

水素を活用したまちづくりに向けた 調査について

公益財団法人 東京都環境公社
東京都環境科学研究所 次世代エネルギー研究科
小谷野 眞司

研究の背景

- 温室効果ガスの削減に向けて、CO₂の大幅削減が不可欠
(主要国は、2050年に▲80%など、大幅な削減目標を公表)
- 水素エネルギーの利用は、温暖化対策の「切り札」と言われている。
- 国は、「水素・燃料電池戦略協議会」の中でロードマップを作成。
水素社会の実現に向け、様々な取組みを開始。
- 都は、大量にエネルギーを消費する大都市としての責任と役割
 - 水素社会の実現に向けた東京戦略会議とりまとめ (H27.2)
2020年、2020年以降を見据えた政策目標を掲げ取組みを開始



当研究所においては、
「水素を活用したまちづくりに向けた調査」 を実施。

当研究所の調査等の概要

○都内でのCO₂フリー水素利活用に向けた検討調査

再生可能エネルギー（再エネ）由来電力で製造する水素（CO₂フリー水素）の都内への導入拡大に向けた調査等を実施 本日の話

○水素蓄電を活用したエネルギーマネジメントの研究

再エネを無駄なく使い切る手法として水素を製造・貯蔵し、建物等での効率的なエネルギー利用に向けた研究を実施

○福島県産CO₂フリー水素の活用等に向けた取組

- 東京都、福島県、産業技術総合研究所、当会社での連携事業
- 当研究所では、産総研（福島再エネ研）との共同研究を進め、都内での福島県産CO₂フリー水素の利活用に向けた調査・研究等を実施（H28.5～）

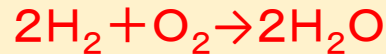
発表の内容

- 1 水素の意義（何故、水素？）
- 2 様々な水素製造方法とCO₂排出
- 3 CO₂フリー水素の普及に向けた工程
- 4 水素社会に向けた国内の取組み事例
- 5 都内へのCO₂フリー水素の導入に向けて

1 水素の意義

1 環境負荷の低減

水素は、利用段階で排出されるのは水だけである。利用段階でCO₂は排出しない。



2 エネルギー供給源の多様化

水素は、水や化石燃料をはじめ、木質バイオマスなど様々な資源から製造することができる。
(エネルギー安全保障の向上)

3 産業の裾野が広く経済波及効果が高い

水素関連産業は日本の高い技術力が集積されており、産業の裾野も広く高い経済波及効果が期待できる。

4 非常時対応の観点からも有効

災害で電力供給に支障が出た場合でも、燃料電池車等が非常用電源となってエネルギーを供給することができる。

より低炭素な社会に向けて、製造段階のCO₂排出を抑えることが重要

産業活性化の視点で取り組みを進めている自治体も多い

災害時の事業継続のための水素燃料電池（システム）が製品化

※「水素社会の実現に向けた東京戦略会議とりまとめ」より

水素の製造方法とCO₂

水素の製造方法①

水素は、工業用途で製造（目的生産）されているほか、化学工場や製鉄所から副生物として発生している。

目的生産水素の製造方法

製造法	製造手法	導入分野
水電解法	アルカリ性の溶液に電流を流すことにより、水素と酸素を発生	工業用途で、中小規模の水素製造装置に採用され普及している。
水蒸気改質法	化石燃料を高温で水蒸気と反応させ、二酸化炭素と水素を発生 【原料】 メタン、メタノール、ナフサなど幅広い	製油所やアンモニア製造所における水素製造装置に採用されている。 燃料電池自動車用の水素ステーションにおいても導入されている。
部分酸化改質法	石炭や廃プラスチックをガス化炉で熱分解し、水素や一酸化炭素を発生	発電所の石炭ガス化複合発電（IGCC）に用いられている。 廃プラスチックは、アンモニア製造所の水素製造に採用されている。

水素の製造方法②

副生水素の主な発生源と利用先

工業分野	水素の発生	利用先
苛性ソーダ	食塩電解により苛性ソーダを製造する際に、副生物として水素が発生する。	純度が高く、外販
鉄鋼	鉄鋼の製造プロセスのうち、コークス炉において、水素を50%以上含むガスが発生する。	燃料として自家消費 一部は外販
石油化学	石油化学におけるエチレンの製造プロセスにおいて、水素が発生する。	燃料として自家消費 高純度水素の原料 一部は外販

- 目的生産水素の製造は、エネルギーの投入や原料に炭化水素が使用されるため、CO₂を排出する。
- 副生水素は、主な目的以外に発生する副生物である。しかし、副生水素も利用される限り、製造される過程で排出するCO₂の量を、主目的な用途分と副生水素分とで案分すべき。（この方法について議論されている。）

CO₂フリー水素の製造①

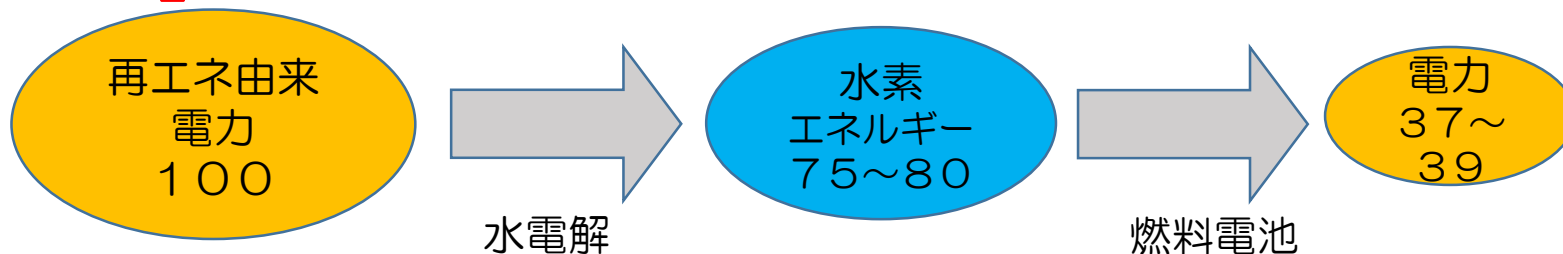
水素製造段階でのCO₂排出を抑えることで、
水素社会は温暖化対策に大きく貢献。



- 「水」を再エネ電力（太陽光、風力発電等）で水電解、
 - バイオマスから生成した「メタンガス」（カーボンニュートラル）を水蒸気改質、
- して製造する、CO₂フリー水素が望まれる。

