

# 「再生可能エネルギー社会への鍵: エネルギーキャリア(プロジェクトの背景と内容)」

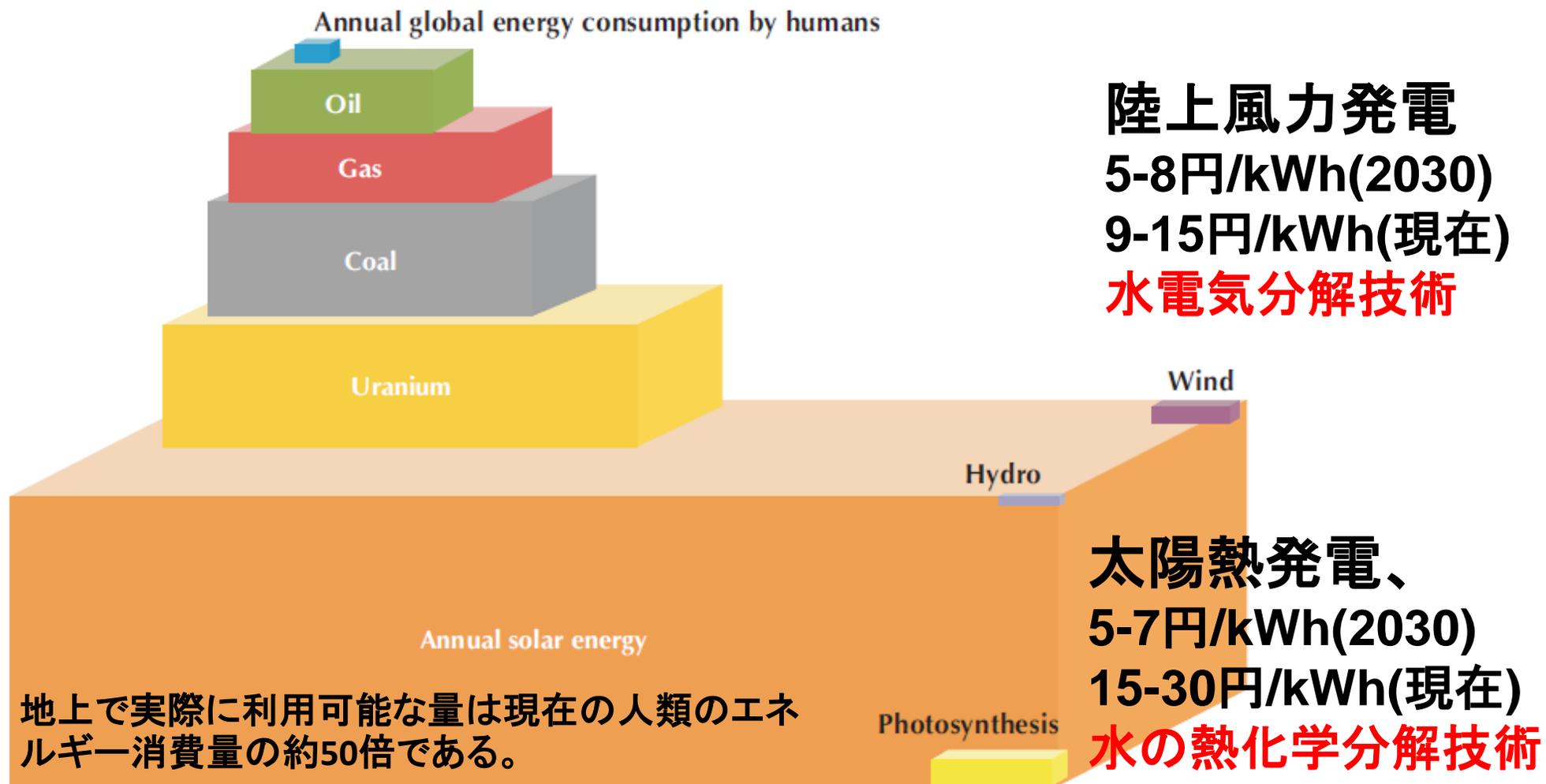
科学技術振興機構 エネキャリアPJ運営総括  
秋鹿(あいか) 研一

理事長定例記者会見  
平成25年11月20日

# 地球上のエネルギー量比較

(広島大小島資料、より転用)

(再生可能エネルギー**利用技術開発**)



Source: National Petroleum Council, 2007, after Craig, Cunningham and Saigo (republished from IEA, 2008b).

電気(少量貯蔵・少量輸送)



水素(大量貯蔵・大量輸送)?

