

北海道経済連合会
水素プロジェクトチーム報告書

北海道における水素社会の形成に向けて

～CO₂フリー水素の一大供給地を見据えて～

2018年3月

北海道経済連合会
産業振興委員会
水素プロジェクトチーム

● はじめに

水素については、エネルギー効率の高さや利用段階で温室効果ガスの排出がないといった特徴から、その利用拡大により省エネや環境負荷の低減に大きく貢献できる可能性があり、将来の二次エネルギーの中心的役割を担うことが期待されています。

国は2014年4月に策定した「エネルギー基本計画」において「水素社会の実現」を目指すことを掲げており、同年12月にはトヨタ自動車が燃料電池自動車「MIRAI」を発売するなど、各地で水素の利活用に関する取組が進められています。

北海道においても、道庁が立ち上げた「北海道水素イノベーション推進協議会」や北海道開発局の「北海道水素地域づくりプラットフォーム」などにおいて、関係者の連携のもと水素社会の実現に向けた取組が始まっているところです。

水素の利点の一つは利用段階でCO₂を排出しないことにあります。政府が2017年12月に策定した「水素基本戦略」においても、水素をカーボンフリーなエネルギーの新たな選択肢として位置づけ、将来的には再生可能エネルギー由来の水素などを活用したCO₂フリー水素の利活用を目指すこととされています。

北海道は、風力やバイオマス、太陽光、地熱、中小水力など、豊富な再生可能エネルギーのポテンシャルを有しています。こうした豊富な再生可能エネルギーを活用しCO₂フリー水素の一大供給地を目指すことは、関連産業の振興はもとより、エネルギーの地産地消や“道外貨”獲得による地域経済の活性化につながるとともに、日本全体のエネルギー自給率の向上や低炭素化にも貢献できる可能性があります。

当会産業振興委員会では、こうした北海道におけるCO₂フリー水素の可能性に着目し、委員会内に水素プロジェクトチーム（以下「水素PT」という。）を設置して、北海道においてCO₂フリー水素に取り組む意義を整理するとともに、その実現に向けて現時点で取り組むべき事項等について検討を行ってきました。

本報告書は、この水素PTの活動を取りまとめたものです。この報告書が、北海道における水素社会の形成の一助になることを期待します。

2018年3月

北海道経済連合会 産業振興委員会

水素プロジェクトチーム 座長 田中 義克

（北海道経済連合会 副会長）

北海道経済連合会
水素プロジェクトチーム報告書

【 目 次 】

● はじめに

1 水素社会に関する国内外の取組の状況

- (1) 水素利活用の意義
- (2) 水素社会の形成に向けた動き

2 北海道においてCO₂フリー水素に取り組む意義

- (1) CO₂フリー水素の製造ポテンシャル
- (2) 再生可能エネルギーの導入拡大への貢献
- (3) エネルギー自給率の向上と経済の活性化
- (4) エネルギー利用の低炭素化

3 水素社会の形成に向けて必要な取組（CO₂フリー水素の一大供給地を見据えて）

- (1) 国の政策誘導
- (2) CO₂フリー水素のコスト低減（Power to Gasの推進のために）
 - ア 再生可能エネルギーの導入拡大
 - イ CO₂フリー水素の付加価値評価
- (3) CO₂フリー水素の利用拡大
 - ア FCモビリティの利用拡大
 - イ 熱利用・純水素燃料電池の活用
 - ウ 規制緩和の推進
 - エ あらゆる需要の掘り起こし
- (4) 道民理解の促進

○ おわりに

（参考資料）

- ・水素プロジェクトチーム 委員名簿
- ・水素プロジェクトチーム 開催状況
- ・水素に係る取組事例（プロジェクトチーム参加委員の皆様から）

1 水素社会に関する国内外の取組の状況

(1) 水素利活用の意義

水素は、再生可能エネルギーを含め多種多様なエネルギー源から製造し運搬することができます。このため、国内外を問わずあらゆる場所からの供給が可能であり、エネルギーの供給構造を特定のエネルギーに依存しない多様なものに変革させ、その調達・供給リスクの低減に貢献することができます。

水素は、貯蔵することが可能です。再生可能エネルギーは、特に太陽光や風力において供給量のコントロールが難しいため、その利用拡大のためには需給調整のための電力貯蔵がカギとなります。水素は大規模かつ長期間のエネルギー貯蔵が可能であり、再生可能エネルギーの導入拡大にも資するものとして期待されています。

水素は、エネルギー効率がよく利用段階で温室効果ガスの排出がありません。製造段階において CCS¹や再生可能エネルギーを活用することで、トータルでも CO₂ フリーのエネルギー源となりえるものであり、電力部門や運輸部門のみならず、産業プロセスや熱利用等の様々な領域で究極的な低炭素化に貢献することができます。

このように、水素の利活用はエネルギー需給構造を多様化させ、大幅な低炭素化を実現するポテンシャルを有する手段です。エネルギーの安定的な確保と地球温暖化対策は、世界的にも大きな課題です。水素の利活用に取り組むことでこうした世界的課題の解決に貢献し、関連する産業の振興や競争力の強化にもつなげていくことが期待されています。

(2) 水素社会の形成に向けた動き

日本では、1970年代から40年以上にわたる水素に係る技術開発の歴史があり、2009年に商用化されたエネファーム（家庭用燃料電池コージェネレーションシステム）や2014年に販売が開始されたFCV（燃料電池自動車）のように、世界に先駆けて水素・燃料電池技術が実用化されてきました。

2014年4月に策定された第4次エネルギー基本計画では、「水素をエネルギーとして利用する“水素社会”についての包括的な検討を進めるべき時期に差し掛かっている」との記載が盛り込まれ、同年6月には水素・燃料電池戦略協議会において「水素・燃料電池戦略ロードマップ」が取りまとめられるなど、ステップバイステップでの水素社会の実現に向けて、産学官が連携して取組が進められています。

さらに、2017年12月には、将来目指すべき姿や目標として官民が共有すべき方向性・ビジョンを示した「水素基本戦略」が策定されました。同戦略では、目標として、従来エネルギー（ガソリンやLNG等）と同等程度の水素コストの実現が掲げられ、国を挙げて水素利用に取り組むこととされています。

¹ Carbon dioxide Capture and Storage の略。工場や発電所から発生する CO₂ を大気拡散する前に回収し、地中貯留に適した地層まで運び、長期間にわたり安定的に貯留する技術

北海道においては、道が2016年1月に「北海道水素社会実現戦略ビジョン」を、同年7月には「水素サプライチェーン構築ロードマップ」を策定し、公用車へのFCVの導入などの水素の利活用を進めているほか、札幌市や室蘭市など道央圏の自治体を中心に各種の取組が進められています。

また、道内各地において水素の製造から利用までのサプライチェーン構築に向けた実証事業や技術開発などが行われており、北海道の豊富な再生可能エネルギーを活用した事業が数多く展開されています。

