

終 了 報 告 書

S I P (戦略的イノベーション創造プログラム)

課題名「エネルギーキャリア」

研究開発テーマ名「CO2フリー水素利用アンモニア製造・貯蔵・輸送関連技術の開発」

研究題目「地産地消型アンモニア製造および利活用への実用化調査」

研究開発期間：平成 28 年 10 月 20 日～平成 31 年 3 月 31 日

研究担当者：鍋島 芳弘

所属研究機関：北海道電力株式会社

目 次

| | |
|--------------------------------------|----|
| 1. 本研究の目的 | 1 |
| 2. 各年度マイルストーン | 1 |
| 3. 研究実施内容 | |
| 3-1 研究実施内容（平成28年度） | 2 |
| 「地産地消型アンモニア製造および利活用」に関するビジネスモデル構築 | |
| (1) ビジネスモデル候補地の選定 | 2 |
| (2) 再エネ電源の選定 | 2 |
| (3) オフグリッド（分散型システム）の導入 | 2 |
| (4) 発電コストの考え方 | 2 |
| (5) アンモニアビジネスモデル検討 | 2 |
| (6) 水電解装置の選定 | 2 |
| 3-2 研究実施内容（平成29年度） | 3 |
| 「地産地消型アンモニア製造および利活用」に関する立地候補地点の選定 | |
| (1) 立地候補地点 | 3 |
| (2) アンモニア需要と価格等 | 3 |
| (3) アンモニア製造プロセス | 3 |
| (4) 再エネ（PV）電源とアンモニア製造設備の設置 | 4 |
| (5) 再エネ（PV）電源設置の必要面積 | 4 |
| (6) アンモニア製造設備設置の必要面積 | 4 |
| (7) 発電所近傍の用地の価格 | 5 |
| (8) 製造したアンモニアの各火力発電所への輸送 | 6 |
| (9) 北海道内での立地点調査 | 6 |
| 3-3 研究実施内容（平成30年度） | 7 |
| 「地産地消型アンモニア製造を基点とする広域アンモニア利活用モデルの構築」 | |
| (1) アンモニアの火力発電所での混焼利用における需要調査 | 7 |
| (2) アンモニア製造候補地点周辺におけるアンモニア代替可能量の推計 | 9 |
| 3-4 まとめ | 23 |
| 3-5 今後の課題 | 23 |
| 4 外部発表実績 | 23 |

| | | |
|---|--------|----|
| 5 | 特許出願実績 | 23 |
| 6 | 参考文献 | 23 |

図表一覧

| | |
|------|---|
| 表 1 | タイムスケジュール |
| 表 2 | 立地候補地点 |
| 表 3 | アンモニア製造設備の必要面積 |
| 表 4 | 用地の価格 |
| 表 5 | 北海道電力の火力発電所概況 |
| 表 6 | アンモニア製造候補地点から 50km 圏内の市町村リスト |
| 表 7 | 奈井江砂川発電所近傍における代替可能エネルギー需要 (2015 年度、GJ) |
| 表 8 | 奈井江砂川発電所近傍におけるアンモニア代替可能量 (2015 年度、トン) |
| 表 9 | 奈井江砂川発電所近傍における代替可能エネルギー需要 (2020 年度、GJ) |
| 表 10 | 奈井江砂川発電所近傍におけるアンモニア代替可能量 (2020 年度、トン) |
| 表 11 | 奈井江砂川発電所近傍における代替可能エネルギー需要 (2025 年度、GJ) |
| 表 12 | 奈井江砂川発電所近傍におけるアンモニア代替可能量 (2025 年度、トン) |
| 表 13 | 苫東厚真発電所近傍周辺における代替可能エネルギー需要 (2015 年度、GJ) |
| 表 14 | 苫東厚真発電所近傍におけるアンモニア代替可能量 (2015 年度、トン) |
| 表 15 | 苫東厚真発電所近傍における代替可能エネルギー需要 (2020 年度、GJ) |
| 表 16 | 苫東厚真発電所近傍におけるアンモニア代替可能量 (2020 年度、トン) |
| 表 17 | 苫東厚真発電所近傍における代替可能エネルギー需要 (2025 年度、GJ) |
| 表 18 | 苫東厚真発電所近傍におけるアンモニア代替可能量 (2025 年度、トン) |

| | |
|-----|------------------|
| 図 1 | アンモニア製造プロセス概要 |
| 図 2 | 火力発電所への輸送イメージ |
| 図 3 | アンモニア製造候補地点の周辺地図 |

1. 本研究の目的

本検討は、北海道等の地方地域での課題を踏まえ、北海道で再生可能エネルギー（以下、再エネと略）由来の CO₂ フリー水素を用いて、エネルギーキャリアであるアンモニアの製造を目指すものである。

再エネ由来の CO₂ フリー水素を使用したアンモニア合成は、特に小規模ではアンモニア製造コストが高くなるという課題がある。さらに北海道にはアンモニア製造設備、および海外からの輸入アンモニア陸揚げ基地はないため、北海道内で流通しているアンモニアは、道外価格と比較して割高である。

こうした北海道のように水素の大量消費ニーズがなく、輸送が伴い供給価格が高価となる事が想定される地域において、再エネによる水素製造、さらにはその水素によるアンモニア製造を行い、道内発電所へ供給するモデルの構築を検討する。

アンモニア道内価格を目標にした場合、地産地消型でのアンモニア製造・利用の可能性について、北海道電力と日揮は以下の分担で検討する。

北海道電力は「地産地消型アンモニア製造および利活用」に関するビジネスモデル構築、立地候補地の選定、道内アンモニアの潜在需要量の試算を担当し、ビジネスモデルの前提条件は共同で調査検討を行い設定し、日揮は候補立地での実用化調査、経済性検討を担当する（日揮検討内容については同社の報告書を参照）。

