1 次エネルギー1kgあたりの熱量(MJ)	121.0	25.7	44.2	54.6
1MWh(3,600MJ)の発電に必要な 1 次エネルギーの質量(kg)	54.1	333.5	208.8	140.3

資料：次世代火力発電協議会 第1回会合

3-5-2.次世代エネルギーの供給計画

対象港湾や周辺地域で水素や燃料アンモニア等の次世代エネルギーを利用する場合には、その供給体制を整備する必要がある。

国内でも水素等の製造は行われているが、今後、海外から大量の水素や燃料アンモニア等の輸入が見込まれることから、港湾においてはその受入環境を整備することが求められる。このため、水素や燃料アンモニア等の供給に知見を有する事業者と連携して、対象港湾及び周辺地域の需要を踏まえ、現実的かつ具体的な供給計画を策定する。

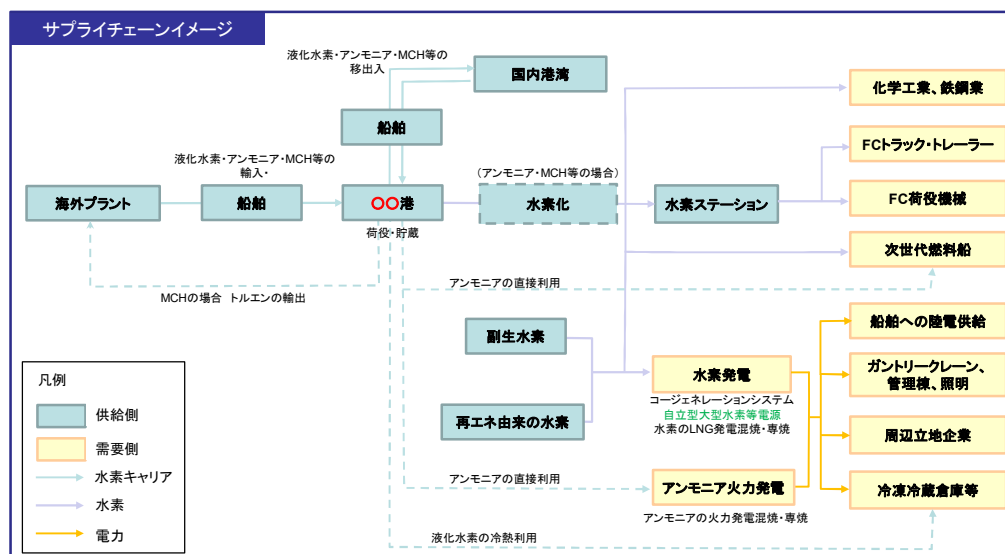
3-5-3.次世代エネルギーに係る施設整備計画(施設・機能配置計画の基本的な考え方)

CNP 形成計画においては、対象港湾及び周辺地域に立地する事業者、背後圏地域の需要等を勘案し、施設整備計画を策定する。

対象港湾及び周辺地域の将来の水素や燃料アンモニア等の需要を踏まえ、対象港湾における港湾施設の計画について検討する。具体的には、岸壁、貯蔵タンク、パイプライン等について検討することとなるが、需要量や主な需要家の位置、港湾分区条例における用途規制などを踏まえ、適切な施設配置計画を検討する必要がある。

水素や燃料アンモニア等については、これまで民間事業者の専用ふ頭で取扱われてきたが、多くの事業者が使用する燃料であることも踏まえ、公共ふ頭での取り扱いについても検討することが望ましい。また、民間事業者の専用ふ頭を使用する場合でも、周辺での需要拡大が見込まれる場合には、多くの事業者が利用できるような形態を検討することが望ましい。さらに、公共や民間事業者が保有する既存ストックを有効活用することも重要である。

水素や燃料アンモニア等の利用は段階的に進むことが想定されるため、導入規模に応じた適切な受入シナリオを描く必要がある。例えば、導入初期には既存ストックを有効活用しつつ、既存船による輸送を想定し、将来の大規模な需要に対しては、新たな大型船による輸送を想定した施設整備を計画すること等が考えられる。



※上図における水素キャリアとは、液化水素、液化アンモニア、有機ハイドライド(MCH 等)を総称したものである。

図6: 港湾周辺におけるサプライチェーンのイメージ

3-5-4. 次世代エネルギーの供給等のために必要な施設

燃料を供給する側における、CNP に関係する主な施設は、①係留、荷役施設(岸壁、荷役機械)、②貯蔵施設(オンサイト)、③水素化施設(オンサイト)、④運搬施設、⑤生産施設が考えられる。

【※詳細については、マニュアル初版公表まで整理する。】

3-5-5. 次世代エネルギーの供給等のために必要な施設の規模

【※詳細については、マニュアル初版公表までに整理する。】

3-6. 港湾・産業立地競争力の強化に向けた方策

CNP 形成計画において、温室効果ガス削減に向けた取り組み公表されるが、それに合わせて、環境面での対象港湾の競争力強化策、産業立地競争力強化策についても記述することが望ましい。

また、水素等サプライチェーンの強靱化という観点から、切迫する大規模地震・津波、また、頻発化・激甚化する高潮・高波・暴風などの自然災害や、港湾施設等の老朽化に対する今後の対策を記述する。

【※詳細については、マニュアル初版公表までに整理する。】

3-7. ロードマップ

対象港湾における具体的な取組内容、取組時期を明らかにするため、温室効果ガス削減計画及び施設整備計画等に係る具体的なロードマップを記載する。

【※詳細については、マニュアル初版公表までに整理する。】

4. 留意事項

脱炭素化に係る制度整備や水素や燃料アンモニア等に関する技術は、今後も大きく進展することが予想されることから、計画作成に際しては、前提条件等を明確にするとともに、社会・技術動向を見極めつつ、柔軟かつタイムリーに対応可能な計画としておくことが重要である。

また、計画は、計画対象範囲の情勢変化、CNP形成に関する技術の進展等に基づき、必要に応じて見直しを行い、最新の取組に対応したものとしておく必要がある。

5. 関係法令

【※CNP形成に係る法令について、マニュアル初版公表までに整理する。】

【参考資料】

CNP形成に資する取組事例集

【※マニュアル初版公表までに精査を行う】

○船舶への陸上電力供給

【概要】

現状、岸壁に停泊中の船舶内で消費する電力の大半について、船内に搭載されているディーゼル発電機に由来しているところ、陸上電力供給施設を導入し、系統電源からの電力を船舶に供給することで、温室効果ガスの排出量を削減することが可能である。また、将来的に、自立型水素等電源等を活用して電源自体をカーボンニュートラルなエネルギーに転換することで、温室効果ガスの排出を全体としてゼロにすることができる。

【技術開発・導入状況】

- ・国内港湾においては、商用 211 基、公用 110 基の陸上電力供給設備が導入されている。商用、公用ともに比較的小型の船舶を対象に、主に生活用電源確保を目的に設置しているケースが多く、外航コンテナ船や外航ばら積み貨物船、クルーズ船といった大型船舶への導入実績はない。（令和3年5月現在、国土交通省港湾局調べ）
- ・また、動力が EV やハイブリッドの小型船の整備も進んでいる。
- ・陸電供給設備については、RORO 船、クルーズ船、コンテナ船等について、国際的な標準規格（IEC/ISO/IEEE80005-1）が定められているが、国内では各事業者が個々の設備を導入。
- ・ロサンゼルス港及びロングビーチ港は、2006 年、Clean Air Action Plan（CAAP）（2017 年改訂）を定め、周辺環境の大気汚染防止、脱炭素化に向けた取組を実施。その施策の一環として、港内船舶について、船舶係留時の排出ガス抑制を目指し、カリフォルニア州の財政支援を活用し陸上電力供給設備の導入を進めるとともに、寄港する船舶の一部を対象として総寄港回数の一定割合以上での陸電利用を義務づける等の取組を行っている。
- ・2021 年6月には、アントワープ港、ブレーマーハーフェン港、ハンブルグ港、ハロパ港及びロッテルダム港が、定期的に超大型コンテナ船を取り扱うコンテナターミナルについて、2028 年までにすべてのバースで陸電設備を導入する旨の覚書を締結している。