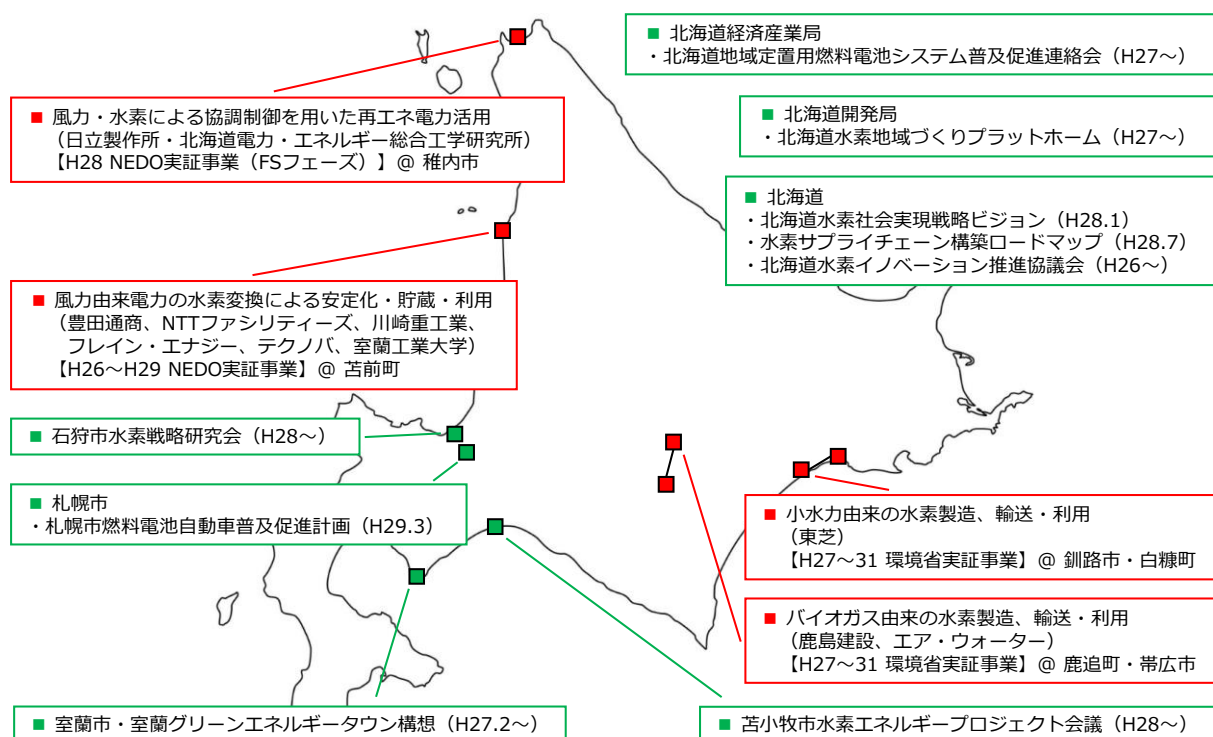


図1 北海道における水素の利活用に係る取組

※ H29.8 北海道経済連合会調べ（赤：道内で実施中の実証事業、緑：道内行政機関の取組）

世界各国も水素の利活用の取組を進めています。欧州の一部の国では将来的なガソリン車やディーゼル車の販売が禁止される方向であり、EVやFCVの導入が加速化するものと考えられています。水素ステーションの設置も各地で進んでおり、天然ガスパイプラインへの水素導入なども実施されています。

2017年の1月には、世界の政治・経済のリーダーが集まる世界経済フォーラム（ダボス会議）において、13社のグローバル企業を中心とする「Hydrogen Council（水素協議会²）」が設立されました。この協議会は、水素を利用した新エネルギー移行に向けた共同のビジョンと長期的な目標を提唱するための活動体であり、2017年の11月には世界初となる水素利用の具体的なビジョン（調査報告書³）を公表しています。

² 国内外の民間企業トップによるイニシアティブ（トヨタ自動車、川崎重工業、Air Liquideなどが参加）。

³ 「Hydrogen, Scaling up（水素市場の拡大）」というタイトルの調査報告書。2050年までにエネルギー起源CO₂の排出量の60%削減が必要であるとの前提のもと、その実現に水素が活用されることにより2.5兆ドルの市場と3,000万人の雇用が創出されると報告

2 北海道においてCO₂フリー水素に取り組む意義

(1) CO₂フリー水素の製造ポテンシャル

水素は、利用段階では温室効果ガスの排出がなく、高いエネルギー効率による省エネルギーを通じて、地球温暖化対策に大きく貢献します。しかしながら、現在使用されている水素は、国内では化石燃料由来のものが主体であり、製造段階においてはCO₂が発生します。水素の環境負荷削減ポテンシャルを最大限に生かすためには、再生可能エネルギーを活用した水素製造により、CO₂排出の少ない水素供給構造を実現する必要があります。

北海道は、風力や太陽光、バイオマスなどの再生可能エネルギーの賦存量に恵まれており、こうした再生可能エネルギーを活用して大量のCO₂フリー水素⁴を製造することができます。

例えば風力発電については、北海道における導入ポテンシャル（年間発電電力量）は陸上風力において日本全体の47%、洋上風力において30%を占め、全国最大となっており、このPTのある委員はこれを「空に原油が埋まっている」と表現されています。陸上風力に係る導入可能量（現在のFIT単価によるシナリオ）は年間発電量で2,141億kWh⁵と推計されており、そのうち5%を水素製造に回すだけでも200万台以上のFCVに水素を供給することが可能⁶です。

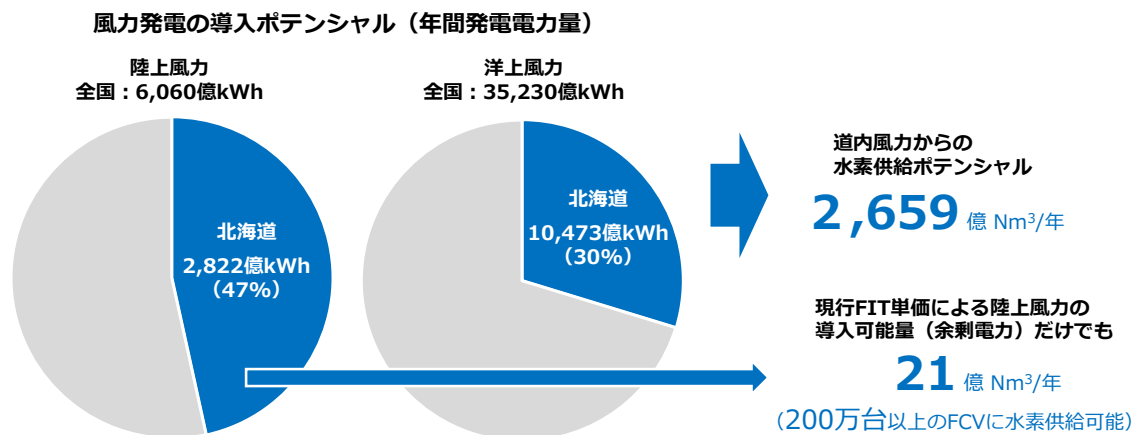


図2 北海道の水素供給ポテンシャル（風力発電由来）

※ H25 再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報整備報告書（環境省）などをもとに北海道経済連合会作成

⁴ ここでは「再生可能エネルギー由来の水素」という意味で「CO₂フリー水素」という用語を使用。CO₂フリー水素の厳密な定義については、今後国の方でも検討が進められる予定。

⁵ 陸上風力の北海道ポテンシャル（年間発電電力量）は2,822億kWh。このうちFIT単価22円/kWh（20年間）のシナリオにおける導入可能量は2,141億kWhとされる。（H25 再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報整備報告書（環境省））。

⁶ FCV一台に必要な年間水素量を1,000Nm³/年・台（≒1万km走行）、水電解に必要な電力を5kWh/Nm³として試算（2,141億kWh × 5% ÷ 5kWh/Nm³ ÷ 1,000Nm³/年・台 ≒ 214万台）

※ 第2回CO₂フリー水素WG資料において、「1Nm³の水素製造には最低でも5kWhの電力投入が必要」「エネルギーミックス実現時の余剰電力は5~25%」とされている

風力ほどではありませんが、太陽光発電についても大きな導入ポテンシャルがあるとされています。住宅用等太陽光発電の導入ポテンシャル（年間発電電力量）は114億kWh⁷、公共系等太陽光発電の導入ポテンシャル（年間発電電力量）は99億kWh⁸と推計されており、全量を水素製造に使用した場合の水素製造ポテンシャルは約43億Nm³/年⁹にのぼります。

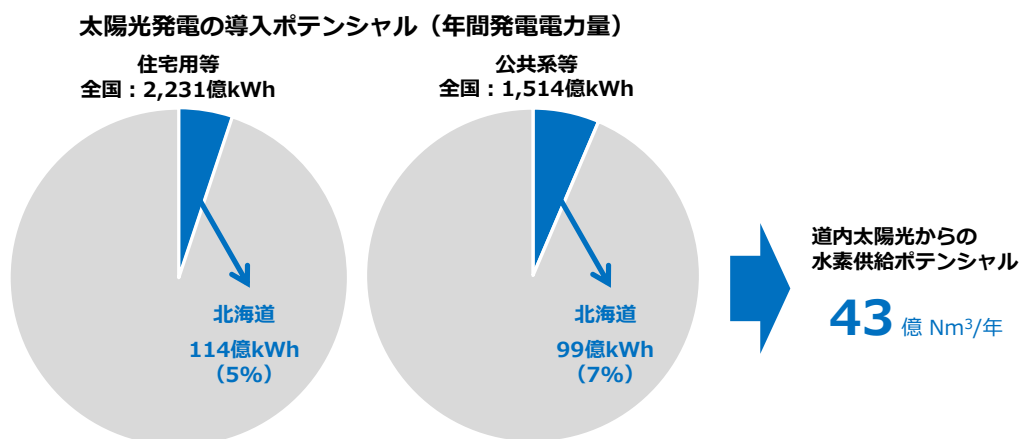


図3 北海道の水素供給ポテンシャル（太陽光発電由来）

※ H25・H24 再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報整備報告書（環境省）などをもとに北海道経済連合会作成

風力や太陽光などの再生可能エネルギーは単位面積当たりの発電量が低く、原子力や火力と比較すると膨大な面積を必要としますが、北海道には広大な土地があります。再生可能エネルギーから水素を製造する際の水電解のための水資源も欠くことはありません。

また、北海道では家畜排せつ物などのバイオマスも豊富です。道は、家畜排せつ物のメタン発酵等によるエネルギー利用の普及を推進しており¹⁰、メタン発酵で回収したバイオガスから低炭素水素を製造し、貯蔵・運搬・利用する水素サプライチェーンの構築が有効であると考えられます。道内では約78万頭（全国の約58%）の乳用牛が飼養¹¹されており、仮にこの家畜ふん尿から水素を製造した場合、水素の製造可能量は約11億Nm³/年¹²に達します。

