

# 「アフターコロナのグリーンリカバリー」 ～2050年温室ガス実質ゼロへ～



東京大学 先端科学技術研究センター



東北大学 金属材料研究所  
産学連携先端材料研究開発センター

特任教授 河野 龍興

# グリーン社会の実現



2050年までに  
「温室効果ガスの排出を全体としてゼロ」に  
⇒ 2050年カーボンニュートラル、  
脱炭素社会の実現を目指す

第203回国会における菅内閣総理大臣所信表明演説 令和2年10月26日 首相官邸



産業・運輸・業務・家庭部門では、  
電化・水素化が基本となり、  
電化で対応不可な製造プロセス等では、  
水素、CCUSやカーボンリサイクルを活用  
水素はこれまで、乗用車用途中心だった  
ものを新たな資源と位置付けて、  
幅広いプレイヤーを巻き込み、  
社会実装への道筋も検討

# 地方公共団体における2050年二酸化炭素排出実質ゼロ表明の状況

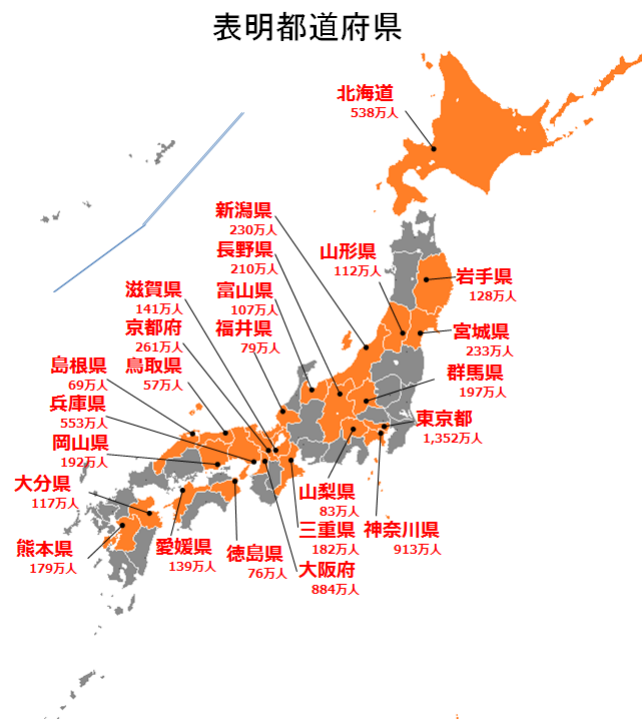
## 表明市区町村

北海道	山形県	栃木県	茨城県	千葉県	石川県	三重県	長崎県
札幌市	山形市	大田原市	水戸市	千葉市	金沢市	志摩市	平戸市
二セコ町	米沢市	那須塩原市	土浦市	山武市	加賀市	滋賀県	佐賀県
古平町	東根市	那須烏山市	古河市	野田市	山梨県	湖南市	佐賀市
岩手県	朝日町	那須町	結城市	我孫子市	南アルプス市	京都府	武雄市
久慈市	高畠町	那珂川町	常総市	浦安市	甲斐市	京都市	熊本県
二戸市	庄内町	群馬県	高萩市	四街道市	笛吹市	宮津市	熊本市
葛巻町	福島県	太田市	北茨城市	東京都	上野原市	大山崎町	菊池市
普代村	郡山市	藤岡市	取手市	世田谷区	中央市	与謝野町	宇土市
軽米町	大熊町	神流町	牛久市	葛飾区	市川三郷町	大阪府	宇城市
野田村	浪江町	みなかみ町	鹿嶋市	多摩市	富士川町	枚方市	阿蘇市
九戸村		大泉町	潮来市	神奈川県	昭和町	東大阪市	合志市
洋野町			守谷市	横浜市	長野県	泉大津市	美里町
一戸町			常陸大宮市	川崎市	小諸市	兵庫県	玉東町
八幡平市			那珂市	相模原市	佐久市	明石市	大津町
宮古市			筑西市	鎌倉市	軽井沢町	奈良県	菊陽町
			坂東市	小田原市	池田町	鳥取県	高森町
			桜川市	三浦市	立科町	岡山県	西原村
			つくばみらい市	開成町	白馬村	北栄町	南阿蘇村
			小美玉市	新潟県	小谷村	南部町	御船町
			茨城町	佐渡市	南箕輪村	岡山県	嘉島町
			城里町	粟島浦村	静岡県	真庭市	益城町
			東海村	妙高市	浜松市	香川県	甲佐町
			五霞町	十日町市	御殿場市	善通寺市	山都町
			境町	富山県	愛知県	愛媛県	鹿児島県
	埼玉県		魚津市	岡崎市	松山市		鹿児島市
	さいたま市		南砺市	半田市	福岡県		知名町
	秩父市		立山町	豊田市	北九州市		
	所沢市		みよし市	福岡市	大木町		

