

Vital Spark セミナー(経団連会館)

2013年10月8日

環境エネルギー技術革新計画の概要

(公財)地球環境産業技術研究機構 (RITE)

システム研究グループ グループリーダー

秋元 圭吾



環境エネルギー革新技術計画

- 本年1月に安倍総理より、「技術で世界に貢献していく、攻めの地球温暖化外交戦略を組み立てること。」との指示があった。
- 我が国は、2050年に世界の温室効果ガス排出量半減(先進国は8割)の目標を達成するとともに、途上国で経済成長の制約となっている環境・エネルギー問題の克服に貢献するため、革新的技術の着実な開発と普及により、世界の温暖化問題やエネルギー需給の逼迫等の課題の解決に貢献する。
- 本計画の改訂は、革新的技術の着実な開発と普及の具体化を図るため、①短中期・中長期に開発を進めるべき革新的技術の特定、②技術開発を推進するための施策の強化、③革新的技術の国際展開・普及に必要な方策についてまとめた。

①革新的技術の特定

「革新的技術」として37の技術を特定。こうした技術を相手国ニーズに即した技術開発や製品の最適化、複数技術の組み合わせによる海外展開を行うことが重要。

短中期(2030年頃まで)に開発する技術

- 生産・供給分野
 - ・高効率石炭火力、高効率天然ガス発電、風力発電、太陽エネルギー、地熱発電、海洋エネルギー、原子力 等
- 消費・需要分野
 - ・次世代自動車、革新的構造材料、革新的デバイス、エネルギーマネジメント、省エネ住宅・ビル 等
- 流通・需給統合分野
 - ・燃料電池、高性能電力貯蔵、蓄熱・断熱等技術 等

