

カーボンニュートラルコンビナートの実現に向けた論点整理（概要）

カーボンニュートラルコンビナート研究会

2022年3月

カーボンニュートラルコンビナート (CNK) 研究会

■ 構成員

(座長)

平野 正雄 早稲田大学 教授

(委員)

平野 創 成城大学 教授

竹内 純子 NPO法人国際環境経済研究所 理事・主席研究員

辻 佳子 東京大学環境安全研究センター長

近藤 元博 愛知工業大学総合技術研究所 教授

重竹 尚基 ポストンコンサルティンググループ シニアパートナー

奥田 真弥 石油連盟 専務理事

進藤 秀夫 日本化学工業協会 専務理事

志村 勝也 石油化学工業協会 専務理事

奥田 慶一郎 石油コンビナート高度統合運営技術研究組合 専務理事

松井 泰宏 日本政策投資銀行 企業金融第5部長

■ 開催実績

第1回：令和3年12月22日（水） 13：30～15：00

第2回：令和4年 1月28日（金） 10：00～12：00

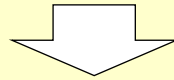
第3回：令和4年 2月16日（水） 13：30～15：30

第4回：令和4年 3月15日（火） 10：00～12：00

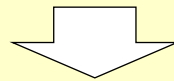
カーボンニュートラルコンビナート（CNK）を目指す意義

- ◆ 2050年にカーボンニュートラル社会を実現するためには、エネルギー／マテリアルの需給をはじめとして、社会構造を大きく変える必要
- ◆ 構造転換の起爆剤／戦略拠点として、コンビナートが持つポテンシャルを最大限活用
 - ✓ 日本の基幹産業が高度に融合した生産拠点である
 - ✓ 主要需要地の周辺に立地している
 - ✓ 地域経済と密接な関係（税収、雇用）を有している
- ◆ そのためには、“守り”（既存の産業の維持・保護）ではなく“攻め”（産業の新陳代謝／新たな価値創造）の姿勢で臨むことが重要
 - ⇒ コストをどこにかけていくか

「コスト = 投資」であり、新たな価値を生むところに積極的な投資していくことが重要
（≡ 新たな価値を生まないところには積極的な投資はしない）



コンビナート間競争／協調（≡ 地域間競争／協調）を通じた選択と集中



新たな価値を通じて、地域経済・日本経済の活性化に貢献するコンビナート

カーボンニュートラルコンビナート（CNK）

カーボンニュートラルコンビナート（CNK）が果たすべき役割

- ✓ 2050年において、コンビナート全体でのカーボンニュートラル化を実現するだけでなく、
- ✓ カーボンニュートラル社会において、
① 脱炭素エネルギーの受入/生産/供給、② 炭素循環マテリアルの受入/生産/供給、③ 脱炭素技術のテストベッド
といった機能を通じて、カーボンニュートラル社会の持続的な発展、製造事業者等の競争力強化、地域経済・日本経済の活性化に貢献する存在

役割①：脱炭素エネルギーの受入／生産／供給

コンビナートへの集積のメリット：
脱炭素エネルギーへのaccessibility

- 水素・アンモニア・CO₂回収等の多様な手段でエネルギーの脱炭素化をサポート
- コンビナート内の多様な業種間でのエネルギー設備の共有、共同での調達やコンビナート外への販売などにおいて集積効果の発揮
- 大量に必要な水素・アンモニアの輸送ではカーボンニュートラルポート（CNP）と連携
- 一次産業～二次産業～三次産業のハブ

役割②：炭素循環マテリアルの受入／生産／供給

コンビナートへの集積のメリット：
水素やCO₂など原料へのaccessibility
炭素循環マテリアルへのaccessibility

- 水素やCO₂の効率的な利用により、炭素循環マテリアル製造をサポート
- コンビナート内の多様な業種同士での設備共有化やマテリアルの共同利用などにおいて集積効果の発揮
- ケミカルリサイクル／バイオマスマテリアルの利活用・再利用に関するハブ（一次産業との連携）

役割③：脱炭素技術のテストベッド

コンビナートへの集積のメリット：イノベーション・価値創出を誘発する環境

- 脱炭素化技術のテストベッドとなり事業のスタートアップ・実証・スケールアップを支援
- “立地” “土地” “設備” “人材（オペレーション・専門技術）” など、コンビナートが持つポテンシャルを組み合わせることで活用することにより、新たな価値創出
- 新たな産業のインキュベーション・創出