このように、北海道は、再生可能エネルギー由来のCO₂フリー水素の製造ポテンシャルという意味で、全国一の優位性があると考えられます。

⁷ 商業系建築物や住宅系建築物にレベル3（すべての向きの屋根に太陽光パネルを設置すると想定）で設置した場合の推計値（H25 再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報整備報告書（環境省））

⁸ 公共系建築物（庁舎、文化施設、学校等）及び発電所・工場・物流施設、低・未利用地（最終処分場、河川敷等）、耕作放棄地にレベル3（最大限設置）で設置した場合の推計値（H24 再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報整備報告書（環境省））

⁹ 水電解に必要な電力を5kWh/Nm³として試算（(114+99)億kWh ÷ 5kWh/Nm³ ≒ 43億Nm³）

¹⁰ 「北海道バイオマス活用推進計画（H25.12）」において、メタン発酵等を活用したカスケードの利用を推進するなど、エネルギー利用の普及を図ることとされている。

¹¹ 全国の乳用牛の飼養頭数は132.3万頭、うち北海道は77.9万頭（畜産統計（平成29年2月1日））。

¹² 乳用牛一頭当たりの家畜ふん尿発生量を23t/頭・年、家畜ふん尿からのバイオガス発生量を35Nm³/t、バイオガス中のメタン濃度を65%、水蒸気改質によるメタンからの水素製造量を2.7Nm³-H₂/Nm³-CH₄として試算（78万頭 × 23t/頭・年 × 35Nm³/t × 65% × 2.7Nm³-H₂/Nm³-CH₄ ≒ 11億Nm³）

(2) 再生可能エネルギーの導入拡大への貢献

国は、2015年に公表した「長期エネルギー需給見通し」において、2030年の電源構成のうち22～24%を再生可能エネルギーによるものと見込んでいます。全国最大の再生可能エネルギーの賦存量を有する北海道においては、この目標達成への貢献が期待されています。

再生可能エネルギーの導入が進むと、総供給が総需要を上回る供給過剰への対処や、短周期の需給バランスの調整などのため、再生可能エネルギーへの出力制御が必要となるおそれがあります。この出力制御を回避し、再生可能エネルギーの有効利用を図るためには、電力貯蔵技術が重要となります。水素は季節をまたぐような大規模・長期間のエネルギー貯蔵に有効であり、電力システムにおいて水素によるエネルギー貯蔵機能を有効に活用することで、再生可能エネルギーの拡大を促進することが可能になると考えられます。

特に、北海道においては、再生可能エネルギーのポテンシャルが大きい地方部（図4参照（風力のケース））において送電線の空き容量が不足しており、その導入拡大のためには系統増強等の対策が必要となるなどの課題があります。また、家畜排せつ物の有効利用可能量の分布（図5参照（乳用牛のふん尿のケース））を見ても、札幌市などの都市部から離れた道東・道北の農業地域に偏っており、エネルギーの供給が可能な地点と大きな需要がある地点がかい離していることがわかります。貯蔵と輸送が可能な水素の活用により、こうした課題の解決が期待されます。

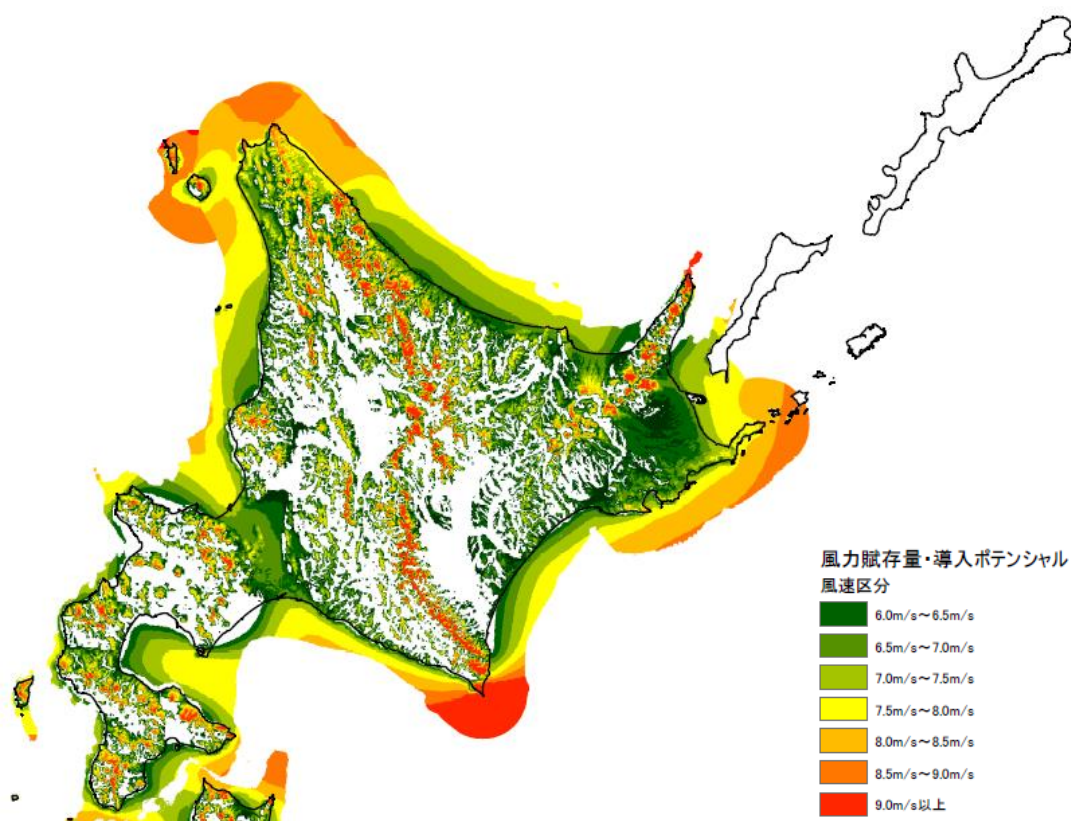


図4 北海道の風力賦存量・導入ポテンシャル
（ポテンシャルの高い黄色から赤の箇所は道北や道東、山間部に偏在）
※ 出展：環境省「再生可能エネルギー導入ポテンシャルマップ（平成28年度更新版）」

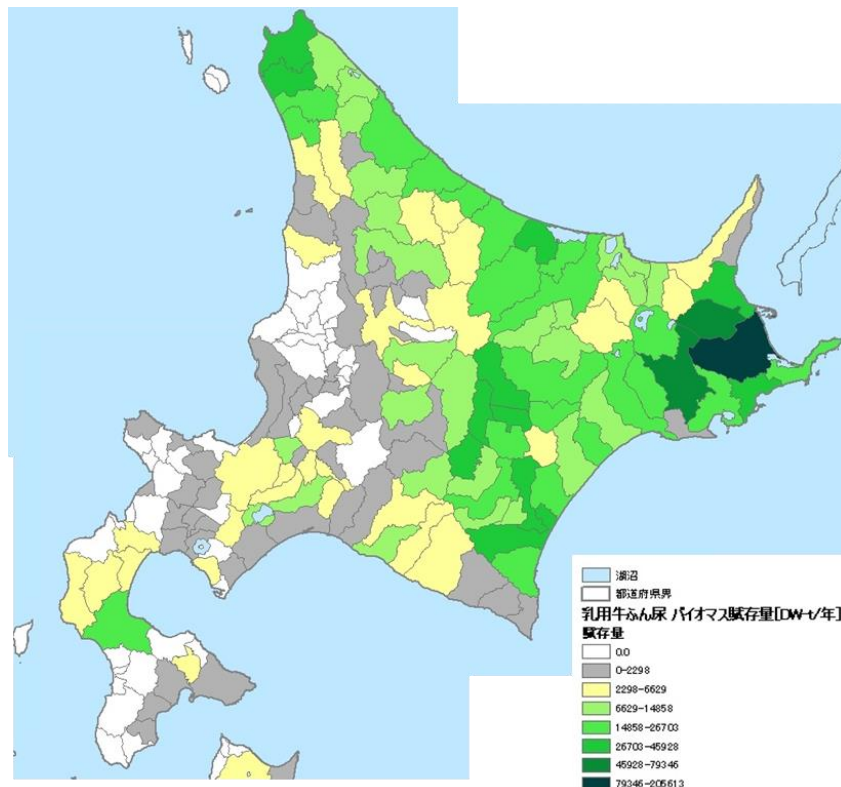


図5 乳用牛ふん尿の有効利用可能量の分布
(ポテンシャルの高い濃い緑の箇所は道北や道東に偏在)