2. 各年度マイルストーン

各年度（平成28年度～30年度）のマイルストーンを以下に示す。

平成28年度

- ・「地産地消型アンモニア製造および利活用」に関するビジネスモデル構築

平成29年度：

- ・「地産地消型アンモニア製造および利活用」に関する立地候補地点の選定

平成30年度：

- ・ガス導管が存在しない地域を想定した、アンモニア地産地消型エネルギー用途およびその他用途での潜在需要量の試算

タイムスケジュールを表1に示す。

表1 タイムスケジュール

| 開発課題 | 平成26年度 | 平成27年度 | 平成28年度 (H28.10～H29.3) | 平成29年度 (H29.4～H30.3) | 平成30年度 (H30.4～H31.3) |
|----------------------------|--------|--------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| アンモニアを中心としたエネルギーキャリアの実用化調査 | | | 「地産地消型アンモニア製造および利活用」に関するビジネスモデル構築 | 「地産地消型アンモニア製造および利活用」に関する立地候補地点の選定 | 地産地消型アンモニア製造を基点とする広域アンモニア利活用モデルの構築 |

3. 研究実施内容

3-1 研究実施内容（平成28年度）

「地産地消型アンモニア製造および利活用」に関するビジネスモデル構築

（1）ビジネスモデル候補地の選定

ビジネスモデルの候補地は、当社所有の道内火力発電所の近傍を想定し、再エネ電源を導入するための設置用地の面積や価格等の調査やアンモニアの輸送コストの調査等を実施した上で、総合的に判断して決定する。

（2）再エネ電源の選定

候補地での再エネ電源は、太陽光発電（以下、PVと略）を想定して検討を進める。次年度にはPV電源の設置用地（面積、価格等）を調査する。

（3）オフグリッド（分散型システム）での導入

PVは、気象条件により出力が変動するため、従来型の電源（原子力、火力、水力）と比較して、系統の制御が格段に困難になるという問題がある。

しかし系統に接続されていなければ、このような問題に影響されることなく再エネを活用できるため、本検討ではオフグリッド（系統電源と連系しない太陽光発電からの電力を利用する分散型システム）での検討を進める。

（4）発電コストの考え方

再エネ電力の費用は、国の発電コスト検証WGの情報および、北海道内での再エネ発電コストをもとに決定した。

（5）アンモニアビジネスモデル検討

アンモニア製造装置設置は、近傍の発電所にのみ供給できる規模の「オンサイト型」、アンモニア設備拠点から道内複数発電所に供給できる規模の「大規模集中型」が考えられる。

- ・水素製造のためのPV設置用地が必要（オンサイト型：1.5万kW程度、約22.5ha、大規模集中型：5万kW程度、約75ha）。※札幌ドーム：5.5ha
- ・オンサイト型の場合は、大規模集中型に比べ輸送コスト低減が可能。
- ・オンサイト型製造装置の設備費は、大規模集中型と比較して小規模なためコスト高になる。そのため、出力変動抑制技術導入や蓄エネルギーシステム導入による設備利用率の向上、最適設備容量設計指針の策定が求められる。

（6）水電解装置の選定

電解装置の開発状況や目標価格等についてヒアリングの結果、システムコストの観点より有望と判断した会社の電解装置を対象として検討を進める。

3-2 研究実施内容（平成29年度）

「地産地消型アンモニア製造および利活用」に関する立地候補地点の選定

(1) 立地候補地点

立地候補地点は、当社の道内火力発電所の近傍を想定し、道内のアンモニア価格、再エネ電源の設置用地の有無や価格、アンモニア輸送費等の調査結果から総合的に判断する。

(2) アンモニアの需要と価格等

a. アンモニア需要

北海道におけるアンモニア需要量は、4,000 トン/年程度である。

b. アンモニア価格

北海道のアンモニア価格が国内平均と比較して割高な理由は、道内にアンモニア製造設備がないこと、海外製品のアンモニア陸揚げ基地が道内にないことによる。

c. 窒素価格

北海道内の窒素価格は、充填量107m³の超低温容器の場合400円～450円/m³程度である。

(3) アンモニア製造プロセス

道内火力発電所の隣接地にオフグリッド（非系統連系）のPV 電源由来水素を原料とするアンモニア製造を行うプロセスの概要図を図1に示す。

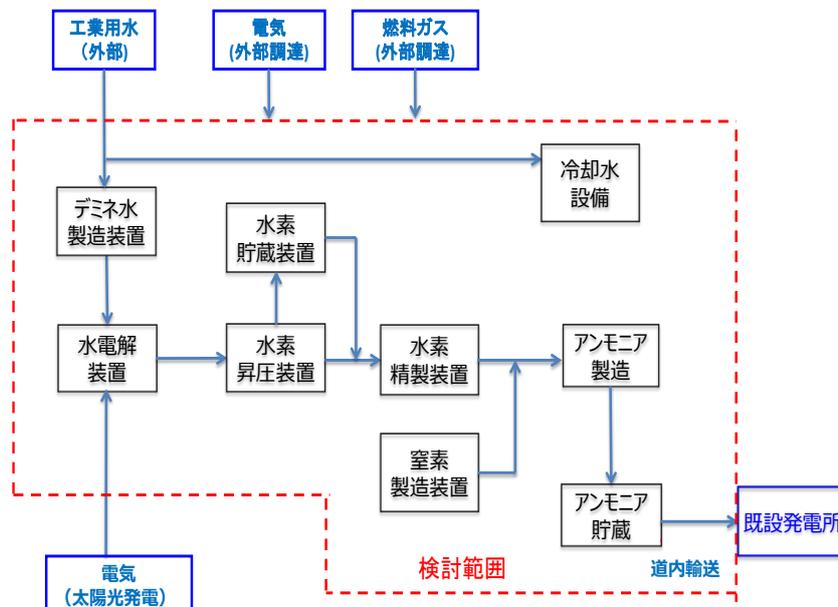


図1 アンモニア製造プロセス概要

(4) 再エネ (PV) 電源とアンモニア製造設備の設置

再エネ (PV) 電源とアンモニア製造設備の設置面積を検討するため、下表に示す発電所内または近傍において再エネ (PV) 電源とアンモニア製造設備を設置する場合、設備を設置できる面積を整理した後、利用可能な面積と発電規模を試算する。

