

横浜港・川崎港におけるカーボンニュートラルポート形成に向けた方向性
令和3年3月 横浜港・川崎港カーボンニュートラルポート検討会

政府が令和2年12月に取りまとめた「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」においては、「我が国の輸出入の99.6%を取り扱う物流拠点であり、かつ様々な企業が立地する産業拠点である国際港湾において、水素・燃料アンモニア等の大量輸入や貯蔵、利活用等、脱炭素化に配慮した港湾機能の高度化や臨海部産業の集積を通じて「カーボンニュートラルポート（以下、「CNP」）」を形成し、2050年の港湾におけるカーボンニュートラル実現を目指す」と位置づけられたところである。

横浜港・川崎港は、京浜臨海コンビナートを形成し、LNGや原油等、年間約5,000万トンの化石燃料を輸入し、それらをエネルギー資源として直接、あるいは石油・化学製品・鉄鋼等の基礎素材に加工して供給するほか、国際コンテナ戦略港湾として食料や製品等の輸出入・供給拠点にもなっており、首都圏のみならず我が国全体の経済と国民生活を支えている。我が国において「2050年カーボンニュートラル」を実現するためには、横浜・川崎臨海部においても、現在供給・利用している化石燃料を水素・燃料アンモニア等脱炭素燃料（以下、「CN燃料」）に転換していくとともに、脱炭素化に配慮した港湾機能の高度化等を進める必要がある。このため、「横浜港・川崎港CNP検討会（以下「検討会」）」を開催し、CNPの形成に向けて、横浜港・川崎港が目指すべき姿、取組の方向性等について検討した結果を以下のとおりとりまとめたものである。

1. 横浜・川崎臨海部における二酸化炭素の排出状況及びCN燃料の需要ポテンシャル
横浜港、川崎港を含む、横浜・川崎臨海部における現状の二酸化炭素排出量を試算するとともに、臨海部におけるCN燃料の将来の需要ポテンシャルを試算した。
(注1)
(注1) 現状の知見をもとに算出したものであり、今後、大きな変更もあり得るものであることに注意が必要。

- (1) 横浜・川崎臨海部における現状の二酸化炭素排出量 約2,210万トン/年
横浜・川崎臨海部における二酸化炭素排出量（直接排出量）を算定するに当たっては、①港湾内の主要な物流施設であるコンテナ貨物を扱う「公共ターミナル内」（コンテナターミナル由来）、②「公共ターミナル外」（発電所、製鉄工場等の臨海部立地企業由来）、③公共ターミナルを出入りする「車両・船舶」

(港湾貨物の陸上輸送及び停泊船舶由来)の大きく3項目に分けて試算した。
(注2)

- ① 公共ターミナル内 : 5万トン/年
- ② 公共ターミナル外 : 2,158万トン/年
- ③ 出入車両・船舶 : 48万トン/年 (出入車両40万トン、船舶8万トン)

合計 : 約2,210万トン/年

なお、横浜市域、川崎市域全体では約4,050万トン(2018年)の二酸化炭素を排出している。約4,050万トンには停泊中の外航船舶由来の二酸化炭素排出量については含まれておらず、また、算出方法も異なるため、単純に比較はできないが、臨海部は主な二酸化炭素排出源であると推測される。

(注2) 算出方法

- ・公共ターミナル内は、港湾統計(2019)のコンテナ取扱個数と原単位(※)をもとに算出
- ・公共ターミナル外は、横浜市及び川崎市に提出された地球温暖化対策報告書(2017)より算出
- ・出入車両は、コンテナ流動調査(2018)の輸送量(トン・キロメートル)と原単位(※)より算出
- ・船舶は、港湾統計(2019)の船種別の係留時間と原単位(※)より算出

※環境省公表資料等より算出した二酸化炭素排出量の原単位

ここでは直接排出量として算出したが、間接排出量で算出しても臨海部からの排出量は非常に大きい。

(2) 横浜・川崎臨海部における将来の水素需要ポテンシャル

上記(1)の結果を踏まえ、現在の経済活動が将来も継続するという前提の下、仮に、「石炭火力発電所に燃料アンモニア20%混焼」、「LNG火力発電所に水素20%混焼」及び「公共ターミナル内における荷役機械の100%FC化等」が実現した場合、合計で横浜・川崎臨海部において267万トンの水素需要が発生すると見込まれる。

