

酒田港カーボンニュートラルポート (CNP) 形成方針

2022年2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。

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。

このような中、島国である我が国の港湾は、輸出入貨物の99.6%が経由する国際物流拠点であり、CO₂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。すなわち、港湾は新たなエネルギーの輸入拠点となるとともに、これらの活用等によるCO₂削減の余地が大きい地域である。

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。

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。酒田港は県内唯一の重要港湾であることから、山形県全体の物流・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、例えば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。エプソングループ全体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 万トン以上削減するため消費電力の 100%を再生可能エネルギーとする取組を進めており、東北エプソンでも 2022 年 3 月には消費電力の 100%を再生可能エネルギー化する RE100 を推進している。

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。この水素吸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 12 月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）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 荷役機械 ・ リーフターコンテナ用電源 ・ 照明施設 等
②ターミナル外 （酒田港で貨物を取扱う関連事業者を対象）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 化石燃料の輸移出入量 ・ 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 （公共、専用別）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 停泊中の船舶 ・ コンテナ用トラクタ ・ 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 （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 （酒田港で貨物を取扱う関連事業者を対象）	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量	製造業の工場、倉庫等（電力）	水素(t/MWh)	0.0541	
③ターミナルを出入りする船舶・車両（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、コンテナ等）	輸送車両（ディーゼル・エンジン）	水素(t/kL)	0.312	
		港湾統計などより算出するもの	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 ³ /年)	411,000 トン/年 (体積:61 万 m ³ /年)
海上 輸送	現状(既存船舶での輸送)	1250m ³ 船(喫水 4.5m) 1,824 回/年	5 万 GT 船(喫水 11~13m) 9 回/年
	将来(大型化船舶での輸送)	16 万 m ³ 級船(喫水 12m) 15 回/年	8.7 万 m ³ 級船(喫水 12m) 7 回/年
貯蔵	既存貯蔵タンク	178 トン(2500m ³) 39 基	1.5 万トン(2.2 万 m ³) 5 基
	将来の大型タンク	3540 トン(5 万 m ³) 6 基	5.5 万トン(8.2 万 m ³) 2 基

こうした液化水素やアンモニアの需要ポテンシャルは現在、技術力の導入が検討段階であることに加え、酒田港周辺の企業の導入検討も具体化されていない状況を鑑み、あくまで参考値として示すものである。このように需要ポテンシャルを数字で示すことで、将来的な利活用を見越した関係者間の調整を期待するとともに、広く地域住民への理解を進め、酒田港を中心とした脱炭素社会実現に向けた動きを加速する一助としたい。

3. 酒田港における CNP 形成への方向性

以上の背景を踏まえ、酒田港 CNP 形成に向けた方向性を示す。

既に国内企業で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。例えば東北エプソンでは 2021 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おり、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が示されている。このように今後、グリーンエネルギーの調達はサプライチェーン全体で市場から求められ、県内外を含めて大きな需要が顕在化することが予測できる。

一方で、酒田港は火力発電所をはじめバイオマス発電、太陽光発電、陸上風力発電など発電施設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に向けた取組を進めることで、港湾背後の企業活動における電力を確保しつつ、酒田港に今後立地する様々な再生可能エネルギーを組み合わせることで、将来地域の需要と供給ポテンシャルから域内で完結したグリーンエネルギー利活用モデルとなる可能性が期待できる。

こうした中、酒田港周辺では 2024 年に遊佐町において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。

このように再生可能エネルギー発電の供給に向けて酒田港のポテンシャルは大きいものの、2050年脱炭素社会実現に向けて更に将来を見据えた検討を加速する必要がある。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。また、天候によって不安定な洋上風力稼働状況を考慮し、供給に余裕がある時間帯の洋上風力発電を活用した水素の製造を行うことでエネルギーバッファとしての役割を期待できる。こうしたことから、酒田港周辺において水素の需要が拡大した場合を想定し、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って、安定的なエネルギー供給を担保し、地域振興を図ることを目標とする。

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、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、輸入拠点として酒田港の機能強化が重要となる。

こうした酒田港のポテンシャルや将来展望を踏まえ、検討の方向性として、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取り組む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。

検討を進める際には地域の実情とともに、技術開発の進度に合わせ、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・長期の取組を進めることを目指す。

<酒田港 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
- ・臨海部の保管施設の省エネルギー化、バイオマス燃料輸入に必要な設備など荷役機械の電化(EV化)・燃料電池(FC化)導入 等

【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 等

【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

- ・輸入水素等の需要に応じた保管・供給体制の検討
- ・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) 等

4. 酒田港における CNP 形成に向けた短期・中期の取組

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 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た水素を生産し、背後地域の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 荷役機械の電化 (EV)・燃料電池化 (FCV) 導入の検討、保管施設の省エネ化に向けた取組

酒田港周辺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。また、他の荷役機械についても更新期において EV の導入検討を行う。

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、農産物の輸出促進に県を挙げて取り組んでいる。こうした農産物輸出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、定温倉庫、燻蒸倉庫（米等の輸出）に必要となる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。

5. 長期的な課題に向けた CNP 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。既に国内企業では再生可能エネルギーの需要が高まっているが、将来的には酒田港周辺の住民生活も含めた電力需要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方法が見いだされてから実用化されるまで 50 年程度かかっており、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。

こうした取組を検討する中、長期には化石燃料由来ではないグリーン水素の活用が求められ、他地域で生産された水素を運んでくるだけでなく、地元地域で生産された水素を活用することが期待される。こうしたことから、地域で消費される水素の製造においては、洋上風力発電等の再生可能エネルギーを活用することで、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。

一方で、石炭火力発電へのアンモニア混焼技術は活用検討が始まった段階であり、実際の経営に取り入れる段階までには克服すべき様々な課題がある。こうした現状を踏まえ、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、活用の見通しが具体化された段階で、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。現在も全国で水素の供給に関する実証実験が始まっているが、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。既に神戸港では水素供給に向けた受入環境の実証実験が進んでおり、酒田港でも輸入する水素の需要量に応じて、保管・供給体制の検討を進める必要がある。

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。さらに、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。

6. おわりに

2050年脱炭素社会へ向けて既に国内各社が動き出しているが、次世代エネルギーとして期待される水素やアンモニアの活用技術を実際の経営に取り入れるには、未だ道半ばの状況にある。一方で、酒田港周辺では、バイオマス発電所や洋上風力発電など再生可能エネルギーの需要は確実に高まっており、全国の港湾の中でも先駆けて、酒田港が将来のCNP形成に向けた取り組みを進めて行くべきと考えられる。

2021年12月に公表された「CNP形成計画」策定マニュアル（国土交通省港湾局）では、今後、港湾管理者の県が主体となって「酒田港CNP形成計画」を策定していくことになる。しかし、形成方針を具体的な計画としていくためには、酒田港に関わる民間企業の役割が重要になると考えられる。酒田港CNP形成計画の検討は、本方針の策定に携わった国・県・市町・民間企業等が一体となり、議論を推進していく必要がある。

こうした不断の検討を今後とも継続して国・山形県・酒田市など行政機関がとりまとめ、酒田港CNP形成に向けて関係者が一体となって取り組んでいくことが重要である。

また、今回の議論の結果を、酒田市民をはじめ、地域の住民に周知することも大切である。特に、次代を担う若い世代にわかりやすく周知を行い、脱炭素社会実現に向けた担い手になることを期待したい。