# 水素キャリアの特性 (\*1, 0.1MPa, 240K)

物性値(単位)	NH <sub>3</sub>	メチルシクロヘキサン (C <sub>7</sub> H <sub>14</sub> )	CH <sub>3</sub> OH/ H <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> O/ 3H <sub>2</sub> O	液体水素 (H <sub>2</sub> )
分子量	17.03	98.19	32.04/ (18.02)	46.07/ (54.05)	2.016
沸点(K)	240	374	338	249	20.3
密度(g/cm <sup>3</sup> )	0.682* <sup>1</sup>	0.769	0.792 /1.00	0.67(0.5 MPa, 293 K)/ 1.00	0.0706
質量水素密度 (mass%)	17.8	6.16	12.1	12.1	100
体積水素密度 (kg/100L)	12.1	4.73	10.3	9.86	7.06
水素放出に要す ΔH (kJ/molH <sub>2</sub> )	30.6	67.5	43.8	45.6	0.899
世界(日本)での 必要量/億トン	230 (10)	790 (33)	230 (10)	170 (7.0)	37 (1.5)

142L-200L



液体水素

液化温度-253°C(0.1MPa)

液化温度-242°C(1MPa)

室温での液化：不可

83-93L



液体アンモニア

液化温度-33°C(0.1MPa)

液化温度25°C(1MPa)

液体アンモニア中の水素密度は液体水素の1.7~2.2倍

アンモニア：CO<sub>2</sub>フリーのエネルギーキャリア

メチルシクロヘキサン：ガソリンと同じインフラが使える

# 「エネルギーキャリア基盤技術」の研究開発推進体制

2013.9.3

H25年度よりスタート

## 経済産業省

再生可能エネルギー貯蔵・輸送技術開発 (11.3億円)

## 文部科学省

ALCA特別重点プロジェクト (エネルギーの貯蔵、輸送、利用等に関する革新的な技術開発: 約10億円)

### ガバナンス・ボード: 両省局長の設置する機関

#### ◆研究管理、主要知財管理方針、研究設備の共用方針などを決定

議長: 経済産業省 研究開発課長、文部科学省 環境エネルギー課長 (共同議長)

戦略コーディネータ: 相澤JST顧問

メンバー: ALCA/PO(秋鹿)、PL(産総研後藤)、CREST/PO(江口)、NEDO、JST、理研、笠木JSTフェロー

検討結果のインプット

### トータルシステム・シナリオ検討G (調査機関に委託も)

リーダー: PL(産総研)後藤

メンバー: 今後、選考。(エンジ企業、エネルギー企業、輸送機械、商社、学者等)

- ①分析・シナリオの枠組みの検討
- ②エネルギー・キャリア(複数)に関する導入シナリオ等の研究

## 経済産業省 PL: 後藤 (産総研)

### 水素製造技術開発

低コスト水素製造技術開発 (アルカリ水電解等)

- 電流密度の向上による設備コスト低減
- 変動する再生可能エネルギーからの高効率直流電力への変換

高効率水素製造技術開発 (水蒸気電解等)

- 高効率・長寿命セル・スタック開発、特性評価
- システムコンセプト実証機の試作

### 水素周辺技術開発

- 液化貯蔵システム  
(液化水素タンク容量、効率、貯蔵期間向上)

### エネルギーキャリア・システム研究

- 水電解・バイオマスからメタン製造
- 熔融塩電解アンモニア合成
- OMCH脱水素プロセス

エネルギーキャリア安全性評価 (産総研)

## JST- ALCA特別重点プロジェクト

PO: 秋鹿 (東工大名誉教授)

アドバイザー: 高須(元信大)、島田(産総研)、上殿(大ガス)、松方(早大) 他

### 水素・アンモニア関連研究

アンモニア合成、製造

- 高温高効率太陽熱集熱
- 熱利用IS法水素製造技術
- 革新的アンモニア合成

アンモニア利活用

- 脱水素・精製技術
- アンモニア燃料電池
- アンモニア燃焼

### 有機ハイドライド

- 電解合成
- 水素化、脱水素
- 有機ハイドライド燃料電池

### プロセス工学 (共通基盤技術)

- 水素分離・精製 (膜、リアクター)

### CREST/さきがけ (基礎研究)

PO: 江口 京大教授

アドバイザー: 堤(東大)、松本(トヨタ)、水野(住化)、岡田(千代田) 他

他研究 理化学研究所(環境資源科学研究センター)など

# エネルギーキャリア運営体制

## ガバニングボード

- 文部科学省・経済産業省
- 学識経験者
- 経済団体
- 関連企業
- NEDO, JST

文部科学省 (JST-ALCA特別重点テーマ)

トータルシステムシナリオ検討

### 運営総括(PO)



技術参事



フェロー  
(調査・分析)



フェロー  
(知財)