※ NEDO「バイオマス賦存量・有効利用量の推計（2011年調査）」より（図の合成は北海道経済連合会による）

(3) エネルギー自給率の向上と経済の活性化

日本は、1次エネルギー供給の約95%を海外の化石燃料に依存しており、エネルギー自給率は6～7%程度と低迷しています。北海道においては、冬季の暖房が必要なことや広域分散の地域特性などもあり、全国と比較して特に石油への依存度が高くなっています。持続可能な社会の構築のため、エネルギー自給率の向上や多様なエネルギー源の確保が課題となっています。

CO₂フリー水素の利活用は、純道産のエネルギーである再生可能エネルギーの拡大に資するとともに、製造された水素を電気や熱として利用することでも、北海道のエネルギー自給率の向上に貢献することができます。

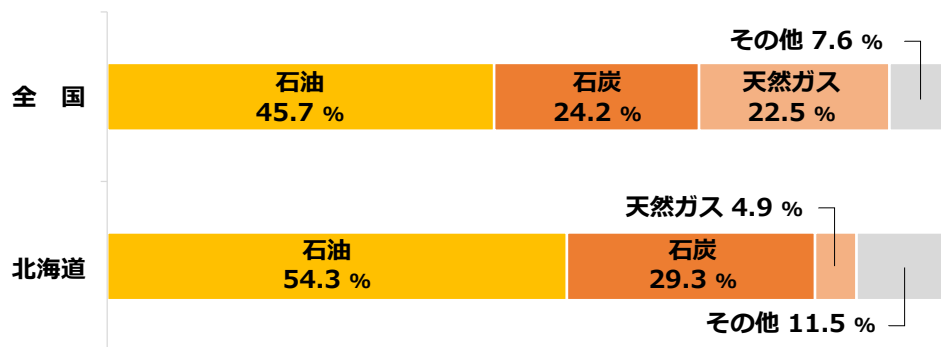


図6 一次エネルギー供給の構成比（2013年度）

※ 北海道経済要覧 2016 を参考に北海道経済連合会作成

また、日本では化石燃料の輸入量の増加や市場価格の上昇などにより、化石燃料の輸入額が約 25 兆円（2014 年度）に達しています。道内でも 2013 年に約 1.3 兆円の輸入額を記録するなど、毎年平均で 8,000 億円以上の額¹³が化石燃料の輸入に使われ、海外に流出しています。再生可能エネルギーやそれを活用した CO2 フリー水素の利活用によりこれを代替することで、道内における経済循環の活性化が期待できます。

「水素基本戦略」では、地域の未利用資源を活用した水素サプライチェーンの構築は、低炭素水素の利活用拡大のみならず、新たな地域産業創出や再生可能エネルギーを中心とした分散型エネルギーシステムの確立にも資するものとされており、企業における災害時を想定した BCP¹⁴での活用や自治体における地方創生にもつなげることができます。

なお、図 2 で示したとおり、北海道の再生可能エネルギーの導入ポテンシャルは風力だけを見ても 13,295 億 kWh/年と膨大なものとなっており、北海道の総需要（約 370 億 kWh/年）¹⁵をはるかに超える電力を生み出すことができます。また、北海道内の最終エネルギー消費は 787PJ（2014 年度）¹⁶とされていますが、この道内風力のポテンシャルを最大限に活用して水素を製造した場合に得られるエネルギー量は 2,866PJ/年¹⁷にも達します。

北海道には、風力や太陽光、バイオマスだけではなく、地熱や中小水力、地域に張り巡らされた電力系統網などもあり、水素を製造するだけではなく、それを圧縮したり他の形（液化水素、MCH¹⁸など）に変換して運ぶためのエネルギー源も多様かつ豊富です。

将来的には、再生可能エネルギーと水素の組み合わせにより、北海道のポテンシャルを最大限に活用することで、エネルギー自給率 100%を達成するとともに、北海道で余剰となる CO2 フリー水素を道外に移出し“道外貨”を獲得することなども期待されます。

¹³ 2008 年から 2017 年までの 10 年間で鉱物性燃料輸入額の総額は約 8.6 兆円に達している（函館税関「北海道外国貿易概要（平成 29 年分速報）」より）

¹⁴ Business Continuity Planning の略。事業継続計画。

¹⁵ 北海道経済産業局「平成 27 年度北海道管内電力需給実績（確報）」より

¹⁶ 北海道経済部「北海道エネルギー関連データ集（H29.3）」より

¹⁷ 水素の真発熱量は 10,780kJ/Nm³。p3 の水素供給ポテンシャル（2,659 億 Nm³/年）で得られるエネルギーは、2,659 億 Nm³/年 × 10,780kJ/Nm³ ≒ 2,866PJ/年。

¹⁸ Methylcyclohexane（メチルシクロヘキサン）。トルエンと水素を化学反応させた物質。常温常圧で液体であり、体積を 1/500 にして水素を貯蔵・輸送することが可能。

(4) エネルギー利用の低炭素化

国の地球温暖化対策計画においては、パリ協定などを踏まえ、長期的には 2050 年までに 80%の温室効果ガスの排出量削減を目指しています。日本の温室効果ガスの排出量はエネルギー起源の二酸化炭素がその9割近くを占めており、温室効果ガスの排出量の削減のためには、更なる省エネとエネルギーの低炭素化が必要です。

北海道は、積雪寒冷で冬季における暖房用のエネルギー使用量が多いことや、広域分散型で自動車への依存度が高いという地域特性から、家庭部門や運輸部門におけるエネルギー使用の割合が高く、一人当たりのエネルギー使用量が全国の約 1.4 倍に達しています。

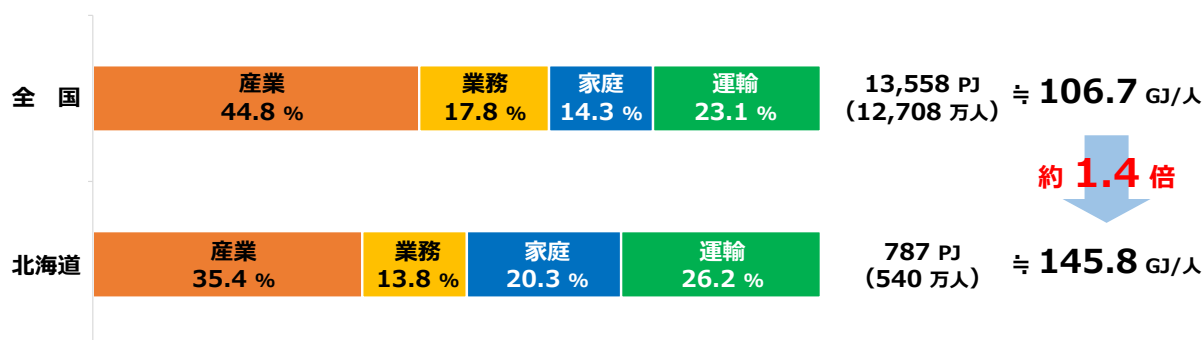


図7 北海道の最終エネルギー消費と部門別割合・一人当たりのエネルギー使用量（2014 年度）
※ 北海道経済部「北海道エネルギー関連データ集（平成 29 年 3 月）」を元に北海道経済連合会作成

こうした背景から、一人当たりの温室効果ガス排出量（13.2 t-CO₂/人）も全国（11.1 t-CO₂/人）の約 1.2 倍と高く、北海道においては、家庭部門や運輸部門における温室効果ガスの排出量の削減が大きな課題であると言えます。

水素は、高いエネルギー効率を發揮するエネファームの利用や、二酸化炭素を排出しない FC モビリティの活用により、家庭部門や運輸部門の省エネ・低炭素化において、大きな効果が期待できます。

また、製造段階で温室効果ガスを排出しない CO₂ フリー水素は、家庭部門や運輸部門のみならず、産業プロセスや熱利用等、様々な領域での究極的な低炭素化が可能です。

特に、熱需要の多い寒冷地である北海道においては、水素から効率的に電気と熱を取り出す燃料電池技術の活用や燃料利用など、熱利用部門での利活用により、大幅な温室効果ガスの削減に貢献することが期待されます。

近年、温暖化対策としての二酸化炭素削減は、企業の存続をも左右する重要課題として認識されつつあります。CO₂ フリー水素の活用にいち早く取り組むことで、世界的な課題の解決に向けて、先導的な役割を果たすことが可能です。

3 水素社会の形成に向けて必要な取組（CO2フリー水素の一大供給地を見据えて）

2017年12月に策定された水素基本戦略においては、これまでのロードマップで示されていたCO2フリー水素の本格導入の時期（2040年頃）が前倒しされ、2032年ごろの商用化を目指すこととされています。

前述のとおり北海道はCO2フリー水素の製造ポテンシャルが豊富であり、その利用はエネルギーの安定供給や低炭素化などの課題解決にも資するものです。こうした北海道の強みと課題を踏まえると、北海道の水素社会の形成においては、CO2フリー水素について優先的に取り組む必要があるものと考えられます。

ここでは、将来北海道をCO2フリー水素の一大供給地とすることを見据えて、現時点で取り組むべき事項等について整理します。

(1) 国の政策誘導

北海道においては、豊富な再生可能エネルギーを活用した水素製造などの国の実証事業が数多く展開されていますが、いずれの事業も2020年までには事業期間の終了を迎える予定となっています。