2. CNP 形成に向けて横浜港・川崎港が目指すべき姿

横浜港・川崎港は、国際コンテナ戦略港湾として、首都圏及び東日本のコンテナ輸送拠点であるとともに、臨海部にはコンビナートを形成し、首都圏の生活・産業に必要なエネルギー及び基礎素材等の輸入・供給拠点の役割を担っている。石炭、LNG、LPG、原油等の化石燃料については、年間約 5,000 万トンを入力し、電力、ガス及び石油製品等のエネルギーに転換し供給している。

一方、脱炭素化に向けては、CN 燃料の利活用拡大に向けた研究開発や実証事業が既に数多く行われており、サプライチェーンの担い手や利活用者となり得る企業が集積している。また、川崎臨海部においては企業間で熱や副産物を相互融通するための導管等のインフラを有しており、中でも水素パイプラインが既に敷設されていることは全国で見ても先進的な事例である。

脱炭素に向けたエネルギーキャリアとしては、液化水素、有機ハイドライド (MCH)、アンモニア、CN メタンが候補として挙げられている。表 1 の通り、キャリア毎の特性を有するが、横浜・川崎臨海部においては、現時点でも燃料電池、MCH、アンモニア、LNG の形で、各キャリアとも利用実績を有していることから、現段階では特にエネルギーキャリアを限定せずに、その利用可能性について広く検討を進めることとする。

表 1 CN 燃料 (エネルギーキャリア) の特性

	特性	想定される利用例
液化水素 (LH ₂)	<ul style="list-style-type: none"> 液体(-253℃、常圧) 高純度の水素として利用しやすい 液化にエネルギーが必要 極低温のため、取り扱いが難しい 	<ul style="list-style-type: none"> 純度の高い水素として利用 燃料電池(乗用車・トラック 等) 船舶燃料 冷熱利用 火力発電
有機ハイドライド (MCH)	<ul style="list-style-type: none"> 液体(常温常圧)、可燃性 脱水素にエネルギーが必要 取り扱いが容易であり、既存設備を利用可能 	<ul style="list-style-type: none"> 水素を取り出して利用 燃料電池(精製設備の設置により、乗用車・トラック 等) 火力発電 化学利用(合成燃料等) 石油精製 鉄鋼業
アンモニア (NH ₃)	<ul style="list-style-type: none"> 液体(-33℃、常圧等) 脱水素にエネルギーが必要 急性毒性、刺激臭 	<ul style="list-style-type: none"> アンモニアのまま利用 又は水素を取り出して利用 火力発電 化学利用 船舶燃料
CNメタン (CH ₄) ※CN-CO ₂ とH ₂ を利用したメタネーション	<ul style="list-style-type: none"> 液体(-162℃、常圧) 既存のLNG関連施設が有効活用できる 	<ul style="list-style-type: none"> 都市ガス 火力発電

※他にもバイオマス燃料、風力発電・太陽光発電由来の電力等による脱炭素化を検討。

検討会において、我が国における 2050 年までのカーボンニュートラル、脱炭素社会の実現に向け、横浜港及び川崎港、ひいては横浜・川崎臨海部が果たすべき役割、目指すべき姿を以下の通り掲げた。

～横浜港・川崎港が目指すべき姿～

- ① CN 燃料の利活用や港湾機能の高度化を通じて、港湾におけるカーボンニュートラルを実現する。
- ② CN 燃料の輸入・貯蔵・供給・利用拠点として、供給コストの低減と需要拡大の好循環により、「脱炭素コンビナート」への転換を進め、我が国における脱炭素社会の実現をリードしていく。
- ③ サステナブルな港湾、コンビナートへの早期転換を図ることで、ESG や SDGs を新たな価値・新産業として地域の活力を高めていく。