中長期(2030年頃以降)の実用化を目指す技術

- ・二酸化炭素回収・貯留(CCS)、人工光合成
バイオマス利活用、水素製造・輸送・貯蔵 等

②技術開発推進の施策強化

研究開発投資促進・革新技術のシーズ発掘

研究開発税制の活用促進等による民間の投資環境整備等を行う。また、ハイリスクだが効果の大きい技術開発を政府主導で実施。

③国際展開・普及に必要な方策

二国間クレジット制度の推進

関係省庁とJICA、JBIC等が連携し、プロジェクトを促進。
※JICA:国際協力機構、JBIC:国際協力銀行

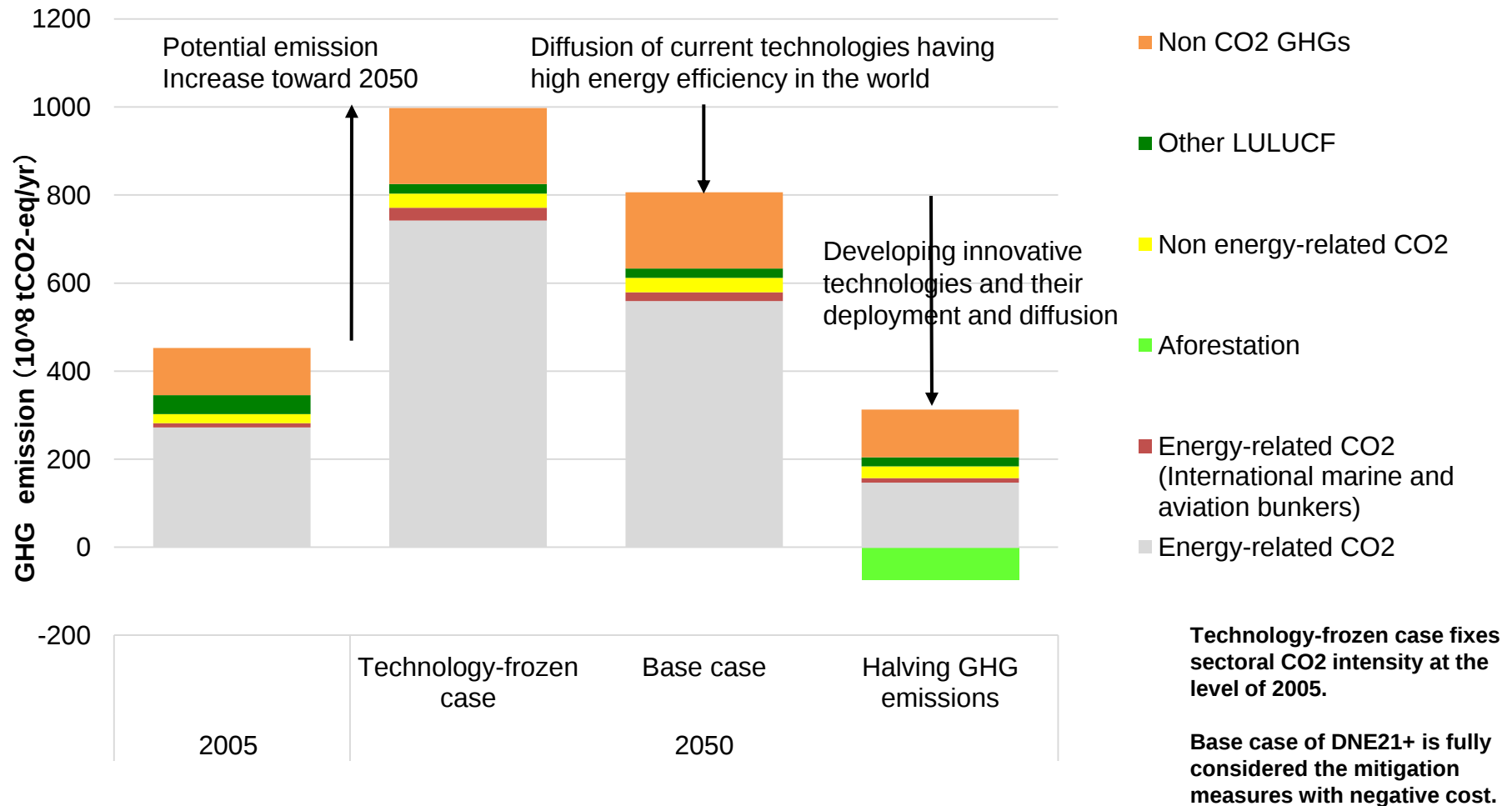
国際標準化の活用促進

新興国の省エネ対策や再生可能エネルギー導入に関する制度構築と人材育成等の実施体制整備を支援。

公的資金の戦略的活用

高効率火力発電、原子力発電や低炭素都市づくり等の海外移転に公的資金を活用し促進。

世界GHG排出量



世界排出量半減のためには大きな排出削減が必要

環境エネルギー革新技術リスト

生産・供給	火力発電	1. 高効率石炭火力発電
		2. 高効率天然ガス発電
	再生可能エネルギー利用	3. 風力発電
		4、5. 太陽エネルギー利用
		6. 海洋エネルギー利用
		7. 地熱発電
		8. バイオマス利活用
	原子力発電	9. 原子力発電
	二酸化炭素回収・貯蔵・利用 (CCUS)	10. 二酸化炭素回収・貯留 (CCS)
		11. 人工光合成
消費・需要	運輸	12、13. 次世代自動車
		14、15、16. 航空機・船舶・鉄道
		17. 高度道路交通システム
	デバイス	18、19、20. 革新的デバイス
	材料	21. 革新的構造材料
	エネルギー利用技術	22. エネルギーマネジメントシステム
		23. 省エネ住宅・ビル
		24. 高効率エネルギー産業利用
		25. 高効率ヒートポンプ
	生産プロセス	26. 環境調和型製鉄プロセス
		27. 革新的製造プロセス
需給統合・流通	エネルギー 変換・貯蔵・輸送	28、29. 水素製造・輸送・貯蔵
		30. 燃料電池
		31. 高性能電力貯蔵
		32. 蓄熱・断熱等技術
		33. 超電導送電
		34. メタン等削減技術
		35. 植生による固定
その他 温暖化対策技術		36. 温暖化適応技術
		37. 地球観測・気候変動予測

