

日本学術会議 学術フォーラム「カーボンニュートラルに向けた エネルギー供給側と需要側の連携」

(2026年7月15日、日本学術会議講堂) 説明資料

燃料のカーボンニュートラル化を目指して ー水素・アンモニア・液体燃料の課題 ・現状・役割ー

日本学術会議連携会員

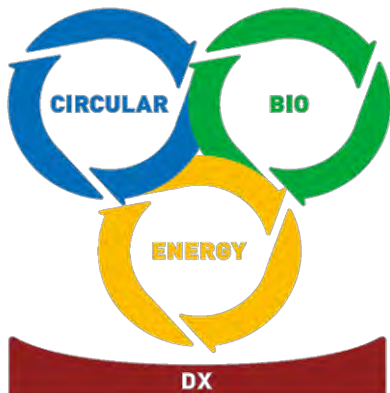
NEDO イノベーション戦略センター(TSC)

サステナブルエネルギーユニット フェロー

福島国際研究教育機構(F-REI) エネルギー分野長

産業技術総合研究所 名誉リサーチャー

矢部 彰



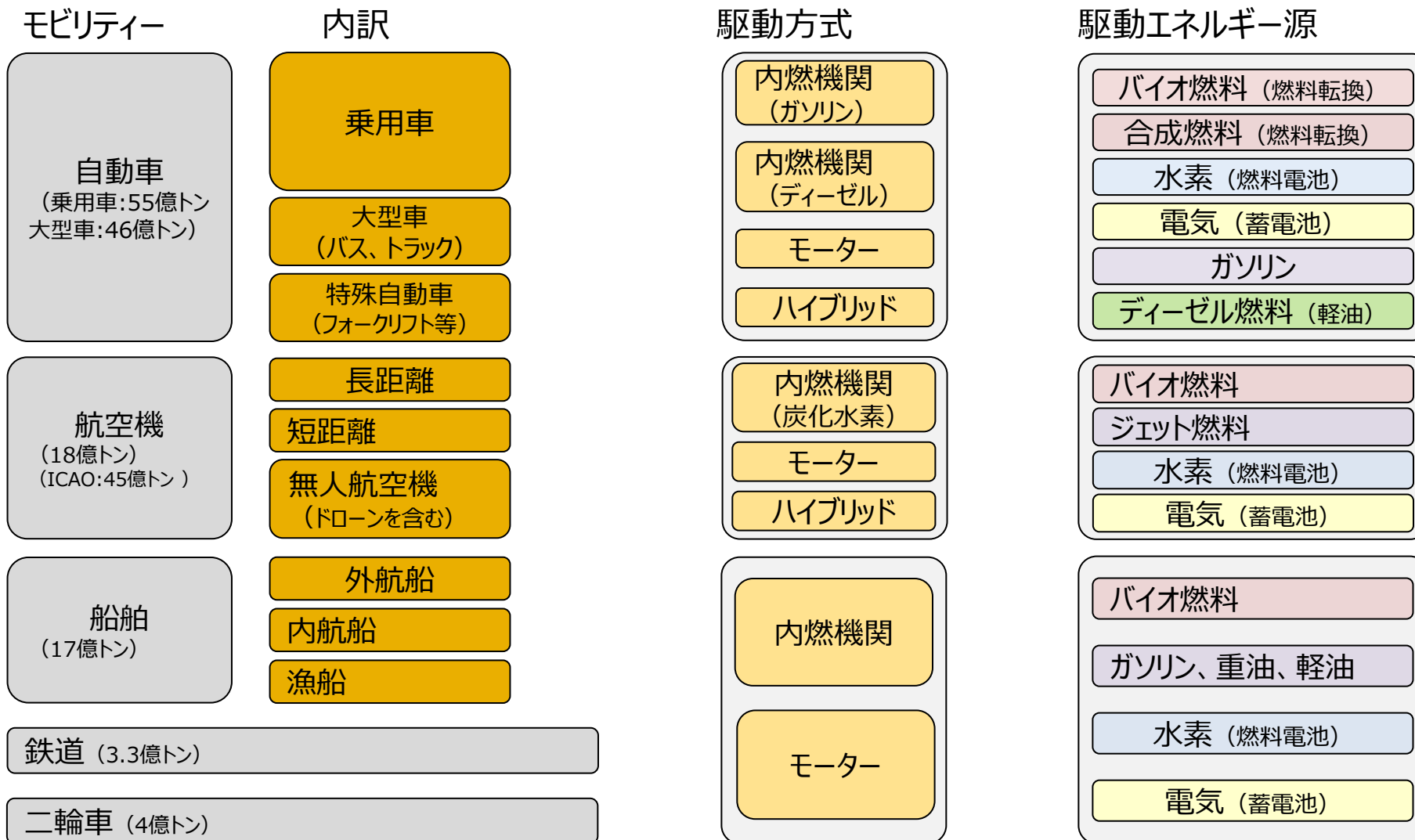
- 1. エネルギー需要側の将来展望（モビリティ分野、産業利用分野）【建物・住宅分野での暖房は電動ヒートポンプが世界的に開発・普及しつつある】
- 2. エネルギーサプライチェーン
- 3. 各エネルギー媒体の技術課題・供給側の現状・役割・課題（水素、アンモニア、バイオ液体燃料など）
- 4. CO2限界削減コストを低減する革新的技術開発の必要性
- 5. まとめ

- 1. エネルギー需要側の将来展望（モビリティ分野、産業利用分野）【建物・住宅分野での暖房は電動ヒートポンプが世界的に開発・普及しつつある】
- 2. エネルギーサプライチェーン
- 3. 各エネルギー媒体の技術課題・供給側の現状・役割・課題（水素、アンモニア、バイオ液体燃料など）
- 4. CO2限界削減コストを低減する革新的技術開発の必要性
- 5. まとめ

「モビリティ」分野の全体俯瞰 -世界の2050年イメージ-



- 運輸部門を俯瞰すると、自動車、航空機、船舶、鉄道といったモビリティに対して、**2050年における駆動エネルギー源は、従来燃料からバイオ燃料や合成燃料への転換に加え、電気、水素等の利用による低炭素化が進んでいく。**



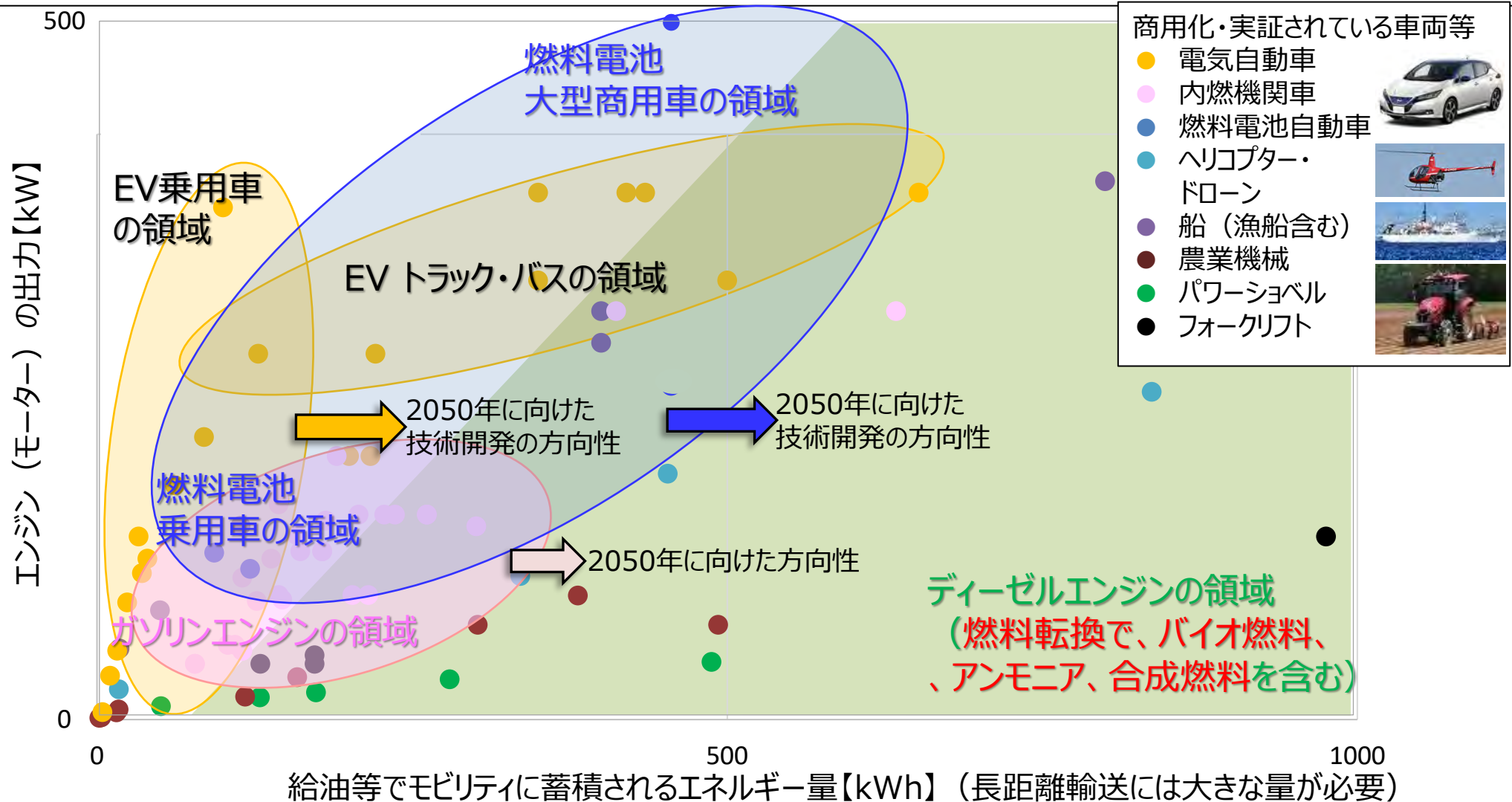
※ () 内は、世界CO2排出量の2050年時点予測

[IEAのETP 2017(Low-carbon opportunities for each transport mode)、RTSシナリオなどを元にNEDO TSCで作成、Well to Wheel Emission]

出力と蓄エネ量から見たモビリティの各技術開発の位置づけ

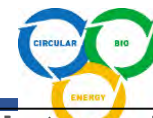
モビリティの技術開発はエネルギー密度増加による適用範囲の拡大が共通の方向性であり、技術革新が求められている。モビリティの用途や距離によって、求められる出力と航続距離が異なるため、地域特性も踏まえた駆動エネルギー源の適材適所が進んでいく。

