

水素エネルギーセミナー
In やまぐち産業維新展



水素社会の実現に向けて ～地域の資源を活かす～

2019年10月

地球環境局 地球温暖化対策課
地球温暖化対策事業室



水素社会とは

水素が家庭・産業・運輸など、様々な部門において広く利用される社会

再エネ資源

需要



水素は様々な物質に含まれているため、多様な資源からつくることが可能

- 水素は、水 (H₂O) などの様々な物質の形で、宇宙上に最も多く存在
- 食品残渣や下水汚泥等のバイオマスや風力や太陽光などの自然エネルギーからも水素をつくることが可能

化石燃料

LPガスや都市ガスなどを改質



工業プロセスの副産物

コークス炉ガスなどの副産物を精製



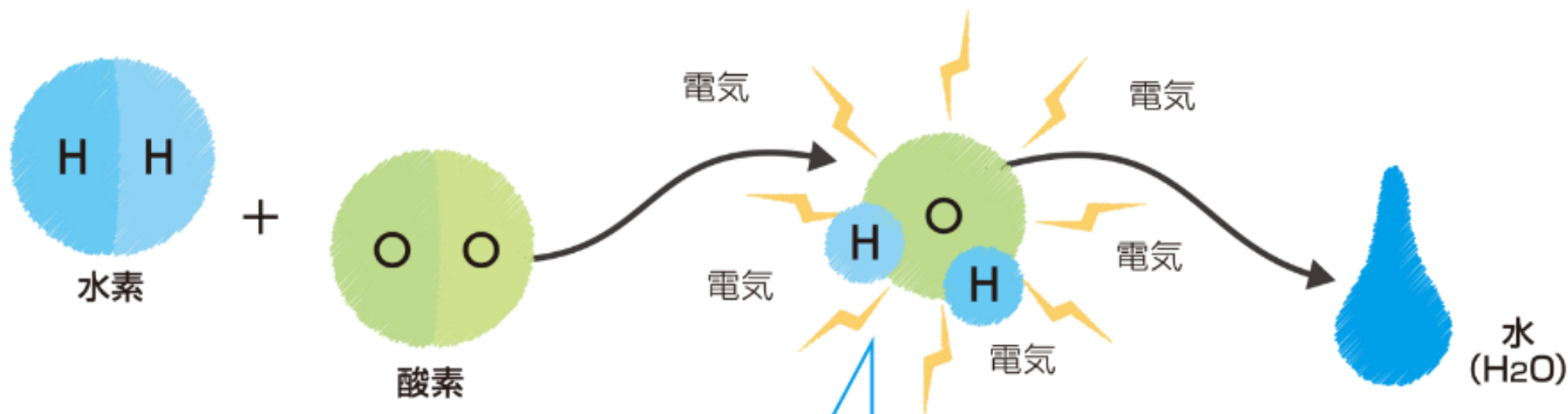
再生可能エネルギー

風力発電などの電気による水電解



水素からエネルギーを取出す時に排出されるのは水のみ

- 水素にC（炭素）が含まれていないため、利用中のCO₂排出量はゼロ
- 太陽光や風力などの再生可能エネルギーで製造した水素を普及させると、CO₂をさらに削減することが可能



水素で発電する際に
出るのは水だけです。 $H_2 + 1/2O_2 \xrightarrow{\text{電気}} H_2O$ という式で表されます。

水素活用は、環境負荷の少ない社会の実現をはじめ、様々な意義がある。



① 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作ることができる

③ 産業の裾野も広く 経済波及効果が高い



水素関連産業は高い技術力の集約であり、産業の裾野も広く高い経済波及効果がある

② 環境負荷の低減

水素は、利用時に排出されるものは水のみであり、CO₂や排気ガスは一切排出されない



④ 非常時対応の観点からも有効

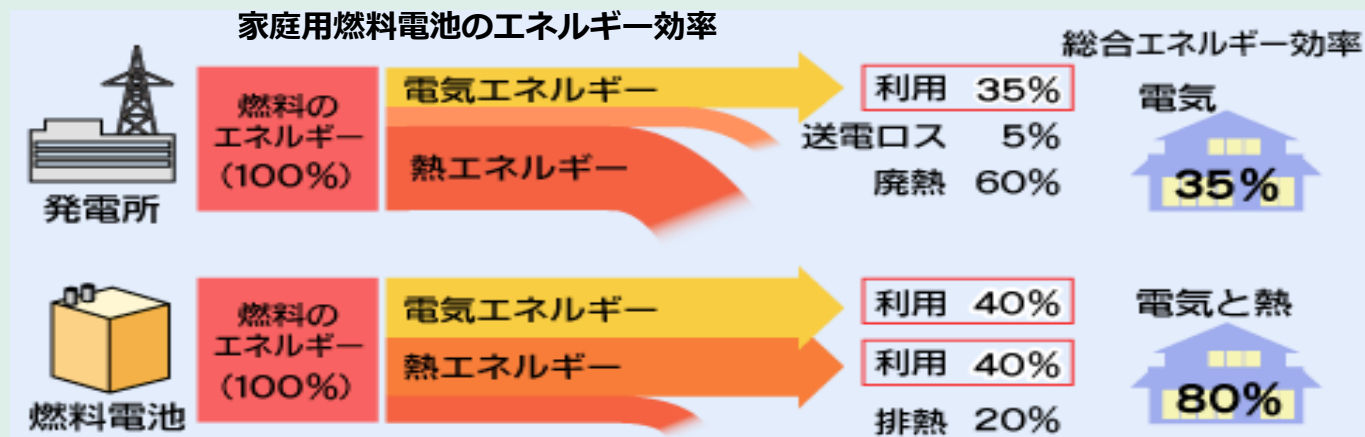
災害で電力供給に支障が出た場合でも、燃料電池車等が非常用電源となってエネルギーを供給することが可能である。



