

# エネルギー利用の多様化について

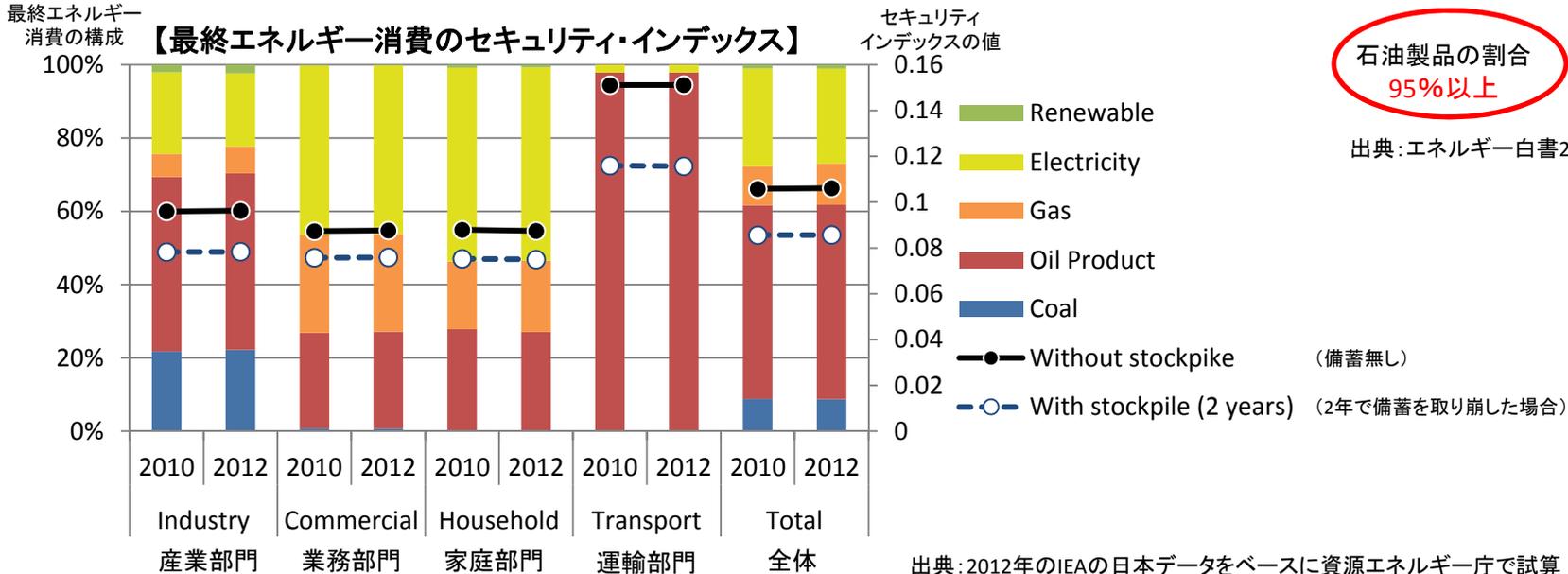
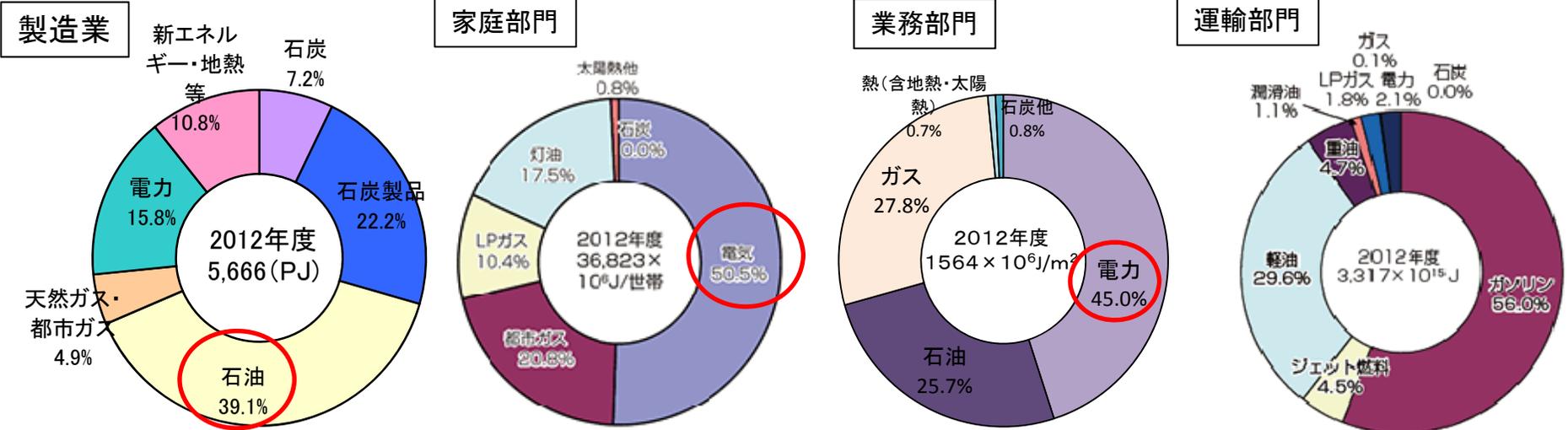
資源エネルギー庁

平成27年4月

# 1. 燃料多様化の現状と方向性

# 各部門の燃料多様化の現状

- 家庭部門、業務部門では電化が進展しており、5割程度の需要を電気が占める。製造業は燃料転換の中でエネルギーの多様化が進んでいる。一方、運輸部門は次世代自動車の普及等により、燃料の多様化の方向には向かっているものの、石油製品の依存度が高い。
- セキュリティインデックス上も、備蓄を考慮した場合にはリスクが低減されるものの、他の部門と比較して運輸部門は燃料の調達リスクが高くなっている。