航続距離拡大のため車体軽量化のニーズが大きく、革新技術を含め材料の観点でも研究開発が重要である。

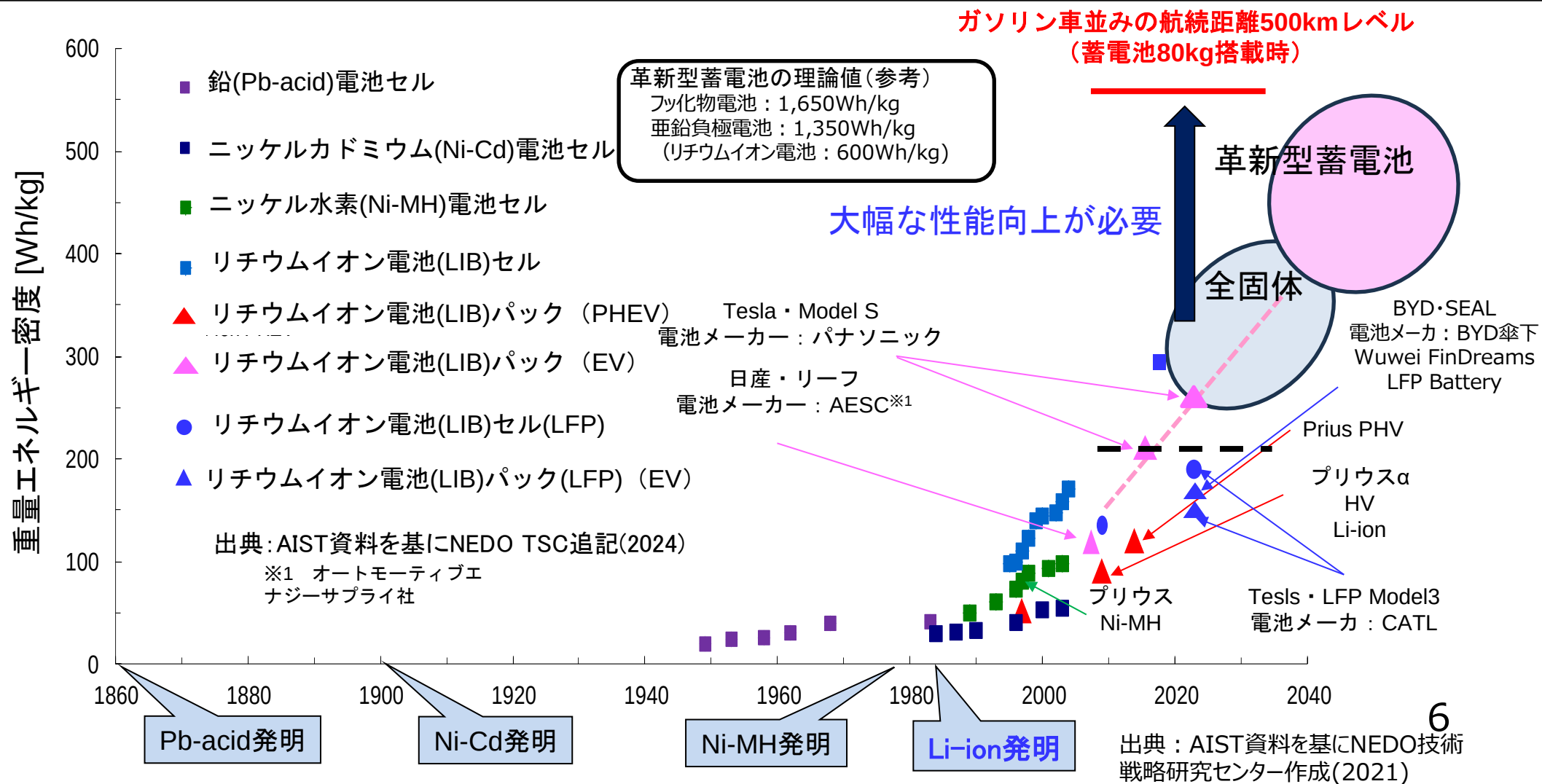


※エネルギー量は以下の仮定で試算 ・電気自動車：蓄電池容量 ・内燃機関：ガソリンエンジン効率30%、ディーゼルエンジン効率40% ・燃料電池効率51%
出典：各社HP、各種資料を基にNEDO技術戦略研究センター作成（2020）

車載用蓄電池の技術進化の変遷

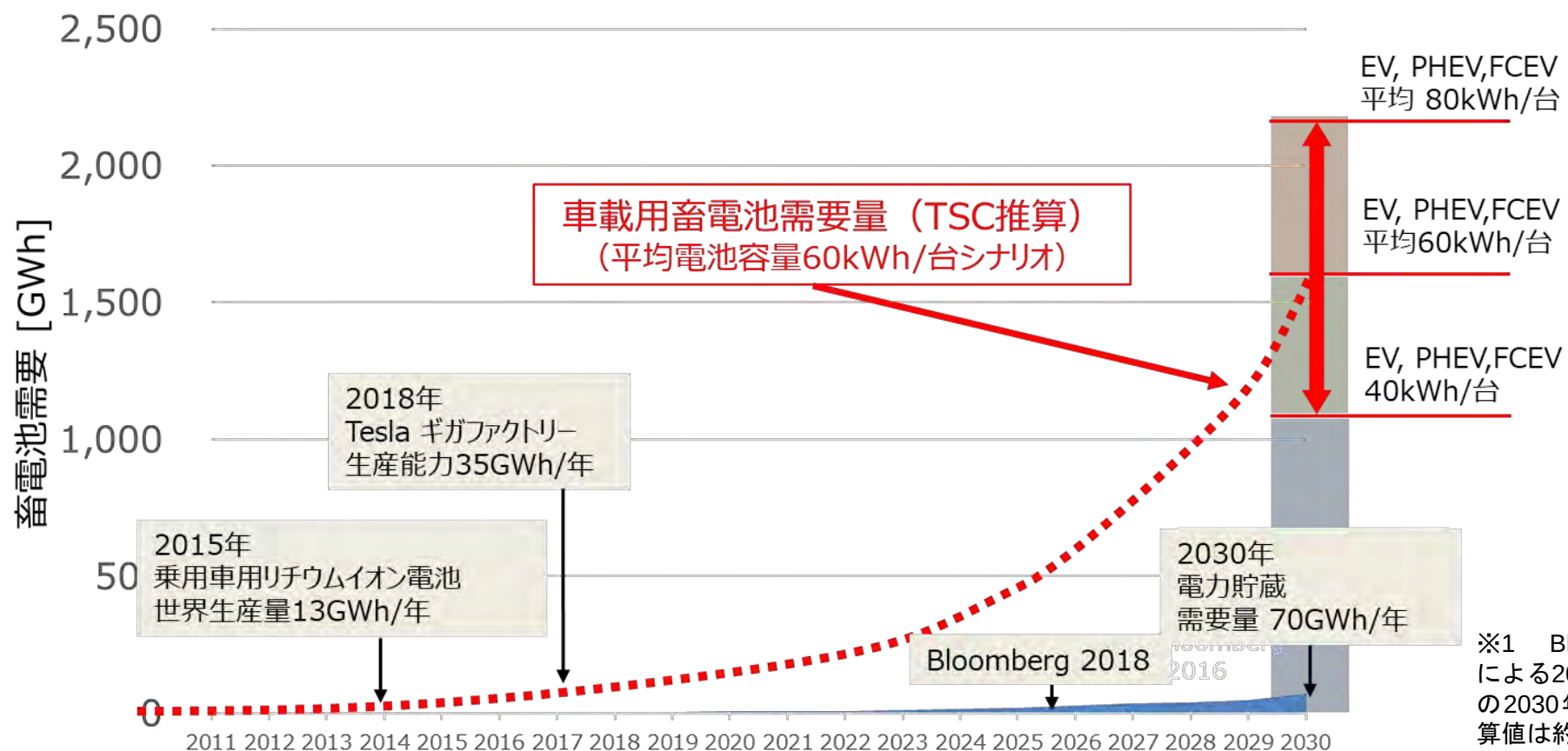


- EVの普及は搭載重量80kgで走行距離500kmレベルの内燃機関自動車並みの走行距離が必須。
- これを実現する重量エネルギー密度は、500Wh/kgで、革新型蓄電池で将来的に実現可能。
- 車載用蓄電池は、時代とともに新しい電池が開発され、エネルギー密度が向上してきており、現時点の主力はリチウムイオン電池(LIB)である。今後、エネルギー密度の向上という社会的な要請を満たすため、全固体LIB、その後に革新型蓄電池が本格的に普及する可能性がある。
- 2050年には、液系LIB、全固体LIB、革新型蓄電池が共存。



蓄電池の将来展望(車載用と電力貯蔵用の将来予測)

- 車載用蓄電池の需要はEVの普及と共に急拡大が見込まれる。**2030年における車載用蓄電池の需要は、2015年の100倍以上**になると試算しており、EVが2,700万台※¹と推算されることから、**電池パックの市場規模は10兆円規模**になる見込み（1万円/kWhで試算）
- 2030年における車載用蓄電池の需要は、電力貯蔵用の15～30倍と大幅に上回る見通しであり、**車載用蓄電池が蓄電池の主要マーケット**。
- 激しい競争により高性能化や低コスト化が促進される**車載用蓄電池が、その技術の転用やリユースなどにより、電力貯蔵用の蓄電池のコスト低減にも大きく貢献する将来**が予測出来る。



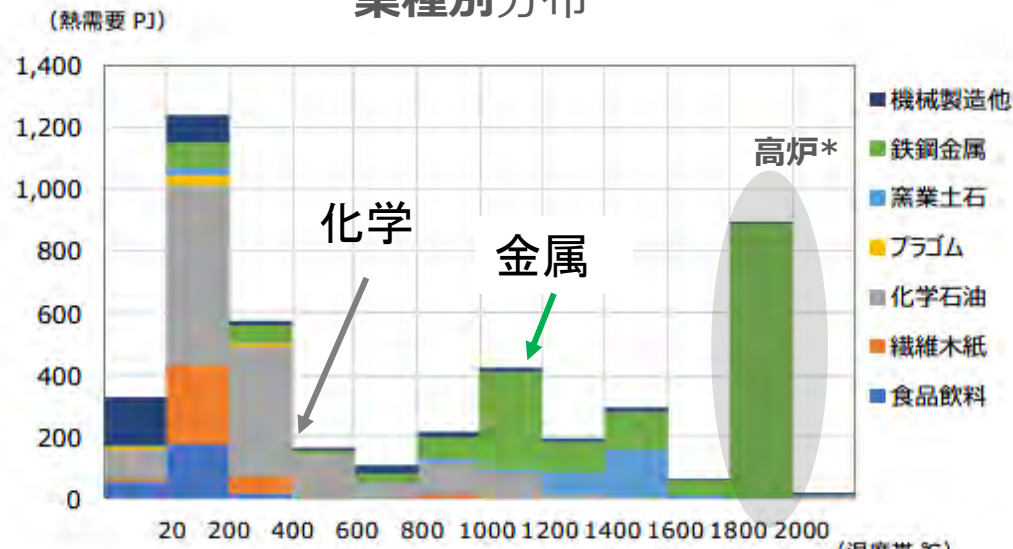
※1 BloombergNEF
による2021年6月公表
の2030年における推
算値は約3,200万台

産業熱利用は最終エネルギー消費量の30%

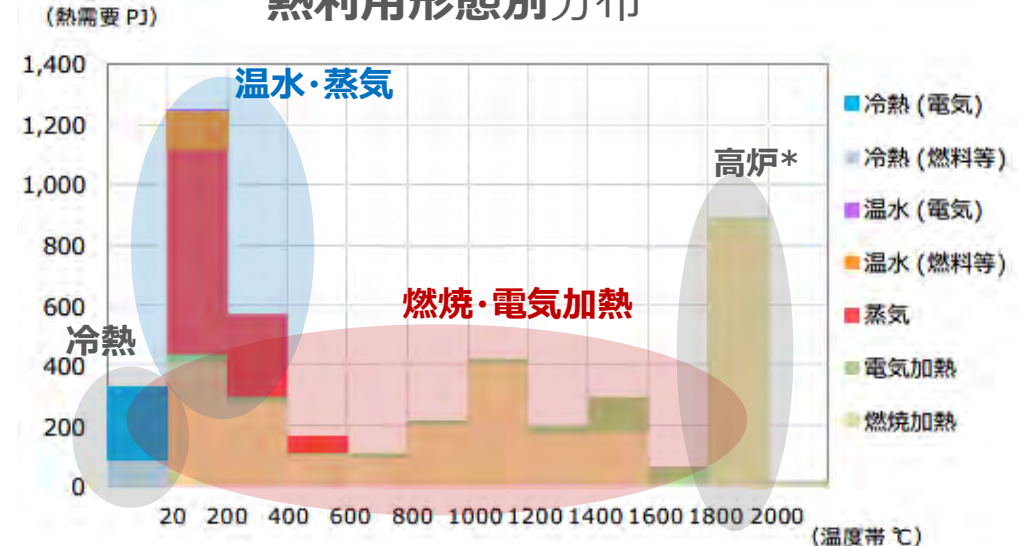


- 日本は産業部門の熱利用の割合は世界平均と同程度。
 - ✓ 国内の最終エネルギー消費の内、産業熱利用の割合は約30% (世界全体では24%)
 - ✓ 産業分野内エネルギー消費に対する熱利用では、日本75%, 世界74%と、ほぼ同等
- 燃烧加熱のエネルギーの半分をジュール熱利用の電気加熱に置き換えると、国内の総発電量を40%以上増大。産業熱の脱炭素化には、電化のみに頼らない多様な技術が必要。
- 産業の熱需要温度分布(全体)- 加熱需要の73%が工業炉 -

