

NISSAN MOTOR COMPANY



高温ガス炉と その利用技術 の研究開発 に期待すること

飯山 明裕

日産自動車株式会社
総合研究所 EVシステム研究所
エキスパートリーダー

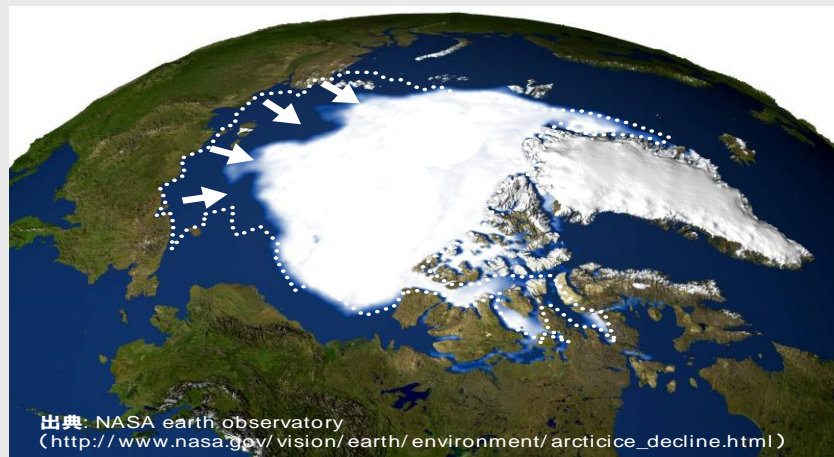
2014年7月23日

持続可能なクルマ社会に向けての課題

エネルギー



温暖化



渋滞



交通事故



日産のビジョン

エネルギー

温暖化

Zero emission

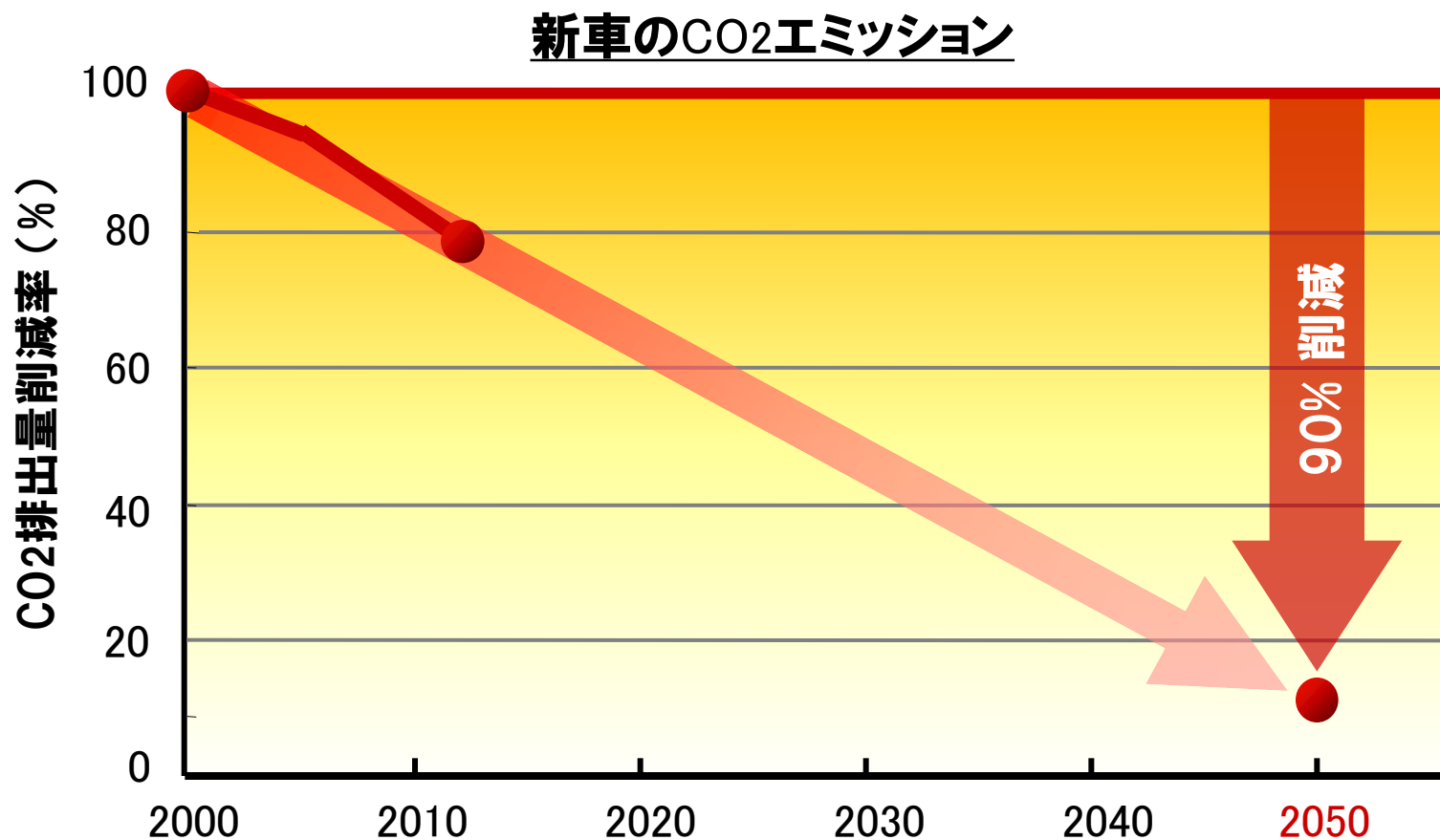