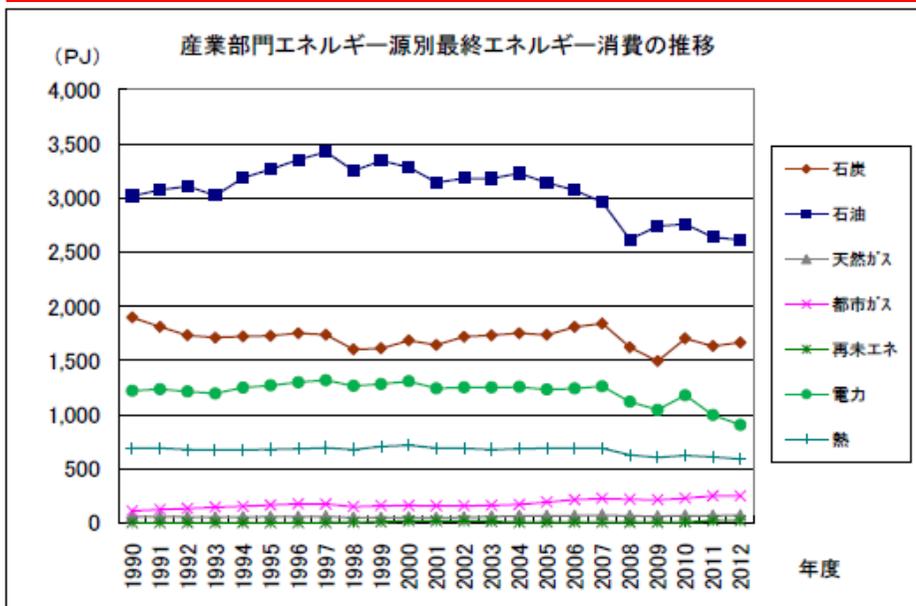


石油製品の割合  
95%以上

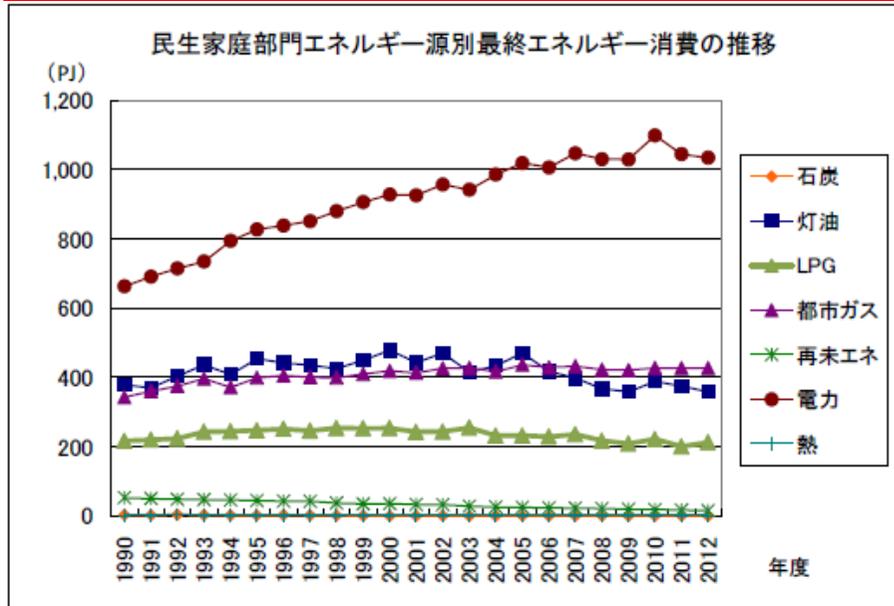
出典: 2012年のIEAの日本データをベースに資源エネルギー庁で試算

# 各部門の最終エネルギー消費の推移

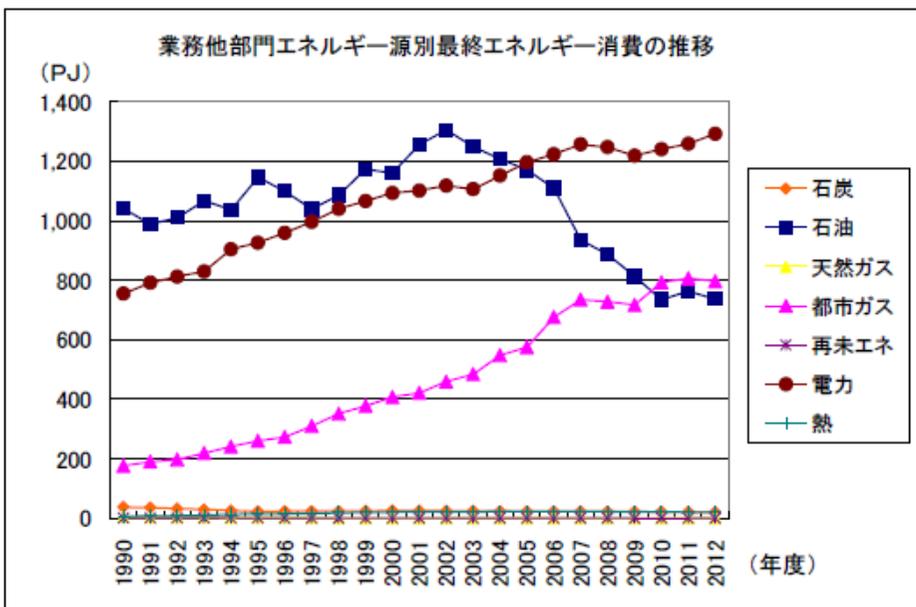
○産業部門は震災以降全体的にエネルギー消費が減少。



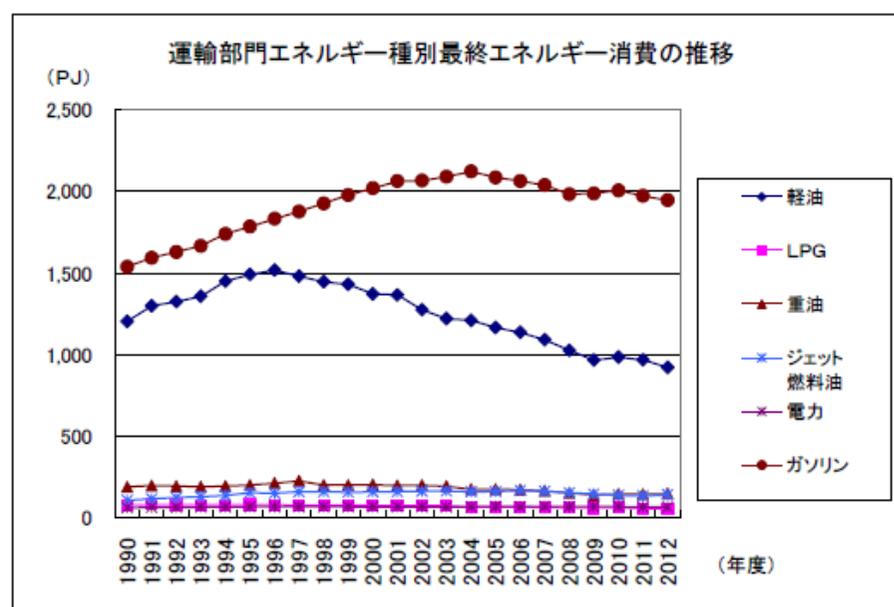
○家庭部門では震災以降電力、灯油の消費が減少。



○業務部門は電力、ガスの消費が増加し、石油の消費が減少。

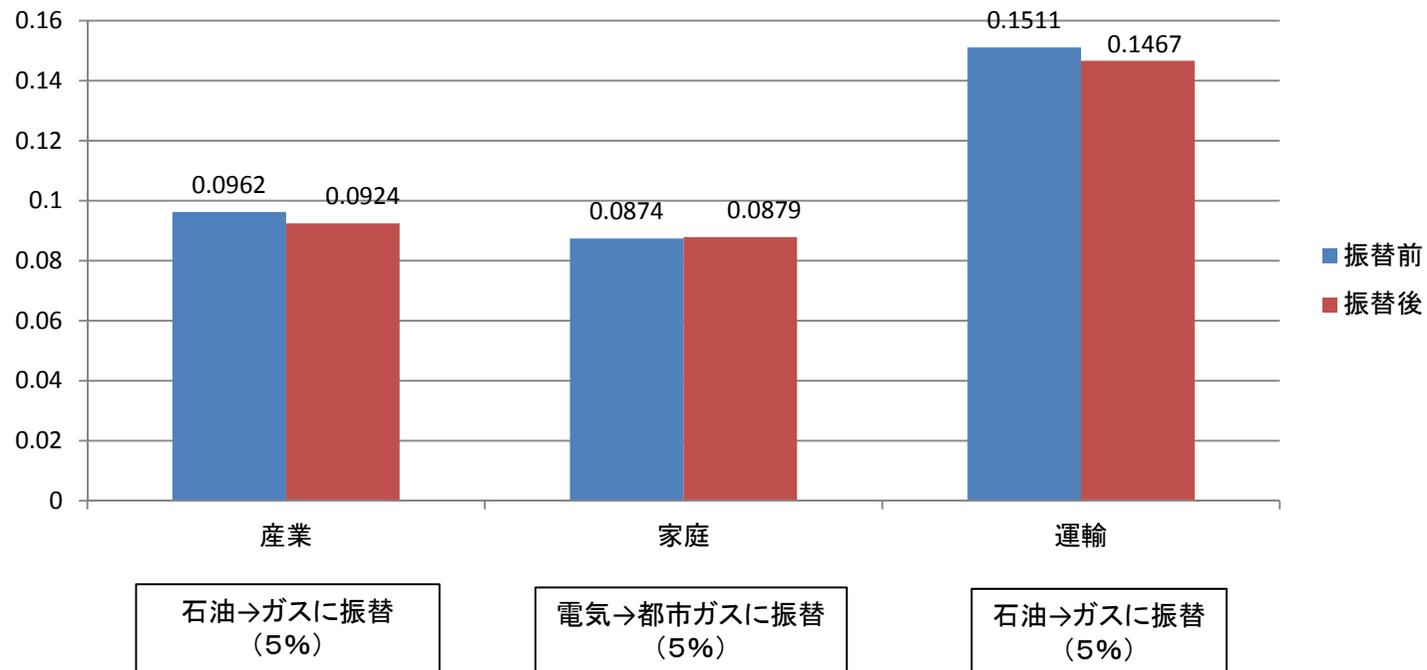


○運輸部門は大部分を占めるガソリン、軽油とも消費が減少傾向。



## (参考) 需要部門の利用エネルギーを振り替えた場合のセキュリティインデックスの試算

- 参考の試算として2012年の最終エネルギー消費をベースとして
  - ①産業部門で石油をガスに5%燃料転換した場合
  - ②家庭部門で電気を天然ガスに5%燃料転換した場合
  - ③運輸部門で石油を天然ガスに5%燃料転換した場合 のセキュリティインデックスについて試算した。
- ①についてはセキュリティが改善、②についてはセキュリティはほぼ同等、③についてはセキュリティが改善するという試算結果となった。
- このようにエネルギー消費段階においても燃料転換がエネルギーセキュリティに影響を与えることが観察できる。



# (参考) セキュリティインデックスの評価手法

- 各国・各地域からの燃料種ごとの「平均的に供給が期待できる程度(期待値  $\mu$ )」と「供給の変動の程度(標準偏差  $\sigma$ )」に着目し、それが調達国の1次エネルギーの全体の「供給の変動の程度(標準偏差)」に与える影響を評価指標(セキュリティ・インデックス)とする。
- この数値(標準偏差  $\sigma$ )が小さいと、安定性が高い(=供給量が減少する確率が低い)と考えられる。
- 本分析手法は、最終エネルギー消費段階のセキュリティインデックス計算にも応用可能。

## 供給の安定度合いの計算

## 調達の安定度合いの計算

### 1. 供給国の供給リスク ※1の計算

### 2. 地域単位での供給リスクの計算

### 3. 調達国の1次エネルギー種別のリスクの計算

### 4. 調達国の1次エネルギー全体のリスクの計算

- ・各供給国の供給の安定度合を計算※2  
(期待値と標準偏差を計算)
- ・各国で過去どの程度紛争が起きたか(紛争頻度)を加味

国単位の供給の安定度合を地域区分ごとにまとめる(合算)

各エネルギー種の調達の安定度合を調達元の供給安定度合で評価(調達地域の構成で加重平均※3)

その国の1次エネルギー全体の調達の安定度合を、各エネルギー種の調達安定度合で評価(1次エネルギー構成で加重平均※3)

シーレーンで供給が途絶するリスクを供給の安定度合いに加味

a国 ( $\mu_a, \sigma_a$ )

b国 ( $\mu_b, \sigma_b$ )

c国 ( $\mu_c, \sigma_c$ )

A地域 ( $\mu_A, \sigma_A$ )

B地域 ( $\mu_B, \sigma_B$ )

C地域 ( $\mu_C, \sigma_C$ )

エネルギー $\alpha$  ( $\mu_\alpha, \sigma_\alpha$ )

エネルギー $\beta$  ( $\mu_\beta, \sigma_\beta$ )

D国 ( $\mu_D, \sigma_D$ )

地域間で連動して生じる供給の安定度合いの変化(地域間の相関)も考慮

$\sigma$ を、セキュリティ・インデックスとして評価、各国比較

※1 供給リスクとは、国別および地域別の供給率の期待値と標準偏差を示す。

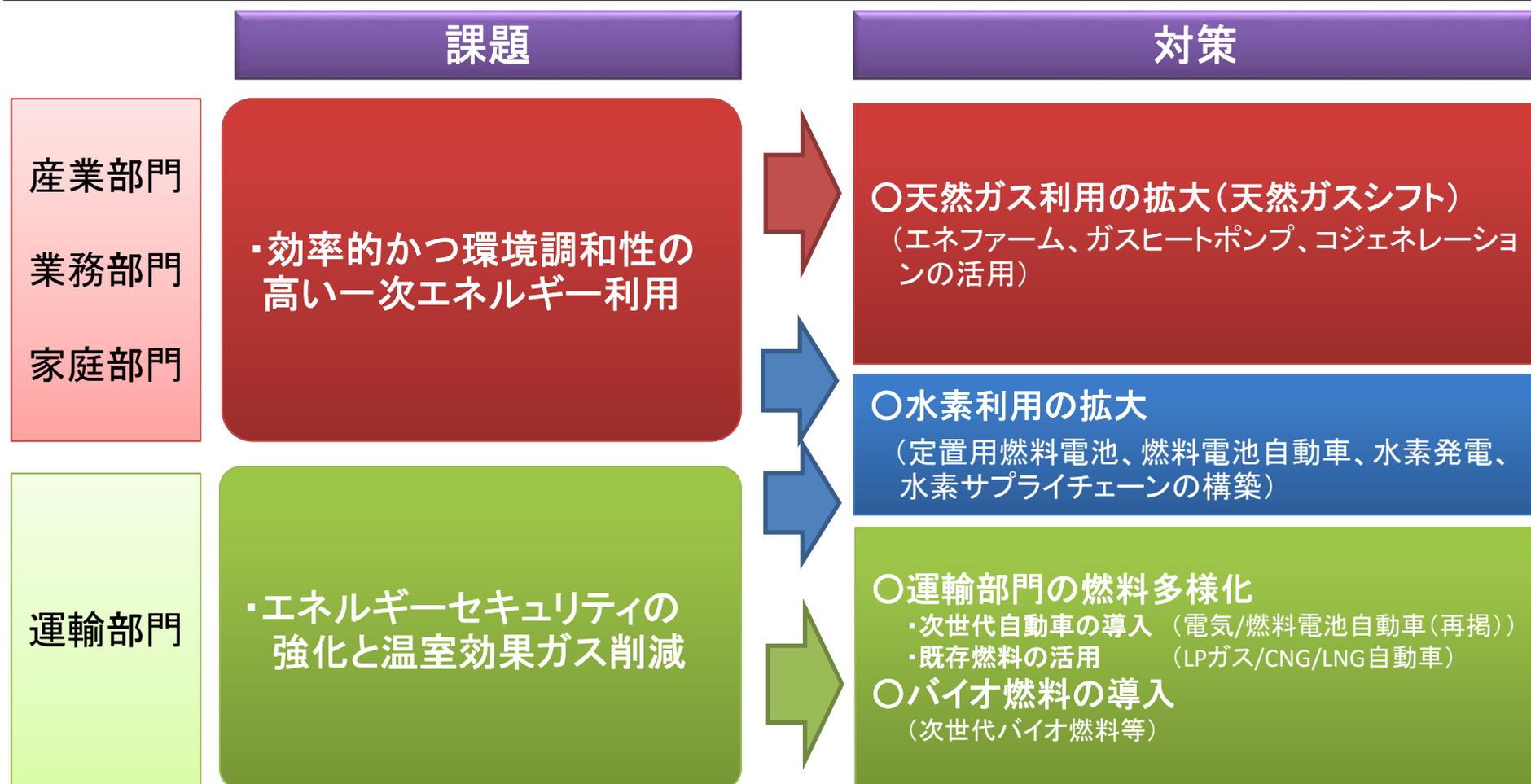
※2 供給率については、原油の供給率を採用し、1次エネルギー種別に関係なく同一国から供給されるものは同一の数値として扱う。

ex. a国から供給される原油と天然ガスの供給率は同じ数値である。

※3 分散を加味した加重平均であり、偏りが少ないほど $\sigma$ が小さい値となるよう反映される(次頁参照)。

# エネルギー利用の多様化に関するポイント

- 産業部門、業務部門、家庭部門では、一次エネルギー源の更なる分散化や効率的利用、環境調和性の向上を図る観点から、コージェネなど天然ガス利用の拡大(天然ガスシフト)を進めることが重要。
- 運輸部門については緊急時のエネルギーセキュリティの観点から輸送用燃料の多様化を進め、次世代自動車、既存燃料、バイオ燃料の活用を推進していくことが重要。
- 将来の二次エネルギーで電気、熱に加え中心的な役割を担うことが期待される水素の利活用を進め、社会の実現を目指していくことが重要。



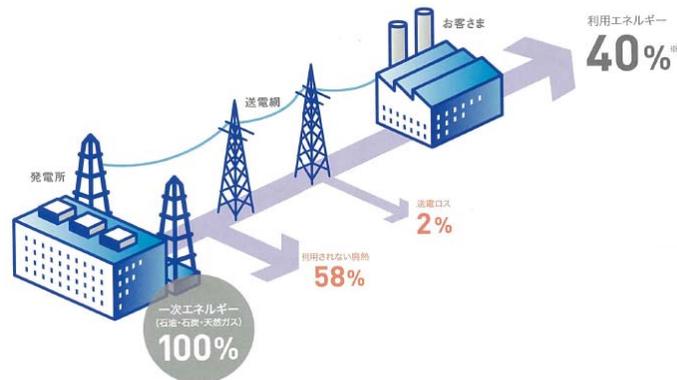
## 2. ガス利用の拡大について

- (1) ガスコージェネレーションやエネファームによるエネルギーの高効率利用
- (2) 天然ガスへの燃料転換による環境調和
- (3) ガス空調による系統電力のピークカット
- (4) 都市ガスを利用した分散型エネルギーシステムによる系統負荷の低減、強靱性向上