上記の目指すべき姿を実現するため、以下の 3 本柱で取組を進めるべきである。

I. CN 燃料のサプライチェーン（生産～輸送～貯蔵～配送～利用）の構築

- ・ CN 燃料の利用・供給拡大に向け、海外生産等による生産コスト低減に加え、輸送～貯蔵～配送過程の効率化・共同利用を進め、効率的なサプライチェーンを構築する。
- ・ サプライチェーンの構築にあたっては、既設の水素パイプライン、MCH（メチルシクロヘキサン）の受入・貯蔵における既存石油タンクの転用を含め、既存インフラを最大限活用する。
- ・ 輸送～貯蔵～配送過程においては、棧橋や貯蔵タンク、パイプラインを共同で利用する等、規模の経済による効率化を図ることで、供給コストの低減を進める。

II. 臨海部の産業、運輸活動等の脱炭素エネルギーへの転換による需要拡大

- ・ 臨海部の産業活動や港湾、船舶等の運輸活動、倉庫等の業務活動におけるエネルギーの脱炭素化を進める。
- ・ 既に取り組が始まっている輸送機械等への燃料電池利用等については実用化、規模拡大を進める。
- ・ 火力発電への混焼、停泊船舶への電力供給、CN 燃料推進船等の新たな取組については、事業化検証調査や実証実験等を通じて開発・普及を進める。

III. 省エネルギー化・スマート化等のエネルギー利用の効率化

- ・ 臨海部の産業活動や運輸活動等における省エネルギー化・スマート化等によりエネルギー利用の効率化を進める。
- ・ 臨海部には人工島等が多く、災害時はエネルギー供給リスクも考えられることから、各地区においてコジェネレーションシステムを導入する等、自立型水素等電源施設を整備することでエネルギーの安定供給及び効率的利用を図る。

- る（系統電源のピークカット電源及び非常時のバックアップ電源として活用）。
- ・水素グリッドの整備やスマート化を進めることで、エネルギー需給の最適化を進める。
- ・発電時の廃熱の周辺施設での有効活用を図る。
- ・液体水素の冷熱の周辺冷蔵倉庫等への活用を図る。

3. CNP 形成に向けて必要な取組

横浜港・川崎港においては、2050年のCNP形成に向け、今後CN燃料の導入に向けたサプライチェーンの構築、技術・システム開発、複数事業者による共同利用/輸送、用地の確保、資金調達、インフラ整備等に取り組んでいく必要がある。

今後の検討に際し、解決すべき課題・論点について以下の表2において整理した。

表2 横浜港・川崎港におけるCNP形成に向けた解決すべき課題・論点

	生産	輸送	貯蔵	配送	利用
共通	・国外での安価な生産 ・国内での未利用水素の活用	・共同輸送による大型船の活用 ・インフラの共同利用	・受入れ地の確保 ・受入れ地の拠点化	・船舶による連携港への配送	・分野ごとの利用拡大 ・エネルギーマネジメントシステムの構築
液化水素 (LH ₂)	—	・大型輸送船の開発	・大型タンクの開発 ・気化時の冷熱の活用	・水素パイプラインによる近隣への輸送(パイプラインの延伸及び新設) ・ローリーによる輸送	・水素ステーション増設 ・燃料電池の利用拡大
有機ハイドライド (MCH)	—	・ISOタンクコンテナによる輸送からの転換 ・既存の原油用シーバースの転用	・既存の原油用タンクの転用 ・大型脱水素施設の建設	・水素パイプラインによる近隣への輸送(パイプラインの延伸及び新設) ・ローリーによる輸送	・技術開発及び安全性の確保に併せた大規模利用拡大(発電、化学、製鉄、ガス等)
アンモニア (NH ₃)	—	・大型輸送船の開発	・大型タンクの開発 ・港湾側の受入れ体制の確保(安全面) ・脱水素施設の建設(水素利用の場合)	・トラックによる近隣への横持ち輸送 ・より安価な輸送方法の検討	・アンモニアのままでの利用の可能性発掘 ・混焼発電 ・アンモニア焼き船の開発
CNメタン (CH ₄)	・CN-CO ₂ とH ₂ を利用したメタネーション	—	—	—	—