【導入する上での留意点】

- ・使用する船社等の港湾関係者の理解を得る必要があり、施設整備に必要な初期費用、利用料金、規格の統一等について検討が必要。
- ・系統電源と船舶電源の周波数が異なる場合には、周波数変換器を利用するなどの対応が必要。

対象となる船舶：

カリフォルニア州の港に寄港するコンテナ船、クルーズ船、冷凍貨物船（2020年、自動車運搬船、タンカーについても、2025年より陸電もしくは排ガス対応機器を使用することが決定されている。）

主な対象外の船舶：（カリフォルニア州の港湾）

- ・通過目的の船舶
- ・米国及び外国の政府が商業目的外で運航する船舶
- ・液化天然ガスを燃料とする補機を使用する船舶（2023年以降は除外）
- ・同一船社が運航する貨物船（コンテナ船、冷凍貨物船）で年25回（LA港、LB港は同一の港湾として計上）未満、客船（クルーズ船）で年5回未満の寄港回数の場合

実施条件：

実施時期	着岸する船舶の陸電使用等割合
2014.1.1	総寄港回数の50%以上
2017.1.1	総寄港回数の70%以上
2020.1.1	総寄港回数の80%以上

ディーゼル発電機使用時間制限：

3時間以内（守れない場合は罰金が科せられる）

（出典）ロサンゼルス港湾局提供資料等より国土交通省港湾局作成



ロサンゼルス港における陸上電力供給の実施状況

図 7：ロサンゼルス港等における陸電供給の概要

○燃料供給(LNG、水素、燃料アンモニア等)

【概要】

従来の船舶燃料に比べて CO₂ の排出削減が可能であり、IMO による SO_x 規制にも対応可能な燃料として、LNG の導入が進められている。現時点では、LNG ローリーによる燃料供給だけではなく、大型の船舶にも LNG が供給可能な LNG バンカリング船の運航も行われている。さらに、CO₂ 排出削減(排出ゼロ)の燃料として、液化水素、燃料アンモニア等の導入が検討されている。

【技術開発・導入状況】

- ・伊勢湾・三河湾においては、2020 年 10 月から、日本郵船、川崎汽船、JERA、豊田通商の出資するセントラル LNG マリンフューエル社が、LNG バンカリング船「かぐや」による LNG 燃料の供給(Ship to Ship 方式)を開始している。
- ・東京湾においては、2021 年8月時点で、LNG バンカリング船「エコバンカー東京ベイ」が建造中であり、2021 年度中に上野トランステック、住友商事、横浜川崎国際港湾、日本政策投資銀行の出資するエコバンカー SHIPPING 社によって供用開始予定である。また、「エコバンカー東京ベイ」は SO_x 規制に対応した適合油も供給可能である。
- ・また、東京湾エリア、大阪湾エリアでは LNG ローリーによる燃料供給も実施されている。

【導入する上での留意点】

- ・国際エネルギー機関(IEA)によって作成された「2050 ネット・ゼロ」ロードマップでは、2050 年における船舶燃料の約 46%がアンモニア、約 17%が水素という CO₂ を排出しない燃料になるとのシナリオを描いている。一方で、「国際海運のゼロエミッションに向けたロードマップ」において、船用燃料として水素、アンモニアの利用が拡大した場合でも、LNG の利用は一定量(約 35%)存在すると想定されている。今後、水素・アンモニア燃料船へのバンカリングについては、バンカリング船という選択肢を含めて各燃料に最適な燃料供給体制を構築する必要がある。



運航者	セントラルLNGマリンフューエル	エコバンカー SHIPPING
船名	かぐや	エコバンカー東京ベイ
総トン	4,044トン	4,100トン
全長	81.7m	95.57m
全幅	18.0m	15.8m
積載槽容量	3,500m ³	2,500m ³ (LNG)
		1,500m ³ (適合油)

出典：セントラル LNG マリンフューエル株式会社 HP、エコバンカー SHIPPING 株式会社 HP・同社 YouTube チャンネルより

図8:左)「かぐや」(手前)による LNG 燃料供給状況 右)「エコバンカー東京ベイ」進水式

○荷役機械のFC化、電動化、省エネ化(ハイブリッド、電力回生)

【概要】

港湾の荷役機械のうち、岸壁に設置されているコンテナクレーンは電動化されており、エネルギー効率を高めるため、巻下げ時に主巻モータを発電機とする電力回生の実証実験や、東京港埠頭における導入事例がある。また、コンテナヤード内でコンテナを積卸する荷役機械(RTG等)については、ディーゼルで稼働しているものが多いものの、電動型やハイブリッド型等の導入が進みつつあり、ハイブリッド型からパワーパック換装でFC型へ移行可能な技術開発が行われている。

【技術開発・導入状況】

- ・東京港埠頭では、インバータ制御による電力回収装置付きコンテナクレーンを導入し、従前と比べ30%の消費電力削減し、回生した電力を他のクレーンや構内で使用している。
- ・2017年度NEDO助成事業において、三井E&Sマシナリー、エクセルギー・パワー・システムズは、名古屋港鍋田ターミナルで、コンテナクレーン巻下げ時の回生電力を超急速充電電池に回収し、巻上時に使用する実証実験を実施した。超急速充電方式では電力使用量の72%削減、受電平滑化による契約電力の54%削減可能という結果をまとめた。
- ・2021年2月、三井E&Sマシナリーは、従来のハイブリッド方式から、エンジン小型化・バッテリー大容量化により燃費性能を20-30%向上させた、ニアゼロエミッション(NZE)方式のトランスターナを発売、同時にFC方式RTGの開発を発表した。2021年5月には神戸港でZNE方式RTG2基の導入が発表された。将来的にはNZE方式のパワーパックをFCパワーパックに換装可能とすることでゼロエミッションに対応する計画である。

【導入する上での留意点】

- ・メーカーや動力方式により、開発状況(実用段階、実証段階、構想中)が異なるため、港湾荷役機械に係る技術開発の進展について、開発メーカー等から最新の情報提供を受け、導入段階において最も効果的・効率的な運用ができるような仕様を検討する。
- ・FC化にあたっては、水素供給インフラの整備、最適な水素充填方法等について検討する。



出典:東京港埠頭 HP、三井E&S造船 HP、三井広報委員会 HP
図9:左)電力回収装置付きコンテナクレーン 右)ニアゼロエミッション RTG イメージ

○リーファーコンテナの省エネ化(日除け)

【概要】

リーファーコンテナヤードにおける消費電力削減の一環として、段積みされたリーファーコンテナ上に日よけを設置し、日照によるリーファーコンテナの内部温度上昇を低減する取組がある。ターミナル全体の使用電力でリーファープラグの占める割合の高い港湾では、導入の効果が見込まれるが、季節や立地による変動要因、導入・維持費用も検討する必要がある。

【技術開発・導入状況】

- ・博多港アイランドシティ・コンテナターミナルには 2010 年からリーファーコンテナヤードにおける、日よけ（ルーフ・シェード）が試験的に導入されている。
- ・九州大学と博多港ふ頭の共同研究によれば、蔵置したコンテナに取り付けた温度計の測定や、温熱シミュレーションの算定による消費電力削減効果を分析した。同研究によれば、コンテナターミナルに日よけを設置した場合、日よけのない場合に比べリーファーコンテナの消費電力は 12－14%削減されとの結果を出した。