# ガスコージェネレーションやエネファームによるエネルギーの高効率利用

- 天然ガスは、燃焼時に発生する排熱を有効利用しやすいエネルギー。
- ガスコージェネレーションは、この天然ガスの特性を活かし、発電の排熱を利用して約15%の省エネを実現するシステム。

## ■ 発電と排熱利用を同時に行う コージェネレーション

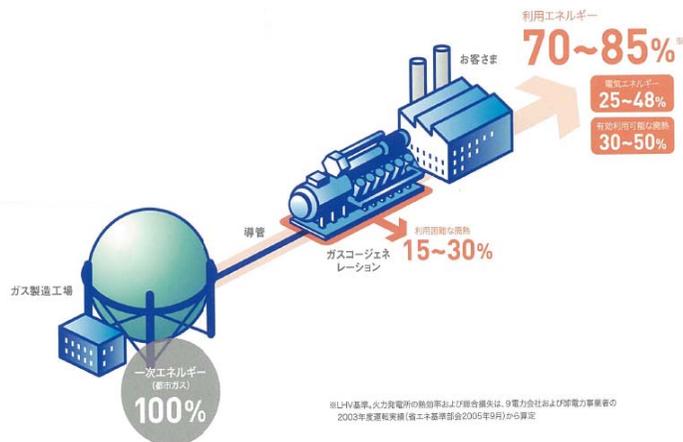


## ■ ガスコージェネレーション



(出所) 川崎重工業ホームページ

## ■ 家庭用燃料電池 (エネファーム)



(出所) 一般社団法人日本ガス協会資料

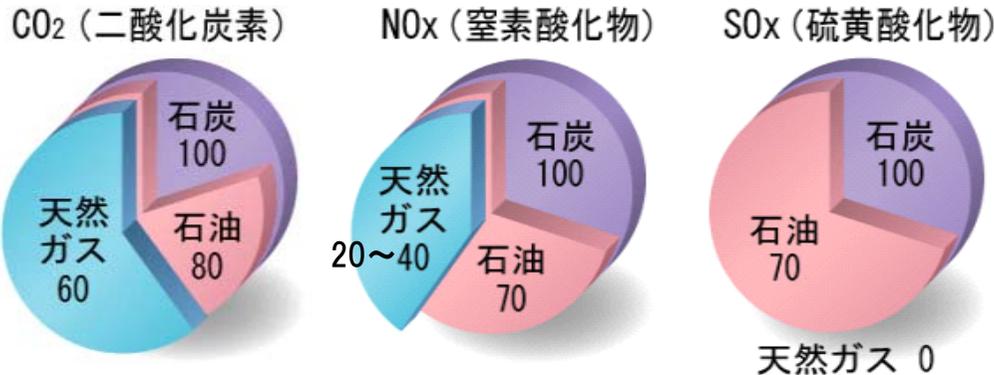


(出所) 東京ガスホームページ

# 天然ガスへの燃料転換による環境調和

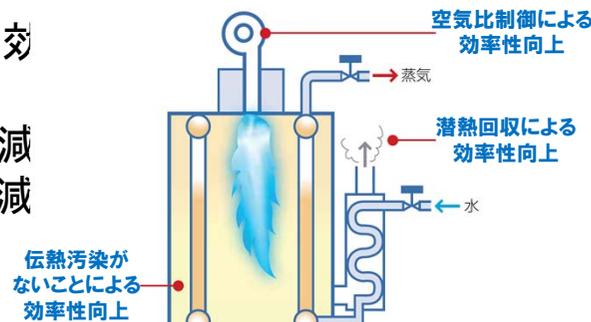
- 天然ガスは、石炭の約6割と化石燃料の中で最もCO2排出量が少なく、NOxの排出も石炭の約2～4割に留まる。また、SOxは全く発生しない。
- さらに、黒煙や粒子状物質(PM2.5等)もほとんど排出しない。
- 産業部門や業務部門などのボイラーや工業炉では、燃料を石油等から天然ガスに転換することにより、エネルギーの多様化に資するとともに、環境負荷の低減が可能。

## ■ 他の化石燃料と比較して優れた環境調和性



(出所)一般社団法人日本ガス協会資料

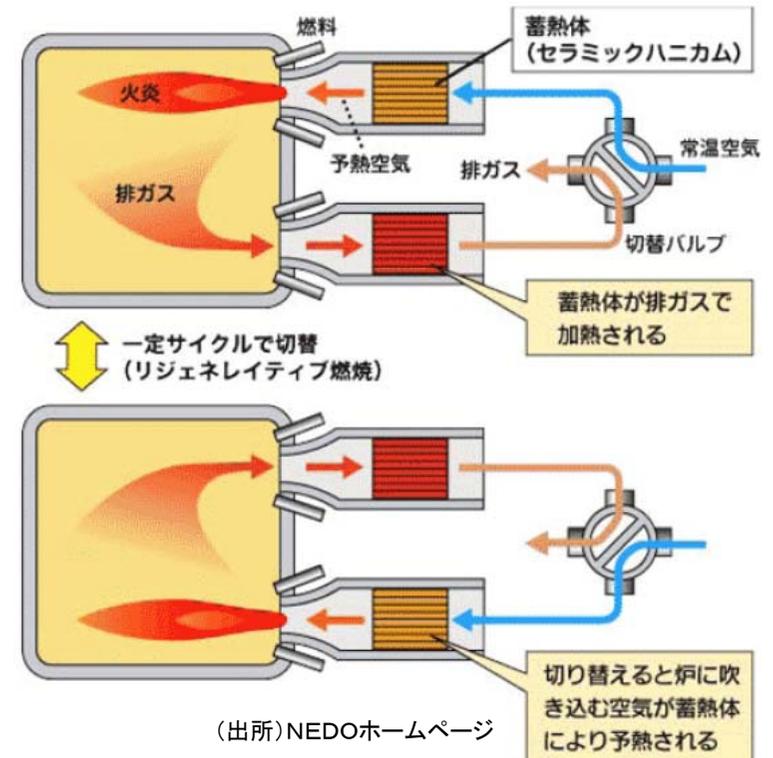
- ## ■ 高性能ガスボイラー
- 重油からの燃料転換や効率性向上により、
- 最大35%のCO<sub>2</sub>削減
  - 最大80%のNO<sub>x</sub>削減
  - SO<sub>x</sub>フリーを実現。



(出所)大阪ガス資料

## ■ 高性能ガス工業炉

従来の重油を用いた工業炉に比べ、50%以上のNO<sub>x</sub>低減

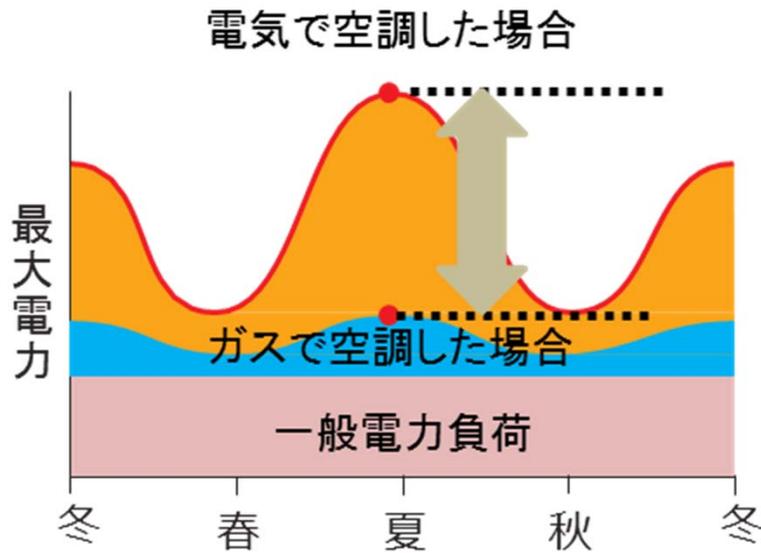


(出所)NEDOホームページ

# ガス空調による系統電力のピークカット

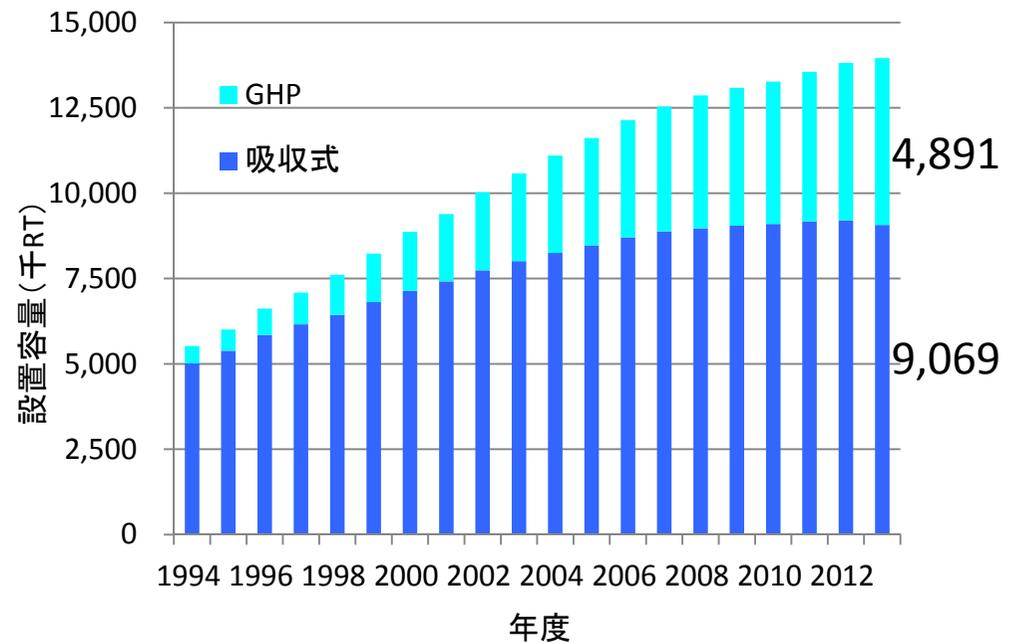
- 天然ガスを燃料にしたガスヒートポンプ等による冷暖房は、電力使用量が100分の1に低減し、夏期・冬期の電力の空調需要を大幅に削減する効果がある。
- ガス空調の設置容量は、20年で約2.5倍となり、空調設備全体の約23%を占める。