一方で、

- CO₂フリー水素製造に係るエネルギーのロスを考える必要がある。



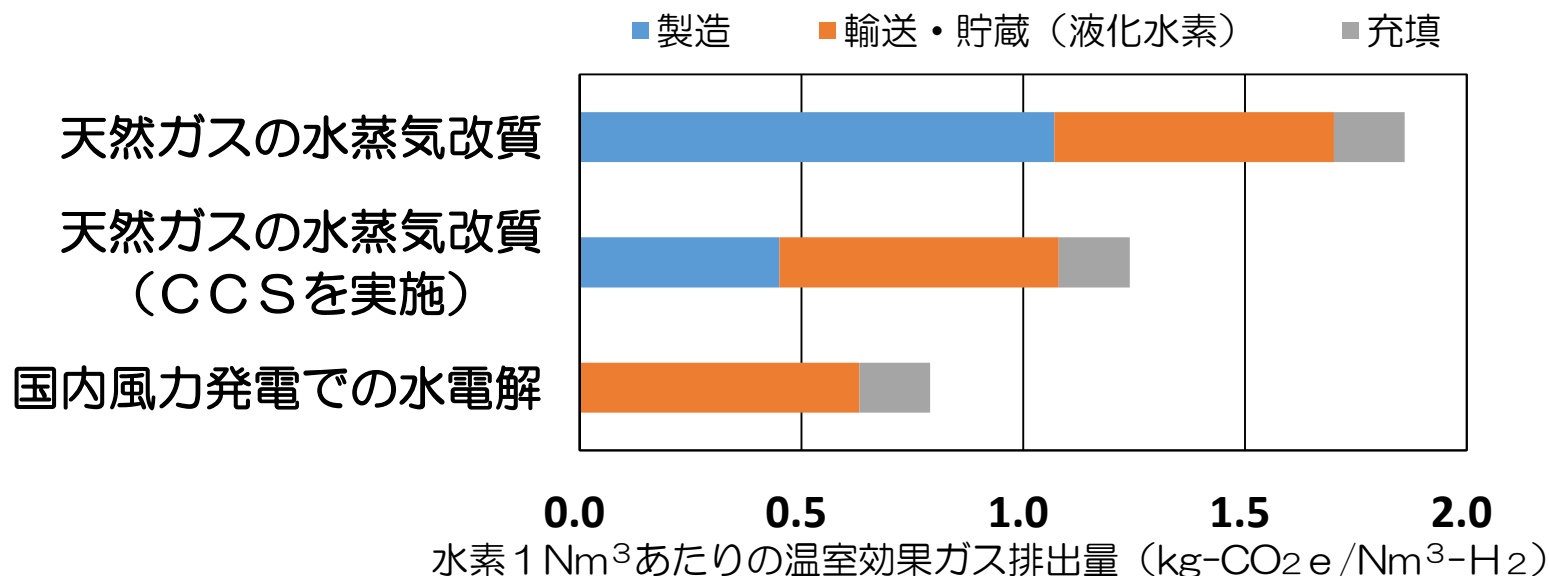
※ 資源エネルギー庁資料より作成

⇒ 系統に接続できない余剰の再エネの利用
電力需給の調整として、余剰時の水素製造とエネルギー貯蔵
変動する再エネの上手な活用手法

CO₂フリー水素の製造②

- 再エネで水素を製造しても、ライフサイクル（LCA）の評価ではCO₂はゼロとならないことにも注意すべき。

ライフサイクル(LCA)でのCO₂排出量の評価の例



※ 資源エネルギー庁資料より作成

※CCS: 二酸化炭素回収・貯留 (Carbon dioxide Capture and Storage)

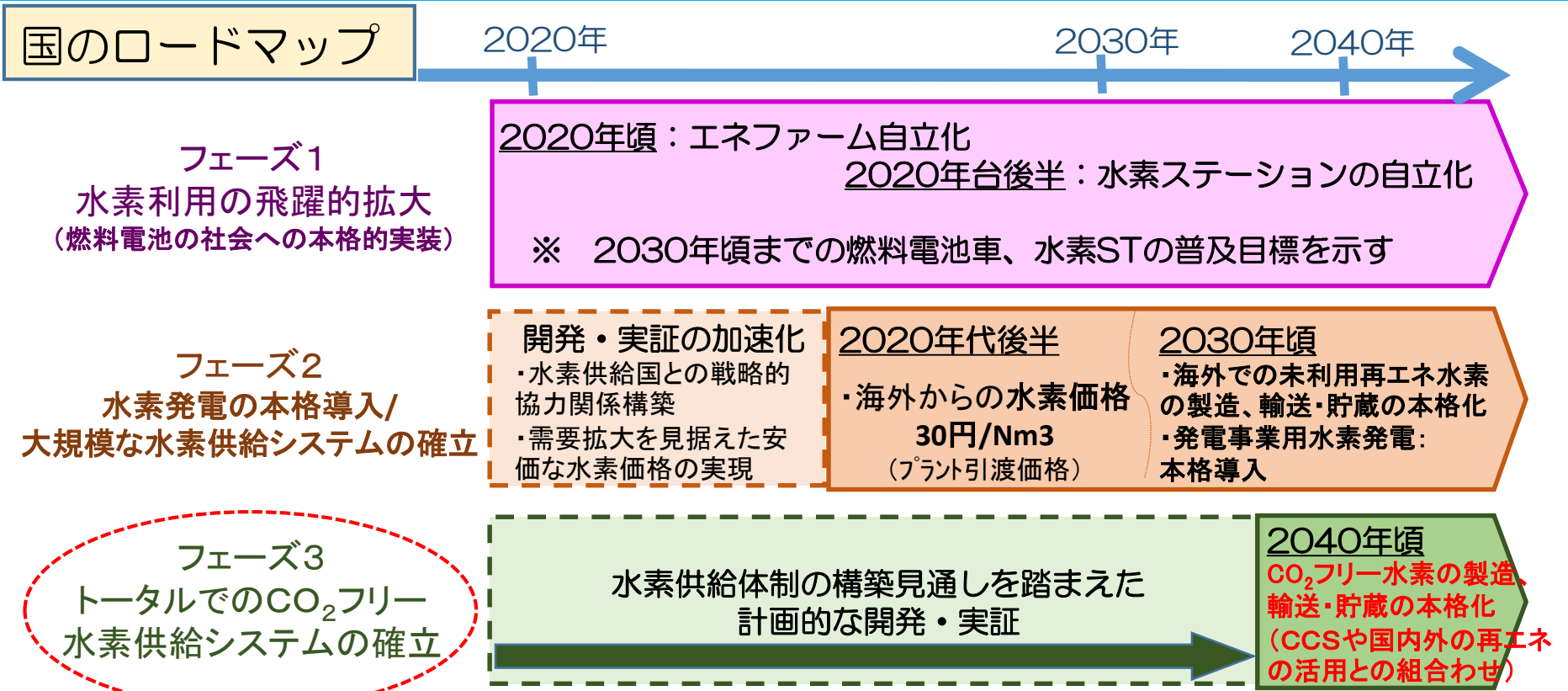
⇒ CO₂フリー水素の定義の明確化が必要 (国では検討を開始)
褐炭などからの水素製造とCCSの組合せ技術も有望

