

酒田港カーボンニュートラルポート  
(CNP) 形成方針  
(原案)

2021 年 12 月

酒田港カーボンニュートラルポート (CNP) 検討会

## 1. はじめに

戦後の高度経済成長期から現在に至るまで、石炭や石油等の化石燃料は製鉄業や火力発電所などで重要な燃料・原料として、我が国が経済成長を遂げる礎となってきた。一方、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が確認された。

このような中、島国である我が国において港湾は、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いる。また港湾は、CO<sub>2</sub>排出量の約6割を占める発電所、鉄鋼、石油化学コンビナートなど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地でもある。

酒田港は、大正10年(1921年)より本港地区の整備に取り組み、1970年代から北港地区、外港地区の整備が進んだ。山形県唯一の重要港湾として庄内地方だけではなく、山形県と対岸地域を中心とした海外との国際貿易の拠点として機能している。

2021年10月22日に閣議決定された第6次エネルギー基本計画では、2030年度温室効果ガスの排出量46%削減(2013年度比)に向けたエネルギー政策の道筋が示されている。2030年の電源構成としては石炭火力発電を電源構成比で約19%に削減(2019年32%)、再生可能エネルギーは施策強化等の効果が実現した場合の野心的なものとして、同比36~38%と見込まれている。さらに、2021年11月に英国のグラスゴーで開催された国連の気候変動枠組み条約締約国会議(COP26)では石炭火力発電所の段階的な削減について努力を加速することとしている。

酒田港は取扱貨物量の半分以上を石炭火力発電所等で使用する石炭が占めており、化石燃料からのエネルギー転換を進めると、酒田港の機能そのものの大きな変革を迫られることになる。これは酒田港周辺だけではなく、古くは北前船により最上川の舟運で栄えてきた山形県の物流・産業構造にも大きな影響を与えることが予測される。

脱炭素社会の実現に向けては、山形県沿岸の海域において、大規模な洋上風力発電建設が検討されているなど、酒田港を取り巻く情勢が大きく変化しつつある。再生可能エネルギー導入を進めるにあたり、酒田港にどのような機能が必要なのか、それに向けて、何をすべきか、そして、その先に地域として何をしていくのか、今まさに岐路に立っている。

これらの課題の検討を進めるため、地域においてステークホルダーとなることが予測される関係者が一堂に会し、それぞれの持てる知識を結集し、「酒田港カーボンニュートラルポート(CNP)」を実現するため、「酒田港CNP形成方針」をとりまとめる。

## 2. 現状

### (1) 酒田港の現状

酒田港の年間取扱貨物量は約 330 万トン、このうち約 180 万トンを火力発電所の燃料等で使用される石炭が占めている。なお 2020 年はコロナ禍の影響があり年間取扱貨物量約 279 万トン、このうち石炭は約 145 万トンとなっている。また、近年、バイオマス発電所が立地し、その燃料となる木質ペレットや、陸上風力発電の風車部材等の取扱が増えている。また、化学工場で使用される塩化ナトリウムの輸入や周辺の工場で製造される日用品の輸出が盛んとなっている。

今後、新たにバイオマス発電所の立地や周辺海域での洋上風力発電施設の設置が見込まれている。

### (2) 酒田港周辺企業の現在の取組状況

#### ① 現状の火力発電事業について

1973 年に設立した酒田共同火力発電所では約 70 万 kW の発電能力があり、山形県内のおよそ半分の消費電力をまかなっている。今後の石炭火力発電の動向は未定であるが、東北電力グループとしては 2021 年 3 月に S+3E（安全性(Safety)、安定供給(Energy Security)、経済性(Economic Efficiency)、環境(Environment)）の確保を前提に 2050 年カーボンニュートラルに挑戦することが公表された。この取組の一環として 2030 年度の CO2 削減目標に 2013 年度実績から半減することを掲げている。また、グループ内の LNG 火力発電所における水素・アンモニアの混焼実証、石炭火力発電所におけるブラックペレット(バイオマス燃料)混焼実証など、市場競争力を有してビジネスが成立することを前提として様々な取組を進めている。

#### ② 再生可能エネルギー関連事業について

酒田港周辺では再生可能エネルギーによる発電設備の立地が進んでいる。港周辺には庄内地方の風況の良さから合計 18 基の風力発電施設が並び、岸壁では風車部材が荷揚げされている。また、2018 年に約 5 万 kW のサミット酒田パワー株式会社のバイオマス発電所が稼働し、木質ペレットやPKS（椰子がら）等を輸入するとともに、山形県内の森林で伐採された間伐材等を加工し、燃料として活用している。