業種別分布



熱利用形態別分布



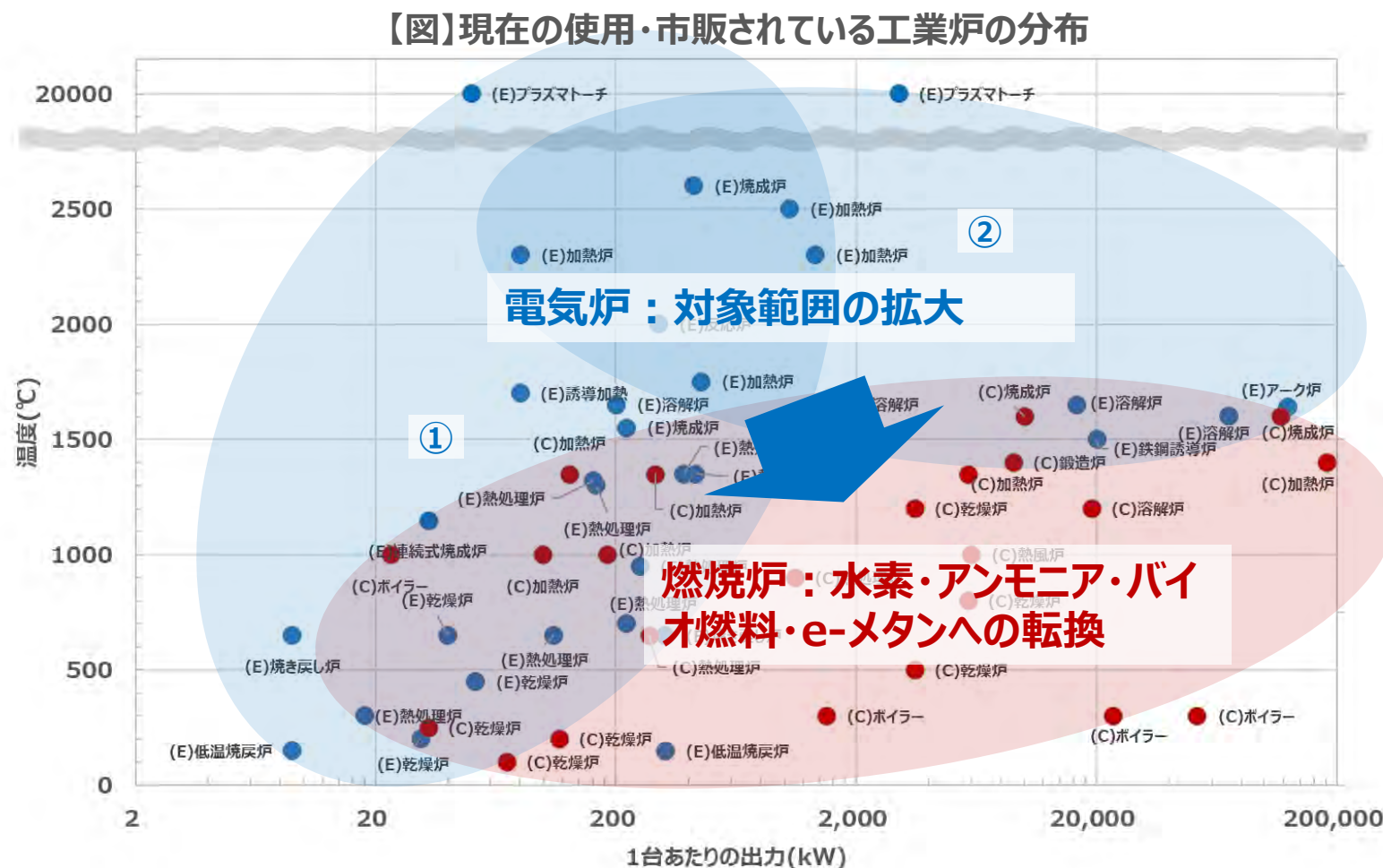
【出典】経済産業省『平成29年度新エネルギー等の導入促進のための基礎調査（熱の需給及び熱供給機器の特性等に関する調査）』

*高炉は鉄鋼大手三社にて水素還元製鉄や大型電炉の技術開発を実施中

工業炉の2050年への方向性(電気炉の拡大)



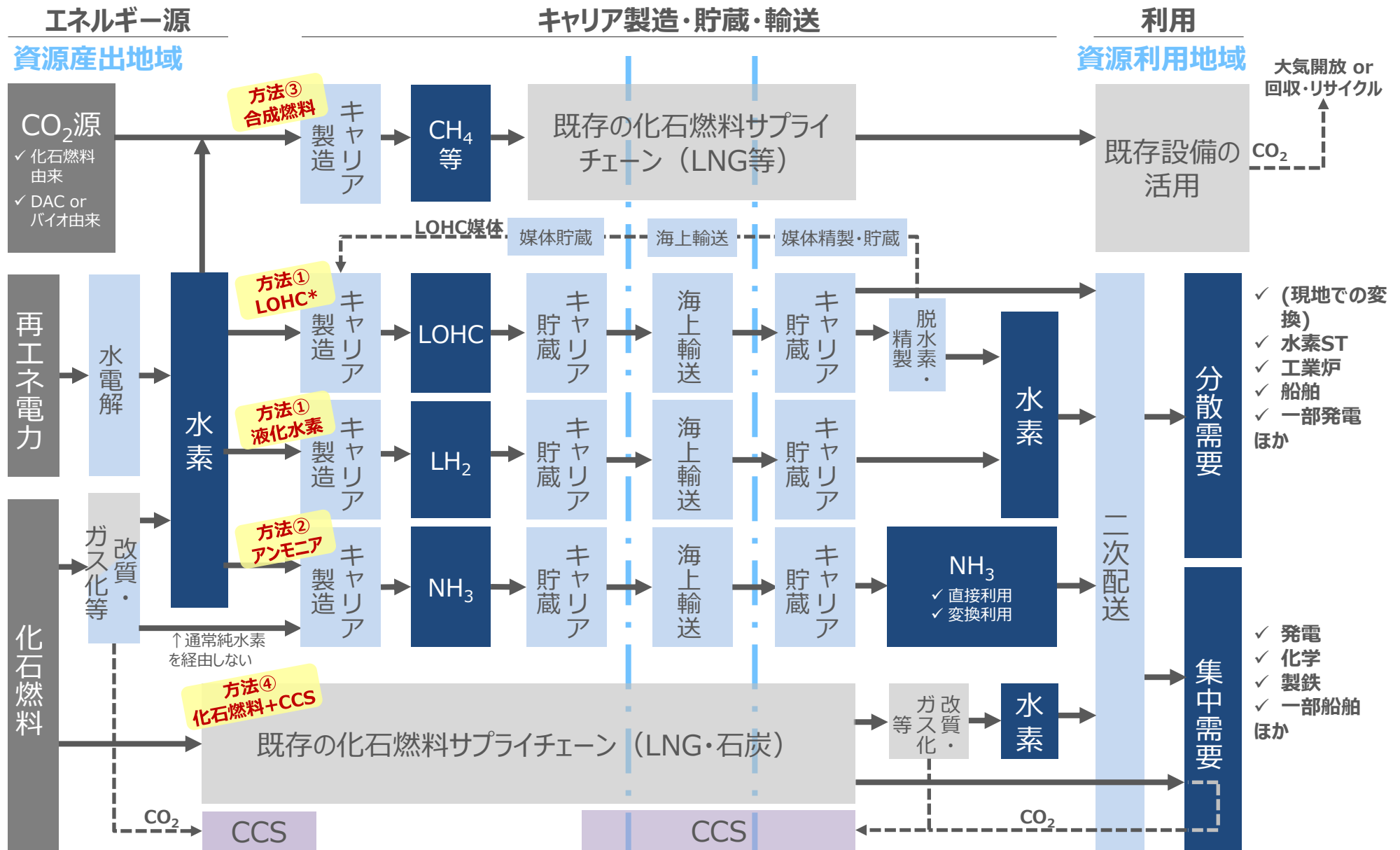
- 現在の使用・市販されている工業炉を、使用温度と出力(一台あたりの出力)という視点で整理した。
- 現在の市場の電気炉・燃焼炉の製品分布において下記の傾向が見られた：
 - 燃焼炉** : 広い出力範囲(20kW~200MW程度)において ~1600℃までの温度範囲に分布
 - 電気炉** : ① 2 MW以下の比較的低い出力域では広い温度範囲に分布
② 1500℃以上の高温域では、広い出力範囲(50kW~100MW程度)に分布



- 1. エネルギー需要側の将来展望（モビリティ分野、産業利用分野）【建物・住宅分野での暖房は電動ヒートポンプが世界的に開発・普及しつつある】
- 2. エネルギーサプライチェーン
- 3. 各エネルギー媒体の技術課題・供給側の現状・役割・課題（水素、アンモニア、バイオ液体燃料など）
- 4. CO2限界削減コストを低減する革新的技術開発の必要性
- 5. まとめ

エネルギーの大規模海上輸送サプライチェーンの俯瞰図

2050年には、下記の輸送方法がそれぞれ適材適所で活用されると想定される。



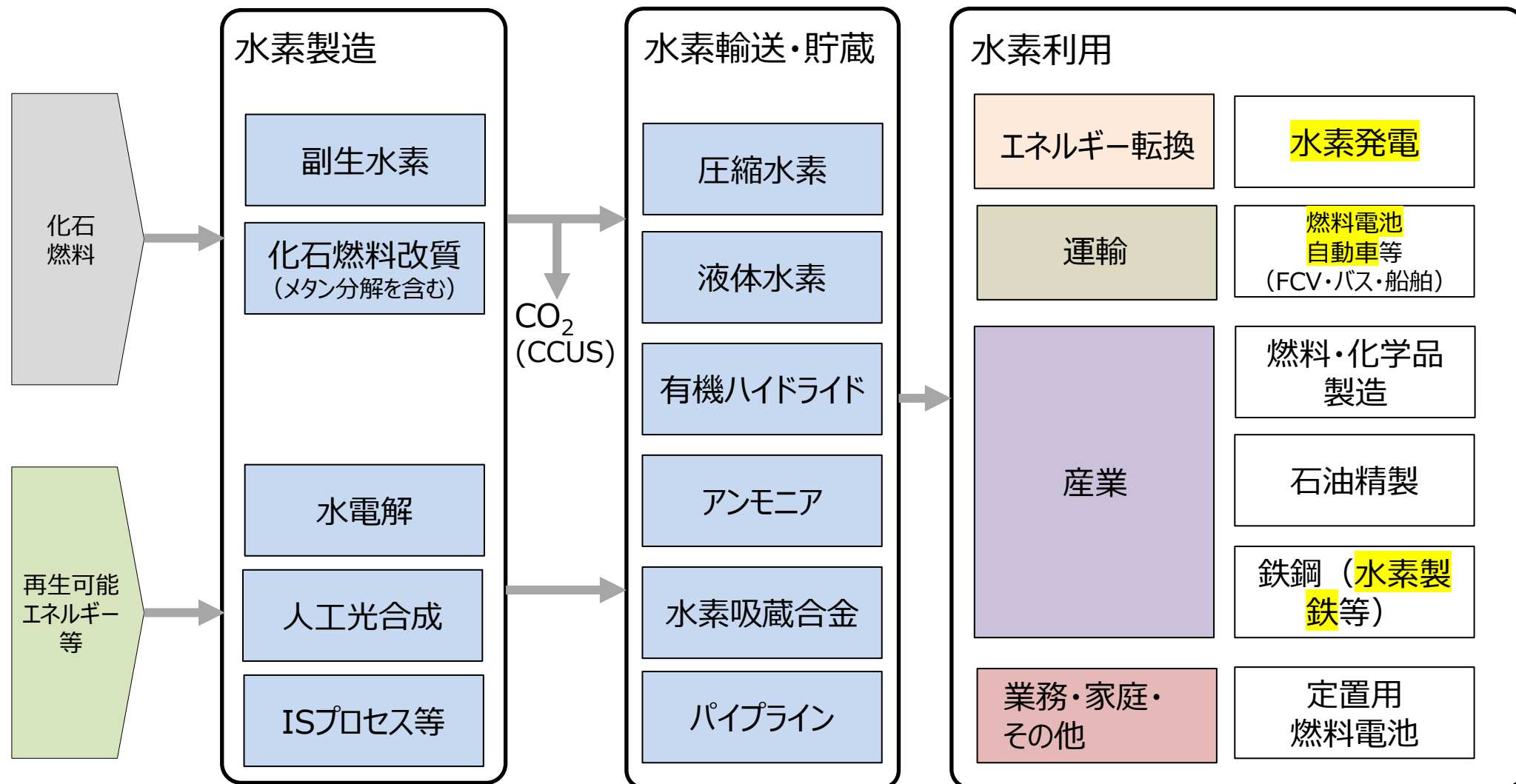
*LOHC : 有機ハイドライド

- 1. エネルギー需要側の将来展望（モビリティ分野、産業利用分野）【建物・住宅分野での暖房は電動ヒートポンプが世界的に開発・普及しつつある】
- 2. エネルギーサプライチェーン
- 3. 各エネルギー媒体の技術課題・供給側の現状・役割・課題（水素、アンモニア、バイオ液体燃料など）
- 4. CO2限界削減コストを低減する革新的技術開発の必要性
- 5. まとめ