- ◆ カーボンニュートラル社会の持続的な発展
- ◆ 製造事業者等の競争力強化
- ◆ 地域経済・日本経済の活性化

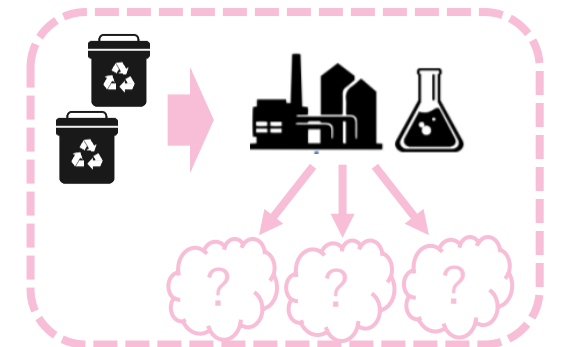
カーボンニュートラルコンビナート (CNK) のイメージ



CNPと連携して
他の港湾ともつながり、
水素・アンモニア等の
サプライチェーンのハブを形成



コンビナート外からの廃棄プラスチック・
廃食油・CO₂・合成燃料・水素等を受入れ、
炭素循環 (カーボンサーキュレーション)
のハブを形成



脱炭素エネルギーの供給

炭素循環マテリアルの供給

脱炭素技術の実証等

カーボンニュートラルコンビナート（CNK）の実現に向けた技術メニューと産業間連携ポテンシャル

| | 技術メニュー (主な手段) | 概要 | 発電 | 石油 精製 | 化学・素材 | | | 金属 | | | |
|------------------|--|---|---|----------|----------|----------|----------|----|----|----|--|
| | | | | | 石油 化学 | ガス 化学 | 無機 化学 | 高炉 | 電炉 | 非鉄 | |
| 脱炭素エネルギー | 水素混焼・専焼 | ✓ ガスタービン用発電燃料（発電所及び自家発としての利用） | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | |
| | アンモニア混焼・専焼 | ✓ NO _x 対策した石炭混焼/専焼設備発電、ナフサクラッカーでの活用 | ● | ● | ● | | | ● | | | |
| | CO ₂ 回収 (CCU) | メタネーション | ✓ 水素とCO ₂ からメタンを合成 | ● | | | ● | | | | |
| | | 合成燃料の活用 | ✓ 水素とCO ₂ から液体燃料を製造 | | ● | ● | | | | | |
| | バイオマスの活用 | ✓ 植物や廃棄物等からバイオ燃料を製造 | ● | ● | ● | ● | | | | | |
| 再生可能エネルギー | ✓ バイオマス発電、太陽光発電、風力発電（陸上、洋上） | ● | | | | | | | | | |
| 炭素循環マテリアル | 水素還元製鉄 | ✓ Super COURSE50(還元剤のコークスの一部を水素で代替) ✓ 100%水素直接還元プロセスの組合せ | | | | | | ● | | | |
| | CO ₂ 回収 (CCU) | MTO/ETO | ✓ メタノールやエタノールからオレフィン（エチレンなど）を生成 | | | ● | | | | | |
| | | 機能性化学品 | ✓ CO ₂ からポリカーボネート、ポリウレタン原料、DMCなど生成 | | | ● | | | | | |
| | | コンクリート | ✓ 炭酸塩化を活用したCO ₂ 吸収コンクリート | | | | | ● | | | |
| | プラスチックのケミカルリサイクル | ✓ 廃棄プラスチックのケミカルリサイクル（油化/ガス化）、ゴムのリサイクル（サルファー等） | | ● | ● | ● | | | | | |
| | バイオマス | バイオナフサ | ✓ 下流側の化成品合成 | | ● | | | | | | |
| | | 機能性化学品 | ✓ バイオマスプラスチックを利用したバイオポリマー | | | ● | | | | | |
| 合成プロセスにおける低消費電力化 | ✓ 合成製品生成に必要な消費エネルギーの低消費電力化 | | ● | ● | ● | | | | | | |
| 省エネルギー・省資源 | オフガス利用 | ✓ 石油精製、ガス化学、製鉄などの工程で生じる副生水素活用(純度向上) ✓ オフガスマタンの原料化 | | ● | ● | | | | | | |
| | | ✓ 工業炉や高炉などでのオフガスの水素利活用 | | ● | ● | ● | ● | ● | | | |
| | 蒸気/排熱の利活用 | ✓ 一般廃棄物、産廃など（ガス化・油化できない）から得られる蒸気や廃熱の利活用 | | ● | ● | ● | | | | | |
| | コンビナート内各設備の排熱利活用 | ✓ 合成製品生成に必要なエネルギーとして他設備の排熱活用 | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | |
| | プロセス改革 | ✓ 大型電炉での高級鋼製造でCO ₂ 削減 ✓ 石化の分離技術の省エネルギー化 | | | ● | | | | ● | | |
| CCUS | ✓ EGS(地熱増産システム)へのCO ₂ 活用 ✓ 火力発電所(回収しきれないCO ₂)のCCUS活用(含EOR) | ● | | | | | | | | | |
| CCS | ✓ CO ₂ の埋設 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | |

【ポテンシャル①】
水素やアンモニアの
共同調達・利活用

【ポテンシャル②】
CO₂の共同回収
・利活用

【ポテンシャル③】
バイオマス原料の
共同調達・利活用

【ポテンシャル④】
廃棄プラスチックの
共同調達・利活用

【ポテンシャル⑤】
省エネルギー・省資源の取組強化

【ポテンシャル⑥】
CCSの共同実施

カーボンニュートラルコンビナート（CNK）実現に向けて必要となるハード（設備・インフラ）

| | 概要 |
|---|--|
| <p>【ポテンシャル①】 水素やアンモニアの共同調達・利活用</p> | <ul style="list-style-type: none"> カーボンニュートラル社会の実現にあたっては大量の水素・アンモニアの確保及びそのサプライチェーン形成が必要となるが、カーボンニュートラルコンビナートは、その集積効果を活かし、水素・アンモニアを大規模かつ安価に受け入れ、これらを利活用して様々な脱炭素エネルギーや炭素循環マテリアルの供給を行う拠点として、水素・アンモニアのサプライチェーンの一端を担うポテンシャルを有する。 既存設備・インフラの活用やカーボンニュートラルポートとの連携等も視野に入れながら、コンビナート内で共同して水素やアンモニアの調達・利活用を行うための貯蔵タンクやパイプライン等を整備していく必要がある。 |
| <p>【ポテンシャル②】 CO₂の共同回収・利活用</p> | <ul style="list-style-type: none"> 合成メタンや合成燃料、炭素循環マテリアルの製造等にあたり必要となる炭素源を確保するため、コンビナート内で発生したCO₂を一元的に管理し、最適配分していくことが求められる。 コンビナート内で共同してCO₂を回収し利活用するためのCO₂回収設備やパイプライン等の整備が必要となる。 |
| <p>【ポテンシャル③④】 バイオマス原料や廃棄プラスチックの共同調達・利活用</p> | <ul style="list-style-type: none"> バイオ燃料製造やバイオマス発電を行うにあたっては、サプライチェーン形成、とりわけ原料となる植物や廃棄物等の確保が重要。また、ケミカルリサイクル等を行うにあっても、原料となる廃棄プラスチックの確保が重要。 バイオマス原料や廃棄プラスチックを安定的に確保し、その最適配分を図るべく、コンビナート内で共同してバイオマス原料や廃棄プラスチックの共同調達・利活用を行うための貯蔵施設や処理プラント等の整備が必要となる。 |
| <p>【ポテンシャル⑤】 省エネルギー・省資源の取組強化</p> | <ul style="list-style-type: none"> これまでも省エネルギー・省資源の取組を進めてきたところだが、個社単位での取組には限界がある。一方、カーボンニュートラルの実現にあたっては、脱炭素化への取組のみならず、着実な低炭素化への取組も必要になるところ、個社単位ではなくコンビナート内で連携して省エネルギーや省資源の取組を行うことも求められる。 省エネルギーの取組強化に際しては、排熱で生成した蒸気をコンビナート内各設備で活用するための蒸気搬送設備やヒートポンプ等の整備が必要となる。 省資源の取組強化に際しては、コンビナートにおいて、発生する副生水素を高効率で回収し、高純度化して利活用するための大規模かつ省電力のPSA設備（水素含有ガスなど改質ガスから純水素を精製する設備）等の整備が必要となる。 |
| <p>【ポテンシャル⑥】 CCSの共同実施</p> | <ul style="list-style-type: none"> コンビナート内で使用しきれないCO₂は、CCSによる処理が必要となるが、海外では産業クラスターでCCSを進める動きがある。国内コンビナートにおいても、共同してCCSを行うことにより、スケールメリットを生み出すことが重要。（場合によっては、海外のCCS活用のためにCO₂輸出を行うこともある。） コンビナート内で共同してCCSを実施するためには、既存設備・インフラやCO₂の共同回収・利活用のための設備・インフラ等の活用を視野に入れながら、パイプラインやCO₂貯蔵施設等を整備していく必要がある。 |

カーボンニュートラルコンビナート（CNK）実現に向けた提言

（取組の方向性）

- ✓ コンビナートが、①日本の基幹産業が高度に融合した生産拠点であること、②主要需要地の周辺に立地していること、③地域経済と密接な関係を有していることに着目しながら、**カーボンニュートラル社会の持続的発展、製造事業者等の競争力強化、地域経済・日本経済の活性化にどう貢献していけるか**についての検討を進めていくことが重要。
- ✓ カーボンニュートラル社会の実現に向けては、**コンビナートの集積効果や立地優位性等を活かして、水素・アンモニア・CO₂等を大規模かつ安価に調達し、脱炭素エネルギー・炭素循環マテリアルを安定的かつ効率的に供給する仕組みを確立**することが重要。
- ✓ 立地事業者の違い、地理的特性等の違い、カーボンニュートラルに向けたアプローチの違いに応じたカーボンニュートラルコンビナートを実現する必要があることから、**地域において、企業・自治体等が参加する“協議会”を活用しつつ、学術経験者等の有識者を交えながら、客観的な議論・検討を進めていく**ことが重要。さらに、企業・自治体・国が一体となって取組を進めていくために、**これらの主体の連携を促すような組織／仕組み**が重要。