渋

交通事故

Zero fatality

CO2削減は人類に課せられた使命

- 2050年までに新車の排出CO2を90%削減することが必要



ゼロ・エミッションは不可欠になる

- ゼロ・エミッション車の投入と、燃料としての電気や水素をゼロ・エミッションで製造することが必要である。

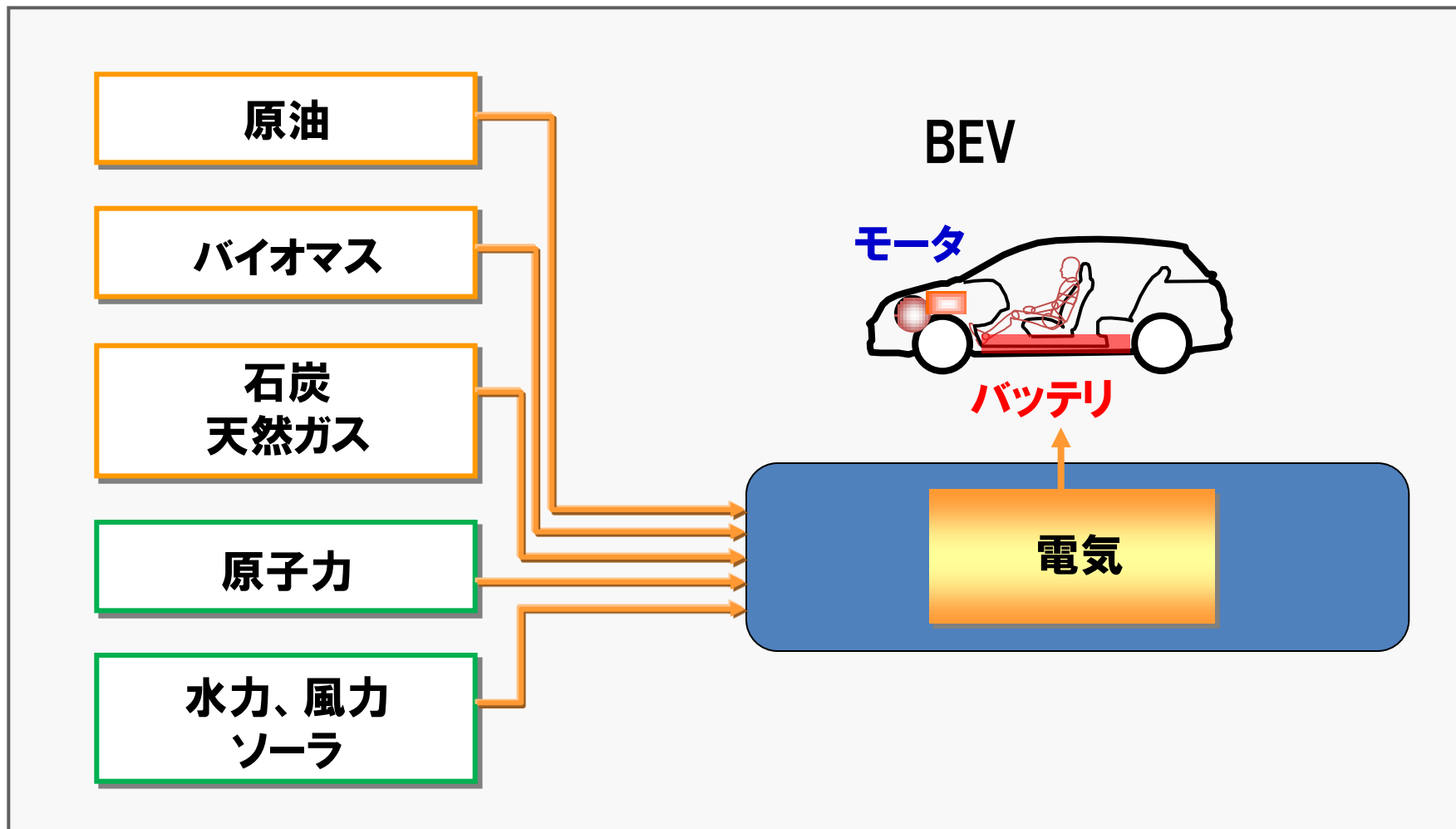
新車のCO2エミッション



*ICE : 内燃機関

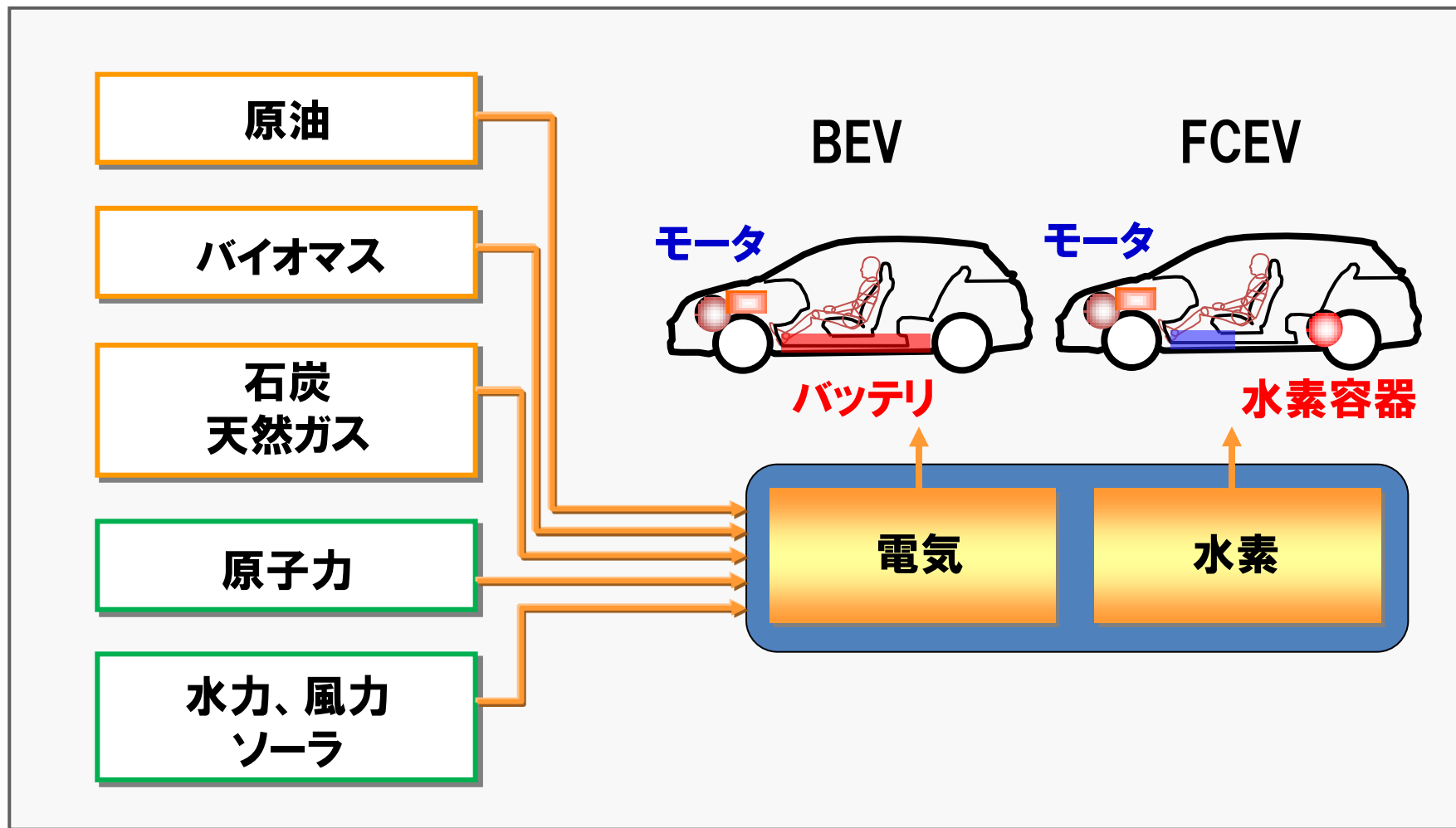