【導入する上での留意点】

- ・コンテナの荷役時はルーフを畳むため、頻繁にコンテナを取り扱う場合は効果が限られる。
- ・季節や立地地域により日照や気温の変化は一律ではないこと、導入・メンテナンスに係る費用対効果について十分な検討が必要である。



出典:「コンテナターミナルにおけるリーファー・コンテナの蔵置時の
ルーフ・シェードの省エネ効果に関する研究」 篠田岳思

図 10: 左) 通常のリリーフコンテナヤード、右) 日よけ設置例

○照明の LED 化

【概要】

港湾における照明の省エネルギー対策として、従来のナトリウム灯に変わり、LED 照明の導入が進んでいる。LED 製品はナトリウム灯に比べ、消費電力・CO2 排出量は 66%削減、寿命は4倍となるものもあり、CO2 低排出効果に加え、長寿命化による交換コストの削減も見込まれる。

【技術開発・導入状況】

- 2014 年 10 月横浜港における国内初省エネ型ヤード照明の実地試験を実施した。LED 照明などの省エネルギー照明の、照度や消費電力等の測定とともに、港湾関係者へは明るさ、まぶしさ、光の色、見やすさなどをアンケート形式で調査した。
- 2015 年 12 月名古屋港鍋田ふ頭のヤード全域を LED 照明化した。敷地面積 75 万 m² に照明灯高さ 40m の大型 LED177 灯を設置し、消費電力を 50%以上削減した。技術的特徴として防水、耐塩、耐雷仕様が挙げられる。
- 2016 年 12 月に日本海事協会は港湾用 LED 照明の形式認証に関するガイドラインを発行した。試験基準は絶縁抵抗、振動、温度、湿度、電源変動、傾斜、塩水噴霧、防水、EMC (電磁波)に関する所定の基準からなる。
- 2017 年2月に日本海事協会は港湾施設用 LED 照明の型式認証サービスを開始し、スタンレー電気・ユニエックスに対し第一号となる認証を発行している。

【導入する上での留意点】

- 「港湾の施設の技術上の基準・同解説」により、港湾各所における基準照度が定められているが、他に照度分布、グレア、障害光、光色及び演色性が配置箇所の必要に適しているか検討する。
- 省エネ型大型ヤード照明の導入にあたっては、日本海事協会のガイドラインの規定に適合していることを確認する。

出典:ユニエックス HP、「港湾における照明の現状と課題」渡辺健二 電気学会誌 2014 年1月号
「港湾用 LED 照明の形式認証に関するガイドライン」ほか 日本海事協会 HP



出典:「約 75 万 m²を照らす大型 LED 照明」環境ビジネスオンライン HP
図 11:名古屋港鍋田ふ頭における LED 照明導入事例

○管理棟の省エネ化(太陽光発電等)

【概要】

近年、港湾における CO2 排出削減や災害時における非常用電源を目的として、上屋屋上等への太陽光パネルの設置が、ターミナル利用者、港湾管理者により各港で進んでいる。

推進する施策として、「災害等非常時にも効果的な港湾地域低炭素化推進事業」(環境省・国土交通省連携事業)があり、名古屋港、酒田港、北九州港への太陽光発電設備の実証が行われている。

【技術開発・導入状況】

・2007 年3月、商船三井は東京港大井コンテナふ頭3・4号バースに、国内港湾施設初、民間で都内最大となる太陽光発電所(太陽光パネル 1,200 枚をゲート棟・洗車棟に設置、発電容量 200kW、年間 CO2 削減量 128 トン)を開設した。

・2015 年3月、横浜市港湾局は大黒ふ頭の T-4 公共上屋の屋根に設置した太陽光パネル 1386 枚、発電容量 300kW、事業費1億8千万円の発電設備を供用開始した。

【導入する上での留意点】

・FIT 法等に基づく事業計画認定の申請を行う事業者、及び認定を受けた事業計画に基づいて事業を実施する事業者の太陽光発電導入にあたっては、「事業計画策定ガイドライン(太陽光発電)」(資源エネルギー庁)が適用される。

出典:商船三井 HP、環境省 HP、日本海事新聞 HP



出典:「東京港埠頭株式会社 環境への取り組み」東京港ふ頭 HP

図 12: 東京港大井コンテナターミナルにおける太陽光発電設備

○コンテナ用トラクターヘッド(構内用)

【概要】

現在、国内のトラクターヘッドはディーゼルエンジンが主流である。また、海外港湾では電動化の実績もある。

【技術開発・導入状況】

・2019年11月、トヨタモーターノースアメリカは、ロサンゼルス港において、燃料電池搭載のコンテナ用トラクターヘッド(構内用)「UNO」を発表した。

【導入する上での留意点】

・国内でのトラクターヘッドの水素燃料化や電動化については検討段階であり、実証を経て早期の実用化を目指す

出典:「自動化コンテナターミナル」日経 HP、豊田自動織機 HP



出典: Toyota Motor Sales, U.S.A., Inc. HP

図 13:トヨタモーターノースアメリカの燃料電池式構内トラクターヘッド「UNO」

○コンテナ用トラクターヘッド(構外用)

【概要】

現在、トラクターヘッドはディーゼルエンジンが主流であるが、大型トラックでは国産メーカーのハイブリッド方式の車両が販売されている。また、燃料電池大型トラックによる実証実験が国内で計画されている。アメリカではトヨタ北米法人の燃料電池トラクターヘッドのロサンゼルス港/ロングビーチ港(LA/LB港)への納入事例がある。

【技術開発・導入状況】

- 2019 年5月、AI を活用した世界初のハイブリッドシステムを搭載した大型ハイブリッドトラックを発売した。(車両総重量 25トン、2,275 万円)
- 2020 年 10 月、アサヒグループ、西濃運輸、NLJ、ヤマト運輸、トヨタ、日野は、燃料電池大型トラックの走行実証を行うことで合意し、2022 年春頃から各社の物流業務で使用しながら走行実証を開始する。
- 2021 年6月、ロサンゼルス市港湾局主導のプロジェクトでトヨタモーターノースアメリカとケンワースは、LA/LB 港向け FC 大型商用トラクターヘッド5台を公開(10 台納入予定)。(車体はケンワース製 T680 がベース、動力系はトヨタ「ミライ」の FC システムを応用、航続距離 480km)を搭載している。(プロジェクト総費用 8,300 万ドルのうち、およそ半額をカリフォルニア州大気資源局が助成)

【導入する上での留意点】

- 国内でのトラクターヘッドの水素燃料化については検討段階であり、実証を経て早期の実用化を目指す。

資料: 日野自動車 HP、「名古屋港における脱炭素化に向けた取組」中部地方整備局、トヨタ HP



出典: World Cargo News Editorial

図 15: LA/LB 港を拠点に貨物輸送を行う大型 FC トラクターヘッド

○ゲート前混雑解消(デジタル化等)

【概要】

コンテナターミナルにおいて、コンテナ船の大型化にともない、寄港1回当たりの取扱個数が増加している。そのため、既存ターミナルゲートの処理能力が相対的に不足し、ターミナルゲートでの渋滞が深刻化している。こうした背景から、国土交通省港湾局では「ヒトを支援する AI ターミナル」の実現に向けた各種取り組みのなかで、CONPAS 等のゲート処理の効率化に係る取組を進めている。