省エネルギーの実現

導入意義

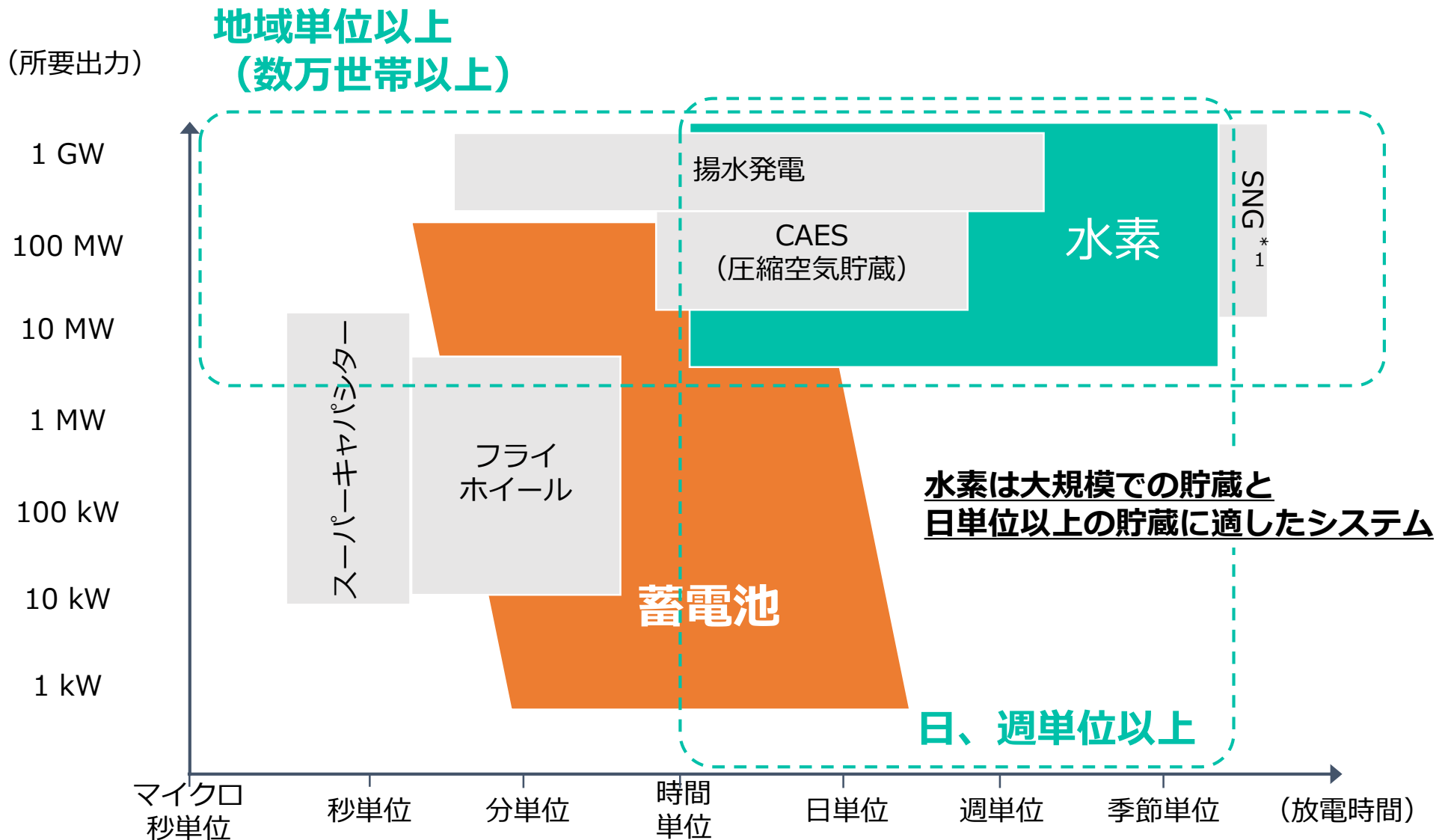
- 燃料電池は、電気化学反応から電気エネルギーを直接取り出すため **発電効率が高く、発電時にCO₂を排出しない。**
- 分散型電源として幅広く導入が可能であり、反応時に生じる熱を有効利用することで、 **さらに高い総合エネルギー効率を得ることが可能**である



再生可能エネルギーの導入促進

- 水素はエネルギー貯蔵媒体としても有望。
- 太陽光発電や風力発電等の **再生可能エネルギー発電の大量導入によって生じ得る余剰電力を、水素に変換することで有効活用が可能。**

水素と蓄電池のそれぞれの蓄エネルギー機能の比較について



*1 : SNG = Synthetic Natural Gas (合成天然ガス)
出所 : IEA 「Technology Roadmap Hydrogen and Fuel Cells」 (2015)

広がりを見せる水素の利用シーン

環境省で技術開発・実証を実施



FCフォークリフト市場投入
(平成28年11月市場投入)



燃料電池車の市場投入
(平成26年市場投入)

環境省で技術開発・実証を実施



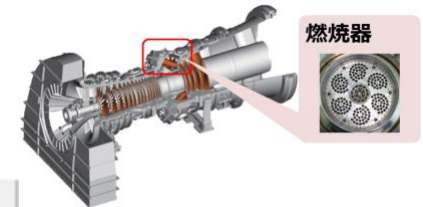
燃料電池バスの実用化
(平成29年3月運行開始)