「水素」分野の全体俯瞰

- 水素は、日本のエネルギー供給構造を多様化させ、エネルギーの脱炭素化を実現する手段のひとつ

海外化石燃料依存から、エネルギー源の多様化・エネルギーセキュリティの向上
エネルギー利用（電力、運輸、産業等）の脱炭素化



水電解技術開発の現状と課題

- 再生可能エネルギー由来電力を用いた水電解等による、CO₂フリー水素製造技術の開発・実証が国内外で推進されている
- 水電解水素製造には、**現状5kWh/ Nm³ の電力が必要(運転費に相当)**。理論値2.9 kWh/ Nm³に向け、**必要電力量を低減する技術開発**が行われている。
- 水電解装置のシステムコストの開発目標値は、**固定費は8.5円/ Nm³※**であるが、**現状は約2倍。触媒の改善、高圧化、高安定性能化などで、コスト低減を図る技術開発**が行われている。
※ 22万円/Nm³/h¹⁾で、設備利用率30%、稼働年数10年を仮定し試算。
- CO₂フリー電力のコストに大きく影響を受けるため、**水素コストには、大きな地域差**が生じる
ー例えば、安い再生可能エネルギー由来電力のもと、中東では16～41円/Nm³、欧州では30～39円/Nm³という水素製造コスト試算²⁾もなされている



1) 出展：水素・燃料電池戦略ロードマップ(経済産業省2019)

2) 出典：The Future of Hydrogen (IEA 2019) より1USD=110円で換算

**再生可能エネルギーを利用した水素製造施設
「FH2R」福島県浪江町**

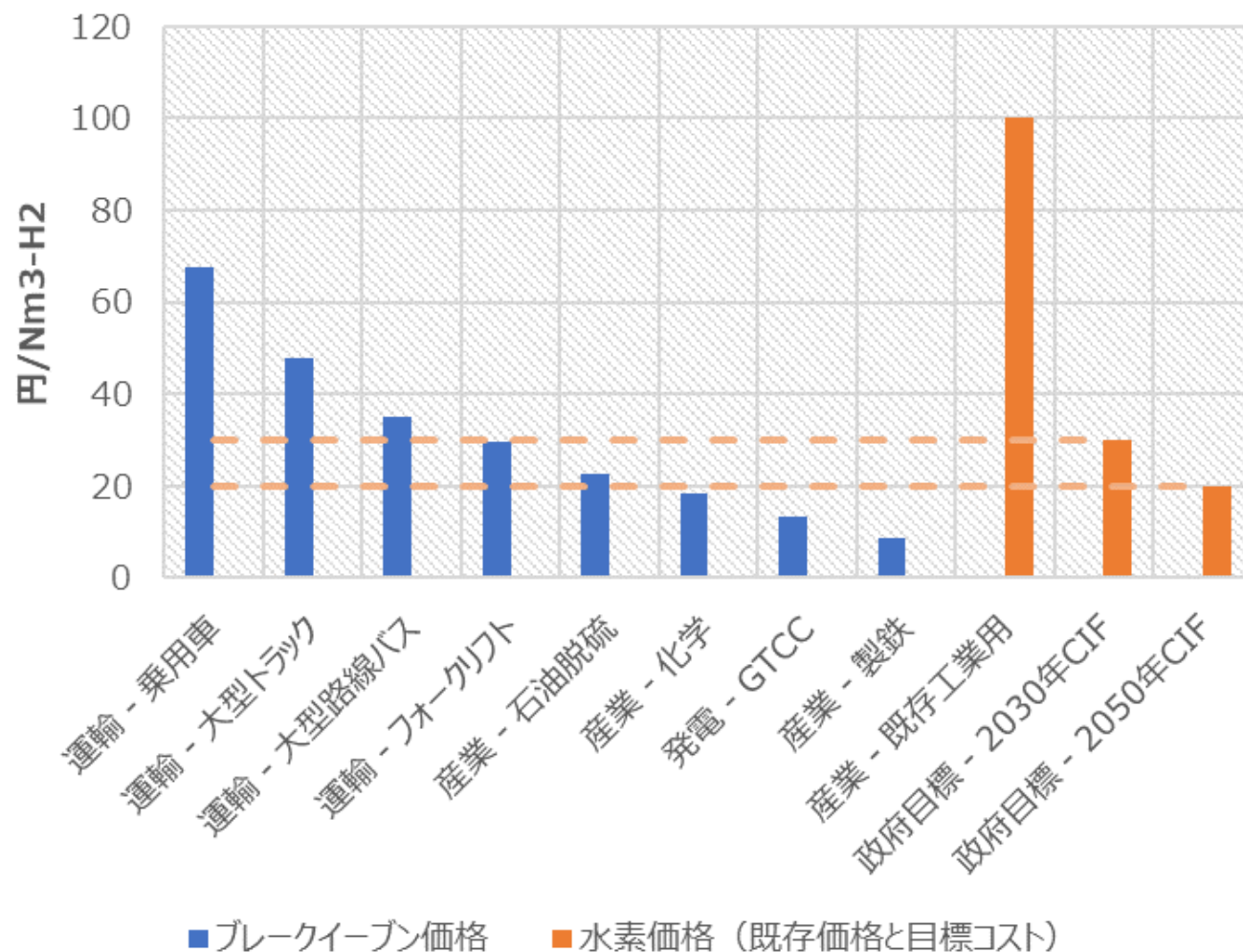
(出典：NEDO HP) (2020年3月)

※1スタックサイズで10MW

2000Nm³/h規模で、高稼働率と低電力化を目指す

水素価格の重要性

セクターによって、経済性が成り立つ水素価格帯が異なり、ブレークイーブン価格が高い分野から水素を利用し始める可能性が高い。(現在の加熱手段と同等の価格まで下がらなければ使用されないため)
水素導入に当たっては経済性に加え、脱炭素化対策の困難さ、水素利用の効果等様々な点について考慮が必要。



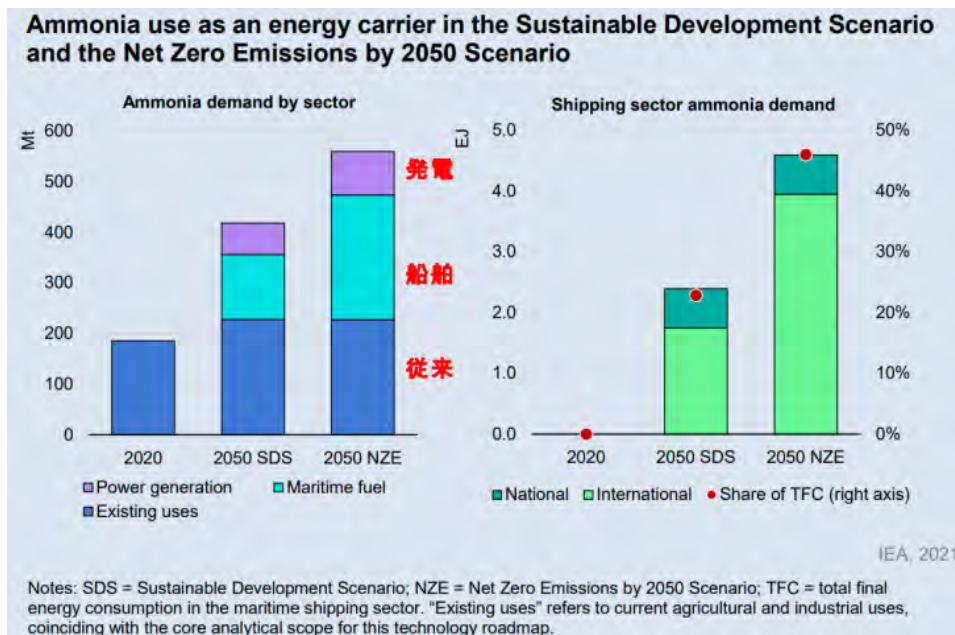
出所：NEDO委託調査事業『水素利用等先導研究開発事業／水素製造に関する情報収集・動向の俯瞰的調査』(2021)を基にNEDO TSC作成

IEA The Future of Hydrogen より

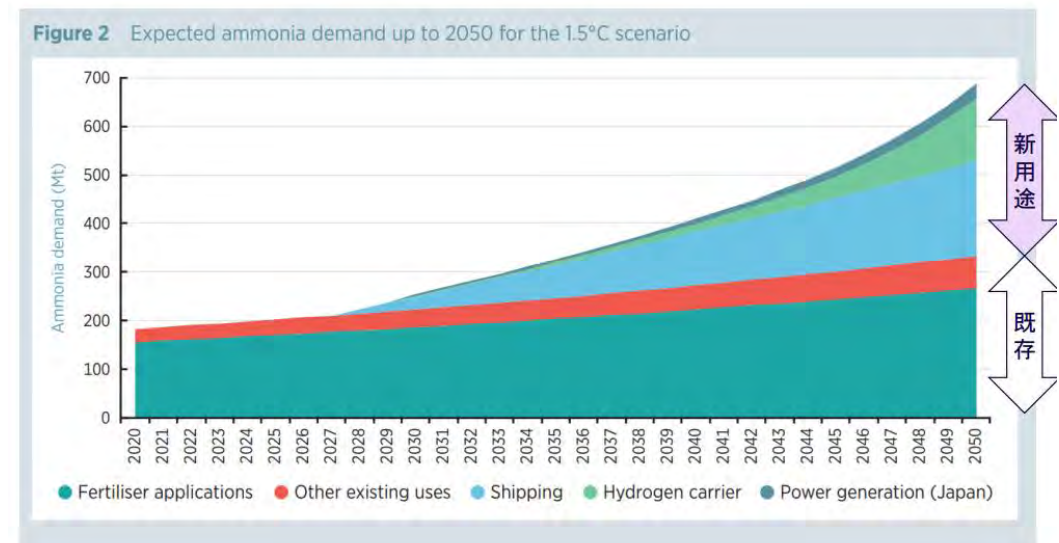
- 脱炭素化の困難な分野（鉄鋼業、化学産業、長距離輸送等の分野）の問題解決手段となり得る
- 再エネの有用性をさらに高めることができる（再エネの蓄エネ手段、再エネの長距離輸送手段として利用可能）。

アンモニア需要の長期見通し

- 各国際機関はアンモニアの新用途需要が2050年までに増加すると見込む。
- IEAは、2050年に発電用途で60～84百万トン、船舶用途で120～245百万トンのアンモニア需要を予測。
- IRENAは、2050年に肥料267百万トン、その他既存用途67百万トン、船舶197百万トン、水素キャリア127百万トン、発電30百万トン(日本のみ)のアンモニア需要を予測。



IEAによるアンモニア需要見通し



IRENAによるアンモニア需要見通し

アンモニアサプライチェーンの各工程に関する技術成熟度

- 直接利用技術・脱水素技術が相対的に未成熟（TRL 4～6が主）であり、サプライチェーン構築のボトルネック。
- 製造・貯蔵・海上輸送工程においても、規模拡大に向けたTRLの引き上げが必要。
- アンモニアの毒性や腐食性に起因して、サプライチェーンや複数業種を跨いだ共通課題が多く存在。