環境エネルギー技術革新計画のロードマップ等： 高効率石炭火力発電

1. 高効率石炭火力発電

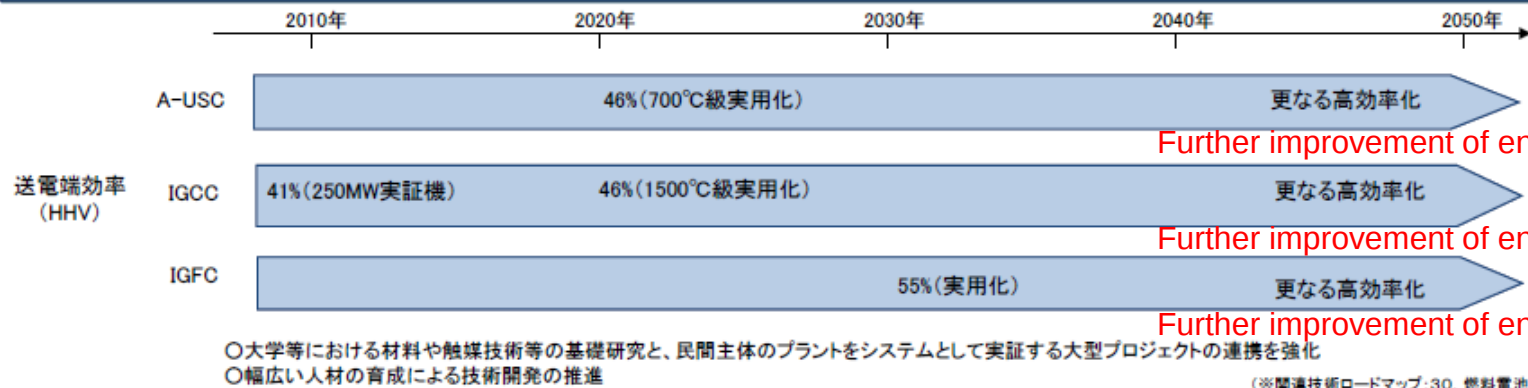
技術の概要

- 高効率石炭火力発電技術としては、研究段階のものも含め、微粉炭石炭火力発電の蒸気条件が高温・高圧である超々臨界圧発電(USC)、先進的超々臨界圧発電(A-USC)や石炭をガス化して発電する石炭ガス化複合発電(IGCC)、IGCCに燃料電池を組み合わせた石炭ガス化燃料電池複合発電(IGFC)といった技術がある。
- 将来CCSが商用化し、導入されれば、二酸化炭素排出をほぼゼロにすることが可能。
- 既に商用化されている日本の石炭火力発電技術(USC)を、米中印の海外の石炭火力発電に導入した場合、エネルギー起源CO₂を15億トン削減できるとの試算あり。

我が国の技術開発の動向・課題

- A-USCについては、技術開発支援を2008年度から実施中。電力産業用大容量ボイラー・タービンシステム、高温弁技術の開発が主要な課題。700℃以上の高温蒸気にも耐えられる材料の開発も課題。
- IGCCについては、空気吹きIGCCについて、福島県で実証試験を行い、今後は、ガスタービンの高効率化、燃焼器部分等の技術開発等が課題。
- IGFCについては、基幹技術である酸素吹IGCCについて、中国電力(株)の大崎発電所構内で、全体システムの信頼性向上等に係る実証試験を実施中。今後は、石炭ガス化ガスと燃料電池の適合性の検証等が課題。
- 発電効率の向上、多炭種の活用、発電コストの低減に向けた技術開発が重要。

技術ロードマップ



Further improvement of energy efficiency

Further improvement of energy efficiency

Further improvement of energy efficiency

国際動向

普及の現状

- 世界の石炭火力発電所の大半は米国と中国、インドに集中しており、その多くは発電効率が35%以下と低い。USCは日本では既にかなり普及しており、中国でも最近大型石炭火力で導入が始まっている。インドでは一部SCの導入が行われているが、石炭火力発電所の多くは低効率の従来型である。

技術開発の動向

- 欧州では電力・メーカーを主体としたAD700プロジェクトにおいて、現在700℃の蒸気を用いた各種要素試験が行われている。また、クリーン・コール政策として、(1)CCS(CO₂分離回収・貯留)、(2)IGCC(石炭ガス化複合発電)の推進に向けた資金支援プログラム

を導入し、(3)USC(超々臨界圧)、A-USC(先進超々臨界圧)についてはEU企業参加による共同開発を推進している。CCSIについては2020年以降の商業実用化を目指しており、A-USCについては2016年までに実証試験を完了する。

- 米国では、「クリーン・コール・パワー・イニシアチブ」(CCPI)や、「クリーン・コール技術実証プログラム」の中で、将来的にゼロ・エミッションまたはそれに近い石炭火力の実現を目指している。

我が国の国際競争力

- 我が国の石炭火力発電設備の平均発電効率は現時点で約41%(発電端・HHV)となっており、諸外国が30%台であるのと比較して世界最高の水準にある。

The energy efficiency is the highest in the world.

環境エネルギー技術革新計画のロードマップ等： 燃料電池自動車

13. 次世代自動車(燃料電池自動車)