環境省で技術開発・実証を実施



開発が進むその他のモビリティ

H2



[出典] 三菱日立パワーシステムズ
水素専焼炉タービン

技術開発が進む水素発電



エネファーム (0.7kW)
パナソニック

普及する家庭用燃料電池

■第5次エネルギー基本計画

■水素基本戦略

第5次エネルギー基本計画における水素の位置づけ

基本方針

- 長期的に安定した持続的・自立的なエネルギー供給により、我が国経済社会の更なる発展と国民生活の向上、世界の持続的な発展への貢献を目指す

2030年に向けた水素に係る対応

- 温室効果ガス26%削減に向けたエネルギーミックスの実現

地域資源活用 地産池消型の水素サプライチェーンを構築し、地域発で水素社会を実現

FCV 2030年までに**80万台の普及**
2025年までに**320箇所**の水素STの整備

**FCバス
FCFL** 2030年までに**1,200台程度**のFCバス、**1万台程度**のFCFLの普及

燃料電池 2030年までに**530万台の普及**
業務・産業用燃料電池の早期市場自立化

2050年に向けた水素に係る対応

- 温室効果ガス80%削減を目指したエネルギー転換・脱炭素化

電力システム

太陽光・風力等を主なエネルギーとしつつ、水素等の電力貯蔵システムで補完
海外の安価かつ低炭素なエネルギー源を水素ガス等に転換した上での利活用

輸送システム

水素化、電化、自動運転等の交通量制御

熱システム

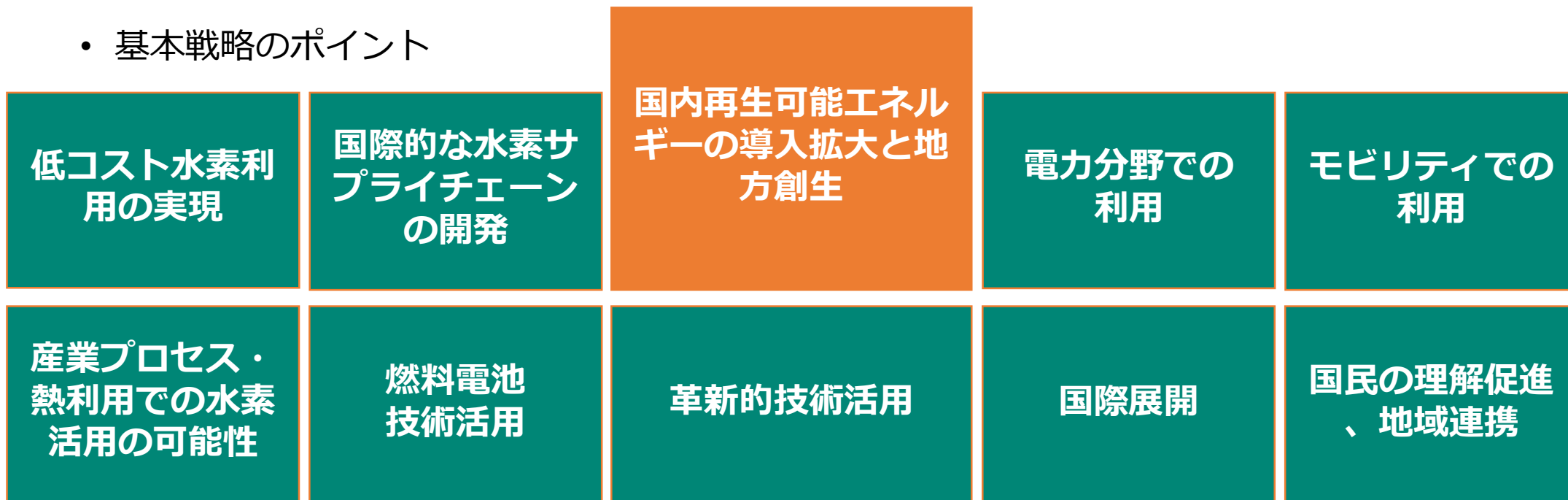
電化、合成ガス化、水素化、

水素基本戦略 (2018)



背景、目的	<ul style="list-style-type: none"> 政府全体として水素関連施策を展開していくための方針 2050年の将来ビジョンと、その実現に向けた2030年までの行動計画 水素を、従来エネルギー（ガソリンやLNG等）と同じように使えるところまで安くする。 		
関連府省等	再生可能エネルギー・水素等関係閣僚会議	期間	現在から2050年頃

基本戦略のポイント



「水素基本戦略」における環境省の重点検討分野



水素基本戦略

- ① 低コストな水素利用の実現
(海外未利用エネルギー/再エネ)
- ② 国際的な水素サプライチェーン
の開発
- ③ 国内再生可能エネルギーの
導入拡大と地方創生
- ④ 電力分野での利用
(水素発電)
- ⑤～⑦ モビリティ、産業プロセスなど
での利用、燃料電池技術活用
- ⑧ 革新的技術活用
(高効率な水電解など)
- ⑨ 国際展開 (標準化等)
- ⑩ 国民の理解促進、地域連携

凡例

- 環境省の重点検討分野
- 各省庁で連携
- 経済産業省の事業にて実施*2

重点検討分野：

国内の地域エネルギーを有効活用した 低炭素水素の利活用拡大

■ 国内再エネ由来水素の利用拡大

- 再エネ利用の拡大には、調整電源の確保とともに、余剰電力の貯蔵技術が必要 等

■ 地域資源の活用及び地方創生

- 未利用地域資源活用
 - 低炭素水素の利活用拡大
 - 地域のエネルギー自給率向上
 - BCP*1の確保及び新たな地域産業創出

*1： BCP = **B**usiness **C**ontinuity **P**lanning *2： 「未利用エネルギーを活用した水素サプライチェーン構築実証事業」又は「水素エネルギー製造・貯蔵・利用等に関する先進的技術開発事業」にて実施

G20大阪首脳宣言（仮訳）（2019年6月29日） 抜粋

37. . . . 我々はまた、**水素**、並びに、各国の状況に応じて、「カーボン・リサイクル」及び「エミッション・トゥ・バリュー」に関する作業に留意しつつ、二酸化炭素回収・利用・貯留（CCUS）を含む、エネルギー転換に向けた革新的、クリーンで効率的な技術の更なる発展によってもたらされる機会を認識する。 . . .