横断マネージャー

#### アンモニア製造 チーム

高温型高効率集熱システム

新ISプロセス開発

革新的アンモニア合成法開発

#### アンモニア利用 チーム

高効率アンモニア分解・分離

アンモニア燃料電池

アンモニア直接燃焼

#### 有機ハイドライド チーム

電解合成

水素化・脱水素

有機ハイドライド燃料電池

#### プロセス工学 チーム

水素分離膜・精製

成果の  
橋渡し



基礎的課題  
への立ち返り

経済産業省・NEDO

情報交換

他制度の関連研究開発

貯蔵・輸送

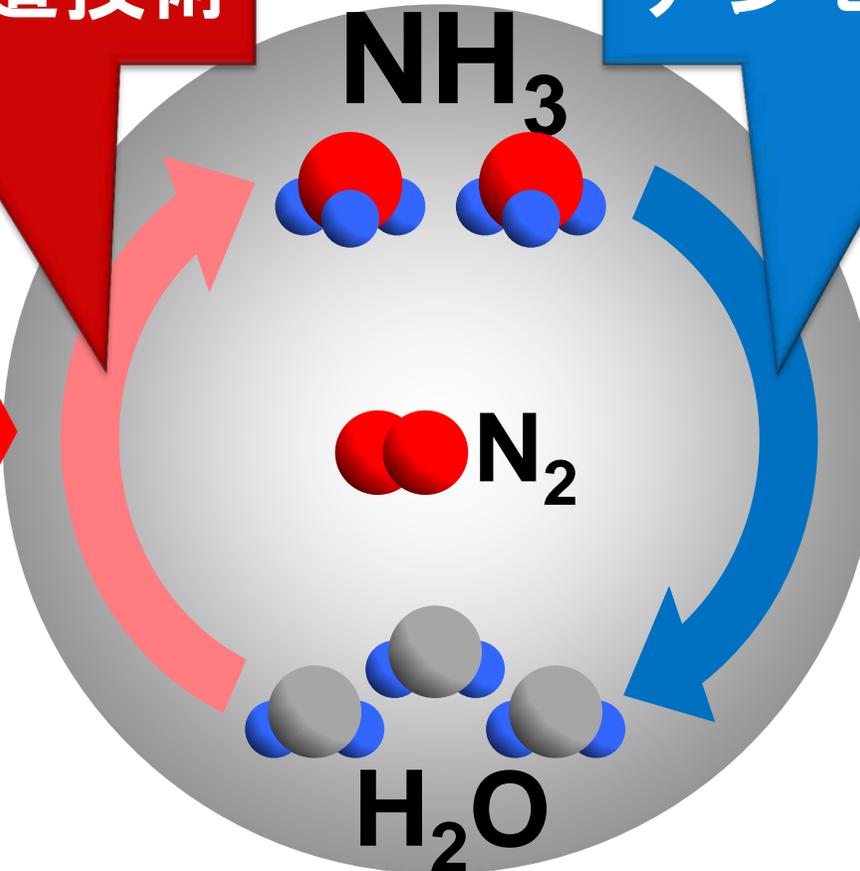
(広島大小島資料より)

アンモニア製造技術

アンモニア利用技術

太陽熱  
24時間

エネルギー  
出力



アンモニアエネルギーシステム概念図

# NH3製造研究開発計画

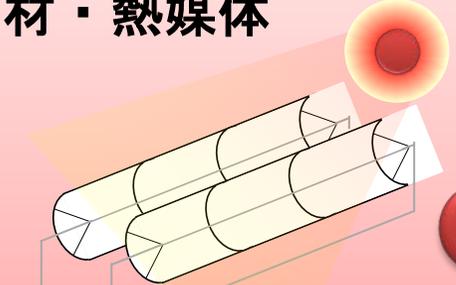
(広島大小島資料より)

## 集熱システムG

### 太陽熱

効率: >70%  
蓄熱: 650 °C

集光、集熱管、蓄熱材・熱媒体



蓄熱

太陽熱発電  
600°C以下

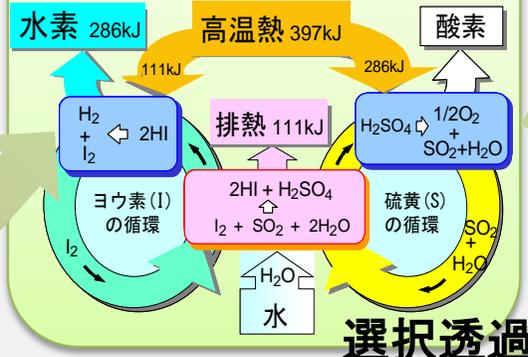
熱

電

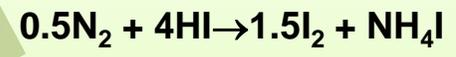
## 新ISプロセスG

効率: >40%  
制御温度: <600 °C

### 膜分離新ISプロセス



### ISNサイクル



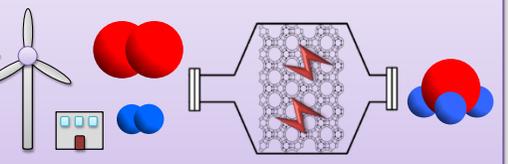
### 新熱化学プロセス

アルカリ金属系  
Li, Na, Kの酸化物

### 新水蒸気電解

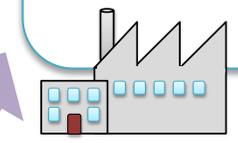
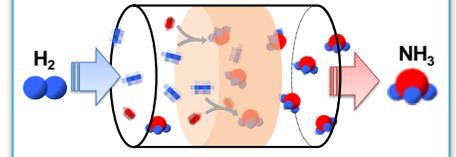
## アンモニア合成G

### 小型NH<sub>3</sub>合成プロセス



システム設計(10トン/日)