## ■ガス空調による電力ピーク対策効果



(出所)一般社団法人日本ガス協会資料

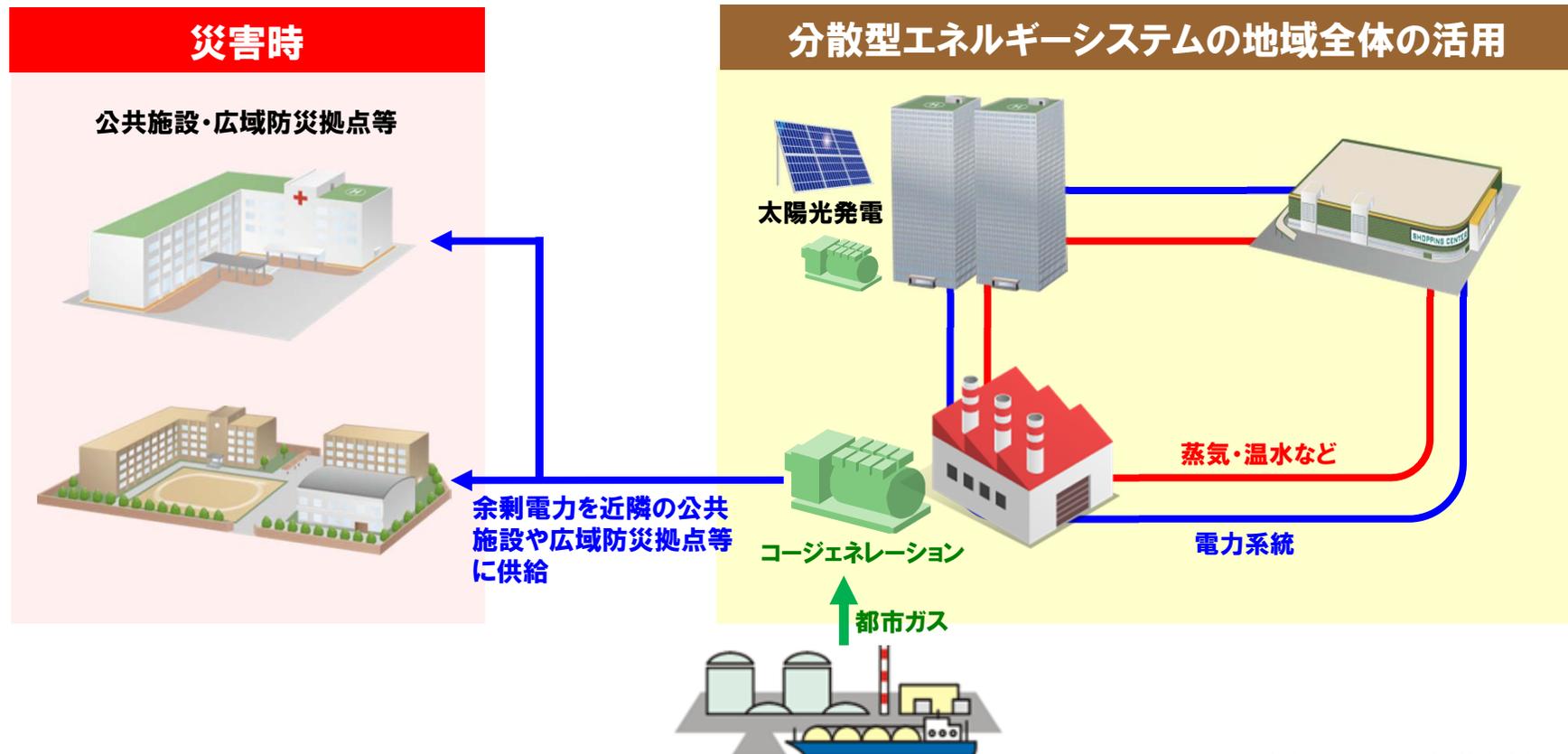
## ■ガス空調の普及状況



(出所)一般社団法人日本ガス協会資料

# 都市ガスを利用した分散型エネルギーシステムによる系統負荷の低減、強靱性向上

- 都市ガスは、パイプラインなどでロス無く需要地に届けるシステム。
- 高・中圧ガス導管の耐震性向上により、災害時のエネルギー安定供給にも貢献できる体制を整備。
- 都市ガスを利用したガスコージェネレーションは、電源構成の多様化や災害時のエネルギーセキュリティ向上に寄与する分散型エネルギーシステム。



(出所)一般社団法人日本ガス協会資料

## ガスシステム改革の推進

- ガスシステム改革の検討のため、総合資源エネルギー調査会基本政策分科会の下に、ガスシステム改革小委員会を設置。一昨年11月から本年1月まで、計21回開催。本年1月に報告書を取りまとめ。
- 同報告書を受け、ガス小売参入の全面自由化、ガス導管網の整備、需要家保護と保安の確保、導管事業の中立性確保、を柱とするガス事業法の改正法案(※)を本年3月に閣議決定し、国会に提出。

(※)電気事業法等の一部を改正する等の法律案:電力、ガス、熱供給に関するエネルギー分野の一体改革法案

### 目的1. 天然ガスの安定供給を確保する

保安の確保を大前提とし、災害時供給の強靱化を含め、天然ガスを安定的に供給する体制を整える。

### 目的2. ガス料金を最大限抑制する

国民生活及び国民経済を改善するため、諸外国に比べて高いガス料金を最大限抑制する。

### 目的3. 需要家の選択枝や事業者の事業機会を拡大する

都市ガス会社や料金メニューを自ら選びたいという需要家のニーズに多様な選択枝で応えられるようにする。また、電気、通信など他業種からの参入、都市ガス会社の他エリアへの事業拡大等を通じ、イノベーションを起こす。

### 目的4. 天然ガスの利用を拡大する

都市ガスの潜在的なニーズに応えられるようにすることで、天然ガス利用の拡大を図る。

### 3. 運輸部門の燃料多様化について

## 次世代自動車戦略における政府目標とグローバルな運輸部門の潮流

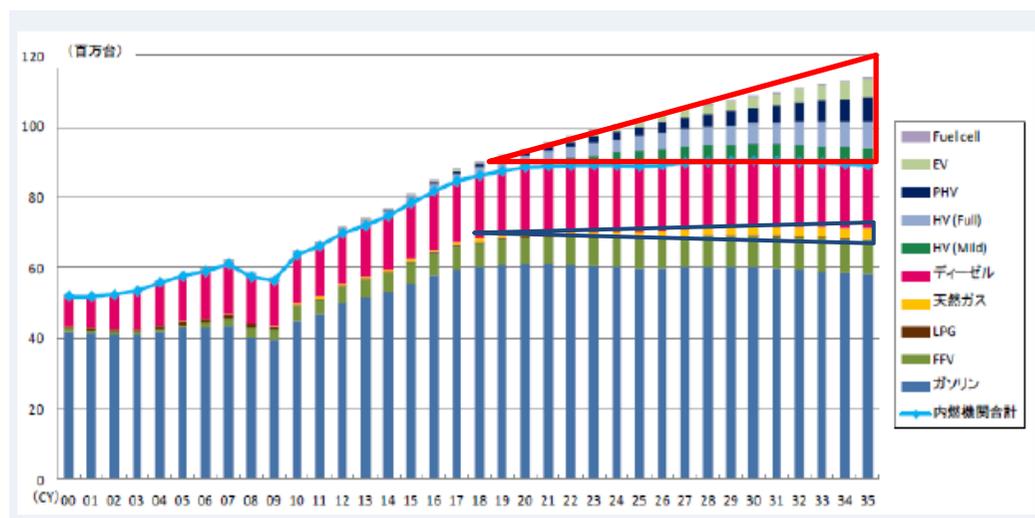
- 次世代自動車戦略2010では我が国における次世代自動車(ハイブリッド、電気、プラグインハイブリッド、燃料電池、クリーンディーゼル自動車)の普及に関する政府目標について示しており、これを着実に達成していくことが運輸部門の燃料多様化の観点からも重要。
- 一方で自動車産業戦略2014で示されたグローバル市場におけるパワートレインの変化としては、上記の次世代自動車に加え、天然ガス自動車の増加が予測されており、エネルギーセキュリティの観点から我が国でもトラック等の緊急時に必要となる車種については、経済性等も加味してその導入可能性を検討することが重要。

＜国内乗用車車種別普及目標(政府目標)＞

	2020年	2030年
従来車	50～80%	30～50%
次世代自動車	20～50%	50～70%
ハイブリッド自動車	20～30%	30～40%
電気自動車 プラグイン・ハイブリッド自動車	15～20%	20～30%
燃料電池自動車	～1%	～3%
クリーンディーゼル自動車	～5%	5～10%

出典:次世代自動車戦略2010

＜グローバル市場におけるパワートレイン別の見通し＞



出典:自動車産業戦略2014 (IHS Global Inc.の予測を元に住商アビーム自動車総合研究所作成)  
※各種施策の効果を加味していないシミュレーション

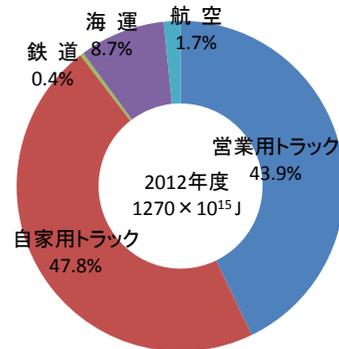
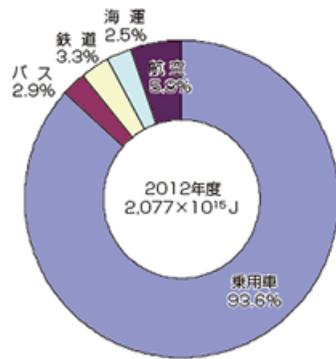
# 運輸部門の燃料多様化

■ 現在運輸部門の96%は石油燃料を消費。被災時における輸送用燃料の途絶が生じた場合に備え、地域ごとのインフラ整備状況も加味しながら、特に緊急時に活躍する車両(トラックやバス等)を中心に、多様なエネルギー利用構造を構築することが重要。

## 運輸部門の内訳

旅客部門  
62.6%

貨物部門  
37.4%



### 運輸部門全体に占める割合

乗用車	: 58.6%
トラック・バス	: 36.1%
海運	: 4.8%
航空	: 4.2%
鉄道	: 2.2%

※エネルギー白書より作成、内訳誤差のため、合計100%になっていない。

## 既存燃料の活用

### 【ガソリン・軽油】

運輸部門を支える重要なエネルギー。インフラも既に整っている。

#### ガソリン車



#### ディーゼルトラック



### 【LPガス】

タクシー用を中心にインフラが既に整っている。

#### LPG自動車



#### LPGトラック



### 【天然ガス】

燃料種多様化の観点から利用。今後、長距離トラック等でLNG利用の可能性有。

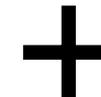
#### CNG自動車



#### CNGトラック



#### LNGトラック



## 次世代自動車の普及

### 【電気】

現在急速に充電器の整備が進んでいる。

#### 電気自動車



#### 電気バス



### 【水素】

4大都市圏(東京、名古屋、大阪、福岡)を中心に2014年市場投入。

#### 燃料電池自動車



#### 燃料電池バス



## (参考) 車両の燃料優先供給について

- 被災等の緊急時には緊急車両への優先供給を行うと共に、物資、人の大量移動を可能とする車両に優先的に燃料供給すべきではないか。
- また、特定の燃料供給の途絶を想定し、緊急時に必要とされる車両を中心に燃料利用の多様化を検討することも重要ではないか。

緊急車両の数は、全四輪車数(約7600万台)の0.08%程度。

車種	保有台数 (千台)	年間総走行距離 (百万km)	主な燃料	年間総燃料消費量 (各数量単位)	7日分の燃料消費量	
緊急車両	救急自動車	6 ※1	116 ※5	ガソリン	38,667kℓ ※5	742kℓ
	消防ポンプ自動車	17 ※1	34 ※6	軽油	34,000kℓ ※6	652kℓ
	警察用車両【白バイ除く】	34 ※7	612 ※8	ガソリン	61,200kℓ ※8	1,174kℓ
公共交通	バス	226 ※2	6,027 ※4	軽油	1,637,869kℓ ※4	31,411kℓ
	タクシー (乗用車の内数)	243 ※3	10,069 ※4	L P G	1,006,939t ※4	19,311t
トラック	普通車【大型トラック】	2,267 ※2	54,585 ※4	ガソリン	226,478kℓ ※4	4,343kℓ
				軽油	14,377,426kℓ ※4	275,731kℓ
	小型四輪車【小型トラック】	3,673 ※2	46,360 ※4	ガソリン	2,465,436kℓ ※4	47,282kℓ
				軽油	2,537,953kℓ ※4	48,673kℓ
軽四輪車	8,896 ※2	76,684 ※4	ガソリン	6,258,197kℓ ※4	120,020kℓ	
乗用車	普通車	17,294 ※2	168,580 ※4	ガソリン	17,815,854kℓ ※4	341,674kℓ
				軽油	596,624kℓ ※4	11,442kℓ
	小型車	22,869 ※2	192,915 ※4	ガソリン	16,602,281kℓ ※4	318,400kℓ
				軽油	332,977kℓ ※4	6,386kℓ
軽四輪車	19,258 ※2	151,305 ※4	ガソリン	11,533,256kℓ ※4	221,186kℓ	

※1：消防庁「消防白書」（平成25年版）

※2：国土省「自動車輸送統計調査」（平成24年12月分）

※3：日本自動車会議所「数字でみる自動車」（平成26年版）

※4：国土省「自動車燃料消費量統計年報」（平成24年度分）。なお、主な燃料以外の燃料を利用する車両については考慮していない。

※5：救急自動車の燃費を3km/ℓ（関東学園大学「太田市における救急サービスについて」（平成24年度））、年間出動回数を約580万回（消防庁「消防白書」（平成25年版））、一回の出動距離を20kmと仮定し試算。

※6：消防ポンプ自動車の燃費を1km/ℓ（関東学園大学「太田市における救急サービスについて」（平成24年度））、年間燃料消費量を約2,000ℓ/台（海老名市「災害時における燃料備蓄計画」（平成24年11月））と仮定し試算。

※7：警察用車両数（白バイ含む）を約42,500台（警察庁「警察白書」（平成25年版））、白バイ数を約8,500台（警察用車両数に占める白バイの割合を約20%（警察庁「警察白書」（昭和51年版））と仮定し試算。