※各エネルギーキャリアの特性も踏まえ、リスクマネジメントにも留意する必要がある。

CN燃料の利活用に係る技術はまだ開発・実証段階にあり、実装までには一定の時間を要することが想定される。

横浜港・川崎港においては、短期的には、臨海部産業や港湾活動におけるエネルギー利用の効率化を進めるとともに、港湾や臨海部空間を活用してCN燃料の導入に向けた実証事業等先導的な取組を進める。中・長期的には、臨海部の産業活動及び港湾活動におけるカーボンニュートラルを実現するとともに、首都圏におけるCN燃料の輸入・供給拠点としての役割やCNメタンによる既存インフラの活用を果たすべく、需要拡大や企業間連携、必要なインフラの整備等に取り組む。

併せて、デジタル物流システムの構築や、LNGバンカリング拠点の形成、ブルー

カーボン生態系の活用等も通じて、2050年、横浜港・川崎港及び周辺地域におけるカーボンニュートラル実現に向け取り組む。

4. CNP 形成に向けた今後の取組の検討事例

2050年の横浜港・川崎港における CNP 形成に向け、現時点で検討が見込まれている今後の取組としては、以下の例が挙げられる。今後、各事業者による詳細検討や実証事業等を経て、官民の協力の下、取組を進めていくことが期待される。

① メタネーションのコストダウンにも資する水素製造の低コスト化技術開発【生産】

- 想定される事業主体 : ガス取扱事業者、プラント企業等
- 目標時期 : 政府目標である2030年に30円/Nm³-H₂に向けて2020年代半ばの実証開始を目指す
- 効果 : 水素由来ガスの普及によるCO₂削減
- 今後の検討課題 : 水素製造コスト低減、メタネーションの海外サプライチェーン構築、水素利活用先の拡大

② 港湾に太陽光発電パネルを設置し、化石燃料由来の電力を消費している施設に対して、一部を太陽光発電に切り替えることの検討。将来的な港湾を起点とした仮想発電所ネットワーク構築の検討【生産】

- 想定される事業主体 : 住友商事あるいはそのパートナー企業
- 目標時期 : 要検討
- 効果 : CO₂削減
- 今後の検討課題 : 太陽光発電の導入可能性と事業採算性、再生可能エネルギー×バッテリー/EV/PHEVのシステム、仮想発電所ネットワークの構築、余剰電力の蓄電または水素化、生成した水素量に応じた利用用途とサプライチェーンの構築など