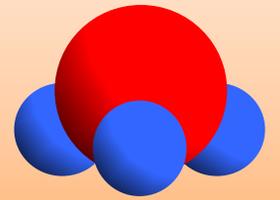
### 大規模HB



2000トン/日

10トン/日

## アンモニア



ベルギーでのアンモニアバス(NH<sub>3</sub>タンクをエンジン横、石炭ガス容器を屋根に配す。1943)

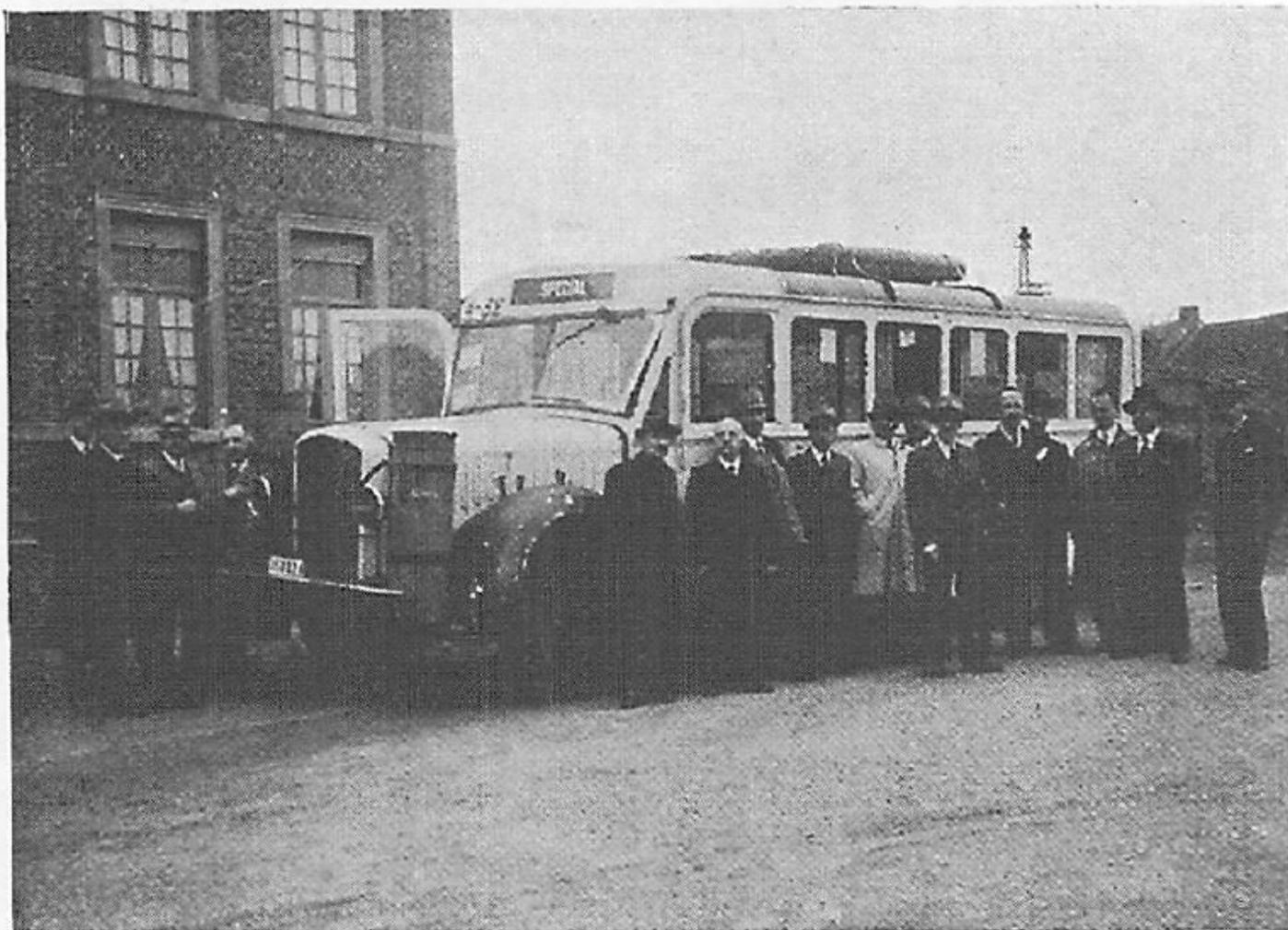


FIG. 3.