※8：警察用車両（白バイ除く）の燃費を10km/ℓ、年間走行距離を18,000km（秋田県警HP）と仮定し試算。

## (参考) LNGトラック導入の意義

- 運輸部門の中でも特にトラックは貨物総輸送量の9割を占めており、国民生活・産業に直結する貨物を輸送。しかしながら現在の主要燃料である石油の中東依存度は極めて高い状況。他方、天然ガスは調達の分散化が進んでおり、燃料としての天然ガスの利用は運輸部門のセキュリティの向上に大きく貢献。
- また、天然ガス車は、従来の石油燃料を使用する車に比べてCO2排出量を2割程度の抑制できる見込み。さらに、燃料費について天然ガスは軽油と比べ概ね3割程度割安。
- なお、LNGトラックはCNGトラックに比べ①一回の充填での航続距離が長い(倍程度)、②スタンドの設置箇所が少なく済む(全国で10~20ヶ所程度)、③充填時間が短時間、④タンク容量が小さいため、より多くの積載が可能。
- 他方、車体価格についてはディーゼルトラックよりも割高(規格標準化や量産効果などにより低減の可能性あり)。インフラについては、新規の整備コストは10~20ヶ所程度で25~50億円程度の費用によって十分なインフラが整備できる可能性がある(既存のCNG設備も活用可)。

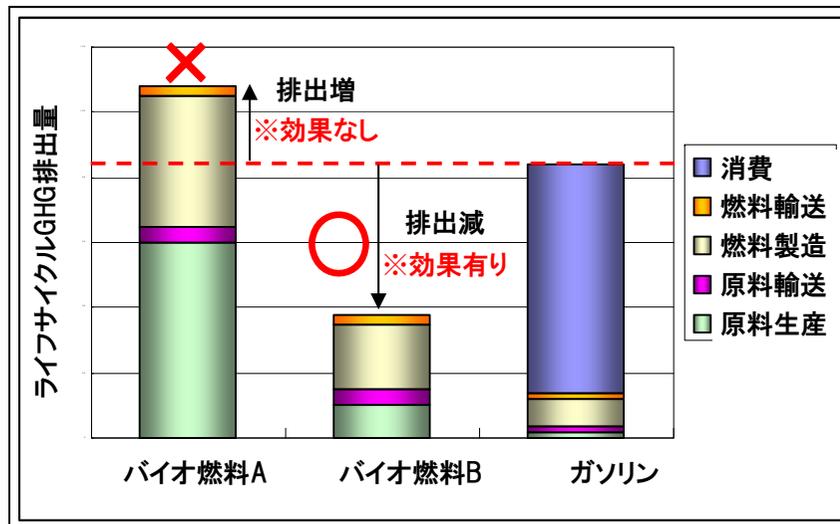
### 燃料種別トラックの比較

	LNGトラック	CNGトラック	ディーゼルトラック
燃料の中東依存度	30%(さらに低下する見込み)		87%
CO2排出量 (Well-to-Wheel)	79 ~ 87%		100%(基準)
燃料費	CNGと同程度見込み	76円/L(軽油換算) (2013年7月~2014年実績)	109円/L (2012~2014年実績)
航続距離	1000 km以上	500~600 km	1000 km以上
充填所・台数	未整備/未導入 (参考)中国は約17万台導入 (新規整備に一ヶ所2億円程度必要。)	300カ所/約1.9万台(2013年度) (参考)中国は約280万台導入	34,706カ所/約392万台(2013年度)
充填時間	5~10分程度	20~30分程度	5~10分程度

## 4. バイオ燃料の導入について

# バイオ燃料の導入意義

- 国際的には、バイオ燃料の導入意義として①地球温暖化対策、②エネルギーセキュリティー、③国内農業振興・産業振興が挙げられる。国によりバイオ燃料政策の政策目的で重視するものは異なる。
- バイオ燃料は、燃焼時のCO2排出はカーボンニュートラル性に鑑みゼロと見なせるが、原料の栽培や燃料製造時等にも温室効果ガス(以下GHG)が発生する。従って、ライフサイクルでのGHG排出を計算し、代替する化石燃料のライフサイクルにおけるGHG排出量と比較して小さくなければ、温暖化対策にはなり得ない。
- エネルギーセキュリティーの観点では、バイオ燃料は運輸部門の化石燃料への依存度の低減、エネルギー源の多様化等に資する有効な手段の一つである。ただし、供給安定性の確保のためには国産や開発輸入の比率を高める必要がある。また、価格面でも需要側が利用可能なレベルでのコスト低減は必要である。
- 農業振興の観点では、原料栽培農家や加工事業者に新たな事業機会を与える可能性もあるが、バイオ燃料の急速な導入拡大が食糧競合等を招き、農業振興にかえてマイナスに働く可能性も存在する点に留意が必要である。
- 特に藻類等の次世代バイオ燃料はCO2を吸収することにより培養が促進され、ライフサイクルでもCO2削減の効果が期待され、食糧競合も生じないため、今後の活用が期待される。



ライフサイクルGHG排出量の比較例

バイオ燃料、ガソリンの各工程における排出要因は以下の通り。

	バイオ燃料	ガソリン
原料生産	原料栽培	原油採掘
原料輸送	原料輸送	原油輸送
燃料製造	バイオ燃料製造	原油精製
燃料輸送	バイオ燃料輸送	ガソリン輸送
消費	0(カーボンフリー)	ガソリン消費

左のグラフでは、GHG削減効果を有するバイオ燃料はバイオ燃料Bのみ。

# エネルギー供給構造高度化法の概要

- 平成21年7月にエネルギー供給事業者による非化石エネルギー源の利用及び化石エネルギー原料の有効な利用の促進に関する法律(エネルギー供給構造高度化法)が成立した。石油精製事業者に対しては、以下に示す非化石エネルギー源の利用目標等が定められおり、バイオエタノールについては、石油精製事業者の利用目標を課している。
- 我が国の自動車燃料用バイオエタノール導入量の98%はブラジルからの輸入である一方で、バイオ燃料導入に積極的な国は自給率が高い。

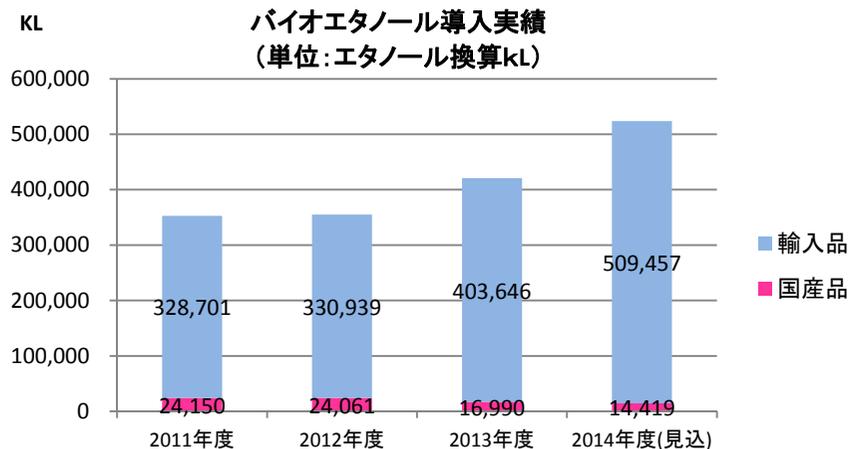
## ＜石油精製事業者に対する利用目標の詳細＞

- 前事業年度において供給する揮発油(ガソリン)の量が60万kl以上である石油精製事業者に対し、一定量のバイオ燃料利用目標を課す。
- 2011年度から2017年度までの7年間について石油精製業者によるバイオエタノールの利用目標量の総計は以下のとおり。
- 中長期的な視点での、セルロース・藻類等を原料として製造される次世代バイオ燃料の技術開発を推奨。  
(次世代バイオ燃料を導入した場合、2倍の量を導入したものととしてカウント。)

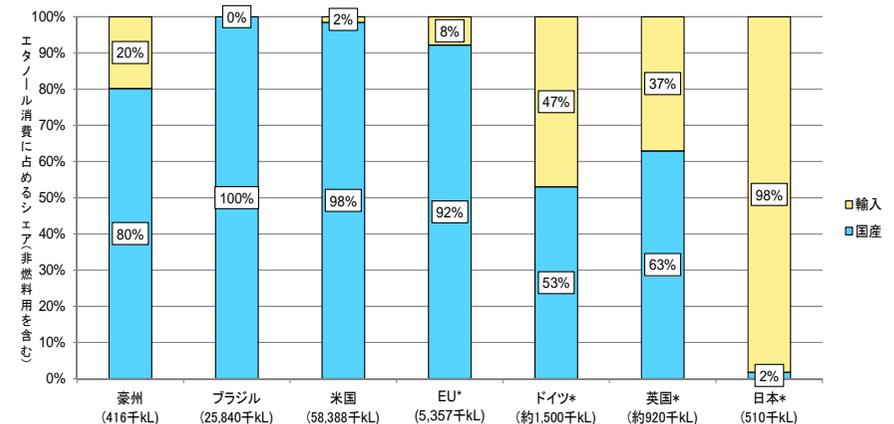
## 石油精製業者によるバイオエタノールの利用の目標量の総計 (単位:原油換算kl)

年度	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
目標量	210,000	210,000	260,000	320,000	380,000	440,000	500,000
導入実績	214,480	215,484	255,320	-	-	-	-

\*2013年度の数値が目標量を下回っているが、過年度からのバンキングがあるため、未達ではない。



## 諸外国のバイオ燃料自給率比較



出典:ドイツ・英国は2013年のデータ(Eurostat)、日本は2014年度のデータ(高度化法導入量及び国内製造実績)、左記以外は2014年のデータ(OECD/FAO統計)  
\*EU、ドイツ、英国、日本は燃料用のみ。EU、ドイツと英国の消費量はTOE単位で示されていたものを1TOE=1/0.51klで換算。

# 国産バイオエタノールの現状(エタノール製造プラント)

- 国内に存在するバイオエタノール製造プラント(1,000kL/年以上)は現状5件。
  - ✓ 北海道バイオエタノール株式会社、オエノンホールディングス株式会社、JA全農新潟:農水省「バイオ燃料(バイオエタノール)実証実施地区」事業に採択
  - ✓ 株式会社DINS堺:環境省「エコ燃料実用化地域システム実証事業」に採択
  - ✓ 日本アルコール産業株式会社出水工場:環境省「沖縄バイオ燃料本格普及事業」に採択
- ブラジル、米国等のエタノール製造プラントの規模は数十万kL/年であり、国内プラントは1桁以上小さい規模に留まる。
- 国内のエタノール生産量は年間1万kL程度であり、我が国の自給率は1%程度(2014年)。
- また、国内生産のバイオエタノールは十分なコスト低減が図れず、苦しい状況が続いており、我が国では農業振興としてのバイオ燃料推進は厳しい状況。

## 株式会社DINS堺

- 設置場所:大阪府堺市
- 施設能力:1,400kL/年
- 原料:廃材

## JA全農新潟

- 設置場所:新潟県新潟市
- 施設能力:1,000kL/年
- 原料:非食用米
- 製造コスト:654円/l  
(平成24年度実績)

## 北海道バイオエタノール株式会社

- 設置場所:北海道上川郡清水町
- 施設能力:1.5万kL/年
- 原料:余剰てん菜、規格外小麦
- 製造コスト:204円/l  
(平成24年度実績)

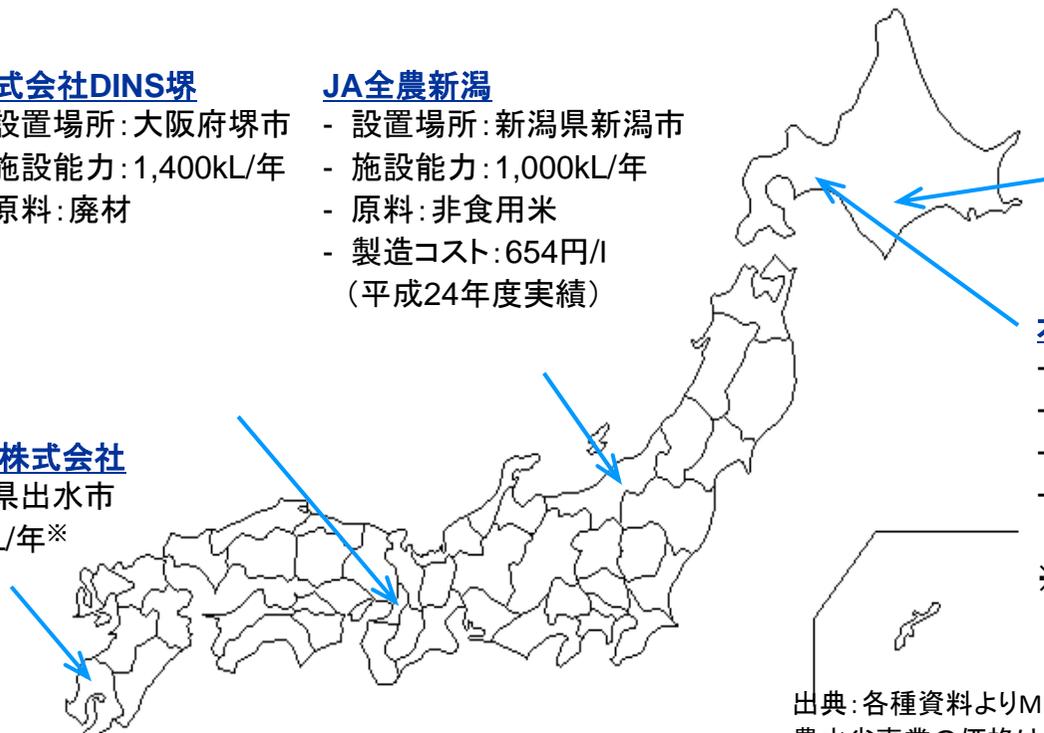
## オエノンホールディングス株式会社

- 設置場所:北海道苫小牧市
- 施設能力:1.5万kL/年
- 原料:非食用米
- 製造コスト:196円/l  
(平成24年度実績)