2021 年 9 月には山形県北部の遊佐町沖が再エネ海域利用法に基づく洋上風力発電導入に向けた「有望な区域」に整理されている。山形県沿岸の海域では洋上風力発電の導入が期待できることから、従来の石炭火力発電所に加え、バイオマス発電所、風力発電など再生可能エネルギーのポテンシャルが大きいと考えられる。

#### ③ 港湾周辺の製造事業者による主な取組

酒田港周辺には製造業の工場が多く立地している。東北エプソン株式会社ではプリンターや半導体等の製造を行っているが、脱炭素への取組として、サプライチェーンにおける温室効果ガス排出量を200万トン以上削減し、2022年3月にはグループ全体の消費電力の100%を再生可能エネルギー化するRE100取組を行っている。

日本重化学工業株式会社では磁石材料や二次電池リサイクル事業を行っている。レアメタルを含まず、コンパクトに水素を蓄えられる水素吸蔵合金を製造している。この水素貯蔵合金は自動車用の電池や家庭用の電池に活用されるなど、水素社会の実現に向けた取組に寄与している。

### (3) 酒田港のCO2排出量/削減量および水素・アンモニア等の需要推計

酒田港の港湾エリアおよび周辺地域のCO2排出量を把握する。対象地域は酒田港で取り扱われる貨物について、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統計データやヒアリングにより調査を行い、それらに係数を乗じることでCO2排出量を推計する。使用する係数は、2021年8月31日に国土交通省港湾局より公表された「CNP形成計画」策定マニュアル(ドラフト版)を参照する。

#### ① 二酸化炭素排出量 約554万トン/年

酒田港からはターミナル内から0.02万トン/年、ターミナル外から438万トン/年、ターミナルを出入りする船舶・車両から116万トン/年、合計約554万トン/年の二酸化炭素が排出されていると推計される。

表2-1 二酸化炭素排出区分

| 区分(場所)                          | 排出源                                 |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| ①ターミナル内(公共、専用別)                 | ・荷役機械<br>・リーファーコンテナ用電源<br>・照明施設 等   |
| ②ターミナル外<br>(酒田港で貨物を取扱う関連事業者を対象) | ・化石燃料の輸移出入量<br>・工場、倉庫等の消費電力 等       |
| ③ターミナルを出入りする船舶・車両<br>(公共、専用別)   | ・停泊中の船舶<br>・コンテナ用トラクタ<br>・ダンプトラック 等 |

表2-2 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 |

表 2-3 エネルギー原単位一覧

| 区分（場所）                                  | CO2削減の対象            |                      | 換算係数       |        |
|---|---------------------|----------------------|------------|--------|
|   | 施設等の区分              | 対象                   |            |        |
| ①ターミナル内<br>（公共、専用別）                     | 荷役機械                | 荷役機械（電力）             | 水素(t/MWh)  | 0.0541 |
|   | コンテナふ頭              | 照明・電源・管理棟            | 水素(t/MWh)  | 0.0541 |
| ②ターミナル外<br>（酒田港で貨物を<br>取扱う関連事業者<br>を対象） | 石炭火力発電              | 発電所の石炭の燃焼            | アンモニア(t/t) | 1.14   |
|   | 工場等での電力使用<br>量      | 製造業の工場、<br>倉庫等（電力）   | 水素(t/MWh)  | 0.0541 |
| ③ターミナルを出<br>入りする船舶・車<br>両（公共、専用別）       | 停泊中船舶               | 船舶（荷役）               | 水素(t/kL)   | 0.323  |
|   | 貨物輸送（バルク、<br>コンテナ等） | 輸送車両（ディーゼル・<br>エンジン） | 水素(t/kL)   | 0.312  |
|   | 港湾統計などより算<br>出するもの  | 揮発油（ガソリン）            | 水素(t/kL)   | 0.283  |
|   |                     | その他の石油（灯油）           | 水素(t/kL)   | 0.312  |
| その他の石油（軽油）                              |                     | 水素(t/kL)             | 0.312      |        |

## ② 水素や燃料アンモニア等の需要ポテンシャルの試算

①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基、仮に石炭火力発電所にアンモニア 20%混焼およびターミナル内における荷役機械のFC化等が進んだ場合、水素に換算すると約 16 万トン/年、アンモニアに換算すると約 41 万トン/年の水素や燃料アンモニア等の需要ポテンシャルが見込まれる。