多様なエネルギー源の利用

■ 多様なエネルギーで動く電気自動車



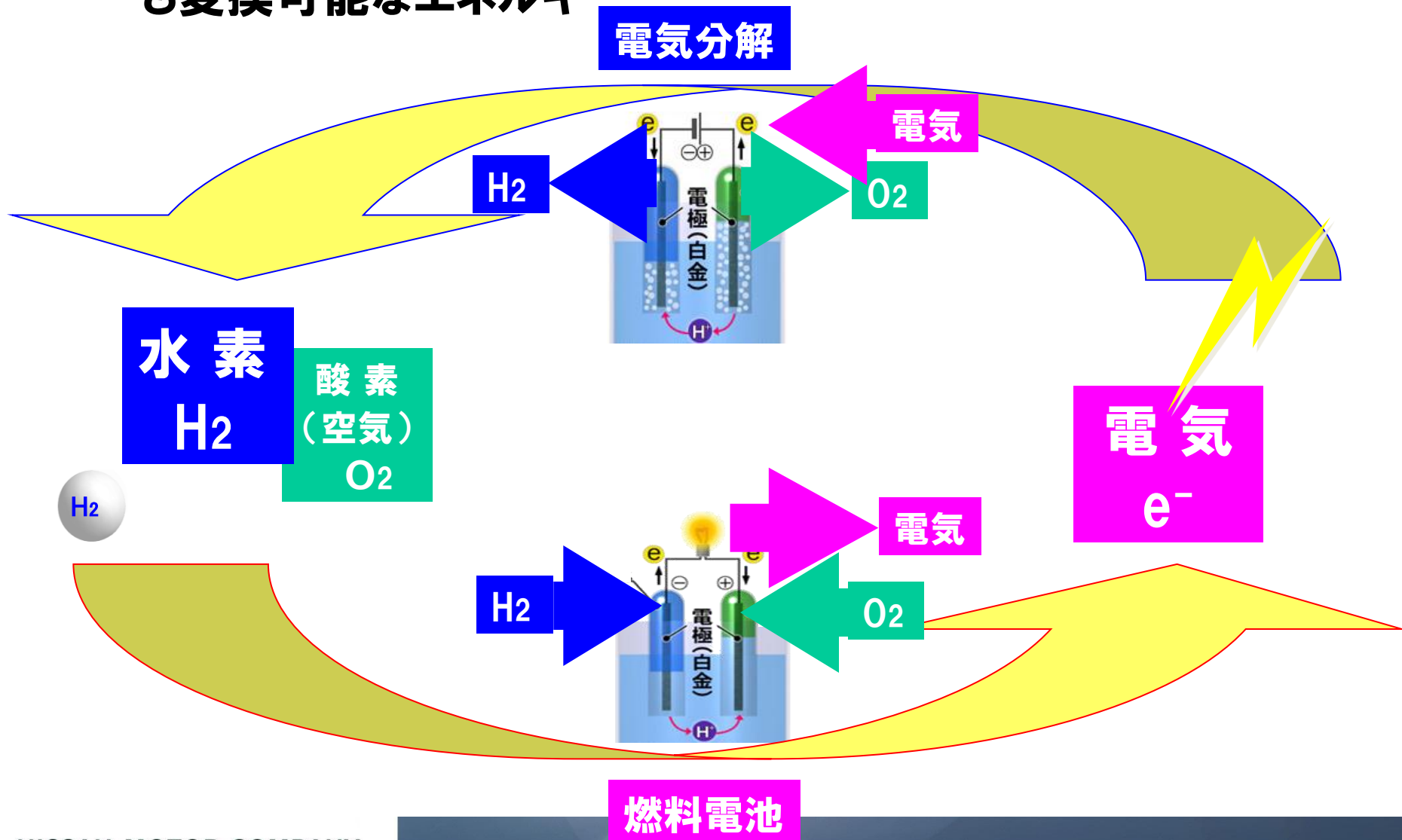
多様なエネルギー源の利用

- 水素も電気と同じように多様なエネルギーで動く電気自動車

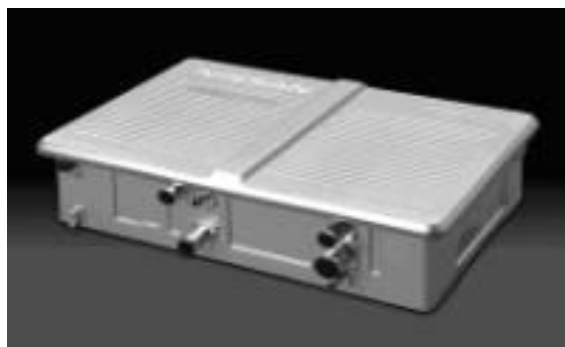


水素・電気エネルギーの互換性

- 水素と電気は、燃料電池や電気分解を使って、お互いどちらにも変換可能なエネルギー



FCEV の主な部品