表 2 立地候補地点

| 発電所 | 出力(万kW) | 所在地 |
|----------|---------|-----------------------|
| 苫東厚真発電所 | 165 | 勇払郡厚真町字浜厚真615番地 |
| 奈井江発電所 | 35 | 空知郡奈井江町字キナウスナイ198番地の8 |
| 砂川発電所 | 25 | 砂川市豊沼町53 |
| 伊達発電所 | 70 | 伊達市長和町163番地1 |
| 知内発電所 | 70 | 上磯郡知内町字元町28番地13 |
| 石狩湾新港発電所 | 170.82 | 小樽市銭函5丁目192-1 |

(5) 再エネ (PV) 電源設置の必要面積

再エネ (PV) 電源の単位面積当たりの平均の設備容量は、これまでに北海道内で運転を開始している太陽光発電所の発電規模と敷地面積から算出し、 $0.047\text{kW}/\text{m}^2$ とした。

(6) アンモニア製造設備設置の必要面積

アンモニア製造に係る必要面積は、商業用装置、実証試験用装置、カタログ等を参考として概算面積を以下のとおり想定した。

概算面積に含まれる設備は、水電解設備 (屋内)、アンモニア合成設備、アンモニアタンク、冷却水設備、排水設備、フレア、防消火設備、PSA 式窒素ガス発生装置である。

なお、必要面積のうち水電解設備が占める面積が非常に大きく、約半分となる。

表 3 アンモニア製造設備の必要面積

| 項目 | ケース1 | ケース2 |
|--------------|---|---|
| 製造能力 | 1,000t/年 | 3,000t/年 |
| 必要面積 | $60\text{m}\times 35\text{m}=2,100\text{m}^2$ | $90\text{m}\times 50\text{m}=4,500\text{m}^2$ |
| 単位面積当たりの製造能力 | $0.48\text{t}/\text{m}^2$ | $0.67\text{t}/\text{m}^2$ |

(7) 発電所近傍の用地の価格

北海道内の発電所近傍における用地の価格は、表4のとおりである。

表4 用地の価格

| 場所 | 用地の価格 |
|--------------|--|
| 苫東厚真発電所の近傍 | 9,000円～15,000円/m ² (苫小牧東部地域工業団地分譲価格) リースは使用目的が制限され事業用建物のみ可 |
| 奈井江・砂川発電所の近傍 | 420円～1,070円/m ² (そらち工業団地分譲価格) リースなし |
| 伊達発電所の近傍 | 11,500円～11,700円/m ² (伊達長和工業団地分譲価格) リースなし |
| 知内発電所の近傍 | 工業団地等無し |
| 石狩湾新港発電所の近傍 | 12,000円/m ² (石狩開発株式会社分譲価格) リースなし |

(8) 製造したアンモニアの各火力発電所への輸送

a.北海道のアンモニア価格の構成要素

北海道内に液化アンモニア製造設備がないため、アンモニア価格が高価となる北海道において、地産地消型の再エネによる水素製造、さらにはその水素によるアンモニア製造を行うことにより、現行の関連費用を大幅に削減できる。