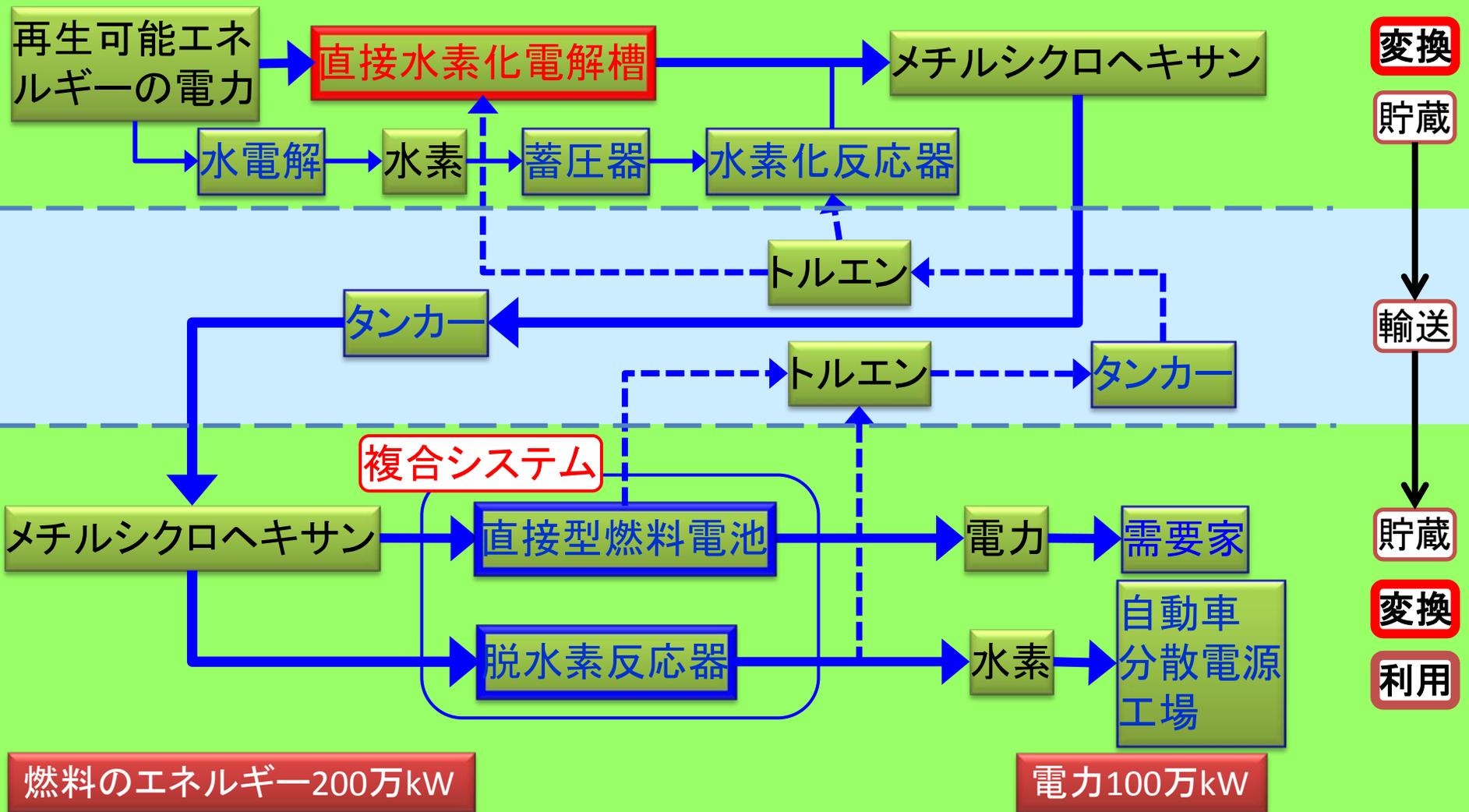
AMMONIA-EQUIPPED MOTOR BUS. AMMONIA CONTAINERS ARE FIXED ON THE FRONT OF THE VEHICLE AND THE GAS CYLINDERS ON THE TOP.

Emeric Krock, "Ammonia-A Fuel for Motor Buses", J. Inst. Petrol., 31, 213 (1945).