※事業は今年度限りで終了予定。

## 日本アルコール産業株式会社

- 設置場所:鹿児島県出水市
- 施設能力:1,000kL/年※
- 原料:糖蜜



出典:各種資料よりMRI作成

農水省事業の価格は「バイオ燃料生産拠点確立事業検証委員会報告書」(平成26年5月9日)より

※燃料用としての生産規模

## 我が国の次世代バイオ燃料技術開発の取組について

- 第1世代のバイオ燃料については食糧との競合が懸念されるため、我が国では、次世代バイオ燃料(第2、第3世代)の商用化に向けた低コスト化等の技術開発に取り組んでいる。

### <サトウキビ・トウモロコシ等(第1世代バイオ燃料)>

- 原料の糖から、発酵技術を用いてエタノールを生産する。ブラジルを中心にした市場が形成され、既に世界で流通している。その一方で、原料が食物であり、食糧との競合が懸念される。

### <木質・草本(第2世代バイオ燃料)>

- 木や草などのセルロース系バイオマス为原料に、発酵技術を用いてエタノールを生産する。2020年頃の市場確立を目標に、現在、食糧競合や環境影響を引き起こさないバイオ燃料の一貫生産システムの確立を実施している。

### <微細藻類等(第3世代バイオ燃料)>

- 過去に培ってきた発酵技術の応用は、喫緊のバイオ燃料製造に対して有効であるが、さらなるエネルギーセキュリティを確保し、2025~2030年頃の市場拡大を目指すべく、油分を生成する微細藻類を活用したり、原料をくまなく活用できるBTL技術を用いた、高効率かつ高収量なバイオ燃料製造技術の開発を実施している。

# 次世代バイオ燃料の生産における課題

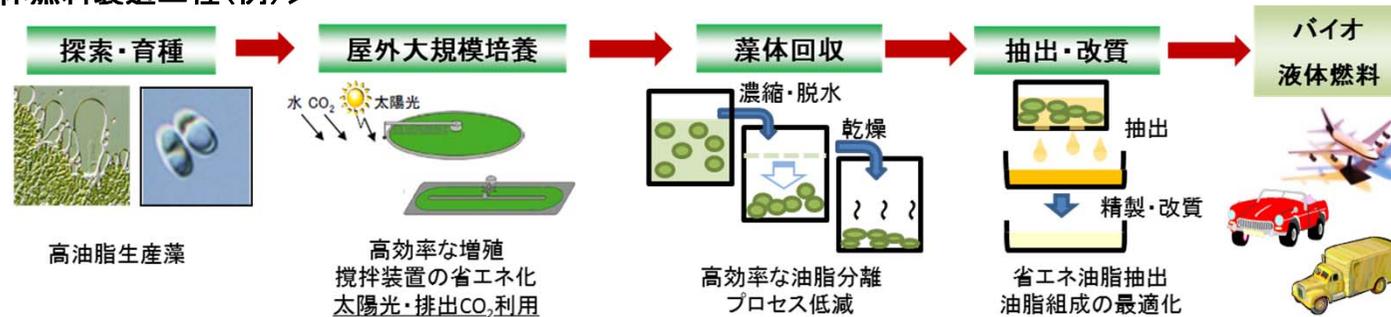
○食糧と競合しないセルロース系資源作物からのエタノール生産技術確立のために、一貫生産システムでの実証、及び要素技術開発が課題。

## <セルロース系バイオエタノール製造工程(例)>



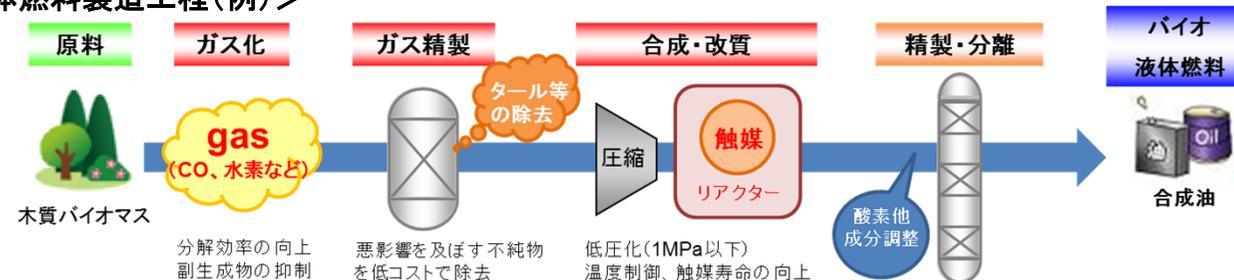
○微細藻由来バイオ燃料製造技術では、「探索、育種」は液体燃料収率向上を図るために、「培養、回収、抽出」は藻種に適した技術を確認するために必要であり、これら各要素技術は、微細藻由来バイオ燃料の導入普及に当たって、克服しなければならない課題である。

## <微細藻由来バイオ液体燃料製造工程(例)>



○BTLによるバイオ燃料製造技術では、「ガス精製」は合成・改質に悪影響を及ぼす不純物を低コストで除去し液体燃料収率の向上を図るために、「合成・改質(リアクター)」は高効率化によってエネルギー効率の向上を図るために必要であり、BTLによる液体燃料を導入普及させるに当たって、克服しなければならない課題である。

## <BTLによるバイオ液体燃料製造工程(例)>



## (まとめ)我が国におけるバイオ燃料導入の意義と今後の方向性

- 我が国では第一世代バイオ燃料の原料確保や生産コスト低減を図ることが難しく、これまでの取組の結果として農業振興の目的を達成することが困難であることが分かってきた。よって我が国のバイオ燃料導入の目的としては、温室効果ガス削減、エネルギーセキュリティの向上が主要な目的となると考えられる。
- 欧米においては、食糧競合などの持続可能性の問題から、第一世代から次世代バイオ燃料へのシフトを目指している。
- 運輸部門での温室効果ガス削減手段としてのバイオ燃料導入は引き続き重要であり、エネルギー基本計画にも記載の通り、こうした持続可能性や国際的な動向を踏まえつつ、引き続き導入を継続していくことが重要である。
- 一方で、我が国の現在のバイオ燃料導入状況を考えた場合、9割以上をブラジルからの輸入に依存しており、バイオ燃料の調達構造は依然として脆弱である。今後、我が国事業者による次世代バイオ燃料の国内生産や開発輸入を進めることが期待される。
- また、国際的な航空分野の温室効果ガス削減の枠組みの中ではバイオジェット燃料の導入拡大が期待されている。このような観点からも、次世代バイオ燃料の開発を進めていくことが重要である。



- エネルギー供給構造高度化法の告示による石油精製事業者のバイオ燃料導入目標は、平成29年度(2017年度)をもって終了するが、平成30年度(2018年度)以降のバイオ燃料導入については上記のような方向性を踏まえて検討していくことが重要。
- また、現在技術確立に向けて取り組まれている次世代バイオ燃料の研究開発を着実に進め、我が国の運輸部門における温室効果ガス削減、エネルギーセキュリティの向上につなげていく。

## (参考)海外のバイオ燃料政策の現状と今後

- 各国とも、農業振興・環境対策の観点からバイオ燃料導入。米国・EUは食料と競合しないセルロース系バイオ燃料の技術開発も行っている。

※各国のバイオエタノール自給率(2014年) 〈出典: F.O.Lichts〉

・アメリカ…100% ・EU…95% ・ブラジル…100% (参考)日本…2%(2014年)

### ○アメリカ



#### 【現状】

- ・「エネルギー自立・安全保障法」  
→2022年に年間360億ガロンの導入を目標  
→LCAでのCO2削減効果がとうもろこし等の第1世代は20% (先進型は50%)、草木系の第2世代は60%以上のバイオ燃料に限定する基準を策定。
  - ・2014年の導入目標量は、EPA(米環境保護庁)が発表した切り下げ案が論争を呼び、年内に決定できず。今後現実の市場導入状況を踏まえ、抜本的見直しが見通し。
  - ・E15の使用に向けて規制緩和を行ったが、自動車業界から安全上の問題を指摘されている。
- #### 【現状規格と高濃度化の状況】
- ・E10(一般車)とE15、E85(対応車のみ)が導入済。
  - ・E85利用は限定的。
  - ・E15については、2001年以降に販売された小型・中型車等、EPAが認めた一部の車両にのみ利用可能。

### ○EU



#### 【現状】

- ・「再生可能エネルギー指令」  
→2020年までに輸送用燃料に占める再生可能エネルギーの割合を10%とする目標  
→現在、ILUC(間接的土地利用変化)問題や食糧競合などの持続可能性の問題から、第一世代バイオの利用を促進する方針を転換する方向。専ら既存の生産業者の既得権を保護するために穀物由来燃料の比率を7%に制限する目標案を検討中。
- LCAでのCO2削減効果の最低基準を50%(2017年末までは35%)、2014年7月以降の稼働施設で生産した場合は60%とする案を検討中。
- ・軽油混合BDFが中心。

#### 【現状規格と高濃度化の状況】

- ・E5(一般車)、E10、E85(対応車のみ)が導入済。
- ・次世代バイオ燃料についてセルロース系は導入目標において2倍カウント、藻類については4倍でカウントすることを検討中。

### ○ブラジル



#### 【現状】

- ・世界最大のエタノール輸出国 (原油換算100万KL)
- ・エタノール産業を輸出産業と位置づけて積極的に支援
- ・サトウキビ生産はこれまで年率10%程度の拡大を見せていたが、エタノール生産量の停滞により、2011年にはエタノール輸入国に転じ、以後生産量は増減している。

#### 【現状規格と高濃度化の状況】

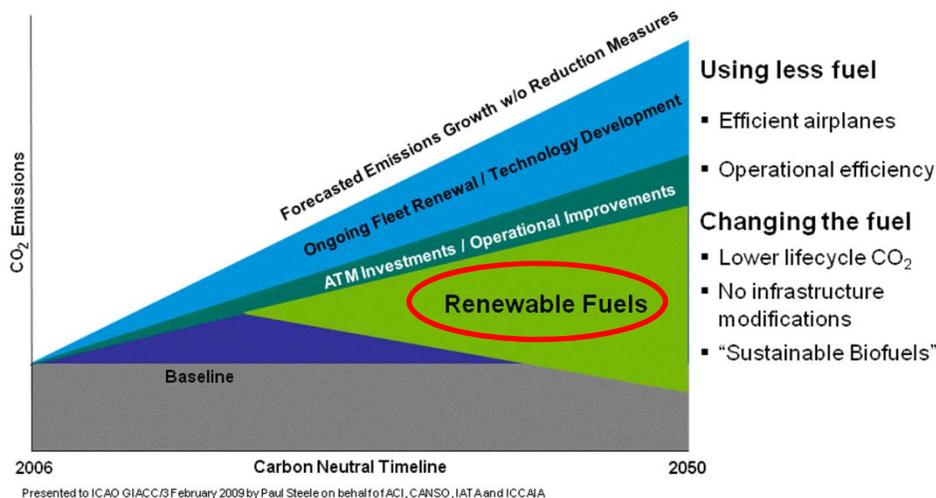
- ・E25(一般車)、E100(対応車のみ)が導入済。
- ・エタノールとガソリンを自由に選択して走行可能な車両(フレックス燃料車)の導入が進んでいる。