一方、国の水素基本戦略においては、国内再生可能エネルギーの導入拡大に向け、2020年以降からPower-to-gas¹⁹システムの事業化・社会実装を進めることとされています。

北海道には膨大な再生可能エネルギーのポテンシャルがあり、送電線の系統容量や長距離輸送の課題もあるほか、寒冷地技術の検証も可能であり、Power-to-gasシステムの実装に向けた適地として、必要な条件がそろっています。

全道各地で実施されている実証事業の成果を、北海道全体の水素サプライチェーンの構築につなげるためにも、今後よりいっそう事業化・社会実装に向けた実証フィールドとして北海道を活用するよう働きかける必要があります。



図8 再生可能エネルギー由来水素の利用拡大シナリオ

※ 「水素基本戦略」「北海道水素社会実現戦略ビジョン」を参考に北海道経済連合会作成

¹⁹ 風力発電や太陽光発電などの再生可能エネルギーの出力時に生じた余剰電力を、水素などの気体燃料に変換して貯蔵する技術

(2) CO₂ フリー水素のコスト低減（Power to Gas の推進のために）

再生可能エネルギー由来の水素の本格活用に向けては、コスト低減が最大のカギとされています。

ア 再生可能エネルギーの導入拡大によるコスト低減

CO₂ フリー水素のコスト低減には、再生可能エネルギー電源からの電力供給コストの低減などが必要であるとされており、まずは、再生可能エネルギーの導入を拡大していく必要があります。

北海道において膨大なポテンシャルを有する風力発電は、世界的にはコストの低下が進んでおり²⁰、日本においても低廉な再生可能エネルギー電源として有望です。2032年頃からは太陽光やバイオマスも含めて FIT 制度による全量買取期間が終了する案件が出現するため、条件が揃えばこうした FIT 終了後の施設を用いて低廉な電力を提供できる可能性もあります。

また、再生可能エネルギーの導入拡大が進めば、年間を通じて供給過剰が発生し大規模な出力制御が必要となると予測されています。さらなる導入の拡大には、電力を貯蔵する技術が必要であり、電気を水素として貯蔵する power-to-gas 技術の活用が注目されています。

北海道の豊富な再生可能エネルギーのポテンシャルを最大限に活用し、CO₂ フリー水素のコストを低減するため、電力市場の制度設計に係る議論なども注視しながら、再生可能エネルギーの導入拡大を進め、併せて power-to-gas システムの事業化・社会実装を進めていく必要があります。

イ CO₂ フリー水素の付加価値評価

再生可能エネルギー由来の水素については、低炭素エネルギーであるという環境価値があります。温暖化対策としての二酸化酸素削減は世界的な課題であり、今後この環境価値が増大していく可能性があります。水素の環境価値についてこれを適切に評価し、認証やクレジットを付与するなど、CO₂ フリー水素の利用拡大に向けたインセンティブについて、地域レベルでも検討していく必要があります。

道内で実証事業が進められている家畜ふん尿由来の水素については、その製造段階でもバイオガスプラントによる環境負荷削減効果²¹が認められています。風力の活用についても、単に水素を製造できるだけでなく、電力貯蔵による変動緩和という効果がセットとなっています。水素そのものの価格だけではなく、事業全体のこうしたメリットにも目を向ける必要があります。

²⁰ 世界の風力発電の発電コストは 10 円/kWh 以下であり、欧州の洋上風力市場における入札価格では 6.0 円/kWh という例も見られる（経済産業省 総合資源エネルギー調査会 省エネルギー・新エネルギー分科会/電力・ガス事業分科会 再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会（第 1 回）資料 3 より）

²¹ 家畜ふん尿が適切に処理されるという効果に加え、密閉処理や消化液活用（たい肥より臭気が少ない）による悪臭拡散防止、処理残渣の再生敷料としての有効活用等といった効果が認められる。

(3) CO2 フリー水素の利用拡大

2(1)でみたとおり、北海道では、多様な再生可能エネルギーを活用して大量のCO2フリー水素を製造することができますが、こうした再生可能エネルギーのポテンシャルは、道内においても道東や道北などの地方部に偏在（図4、5参照）しており、大量の水素製造が可能な地域においては、需要と供給が一致しません。

札幌市など需要の大きい都市部へ輸送して利用することや、風力やバイオマスなどを活用して製造した水素と合わせて量を確保し、道外に移出することも考えられますが、現段階ではコスト低減とさらなる技術開発が必要です。

CO2フリー水素の利用を拡大するためには、輸送やコスト低減の取組を進めるとともに、地産地消による道内需要の拡大に向けて取り組んでいく必要があります。

ア FCモビリティの利用拡大

水素の需要を引っ張る先導役として期待されているのは、FCVをはじめとしたFCモビリティです。「Hydrogen Council（水素協議会）」の調査報告書では、将来の水素が担うエネルギー消費量においても、輸送用の消費が大きな位置を占めると試算されています。

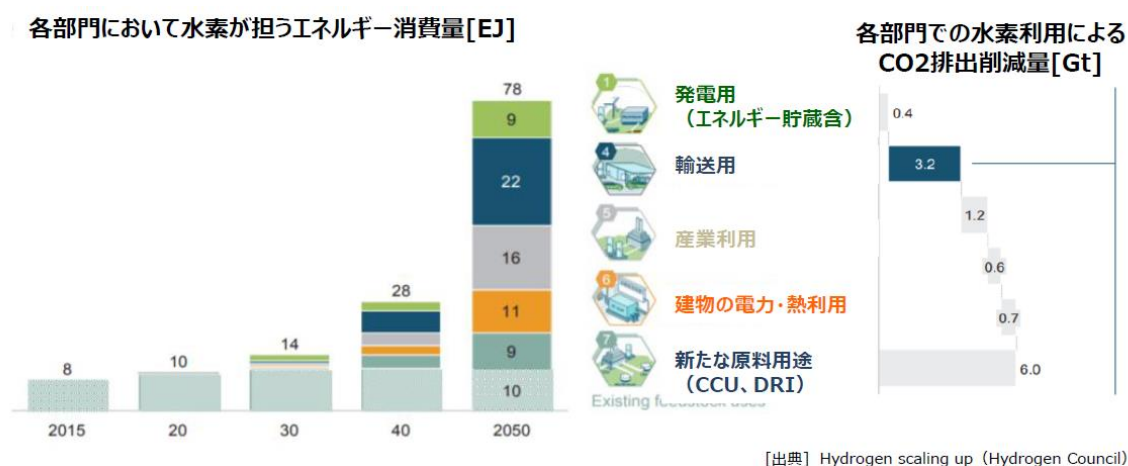


図9 Hydrogen Council による将来の水素エネルギー消費量及びCO2 排出削減量

※ 資源エネルギー庁「第11回CO2フリー水素WG 事務局提出資料」より

北海道においては、広域分散型の地域特性から輸送部門でのエネルギー利用量が多く（図7参照）、この部門における二酸化炭素排出量の削減が課題となっています。

二酸化炭素を排出しないZEV²²には、電気自動車（EV）もありますが、現時点ではFCVと比較して航続距離が短く、移動距離が長くなる領域ではFCVの方が有利だと言われています。また、FCVは燃料電池の使用時に熱が発生するため、冬季の車内暖房という点でも優位性があります。寒冷積雪・広域分散型の地域特性を持つ北海道でこそ、輸送部門の二酸化炭素排出量の削減のため、CO2フリー水素を活用したFCVの率先導入を検討していくべきだと考えられます。