上記の試算に基づき、液化水素、アンモニアの供給能力に基づく必要な施設規模の概算を以下に示す。

表 2-4 中期における必要供給能力（試算）

|           |               | 液化水素                                       | アンモニア                                    |
|-----------|---------------|--|--|
| 必要輸送量(換算) |               | 163,000 トン/年 (体積:228 万 m <sup>3</sup> /年)  | 411,000 トン/年 (体積:61 万 m <sup>3</sup> /年) |
| 海上<br>輸送  | 現状(既存船舶での輸送)  | 1250m <sup>3</sup> 船(喫水 4.5m)<br>1,824 回/年 | 5 万 GT 船(喫水 11~13m)<br>9 回/年             |
|           | 将来(大型化船舶での輸送) | 16 万 m <sup>3</sup> 級船(喫水 12m)<br>15 回/年   | 8.7 万 m <sup>3</sup> 級船(喫水 12m)<br>7 回/年 |
| 貯蔵        | 既存貯蔵タンク       | 178 トン(2500m <sup>3</sup> )<br>39 基        | 1.5 万トン(2.2 万 m <sup>3</sup> )<br>5 基    |
|           | 将来の大型タンク      | 3540 トン(5 万 m <sup>3</sup> )<br>6 基        | 5.5 万トン(8.2 万 m <sup>3</sup> )<br>2 基    |

### 3. 酒田港における CNP 形成への短期・中期の方向性

国内企業には製造過程における電源を再生可能エネルギー由来の電力に転換する動きがある。既に東北エプソンでは本年、製造工程における電源をすべて再生可能エネルギー由来からの調達としているが、このようにグリーンエネルギーの調達を企業がサプライチェーン全体で市場から求められている。いわば既に再生可能エネルギーの需要が酒田港周辺でも発生していることを意味しており、今後、県内外を含めて大きな需要が顕在化していることが予測できる。酒田港はエネルギー産業が多く立地していることからエネルギー拠点としてカーボンニュートラルの実現を図る必要があり、港湾背後の企業活動における電力を確保しつつ、酒田港に立地する様々な再生可能エネルギーを組み合わせ、カーボンニュートラル達成に向けた取組を進めていく。

また、脱炭素社会への取組として、例えば国内では FCV の普及をはじめ、水素の需要拡大が進められているが、その水素が化石燃料から製造される場合、完全にはカーボンニュートラルとならない。そのため、酒田港において水素の需要が拡大し、ブルー水素の輸入施設整備や港から周辺各地への配送拠点を整備し、最終的には風力発電等の再生可能エネルギーを用いたグリーン水素の生産拠点や貯蔵・輸送拠点の形成を検討する。こうした、脱炭素社会の実現を前提とした事業創出による地域貢献を進めることを目標としていく。

今回の検討においては、時間軸を短期、中期、長期として捉え、地域産業が長期にわたって進めることが出来る戦略的なロードマップを検討し、脱炭素社会の実現を目指す必要がある。現在、2024 年に稼働予定のバイオマス発電所の立地や、洋上風力発電の導入等、民間企業の投資が活発になっている。こうした状況を捕まえ、電力需要に応えながらカーボンニュートラルを実現するために必

要となる施設整備を促進し、脱炭素化に円滑に移行できる環境整備を進めていく必要がある。

加えて、石炭火力発電へのアンモニア混焼発電についても、現在技術開発の検討が進められている。仮にアンモニア混焼発電が実証可能となった場合は、市場競争力を有し、ビジネスとして成立する状況での導入が見込まれる。

このように地域の実情とともに、技術開発の進捗に合わせ、特定のステークホルダーに過度な負担がかからないよう、短期・中期・長期の取組を進め、地域の脱炭素化社会の実現に向けて取り組んでいくことにより、SDGs を達成することを目指す。

<CNP 形成に向けた取組イメージ>

【短期】・顕在化する再生可能エネルギー需要に対応するため、バイオマス発電所の燃料輸入に必要な施設整備

- ・洋上風力発電関連企業の誘致
- ・農水産物輸出のための保管施設の省エネルギー化、荷役機械の FGV の導入検討

【中期】・洋上風力発電由来の電力を活用したエネルギー供給

【長期】・石炭火力発電のアンモニア混焼技術等の新たな技術導入に向けた検討  
・洋上風力発電由来のグリーン水素の生成（エネルギーの地産地消）

酒田港のカーボンニュートラルを実現していく短期・中期の取組として、具体的に以下の対応が考えられる。

#### ① 再生可能エネルギーの着実な導入

酒田港背後には 2024 年にも新たに約 5 万 2900kW の鳥海南バイオマスパワー株式会社のバイオマス発電所が稼働する予定である。複数のバイオマス発電所が立地することとなり、燃料となる木質バイオマスの安定的な輸入に資するため、寄港する船舶に対応した港湾施設の整備を的確に進める必要がある。