燃料電池スタック



高圧水素容器



インバーター



モーター



リチウムイオン電池

FCEVの本格普及に向けての課題

■ FCEVのさらなる低コスト化

- 誰もがお求めやすい価格へ
 - ✓ 量産規模の確保
 - ✓ 材料の革新

■ 水素インフラの構築

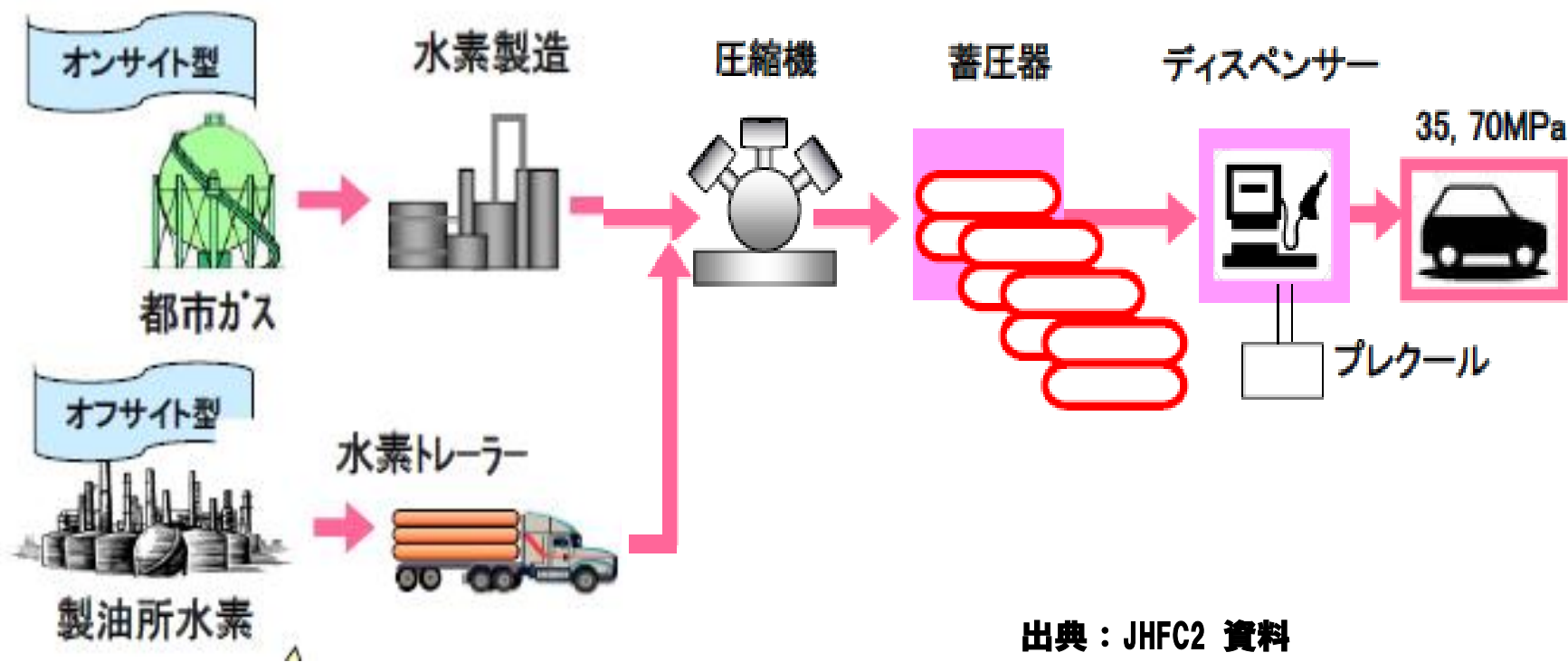
- 水素ステーションの数とそのロケーション
 - ✓ お客様にとって利便性が高いこと
- 水素価格と安定供給
 - ✓ お客様に経済的なメリットと安心感があること