²² Zero Emission Vehicle。排出ガスを一切出さない電気自動車（EV）や燃料電池自動車（FCV）を指す。

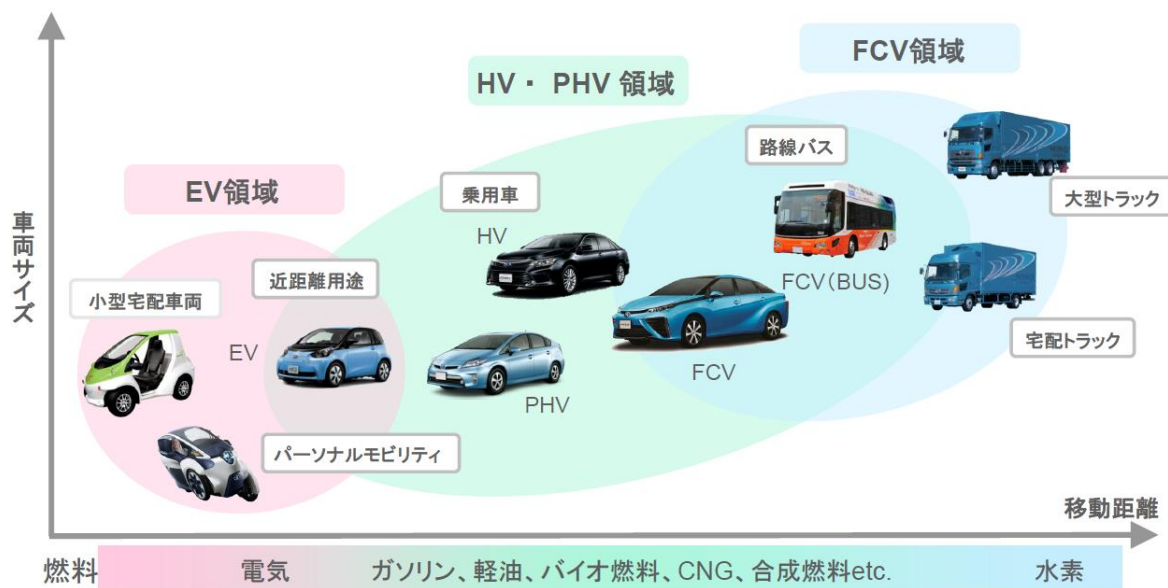


図 10 低公害車の棲み分けイメージ

※ トヨタ自動車㈱「持続可能な社会を目指したトヨタと水素燃料電池自動車 MIRAI の挑戦 (2015.2.9)」より

トラックやバスなどの大型車の領域においても、EV よりも FCV に優位性があるとされています。バスなどの公共交通においては、充電時間の短さや航続距離などの観点からも FCV の方が有利です。また、トラックやバスなどは、乗用の FCV と比較して一台あたりで数十倍に及ぶ水素を使用するため、水素需要の創出という意味でも大きな効果²³が期待できます。

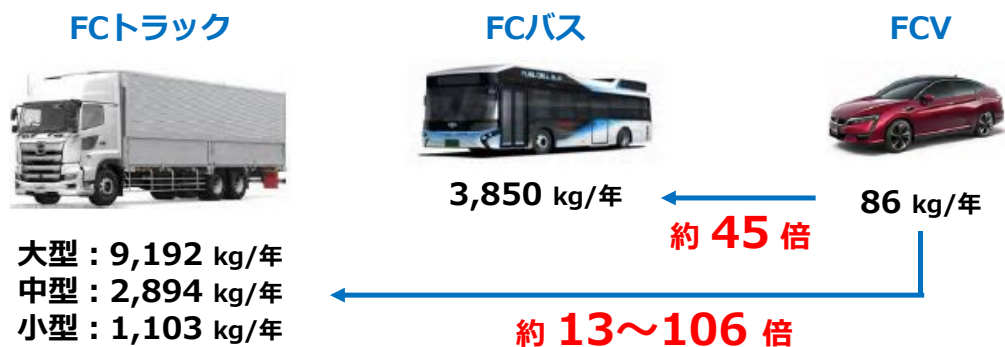


図 11 FC モビリティの水素消費量の比較

※ 第 10 回水素・燃料電池戦略会議事務局提出資料を参考に北海道経済連合会作成

広大な北海道においては、トラックやバスなどの大型車による輸送が、物流や公共交通を支える柱の一つとなっています。北海道における輸送部門の低炭素化に向け、こういった大型車の領域においても、率先的に FC モビリティの利用を検討していくべきだと考えられます。

²³ 仮に道内のバス 6,770 台 (乗合バス・貸切バスの届出車両数: 北海道運輸局「数字で見る北海道の運輸 平成 28 年版」の「支局別旅客自動車運送事業者数及び車両数」より) をすべてを FC バスに転換した場合、年間約 2.9 億 Nm³ の需要創出が可能 (6,770 台 × 3,850kg/台 × 11 Nm³/kg ÷ 2.9 億 Nm³)

例えば、路線が固定されている空港連絡バスなどであれば、出発地か到着地のどちらか1か所に水素ステーションを設置することで定期的な運行が可能であり、多数の乗客が乗るバスがFC化されることにより、多くの道民が水素に触れ水素社会を体験できる機会を生み出すことができます。

FCバスの走行距離が延びれば、これを観光バスとして活用することもできるかもしれません。すでに道外の事例では、観光ホテルでの純水素燃料電池の活用²⁴なども見られており、こうした取組と併せてCO₂フリーツアーなどを企画できる可能性もあります。

空港自体の電気や熱にも再生可能エネルギーやCO₂フリー水素を活用すれば、国内外の観光客などに対し、雄大な自然を有する北海道の環境保全の取組としてPRすることができます。

トラックやトラクターなどでの水素の活用も北海道らしい取組です。農業王国である北海道においては全国の約9%にあたる12.5万台²⁵に及ぶトラクターが保有されており、これをFCトラクターに転換した場合、相応の需要が見込まれます。実際に、鹿追町の実証事業では、将来的な構想として、町内のスクールバス兼コミュニティバスでのFCバスでの利用に加えて、農産物のFCトラックでの輸送や農業用のFCトラクターでの活用などが検討されています。

家畜ふん尿を活用して水素を製造し、製造した水素をFCトラクターで利用して農産物を生産する。農業生産の低炭素化を達成することで、すでに高い評価を得ている北海道の農産物に、さらなるブランド価値を生み出せる可能性があります。農業が基盤産業の一つであり、クリーン農業を推進する北海道でこそ、こうした取組を率先的に進めるべきだと考えます。

イ 熱利用・純水素燃料電池の活用

水素は、直接的に燃料として利用したり、燃料電池等の活用による熱電併給も行うことが可能です。

北海道のエネルギー需要の半分は熱需要であり、現在道内で実施されている各実証事業においても、製造した水素の利用先として水素混焼ボイラーや熱電併給が可能な純水素燃料電池が選択されています。

純水素燃料電池は、都市ガスなどから水素を取り出す燃料改質器が不要であり、再

²⁴ 長崎県佐世保市のハウステンボスにおいては、「変なホテル」第2期棟において東芝の自立型水素エネルギー供給システム「H2One™」を導入し、水と太陽光発電のみで年間を通じてホテル1棟12室分の電力を供給

²⁵ 農林水産省「2015年農林業センサス報告書 第2巻 農林業経営体調査報告書-総括編- 40 農業用機械を所有している経営体数と所有台数」による平成27年のトラクターの台数（全国：1,394,047台、北海道：125,275台）

生可能エネルギー由来の水素を使用することで、CO₂フリーの実現が可能となります。白糠町で実施されている実証事業においては、大型の純水素燃料電池(100kW)が導入されており、一日当たりの水素使用量も最大で600Nm³と大きな需要²⁶を生み出しています。再生可能エネルギーと組み合わせ水素を貯蔵しておくことで、地震などの災害時には自立型のエネルギー供給システムとして活用することも可能です。

北海道では、積雪寒冷の地域性から太陽光＋蓄電池の組み合わせが特性を発揮しがたく、熱を利用できる期間も長いため、熱電併給が可能な燃料電池の優位性が高い地域と言えます。太平洋沖を中心に海溝型地震の発生危険性が指摘されていることに加え、9つの常時観測火山が存在しており²⁷、災害発生に備え自律分散型のエネルギー源を拡大していく必要もあります。

国の水素基本戦略においては、純水素燃料電池コージェネレーションシステムの導入拡大は2030年以降とされています。純水素燃料電池への水素の供給・配送という課題もありますが、北海道の地域性を踏まえ、いち早くこれに取り組むことで、国内における純水素燃料電池の普及をリードするとともに、道内各地域の強靱化に貢献していくことができます。

また、道外においては、熱電併給の事例として、水素と天然ガスの燃焼(専焼・混焼)が可能な1MW級ガスタービン発電設備(水素コージェネレーションシステム)から発生させた熱や電気を、病院などの近隣4施設に供給し、地域コミュニティ内でのエネルギー最適制御システムを実証する事業²⁸なども開始されています。

北海道においては、札幌オリンピックを契機に札幌市内での地域熱供給事業が開始されという経緯があります。札幌市は、2026年の冬季オリンピック・パラリンピックの招致を表明し活動していますが、こうした機会も捉え、燃料電池などの水素を利用したコージェネレーションシステムを導入するなど、道内においても地域のエネルギー利用を効率化・低炭素化する取組が進むことが期待されます。

ウ 規制緩和の推進

水素の利活用を拡大するためには、規制緩和の推進も必要です。

すでに水素ステーションについては、高圧ガス保安法による監視人員の設置や建築基準法の水素貯蔵量の規制などについて、数多くの規制緩和が実施され、設置費用と運用コストの低減に寄与²⁹しています。

²⁶ 最大水素消費量の概算値。年間365日フル稼働したと仮定すると、水素消費量は219千Nm³になり、FCV200台に相当する需要が生じる。

²⁷ 北海道「北海道強靱化計画〈概要版〉(平成27年3月)」より。

²⁸ NEDOの「水素社会構築技術開発事業/水素CGS活用スマートコミュニティ技術開発事業」として、神戸ポートアイランドに実証プラントが建設され実証を開始(川崎重工業(株)、(株)大林組、大阪大学)