■ 国に求められる役割

- 全体最適を図ること。特に、**エネルギー・マテリアルの安定かつ効率的な供給確保**を大前提とし、**先を見据えて戦略的かつ計画的に**、カーボンニュートラルコンビナートの実現を後押ししていくこと。
- 脱炭素エネルギー・炭素循環マテリアルの供給・利活用拠点や脱炭素化技術のテストベッドの整備など、カーボンニュートラルに関する政府方針を明確にするなどして企業の投資予見性を高めることに加え、**設備投資や技術実証等に対する費用補助、ファイナンス支援**等を積極的に進めること。
- 社会全体でコスト負担する仕組みを検討すること。脱炭素エネルギー・炭素循環マテリアルの需要と供給を喚起するため、**脱炭素エネルギー・炭素循環マテリアルの調達や供給を担う企業へのインセンティブやビジネスモデルの確立支援**等を検討すること。

■ 自治体に求められる役割

- 「脱炭素エネルギーの受入／生産／供給」「炭素循環マテリアルの受入／生産／供給」「脱炭素化技術のテストベッド」のいずれの機能に重点を置いたカーボンニュートラルコンビナートを実現するのか、その方向性を検討の上、**ステークホルダー間の調整等を行いながら、地域内・地域間の連携を促進していく**こと。**住民や地域社会に対して**、カーボンニュートラルコンビナートへの**理解・啓蒙を促す**こと。
- 地域におけるカーボンニュートラルコンビナートの実現に向けた方向性の検討を加速化させるため、また、地域内連携を促進していくためには、**自治体が積極的に関与し、コンビナート及びその周辺に立地する企業等が参加する協議会**等を設置すること。
- カーボンニュートラルの実現に向けたトランジション経路の多様性や、その実現に資する多くの技術が開発段階にあることなどを踏まえ、**カーボンニュートラルに関する幅広い知見を蓄積し、それを共有・継承し、取組の連続性を確保するための仕組み**を構築すること。
- カーボンニュートラルの実現を通じ、地域経済の活性化を図る上では、**新たな産業集積を呼び込むための施策を検討**すること。

カーボンニュートラルコンビナート（CNK）実現に向けた提言

■ 企業に求められる役割

- **カーボンニュートラルを経営における中核テーマと位置づけて取組を進めること。** **本社と事業所間の連携を強化**し、事業所の取組ニーズも踏まえた企業戦略を策定することなどにより、本社と事業所が一体となって取組を進めていくこと。**資本の壁を越えた連携を積極的に行う**ことにより、個々の企業の設備投資を抑えて全体最適を図るとともに、エネルギー・マテリアルの共同利活用・調達による集積効果を出すこと。
- スタートアップの呼び込み、開発した技術のスケールアップ、イノベーションの推進等を行うために、**産学連携に積極的に取り組む**こと。
- 取組の連続性を確保するため、カーボンニュートラルに関する幅広い知見を蓄積し、それを共有・継承する仕組みを構築すること。また、そのために必要な**人材育成**に積極的に取り組むこと。

■ 金融に求められる役割

- コンビナートごとの特性を踏まえるとともに、**トランジションも見据えながら、ビジネスモデル確立に向けた議論に積極的に参加**すること。
- 2050年を見据えて、既存施設の用途転換/カーボンニュートラル化や企業間の設備共同利用、事業転換支援のための、**中長期目線でのファイナンス・リスクマネーを供給**すること。そのために、**事業性評価能力や調査能力を向上**させること。
- 地域において、事業化や資金調達についての議論が行われるよう、**企業・自治体等が参加する“地域協議会”等に積極的に参加**すること。

■ アカデミアに求められる役割

- 脱炭素化技術の実証やスケールアップ等に積極的に関与し、コンビナートにおけるイノベーション創出に貢献すること。また、そのために必要な知見を蓄積すべく、**人材育成**に積極的に取り組むこと。
- **コンビナートを切り口とする産学連携に積極的に取り組む**こと。また、**自治体や企業の相談役**になること。そのために必要な知見を蓄積すべく、**人材育成**に積極的に取り組むこと。
- **企業における本社・事業所間の連携、企業間の連携、さらには産業間の連携等を促すような役割**を果たすこと。