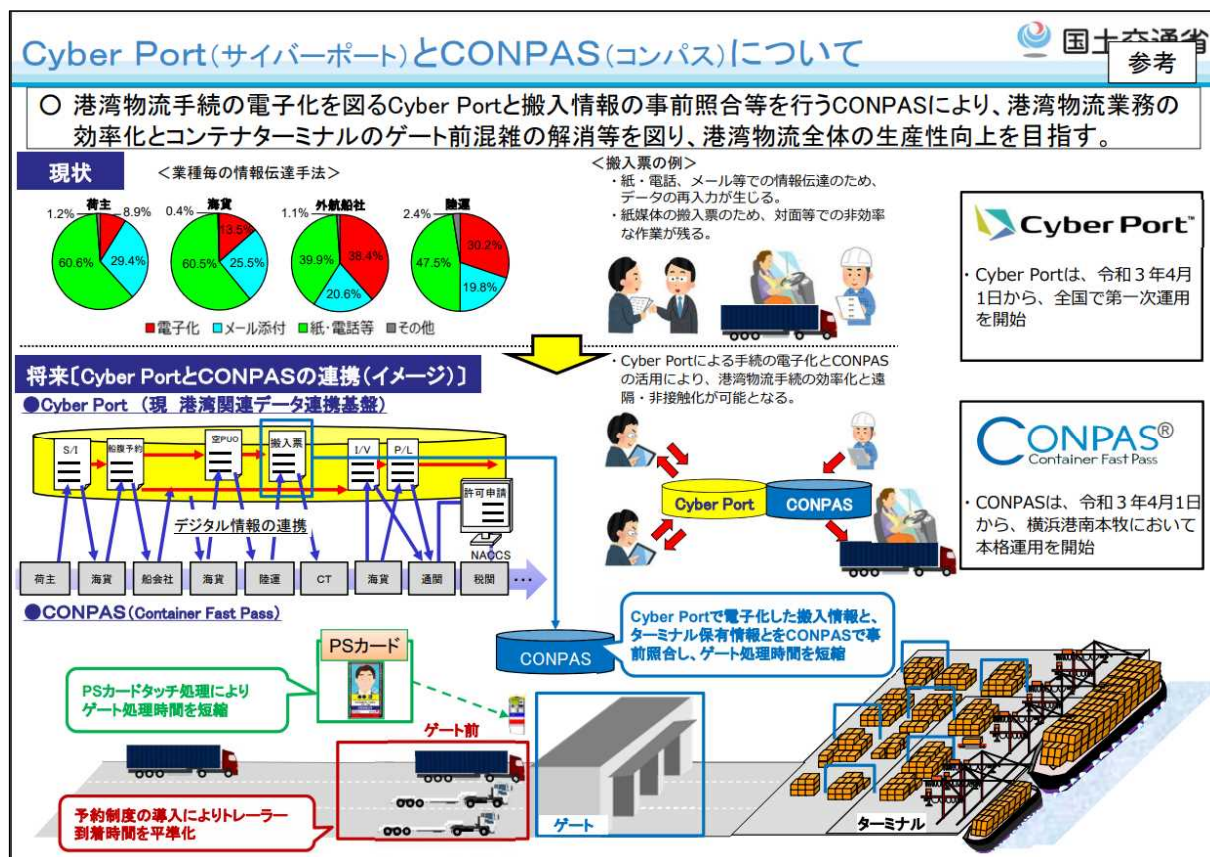
また、民間事業者間の港湾物流手続を電子化することで業務を効率化する「サイバーポート」の情報を CONPAS 等と連携させることで港湾物流全体の生産性向上を目指している。

【技術開発・導入状況】

- ・コンテナターミナルのゲート前混雑の解消やコンテナトレーラーのターミナル滞在時間の短縮を図ること、コンテナ物流の効率化及び生産性向上の実現を目的としたシステムである「CONPAS」について、2021 年4月から横浜港南本牧ターミナルにおいて、後述の「サイバーポート」と連携した上で、本格運用を開始した。具体的には、「搬出入予約機能」、「PS カードを活用した受付機能」、「搬入情報の事前照合機能」を有している。
- ・民間事業者間の港湾物流手続を電子化する「サイバーポート」については、2021 年4月より第一次運用がスタートしている。CONPAS の「搬入情報の事前照合機能」についてサイバーポートと CONPAS との間で連携を行っている。

【導入する上での留意点】

- ・CONPAS の活用にあたっては、コンテナターミナルのゲート前混雑の解消やコンテナトレーラーのターミナル滞在時間の短縮を図るための仕組み・ルールを関係者間で協力し構築・運用することが必要である。



出典:「【参考】Cyber Port(サイバーポート)とCONPAS(コンパス)について」
図 16:CONPAS と Cyber Port の連携イメージ

○上屋・CFS(太陽光発電)

【概要】

現状、全国の公共上屋の屋上面積合計は約 200 万 m^2 であると試算されている(地方整備局等調べ)。太陽光パネルの設置面積の割合を 50%と仮定すると、面積は約 100 万 m^2 。単位面積当たりの設備容量を 0.0833kW/ m^2 (環境省資料、戸建住宅以外の数値)と仮定すると、発電容量は約 8.5 万 kW であり、この数値は日本における太陽光発電導入量 5,337 万 kW(2018 年度)の約 0.2%に匹敵する。

【技術開発・導入状況】

- ・太陽光発電の技術は確立されているものの、太陽光発電を導入している上屋・CFS は少ない。
- ・2013 年に森本倉庫株式会社が六甲アイランド営業所(南側荷捌場ひさし上)において 29.7kW の太陽光発電システムを設置し、運転を開始している。災害などの停電時には日照時間中であればパソコンなどの事務所用電気機器に使用可能。
- ・2013 年に株式会社ひろしま港湾管理センターが広島港新国際 CFS において 1,848kW の太陽光発電システムを導入した。
- ・横浜市港湾局はT-4号上屋の屋根に 300kW の太陽光発電システムを導入。再生可能エネルギーの固定価格買取制度(FIT)を活用し、東京電力に全量を売電している。

【導入する上での留意点】

- ・上屋等の屋根への太陽光パネルの設置にあたっては、建物の強度を増す補強改良が必要となる場合があることに留意が必要。



出典:森本倉庫株式会社 HP より

図 17:神戸港の荷捌場上における太陽光発電導入事例



出典:Lnews より

図 18:横浜港の公共上屋における太陽光発電導入事例

○倉庫(太陽光発電、冷熱利用)

【概要】

港湾倉庫は輸出入の際に物品を保管する場所として非常に重要な役割を担っており、各港湾において相当数の港湾倉庫が存在する。そのため、港湾倉庫の屋上へ太陽光発電システムを導入や冷蔵冷凍倉庫での冷熱利用によるエネルギー消費量の削減は港湾地域の二酸化炭素排出量削減に対して大きな効果があると考えられる。

【技術開発・導入状況】

- ・太陽光発電の技術は確立されている。
- ・2013年に清水港において、鈴与商事株式会社のグループが保有する複数の倉庫屋根に百～数百KW程度の太陽光発電システムを設置し、総容量では1.3MWが導入されている。
- ・日本超低温株式会社は、隣接する東京ガス根岸LNG基地より供給されるLNGの冷熱を $-50^{\circ}\text{C} \sim -60^{\circ}\text{C}$ の冷凍倉庫の冷却に利用している。LNGの冷熱を利用することにより、冷凍機が不要、冷媒温度が常に一定といったメリットがある。
- ・シンガポールでは、LNGの再ガス化のプロセス中に放出される冷却エネルギーを利用して、データセンターの冷却を行うことを目指す検討が行われている。