\* 朱書きは表明都道府県、その他の色書きはそれぞれ共同表明団体

## 地方公共団体における脱炭素化

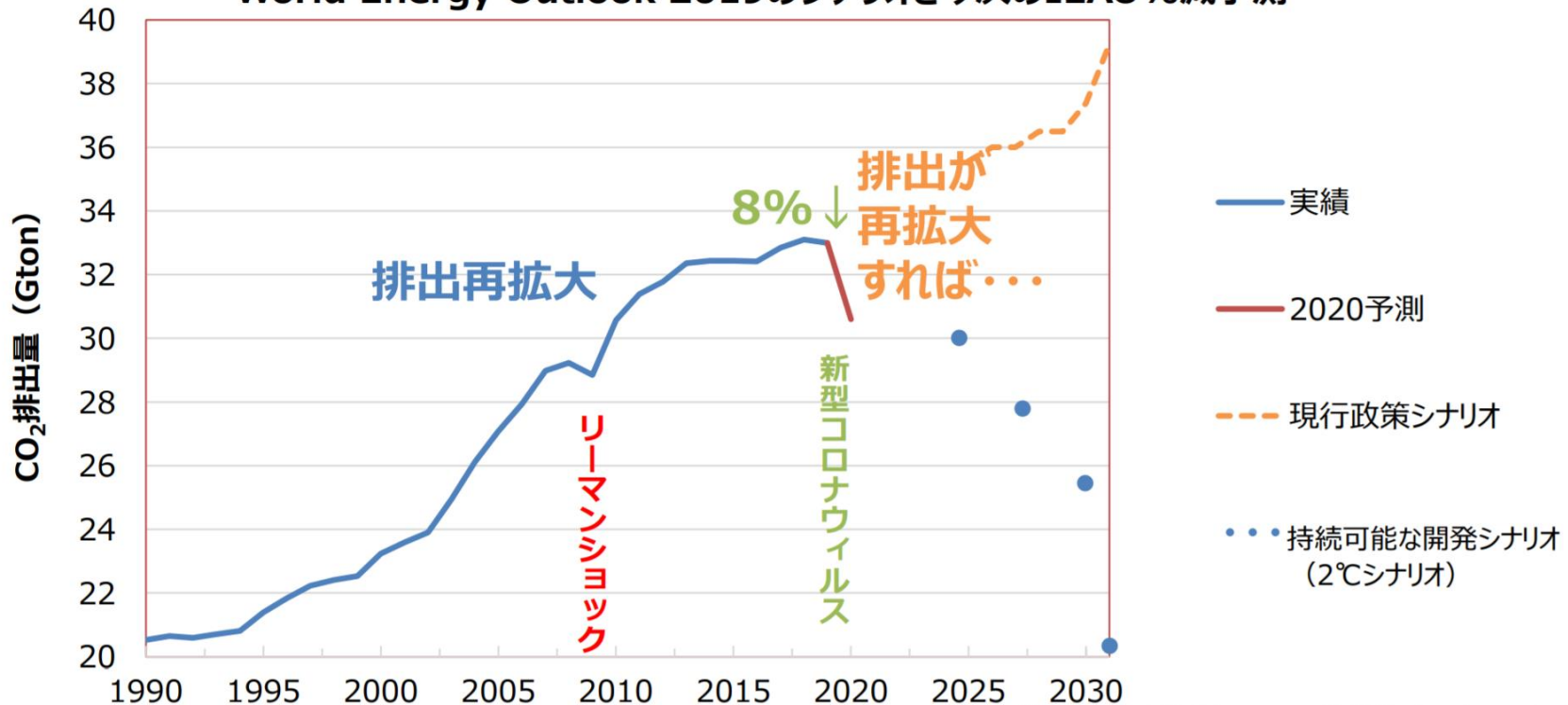
脱炭素社会に向けて、2050年二酸化炭素排出実質ゼロに取り組むことを表明した地方公共団体が増えつつあります。



# 気候変動基礎データ -CO<sub>2</sub>排出量-

- 5月、**ロックダウン中のCO<sub>2</sub>排出量が大幅に下がっている**という報告が世界各地から相次いだ。
- IEAによれば、新型コロナウイルスの影響により今年のCO<sub>2</sub>削減量は2.6Gtとなり、**リーマン・ショック時の削減幅の6倍となる見込み<sup>1</sup>**。
- IEAは今年の**CO<sub>2</sub>排出量は前年比8%減**と予測<sup>1</sup>。これはIEA World Energy Outlook 2019<sup>2</sup>における2°Cシナリオ（2018年～2040年、年平均6.4%削減）を上回る削減率。
- ただしリーマンショック後に排出が再拡大したように、コロナ後もコロナ前のトレンドに戻るとすれば、2°Cシナリオの軌道に乗るのは容易ではないと考えられる。

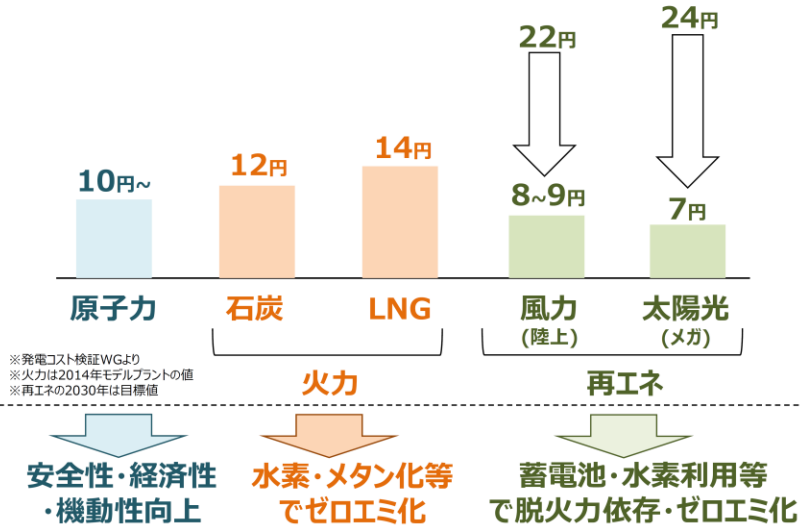
### World Energy Outlook 2019のシナリオと今次のIEA8%減予測