	区分	製造									貯蔵		海上輸送		直接利用										脱水素
		メタン由来合成 (3,000 トン/日)	メタン由来合成 (6,000 トン/日)	メタン由来合成 (10,000 トン/日)	再エネ水素からの合成	変動再エネ水素からの合成	その他新規合成法	CO ₂ 回収 (化学吸収法)	CO ₂ 回収 (排ガスの物理吸着)	CO ₂ 回収 (冷凍回収)	貯蔵設備 (~40,000 トン/基)	貯蔵設備 (~100,000 トン/基)	貯蔵設備 (100,000 トン/基)	バンカリング	輸送船 (~約86,700 m3/隻)	輸送船 (約86,700 m3~/隻)	アンモニア燃料電池 (SOFC)	エンジン	石炭火力混焼発電	天然ガス火力混焼発電	ガスタービン (中・大型)	ガスタービン (小型)	ガスタービン w/脱水素	熱利用 (工業炉・ボイラー)	
技術成熟度, TRL																									
Mature	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Market Uptake	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	既存アンモニア サプライチェーン		10	10	10	10	10	10	10
	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9			9	9	9	9	9	9	9
Demonstration	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Large Prototype	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Small Prototype or Lab	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

サプライチェーン 共通技術・課題



導入支援策、標準化・法制化、LCA評価・トラッキング等のルール形成（各種制度面）



アンモニアによる腐食現象解明と、材料評価方法の確立



漏洩リスク評価・緩和技術（リスク評価指針整備、漏洩検知・遮断・避難誘導技術）



二次・三次輸送体制構築（ローリー・パイプラインなど）

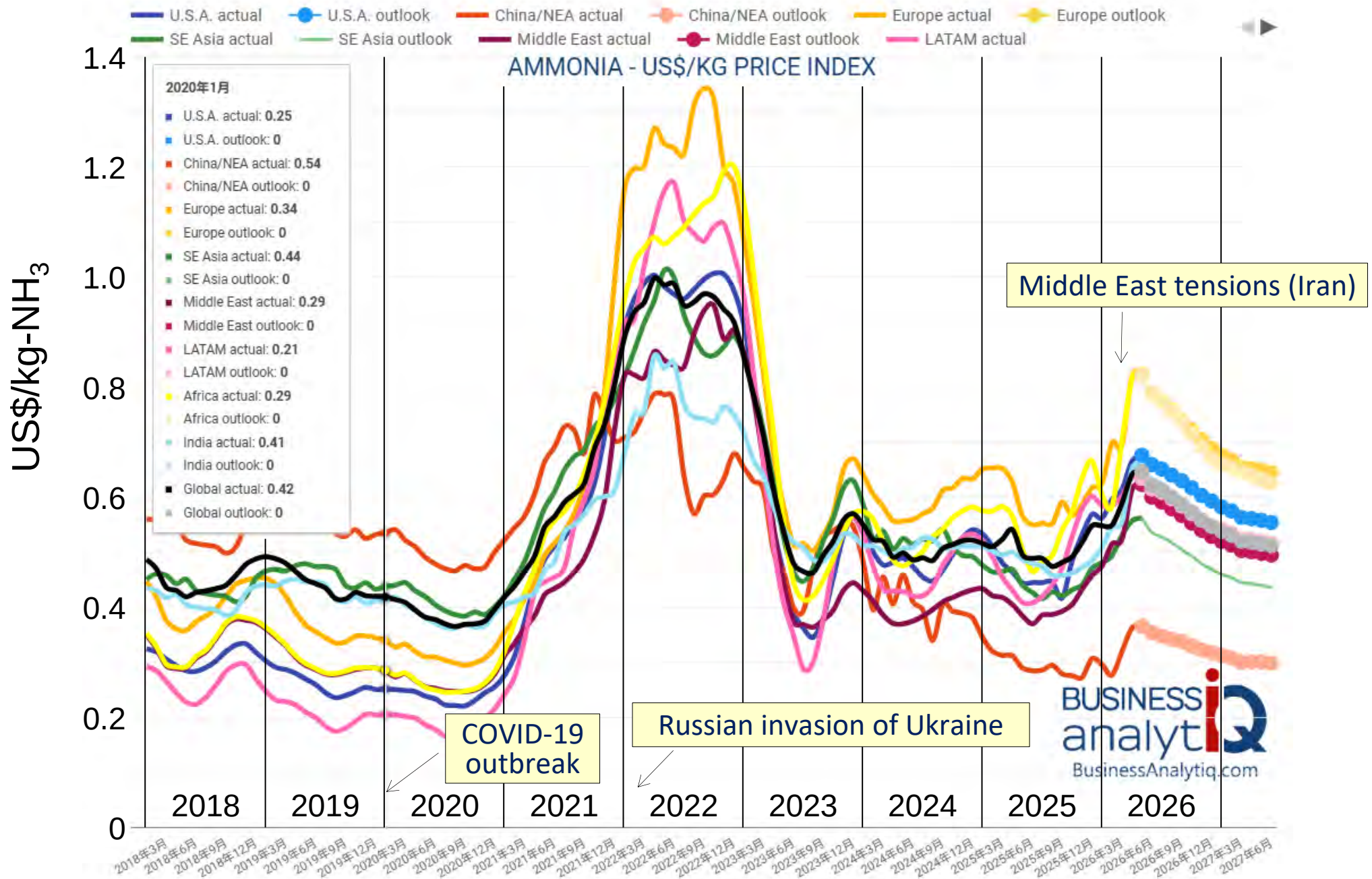


新領域ユーザーへの教育・認証基盤



社会受容性向上への継続的取組

2026年5月までのアンモニア価格とその後の見通し



バイオマス利用次世代炭化水素燃料製造プロセスの選定経緯

- 技術的な要素が原料加工から炭化水素燃料製造まで基礎的に実証できていること、および、原料が豊富に存在することから、以下の3つのプロセスを選定し、今後研究開発を進めるべき重点製造プロセスとして提示した。
- 運輸部門において、CO2排出削減のための手段として次世代バイオ燃料が有望な業界は航空業界、および、大型モビリティ用液体燃料であると位置づけられる。



- セルロース利用技術
- 原料を選ばない技術
- CO2直接利用技術

TCI: total capital investment, DFT: direct Fischer Tropsch, GFT: gasification Fischer Tropsch, ATJ: alcohol to Jet, HEFA: hydroprocessed esters and fatty acids, PTJ: power to Jet, FOAK: first of a kind, NOAK: nth of a kind, FOGs: fats, oils and grease, MSP: minimum selling price, CNE: carbon negative, CNU: carbon neutral

TSC Foresight 37「次世代バイオ燃料(バイオジェット燃料)分野の技術戦略策定に向けて」(2020)

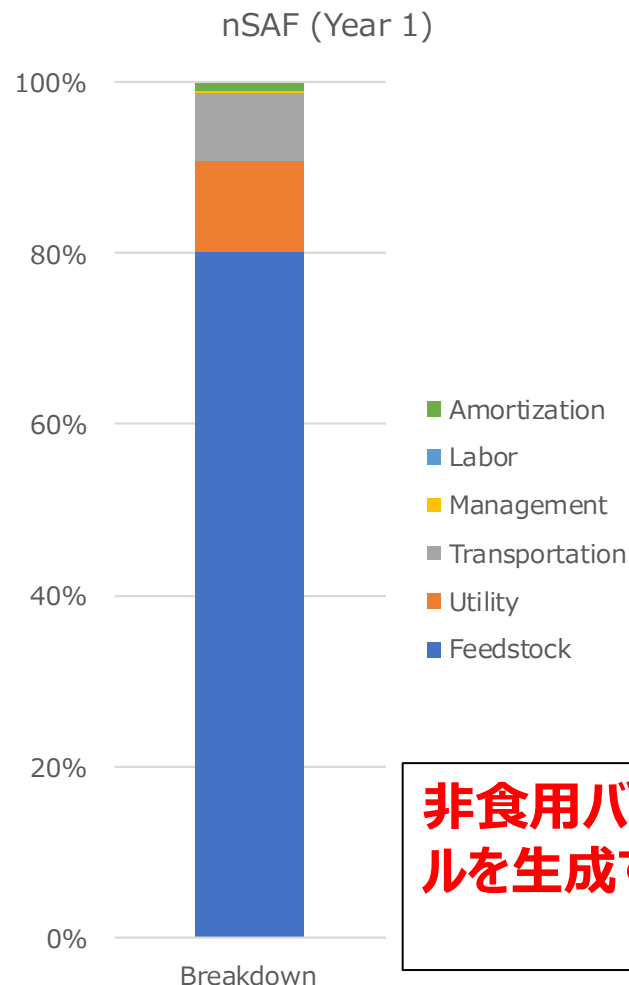
バイオエタノールからのジェット燃料製造(ATJ)

製造プラントのプロセスシミュレーション結果

- 原料であるバイオエタノールの価格が、原料費用の8割を占める【アルコール価格 (0.615 USD/Litre-ethanol) が支配的、必要な水素価格は8.7 USD/kg-H₂を仮定】
- 数百円/L程度と試算される

プロセスシミュレーションに当たって工夫した点：

- ・水素を含む、変換工程に必要な中間原料とエネルギーは、すべて「原料」でまかなっている。
- ・すべてのプロセスは、公開されている現在のコスト情報を「組み合わせて」試算している。
- ・以下のシミュレーションも、同様の考え方で実施している。



・原料であるバイオエタノールの価格が、原料費用の8割を占める

・50万kL/yの生産量を仮定

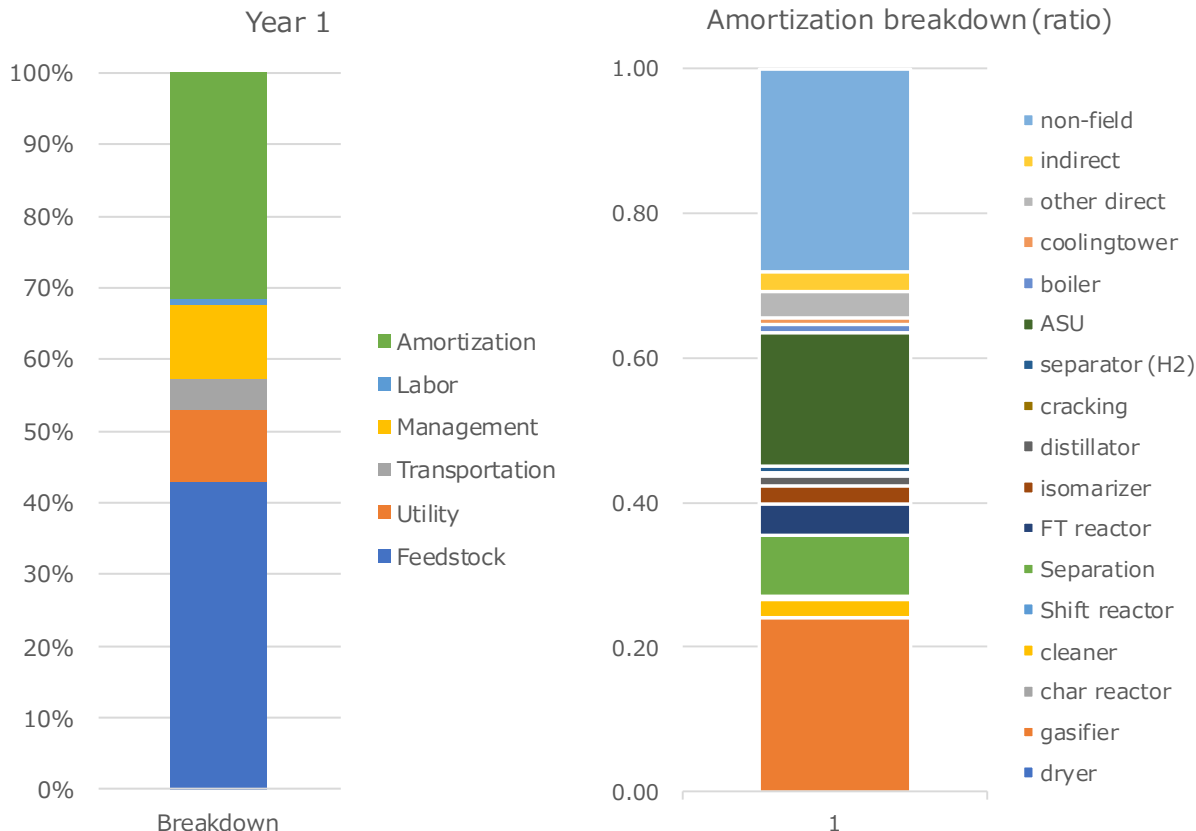
非食用バイオマスから安価なアルコールを生成するATJ技術が課題

バイオマスからガス化FT合成(プロセスシミュレーション結果)