■ 高圧水素の安全性の社会的認知

- 標準・基準に則って適切に作られたものを適切に使えば、ガソリンや、都市ガス、LPGなどと同じように安全に使える

水素の製造から販売までの流れ

- 都市ガスを用いたオンサイト型と、製油所の水素を用いるオフサイト型などが想定されている。



水素・燃料電池戦略ロードマップ

～水素社会の実現に向けた取組の加速～ 平成26年6月23日 水素・燃料電池戦略協議会

水素・燃料電池戦略ロードマップ概要(1)

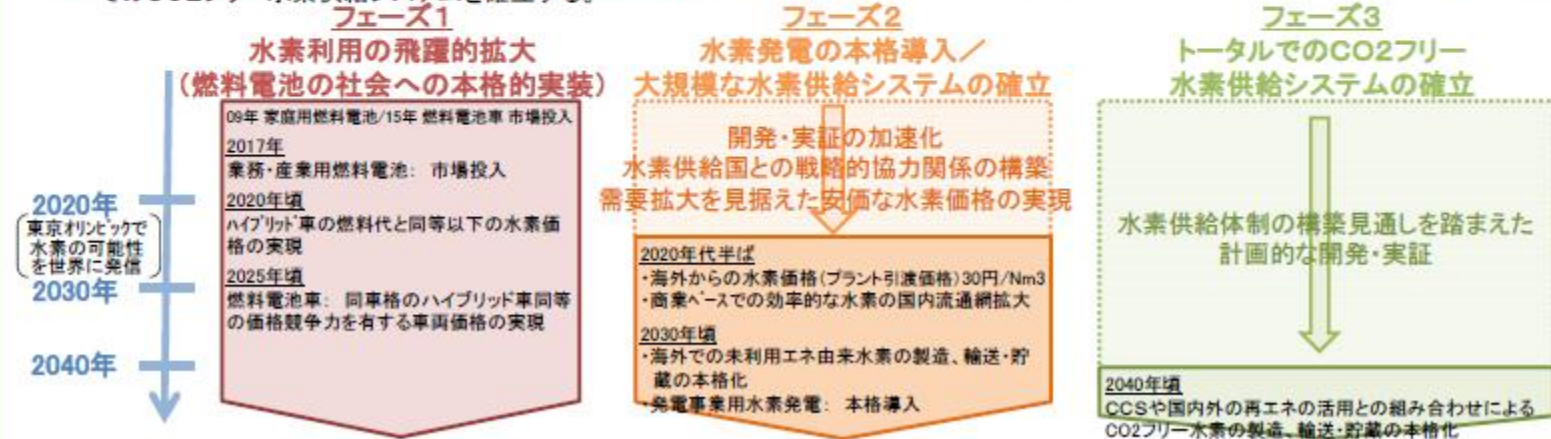
～総論～

水素社会実現の意義

1. 省エネルギー	燃料電池の活用によって高いエネルギー効率を実現することで、大幅な省エネルギーにつなげる。
2. エネルギーセキュリティ	水素は、①製造原料の代替性が高く、副生水素、原油伴生ガス、褐炭といった未利用エネルギーや、再生可能エネルギーを含む多様な一次エネルギー源から様々な方法で製造が可能であること、②今後、こうしたエネルギーを地政学的リスクの低い地域等から安価に調達できる可能性がある(国内では、将来的に再生可能エネルギーから製造された水素を利活用することでエネルギーの自給率向上につながる可能性もある)ことから、こうした利点を活かして利用を拡大することで、エネルギーセキュリティの向上につなげる。
3. 環境負荷低減	水素は利用段階でCO2を排出しないことから、水素の製造時にCCS(二酸化炭素回収・貯留技術)を組み合わせ、又は再生可能エネルギー由来水素を活用することで、環境負荷低減、更にはCO2フリーにつなげる。
4. 産業振興・地域活性化	日本の燃料電池分野の特許出願件数は世界一位で、二位以下と比べて5倍以上と、諸外国を引き離しているなど、日本が強い競争力を持つ分野。また、水素製造等については、再生可能エネルギー等の地域資源を活用可能。

水素社会実現に向けた対応の方向性

- 水素社会の実現に向けて、社会構造の変化を伴うような大規模な体制整備と長期の継続的な取組を実施。また、様々な局面で、水素の需要側と供給側の双方の事業者の立場の違いを乗り越えつつ、水素の活用に向けて産学官で協力して積極的に取り組んでいく。
- このため、下記のとおりステップバイステップで、水素社会の実現を目指す。
 - ・ **フェーズ1(水素利用の飛躍的拡大)**: 足元で実現しつつある、定置用燃料電池や燃料電池自動車の活用を大きく広げ、我が国が世界に先行する水素・燃料電池分野の世界市場を獲得する。
 - ・ **フェーズ2(水素発電の本格導入/大規模な水素供給システムの確立)**: 水素需要を更に拡大しつつ、水素源を未利用エネルギーに広げ、従来の「電気・熱」に「水素」を加えた新たな二次エネルギー構造を確立する。
 - ・ **フェーズ3(トータルでのCO2フリー水素供給システムの確立)**: 水素製造にCCSを組み合わせ、又は再エネ由来水素を活用し、トータルでのCO2フリー水素供給システムを確立する。