# 野心的複線シナリオの具体

## 発電コストからシステムコスト検証へ

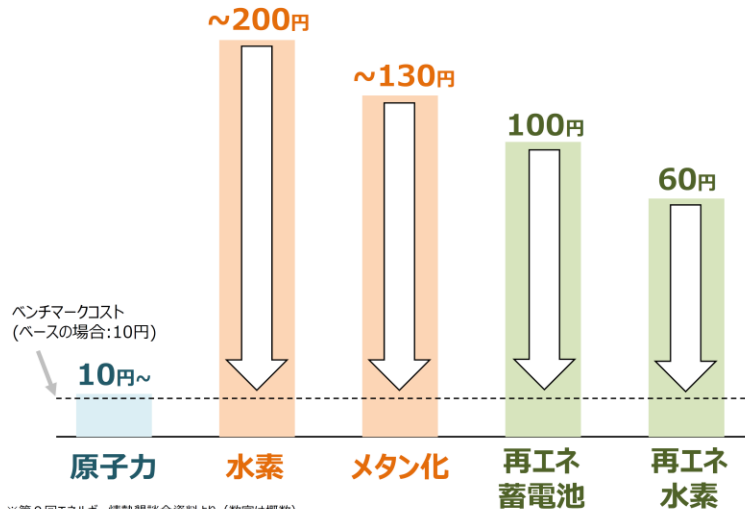
### <発電コスト：足下 → 2030年>



※発電コスト検証WGより  
※火力は2014年モデルプラントの値  
※再エネの2030年は目標値

### 発電コストから 脱炭素化システムコスト検証へ

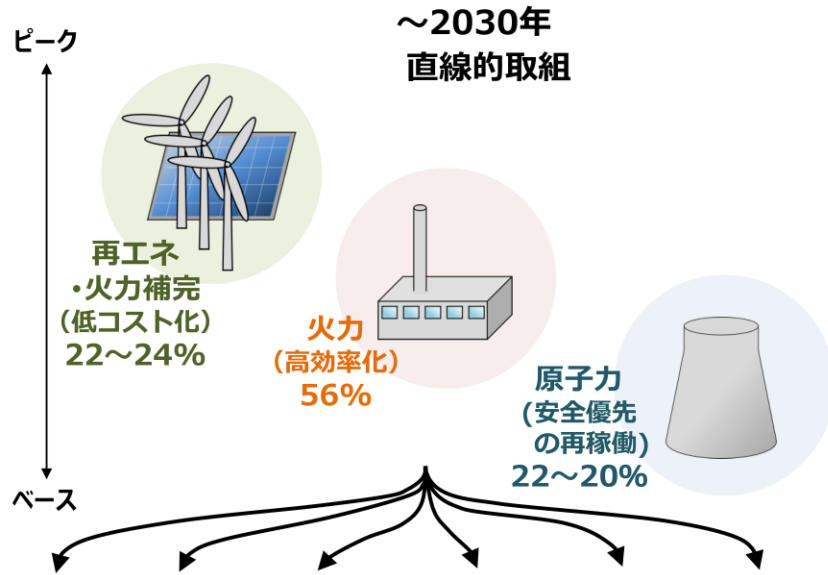
### <システムコスト：足下→2050年>



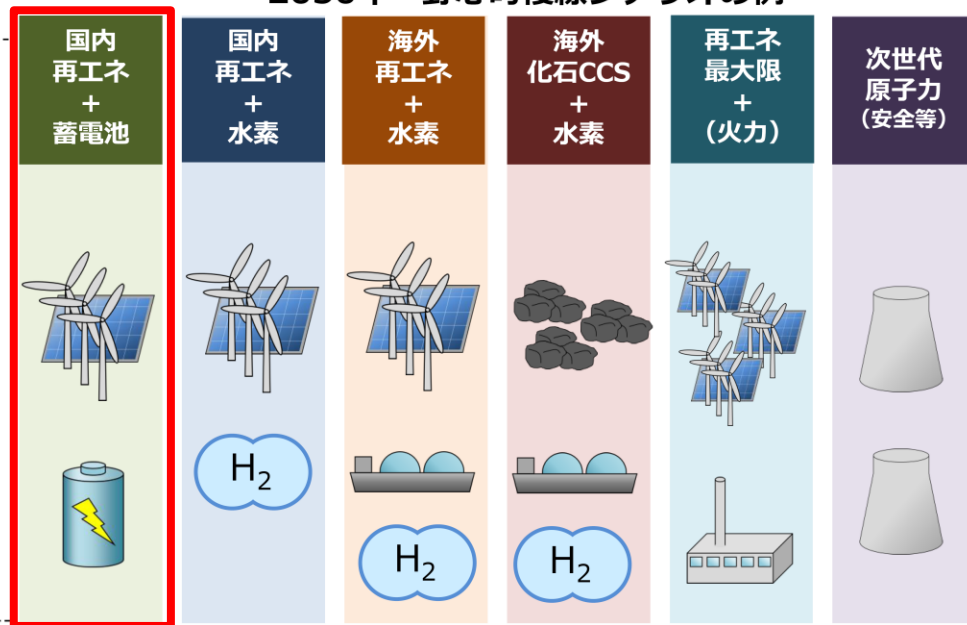
ベンチマークコスト  
(ベースの場合: 10円)

※第9回エネルギー情勢懇談会資料より (数字は概数)