b.火力発電所への輸送イメージ

地産地消型で製造したアンモニアの各火力発電所への輸送は、高速道路を活用して各発電所へ輸送するイメージである。

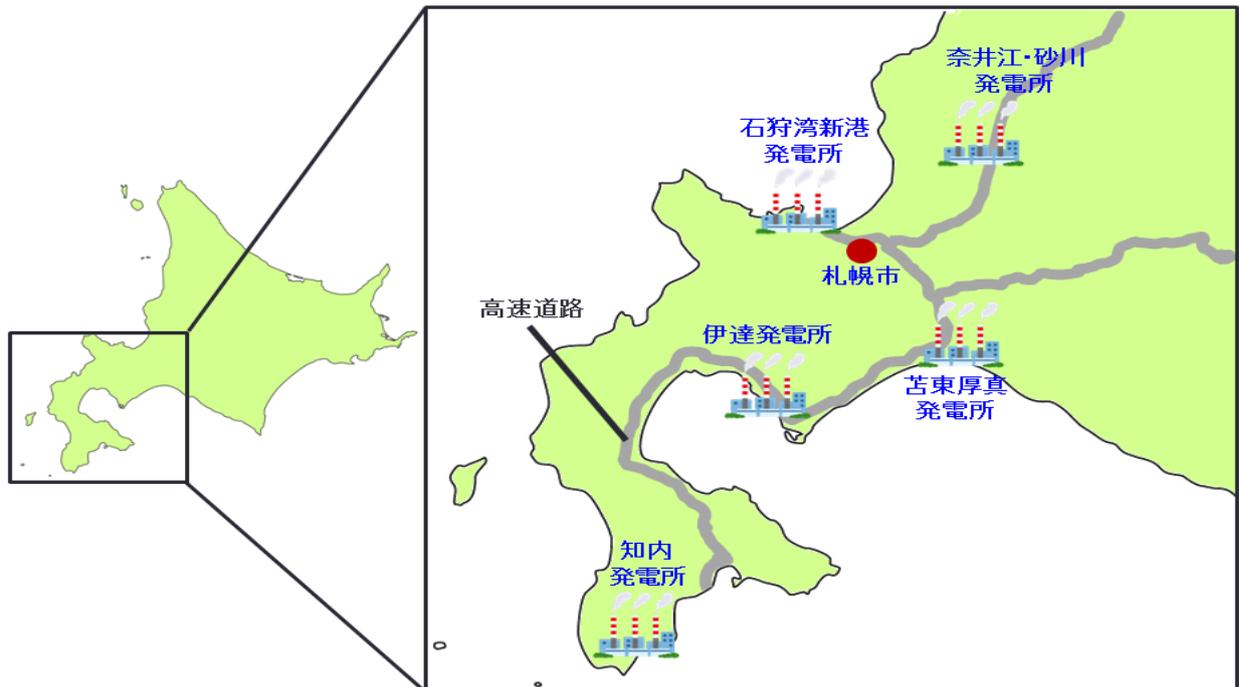


図2 火力発電所への輸送イメージ

(9) 北海道内での立地点調査

当社発電所近傍の用地について、上記のとおり PV 設置可能用地の有無および価格、道内のアンモニア・窒素価格、輸送価格について調査を実施した。

その結果、奈井江砂川発電所と苫東厚真発電所の近傍において用地利用が可能であり、奈井江砂川発電所近傍の用地価格は苫東厚真発電所近傍の用地価格に比べ安価となっている。

3-3 研究実施内容（平成30年度）

「地産地消型アンモニア製造を基点とする広域アンモニア利活用モデルの構築」（平成30年度）

（1）アンモニアの火力発電所での混焼利用における需要調査

a.北海道における化石燃料火力発電の実態

エネルギーキャリアでは、CO₂ 排出量削減の観点からアンモニアを火力発電所において混焼利用することを検討していることから、北海道に立地する火力発電所でアンモニアを混焼利用した場合の需要量について調査を行った。

化石燃料を使用する火力発電所でのアンモニア混焼の可能性を調査するにあたり、北海道内に火力発電所を所有する企業を調査した。

その結果、北海道では北海道電力のほか、鉄鋼業、製紙業で化石燃料焚き火力発電所を所有しており、北海道電力を除いた場合の発電規模は出力ベースで70万kW程度だった。

北海道電力における石炭火力、石油火力の平成29年度発電実績は、表5のとおりであるが、他方、北海道電力以外の企業が所有する自家発電用発電機では正確な出力規模、発電量および運転状況について調査する方法を見出せなかった。

このため、本件における調査は、北海道電力が所有する火力発電所において混焼利用することを前提とした調査とした。

表5 北海道電力の火力発電所概況(平成29年度)

| 発電所名 | 使用燃料 | 発電量 (百万kWh/年、発電端) |
|---------|------|----------------------|
| 苫東厚真発電所 | 石炭 | 11,950 |
| 砂川発電所 | 石炭 | 1,574 |
| 奈井江発電所 | 石炭 | 1,235 |
| 伊達発電所 | 重油 | 2,106 |
| 知内発電所 | 重油 | 3,195 |

b.混焼用アンモニア使用場所の選定

北海道電力が所有する火力発電所のうち、脱硝用、腐食防止用としてアンモニアを使用している発電所は苫東厚真発電所、砂川発電所、知内発電所の3地点である。

アンモニアを火力発電所において混焼利用するにあたり、アンモニアをボイラへ注入するための大規模な発電所設備の改造を必要としないことを前提として考えた場合、既にアンモニア受け入れ設備を有する発電所で混焼する、もしくは、発電所敷地外に設置されるアンモニア製造装置が、アンモニアを使用する火力発電所に隣接していることにより、アンモニア混焼の実現性が高くなる。

一方、北海道電力が所有する火力発電所は老朽化や集約化の観点から、今後、休止、廃止となるプラントが多く存在する。

これらの状況と昨年度に実施したアンモニア製造設備立地地点調査の結果を踏まえ、アンモニア

混焼を実施できる可能性がある発電所として、苫東厚真発電所、砂川発電所の 2 箇所を選定した。

c.混焼用アンモニア使用量の推計

選定した発電所における混焼用アンモニアの使用予想量を試算した。

混焼用アンモニア使用予想量を推計するにあたっては、既存のデータであるアンモニア混焼実証試験の条件（アンモニア混焼率 0.6%、アンモニア使用量 0.45kg/kWh）を使用することとしたが、kWhあたりの使用量は、各発電所の発電効率に依存して変化するため、単純に熱量あたりの混焼量 0.6%を使用して算出することとした。

なお、各発電所における混焼用アンモニア使用予想量は、各発電所のユニット別の使用予想量とはせず、各発電所とした。

仮に 0.6%のアンモニアを混焼した場合、アンモニア混焼量は、苫東厚真発電所で 18,770t/y、砂川発電所では 3,260t/y と試算できる。

(2) アンモニア製造候補地点周辺におけるアンモニア代替可能量の推計

ガス導管が敷設されていない地域では、アンモニア燃料電池の燃料としての利用が期待できるため、選定した地域別エネルギー源別需要規模とアンモニアに代替可能なエネルギー需要を調査する。

H29年度の研究成果を踏まえ、アンモニア製造立地候補地点として選出された奈井江砂川発電所および苫東厚真発電所周辺におけるアンモニア代替可能需要量の推計を行う。

なお、推計にあたっては、2015年度、2020年度、2025年度の3時点における、両発電所を中心とした10km圏、20km圏、50km圏の3区分を対象として、代替可能需要量の推計を行うこととした(図-3、表-6)。



図-3 アンモニア製造候補地点の周辺地図

表-6 アンモニア製造候補地点から50km圏内の市町村リスト

| | 奈井江砂川発電所 | 苫東厚真発電所 |
|-------|---|----------------------------------|
| 10km圏 | 砂川市、奈井江町、上砂川町、浦臼町、滝川市、赤平市、歌志内市、芦別市、美唄市、三笠市、月形町、当別町、新十津川町 | 苫小牧市、安平町、厚真町、むかわ町、日高町 |
| 20km圏 | 岩見沢市、雨竜町 | 千歳市、平取町 |
| 50km圏 | 増毛町、留萌市、沼田町、北竜町、秩父別町、妹背牛町、深川市、旭川市、美瑛町、上富良野町、中富良野町、富良野市、南富良野町、夕張市、栗山町、由仁町、長沼町、南幌町、江別市、新篠津村、石狩市 | 白老町、恵庭市、北広島市、長沼町、由仁町、栗山町、夕張市、新冠町 |