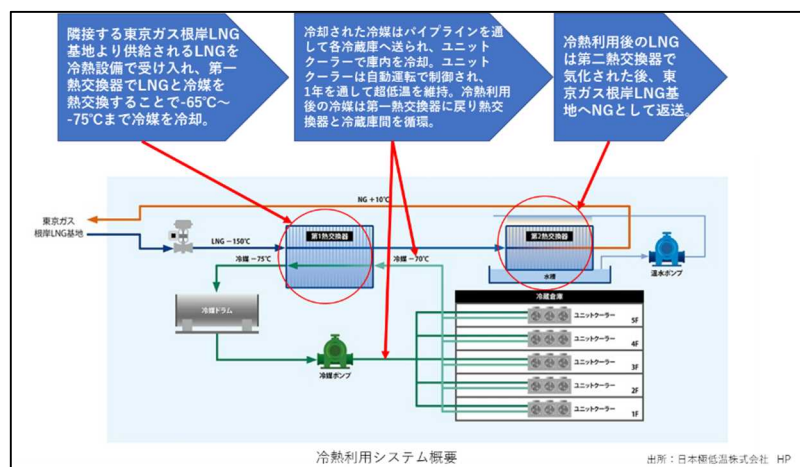
【導入する上での留意点】

- ・太陽光パネルを設置するために倉庫の補強などが必要となる場合が想定される。できるだけ速やかに、可能な限り太陽光パネルを設置することを検討する。
- ・冷熱利用システムの導入には一定の設備投資が必要となる。LNGや液化水素等の近隣に立地する冷蔵冷凍倉庫については、状況に応じ、冷熱利用システムの導入を検討する。



出典: 鈴与商事株式会社 HP より

図 19: 清水港の倉庫上における太陽光発電導入事例



出典: 日本超低温株式会社 HP に加筆して作成

図 20: 冷凍倉庫での冷熱利用事例

○火力発電所(水素・燃料アンモニア混焼、バイオマス、CCUS 等)

【概要】

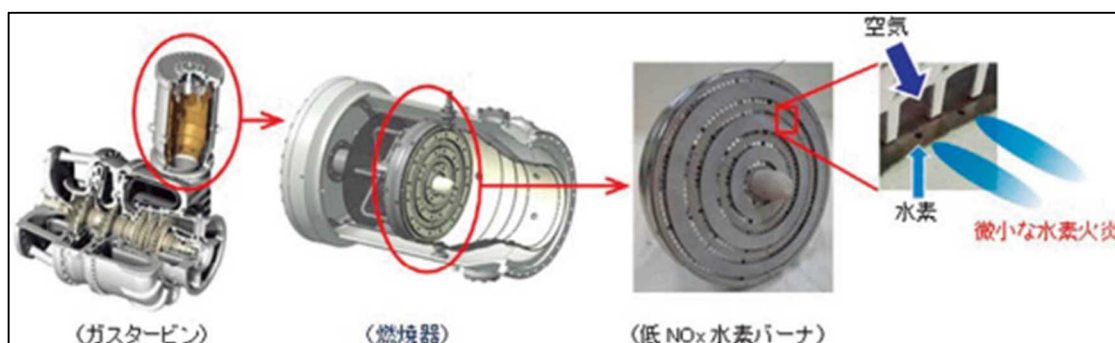
既存の石炭火力へアンモニア混焼、LNG 火力への水素混焼について技術開発が進められており、大規模な CO₂ 削減が期待できる。また、再生可能エネルギーや二酸化炭素回収・貯留と組み合わせた発電システムや、水素・アンモニア専焼発電の実現に向けた取り組みも進められている。

【技術開発・導入状況】

- ・石炭火力発電へのアンモニアの混焼、LNG 火力発電への水素混焼等による CO₂ の削減が期待されており、本格的な導入について実証が進められている。
- ・川崎重工業が水素混焼用ガスタービンと専焼用ガスタービンを開発した。水素濃度が体積当たり 60% まで混焼を可能とし、天然ガス焚きと同等の低 NO_x 燃焼を実現している。専焼用ガスタービン(出力 1,000kW)については、同社と大林組が NEDO 事業の一環として神戸ポートアイランドで実証実験を行なった。
- ・2021 年に株式会社 JERA 及び株式会社 IHI は、NEDO の助成事業において大型の商用石炭火力発電機におけるアンモニア混焼に関する実証事業として採択を受けた。本事業において、JERA の碧南火力発電所4号機(発電出力:100 万 kW)において、2024 年度にアンモニア 20%混焼を目指す計画。

【導入する上での留意点】

- ・水素は発熱量が低く、燃焼速度が速く、火炎温度が高いなどの水素の特性に合わせてガスタービンの構造を最適化し、燃焼部材の耐久性向上、NO_x 低減技術の確立などを実現する必要がある。
- ・発電に見合う量の水素・アンモニアを調達するには現状の LNG と同様、海外からの輸入が選択肢になる。
- ・貯蔵・気化・払出設備といったアンモニア供給設備の新設と既設のバーナーの改造が必要になる場合がある。



出典:川崎重工プレスリリースより

図 21: 低 NO_x 水素専焼ガスタービン燃焼器



出典:株式会社 JERA プレスリリースより

図 22: 実証事業を行う碧南火力発電所とボイラーおよび改造バーナーの概略

○鉄鋼(水素等の活用、CCUS 等)

【概要】

港湾・臨海部に多く立地する鉄鋼業からの 2019 年の CO₂ 排出量は約 1.3 億トンであり、これは国内の CO₂ 排出量の約 12%を占める。

鉄鋼業において、コークスの製造プロセスで発生するメタンから水素を取り出し、高炉に投入するコークスの役割の一部を水素に代替させる技術を利用し、水素と酸素を結び付け H₂O として排出させ、コークスと鉄鉱石中の酸素が結び付いて排出されていた CO₂ 排出量を削減する製鉄手法である水素還元製鉄の導入に向けた研究開発が進められている。

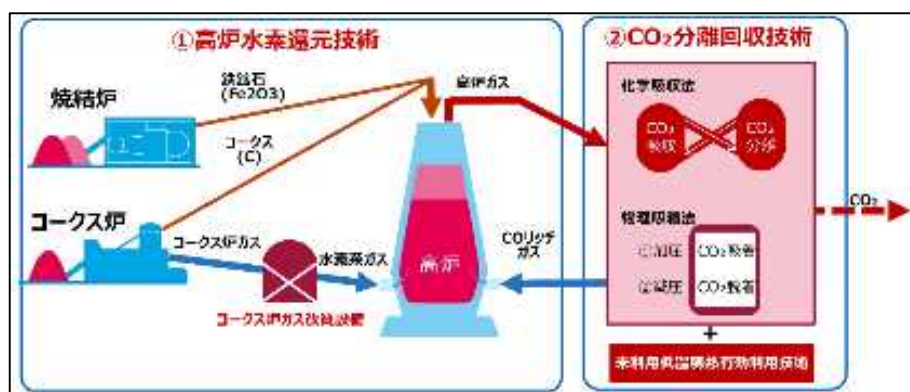
また、カーボンリサイクル技術の普及に向けた検討が進められている。

【技術開発・導入状況】

- ・日本鉄鋼連盟では、水素活用還元プロセス技術等の開発(COURSE50)を NEDO の助成を受けて実施。2030 年頃までの実用化を目指している。
- ・2017 年に水素をコークスの一部代替として鉄鉱石を還元し、CO₂ 排出量を 10%削減。高炉への水素吹込技術で CO₂ 排出量を 10%超削減。

【導入する上での留意点】

- ・今後は大型生産設備へのスケールアップ(500 倍)および大量で安価なゼロエミッション水素の安定供給等の実用化に向けたインフラ環境整備が課題。
- ・鉄鉱石から現在の国内生産量 7,500 万 t/年の鉄を生産するのに 750 億 Nm³(約 700 万 t)の水素が必要。