# 再生可能エネルギー水素の有機ハイドライドへの変換、運搬と水素利用 (横浜国大光島資料より)

大規模化を見据えた技術/高効率エネルギー変換可能であることが必須

再生可能エネルギーの実効電力:約300万kW



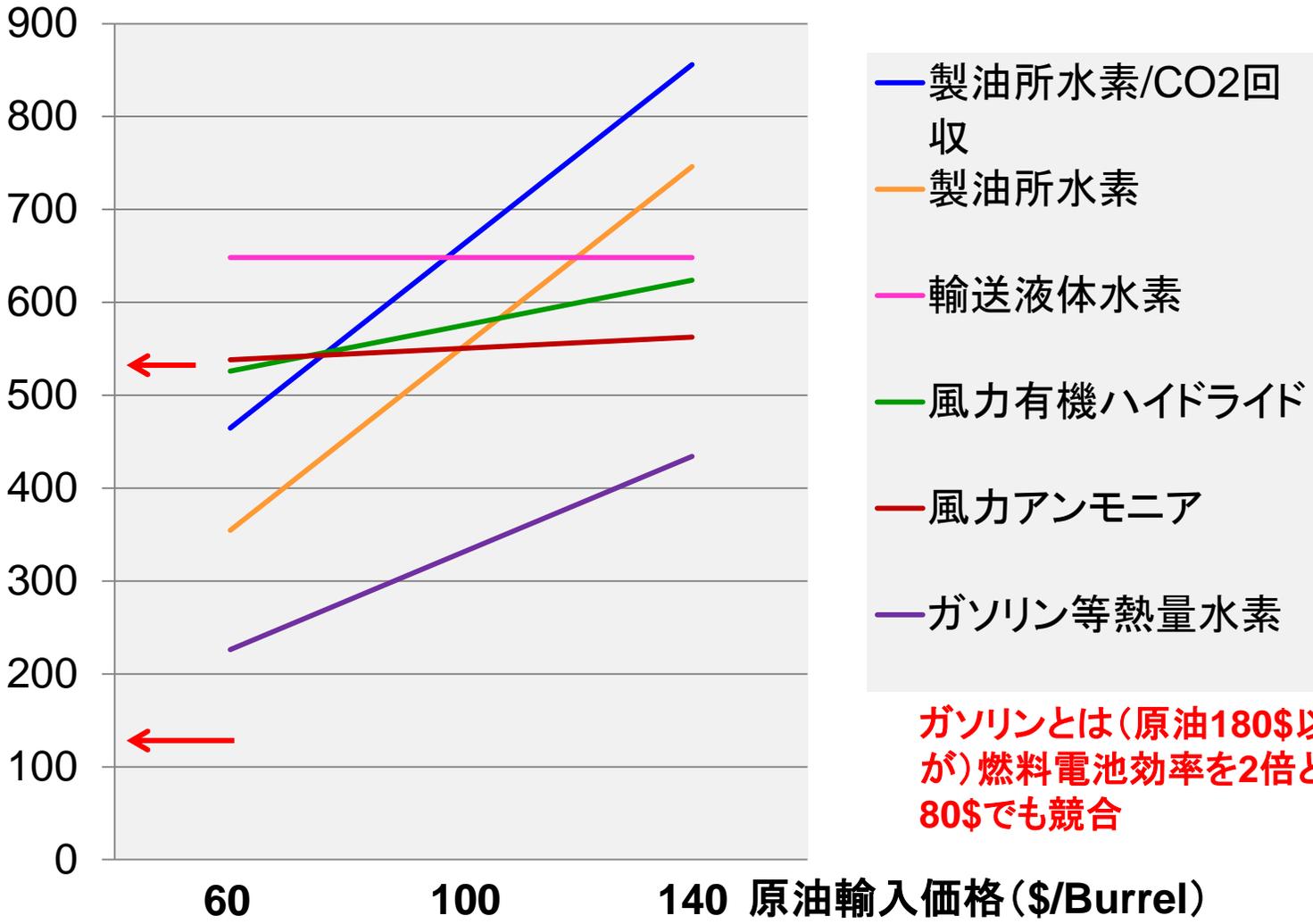
# 水素価格 (¥/ kg H2)

¥3/kWh 風力発電 > 水素 > NH3などを輸入し、日本で分解した水素価格は原油100\$以上で競合できる

可能性

13¥/kWh

3¥/kWh



ガソリンとは(原油180\$以上で優位だが)燃料電池効率を2倍とすると原油80\$でも競合

村田、燃料電池、10(4), 27 (2011)を再計算(¥3/kWh風力水素であれば、現行技術で実現)