技術の概要

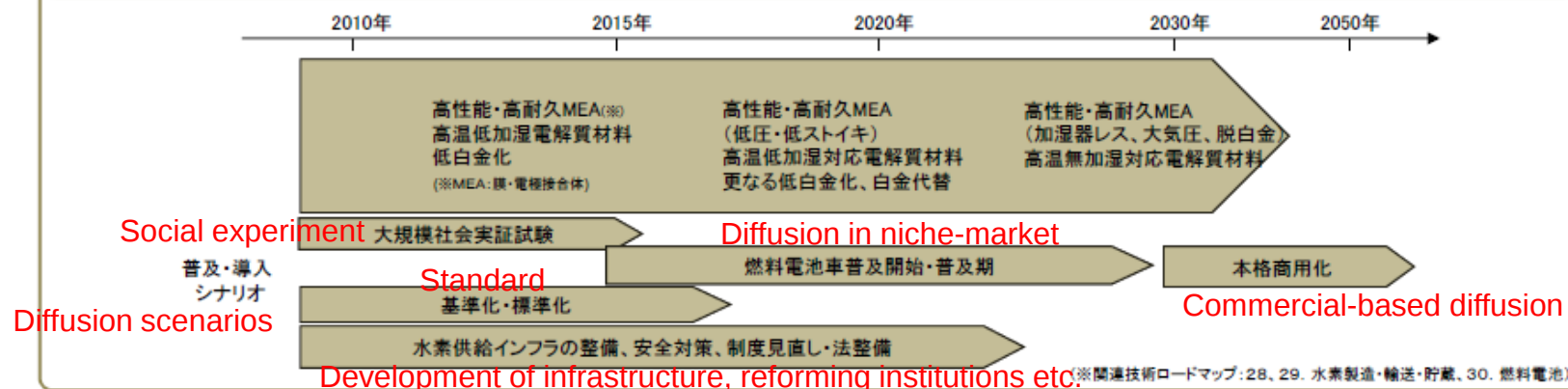
- 燃料である水素と空気中の酸素を反応させて発電した電気をを用いて走行する自動車。
- 既存ガソリン車に比べ、CO₂排出を1/3程度に削減することが可能^{※1}。また、水素は原子力・再生可能エネルギーの割合の高い電力を用いること等により、製造工程におけるCO₂排出量を大幅削減することが可能。
- 高性能燃料電池、高容量水素貯蔵技術及び水素供給インフラの整備が課題。
- IEAのEnergy Technology Perspectives 2012では、燃料電池自動車の開発・普及により、2050年に世界全体で約7億トンのCO₂排出削減ポテンシャルがあると試算。

※1「JHFC総合効率検討結果」報告書

我が国の技術開発の動向・課題

- 量産車の販売はまだ始まっていないが、一部でリース車や実証用のバスの導入が開始されている。日本国内の主要自動車メーカーと石油・ガス会社等は2011年に共同声明を発表し、2015年よりFCVの量産車の普及ができるよう車両開発や水素充填インフラの整備を進めるとしている。
- 環境省では、小型ソーラー水素ステーションと燃料電池車を組み合わせたCO₂排出ゼロシステムの開発を実施し、大型路線用燃料電池バスの開発を実施することとしている。
- 基盤技術であり動力源となる固体高分子形燃料電池の低コスト化をはかるために、高温低加湿対応電解質材料、低白金化技術、白金代替触媒材料等の技術開発が重要。

技術ロードマップ



国際動向

普及の現状

- 量産車の販売は国際的にもまだ始まっていない。

技術開発の動向

- 米国は、エネルギー省(DOE)の燃料電池・水素プログラムとして燃料電池の電解質材料の薄膜化、触媒の性能向上や燃料電池スタックの改良等を目的とした研究開発を行っている。またオバマ大統領は2013年の一般教書演説の中で、次世代車の普及台数を2015年までに100万台とするとともに、新たな技術開発ファンドを創設して研究開発を推進すると表明した。
- EUはヨーロッパ共同燃料電池研究計画の中で、大規模な車両や充填設備の実証、バ

イポーラプレートの開発、充填設備の周辺機器の開発、水素の品質担保といった分野で合計68.5百万ユーロ(2013年度)の開発支援を実施するとしている。

我が国の国際競争力

- 現段階では量産車の発売が行われていないが、その本格普及に向け国内メーカーが開発を進めると同時に、近年では国際的な技術提携による共同開発の例も見られる。

環境エネルギー技術革新計画のロードマップ等： 水素製造

28. 水素製造・輸送・貯蔵（水素製造）

技術の概要

○水素は、多様なエネルギーから製造することが可能な二次エネルギーであり、化石燃料や水、バイオマス等を原料として、右記の表に示されている様々な方法で製造することができ、排出されるのが水のみというクリーンエネルギーとしての特質を有する。

製造	化石燃料由来	水素製造
	石炭（オンサイト）	オートサーマル
	石炭（オフサイト）	CO ₂ 回収・貯蔵（CCS）
	水電解	アルカリ電解
再生可能エネルギー	太陽光	光触媒
	風力	風力発電
その他	バイオマス	バイオマス
	廃棄物	廃棄物

（出典）NEDO「燃料電池・水素技術開発ロードマップVer.2」

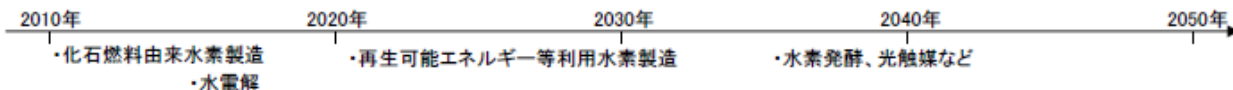
我が国の技術開発の動向・課題

○NEDOでは、高圧下又は液化状態の水素基礎物性の解明に関する研究や、水素製造・輸送・貯蔵・充填に関する低コストかつ信頼性・耐久性に優れた機器及びシステムの要素技術並びに実用化技術の開発等が行われている。