G20持続可能な成長のためのエネルギー転換と地球環境に関する関係閣僚会合閣僚声明（仮訳）（2019年6月15-16日於：軽井沢） 抜粋

3. G 2 0 エネルギー大臣は、IEAの**水素**レポート等の関連国際機関の報告書に留意しつつ、経済成長を支えるよりクリーンなエネルギーの将来を促進するため、**水素**を含むエネルギーキャリア及び貯蔵の機会を認識する。G 2 0 エネルギー大臣は、研究開発の協力、**水素**の技術的及び経済的可能性評価、コスト削減の道筋、並びに規制及び基準を含む様々な課題への対処を含む、クリーンで、安定かつ安全なエネルギー源としての**水素**の可能性を開拓するための既存の国際的努力を強化する。

世界経済フォーラム年次総会 安倍総理スピーチ（平成31年1月23日） 抜粋

. . . 私は、気候変動に立ち向かう上において、イノベーションがなせること、またイノベーションがどれほど大事かということに、大いに光を当てたいと考えています。それと申しますのも、今から大切なことを言いたいのですが、今必要とされているのは、非連続だからです。 . . . 今や、手遅れになる前に、より多く、更に多くの、非連続的イノベーションを導き入れなくてはなりません。 . . . それから**水素**です。**水素**は、一次エネルギーであるだけでなく、エネルギーのキャリアでもあって、むしろそちらの方が重要なくらいですが、価格が安く、かつ、手に入れやすくないといけません。我が政府は、**水素**の製造コストを2050年までに今の1割以下に下げる。それで、天然ガスよりも割安にする、ということを目指す考えです。

水素社会実現に向けた環境省の取組

需要喚起

(例)



燃料電池フォークリフト



燃料電池バス

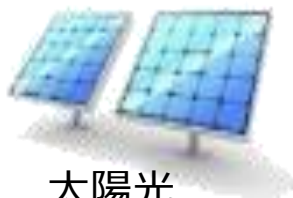


BCP対策



再エネ活用 (グリーンな地域資源)

(例)



太陽光



水力



風力



家畜ふん尿



使用済みプラスチック



自立分散型社会

地域資源を活かし、災害に強い自立・分散型の社会を形成



地域経済・雇用の活性化を含む



地域連携・低炭素水素技術実証事業の採択案件



鹿追町PJ

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
(エア・ウォーター)

室蘭市PJ

建物及び街区における水素利用普及を目指した低圧水素配送システム実証事業 (大成建設)

能代市PJ

再エネ電解水素の製造及び水素混合ガスの供給利用実証事業
(NTTデータ経営研究所)

白糖町PJ

小水力由来の再エネ水素の導入拡大と北海道の地域特性に適した水素活用モデルの構築実証 (東芝ESS)

富谷市PJ

富谷市における既存物流網と純水素燃料電池を活用した低炭素サプライチェーン実証 (日立製作所)

川崎市PJ

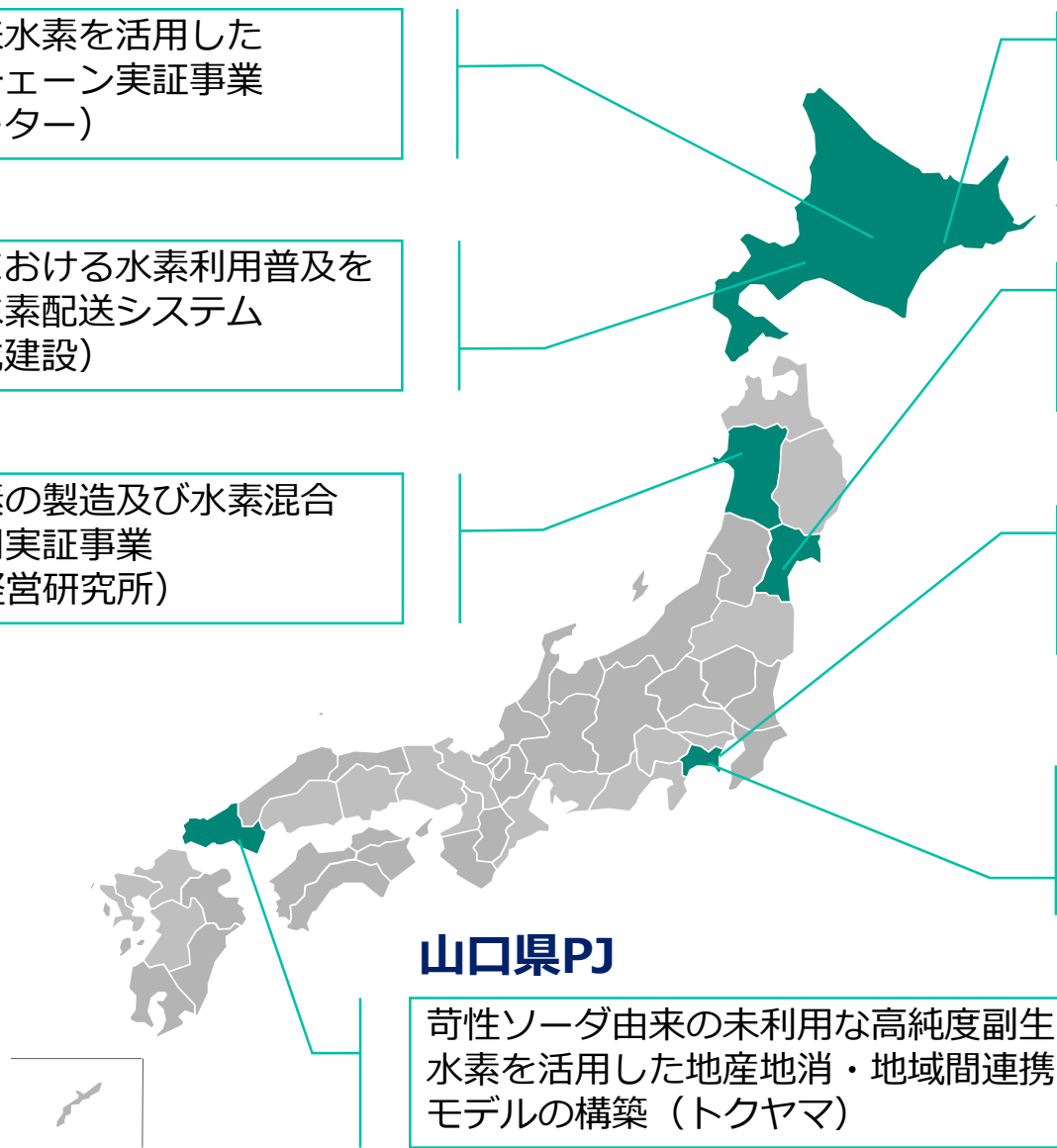
使用済みプラスチック由来低炭素水素を活用した地域循環型水素地産地消モデル実証事業 (昭和電工)