また、酒田港近海への洋上風力発電の導入に向けた議論が進められている中で関連企業を誘致し、再生可能エネルギーを活用した地域振興策の取組を推進する。

停泊中の船舶の電源を洋上風力発電由来の電気を活用することで、CO2 排出量の削減を図ることが出来る。また、こうしたカーボンフリーの電源を活用し、水素を生産し、背後地域で工場生産に活用することで広範囲でのカーボンニュートラルが可能となる。

#### ② 荷役機械の燃料電池（FC）導入に向けた取組

酒田港内で利用される荷役機械のうち、既に一部に電気フォークリフトが

導入されている。農水産物の輸出が期待される山形県においては倉庫内に排気ガスを出さない電気フォークリフトが非常に有用である。しかし、港湾荷役機械は、燃油式機械が主体であるため、今後実用化された場合に港内荷役機械のFC導入に取り組むことが考えられる。

さらに庄内地方をはじめ、山形県は豊かな自然に恵まれ、農産物の生産が盛んであり、現在、農産物の輸出促進に県を挙げて取り組んでいるところである。こうした取組では鮮度を保つため、リーファーコンテナによる輸出が必要である。また、冷蔵冷凍倉庫、米等の輸出に必要な温度管理施設など多くの電力を使う施設がある。こうした施設の改良・更新の際には環境に配慮した省エネ装置等を導入し、CO2排出量を低減することが考えられる。

### ③ 水素ステーション導入に向けた取組（港湾エリア外）

港湾エリア外では、酒田市内における将来のFCVの拡大を見越し、水素ステーションの導入に向けた検討を行うため、酒田商工会議所が先行事例の視察等を進めてきた。将来、酒田港で荷揚げされた水素を当該ステーションに運搬し、活用することも考えられる。まずは安定した地域市場を開拓するため、民間事業者や行政機関へのFCV導入及び利便性の高い水素ステーション設置の検討を行うことが必要となる。

## 4. 長期的な課題とCNPへの取組方針

脱炭素社会を実現するには長期のビジョンが必要となる。既に企業活動では再生可能エネルギーの需要が高まっており、長期的に酒田港周辺の住民生活や企業活動の電力をすべて再生可能エネルギー由来とすることを目指した取組を進めていく必要がある。一方でエネルギー基本計画においても、水素やアンモニアの利活用の検討が示されているが、例えばLNGが研究段階での活用法策が見いだされてから商業的に実用化されるまでおよそ50年程度かかっている。水素・アンモニアなどの新しいエネルギーの利活用へのシフトに向けては先に述べたバイオマス発電、洋上風力発電を着実に実施した上で、長期的な目標への戦略を描く必要がある。

長期目標とした取組では、化石燃料由来ではないグリーン水素の生産が求められ、他地域で生産された水素を運ぶだけでなく、地域で生産された水素を活用することが必要となる。このため、水素の製造工程においては、洋上風力発電等を利用した水素を活用することで、地域の脱炭素社会の実現を図るとともに、洋上風力発電の安定的な運営を行う必要がある。

石炭火力発電へのアンモニア混焼技術は検討が始まった段階であり、ビジネスとして成立するには克服すべき様々な課題がある。こうした中で、既に整備が

進められているバイオマス発電所の稼働時期や今後の洋上風力発電施設の設置に対応した港湾機能の充実を図りつつ、水素やアンモニア等の活用について検討を進める必要がある。

こうした周辺環境を整えた上で地域の水素需要において FCV や水素ハウス等の導入が拡大された場合、需要に見合う水素の輸入が必要となる。水素の供給は全国で実証が始まっているが、安定供給するためには、港湾内でタンク等の必要な施設整備が重要となってくる。神戸港では既に水素供給に向けた受入環境の実証実験が進んでおり、酒田港内でも輸入した水素等の需要に応じて、保管・供給体制の検討を進める。

今後、カーボンニュートラルな社会構造へのシフトに向けて経済と環境の好循環を生み出すために次のことについて検討していく。

- ① 洋上風力発電の導入に向けて地元が主体となった港湾のあり方について検討を進め、今後、洋上風力発電の立地が進んだ際には、グリーン水素の製造や貯蔵等を検討していく。
- ② 石炭火力発電所において今後、技術開発が進む石炭火力発電へのアンモニア混焼等の新たな技術の導入に向けた検討とともに、技術開発の状況に合わせて導入が予定されるアンモニア運搬船からの安定的な荷役を行う施設整備も検討していく。
- ③ 水素需要を高めるために FCV 等の導入等を進め、地元企業が取り組むことが出来る範囲を明確にした上で、水素ステーションの導入など実装可能な検討を関係者間で進める。水素需要の拡大に応じて、必要な輸入に対応した港湾施設の整備を検討する。
- ④ 今後も再生可能エネルギーの導入を進め、CNP 形成に向けて継続的に関係者が議論を進めていく。