○水素製造については、製造コストの制約とともに、低コスト水素製造技術の開発や水素原料の多様化等が課題。水素供給は、輸送や貯蔵と合わせて、最適なシステムが求められるため、輸送や貯蔵技術と組み合わせて検討する必要がある。

○JAEAでは、水の熱分解で水素を製造するISプロセスの試験研究が行われている。

技術ロードマップ



Hydrogen from fossil fuels, byproduct hydrogen

化石燃料由来水素、副生水素

Hydrogen from renewables

再生可能エネルギー等水素

太陽光・太陽熱・風力・水力利用、バイオマス利用、褐炭由来水素 他

Innovative hydrogen productions

革新的水素製造

水素発酵、光触媒、ISプロセス 他

水素導入時期は、既存施設（副生水素等）を活用。ポイントは、普及拡大時期（急激に水素需要が増大）に何から水素を作るか。CO₂回収を前提としたオフサイト製造、原油高に左右されない安価な燃料源（例：石炭、重質油等）の活用、夜間電力や再生可能エネルギー等を利用した水電解等、水素社会インフラ全体としての評価が必要。

Assessments of total hydrogen systems are important.

（※関連技術ロードマップ：13. 次世代自動車（燃料電池自動車）、29. 水素製造・輸送・貯蔵（水素貯蔵・輸送）、30. 燃料電池）

国際動向

普及の現状

○2011年1月に自動車メーカー及び水素供給事業者13社が共同声明を発表し、自動車メーカーがFCV量産車を2015年に4大都市圏を中心とした国内市場への導入と一般ユーザーへの販売開始を目指して開発を進めることが示された。

技術開発の動向

○米国では生体触媒やバイオマス処理による生物学的プロセス、化石燃料からの水素生産、再生可能エネルギー等による電解プロセス、高温・超高温水分解等の熱化学プロセスに加え、光触媒及び光電気化学水分解やメタンのソーラー改質等の代替アプローチ

を研究課題としている。

○EUでは、2020年時点での化石燃料に対して価格競争力を有する水素の供給を目標として、電気分解による100MW級集中型生産システムの開発や、水素生産効率の30%向上並びに能力の倍増、電気分解及びバイオガス改質技術による分散型生産体制の実現を掲げている。

我が国の国際競争力

○核となる要素技術では、性能は世界レベルに到達の見込み。

要素技術：水蒸気改質、オートサーマル技術、部分酸化技術、水電解

環境エネルギー技術革新計画のロードマップ等： 水素輸送・貯蔵

29. 水素製造・輸送・貯蔵（水素輸送・貯蔵）

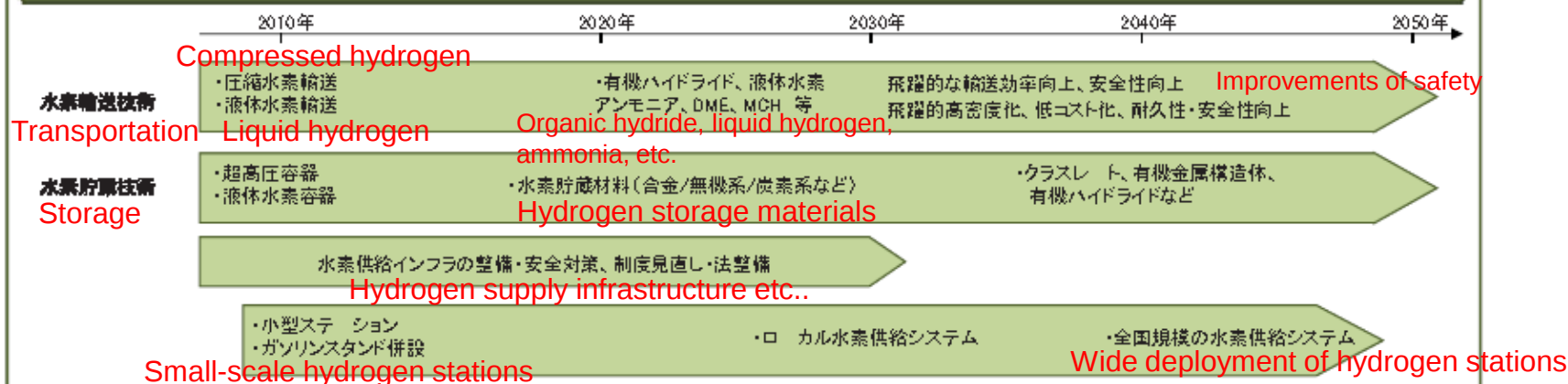
技術の概要

- 燃料電池自動車や定置用燃料電池に利用する水素を輸送・貯蔵するための技術。
- 水素輸送では、圧縮水素輸送、液体水素輸送、有機ハイドライド輸送、アンモニアを合成して輸送、パイプラインによる輸送等の手法がある。また、鋼製容器を用いた圧縮水素による輸送は既に実績がある。
- 再生可能エネルギーを大量に導入する際にも有用な技術として期待されている。