京浜臨海部PJ

京浜臨海部での燃料電池フォークリフト導入とクリーン水素活用モデル構築実証 (トヨタ自動車)

山口県PJ

苛性ソーダ由来の未利用な高純度副生水素を活用した地産地消・地域間連携モデルの構築 (トクヤマ)



■ : 実証が行われている都道府県 (2019年10月現在)

地域の特性に応じた水素サプライチェーン

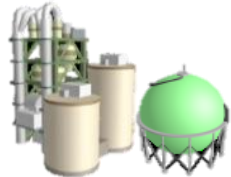
つくる

水電解



再エネ活用

副生物



苛性ソーダ
の副生物
等

変換



使用済みプラス
チックのガス化



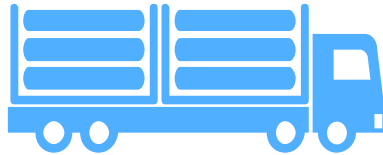
バイオガス
改質

低炭素な水素源

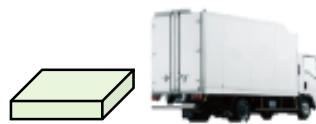
はこぶ・ためる



高圧水素トレーラー



高圧水素カードル



水素吸蔵合金
(既存物流網の活用)



簡易型水素充填車



パイプライン

特性に応じた輸送

つかう

燃料電池



スイミングプール



学童クラブ



チョウザメ養殖



ホテル/建物



燃料電池車



燃料電池バス



燃料電池
フォークリフト

様々な利用

地域連携・低炭素水素技術実証事業の概要

実証地域	エネルギー源 & 製造方法		貯蔵 & 輸送	利用				
				水素 ST*1 	燃料電池 	FCV 	FC フォークリフト 	都市ガス
① 神奈川県 横浜・川崎市	風力発電 	水電解	水素貯蔵タンク→ 簡易水素充填車 (圧縮)	-	-	-	○	-
② 北海道 鹿追町	バイオガス (家畜ふん尿) 	メタン発酵→バイオガス精 製→水素製造	貯蔵タンク→カードル*2 (圧縮)	○	○	○	○	-
③ 山口県 周南・下関市	未利用副生水素 	-	カードル*2 (圧縮)、 液化水素ローリー	○	○	○	○	-
④ 神奈川県 川崎市	使用済プラスチック 	水素精製	パイプライン (圧縮)	○	○	-	-	-
⑤ 北海道 白糠町	小水力発電 	水電解	高圧水素トレーラー、 高圧水素カードル*2	-	○	○	-	-
⑥ 宮城県 富谷市	太陽光発電 	水電解	貯蔵タンク→水素吸蔵合金 →配送トラック	-	○	-	-	-
⑦ 秋田県 能代市	風力発電 	水電解	貯蔵タンク→パイプライン	-	-	-	-	○
⑧ 北海道 室蘭市	風力発電 	水電解	水素吸蔵合金製タンク	-	○	-	-	-

*1:水素 STation *2: 高圧ガスポンペを重ねたもの

事例1：水素エネルギーを用いたキャビアづくり～寒冷地にて～



冬季には約-20℃ (-4° F)
となるような**寒冷地**での実証



水素
(バイオガス改質)



キャビア

- 鹿追町にて、家畜ふん尿由来のバイオガスを改質し水素を製造
- 燃料電池から得られる電気・熱を、チョウザメ養殖等へ活用
- 身近な資源を活用した地産地消型水素社会のモデルケース構築を目指す

事例2：使用済みプラスチック由来水素を用いたホテル



水素

パイプラインによる
水素供給

ホテルに設置した
燃料電池

使用済みプラスチックの
熱分解による水素製造

- 羽田空港対岸の川崎キングスカイフロント地区にて、水素で稼働する世界初のホテルが開業（2018年6月1日）
- ホテルで消費するエネルギーの30%を、使用済みプラスチック由来水素で賄う（パイプラインで輸送）
- 海洋プラスチックごみの削減に寄与

事例3: 水素ステーションなしの水素供給

神奈川県 横浜市・川崎市



簡易型水素充填車

配送



燃料電池フォークリフト (ビール工場等に設置)



宮城県 富谷市

水素ステーションを用いない水素供給



1つのカセットに
3つの水素吸蔵合金
(17 kg / カセット)