(参考)水素の貯蔵・輸送技術

技術手法	概要
圧縮水素	<p><u>水素を高圧に圧縮し、輸送・貯蔵する</u></p> <ul style="list-style-type: none">・圧縮に一定のエネルギーを要する・燃料電池自動車で利用する場合、70MP a以上に圧縮・トレーラー輸送では、20MP aに圧縮する方法が主流 その場合、標準状態のガスの体積の約200分の1
液化水素	<p><u>水素をマイナス253℃まで冷却して液化し、輸送・貯蔵する</u></p> <ul style="list-style-type: none">・液化には大規模な設備が必要となり、設備コストは高い・近年、工業用水素の大量輸送方法として普及・容積密度が高く、体積は標準状態のガスの約800分の1
有機 ハイドライド (MCH)	<p><u>水素をトルエンに添加してメチルシクロヘキサン (MCH) の形にして輸送・貯蔵する</u> 需要地で、MCHから脱水素をして水素を活用</p> <ul style="list-style-type: none">・体積は、標準状態のガスの約500分の1・触媒技術の進展等により実用化段階へ
水素吸蔵合金 ※貯蔵のみの技術	<p><u>合金に水素原子を吸蔵させて、貯蔵する</u></p> <ul style="list-style-type: none">・同じ体積では、液化水素以上に貯蔵できる。・一部企業による商品化の取組みが進められている

CO₂フリー水素の普及に向けた工程

CO₂フリー水素の普及に向けた工程



「水素・燃料電池戦略ロードマップ」(2016.3 改訂版 資源エネルギー庁)より作成

(参考) 国と都の燃料電池車等の普及目標 (政策目標)

	国／都		
	2020年	2025年	2030年
燃料電池車	4万台程度／6千台	20万台程度／10万台	80万台／20万台
水素ステーション	160箇所程度／35箇所	320箇所程度／80箇所	— /150箇所
燃料電池バス	— /100台以上	—	—