我が国の技術開発の動向・課題

- NEDOでは、2015年の普及開始に向けて、実使用に近い条件でFCV・水素供給インフラに関する技術実証を行うと共に、ユーザ利便性、事業成立性、社会受容性等を検証する「地域水素供給インフラ技術・社会実証」が開始されている。
- 有機ハイドライドについては、トルエンの水素化及び脱水素の実証プラントが民間ベスで建設されている。
- 環境省では、水素吸蔵合金を用いた独立型の高効率水素精製・貯蔵システムの実用化開発を行った。

技術ロードマップ



(※関連技術ロードマップ: 13. 次世代自動車(燃料電池自動車)、28. 水素製造・輸送・貯蔵(水素製造)、30. 燃料電池)

国際動向

普及の現状

- 水素供給事業者により2015年までにFCV量産車の販売台数の見通しに応じて、100箇所程度の水素供給インフラの先行整備を目指すことが示された。

技術開発の動向

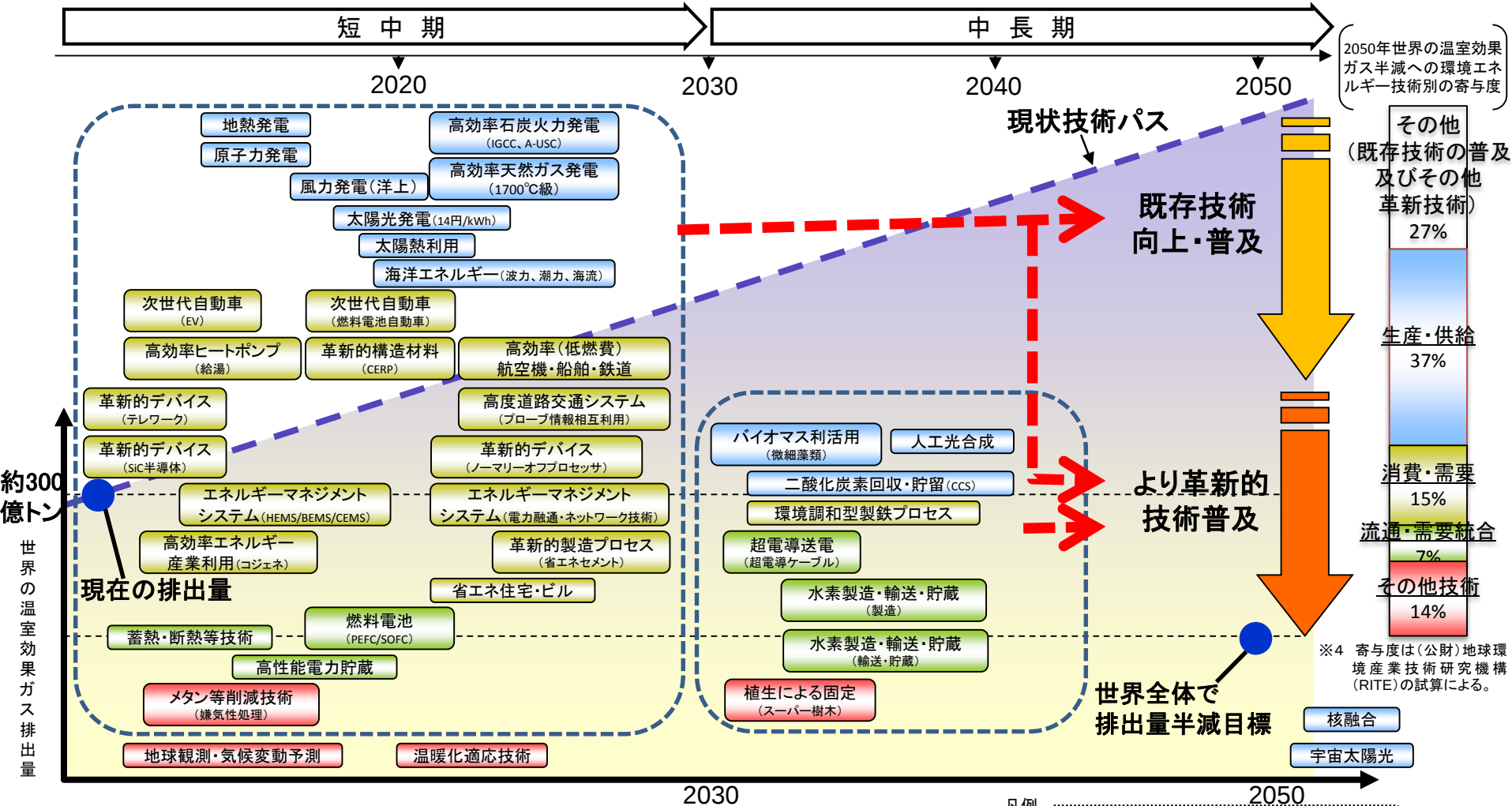
- 米国において、水素輸送については、低コストパイプライン等による気体輸送や、パイプラインによる液体輸送を挙げている。水素貯蔵については、高圧気体貯蔵や吸着材料・カーボン材料、水素吸蔵合金、有機ハイドライドなどの液体キャリア材料・再生方法を挙げている。
- EUにおいて、大規模地下貯蔵サイトを用いた負荷追従可能な電源燃料としての水素