水素・燃料電池関連の機器・インフラ産業の市場規模(日本)

2030年 約1兆円 → 2050年 約8兆円

水素・燃料電池戦略ロードマップ

～水素社会の実現に向けた取組の加速～ 平成26年6月23日 水素・燃料電池戦略協議会

水素・燃料電池戦略ロードマップ概要(5) ～水素発電 + 未利用エネルギー由来水素の活用～

(注)赤の矢印は国が重点的に関与する取組を、青の矢印は民間が中心となって行う取組を指す。



日本の水素の現在の状況

■ FCEV（500万台）分を生産する能力（余力）がある。

関連業界	製造方法			生産能力			目的物
	原料	製造の為にエネルギー	プロセス	現状余力	将来	副生	
億Nm ³ /年							
目的生産							
石油	石油	石油	改質	47	設備新設 増強次第	-	水素
アンモニア	石炭、石油、天然ガス等から様々な方法で製造			6			
ガス	天然ガス	天然ガス	改質	設備無し			
電力	水	原子力	熱分解				
特定業界無し	水	(電力)	電気分解				
副生							
鉄鋼	石炭	石炭	乾留	-	12	コークス	
石油化学	石油	石油	熱分解		10	エチレン	
ソーダ	水	(電力)	電気分解		6	苛性ソーダ	

出典：産業競争力懇談会（COCN）報告書2009年3月

＜参考：製油所の水素バランス＞ 単位：億Nm³/年

供給	接触改質装置	水素製造装置		合計
		製造	余力	
	85	56	47	188
需要	カソリン・灯油脱硫装置	重油脱硫装置	水素化分解装置	合計

出典：石油エネルギー技術センター

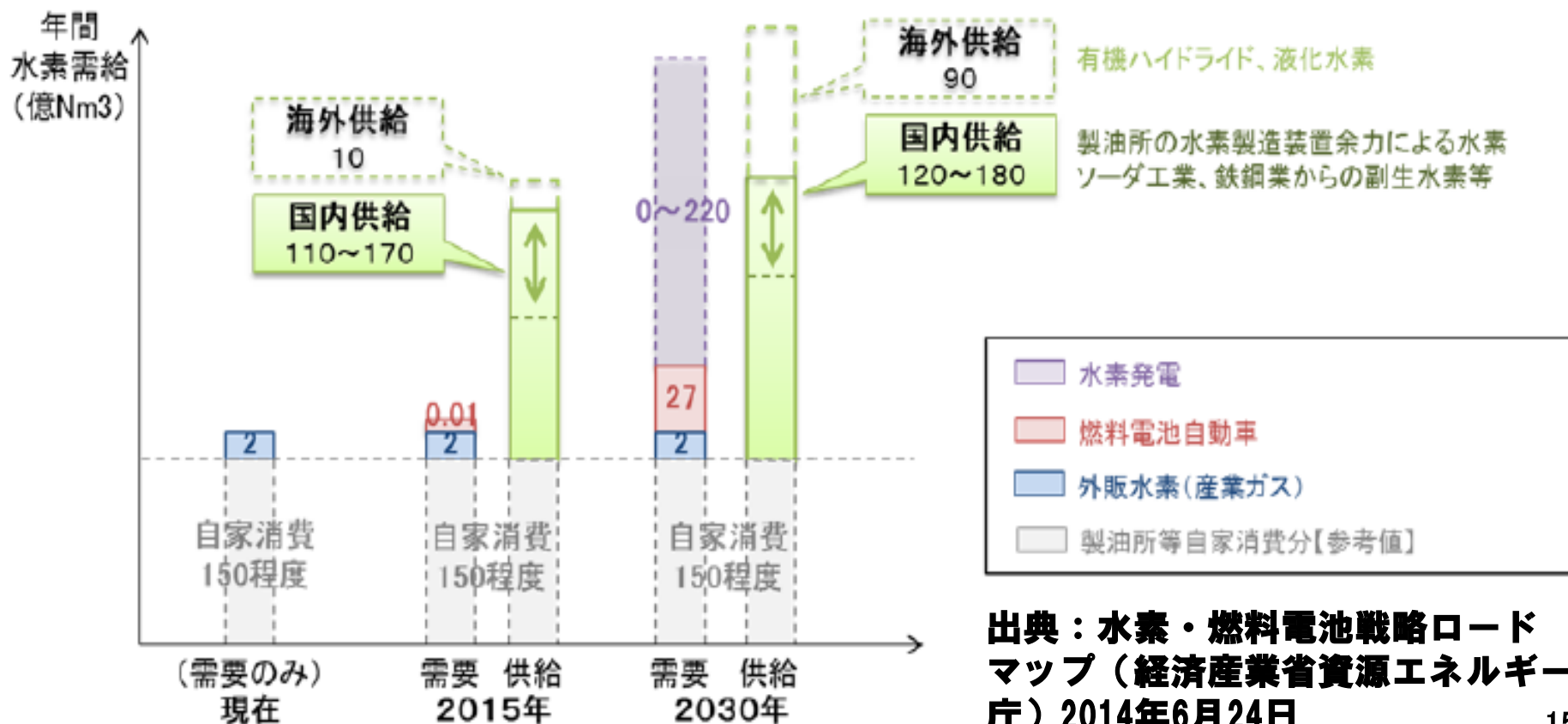
製油所には灯油やLPG等、水素原料の生産能力に加えて、「目的生産」可能な47億Nm³（FCV500万台分）の「水素製造余力*」がある