出典:資源エネルギー庁 HP より

図 23: 高炉水素還元技術の概略図

鉄鋼分野における技術開発		2020	2030	2040	2050	2100
COURSE50	所内副生水素(コークス炉ガス)利用	R&D	導入			
Super COURSE50	外部水素利用(大量の水素供給が可能前提)	前倒し	R&D	導入		
水素還元製鉄	水素のみでの製鉄	前倒し	R&D	導入		
CCU	CO ₂ のリサイクル利用、化学品化		R&D	導入		
CCS	CO ₂ の地中貯留		R&D	導入		
社会共通基盤としての技術開発		2020	2030	2040	2050	2100
カーボンフリー電力	脱炭素電源(原子力、再生可能、化石+CCS) 次世代電力系統、電力貯蔵等		R&D	導入		
カーボンフリー水素	低コスト・大量水素の製造・輸送・貯蔵技術		R&D	導入		
CCS/CCU	CO ₂ 分離貯留・利用技術開発 社会的課題の解決(貯留場所、地域理解等)		R&D	導入		

日本製鉄連盟:長期脱炭素化ロードマップ(2018)を一部修正

出典:日本製鉄株式会社 水素燃料電池戦略協議会資料より

図 24: 水素還元製鉄技術計画

○自立型水素等電源

【概要】

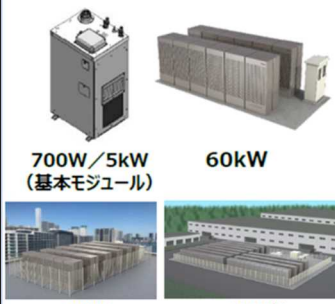
石油・天然ガス等の化石燃料を用いて水素を生み出し燃料とする改質型燃料電池と水素をそのまま燃料とする純水素型燃料電池に大きく分類できる。純水素型燃料電池は水素をそのまま燃料とするため、CO₂を全く発生させずに短時間で発電することができる。また、非常時にも利用することができ、分散型電源としての活用が可能となる。

【技術開発・導入状況】

- ・実用段階にあることから、足下で具体的な効果が出る低炭素施策であり、関係者間の調整を経て、港湾において率先して取り組んでいく。
- ・2015年に大黒ふ頭の横浜港流通センター(Y-CC)へ自立型水素燃料電池システム(東芝『H2One』)を設置し、電力ピークカットや非常用電源の活用等の実証実験を行っている。

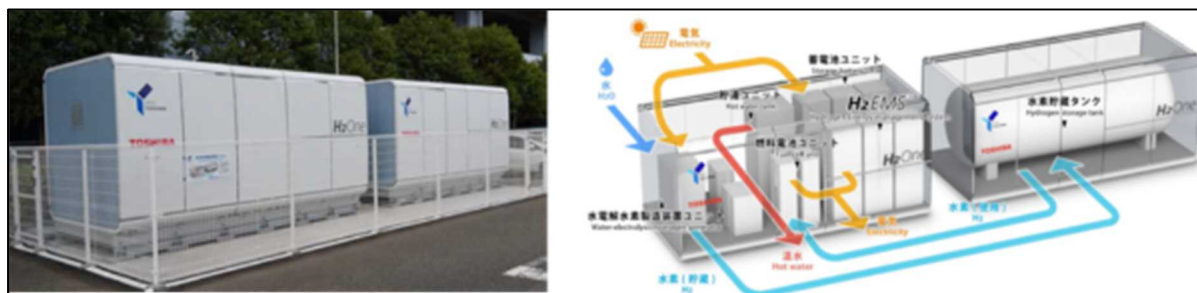
【導入する上での留意点】

- ・イニシャルコスト及び燃料代を含めたランニングコスト、水素供給体制について十分な検討が必要。

パナソニック	東芝	三菱重工
 700W/5kW (基本モジュール) 60kW 300kW 10MW級 ・天然ガスを燃料とするエネファームの技術を活用した純水素燃料電池システム 700W~10MW (連結設置により大規模発電に対応) 発電効率：約56% (5kW) ・2021.5.24公表 滋賀県草津市の自社工場に、500kWの純水素型燃料電池、太陽電池、蓄電池の実証施設を設置 等 ・21年10月以降 一般発売	 H2One™ 自立型水素エネルギー供給システム 100kW 700W 3.5kW H2Rex™ 純水素燃料電池システム ・H2Oneは自立型水素エネルギー供給システム(水素製造と電力供給が可能) ・H2Rexは純水素燃料電池システム 700W~10MW級 (連結設置により大規模発電に対応) 発電効率：50~55% (総合効率：95%) 2016.3 H2One (横浜大黒ふ頭) 2018.6 H2Rex (川崎東急REIホテル) ※等 ※環境省 地域連携・低炭素水素技術実証事業	 固形酸化物形燃料電池システム "MEGAMIE" LNG H₂ GAS BIO GAS SOFC (Fuel cell) MICRO GAS TURBINE 1st stage 2nd stage 3rd stage ・LNG、水素、バイオガス等の多様な燃料で発電・熱供給が可能 220kW (商用化) 1MW級 (2021年予定) 発電効率：55% (LHV) (総合効率：65% (蒸気)、73% (温水)) 全国10か所にて実証・商用導入実績、2件の水素活用事例 ※NEDO事業成果を含む 20年10月に欧州で初受注

出典：各社 HP 等より国土交通省港湾局作成

図 25: 自立型水素等電源の例



出典：横浜市 HP より

図 26: 横浜港流通センターへの自立型水素電池システムの導入事例

○水素ステーション

【概要】

水素ステーションは、燃料電池車などの水素を燃料とするモビリティに水素を供給する施設であり、外部で水素を製造してトレーラーなどを使って輸送して供給する「オフサイト型」と、水素ステーションの中で小型水素製造装置を使い、都市ガスやLPGを原料として水素を製造して供給する「オンサイト型」の2種類がある。また、水素トレーラーに充填設備を備えた移動型水素ステーションも存在する。

【技術開発・導入状況】

・水素ステーションの整備は全国で進んでおり、経済産業省によれば2021年2月末時点で開所137箇所、整備中25箇所としている。現時点で港湾における水素ステーションの設置事例はない。

【導入する上での留意点】

・港湾に設置する場合の位置、水素の供給方法、安全確保等に関して検討が必要。
・水素ステーションの安定した需要を確保するため、ターミナル内外を含め、水素利用機器の導入について検討する。

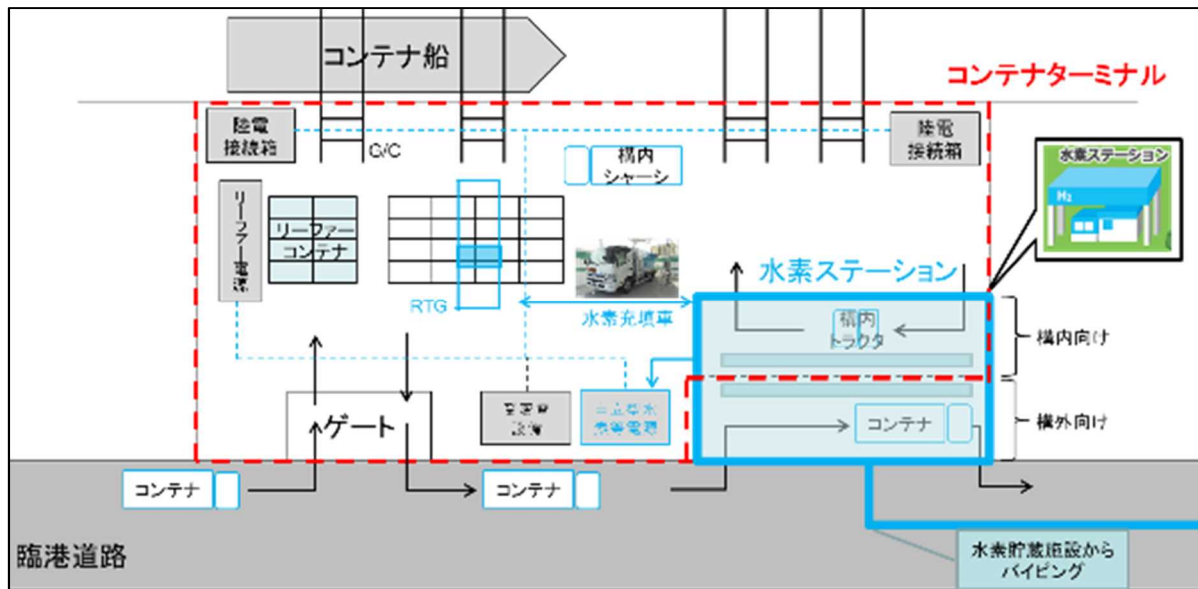


図 27: 港湾ターミナルにおける水素ステーションの設置・運営イメージ(案)