製造プラントのプロセスシミュレーション結果

- 原料費用が4割程度を占めるので、原料となるバイオマスを安価に入手することが重要
- プラント用役と水素をバイオマスから生成しても十分安価にできる
- 数百円/L程度と試算される。

- nSAF生成量 0.5 M-m³/yr (50万kL/yの生産量)
- 原料バイオマス量 282 ton-raw/hr (2.2 M-ton-raw/yr), 0.045 USD/kg-raw wood



- 原料費用が4割程度
- 設備費用が3割程度
- 設備費用の2割程度がガス化装置
- 設備費用の2割程度が酸素分離装置

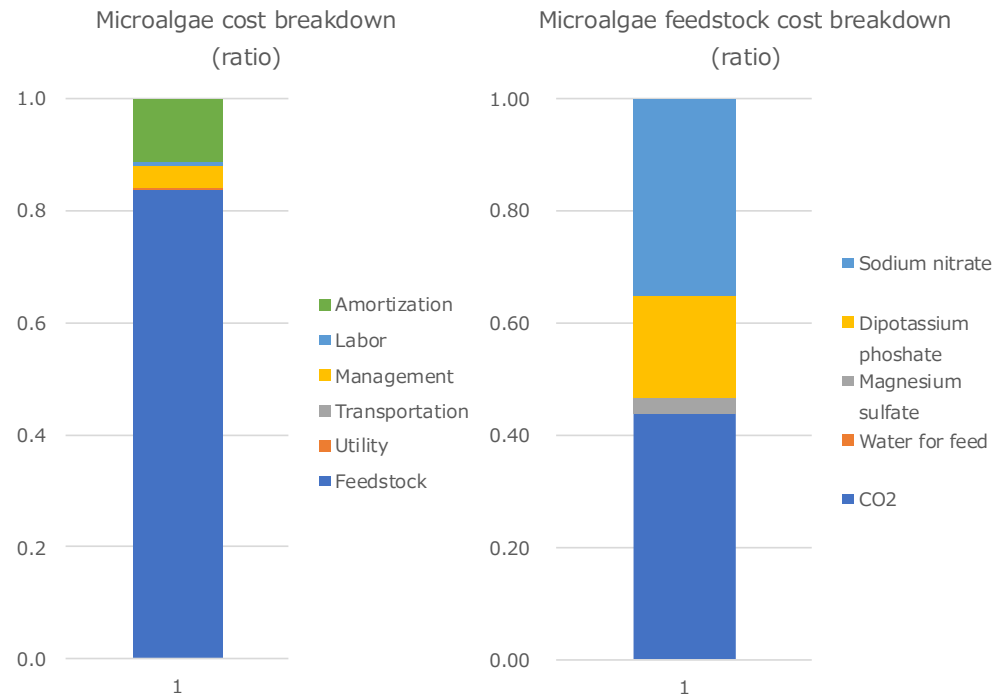
重質分(炭素数が10以上)の収率を増加させるガス化FT合成技術が課題

微細藻類によるバイオジェット燃料製造

製造プラントのプロセスシミュレーション結果

- 原材料費が8割程度を占め、CO₂の費用も原材料費の4割を占める。
- 微細藻類は、カーボンニュートラルなCO₂で育成する必要があり、バイオマスを半炭化して、CO₂を発生利用。その際、半炭化炭は、バイオマス燃料として販売でき、コスト低減に寄与。
- 数百円/L程度と試算される。

- 木質バイオマス半炭化行程と組み合わせ、排気である10v%程度のCO₂を微細藻類育成工程に供給
- 油分を改質する際に用いる水素は、木質バイオマス半炭化行程で生成。CO₂は無償ではなく、有償。
- 安価な原料 = 木質バイオマス、が重要。ここでは 0.045 USD/kg-raw wood とした。
- 0.226 USD/kg-torrefied wood, 1.8 USD/kg-H₂, 0.08 USD/kg-CO₂, 493 USD/ton-microalgae-dry, 1,835 USD/ton-oil, 生産量4.7万kL/yを10台設置。

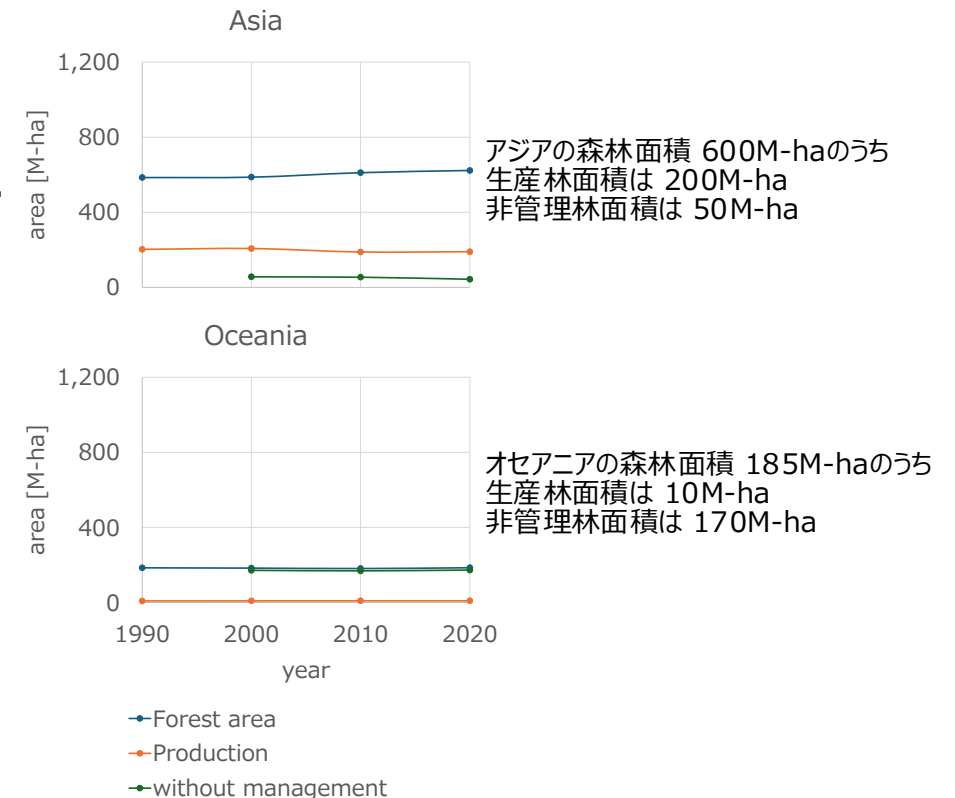


コスト低減された微細藻類技術が課題

利用可能な植物育成適地は日本近辺に十分存在する

■ アジアとオセアニアには十分なバイオマス育成面積がある。

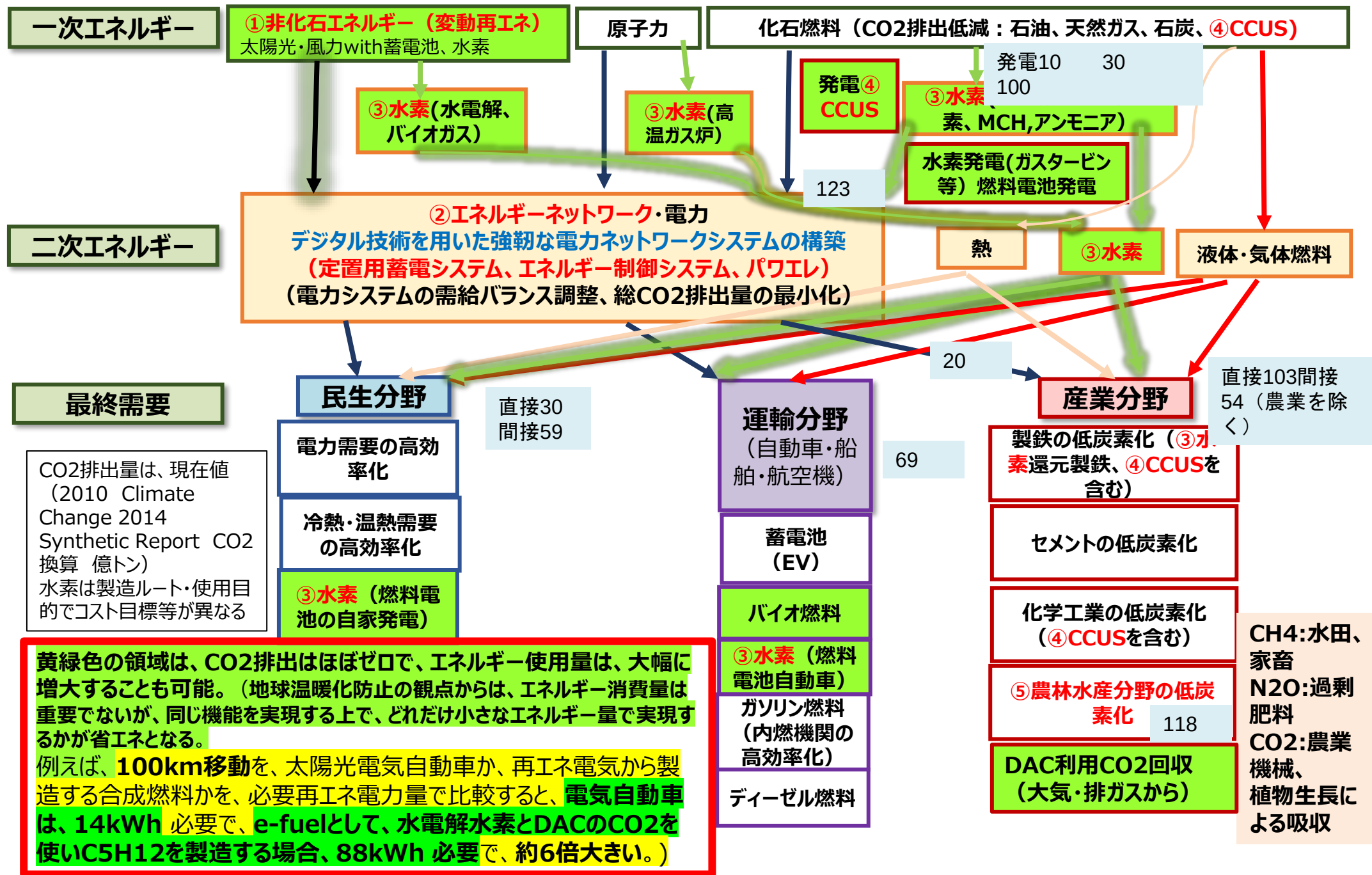
- バイオマスはどこで生産するか？ 森林は、植物育成に適した土地である。
- FAOによると、1990年以降、アジアの森林面積は 600 M-ha、オセアニアの森林面積は 185 M-ha でほぼ一定。
- 生産林面積は、プランテーション面積を含む。
- 非管理林面積は、用途が明確でない森林面積。
- プランテーション林は、商用植物の育成を目的とした林地。よって、nSAF用バイオマス育成に転用することも容易なので、1%をnSAF用林地とする。
- 非管理林は、現在用途が不明地である。よって、調整してnSAF用バイオマス育成に転用し、50%をnSAF用林地とする。
- その結果、アジアでは 26 M-ha、オセアニアでは 85 M-haの土地が確保できる。
- 成長速度 30 ton-dry/ha/yr のバイオマスを育成した場合、アジアでは 780 M-ton/yr、オセアニアでは 2550 M-ton/yr。
- 0.3 m³-nSAF/ton-dry-biomass (約1/3を変換) とすると、**アジアで234 M-m³-oil/yr、オセアニアで 765 M-m³-oil/yr が見込める (世界のnSAF需要量は 400 M-m³/yr@2050)。**
- 成長速度 300ton-dry/ha/yr なら、その1/10。