※赤字はガス導管の存在する市町村(都市ガスエリア)

a.推計対象

灯油、A重油、B・C重油、LPGの4エネルギーを、アンモニアへの代替が可能なエネルギーと想定し、アンモニア代替量の推計を行った。

ただし、ガス導管が存在する市町村（都市ガスエリア）においては、民生用需要のアンモニア代替は難しいと判断し、産業用のみを代替可能エネルギーとして計上している。

b.推計方法

以下の5ステップにより、アンモニア代替可能量の推計を実施した。

STEP1：市町村別最終需要の推計

まず、世帯数、住宅着工床面積等の最終需要動向との相関が高く、且つ市町村別に入手可能な統計データを用いて、道内10地域別最終需要（推計値）を分解し、市町村別の最終需要について推計を実施する。

STEP2：市町村別産業別生産額の推計

平成17年北海道地域間産業連関表に基づき作成した産業連関モデルに、STEP1にて推計を行った市町村別最終需要を入力し、市町村別産業別生産額の推計を行う。

STEP3：市町村別エネルギー源別エネルギー需要の推計

STEP2にて推計した市町村別産業別生産額を基に、道内10地域別エネルギー需要（推計値）を分解し、市町村別エネルギー源別エネルギー需要（熱量ベース）の推計を行う。

STEP4：アンモニア代替可能エネルギー需要の推計

STEP3にて推計されたエネルギー需要のうち、灯油、A重油、B・C重油、LPGのみを抽出。ガス導管が存在する市町村（都市ガスエリア）は産業用のエネルギー需要を、同存在しない市町村はすべてのエネルギー需要を各圏域別に合算し、アンモニアに代替可能なエネルギー需要（熱量ベース）の推計を行う。

STEP5：アンモニア代替可能量の推計

STEP4にて推計されたエネルギー需要（熱量ベース）をアンモニアの発熱量である22.5GJ/tで除し、アンモニア代替可能量（トンベース）を推計する。

c.推計結果

①奈井江砂川発電所の近傍

2015年度

アンモニアに代替可能なエネルギー需要が、10km圏：336.3万GJ、20km圏：383.1万GJ、50km圏：1,169.4万GJ（表－7）で、アンモニア代替可能量は、10km圏：14.9万t、20km圏：17.0万t、50km圏：52.0万tと推計される（表－8）。

表－7 奈井江砂川発電所近傍における代替可能エネルギー需要（2015年度、GJ）

<10km圏>

| | 通常エリア | 都市ガスエリア | 合計 | 10km圏計 |
|----|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 産業 | 648,705 | 261,499 | 3,363,249 | 3,363,249 |
| 業務 | 421,468 | 154,549 | | |
| 運輸 | 91,022 | 28,549 | | |
| 家庭 | 1,940,555 | 1,313,817 | | |
| 合計 | 3,101,750 | 1,758,415 | | |

<10～20km圏>

| | 通常エリア | 都市ガスエリア | 合計 | 20km圏累計 |
|----|--------|-----------|---------|-----------|
| 産業 | 5,925 | 404,471 | 467,858 | 3,831,107 |
| 業務 | 8,200 | 234,029 | | |
| 運輸 | 618 | 56,299 | | |
| 家庭 | 48,644 | 1,682,199 | | |
| 合計 | 63,387 | 2,376,998 | | |

<20～50km圏>

| | 通常エリア | 都市ガスエリア | 合計 | 50km圏累計 |
|----|-----------|------------|-----------|------------|
| 産業 | 875,142 | 2,680,061 | 7,863,318 | 11,694,425 |
| 業務 | 1,039,769 | 2,278,747 | | |
| 運輸 | 109,383 | 392,589 | | |
| 家庭 | 3,158,963 | 9,182,376 | | |
| 合計 | 5,183,257 | 14,533,773 | | |

表－8 奈井江砂川発電所近傍におけるアンモニア代替可能量（2015年度、トン）

<10km圏>

| | 通常エリア | 都市ガスエリア | 合計 | 10km圏計 |
|----|---------|---------|---------|---------|
| 産業 | 28,831 | 11,622 | 149,478 | 149,478 |
| 業務 | 18,732 | 6,869 | | |
| 運輸 | 4,045 | 1,269 | | |
| 家庭 | 86,247 | 58,392 | | |
| 合計 | 137,856 | 78,152 | | |

<10～20km圏>

| | 通常エリア | 都市ガスエリア | 合計 | 20km圏計 |
|----|-------|---------|--------|---------|
| 産業 | 263 | 17,977 | 20,794 | 170,271 |
| 業務 | 364 | 10,401 | | |
| 運輸 | 27 | 2,502 | | |
| 家庭 | 2,162 | 74,764 | | |
| 合計 | 2,817 | 105,644 | | |

<20～50km圏>

| | 通常エリア | 都市ガスエリア | 合計 | 50km圏計 |
|----|---------|---------|---------|---------|
| 産業 | 38,895 | 119,114 | 349,481 | 519,752 |
| 業務 | 46,212 | 101,278 | | |
| 運輸 | 4,861 | 17,448 | | |
| 家庭 | 140,398 | 408,106 | | |
| 合計 | 230,367 | 645,945 | | |

2020年度

アンモニアに代替可能なエネルギー需要が、10km圏：323.2万GJ、20km圏：368.9万GJ、50km圏：1,130.0万GJ（表－9）で、アンモニア代替可能量は、10km圏：14.4万t、20km圏：16.4万t、50km圏：50.2万tと推計される（表－10）。