生協の
配送網活用

配送



- ・生協店舗
- ・学童クラブ
- 等



事例4：地域の産業を活かした水素活用

地域の工業における副生水素を企業間
水素融通配管で効率的に水素を回収



圧縮水素

配管



カードル



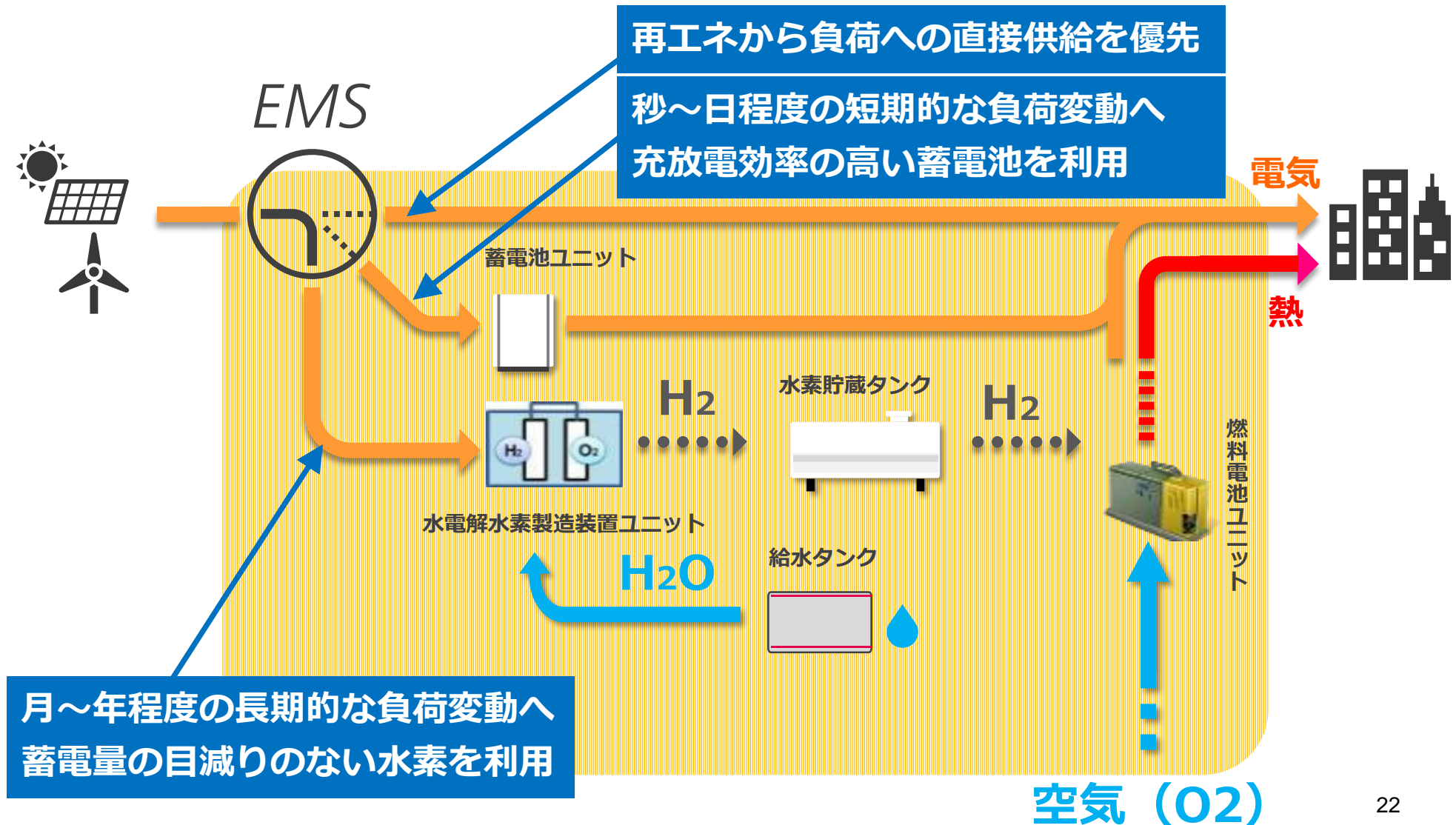
液化水素



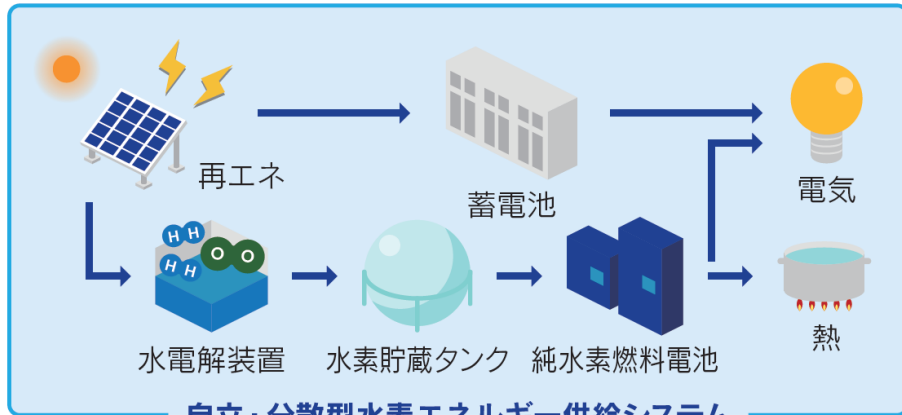
- 本来の製造品ではない副生水素を、地域における水素の活用につなげる
- 身近な資源を活用した地産地消型水素社会のモデルケース構築を目指す

水素を活用した自立・分散型エネルギーシステム構築事業

- 再生可能エネルギーを地域で最大限活用する将来像を見据え、自立型水素エネルギー供給システムの導入の補助を行う

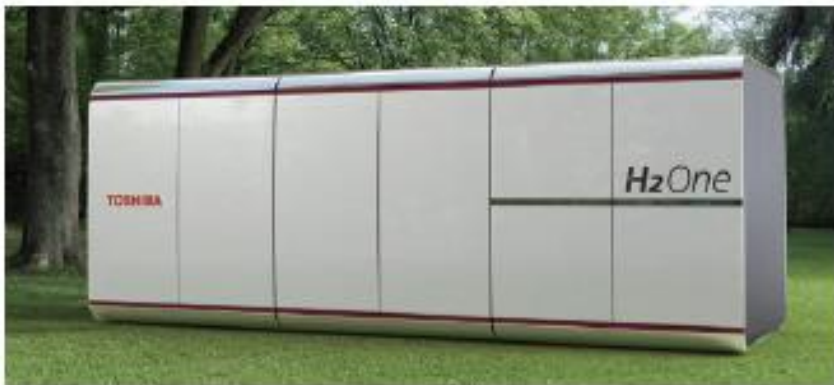


自立・分散型水素エネルギー供給システム



【補助事例】

自立型水素エネルギー供給システム「H2One」



画像提供：東芝エネルギーシステムズ（株）

(導入例)