## (参考)最近のバイオジェット燃料を取り巻く環境

- 近年、国際的な航空部門におけるバイオジェット燃料へのニーズの高まりが見られる。これは、国際民間航空条約に基づく国連の専門機関ICAOの温室効果ガス削減に関する目標の策定や、これに対応した国際的な民間航空団体IATAにおける行動計画策定の動きを契機としている。
- 世界的な航空輸送需要の増加を見込む中で、ICAOは、2020年以降CO2排出を頭打ちにする目標を策定しており、IATAは、ICAOこれを踏まえ2020年までに世界平均1.5%燃費効率改善、2050年までに2005年対比CO2排出50%削減という目標を掲げている。目標達成は、バイオジェット燃料が導入されなければ困難と見られている。
- 世界各国でもバイオジェット燃料導入に向けた動きがあるとともに、我が国でも、民間航空事業者を中心とする会議体「次世代航空機燃料イニシアティブ」が発足しており、サプライチェーン構築に向けた課題を検討してきている。今後政府としてもバイオジェット燃料の導入体制の整備を検討していく。

### ICAOの2050年迄のCO2削減取組みの方向性

- 温室効果ガス削減においてバイオジェット燃料が今後重要な役割を果たすことが期待されている。



### 海外エアラインのビジネスフライトでの実績

- 欧米を中心に商用でもバイオジェット燃料の利用が開始。ブラジルでは昨年オリンピックにあわせて商用飛行を実施。

Carrier	Aircraft	Flight path	Date	Feedstock (Supplier)
KLM	B737	Amsterdam - Paris	22 June 2011	Used cooking oil (SkyNRG)
Lufthansa	A321	Hamburg - Frankfurt	15 July 2011	Mix of feedstocks (Neste Oil)
AIRFRANCE	A321	Toulouse - Paris	13 October 2011	Used cooking oil (SkyNRG)
UNITED	737-800	Houston - Chicago	7 November 2011	Algae (Solazyme)
GOL <small>Linhas aéreas inteligentes</small>	737	Multiple destinations in Brazil	June / July 2014	Inedible corn oil and used cooking oil (Honeywell UOP)
Lufthansa	A320	Frankfurt - Berlin	15 September 2014	Farnesan sugar-based fuel (Amyris Total)
FINNAIR	A330	Helsinki - New York	23 September 2014	Used cooking oil (SkyNRG)

## 4. 水素社会の推進について

# 水素エネルギー利活用の意義

- 多岐にわたる分野において、水素の利活用を抜本的に拡大することで、大幅な省エネルギー、エネルギーセキュリティの向上、環境負荷低減に大きく貢献できる可能性がある。
- さらに、「将来の二次エネルギーでは、電気、熱に加え水素が中心的役割を担うことが期待され」ており、「“水素社会”の実現に向けた取組の加速」が必要（「エネルギー基本計画」）。

## 水素エネルギー利活用の一般的な意義

### 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が可能

### ②エネルギーセキュリティ

水素は、副生水素、原油随伴ガス、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り、地政学的リスクの低い地域からの調達や再エネ活用によるエネルギー自給率向上につながる可能性

### ③環境負荷低減

水素は利用段階でCO<sub>2</sub>を排出しない。さらに、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、又は再エネを活用することで、トータルでのCO<sub>2</sub>フリー化が可能

### ④産業振興

日本の燃料電池分野の特許出願件数は世界一位である等、日本が強い競争力を持つ分野

## 水素エネルギー利活用の形態

従来

産業ガスや  
特殊用途

産業ガス    ロケット燃料



現在

エネルギー  
利用本格化

家庭用燃料電池  
(エネファーム)    燃料電池自動車  
(FCV)



2009年市販開始

2014年市販開始

FC: 燃料電池

将来

多様な  
用途



水素ジェット航空機    FCスクーター    ポータブルFC    FC鉄道車両

# 水素社会の実現に向けたロードマップの策定

- 水素エネルギー利活用の促進に向けて、需要に見合った水素の安価・安定的な供給のため、水素の「製造」「貯蔵・輸送」「利用」まで一貫通貫したサプライチェーン構築が重要。
- 各種の取組を進めるため、経済産業省に産学官からなる「水素・燃料電池戦略協議会」を設置。同協議会での議論を経て、2014年6月にロードマップを策定。

## 水素サプライチェーンのイメージ



## 水素社会の実現に向けたロードマップ

技術的課題の克服や経済性の確保に要する期間の長短に着目し、以下の3つのフェーズに分けて取組を進めていくことをとりまとめ。

### 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。

### 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。

### フェーズ3

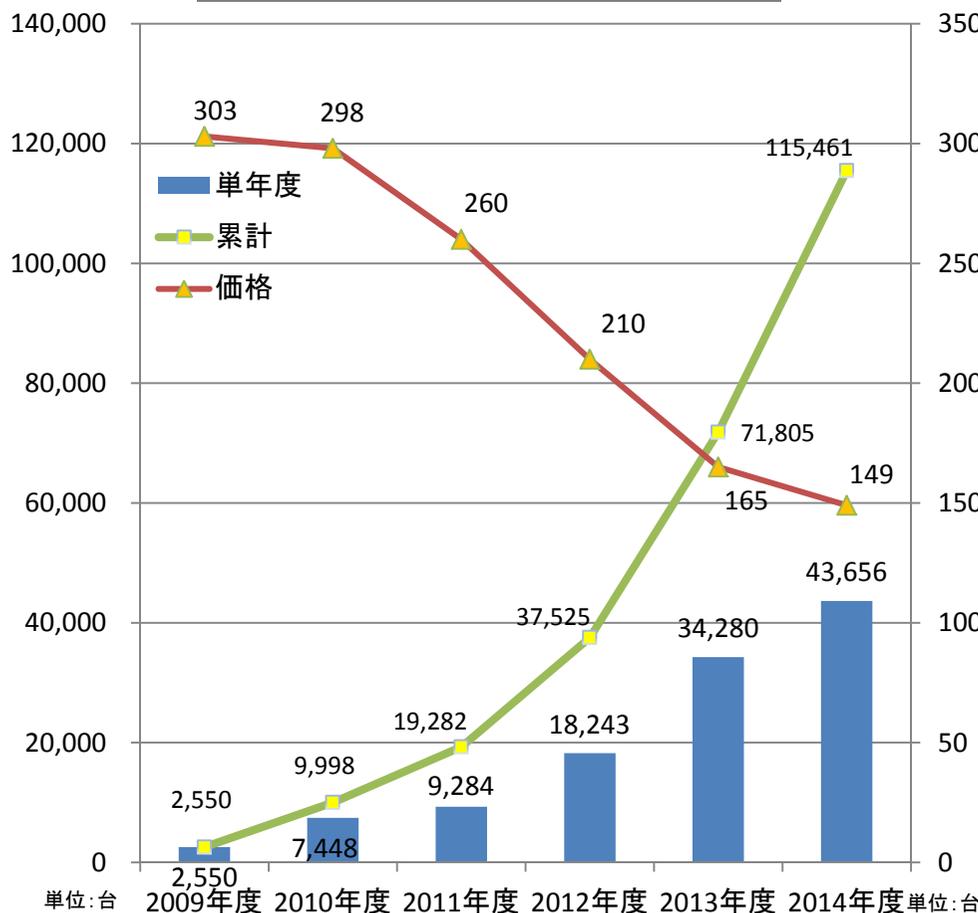
#### トータルでのCO2フリー水素供給システムの確立

水素製造にCCS(二酸化炭素回収・貯留)を組み合わせ、又は再生可能エネルギー由来水素を活用し、トータルでのCO2フリー水素供給システムを確立する。

# ①家庭用燃料電池： 現状

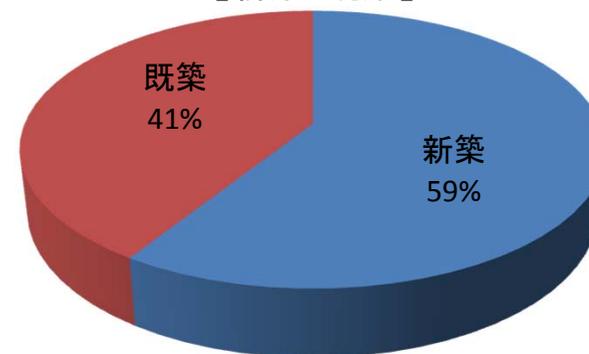
- 2009年に世界に先駆けて日本で販売開始。これまでに約12万台が普及。
- 販売価格は、2009年の販売開始時には300万円超であったものが、現在は150万円程度にまで低減。
- また、現状では、新築の戸建住宅への普及が中心となっている。

家庭用燃料電池の普及推移

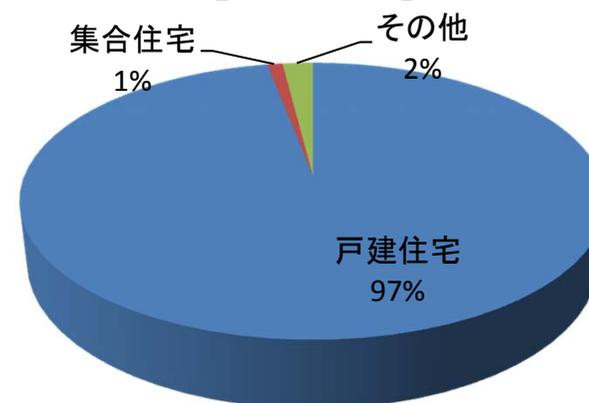


家庭用燃料電池の普及状況

【新築・既築】



【戸建・集合】



# ①家庭用燃料電池：課題と取組の方向性

- 家庭用燃料電池については、2020年に140万台、2030年に530万台の普及が目標。
- この目標を達成するためには、①コスト低減とランニングメリット向上により経済性を向上させるとともに、②普及が遅れている既築住宅や集合住宅等への普及により市場を拡大することが重要。

## 経済性の向上

### ①家庭用燃料電池の導入支援

- 導入初期における市場創出のため導入費用の一部を補助(平成26年度補正:222億円)



### ②家庭用燃料電池の低コスト化

- 電極触媒に使用される白金の使用量の低減
- 設置工事やメンテナンスにかかるコストの低減等
- 部品点数削減や部品共通化等

※白金量の飛躍的低減による低コスト化と、高効率・高耐久を両立させる電極触媒の開発



### ③家庭用燃料電池の発電電力の取引円滑化

- 家庭用燃料電池の逆潮について技術的、制度的課題抽出及びその解決に向けた実証を予定
- 集合住宅内で発電した電力の融通を実施

集合住宅内電力融通イメージ



## 市場の拡大

### ①既築住宅への普及

- 既築住宅への導入に対する優遇措置(5万円の上乗せ補助)
- 既設給湯器の活用による燃料電池ユニット及び貯湯ユニットの後付け

### ②集合住宅への普及

- 2014年4月集合住宅向けエネファームの市場投入
- 任意団体であるエネファームパートナーズ会員へのディベロッパー事業者の参加



集合住宅向けエネファーム

### ③海外への普及

- 2014年4月熱需要の多い欧州等を中心とした海外への展開

欧州市場向けの家庭用燃料電池



## ②燃料電池自動車／水素ステーション： 現状

- 2014年12月、世界に先駆けて燃料電池自動車が日本で販売開始。今後も、国内外の複数の自動車メーカーが燃料電池自動車を市場投入することを表明。
- 水素ステーションについても、2013年度から先行整備を開始し、これまでに54箇所の整備を進めており、うち18箇所が開所済み(※平成26年度末現在)。

### 燃料電池自動車の市場投入

#### トヨタ自動車



<2014.12.15>

- 燃料電池自動車「MIRAI」を販売開始(税込価格723.6万円)

<2015.1.6>

- 燃料電池自動車等に関する特許実施権(約5,680件)の無償提供を発表

#### 本田技研工業



<2014.11.17>

- 燃料電池自動車のコンセプトカーを発表
- 2015年度中に日本で販売開始することを発表。

#### その他メーカー

- 日産自動車・ダイムラー・フォードは、2017年に向けて共同開発に合意。
- BMWは、2020年に向けてトヨタと共同開発に合意。
- GMIは、2020年に向けてホンダと共同開発に合意。
- 現代自動車は、2014年6月から一般リース販売。