表－9 奈井江砂川発電所近傍における代替可能エネルギー需要（2020年度、GJ）

<10km圏>

| | 通常エリア | 都市ガスエリア | 合計 | 10km圏計 |
|----|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 産業 | 579,446 | 254,626 | 3,232,076 | 3,232,076 |
| 業務 | 381,091 | 138,753 | | |
| 運輸 | 80,652 | 25,057 | | |
| 家庭 | 1,936,263 | 1,302,302 | | |
| 合計 | 2,977,451 | 1,720,738 | | |

<10～20km圏>

| | 通常エリア | 都市ガスエリア | 合計 | 20km圏累計 |
|----|--------|-----------|---------|-----------|
| 産業 | 5,917 | 394,378 | 456,478 | 3,688,554 |
| 業務 | 7,424 | 209,661 | | |
| 運輸 | 542 | 49,416 | | |
| 家庭 | 48,217 | 1,667,455 | | |
| 合計 | 62,100 | 2,320,910 | | |

<20～50km圏>

| | 通常エリア | 都市ガスエリア | 合計 | 50km圏累計 |
|----|-----------|------------|-----------|------------|
| 産業 | 848,038 | 2,607,428 | 7,611,925 | 11,300,479 |
| 業務 | 930,132 | 2,056,411 | | |
| 運輸 | 100,149 | 364,567 | | |
| 家庭 | 3,126,178 | 9,202,814 | | |
| 合計 | 5,004,497 | 14,231,220 | | |

表-10 奈井江砂川発電所近傍におけるアンモニア代替可能量（2020年度、トン）

<10km圏>

| | 通常エリア | 都市ガスエリア | 合計 | 10km圏計 |
|----|---------|---------|---------|---------|
| 産業 | 25,753 | 11,317 | 143,648 | 143,648 |
| 業務 | 16,937 | 6,167 | | |
| 運輸 | 3,585 | 1,114 | | |
| 家庭 | 86,056 | 57,880 | | |
| 合計 | 132,331 | 76,477 | | |

<10~20km圏>

| | 通常エリア | 都市ガスエリア | 合計 | 20km圏計 |
|----|-------|---------|--------|---------|
| 産業 | 263 | 17,528 | 20,288 | 163,936 |
| 業務 | 330 | 9,318 | | |
| 運輸 | 24 | 2,196 | | |
| 家庭 | 2,143 | 74,109 | | |
| 合計 | 2,760 | 103,152 | | |

<20~50km圏>

| | 通常エリア | 都市ガスエリア | 合計 | 50km圏計 |
|----|---------|---------|---------|---------|
| 産業 | 37,691 | 115,886 | 338,308 | 502,244 |
| 業務 | 41,339 | 91,396 | | |
| 運輸 | 4,451 | 16,203 | | |
| 家庭 | 138,941 | 409,014 | | |
| 合計 | 222,422 | 632,499 | | |

2025年度

アンモニアに代替可能なエネルギー需要が、10km圏：311.7万GJ、20km圏：356.4万GJ、50km圏：1,093.8万GJ（表-11）で、アンモニア代替可能量は、10km圏：13.9万t、20km圏：15.8万t、50km圏：48.6万tと推計される（表-12）。

表-11 奈井江砂川発電所近傍における代替可能エネルギー需要（2025年度、GJ）

<10km圏>

| | 通常エリア | 都市ガスエリア | 合計 |
|----|-----------|-----------|-----------|
| 産業 | 571,161 | 248,758 | 3,117,160 |
| 業務 | 364,345 | 131,311 | |
| 運輸 | 76,525 | 23,662 | |
| 家庭 | 1,856,372 | 1,239,978 | |
| 合計 | 2,868,402 | 1,643,709 | |

| 10km圏計 |
|-----------|
| 3,117,160 |

<10~20km圏>

| | 通常エリア | 都市ガスエリア | 合計 |
|----|--------|-----------|---------|
| 産業 | 5,770 | 387,275 | 446,453 |
| 業務 | 6,986 | 198,635 | |
| 運輸 | 512 | 46,666 | |
| 家庭 | 45,910 | 1,587,655 | |
| 合計 | 59,178 | 2,220,231 | |

| 20km圏累計 |
|-----------|
| 3,563,613 |

<20~50km圏>

| | 通常エリア | 都市ガスエリア | 合計 |
|----|-----------|------------|-----------|
| 産業 | 831,578 | 2,571,389 | 7,374,517 |
| 業務 | 876,745 | 1,965,714 | |
| 運輸 | 96,012 | 351,960 | |
| 家庭 | 2,998,791 | 8,944,509 | |
| 合計 | 4,803,127 | 13,833,573 | |

| 50km圏累計 |
|------------|
| 10,938,130 |

表-12 奈井江砂川発電所近傍におけるアンモニア代替可能量（2025年度、トン）

<10km圏>

| | 通常エリア | 都市ガスエリア | 合計 | 10km圏計 |
|----|---------|---------|---------|---------|
| 産業 | 25,385 | 11,056 | 138,540 | 138,540 |
| 業務 | 16,193 | 5,836 | | |
| 運輸 | 3,401 | 1,052 | | |
| 家庭 | 82,505 | 55,110 | | |
| 合計 | 127,485 | 73,054 | | |

<10~20km圏>

| | 通常エリア | 都市ガスエリア | 合計 | 20km圏計 |
|----|-------|---------|--------|---------|
| 産業 | 256 | 17,212 | 19,842 | 158,383 |
| 業務 | 311 | 8,828 | | |
| 運輸 | 23 | 2,074 | | |
| 家庭 | 2,040 | 70,562 | | |
| 合計 | 2,630 | 98,677 | | |

<20~50km圏>

| | 通常エリア | 都市ガスエリア | 合計 | 50km圏計 |
|----|---------|---------|---------|---------|
| 産業 | 36,959 | 114,284 | 327,756 | 486,139 |
| 業務 | 38,966 | 87,365 | | |
| 運輸 | 4,267 | 15,643 | | |
| 家庭 | 133,280 | 397,534 | | |
| 合計 | 213,472 | 614,825 | | |