水素社会に向けた 国内の取組事例

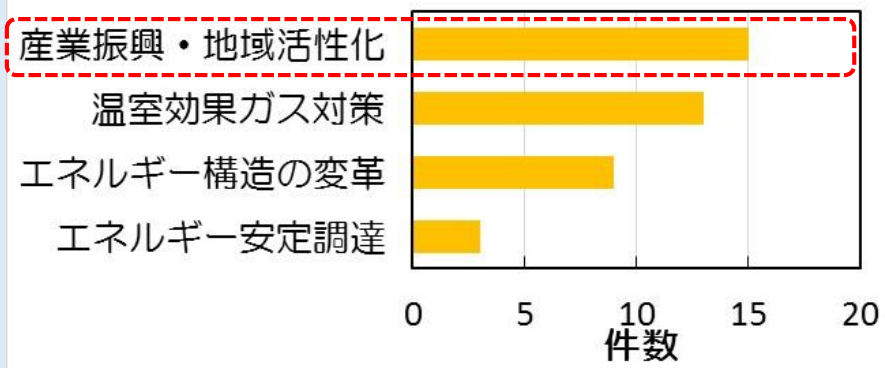
国内の取組事例の調査①

都内でのCO₂フリー水素の利活用に向けて、国内事例を調査。それぞれの特徴を比較・考察し、都内に適した方法を検討する。

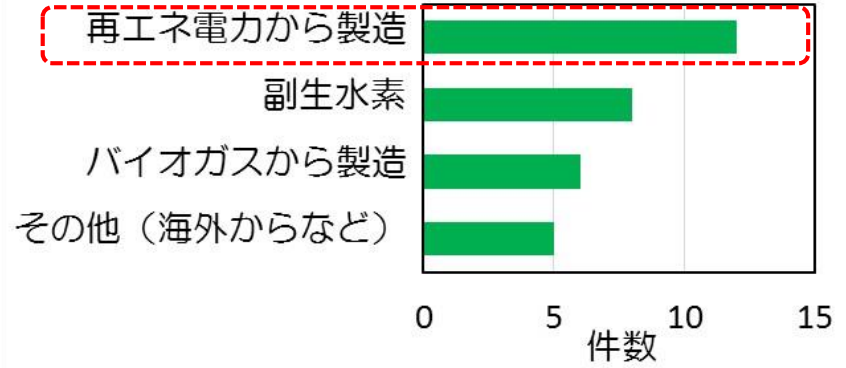
1 都道府県の実施状況の確認（47都道府県ホームページより H29.6時点）

- 水素に関する取組みを実施 . . . 77%
- 協議会等を設置 . . . 43%
- ビジョン／計画を策定 . . . 32%

水素エネルギー導入の検討目的



想定している水素供給源

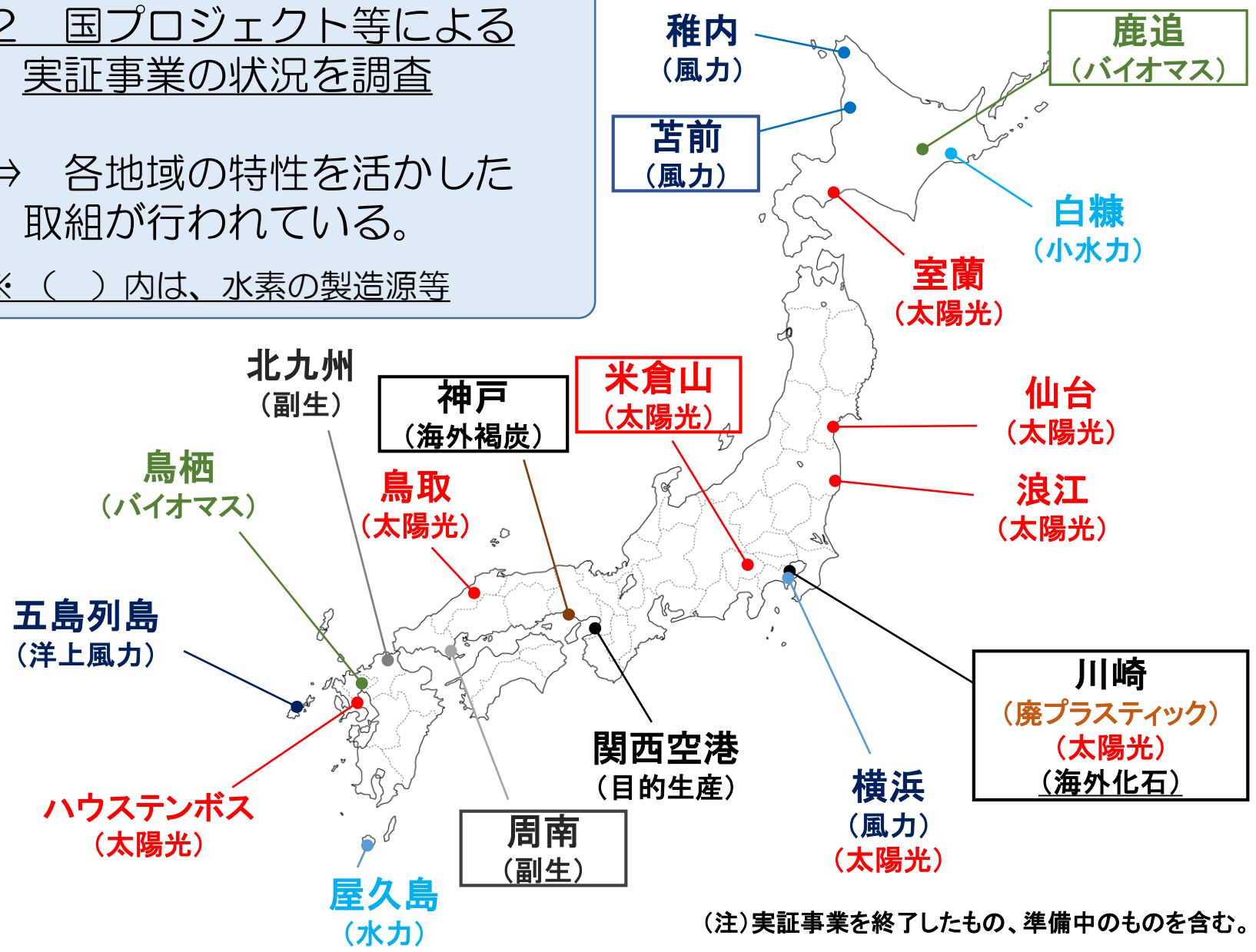