出典: 経済産業省「FCV・水素ステーション事業の現状について」より

図 28: 水素ステーションの設備構成

○洋上風力発電のための基地港湾

【概要】

海洋再生可能エネルギー発電設備等拠点港湾(基地港湾)制度は、洋上風力発電設備の設置及び維持管理に利用される港湾を指定し、当該港湾の埠頭について、国から再エネ海域利用法の選定事業者等に対し、長期・安定的に貸し付け、利用調整することにより、洋上風力発電の導入を促進するものである。

2020年12月、「洋上風力産業ビジョン(第1次)」において、2030年までに1,000万kW、2040年までに3,000万kW～4,500万kWの案件形成を行う政府目標を明示した。同ビジョンを踏まえ、基地港湾の配置及び規模、基地港湾を活用した地域振興について検討を行うため、「2050年カーボンニュートラル実現のための基地港湾のあり方に関する検討会」を設置し、今年度内にとりまとめることとしている。

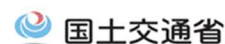
【技術開発・導入状況】

- ・2020年2月、改正港湾法により、国が基地港湾を指定し、発電事業者に当該港湾の同埠頭を、長期間(最大30年間)貸し付ける制度を創設した。
- ・2020年9月、能代港、秋田港、鹿島港及び北九州港を基地港湾に初めて指定した。
- ・2021年5月、「2050年カーボンニュートラル実現のための基地港湾のあり方に関する検討会」を設置した。

【導入する上での留意点】

- ・「2050年カーボンニュートラル実現のための基地港湾のあり方に関する検討会」のとりまとめ結果を踏まえ、導入を進める必要がある。

海洋再生可能エネルギー発電設備等拠点港湾(基地港湾)制度の概要



- 改正港湾法(令和2年2月施行)より、国土交通大臣が、海洋再生可能エネルギー発電設備等取扱埠頭(洋上風力発電設備の設置及び維持管理に利用される埠頭)を有する港湾を基地港湾として指定し、発電事業者に当該港湾の同埠頭を長期間(最大30年間)貸し付ける制度を創設。
- 埠頭は複数の発電事業者へ貸付けられるため、国土交通大臣は複数の借受者の利用調整を実施。
- 令和2年9月、能代港、秋田港、鹿島港及び北九州港を基地港湾に初めて指定。

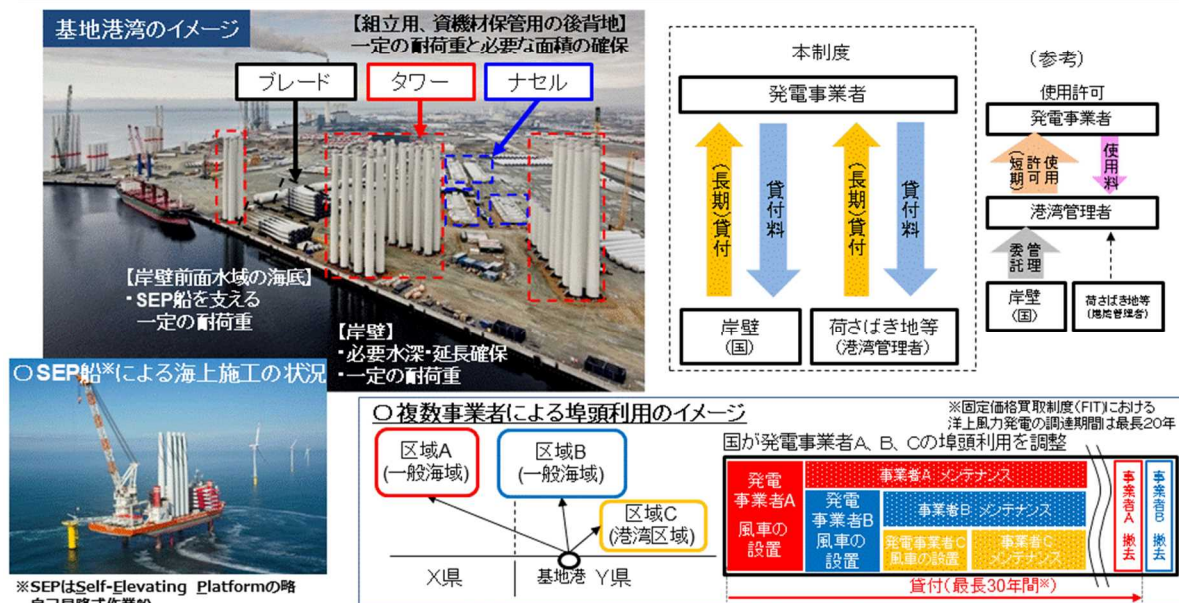


図 29: 基地港湾制度の概要

○洋上風力余剰電力の活用(水素化、海上輸送)

【概要】

洋上風力余剰電力の水素化では、わが国が世界初の実証実験を 2015 年に実施している。また、洋上風力発電導入量において先んじている欧州では、発電される電力を利用した本格的な水素化の検討が進められている。イギリス、ドイツ、オランダ、デンマークでは洋上風力により発電された電力を活用した水素生成に向けた具体的な検討段階にある。今後、2021-2022 年度に石狩湾新港における調査・検討が予定されている。

【技術開発・導入状況】

- ・環境省は、2014-2015 年度、長崎県五島市杵島沖の浮体式洋上風力発電設備(定格出力 2,000kW)で、余剰電力を活用した水素の製造・貯蔵・運搬の世界初となる実証実験を行っている。
- ・NEDO 事業では 2021-2022 年度、「石狩湾新港洋上風力の余剰電力を活用した水素サプライチェーンに関する調査」が予定されている。2023 年の石狩湾新港洋上風力発電所(100MW 規模)の運転開始に合わせ、日本初のフルスケールの洋上風力発電所を活用した水素製造実証の実現を目指し、「事業可能性の検証」、「実証事業の実現に向けた事前検討」を行う。

【導入する上での留意点】

- ・NEDO の調査・検討事業を通して得られる、洋上風力発電や水素製造・貯蔵・運搬に係る技術的・経済的・制度的課題や、その改善策をふまえて導入の検討を行う。

出典:「電気設備学会誌」2020 年 5 月号、「水素の利活用拡大に向けて 14 件の調査・技術開発を開始」NEDO HP



出典:「水素の利活用拡大に向けて 14 件の調査・技術開発を開始」NEDO HP

図 30:「石狩湾新港洋上風力の余剰電力を活用した水素サプライチェーンに関する調査」事業イメージ

○ブルーカーボン

【概要】

2009 年 10 月に国連環境計画 (UNEP) の報告書において、海洋生態系に取り込まれた炭素が「ブルーカーボン」と命名され、吸収源対策の新しい選択肢として提示された。ブルーカーボンを隔離・貯留する海洋生態系として、海草藻場、海藻藻場、湿地・干潟、マングローブ林が挙げられ、これらは「ブルーカーボン生態系」と呼ばれる。