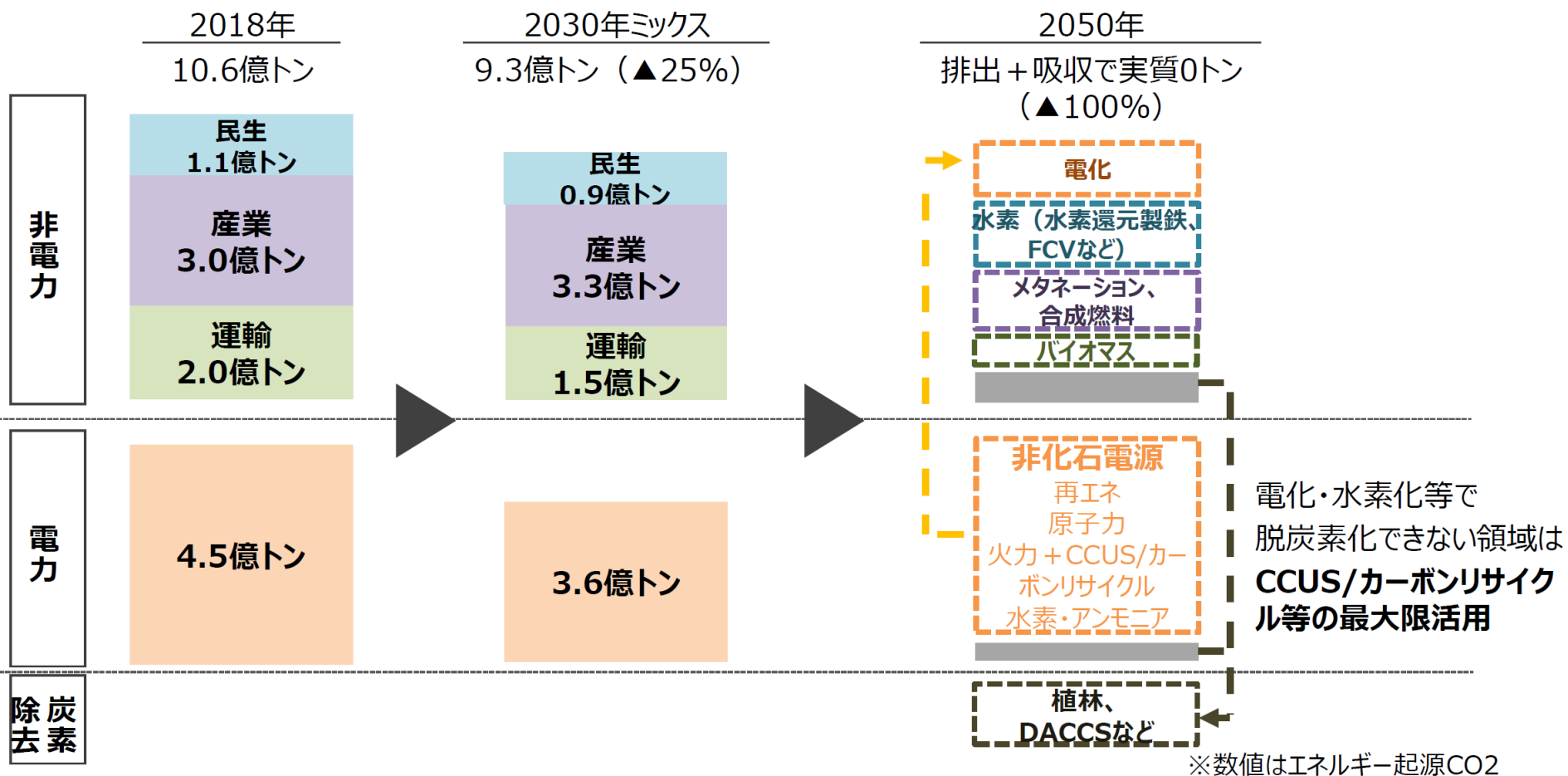
## 30年単一ターゲットから50年複数ゴールへ



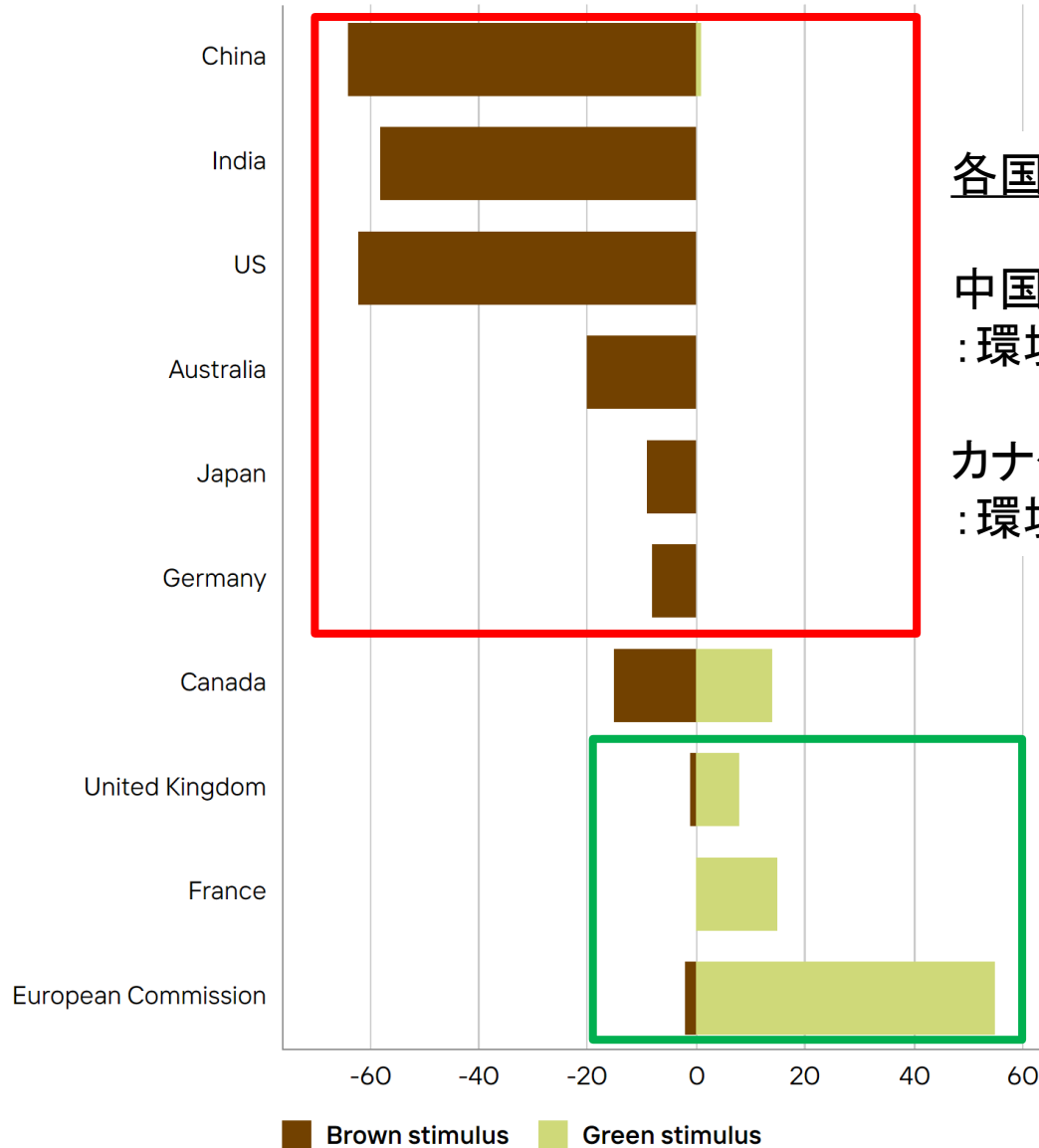
### ~2050年 野心的複線シナリオの例



# 2050年カーボンニュートラルの実現に向けた検討



# アフターコロナのグリーンリカバリー



各国が発表している経済復興プラン

中国、インド、アメリカ、オーストラリア、日本  
: 環境対策に**貢献しないブラウンリカバリー**

カナダ、イギリス、フランス、EU  
: 環境対策に**貢献するグリーンリカバリー**

「Next Generation EU」  
7500億ユーロ(90兆円)(2021-2027)  
再生可能エネルギー(太陽光、風力)  
水素エネルギー、電気自動車  
グリーン建築等

Green Stimulus Index Source: Vivid Economics  
(Agriculture, Energy, Industry, Transport, Waste)