### 水素ステーションの整備

全国:54箇所

(※)赤字は移動式

首都圏:30箇所

中京圏:12箇所

北部九州圏:6箇所

関西圏:6箇所

福岡県 福岡市②①  
北九州市②  
山口県 周南市

愛知県 名古屋市③②  
岡崎市  
刈谷市  
豊田市②  
日進市  
清須市  
みよし市



東京都 千代田区  
港区  
江東区  
大田区①①  
杉並区  
荒川区  
板橋区  
練馬区  
八王子市  
埼玉県 さいたま市②②  
川越市  
春日部市  
狭山市  
越谷市  
戸田市  
千葉県 千葉市  
印旛郡  
神奈川県 横浜市②②  
相模原市  
藤沢市  
伊勢原市  
海老名市  
山梨県 甲府市

滋賀県 大津市  
大阪府 大阪市  
茨木市①①  
泉佐野市  
兵庫県 尼崎市

※平成27年3月末日現在

## ②燃料電池自動車／水素ステーション： 課題と取組の方向性

- 燃料電池自動車については、2025年頃に同車格のハイブリッド車同等の価格競争力を有する車両価格を目指す。水素ステーションについては、2015年度までに4大都市圏を中心に100箇所程度の整備、2020年頃にハイブリッド車の燃料代と同等以下の水素価格を目指す。
- この目標を達成するためには、燃料電池自動車について燃料電池システムのコスト低減等を進めるとともに、水素ステーションについて整備・運営コストの低減等を進めることが重要。

### 燃料電池自動車の普及



燃料電池自動車

トヨタ自動車：2014年12月15日の一般販売開始

#### ①燃料電池自動車の普及支援

- 初期需要創出の観点から、燃料電池自動車の量産効果を下支えする導入補助(202万円を補助)

#### ②燃料電池等の技術開発

- 燃料電池自動車の低コスト化、高耐久化に向けて、燃料電池に関する基盤技術開発、水素タンクに関する技術開発等を促進

#### ③海外展開に向けた制度整備

- 世界統一基準と国内法令の調和や、相互承認を推進

### 水素ステーションの整備



※定置式ステーション(左)  
移動式ステーション(右)

#### ①水素ステーションの整備補助

- 水素ステーション整備費を補助 (原則1/2補助)
- 需要創出活動等に係る費用を補助 (2/3補助)

#### ②低廉な水素ステーションの整備

- 燃料電池自動車の普及状況に見合った仕様確立
- 圧縮機や蓄圧機等の構成機器の低コスト化に向けた技術開発
- パッケージ型や移動式ステーションの活用

#### ③規制見直し

- 高圧ガス保安法等の規制について、欧米の規制を参考にしつつ、圧力容器の設計基準、使用可能鋼材の制約等を見直す
- 「規制改革実施計画」(2013. 6)に基づき、25項目について規制見直しを加速化。更なる見直しを検討中

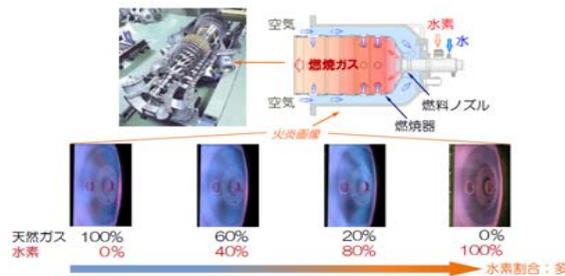
# 水素発電の現状と取組

- 水素発電は、水素をガスタービン又はボイラーで燃焼させることで発電を行うもの。
- 発電段階では二酸化炭素を排出せず、褐炭等からの水素製造時に発生する二酸化炭素をCCSによって回収して地中に貯留したり、再生可能エネルギー由来の水素を活用したりするなど、水素の製造方法によっては二酸化炭素を排出しない二酸化炭素フリーな電源となり得る。
- ただし、現時点においては経済性等に課題が残るため、これらを克服すべく、今から着実に水素発電の導入に向けた技術開発や実証に取り組んでいくことが重要。
- 発電事業向けについても、技術開発を推進するとともに、実際のプラント運用に際してのオペレーションを確立すべく、本年度から小規模な水素発電等に関する実証を開始する予定。

## 水素発電の燃焼器等の開発の一例

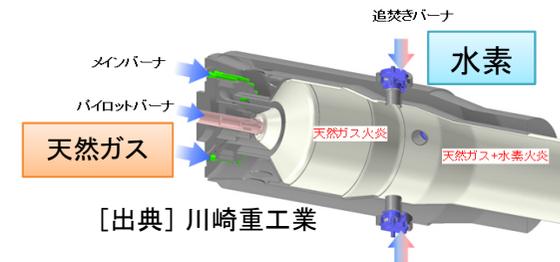
### デュアル水噴射型水素ガスタービン

- ✓ NO<sub>x</sub>原因の局所的な高温スポットの発生を水噴射により低減。
- ✓ 水素と天然ガスの割合を水素0%から100%まで変更が可能。



### ドライ追焚型60%混焼ガスタービン

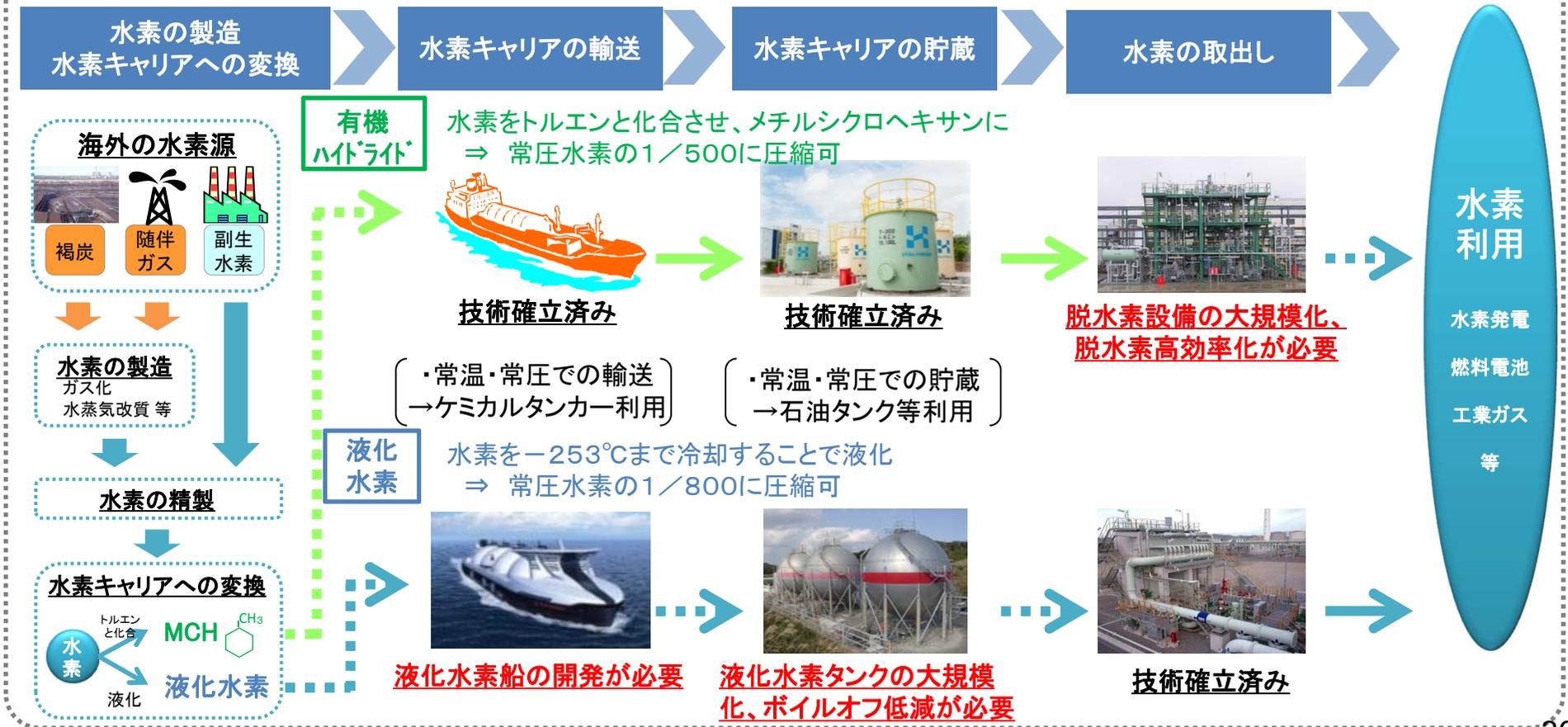
- ✓ メイン・パイロットバーナから天然ガスを噴射するとともに、水素ガスを追焚型バーナから噴射することで安定燃焼させ、NO<sub>x</sub>発生と逆火等のリスクを低減。
- ✓ 2015年度に市場投入予定



# 大規模な水素供給システムの現状と取組

- 従来、そのままの形で我が国に輸送することは困難であった海外の未利用エネルギー（例. 褐炭や副生水素等）を、水素の形に変換することで、輸送性や貯蔵性を高めようとする取組が進展。
- 2030年頃に海外の未利用エネルギー由来水素の製造、輸送・貯蔵を本格化すべく、残された技術的課題（例. 設備の大規模化、液化水素船の開発等）の解決に向けて、本年度から水素供給チェーンの構築実証を開始する予定。

## 水素供給チェーンの各工程における技術水準の概要



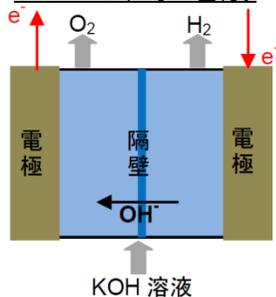
# 再生可能エネルギー等を活用して製造した水素供給の現状と取組

- 化石燃料由来の水素エネルギーを利用する場合、水素の製造段階で二酸化炭素が発生するため、地球温暖化への対応という観点からは必ずしも十分とはいえない。
- このため、将来的にはCCS(二酸化炭素回収・貯留)等の二酸化炭素排出を低減する技術や、再生可能エネルギーを活用することで、より二酸化炭素の排出が少ない水素供給構造を実現していくことが重要であり、そのために必要な技術開発を進めている。

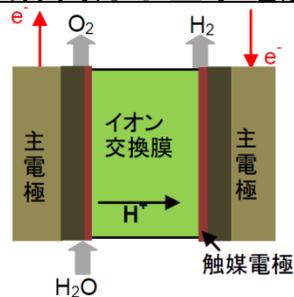
## 水電解による水素製造技術

- ✓ 再生可能エネルギーからの水素製造は、発電した電力を用いた水電解によるのが一般的。
- ✓ 水電解にはアルカリ水電解や固体高分子型水電解などの複数の方法があり、それぞれコスト低減や大規模化に向けた研究が進められている。

### アルカリ水電解



### 固体高分子型水電解

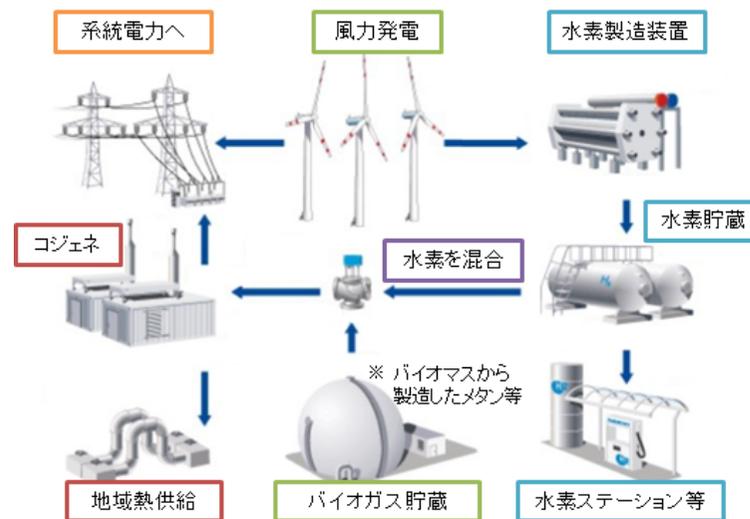


	アルカリ水電解	固体高分子型水電解
フィード	KOH 溶液、NaOH 溶液	純水
必要電力	4.5~6.5 kWh/Nm <sup>3</sup>	5.0~6.5 kWh/Nm <sup>3</sup>
システム規模	大型化可能	50Nm <sup>3</sup> /h 程度
水素純度(精製プロセス含む)	99.99%	99.99%

[出典] NEDO「水素エネルギー白書」

## 海外の再エネ由来水素の取組事例

- ✓ ドイツのプレムフラウでは、風力発電の余剰電力を活用し水を電気分解して水素を製造するプロジェクトを実施。
- ✓ 水素は、水素ステーション等に供給されるとともに、バイオガスと混合されてコジェネの燃料として利用。



[出典] EnerTrag社資料より作成