③ CO2 フリー水素の需要ポテンシャルとサプライチェーンの可能性を検討【輸送～利用】

想定される事業主体 : エネルギー、発電、石油精製セクターなど各産業で構成するコンソーシアム

目標時期 : 2030 年実装開始（政府の水素・燃料電池ロードマップに基づく）

効果 : CO2 削減

今後の検討課題 : 需要調査、コスト低減、水素受入基地、港湾計画を含めた地域連携

④ 液化水素荷揚基地建設、液化水素荷揚基地からのパイピングによる水素エネルギー供給【貯蔵～配送】

想定される事業主体 : 岩谷産業、エンジ会社、水素オフテイカー

目標時期 : 2030 年実装

効果 : 水素による CO2 削減及び大量の水素輸入によるコスト削減

今後の検討課題 : 海外水素ソースの確保、技術開発（タンク、ポンプ等）

⑤ FC トラックの導入や荷役機械の FC 化に必要な港湾内での水素供給施設の整備のための圧縮水素運搬トレーラー（OneH2 製）の活用を検討【貯蔵～配送】

想定される事業主体 : 住友商事、港湾オペレーター

目標時期 : 要検討

効果 : CO2 削減

今後の検討課題 : 高圧ガス保安法や消防法など法規対応（規制緩和）、水素供給業者と需要者のマッチング、港湾内での設置場所

⑥ 燃料電池の大型化【貯蔵】

想定される事業主体 : 燃料電池メーカー

目標時期 : 2030 年まで

効果 : CO2 削減、分散型電源設置による強靱化

今後の検討課題 : 水素供給方法、水素コスト低減

- ⑦ 荷役機械（フォークリフト、RTG等）のFC化【利用】
 想定される事業主体 : 岩谷産業、三井E&Sマシナリー、港湾運送事業者等
 目標時期 : 2022年実証、2030年実装
 効果 : 荷役機械向け燃料の水素転換によるCO₂削減
 今後の検討課題 : 水素供給方法、水素コスト低減
- ⑧ 船舶向け燃料の水素転換及び船舶燃料補機のFC化【利用】
 想定される事業主体 : 岩谷産業、造船会社、海運会社
 目標時期 : 2024年実証、2030年実装
 効果 : 船舶向け燃料の水素転換によるCO₂削減
 今後の検討課題 : 水素供給方法、水素コスト低減、船舶・バンカリング設備開発
- ⑨ 港湾、船舶のエネルギー(燃料)へ廃プラ由来アンモニアの供給【利用】
 想定される事業主体 : 港湾事業者、船舶事業者
 目標時期 : 具体的時期は、未定
 効果 : アンモニアをプロパンの代わりに1t燃焼させると、CO₂が、1.2t削減される。
 今後の検討課題 : モビリティへのアンモニア供給方法、異常時の安全対策
- ⑩ 船舶用バッテリー、水素燃料電池、またはハイブリッドシステムを活用して港湾内の作業船舶や水上バス等の電動化を推進【利用】
 想定される事業主体 : 住友商事、船舶所有者
 目標時期 : 船舶の更新時期
 効果 : CO₂削減
 今後の検討課題 : 既保有船舶の代替に向けた新造船建造計画の立案、予算化、船舶の用途を考慮した要求仕様の検討
- ⑪ 停泊中の船舶への陸上からの電力供給（船舶アイドリングストップ）【利用】
 想定される事業主体 : ターミナル運営者等
 目標時期 : 要検討
 効果 : CO₂削減
 今後の検討課題 : 周波数の差異を解消するための変電設備の設置、採算性

⑫ 船舶向け水素燃料供給【利用】

想定される事業主体 : 日本郵船株式会社、東芝エネルギーシステムズ株式会社、川崎重工業株式会社、一般財団法人日本海事協会、ENEOS株式会社

目標時期 : 2024 年を目処に実証船舶の竣工を予定(燃料供給を開始)

効果 : 日本初となる水素燃料供給の実施(150 トン級の観光船サイズへの補給)を通じて船舶のゼロエミッション化実現に資するもの。

今後の検討課題 : 船舶向けの高出力FCの実装と運用技術の開発、船内水素燃料供給システム・機器の開発、FCと蓄電池を組み合わせたエネルギーマネジメントシステム(EMS)の開発、水素燃料供給システムの開発、船舶の設計・開発、等。

⑬ タグボートへのアンモニアの船用燃料導入に関する研究開発におけるタグボートへアンモニア燃料の供給【利用】

想定される事業主体 : 日本郵船株式会社、株式会社 IHI 原動機、一般財団法人日本海事協会、及び燃料供給事業者(参画打診中)