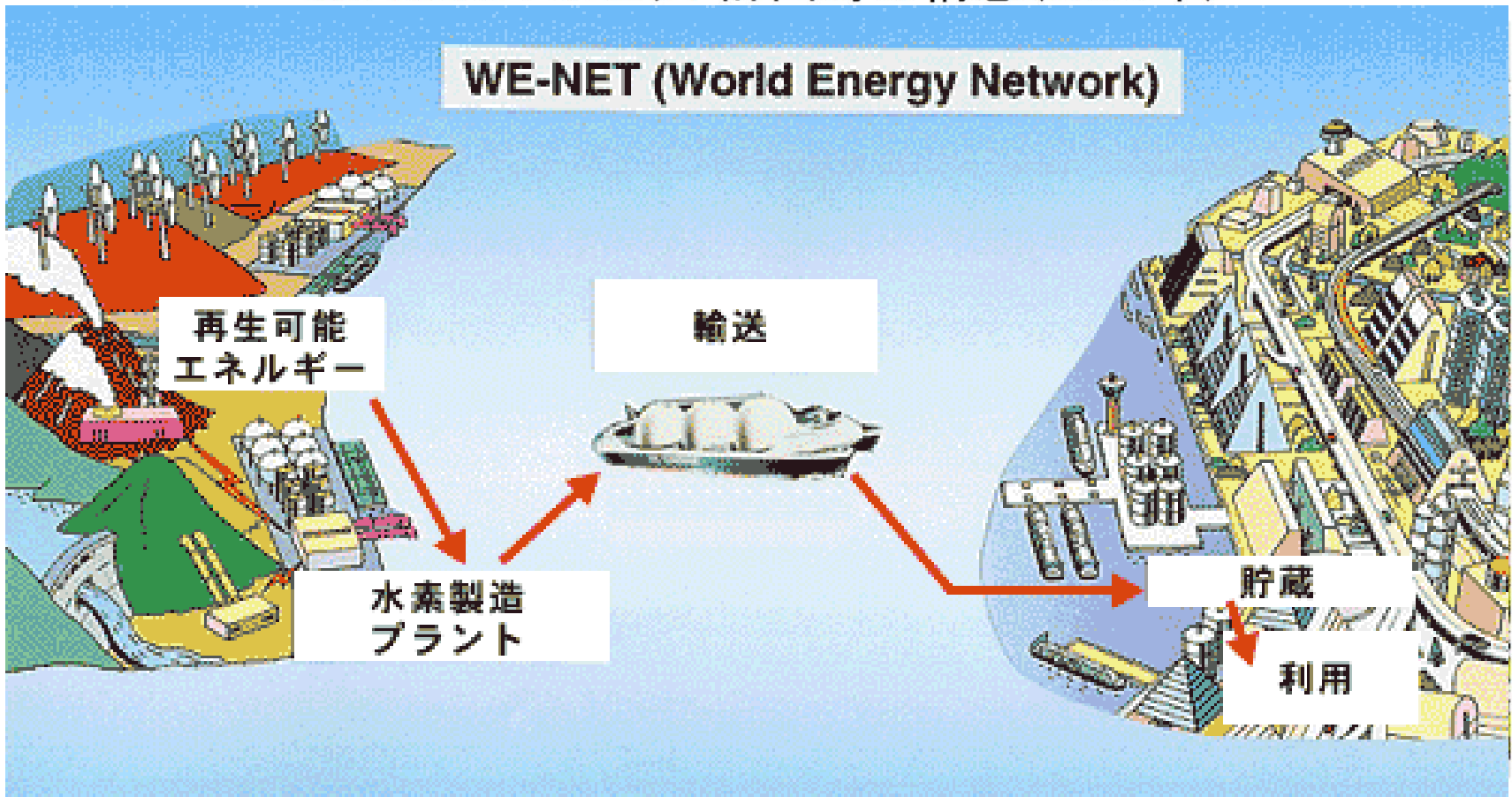
# 水素技術開発に関する歴史的背景

1973年	<p><b>第1次石油ショック</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・石油代替エネルギーとしての水素利用が提唱される</li> <li>・日本でも水素エネルギー研究会発足</li> </ul>
1976年	第1回世界水素エネルギー会議開催(米国)
1980年	NEDO設立
1980年代	欧州を中心に再生可能エネルギー利用の水素技術開発プロジェクト開始
1992年	<p><b>気候変動に関する国際連合枠組み条約(FCCC)採択</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・国内においても気候変動対策に係る政策議論が活発化</li> </ul>
1992年	米国DOEで水素プログラム開始
1993年	<p><b>ニューサンシャイン計画の一環として</b>  <b>「水素利用国際クリーンエネルギーシステム技術研究開発(WE-NET)」</b>  <b>が開始される(～2002年)。</b></p>
2000年代 ～	NEDO事業では「燃料電池自動車(FCV)及び水素インフラ」「定置用燃料電池」に軸足を置いた開発、実証が実施される
2009年	家庭用燃料電池コージェネレーションシステム(エネファーム)販売開始
2015年	燃料電池自動車の普及開始



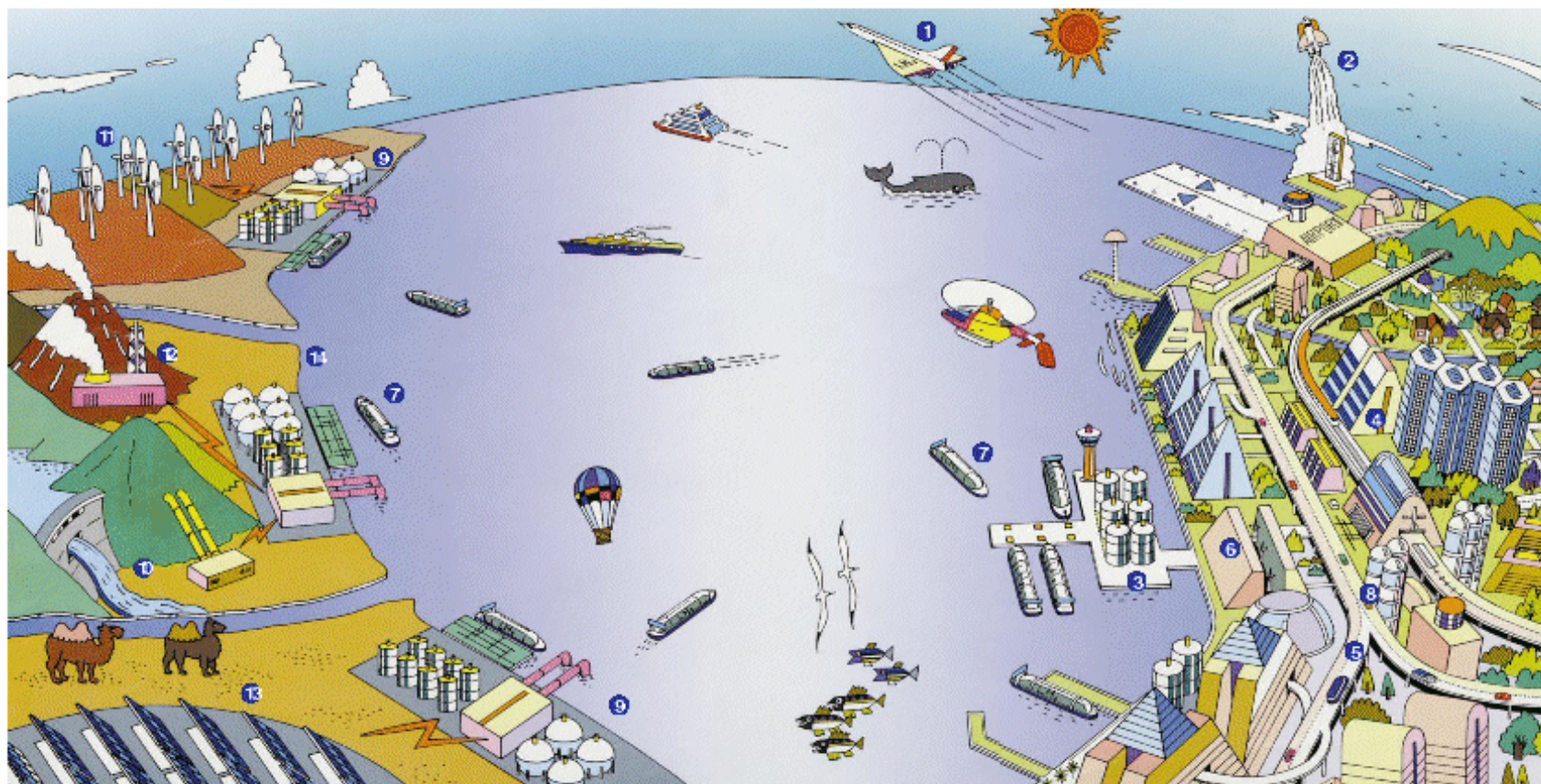
# WE-NET (1993-2002)