② 苫東厚真発電所近傍

2015年度

アンモニアに代替可能なエネルギー需要が、10km圏：3,031.0万GJ、20km圏：3,110.8万GJ、50km圏：3,398.3万GJ（表-13）で、アンモニア代替可能量は、10km圏：134.7万t、20km圏：138.3万t、50km圏：151.0万tと推計される（表-14）。

表-13 苫東厚真発電所近傍における代替可能エネルギー需要（2015年度、GJ）

<10km圏>

| | 通常エリア | 都市ガスエリア | 合計 | 10km圏計 |
|----|-----------|------------|------------|------------|
| 産業 | 353,181 | 28,883,930 | 30,309,931 | 30,309,931 |
| 業務 | 222,247 | 1,238,435 | | |
| 運輸 | 234,035 | 4,581,356 | | |
| 家庭 | 616,538 | 2,893,046 | | |
| 合計 | 1,426,000 | 37,596,767 | | |

<10~20km圏>

| | 通常エリア | 都市ガスエリア | 合計 | 20km圏累計 |
|----|---------|-----------|---------|------------|
| 産業 | 24,191 | 635,398 | 798,412 | 31,108,342 |
| 業務 | 30,507 | 510,111 | | |
| 運輸 | 16,132 | 135,707 | | |
| 家庭 | 92,182 | 1,511,881 | | |
| 合計 | 163,013 | 2,793,098 | | |

<20~50km圏>

| | 通常エリア | 都市ガスエリア | 合計 | 50km圏累計 |
|----|-----------|-----------|-----------|------------|
| 産業 | 582,419 | 666,718 | 2,874,585 | 33,982,927 |
| 業務 | 280,870 | 587,170 | | |
| 運輸 | 159,676 | 137,825 | | |
| 家庭 | 1,184,903 | 1,877,624 | | |
| 合計 | 2,207,867 | 3,269,337 | | |

表－１４ 苫東厚真発電所近傍におけるアンモニア代替可能量（2015年度、トン）

<10km圏>

| | 通常エリア | 都市ガスエリア | 合計 |
|----|--------|-----------|-----------|
| 産業 | 15,697 | 1,283,730 | 1,347,108 |
| 業務 | 9,878 | 55,042 | |
| 運輸 | 10,402 | 203,616 | |
| 家庭 | 27,402 | 128,580 | |
| 合計 | 63,378 | 1,670,967 | |

| 10km圏計 |
|-----------|
| 1,347,108 |

<10～20km圏>

| | 通常エリア | 都市ガスエリア | 合計 |
|----|-------|---------|--------|
| 産業 | 1,075 | 28,240 | 35,485 |
| 業務 | 1,356 | 22,672 | |
| 運輸 | 717 | 6,031 | |
| 家庭 | 4,097 | 67,195 | |
| 合計 | 7,245 | 124,138 | |

| 20km圏累計 |
|-----------|
| 1,382,593 |

<20～50km圏>

| | 通常エリア | 都市ガスエリア | 合計 |
|----|--------|---------|---------|
| 産業 | 25,885 | 29,632 | 127,759 |
| 業務 | 12,483 | 26,096 | |
| 運輸 | 7,097 | 6,126 | |
| 家庭 | 52,662 | 83,450 | |
| 合計 | 98,127 | 145,304 | |

| 50km圏累計 |
|-----------|
| 1,510,352 |

2020年度

アンモニアに代替可能なエネルギー需要が、10km圏：3,137.6万GJ、20km圏：3,216.4万GJ、50km圏：3,497.2万GJ（表-15）で、アンモニア代替可能量は、10km圏：139.4万t、20km圏：142.9万t、50km圏：155.4万tと推計される（表-16）。

表-15 苫東厚真発電所近傍における代替可能エネルギー需要（2020年度、GJ）

<10km圏>

| | 通常エリア | 都市ガスエリア | 合計 | 10km圏計 |
|----|-----------|------------|------------|------------|
| 産業 | 364,172 | 29,947,092 | 31,376,063 | 31,376,063 |
| 業務 | 205,863 | 1,131,430 | | |
| 運輸 | 242,729 | 4,752,394 | | |
| 家庭 | 616,206 | 2,891,489 | | |
| 合計 | 1,428,971 | 38,722,405 | | |

<10~20km圏>

| | 通常エリア | 都市ガスエリア | 合計 | 20km圏累計 |
|----|---------|-----------|---------|------------|
| 産業 | 24,672 | 625,644 | 787,544 | 32,163,607 |
| 業務 | 28,363 | 467,323 | | |
| 運輸 | 16,732 | 125,092 | | |
| 家庭 | 92,133 | 1,568,818 | | |
| 合計 | 161,899 | 2,786,877 | | |

<20~50km圏>

| | 通常エリア | 都市ガスエリア | 合計 | 50km圏累計 |
|----|-----------|-----------|-----------|------------|
| 産業 | 586,844 | 657,599 | 2,807,926 | 34,971,533 |
| 業務 | 253,394 | 539,371 | | |
| 運輸 | 145,643 | 127,043 | | |
| 家庭 | 1,164,447 | 1,948,334 | | |
| 合計 | 2,150,328 | 3,272,348 | | |

表-16 苫東厚真発電所近傍におけるアンモニア代替可能量（2020年度、トン）

<10km圏>

| | 通常エリア | 都市ガスエリア | 合計 | 10km圏計 |
|----|--------|-----------|-----------|-----------|
| 産業 | 16,185 | 1,330,982 | 1,394,492 | 1,394,492 |
| 業務 | 9,149 | 50,286 | | |
| 運輸 | 10,788 | 211,218 | | |
| 家庭 | 27,387 | 128,511 | | |
| 合計 | 63,510 | 1,720,996 | | |