*「副生水素」とは異なる

なお、副生水素は基幹エネルギーインフラを補完するものとして有効利用。副生水素単独での安定供給は困難。

水素需給ポテンシャル

- 当面は国内供給でFCEVの燃料需要を満たせるが、将来水素発電が本格化すると、供給を増やす必要がある。
- 将来の水素供給源として、海外供給と並んで、高温ガス炉による水素製造を確保することは重要・有効と思われる。



クリーンな海外供給水素候補の一例

川崎重工(株)のHPより引用:

『現在のコンセプトでは、水素は資源国で褐炭というあまり利用されていない低品位の石炭などから作り、このとき発生するCO₂は資源国の安定した地層に貯留します。

また、風力や太陽光などから発電した電気を用いて水を電気分解することでもCO₂フリーの水素を作り出すことができます。こうしてできたCO₂フリーの水素は、水素運搬船で日本のような利用国に運び、発電や自動車用の燃料として利用することを考えています。』(赤字化は飯山)



川崎重工(株) HPより <http://www.khi.co.jp/csr/creation/social.html>

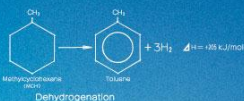
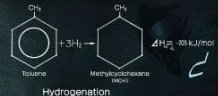
クリーンな海外供給水素運搬の一例



水素の常識を覆す2つの技術が、
「SPERA水素」を実現しました。

1

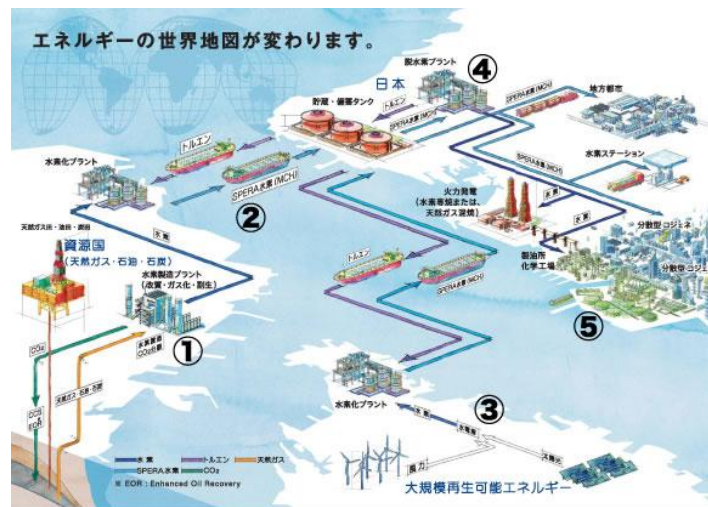
常圧・常圧で水素を運べる技術
～有機分子カラムクロマトグラフィー～
水素を、ガソリンの主要成分である
トルエンに固定すると、常圧・常圧で取り扱いきやすい
メチルシクロヘキサン(MCH)という液体になります。
これがSPERA水素です。この技術により、軽くて貯蔵輸送が
難しかった水素を、超低温で液化したり、ボンベで圧縮することなく、
低コストで長距離輸送や大量貯蔵が可能になりました。



MCHから水素を取り出す技術
～蒸気蒸餾～

メチルシクロヘキサン(MCH)から、
水素を取り出す技術は、ながらく不可能とされていましたが、
その技術を実現する鍵を、ついに千代田化学建設の
プロセステクノロジー技術が開発しました。
これにより、水素をいつでもどこでも
必要な量だけ供給することが可能になります。