TCI: total capital investment, DFT: direct Fischer Tropsch, GFT: gasification Fischer Tropsch, ATJ: alcohol to Jet, HEFA: hydroprocessed esters and fatty acids, PTJ: power to Jet, FOAK: first of a kind, NOAK: nth of a kind, FOGs: fats, oils and grease, MSP: minimum selling price, CNE: carbon negative, CNU: carbon neutral

世界の温暖化ガス排出フロー(CO2排出の観点からの方向性)

330



- 1. エネルギー需要側の将来展望（モビリティ分野、産業利用分野）【建物・住宅分野での暖房は電動ヒートポンプが世界的に開発・普及しつつある】
- 2. エネルギーサプライチェーン
- 3. 各エネルギー媒体の技術課題・供給側の現状・役割・課題（水素、アンモニア、バイオ液体燃料など）
- 4. **CO2限界削減コストを低減する革新的技術開発の必要性**
- 5. まとめ

代表的な革新技術のCO₂削減ポテンシャル

- 技術ごとに成熟度の違いがあり、また技術間で競合する部分もあるため、合計値の扱いには注意が必要であるが、以下の技術は数億トンから数十億トンと高いレベルにあり、**技術開発の推進によって、温室効果ガス排出量（CO₂換算で約500億トン）の大幅削減**に寄与する。

技術分野	CO ₂ 削減ポテンシャル 億トン/年	技術分野	CO ₂ 削減ポテンシャル 億トン/年
アルミニウムリサイクル	0.7～1.0	燃料電池自動車	0.6～12.0
プラスチックリサイクル	1.1～3.2	次世代蓄電池-EV	2.7～9.1
EOR・CCS	80	次世代パワエレ	14
次世代太陽光発電	91	次世代蓄電池-航空機	0.72～1.7
次世代風力発電	65	バイオジェット燃料-航空機	6.4～15.0
次世代地熱発電	7	セルロースナノファイバー	2.2～2.7
海洋エネルギー発電	2.5～3.8	バイオプラスチック	4.5～6.7
高効率火力発電	8.6～13.2	植林	36～38
水素発電	1.9～5.8		

出典：「持続可能な社会の実現のための技術開発総合指針2020」(付録) より抜粋 [<https://www.nedo.go.jp/content/100903678.pdf>]
「持続可能な社会の実現のための技術開発総合指針2023」(付録) 参照

エネルギー技術全体の俯瞰図とテーマの位置づけ



サステナブルエネルギーシステム（持続可能社会）

カーボンニュートラルの実現（目標概念）

持続可能エネルギーシステムへの貢献

グリーンエネルギーネットワーク（整える）

エネルギーシステムの最適化（サイバー）

エネルギーネットワークの脱炭素化・強靱化への貢献（デジタル技術の活用）
デマンドレスポンス、VPP、サイバーセキュリティ、エネルギー需給シミュレーション

電力

水素

熱

火力 水力 原子力

水素発電

太陽光 風力

地熱 バイオマス

創エネルギー
（創る）

蓄電池

揚水発電

各種蓄電技術

各種蓄熱技術

蓄エネルギー
（貯める）

運輸

モビリティの電動化
燃料電池

産業

熱電変換
産業分野省エネ

民生

パワエレ
ヒートポンプ

省エネルギー・
エネルギー利用（使う）

エネルギー技術の高度化（フィジカル）

エネルギー技術の転換と脱炭素化への貢献

グリーンエネルギーテクノロジー

2050年カーボンニュートラルに向けての「水素」の重要性

① 2030年日本のCO2排出量46%削減目標の内容（1/2）

（2021年8月地球温暖化対策計画(案)、および、第6次エネルギー基本計画(案)に基づき、NEDO技術戦略研究センター作成、2025年2月改訂）

2013年度の1,408百万トン-CO2排出を、2030年に760百万トン-CO2排出に低減
削減量648百万トン-CO2の排出削減(46%に相当) 2040年に削減量1028百万トン-CO2の排出削減(73%に相当)

主な削減項目と削減量（百万トン） および削減割合：

産業部門

高効率工業炉 8(1%)、モータ・インバータ 7(1%)、コージェネ 10(1%)

業務その他部門

建物(新築) 10(1%)、トップランナー省エネ機器 8(1%)

家庭部門

家庭用給湯器 9(1%)

運輸部門

次世代自動車普及、燃費改善 25(2%)、トラック輸送改善 12(1%)

エネルギー転換部門

再エネ熱 36(3%)

2050年カーボンニュートラルに向けて

① 2030年日本のCO2排出量46%削減目標の内容

電源の脱炭素化

(2/2)

火力発電の高効率化 11(1%)

再エネ発電 193 (最大14%程度)

原子力発電 120(最大9%程度)

代替フロン等4ガス

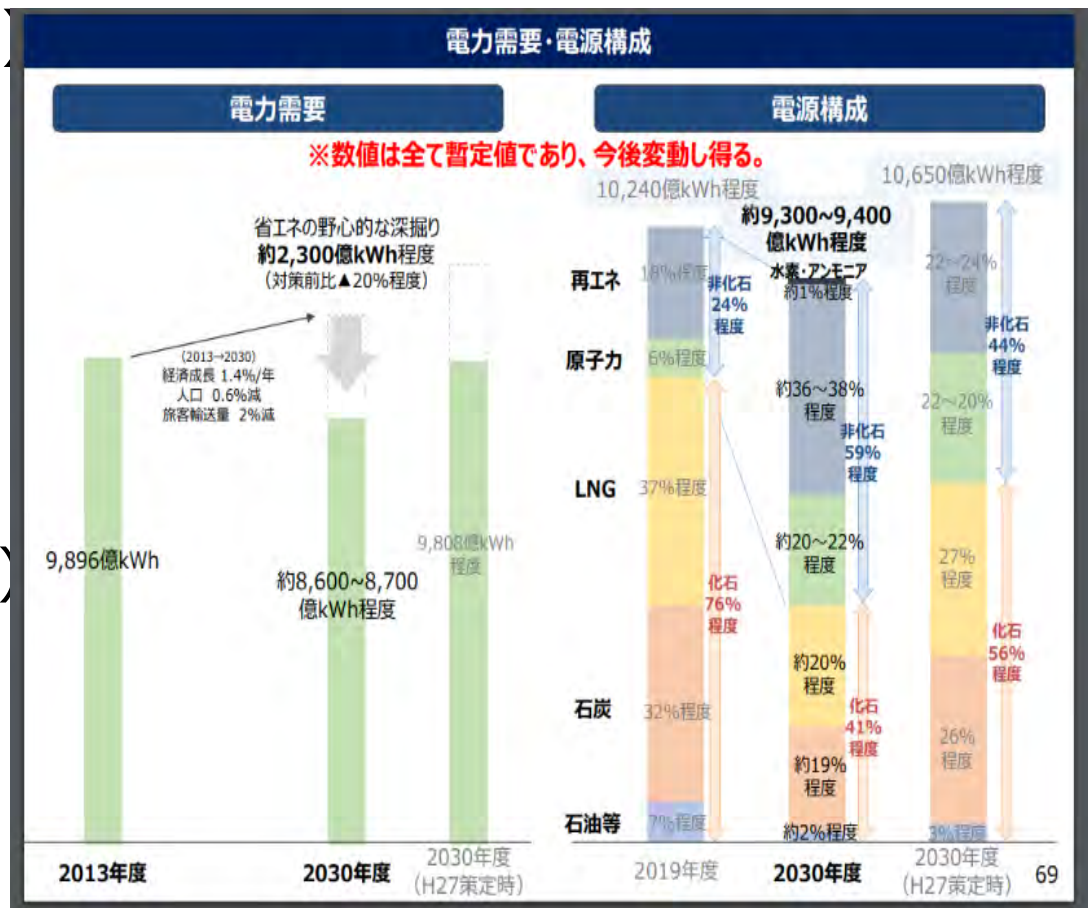
(HFCs、PFCs、SF6、NF3)

代替物質への移行推進等 15(1%)

温室効果ガス吸収源

森林吸収 38(2%)

農地炭素吸収源対策 9(1%)



2030年の電力需要・電源構成

上記の削減項目で、40%削減となる。

残りの6%は、1%未満の多くの削減技術の積み重ねで、実現する。

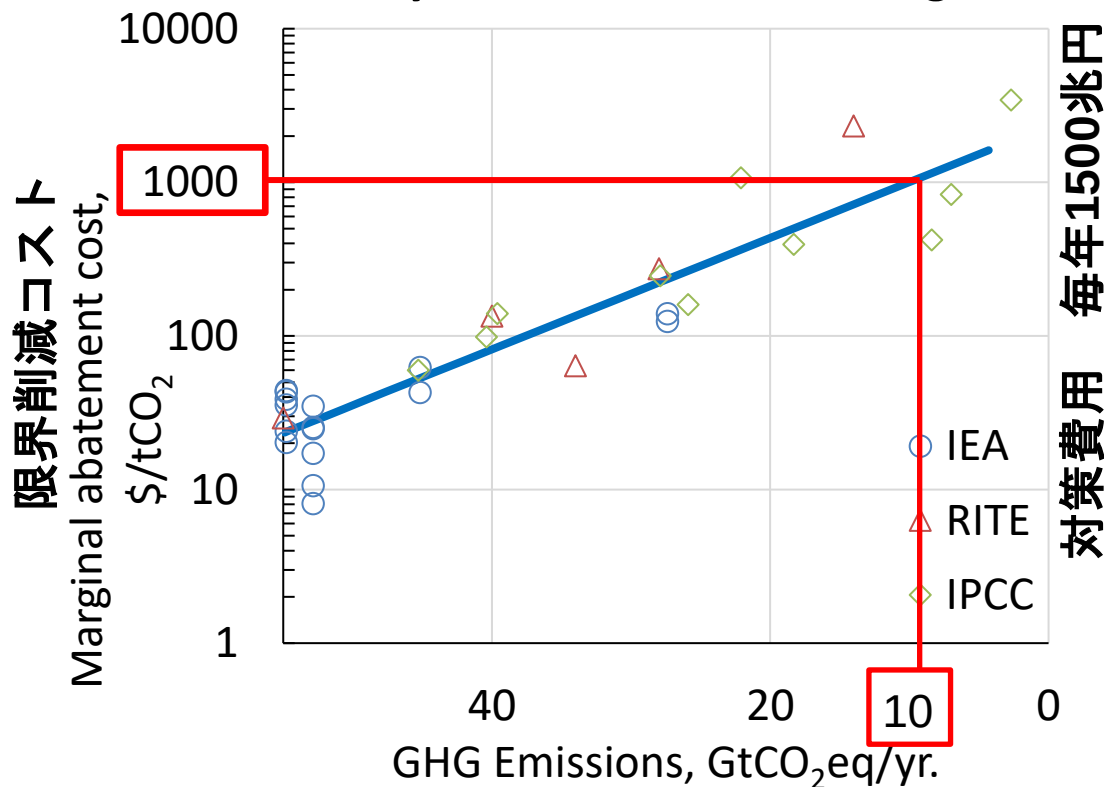
また、2021年度までで、20.3%まで、2024年度で、29%まで達成している。

なお、カウントされていないが、J-クレジット 15 (1%相当)、二国間クレジット 100 (7%相当) も、試算されている。

CO₂の限界削減コスト (Abatement Cost Estimation)