# 産業化の道程

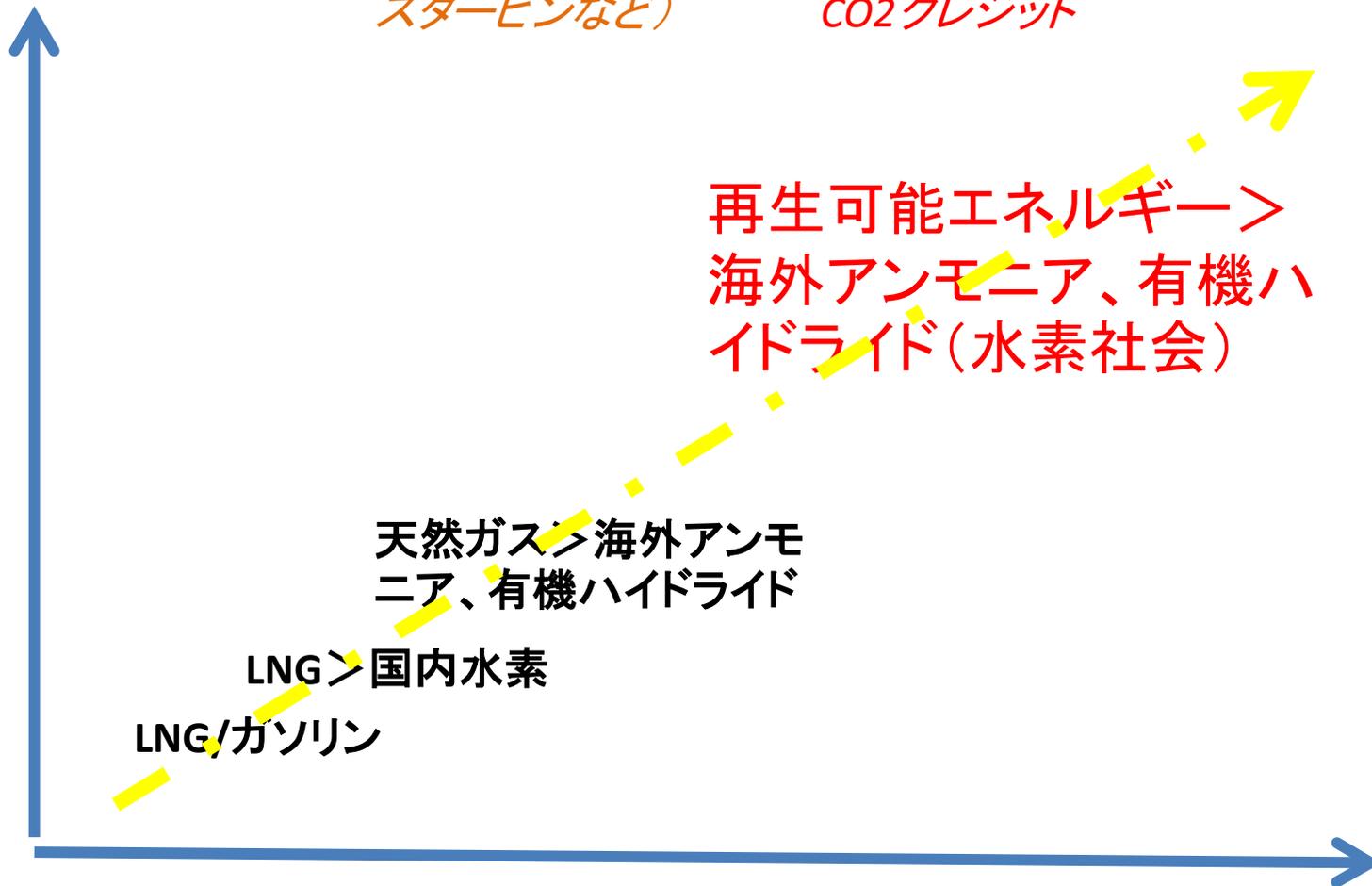
## 先ず

エネキャリ利用技術  
(燃料電池、ガ  
スタービンなど)