大気中の CO₂ が光合成によって、ブルーカーボン生態系に取り込まれ、CO₂ を有機物として隔離・貯留する。また、枯死したブルーカーボン生態系が海底に堆積するとともに、底質へ埋没し続けることにより、ブルーカーボンとしての炭素は蓄積される。

【技術開発・導入状況】

- ・国土交通省港湾局では、令和元年 6 月に「地球温暖化防止に貢献するブルーカーボンの役割に関する検討会」を設置し、CO₂ 吸収量の客観的な評価手法等について検討を進めている。
- ・国連気候変動枠組条約に基づく我が国の「温室効果ガスインベントリ報告」について、2023 年度までにブルーカーボンによる CO₂ 吸収量の反映を目指し、関係省庁と連携して取組を進める。
- ・藻場の保全活動等によるブルーカーボン生態系が吸収した CO₂ 量をクレジットとして認証し、取引を可能とする「ブルーカーボン・オフセット・クレジット制度」を全国制度とするための取組を実施中。2020 年度は横浜港において試行を実施し、約 23 トンの CO₂ 吸収量を取引している。

【導入する上での留意点】

- ・ブルーカーボン生態系による CO₂ 吸収量の客観的な評価手法等が検討段階。
- ・ブルーカーボン・オフセット・クレジット制度を用いる場合、国等が浚渫土砂等を活用し整備した藻場等において、適切に維持管理する NPO 等、その活動あるいは環境投資に関心ある企業等のマッチングが重要。



図 31:ブルーカーボン生態系の造成

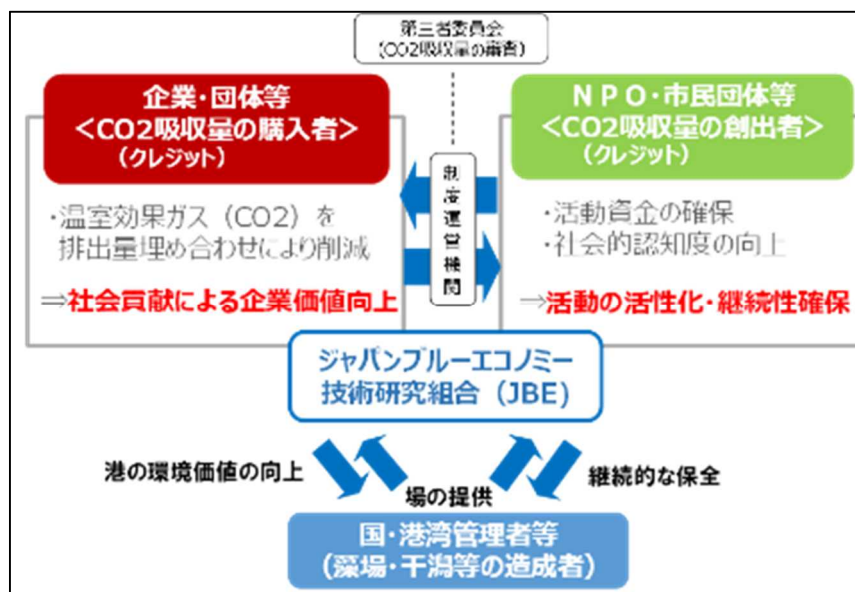


図 32:「ブルーカーボン・オフセット・クレジット制度」の仕組み

○水素等の供給や脱炭素化に関する調査、技術開発、実証事業

【概要】

将来的な水素や燃料アンモニアといった次世代エネルギーの大幅な需要増加を見込んだサプライチェーンの実証事業が進んでいる。

【技術開発・導入状況】

- ・技術研究組合 CO2 フリー水素サプライチェーン推進機構「HySTRA」は、NEDO の支援の下、大量の水素を調達するための国際サプライチェーンの構築に向けた技術開発を進めている。現在、液化水素運搬船のほか、液化水素の受入基地を神戸市に、褐炭ガス化設備を豪州に建設している。川崎重工業は、2019 年 12 月、世界初となる 1,250m³ の真空断熱二重殻構造の液化水素貯蔵タンクを搭載した液化水素運搬船「すいそ ふろんていあ」を進水させた。そして、国際水素エネルギー・サプライチェーンの構築を目指して 2021 年度内に実施予定の技術実証試験に投入し、オーストラリアで製造した液化水素を日本に輸送する予定で、2030 年の商用化を目指している。
- ・2020 年に一般社団法人日本エネルギー経済研究所とサウジアラビアン・オイル・カンパニーは経済産業省の支援を受けてブルーアンモニアを日本へ輸送する実証試験を開始。ブルーアンモニアは発電用途を目的とした設備で 40 トンが利用される予定。
- ・2020 年に次世代水素エネルギーチェーン技術研究組合が NEDO の助成を受けて水素供給国であるブルネイからメチルシクロヘキサンを海上輸送し、水素需要国である日本へ供給する水素サプライチェーンの実証を完了した。今後は 2020 年代半ばの実用開始（準商用化）を行う予定。

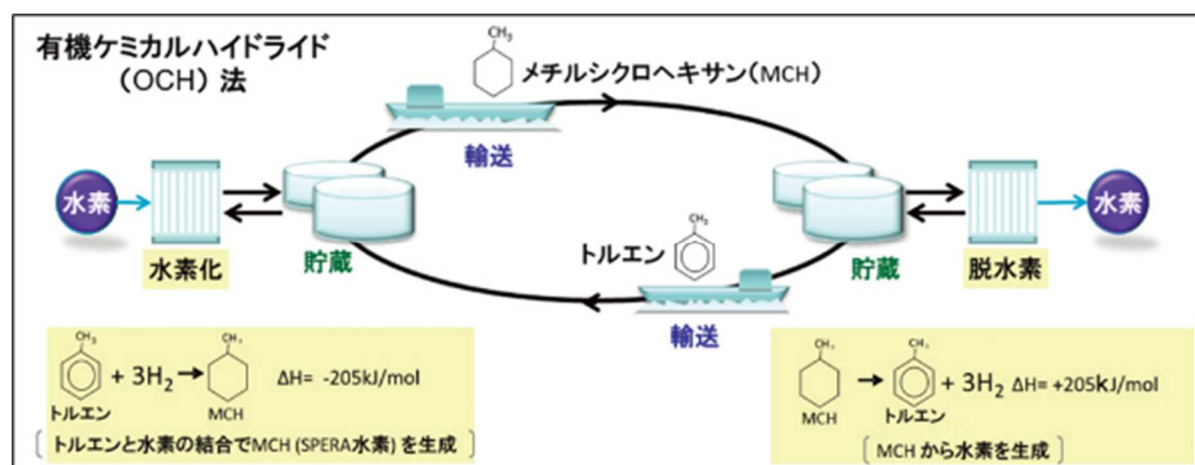
【導入する上での留意点】

- ・既存ストックや利用事業者等を踏まえ、各港湾で適したエネルギーキャリアを選定し、それに必要な設備（岸壁、荷役機械、貯蔵タンク、パイプライン等）や輸送船舶について検討する。



出典：川崎重工業株式会社プレスリリースより

図 33: 液化水素運搬船「すいそ ふろんていあ」とサプライチェーンの実証構成



出典：千代田化工建設株式会社 HP より

図 34: 水素(MCH)サプライチェーンの実証