WE-NETプロジェクト計画時の構想(1993年)



- ・2050年を見据え、国際ネットワークの下で、水素を製造・輸送・貯蔵・利用するための要素技術確立及び全体システムの検討を実施。

# WE-NET (1993-2002)



- |                                              |                                               |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| ① 水素飛行機(Hydrogen Aircraft)                   | ⑩ 水素自動車(Hydrogen Vehicle)                     |
| ② 水素ロケット(Hydrogen Rocket)                    | ⑪ 水素製造プラント(Hydrogen Production Plant)         |
| ③ 水素所蔵タンク(Hydrogen Storage Tank)             | ⑫ 水力発電所(Hydropower Station)                   |
| ④ エネルギー消費地(Energy Consumption Site)          | ⑬ 風力発電所(Wind Power Station)                   |
| ⑤ 水素バス(Hydrogen Bus)                         | ⑭ 地熱発電所(Geothermal Power Station)             |
| ⑥ 水素燃焼発電所(Hydrogen-Combustion Power Station) | ⑮ 太陽光発電所(Photovoltaic Power Station)          |
| ⑦ 水素輸送タンカー(Hydrogen Tanker)                  | ⑯ エネルギー供給地(A Region Rich in Renewable Energy) |

図1 WE-NETの概念図

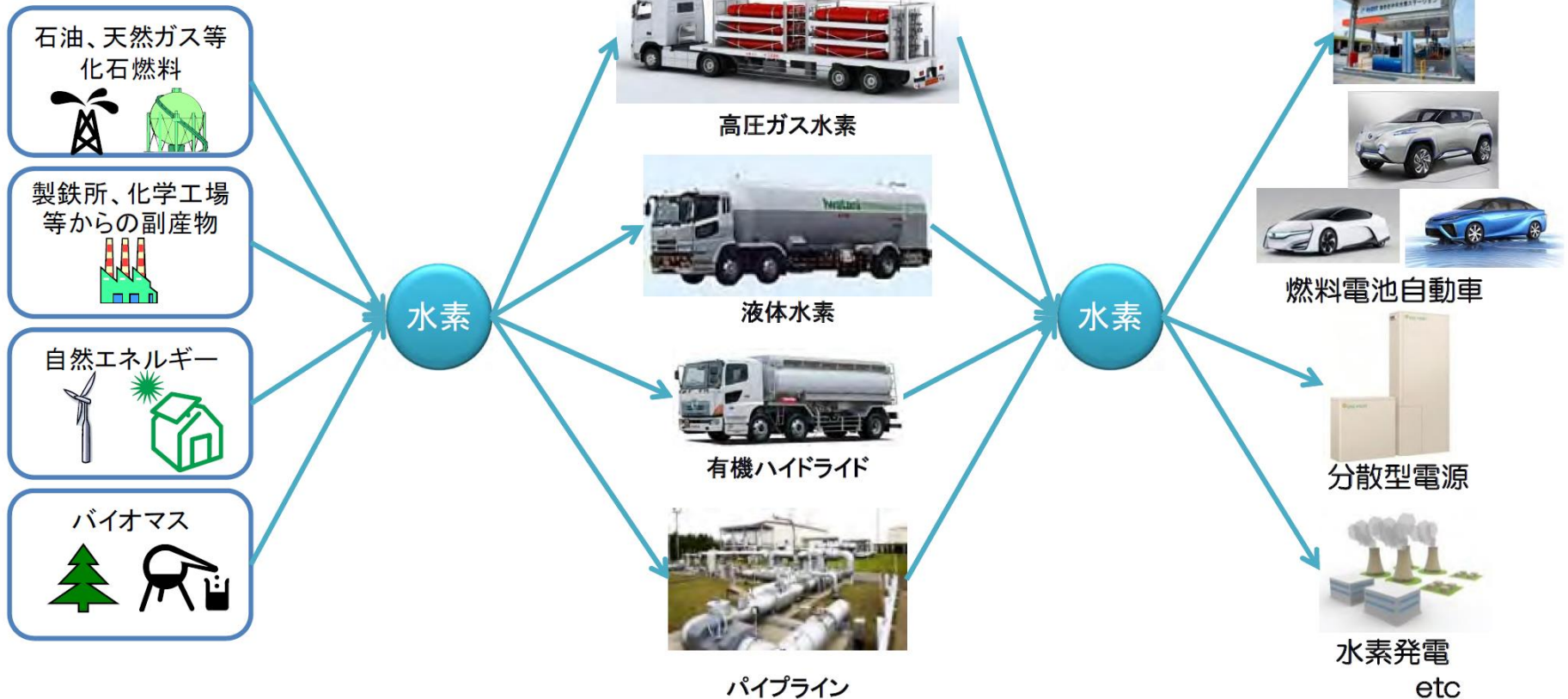
[出所] NEDO: 刊行物、パンフレット、水素利用国際クリーンエネルギーシステム技術(WE-NET)第II期研究開発、  
<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/pamphlets/suiso/we-net.pdf>, p.1-2