事業実施者

事業実施代表者：I B J L東芝リース株式会社
共同事業者：アサヒグループホールディングス株式会社

導入施設

導入施設：アサヒビール茨城工場
(茨城県守谷市緑一丁目1-1)

導入目的

夏季～秋季：PV出力が需要を上回るので、
余剰分を水素として貯蔵
秋季～冬季：需要に対し、PV発電量が下回るので、
貯めた水素による発電と蓄電池の発電を
合わせて、PV出力の不足分をカバー

※2019年6月に稼働し、ビール工場に再生エネ×水素エネルギーシステム導入という報道がなされている

燃料電池フォークリフト



画像提供：(株) 豊田自動織機

- 2013-2015年度に研究開発を実施
- 2016年から販売開始

燃料電池バス

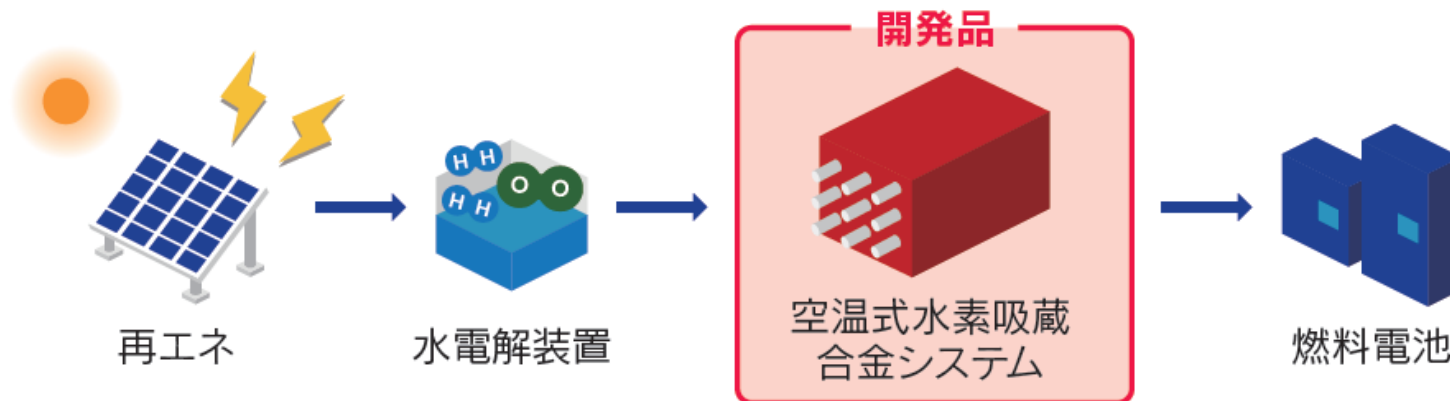


画像提供：トヨタ自動車(株)

- 2013-2015年度に研究開発を実施
- 2016年から販売開始

(参考) 貯蔵に関する水素関連技術の開発 (例)

水素吸蔵合金 (2017~)



コラム

水素吸蔵合金のメリット

人の力で運べます。
特殊な機械や資格は
不要です。

画像提供：(株) 日立製作所



(参考) 交通分野における水素関連技術の開発 (例)

燃料電池トラック (2016~)



画像提供：(株) 東京アールアンドデー

燃料電池ゴミ収集車 (2015-2017)



画像提供：(株) フラットフィールド

燃料電池船 (2014-2015)



画像提供：戸田建設 (株)

パリ協定

■ 「第21回締約国会議(COP21)」で採択 (2015年)

- 地球の気温上昇を産業革命前比 2°C未満に抑制
- 努力目標として気温上昇を 1.5°C未満に抑制
- 参加国に対し、排出量や取組について報告を義務付け



持続可能な開発目標 (SDGs)

■ 「国連持続可能な開発サミット」で採択 (2015年)



- 人間、地球及び繁栄のための行動計画として、2030年までの目標を掲げる
- 17の大きな目標と、それらを達成するための具体的な169のターゲットで構成される



■ 地域循環共生圏の創造

- 各地域がその特性に応じ、地域資源を活かし、**自立・分散型の社会**を形成しつつ、近隣地域と地域資源を補完し、支え合うことで、「**地域循環共生圏**」を創造する。
- 地域循環共生圏は、農山漁村も都市も活かし、**地域の活力を最大限に発揮**。