国内の取組み事例の調査②

2 国プロジェクト等による
実証事業の状況を調査

⇒ 各地域の特性を活かした
取組が行われている。

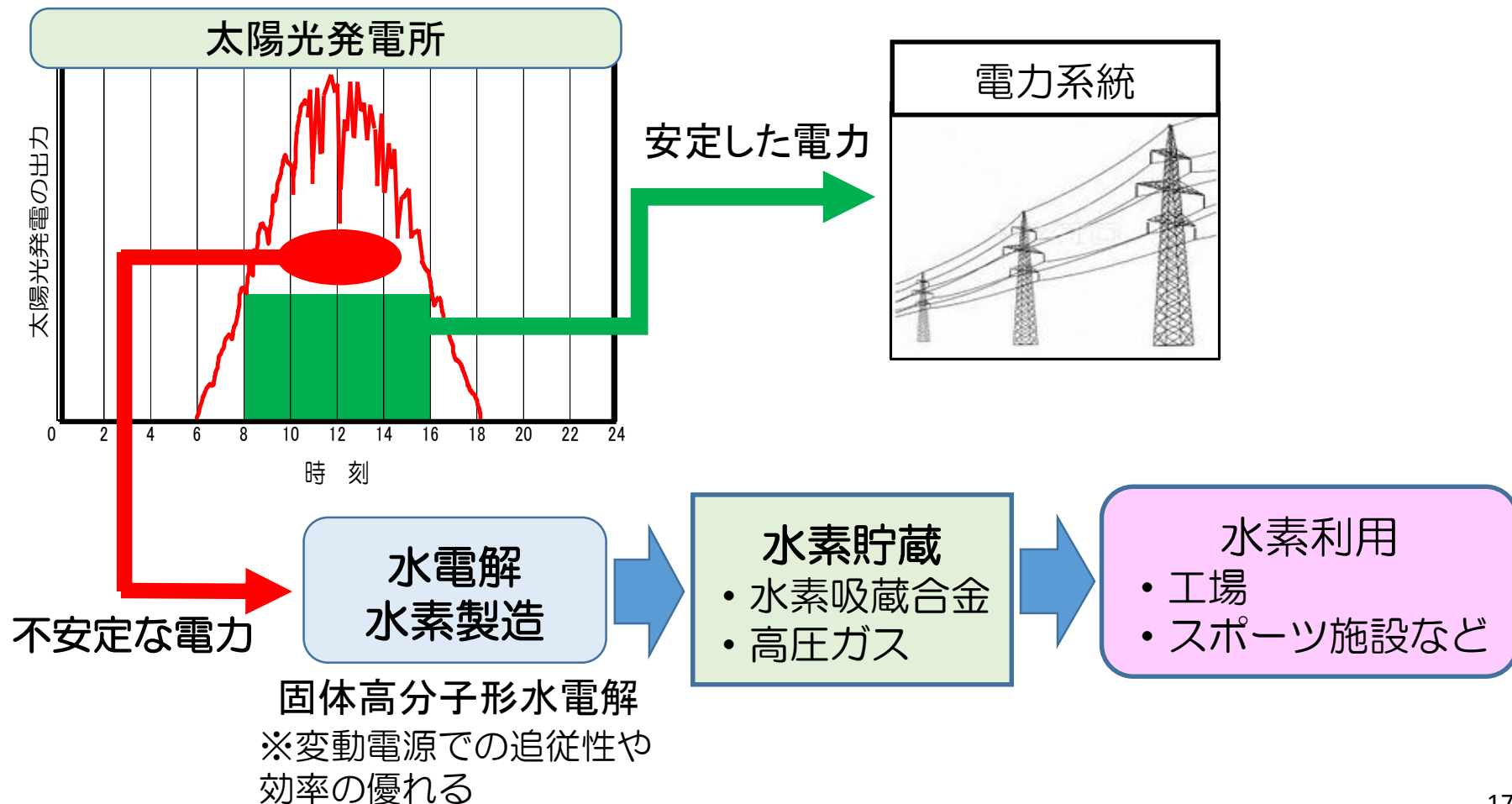
※ () 内は、水素の製造源等



(注) 実証事業を終了したもの、準備中のものを含む。

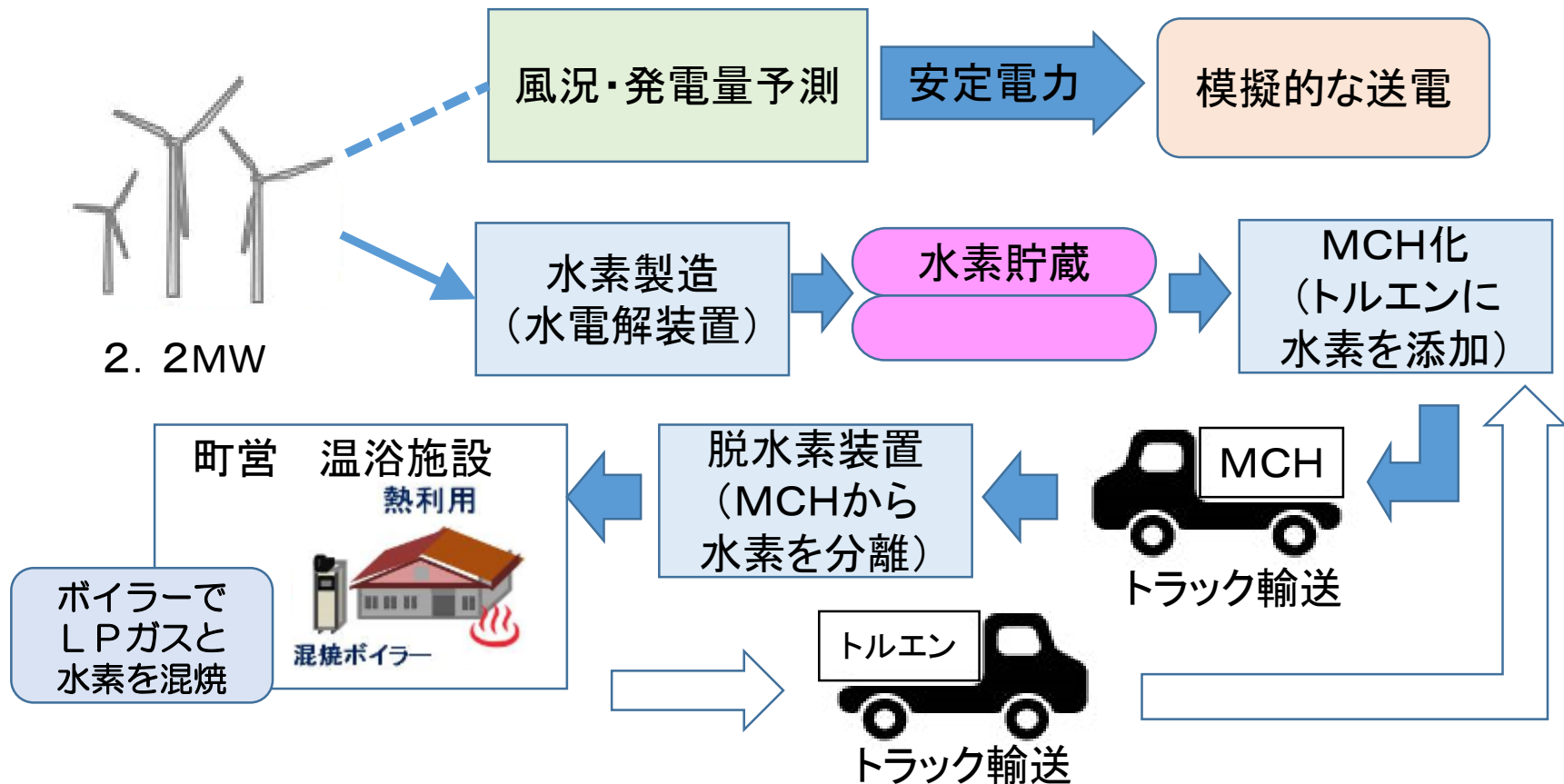
事例紹介 ①太陽光 <山梨県 米倉山>

- 米倉山発電所は、山梨県と東京電力が共同事業として建設した国内初の1万kW級の太陽光発電所。（全国有数の日射量特性）
- NEDO事業（P2Gシステム技術開発）により、変動する再生電力から水素を製造し、安定的に活用するシステムを目指している。