目標時期 : 未定

効果 : 世界初となるタグボートへのアンモニア燃料供給の実施を通じて船舶のゼロエミッション化実現に資するもの。

今後の検討課題 : 船体及び燃料供給システムの研究・設計、運航手法の検証、機関及び排ガス後処理装置の研究・設計、アンモニア燃料タグボートの安全性評価、等。

⑭ 石炭火力へのアンモニア混焼実証検討(碧南火力発電所)【利用】

想定される事業主体 : JERA

目標時期 : 2020 年代前半

効果 : CO₂ 削減

今後の検討課題 : 混焼技術の確立、将来の大量のアンモニア確保方法、受入設備の整備

⑮ 石炭火力発電の CO2 ゼロエミッションに向けた取組【利用】

想定される事業主体 : 電源開発株式会社

目標時期 : 2030 年 CO2 -40%排出削減（老朽化したものから順次フェードアウト・既存設備のアップサイクル化を推進）

2050 年 CO2 実質排出ゼロ（CO2 フリー水素発電への転換を推進）

効果 : CO2 削減

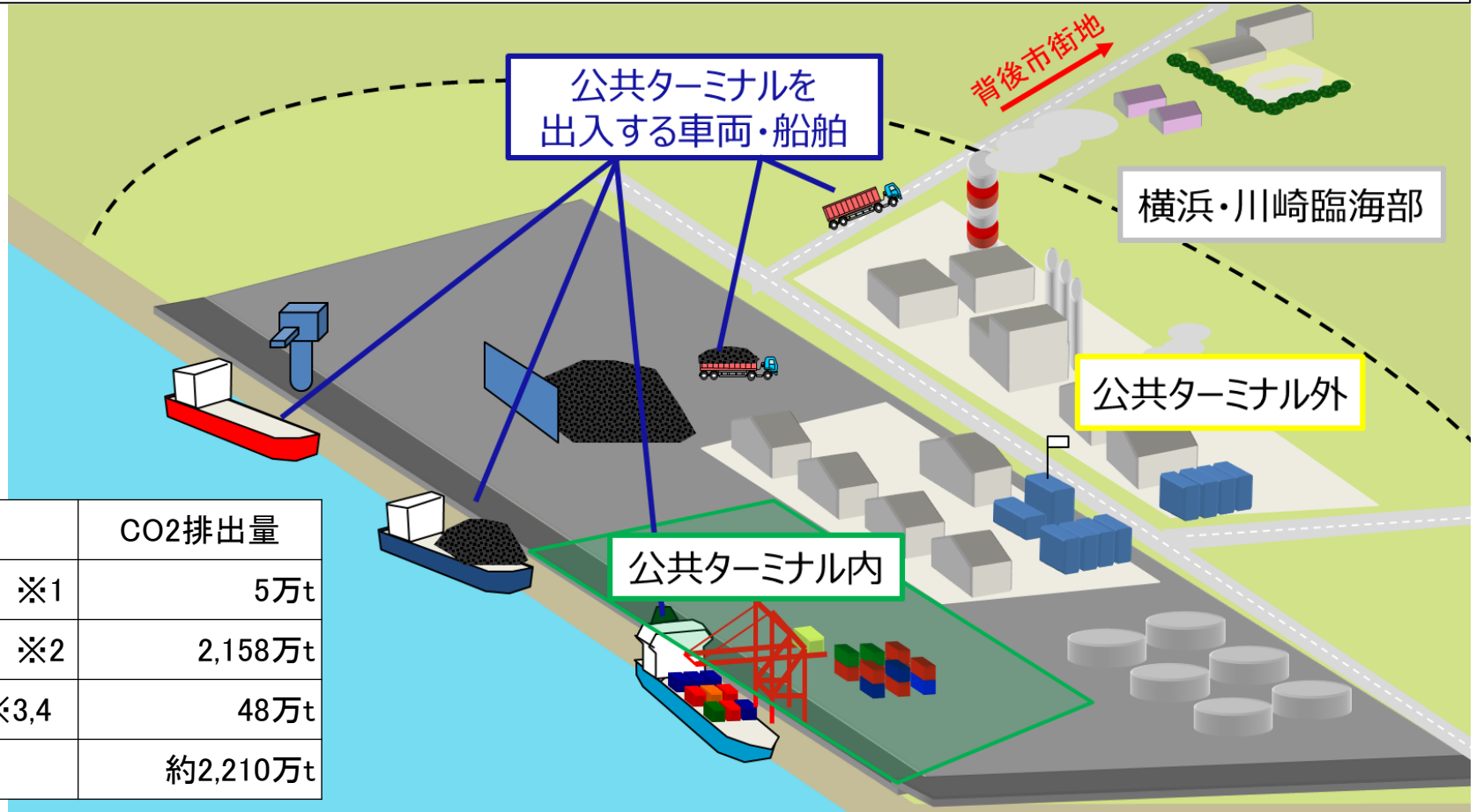
今後の検討課題 : USC プラント（例えば磯子火力発電所）における低炭素化（バイオマス・アンモニア混焼等の導入）