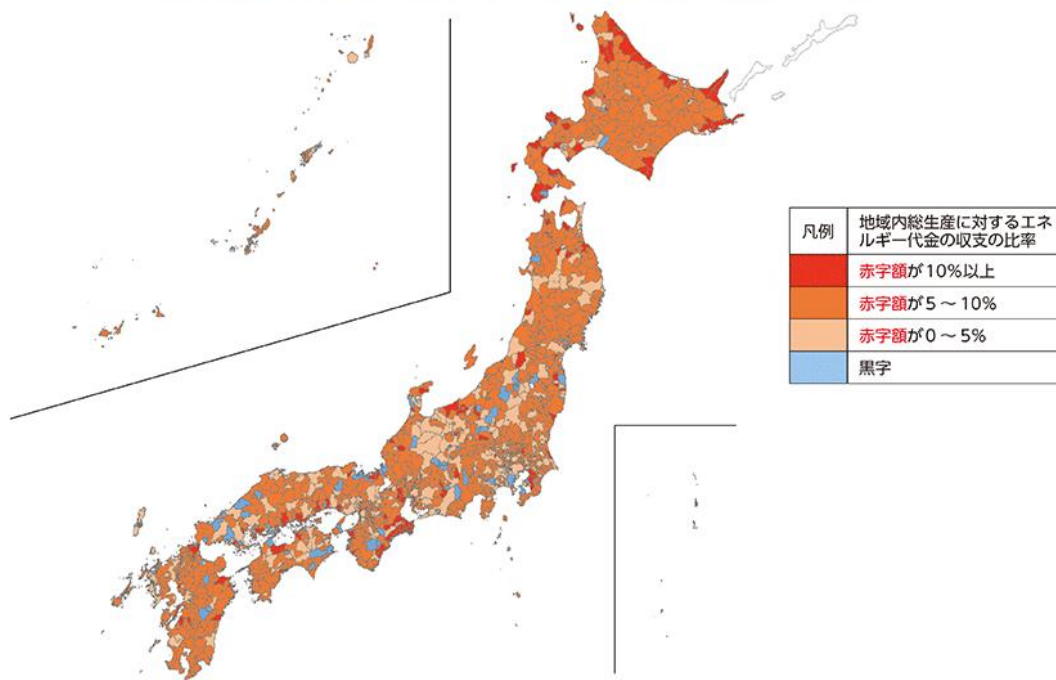
「地域循環共生圏」の概念図



■ 地域エネルギーによる地域経済循環

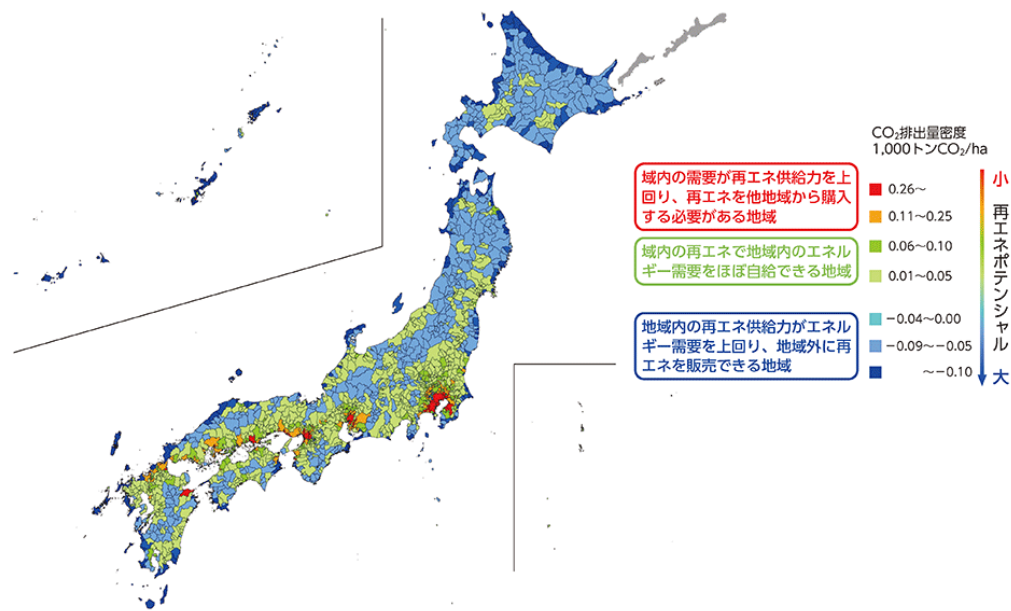
- 2030年温室効果ガス26%削減に必要な再エネ・省エネ投資による**全国の経済効果は約3.4兆円**（環境省試算）。
- 地域エネルギーの活用により、エネルギー代金の支払先を**海外から国内、都市から地方**へシフト。

各自治体の地域内総生産に対するエネルギー代金の収支の比率（2013年）



資料：環境省「地域経済循環分析データベース2013年（2018改訂）版」より作成

再生可能エネルギーの導入ポテンシャル（市町村別）



注：市町村単位の電力エネルギー（太陽光（住宅用、公共系等）、陸上風力、中小水力（河川部）、地熱発電）導入ポテンシャル（設備容量）から年間電力発電量を求めCO₂換算。市町村単位の熱エネルギー（太陽熱、地中熱）導入ポテンシャルは熱量ベースをCO₂換算。洋上風力については、海上の風速計測地点から最寄りの市町村（海岸線を有する）に対して送電することを仮定して、各市町村の風速帯別の導入ポテンシャル（設備容量）から年間電力発電量を求めてCO₂換算。市町村のCO₂排出量から差し引いて図面を作成。CO₂換算に当たり、電力エネルギーは各地域の電力事業者の電力CO₂排出係数（トンCO₂/kWh）、熱エネルギーは原油のCO₂排出係数（トンC/GJ）を用いてCO₂換算。

資料：環境省

全国の9割を越える自治体において
エネルギー収支が赤字

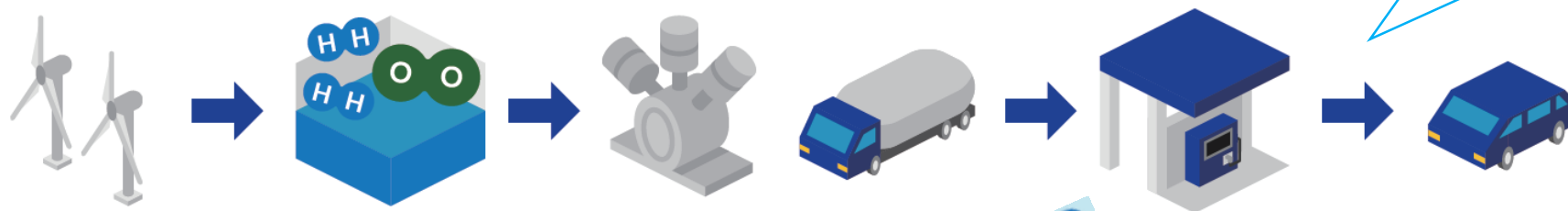


地方部ほど再エネ
ポテンシャルが豊富

1. 地域でのSDGs：低炭素な地域資源を活用した地産地消型の水素サプライチェーンの実現

2. 水素サプライチェーンは技術的には実現可能

地域での水素製造・利用が可能であることを実証中



3. 水素社会実現に向けて重要な要素は

水素需要

とコスト



4. 各ステークホルダーの協力