事例紹介 ②風力発電 <北海道 苫前>

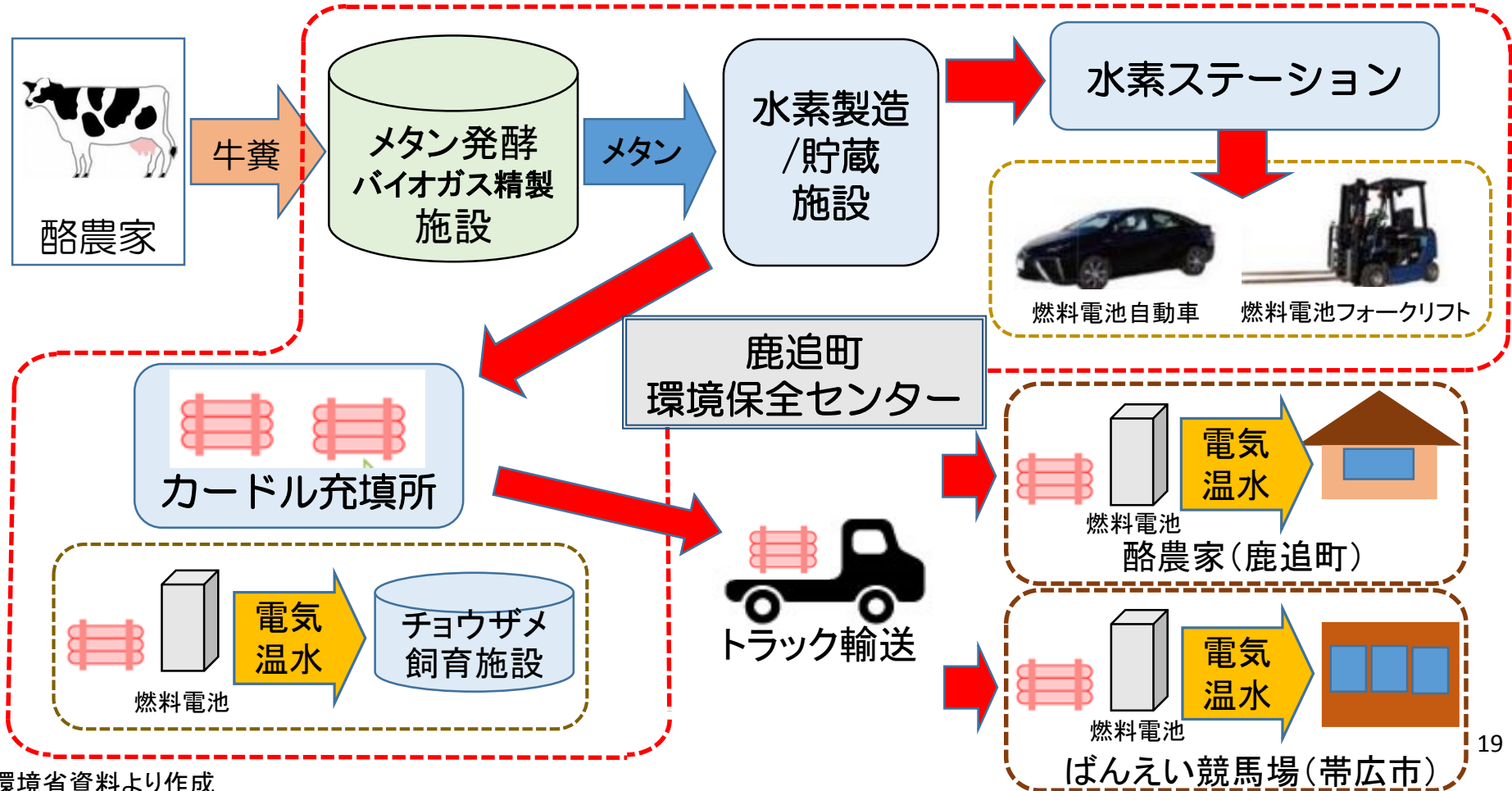
- 苫前町は、風力発電のポテンシャルが高く、道内屈指の町営ウインドファームを有する。（町内に3所の発電所、42基の風車）
- 変動する風力発電の利用率向上のため、水の電気分解により水素を製造し、熱利用を行う実証事業を開始
（NEDO「水素社会構築技術開発事業」での企業・大学グループによる取組）