# 水素の輸送・貯蔵方法

製造

輸送・貯蔵

利用

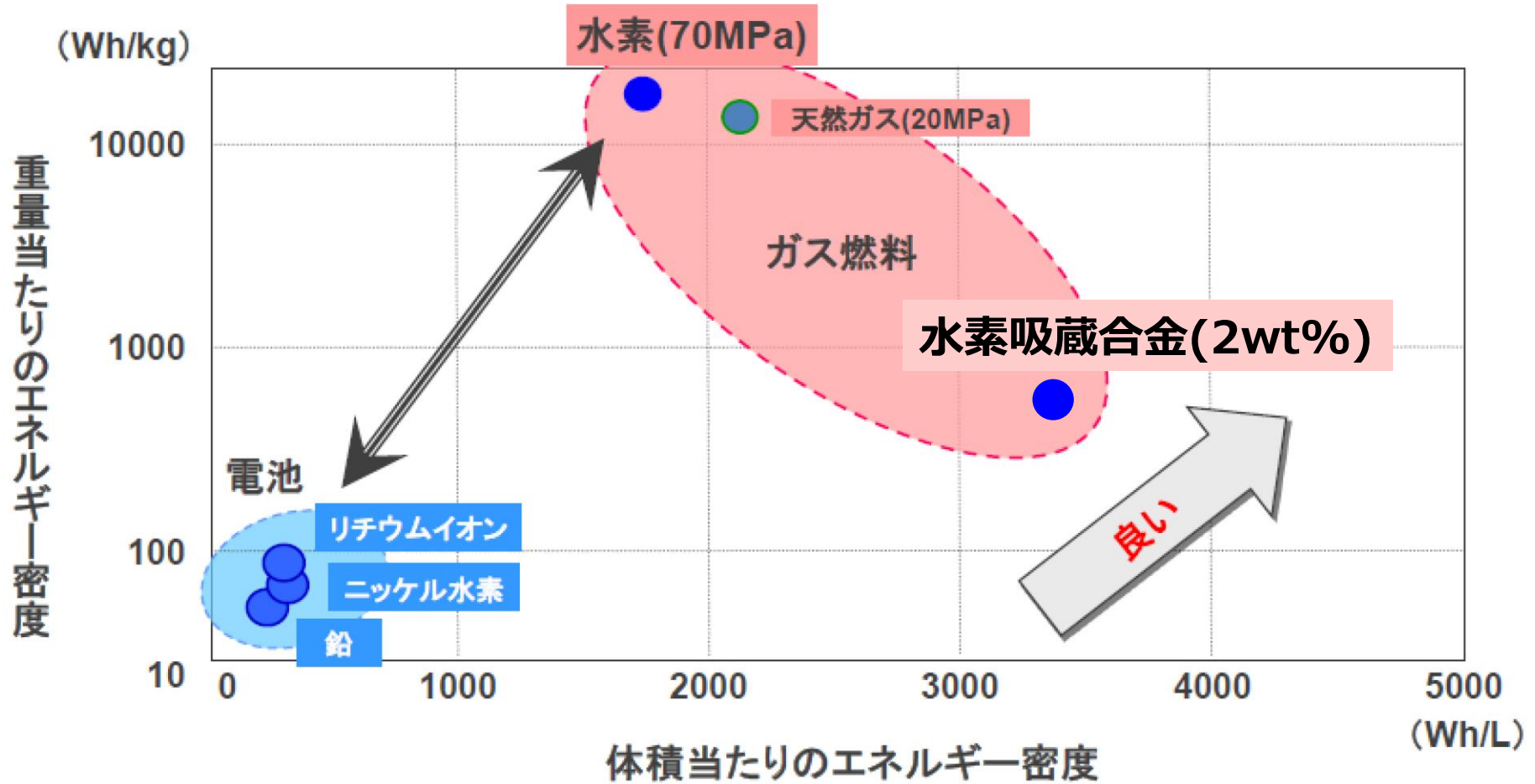


# 環境省 低炭素水素サプライチェーン構築



<p><b>1</b></p> <p>代表事業者： トヨタ自動車</p> <p>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</p> <p>(イメージ)</p>  <p>再生可能エネルギー電気 → 水素 → FCフォークリフト</p>	<p><b>2</b></p> <p>代表事業者： エア・ウォーター</p> <p>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</p> <p>(イメージ)</p>  <p>家畜ふん尿メタン発酵施設 → 水素 → FCV・燃料電池・FCフォークリフト</p>	<p><b>3</b></p> <p>代表事業者： トクヤマ</p> <p>苛性ソーダ由来の未利用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</p> <p>(イメージ)</p>  <p>苛性ソーダ工場 → 水素 → FCV・燃料電池・FCフォークリフト</p>
<p><b>4</b></p> <p>代表事業者： 昭和電工</p> <p>使用済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</p> <p>(イメージ)</p>  <p>使用済みプラスチック → 水素 → ホテルFCV</p>	<p><b>5</b></p> <p>代表事業者： 東芝エネルギーシステムズ</p> <p>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</p> <p>(イメージ)</p>  <p>小水力発電所による発電 → 水素 → 燃料電池</p>	<p><b>6</b></p> <p>代表事業者： 日立製作所</p> <p>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</p> <p>(イメージ)</p>  <p>再生可能エネルギー電気 → 水素 → 燃料電池</p>
	<p><b>7</b></p> <p>代表事業者： NTTデータ経営研究所</p> <p>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</p> <p>(イメージ)</p>  <p>再生可能エネルギー電気 → 水素 → ガス機器</p>	<p><b>8</b></p> <p>代表事業者： 大成建設</p> <p>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</p> <p>(イメージ)</p>  <p>再生可能エネルギー電気 → 水素 → 燃料電池</p>