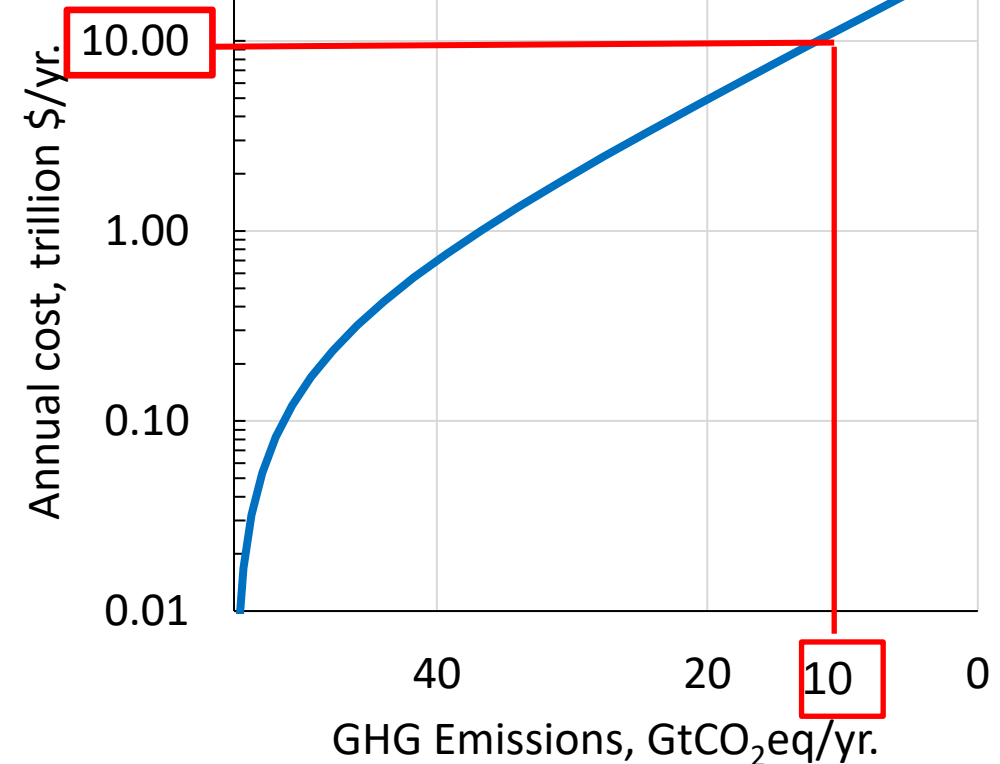
- Even in case of **reducing to 10 GtCO₂ eq.** of GHG emissions (20% of global GHG emissions) with only conventional technologies, MAC would become around **\$1,000/tCO₂**. It means **total additional cost** reaches **around 10 trillion dollars** each year globally.

MAC(Marginal abatement cost) estimation
with only conventional technologies



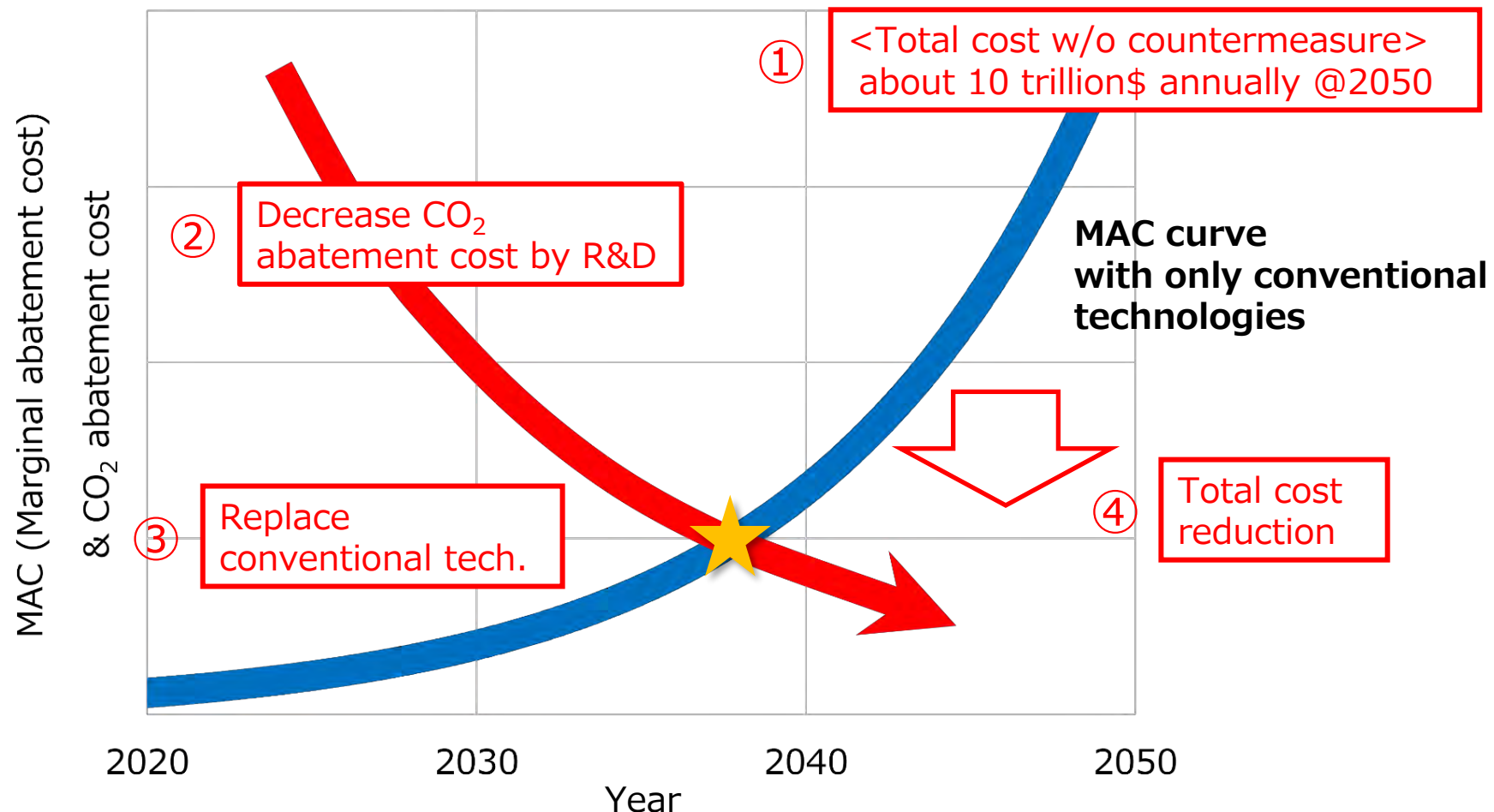
Source : Compiled by NEDO Technology Strategy Center

Annual cost estimation
with only conventional
technologies



技術開発によるCO₂削減コストの低減と限界コストとの交点以降で新たな技術が普及

- 技術開発の進展によって、革新技術のCO₂削減コストが従来技術の限界削減コストを下回る時点から、急激に社会実装が進むことが想定可能。
- 革新技術が実用化できれば、CO₂削減コストと限界削減コストを大幅に低減することが可能になる。それによって、毎年必要な対策費用の大幅な低減にも貢献。



Source : Comprehensive R&D Principle for Sustainable Society 2020 (NEDO Technology Strategy Center, 2020)

<https://www.nedo.go.jp/content/100925057.pdf>

エネルギー・環境分野の技術開発の特徴

(開発着手から経済効果発現までに平均20年必要である)

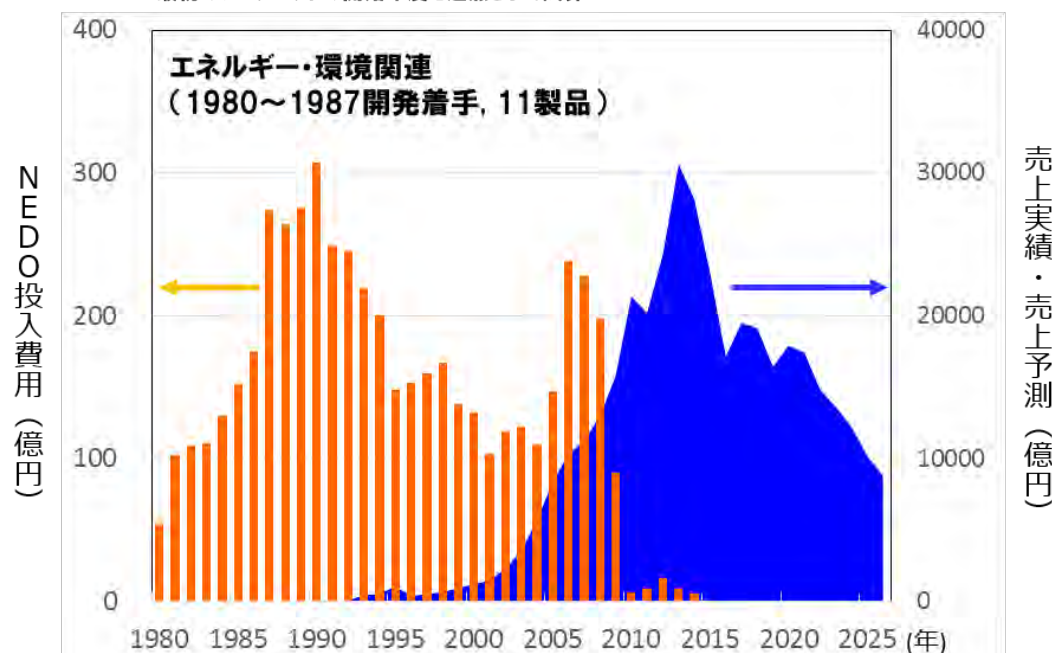
調査結果： 開発着手から経済効果発現までの経過年数

技術分野	NEDO費用投入 平均年数※1	開発着手から売上開 始までの平均年数※2
エネルギー・環境関連 (1980～1987開発着手, 11製品)	17年 (6～34年)	20年 (7～32年)
産業技術関連 (1998～2002開発着手, 29製品)	6年 (1～15年)	7年 (3～14年)

自動車用無段変速機、パワー半導体
等29製品

※1 複数プロジェクトが関与する場合は、最初のプロジェクトの開始年度から直近プロジェクトの終了年度から試算

※2 最初のプロジェクトの開始年度を起点として試算



- ・ 太陽光発電、風力発電、家庭用ヒートポンプ給湯器等、11製品。
- ・ 開発着手から売上開始まで **平均20年**（特許権存続期間程度）
- ・ 技術開発課題や対象（要素からシステムへ）を変えながら、複数のプロジェクトにより開発を実施。
- ・ **開発と並行して政策により市場導入**が行われ、特に初期は緩やかに導入。
- ・ 売上開始から経済効果の最大値まで約20年程度

出典：「中長期研究開発プロジェクトにおけるアウトカムに関する考察：NEDO追跡調査データに基づく分析」をもとに作成

<https://dspace.jaist.ac.jp/dspace/handle/10119/15606>

- 1. エネルギー需要側の将来展望（モビリティ分野、産業利用分野）【建物・住宅分野での暖房は電動ヒートポンプが世界的に開発・普及しつつある】
- 2. エネルギーサプライチェーン
- 3. 各エネルギー媒体の技術課題・供給側の現状・役割・課題（水素、アンモニア、バイオ液体燃料など）
- 4. CO2限界削減コストを低減する革新的技術開発の必要性
- 5. まとめ

ま と め

- 将来の社会を予測し、2050年にカーボンニュートラルを実現するという**持続可能な社会を実現する将来課題**を持ち、「**未来を捉えること**」、また、**将来の社会において重要になる技術の全体像を俯瞰し、「未来を描くこと」**、さらに、**戦略的に、「未来を共に創ること」**を試みている。
- **モビリティ分野、産業分野、民生用分野のエネルギー需要・燃料需要の全体像を俯瞰し、電池、水素、バイオ燃料、アンモニア、電気、e-メタンなどが、適材適所で必要になることを示した。**
- エネルギーサプライチェーンの全体像を俯瞰し、**水素、アンモニア、バイオ液体燃料**などが、太陽光発電コストの**地政学**、アンモニアなどの**コストの変遷**、各産業分野における既存のエネルギーコストとの**競争**、さらには、**燃料製造に必要なエネルギー量**などに影響される状況を説明した。
- **2050年のカーボンニュートラルの実現を考えると、必要な対策費用が世界で毎年1000兆円を超える膨大な額になり、その社会的に必要な費用を大幅に低減するために、革新的なイノベーション技術開発によるエネルギー技術のコスト低減が必須**となる。このためには、多くの技術分野が連携して、英知を結集し、CO2排出低減を推進することが不可欠であり、**社会的に受容される技術として確立する**ことが極めて重要である。