²⁹ 2020年にコストを半減させる(整備費:4~5億円→2.3億円、運営費:4~5千万円→2,300万円)ことを目標として、さらに規制改革が推進される予定(経済産業省「水素基本戦略の策定・規制見直しの必要性について(平成29年8月24日)」より)。

一方でこうした規制緩和は「水素ステーション」を対象としたものであり、純水素燃料電池に付随する水素貯蔵施設などには適用されません。イで紹介した白糠の事例のように 100kW の純水素燃料電池の最大水素使用量が 600Nm³/日に達するにも関わらず、住宅地域においては水素の貯蔵量が 35Nm³ 以下に制限されています。

表1 建築基準法の用途地域内の建築物の制限（可燃性ガスの保管量）

※ 北海道経済連合会調べ

住宅専用地域	商業地域	準工業地域
35 Nm ³	70 Nm ³	350 Nm ³

関連する法令の趣旨を踏まえ、安全の確保を前提としたうえで、水素需要の拡大を図るため、水素ステーションに係る規制緩和を着実に推進するとともに、関連する規制の更なる見直し等の方策を検討していく必要があります。

エ あらゆる需要の掘り起こし

これまで述べてきた利活用先以外にも、水素には様々な用途があります。

産業分野においては、電化が困難な高温域のエネルギー利用があり、こうした分野の燃料を CO₂ フリー水素で代替することにより、低炭素化を図ることが可能と考えられています。欧州においては、製鉄や石油精製など工業用途で使用されている水素を CO₂ フリー水素に代替することで、低炭素化を実現する検討も進められています。

モビリティの分野においても、FC フォークリフトの普及拡大や FC 船の開発、ごみ収集車や空港で使用されるトーイングトラクター、鉄道車両などにおいても技術開発が進められています。

水素は CO₂ と合成することでメタン化することが可能（メタネーション）であり、CO₂ フリー水素と大規模事業所からの CO₂ を合成したメタンを、既存のエネルギー供給インフラで活用することにより、熱利用の低炭素化を図ろうという検討もなされています。

今後の技術開発等の進展によっては、様々な用途が開発され利用できる可能性があります。あらゆる利活用の可能性を考え、それを実践し、水素の需要を拡大していくことが必要です。

(4) 道民理解の促進

国の水素基本戦略が、2050 年を視野に将来目指すべきビジョンとして策定されているように、水素社会の形成に向けた取組は端緒についたばかりであり、長期にわたる継続的な取組が必要です。

取組を着実に進めるためには、北海道における水素利活用の意義やその効果について、道民の理解や関心をつないでいくことが重要です。

一方で、現時点における道民の水素に関する認知度や理解度は十分とは言い難い状況です。例えば、道内のあるアンケート事例においては、水素について知識がある人が 10%台にとどまっている一方で、「水素は危険だ」という認識を持っている方が 3 割を超えているとの調査結果もあります。重要な安全性に関する誤解も見受けられることから、その安全性や水素利用の意義について道民全体で認識を高めていく必要があります。

CO₂ フリー水素の利活用は、様々な場面で、温暖化やエネルギー利用に係る課題解決の手段の一つとなりえます。CO₂ フリー水素の供給源として地域資源を活用することで、地域のエネルギー自給率の向上や新たな産業の創出、災害に備えた分散型エネルギーシステムの構築などにも資する可能性があります。

道民が水素について理解を深め「水素は生活に役立つ」ということを実感できるよう、引き続き報道や展示会など各種の情報発信を行い、普及啓発を推進するとともに、身近な地産地消での活用事例を増やしていくことが必要です。

○ おわりに

エネルギーは経済活動の基盤の一つです。かつて北海道の石炭産業は戦後の日本経済復興をけん引し、当時としては最先端の技術・システムが投入されていました。現在は、石炭に代わってエネルギーの主役となった石油が世界の産油国を潤していますが、資源の枯渇や温暖化への対応が喫緊の課題となっています。

こうした中、次代のエネルギーとして注目されているのが水素です。北海道には、CO₂ フリー水素を大量に製造できるという優位性があります。CO₂ フリー水素を活用することで環境負荷を低減し、食や観光のブランド力をさらに向上させることも期待できます。将来的には、北海道を CO₂ フリー水素の一大供給地とし、かつての石炭産業のように道内に人や資金、技術を呼び込むことも夢ではないと考えています。

水素社会の形成に向けた取組はまだ端緒についたばかりです。本報告書が北海道における水素社会形成の一助となり、道内経済の活性化につながることを願っています。

(北海道経済連合会事務局)

北海道経済連合会
水素プロジェクトチーム 委員名簿

(座 長)

田 中 義 克 トヨタ自動車北海道株式会社 顧問

(委 員)

石 塚 朋 弘 北海道電力株式会社
企画本部環境室エネルギー事業グループ グループリーダー

井 本 有太郎 川崎重工業株式会社
技術開発本部水素チェーン開発センター
プロジェクト推進部水素エネルギー利用推進課 基幹職

大 田 裕 之 株式会社東芝
次世代エネルギー事業開発プロジェクトチーム
プロジェクトマネージャー 統括部長

久 保 和 也 株式会社日本製鋼所
室蘭研究所(兼)研究開発本部開発企画部 主幹研究員

鈴 木 来 晃 豊田通商株式会社
新規事業開発部低炭素社会推進グループ グループリーダー

高 田 忠 一 北海道曹達株式会社 取締役生産技術本部長兼苫小牧事業所長

高 橋 宏 史 エア・ウォーター株式会社
産業カンパニー産業ガス関連事業部エアガス部(札幌)担当部長

成 田 一 憲 株式会社苫東 代表取締役

八 村 幸 一 鹿島建設株式会社
環境本部プロジェクト開発グループ グループ長

前 谷 浩 樹 北海道ガス株式会社
執行役員エネルギーサービス事業本部 副本部長
スマートエネルギー&ネットワーク推進事業部長

(オブザーバー)

前 野 匡 宏 北海道経済部産業振興局産業振興課 基盤調整担当課長

※ 役職順・五十音順・敬称略

※ 役職は2017年8月時点

北海道経済連合会
水素プロジェクトチーム 開催状況

■ 第1回 2017年8月4日（金）

- 趣旨説明（事務局）
- プロジェクト誘導型水素関連産業創出・サプライチェーン構築促進事業について

■ 第2回 2017年9月27日（水）

- 第1回の議事概要について
- 最終報告書のたたき台について
- 国のCO2フリー水素WGについて
- 道内実証事業の現状と課題について
 - ・ 北海道に於ける再生可能エネルギー由来不安定電力の水素変換等による安定化・貯蔵・利用技術の研究開発
（豊田通商株式会社 鈴木委員）
 - ・ 家畜ふん尿由来水素を活用した水素サプライチェーン実証事業
（鹿島建設株式会社 八村委員）
 - ・ 小水力発電による北海道水素サプライチェーン実証について
（株式会社東芝 大田委員）

■ 第3回 2017年12月15日（金）

- 第2回の議事概要について
- 国及び札幌市の動きについて
- 水素関係事業の現状と課題について
 - ・ 稚内エリアにおける協調制御を用いた再エネ電力の最大有効活用技術
（北海道電力株式会社 企画本部総合研究所研究統括グループ 本間 工士 様）

■ 第4回 2018年2月16日（金）

- 報告書（案）について

【参考資料】

水素に係る取組事例（PT 参加委員の皆様から）

ここでは、本 PT にご参加いただいた委員の皆様から、水素に係る取組事例をご紹介します。本報告書をお読みになった方が、今後の取組を検討する際の参考になれば幸いです。

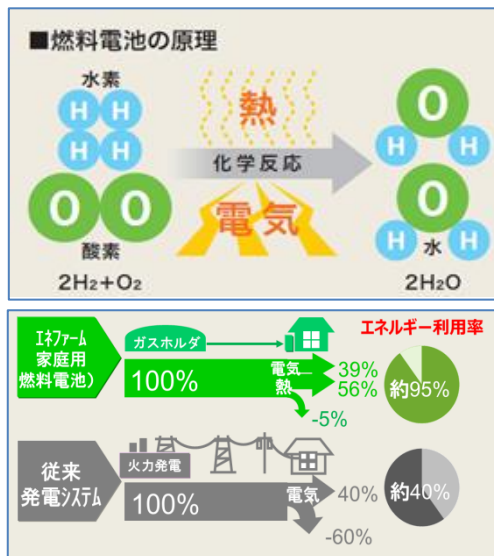
1. 家庭用燃料電池「エネファーム」について

家庭用燃料電池「エネファーム」は、天然ガスから取り出した「水素」と空気中の「酸素」の化学反応により発電し、その時に発生する熱を「給湯」に有効活用するシステムです。エネルギー基本計画や日本再興戦略等において、水素社会の実現に向けたロードマップに基づき、2030年に累計530万台を目指すことが記載されています。