<10~20km圏>

| | 通常エリア | 都市ガスエリア | 合計 | 20km圏累計 |
|----|-------|---------|--------|-----------|
| 産業 | 1,097 | 27,806 | 35,002 | 1,429,494 |
| 業務 | 1,261 | 20,770 | | |
| 運輸 | 744 | 5,560 | | |
| 家庭 | 4,095 | 69,725 | | |
| 合計 | 7,196 | 123,861 | | |

<20~50km圏>

| | 通常エリア | 都市ガスエリア | 合計 | 50km圏累計 |
|----|--------|---------|---------|-----------|
| 産業 | 26,082 | 29,227 | 124,797 | 1,554,290 |
| 業務 | 11,262 | 23,972 | | |
| 運輸 | 6,473 | 5,646 | | |
| 家庭 | 51,753 | 86,593 | | |
| 合計 | 95,570 | 145,438 | | |

2025年度

アンモニアに代替可能なエネルギー需要が、10km圏：3,225.0万GJ、20km圏：3,303.5万GJ、50km圏：3,579.4万GJ（表-17）で、アンモニア代替可能量は、10km圏：143.3万t、20km圏：146.8万t、50km圏：159.1万tと推計される（表-18）。

表-17 苫東厚真発電所近傍における代替可能エネルギー需要（2025年度、GJ）

<10km圏>

| | 通常エリア | 都市ガスエリア | 合計 | 10km圏計 |
|----|-----------|------------|------------|------------|
| 産業 | 374,599 | 30,825,730 | 32,250,348 | 32,250,348 |
| 業務 | 199,691 | 1,115,789 | | |
| 運輸 | 250,076 | 4,896,458 | | |
| 家庭 | 600,251 | 2,816,621 | | |
| 合計 | 1,424,618 | 39,654,598 | | |

<10~20km圏>

| | 通常エリア | 都市ガスエリア | 合計 | 20km圏累計 |
|----|---------|-----------|---------|------------|
| 産業 | 25,283 | 624,946 | 784,622 | 33,034,970 |
| 業務 | 27,408 | 458,066 | | |
| 運輸 | 17,238 | 120,987 | | |
| 家庭 | 89,747 | 1,564,242 | | |
| 合計 | 159,676 | 2,768,242 | | |

<20~50km圏>

| | 通常エリア | 都市ガスエリア | 合計 | 50km圏累計 |
|----|-----------|-----------|-----------|------------|
| 産業 | 584,739 | 656,749 | 2,758,575 | 35,793,546 |
| 業務 | 246,086 | 528,779 | | |
| 運輸 | 144,915 | 122,875 | | |
| 家庭 | 1,126,086 | 1,942,652 | | |
| 合計 | 2,101,826 | 3,251,056 | | |

表－１８ 苫東厚真発電所近傍におけるアンモニア代替可能量（2025年度、トン）

<10km圏>

| | 通常エリア | 都市ガスエリア | 合計 |
|----|--------|-----------|-----------|
| 産業 | 16,649 | 1,370,032 | 1,433,349 |
| 業務 | 8,875 | 49,591 | |
| 運輸 | 11,115 | 217,620 | |
| 家庭 | 26,678 | 125,183 | |
| 合計 | 63,316 | 1,762,427 | |

| 10km圏計 |
|-----------|
| 1,433,349 |

<10～20km圏>

| | 通常エリア | 都市ガスエリア | 合計 |
|----|-------|---------|--------|
| 産業 | 1,124 | 27,775 | 34,872 |
| 業務 | 1,218 | 20,358 | |
| 運輸 | 766 | 5,377 | |
| 家庭 | 3,989 | 69,522 | |
| 合計 | 7,097 | 123,033 | |

| 20km圏累計 |
|-----------|
| 1,468,221 |

<20～50km圏>

| | 通常エリア | 都市ガスエリア | 合計 |
|----|--------|---------|---------|
| 産業 | 25,988 | 29,189 | 122,603 |
| 業務 | 10,937 | 23,501 | |
| 運輸 | 6,441 | 5,461 | |
| 家庭 | 50,048 | 86,340 | |
| 合計 | 93,414 | 144,491 | |

| 50km圏累計 |
|-----------|
| 1,590,824 |

3-4 まとめ

「地産地消型アンモニア製造および利活用」に関するビジネスモデル構築のため、PV設置可能用地の有無および価格、道内のアンモニア・窒素価格、輸送価格について調査し、候補地として奈井江砂川発電所の近傍と苫東厚真発電所の近傍が有望であることがわかった。

またガス導管が敷設されていない地域では、アンモニア燃料電池の燃料としての利用が期待できるため、選定した地域別エネルギー源別需要規模とアンモニアに代替可能なエネルギー需要を調査し、一定の需要があることがわかった。

しかしながら、再エネ由来のCO₂フリー水素を使用した小規模なアンモニア合成は製造コストが高くなり、北海道内での割高な価格をターゲットにした場合でも事業性を見出せず、プラント規模の見直しや技術進展などによるさらなるコスト低減が必要であることが明らかとなった。

3-5 今後の課題

エネルギーキャリアとしての検討は、割高なアンモニアを使用せざるを得ない北海道の企業にとっても重要な取組みとなる。

より事業性を高めて化石燃料由来のアンモニアを代替するためには、再エネの供給可能電力を考慮したプラント規模の拡大、水電解装置の稼働率を向上するための装置構成の最適化、将来の技術進展による構成設備のユニットコストの低減などが求められる。

4 外部発表実績

(1) 論文発表

<査読付き>なし

<査読なし(総説等含む)>なし

(2) 学会、展示会等発表

<招待講演>なし

<口頭発表>なし

<ポスター発表>なし

<展示会、ワークショップ、シンポジウム等>なし

(3) プレス発表

なし

(4) マスメディア等取材による公表

なし

5 特許出願実績

なし

6 参考文献

なし

以上