以 上

横浜港・川崎港における
カーボンニュートラルポート形成に向けた方向性
参考資料

横浜・川崎臨海部におけるCO₂排出量の試算結果

- 統計等を基に横浜・川崎臨海部におけるCO₂排出量を試算。
- CO₂排出量合計は年間約2,210万t。



		CO2排出量
公共ターミナル内	※1	5万t
公共ターミナル外	※2	2,158万t
出入車両・船舶	※3,4	48万t
合計		約2,210万t

- ※1 公共ターミナル内は、港湾統計(2019)のコンテナ取扱個数と原単位※5をもとに算出
- ※2 公共ターミナル外は、横浜市及び川崎市に提出された地球温暖化対策報告書(2017)より算出
- ※3 出入車両は、コンテナ流動調査(2018)の輸送量(トン・キロメートル)と原単位※5より算出
- ※4 船舶は、港湾統計(2019)の船種別の係留時間と原単位※5より算出
- ※5 環境省公表資料等より算出した二酸化炭素排出量の原単位

※現状の知見をもとに算出したものであり、今後、大きな変更もあり得るものであることに注意が必要

ここでは直接排出量として算出したが、間接排出量で算出しても臨海部からの排出量は非常に大きい。

横浜港・川崎港CNPのイメージ

①水素・燃料アンモニア等のサプライチェーンの構築
(水素・燃料アンモニア等の共同輸送等)

②臨海部の産業・運輸活動等のエネルギー転換

③省エネルギー・スマート化等のエネルギー利用の効率化

◆既存タンクの転用
◆水素パイプラインの延伸
◆共同輸送・貯蔵等による取扱規模の拡大

②

- ◆火力発電所での水素・燃料アンモニア等の混焼
- ◆バイオマス燃料を利用したCO₂削減
- ◆輸送機械等の燃料電池化
- ◆停泊船舶への電力供給

③

- ◆自立型水素等電源を活用したエネルギーマネジメントシステムの構築
- ◆液化水素の冷熱を冷蔵倉庫等で利用



水素・燃料アンモニア等のサプライチェーンに係る取組イメージ

	つくる	はこぶ	ためる	つかう
短期 （～25年）	○水素（国内生産） ○アンモニア（国内生産）	○ローリー ○水素パイプライン	○水素ステーション ○水素化施設（実証）	○火力発電（石炭）へのアンモニア混焼（実証） ○輸送機械等の燃料電池 ○荷役機械（フォークリフト、RTG等）のFC化 ○燃料電池搭載船（実証） ○自立型電源（燃料電池等） ○コンテナ船等への陸上電力供給（実証） ○コンテナターミナル内のリーファー電源、LED照明
	○水素（海外生産）（実証） ○アンモニア（海外生産）（実証）	○水素輸送船（実証） ○アンモニア輸送船（実証）		
	○CNメタン（メタネーション）（実証）	○LNG船	○LNGタンク	
	○太陽光発電由来の電力 ○風力発電由来の電力	○電線	○蓄電池 ○水素生産	
	○バイオマス燃料	○バルク船	○荷さばき地	
中期 （～30年）	○水素（国内生産） ○アンモニア（国内生産）	○ローリー ○内航船 ○水素パイプライン	○液化水素：大型タンク ○アンモニア：大型タンク ○MCH：既存タンク	○火力発電（石炭）へのアンモニア混焼（実装） ○火力発電（LNG）への水素混焼（実証） ○自立型電源（燃料電池（大型化）） ○液化水素の気化時における冷熱利用 ○燃料電池搭載船（実装） ○水素・アンモニア燃料船（実証）
	○水素（海外生産）（実装） ○アンモニア（海外生産）（実装）	○水素輸送船（実装） ○アンモニア輸送船（実装）		
	○CNメタン（メタネーション）（実装）	○LNG船	○LNGタンク	
長期 （～50年）	○水素（国内生産） ※再生エネルギー由来	○ローリー ○内航船 ○水素パイプライン（水素グリッド）※EMSを活用	○水素・燃料アンモニアの供給基地	○火力発電（LNG）への水素混焼（実装） ○自立型電源（水素・アンモニア燃焼ガスタービン） ○水素・アンモニア燃料船（実装） ○水素還元製鉄
	○安価な水素（海外生産）（実装） ○安価なアンモニア（海外生産）（実装）	○大型船（共同輸送）		