事例紹介 ③ バイオマス水素 <北海道鹿追>

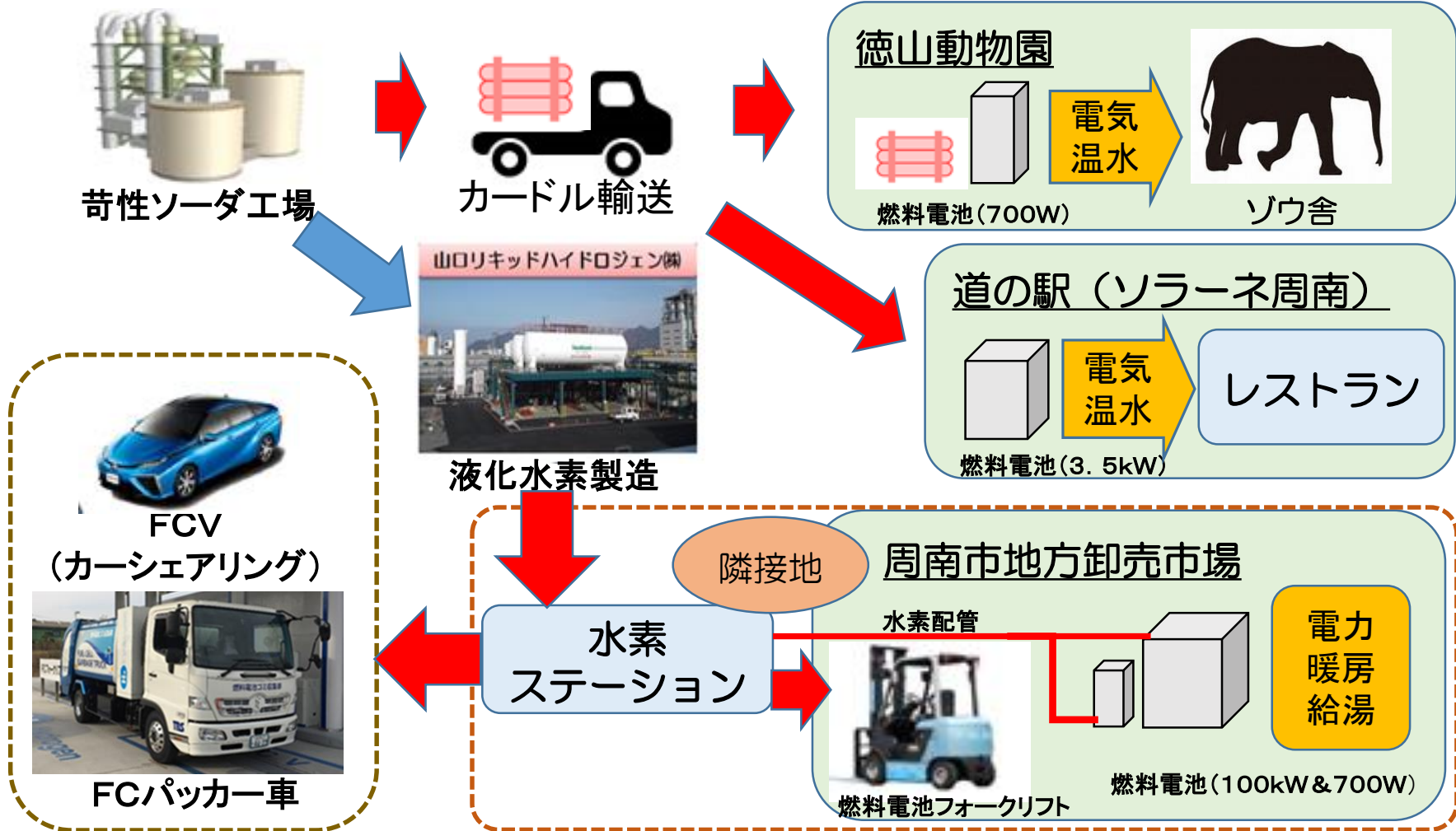
○鹿追町では、牛の糞尿を集め、バイオガス製造して発電（売電と熱利用）を行うとともに、ガス発酵後の消化液を有機肥料として地域に還元（2007年～）

○このバイオガスの一部で水素を製造し、地域内で利用する一貫体制を構築し、日本初の「水素ファーム」を稼働（環境省「地域連携・低炭素水素技術実証事業」）



事例紹介 ④副生水素 <山口県 周南エリア>

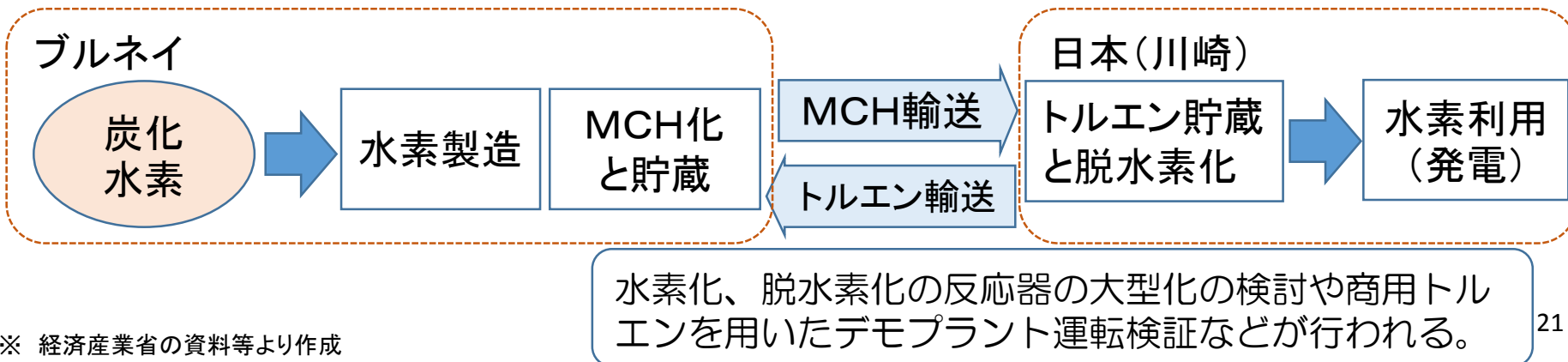
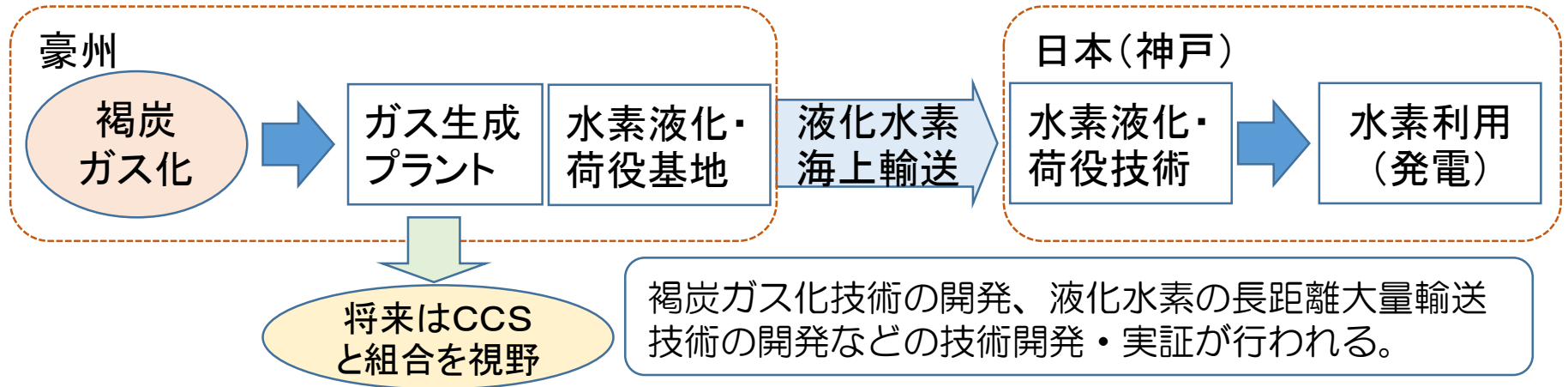
○山口県内では、3つのコンビナート群で水素を大規模に製造（全国の10%）
○周南エリアの苛性ソーダの生産は、全国の約27%
○この苛性ソーダ由来の副生水素を活用し、様々な実証事業が行われている。