# 水素と蓄電池のエネルギー密度



# FCEVs will play an essential role in decarbonizing transport

## Projected economic attractiveness

Weight  
Tons

10,000+

1,000

100

10

1

0.1

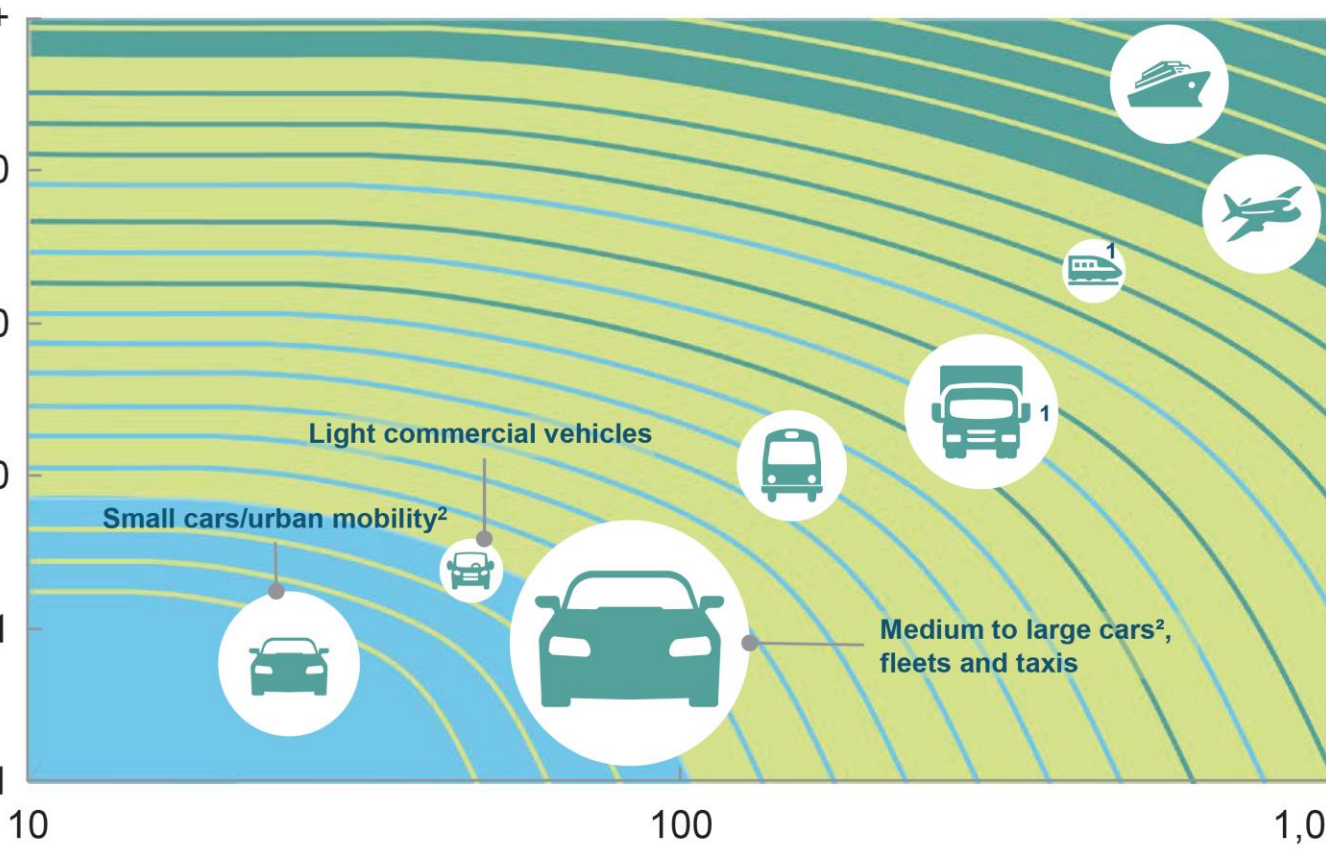


Bubble size representing the relative annual energy consumption of this vehicle type in 2013

BEV

FCEV

Bio- and (H<sub>2</sub>-based) synthetic fuels

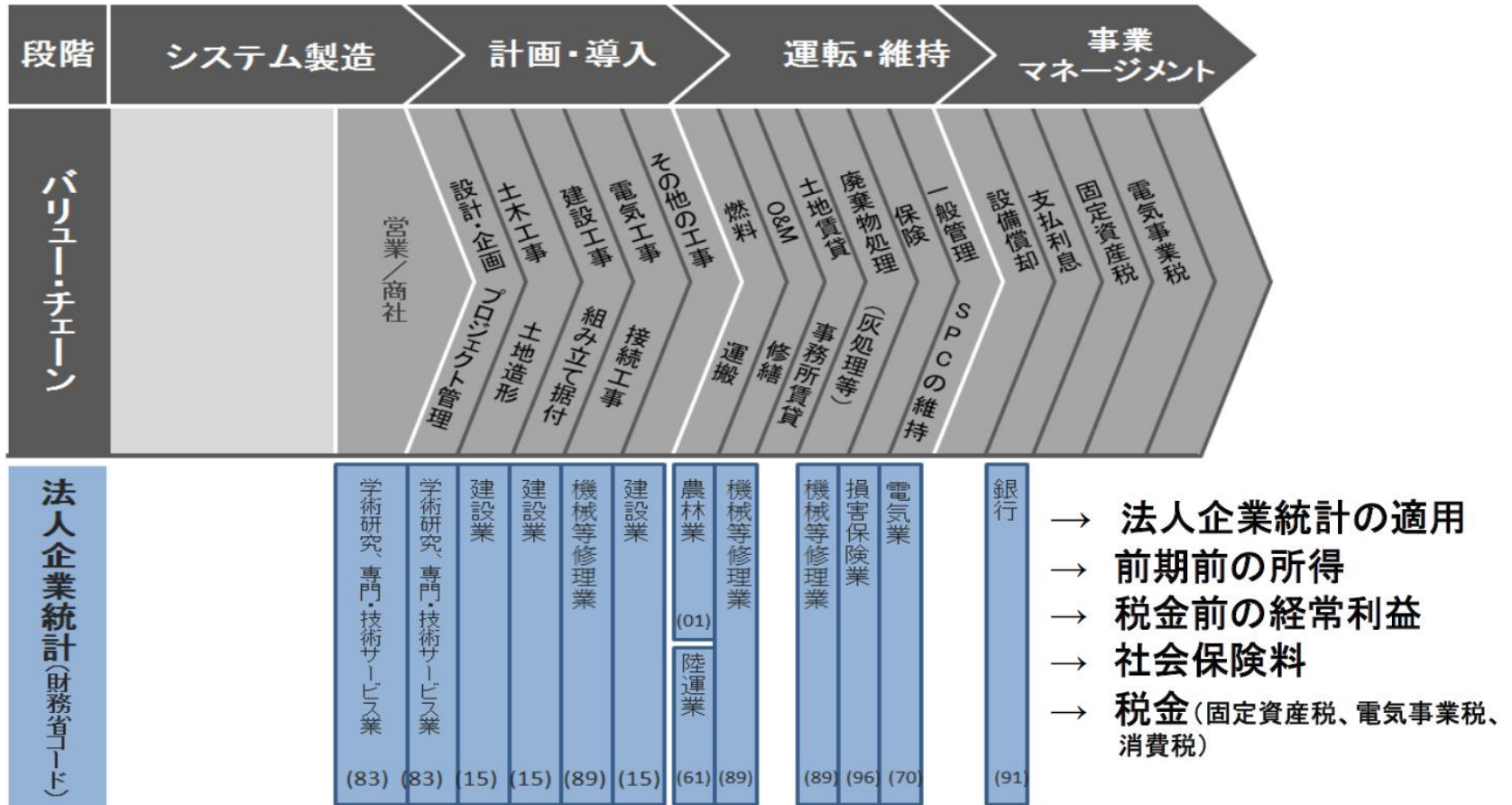


Average mileage per day/trip  
Km

# 水素エネルギーによる地域への経済効果

## 水素エネルギーは再生可能エネルギーとの親和性も高い

バリューチェーン分析モデルの必要性：地域への付加価値評価が重要



# 再エネ＋水素エネルギー導入の意義

CO<sub>2</sub>削減による環境改善

エネルギー自給率の増大

化石燃料利用による国富流出

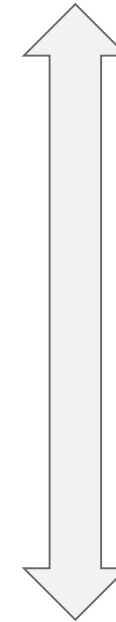
国際産業競争力の強化

新規産業による雇用の創出

地方創生の推進

防災対応力の強化

世界規模



自治体規模  
(産官学連携)



# 水素エネルギー社会の実現

海外



# 海外再エネ適地からの再エネ水素輸入



## 海外高照度地域

## 日本