2. エネファーム寒冷地仕様の開発

北海道ガス株式会社では、パナソニック(株)との共同開発により、2011年よりエネファーム寒冷地仕様の販売を行っています。

2009年	国内で初設置（標準仕様機）
2011年	寒冷地仕様機（耐寒性能-15℃）北海道内で一般発売開始
2015年	耐寒性能を-20℃へ向上、道内での販売区域を拡大
2018年	寒冷地仕様新型機（レジリエンス機能強化・IoT対応・LPG仕様）販売開始



3. エネファーム新型機（2018年4月発売）の特徴

本製品は2017年より本州で発売されている製品を寒冷地向けに仕様変更し、マイナス20℃の環境下でも安心してお使いいただくことができる耐寒性能を備えたものです。

① レジリエンス（災害対策）機能を強化

現行品ではオプション扱いとなっていた停電時発電継続機能を内蔵型（標準仕様）とした他、エネファームが発電していない時に停電が起きた場合でも、市販の蓄電池や発電機、PHV等のAC100V電源を用いることで起動が可能となりました。

また、連続発電性能の向上により、停電時の発電継続時間は現行品の最長約4日間から最長約8日間へと延びました。

② ネットワーク接続でサービス性向上

IoT化に対応し、インターネットに接続可能な仕様となっており、機器の状態を遠隔でタイムリーに把握することができます。ソフトウェアの更新の他、的確な故障判断・故障原因解析が可能となるため、メンテナンスサービス向上や、故障を未然に防ぐことにもつながります。

③ LPG仕様機の発売

新製品の発売にあわせ、LPG仕様機の導入も開始します。都市ガス供給エリア外においても、エネファームのさらなる普及拡大を目指してまいります。

このほかにも、実用域での効率アップや連続発電時間の延伸等、これまで快適にお使いいただいていた現行品を、安心・安全・省エネ型へと品質面でさらに向上した製品です。



(北海道ガス株式会社)

1. エア・ウォーター移動式水素ステーション札幌について

2018年3月26日、北海道で初めてとなる商業用の水素ステーションとして、札幌市豊平区に「エア・ウォーター移動式水素ステーション札幌」を開所しました。

2. 経緯

当社は、北海道で唯一、産業用の水素ガスを製造・供給している産業ガスメーカーであり、水素ガスの製造、貯蔵、運搬から使用方法に至るまでの豊富な知見と技術を有しています。当社は、産業ガスで培ったこれらの知見と技術を活かし、北海道における水素エネルギー社会の実現に向けて、各自治体と連携を続けながら、FCV（燃料電池自動車）や燃料電池フォークリフトなどの普及促進に関する取組を積極的に行っています。



エア・ウォーター移動式水素ステーション

具体的には、2016年4月に室蘭市が整備した移動式水素ステーションの設計・製作を行ったほか、同市からの委託を受けて当該水素ステーションの運用・管理業務を行っています。また、2017年4月からは、環境省からの委託により河東郡鹿追町に水素製造・供給施設「しかおい水素ファーム」を開所し、家畜ふん尿由来の水素ガスを活用した水素サプライ・チェーンの実証事業を行うなど、低炭素な地産地消型水素エネルギー社会の実現に向けて貢献しています。

この度、開所することとなった「エア・ウォーター移動式水素ステーション札幌」は、札幌市が策定した「札幌市燃料電池自動車普及促進計画」に基づき、当社が北海道内におけるFCVの普及促進の一助とすべく整備※を行ったものであり、北海道で初めてとなる商業用の水素ステーションになります。

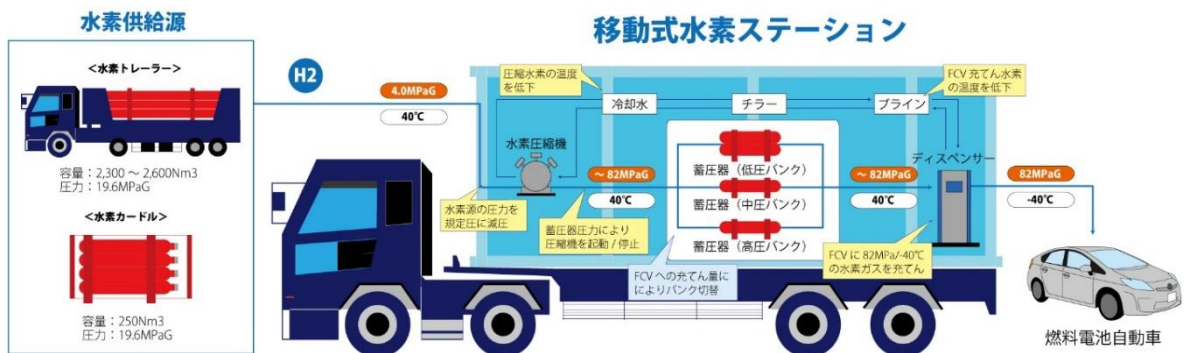
※ 整備にあたり、一般社団法人次世代自動車振興センターの「水素供給設備補助金」、北海道の「水素ステーション整備事業費補助金」及び札幌市の「水素供給設備整備事業費補助金」の交付を受けています。

3. 移動式水素ステーション札幌の概要

- ・設置場所：札幌市豊平区月寒東2条16丁目1番6号（当社月寒事務所 構内）
- ・充填圧力：82MPa（メガパスカル） ※ FCVに水素ガスを供給する際の圧力
- ・供給能力：117Nm³/h

※ 1時間当たり2台のFCVに充填可能な能力（1台当たりの充填時間は約3分）

- ・営業時間：月～金（祝祭日を除く）9：30～17：00



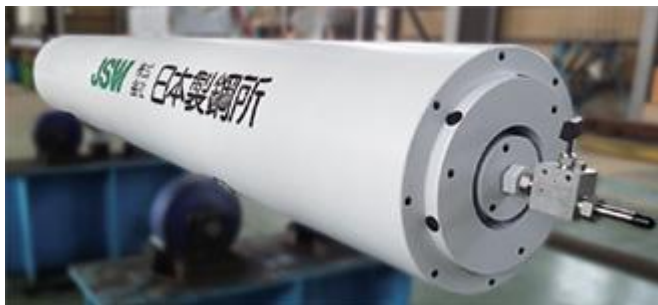
（エア・ウォーター株式会社）

1. 日本製鋼所の水素エネルギー関連製品について

株式会社日本製鋼所では、水素社会の実現に向けて、燃料電池自動車に水素を供給する水素ステーション用の高容量鋼製蓄圧器や鋼製蓄圧器に小型ダイヤフラム圧縮機を組み合わせるユニット化した小規模水素ステーション向けパッケージユニット、水素を常温・低圧で安全に貯蔵可能な水素吸蔵合金を用いた貯蔵設備など、長年培われてきた材料と水素の技術・知識を融合させた製品を提供しております。

2. 水素ステーション用鋼製蓄圧器

当社は、材料の水素脆性に対する長年の知見を活かし、世界に先駆け 2008 年に 70MPa 水素ステーション対応の 250L 鋼製水素蓄圧器を、2012 年には NEDO 事業において世界最大容量の高耐久型 450L 鋼製水素蓄圧器を開発し、実証試験を進めてきました。現在は、商用水素ステーション向けに容量を最適化した 300L 鋼製水素蓄圧器などを販売しており、岩谷産業(株)殿が尼崎に建設した日本初の商用ステーションにおいても当社の蓄圧器が使用されています。当社の鋼製蓄圧器は、蓄圧器に必要な強度と粘り強さに優れた材料、高耐久化加工技術の組み合わせにより、繰り返し使用回数 10 万回以上を達成しています。今後も各種データの蓄積により繰り返し使用回数の延長を予定しており、長期間の使用ライフサイクルコストに寄与します。



水素ステーション用鋼製蓄圧器

3. 小規模水素ステーション用パッケージユニット

小規模水素ステーション向けに、鋼製蓄圧器と小型ダイヤフラム圧縮機を組み合わせる小型パッケージユニット FCHP (Flexible Compact Hydrogen Package) を提案しています。FCHP は、水素ステーション充填プロトコルに対応した短時間での水素充填を可能としながら、設置面積と初期コストを最小化したコンパクトなユニットであり、燃料電池自動車普及初期において地域の燃料電池自動車台数に応じた水素ステーション運用を可能とします。



小規模水素ステーション用
パッケージユニット

4. 水素貯蔵合金タンク

水素貯蔵合金 (MH : Metal Hydride) は、水素を低圧で安全かつコンパクトに貯蔵できる特徴を持ち、将来の水素エネルギー社会においてさまざまな場面での活用が期待されます。当社では水素、MH のコンパクト性、安全性という調書に着目し、MH を用いた水素貯蔵タンク (MH タンク) の開発を行ってきました。これまで培ってきた独自の技術・ノウハウにより、MH タンクは高い性能と信頼性を実現しています。



水素貯蔵合金



水素貯蔵合金タンク

(株式会社日本製鋼所)