## 続いて

再生可能エネルギー  
転換技術 +  
CO2クレジット

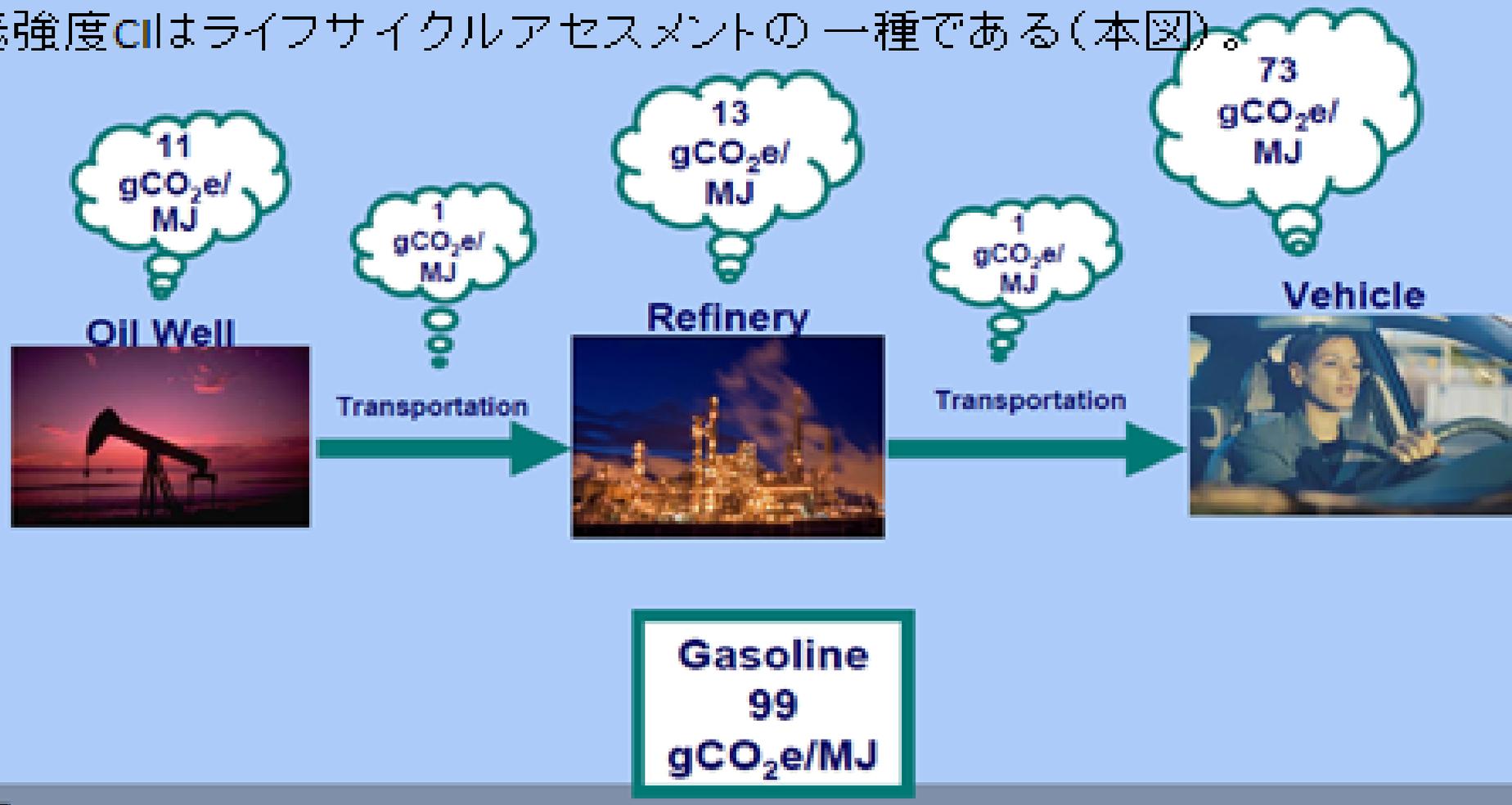
低炭素の度合い



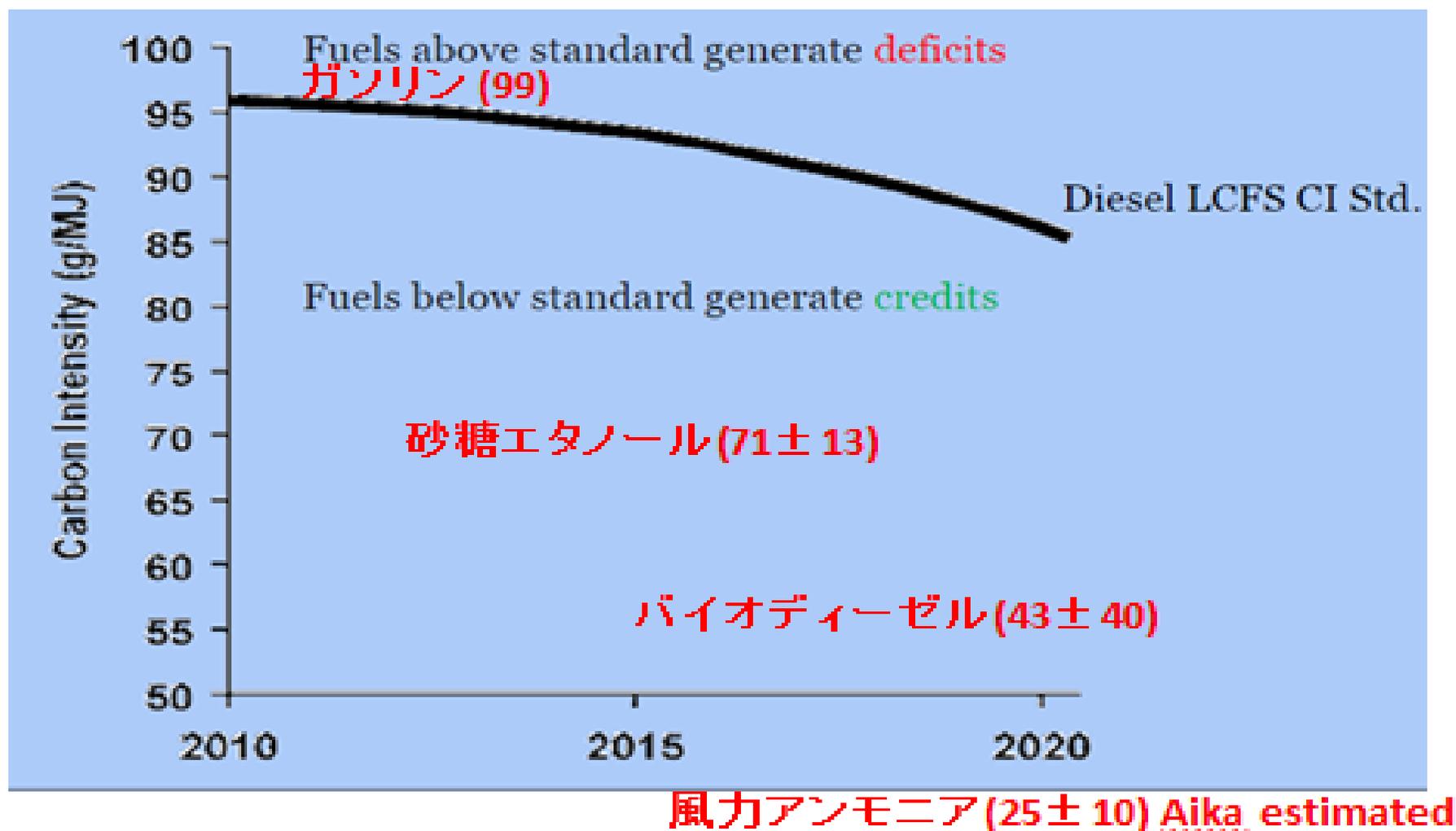
年代

# 社会の受け入れ > CO2クレジット > LCAが重要

炭素強度CIはライフサイクルアセスメントの一種である(本図)。



# 低炭素燃料の技術開発と社会の受け入れ



J. Aguila, (Air resources board, Calif. Env. Protec. Agency, 2013 NH3 fuel conf.)