2



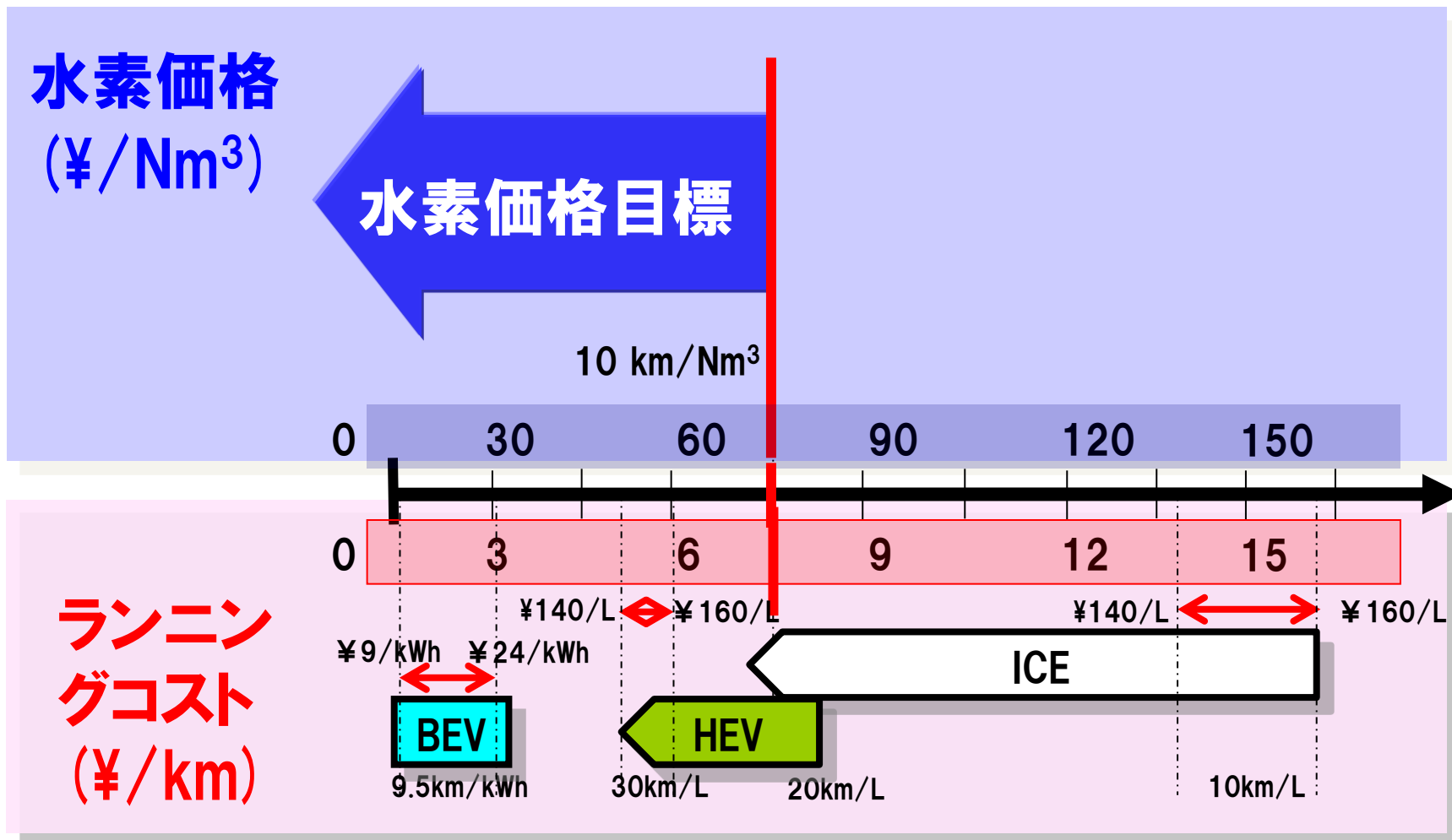
SPERA水素は、地球上のどこからでも安価に輸送が可能。長期の大量貯蔵でもロスがなく、戦略備蓄にも適しています。
やがては自然エネルギーからSPERA水素を生み出すこともできるなど、地球環境とエネルギーの流れを大きく変える可能性を持っています。

- ① ステップ1として海外の天然ガス産出国、石炭産出国で大量に生まれる副生水素を、トルエンに結びつける水素化プラントを建設します。そのプラントで水素を液体化(MCH)させ、低コストでの長距離輸送や長期貯蔵を可能にします。ガス田、炭田で水素改質時に発生するCO₂はその場で回収し、貯留する(CCS)ことにより、CO₂排出を最小限に抑えることも可能になります。
※1 MCH: Methylcyclohexane
※2 CCS: Carbon Dioxide Capture and Storage
- ② SPERA水素(MCH)はタンカーや備蓄タンクなど既存インフラでの輸送と貯蔵が可能のため、導入コストを最小限に抑えることができます。
- ③ ステップ2では、風力、太陽光などの自然エネルギーを起源とするグリーンな電気を用いて水を電気分解して、水素を製造することができます。これにより将来は無尽蔵でCO₂フリーなエネルギーを供給することが可能になります。
- ④ 大量消費地では大規模脱水素設備で、小規模消費地では使用する場所ごとに小型脱水素装置を設置し、発電所での利用や家庭での利用、自動車の燃料、備蓄など様々な場面でSPERA水素は活躍します。輸送時に使用したトルエンは、何度でも水素輸送に再利用できるので経済的です。
- ⑤ 水素は様々な場所で製造することが可能で、CO₂を出さない理想的なエネルギー。世界のサステナビリティに貢献するエネルギーなのです。

千代田化工建設(株)HPより: <http://www.chiyoda-corp.com/technology/spera-hydrogen/>

水素価格

■ 普及、拡大には競争優位なランニングコストがKEY



FCEV用水素燃料仕様

水素インデックス（水素燃料比率）	99.97%
全非水素ガス比率	300 $\mu\text{mol/mol}$
最大不純物濃度	
水（ H_2O ）	5 $\mu\text{mol/mol}$
全炭化水素（メタン換算）	2 $\mu\text{mol/mol}$
酸素（ O_2 ）	5 $\mu\text{mol/mol}$
ヘリウム（ He ）	300 $\mu\text{mol/mol}$
窒素（ N_2 ）, アルゴン（ Ar ）	100 $\mu\text{mol/mol}$
二酸化炭素（ CO_2 ）	2 $\mu\text{mol/mol}$
一酸化炭素（ CO ）	0.2 $\mu\text{mol/mol}$
全硫黄化合物（ H_2S 換算）	0.004 $\mu\text{mol/mol}$
ホルムアルデヒド（ HCHO ）	0.01 $\mu\text{mol/mol}$
蟻酸（ HCOOH ）	0.2 $\mu\text{mol/mol}$
アンモニア（ NH_3 ）	0.1 $\mu\text{mol/mol}$
全ハロゲン化合物（ハロゲンイオン換算）	0.05 $\mu\text{mol/mol}$
最大微粒子濃度	1mg/kg

（ISO14687-2 から引用）

まとめ

- **ゼロ・エミッション車の普及は、自動車産業の持続的成長に必要である。**
- **ゼロ・エミッション車のEVやFCEVの普及に合わせて、クリーンな電気や水素を競争力ある価格で安定供給することが重要である。**
- **高温ガス炉技術とその利用技術の構築は、クリーンな電気や水素を安定供給できるために有効と考えられる。課題解決のためのステークホルダー間の連携と協力が重要である。**