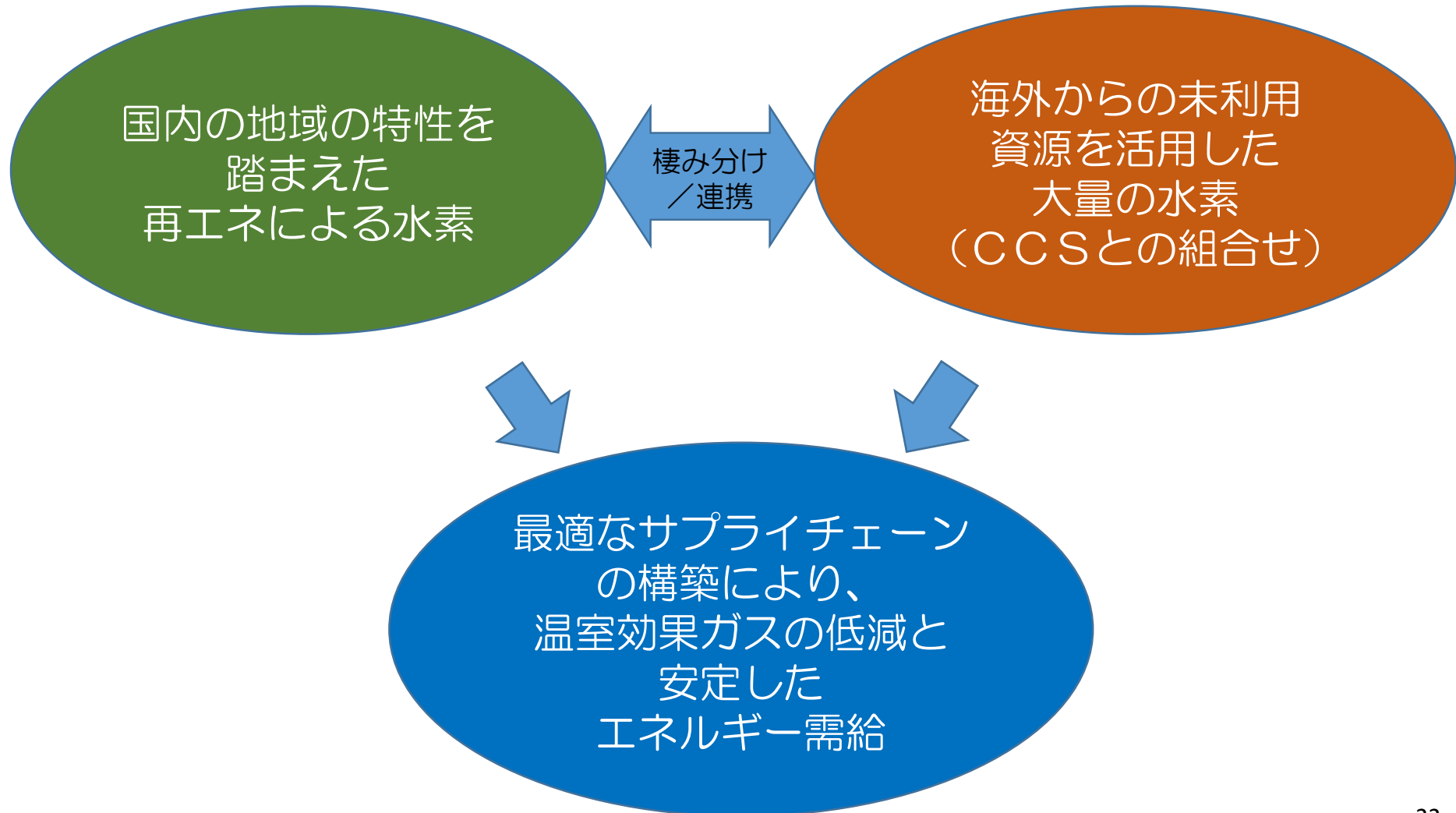
事例紹介 ⑤海外からの水素調達

海外の未利用エネルギー等から水素を製造し、大量輸送するサプライチェーンの構築に向けたプロジェクトが進められている。(NEDO事業)

- ① 褐炭由来水素大規模海上輸送サプライチェーン構築実証(豪州)
- ② 有機ハイドライド法による未利用エネルギー由来水素サプライチェーン構築実証(ブルネイ)



国内再エネ水素と海外水素



都内でのCO₂フリー水素の導入に向けて

都内の特性を活かしたCO₂フリー水素の導入に向けて検討を進めていく。

- 製造、供給に関して ⇒ 福島県等の他県からの供給
 - 都心部での再エネ発電による水素製造ポテンシャルは小さい
また、電力、都市ガスの既存インフラ網は強固
 - 大規模な一次・二次産業がなく、バイオマス由来水素や副生水素を大きくは見込めない
 - 海外からの大量水素を受入れるエネルギー基地は都内では困難
- 利活用に関して ⇒ 水素ステーションを基軸とした利活用の可能性
 - FCV、FCバスなど、輸送用機器の需要は大きい
 - コージェネレーション等の地域分散型熱電供給が再開発地域等で導入
- 島しょ・奥多摩地域での、製造～利活用までの可能性

まとめ

- 東京都の特性を踏まえたCO₂フリー水素の利用に向けて、引き続き調査・検討を進めていく。
- 今後の調査・検討に当たっては、以下を重視
 - 国のCO₂フリー水素の普及に向けた検討状況
 - 現在の様々な実証事業の成果を追跡
 - 展開に向けた時間軸と技術開発状況の的確な把握

エネルギーの大消費地として、

また、CO₂の大幅削減に向けて