活用の実証や、価格競争力を有する固体材料による代替貯蔵手法の開発、既存の天然ガス供給網での水素5%混合の実現性の実証等を挙げている。

我が国の国際競争力

- 輸送に必要な要素技術では、性能として世界レベルに到達見込み。経済的にいずれの方法が有利か、具体的な輸送区間で評価が必要。

環境エネルギー革新技術の世界排出量削減への貢献



※1 環境エネルギー技術の横軸上の位置は、各技術のロードマップを踏まえ、本格的な普及のおおよその時期を示すものである。

※2 「現状技術パス」は、各種技術の効率(例えば、石炭火力発電の発電効率)が変化しない場合の世界全体のおおよその排出量を示すものである。

※3 「既存技術向上・普及」及び「より革新的な技術普及」の矢印は、世界全体で排出量半減の目標を達成するためには、既存技術の向上・普及だけでなく、より革新的な技術の普及による削減が必要であることを示すものであり、それぞれの技術による削減幅を示すものではない。

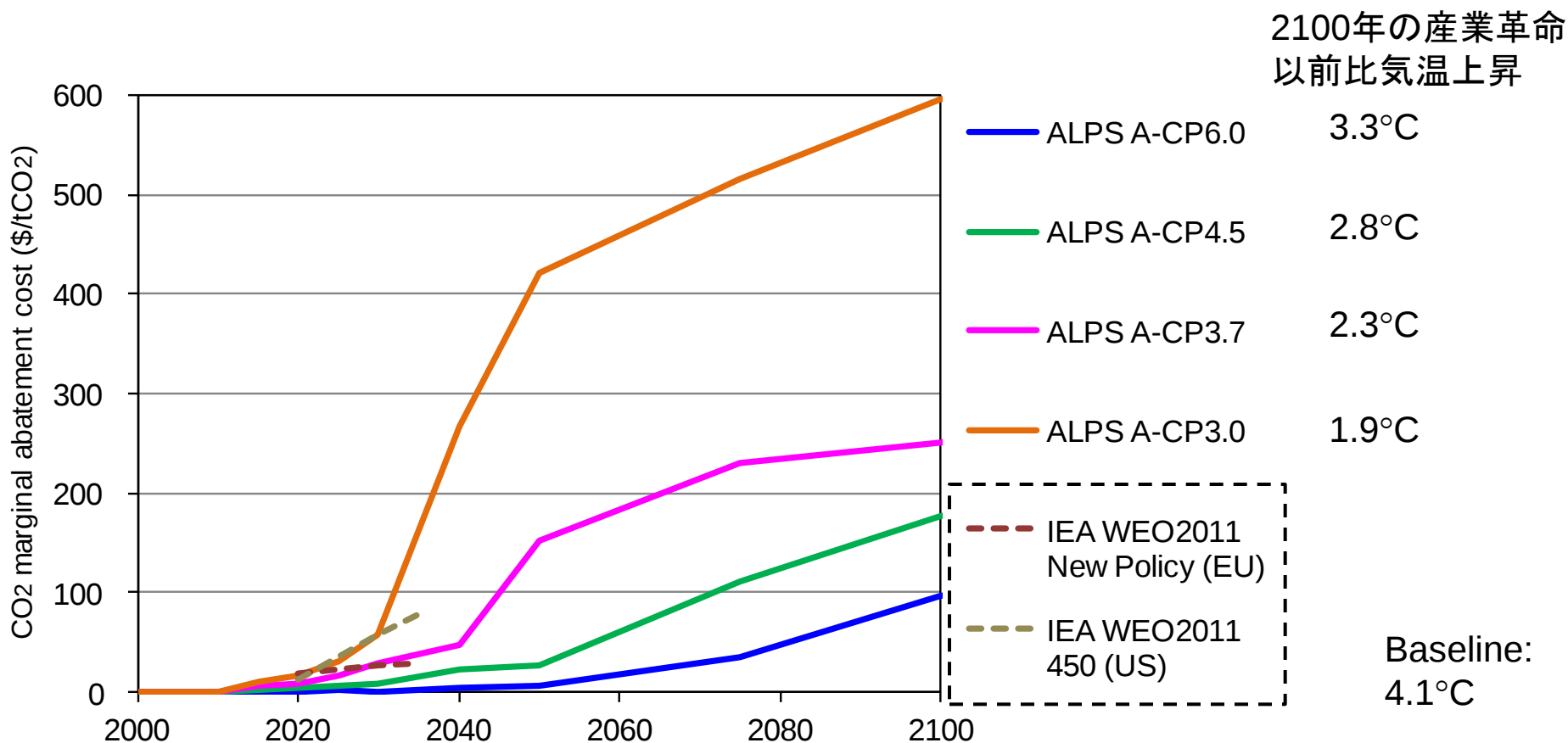
凡例



※1 枠の横幅の中ほどが本格的な普及のおおよその時期を示す

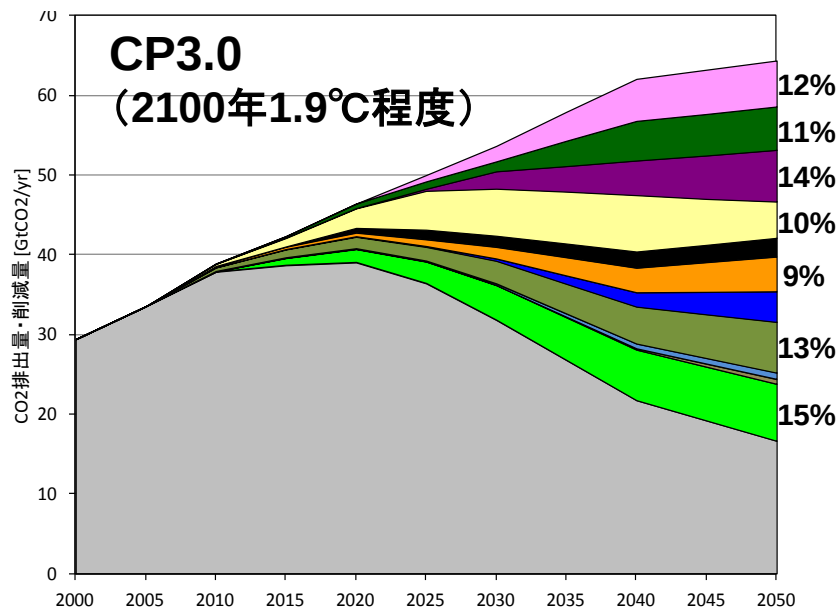
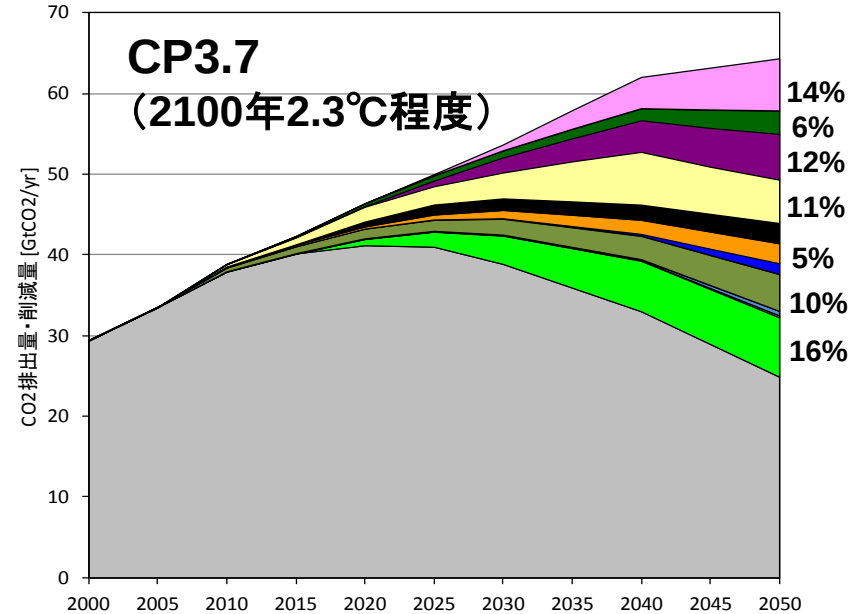
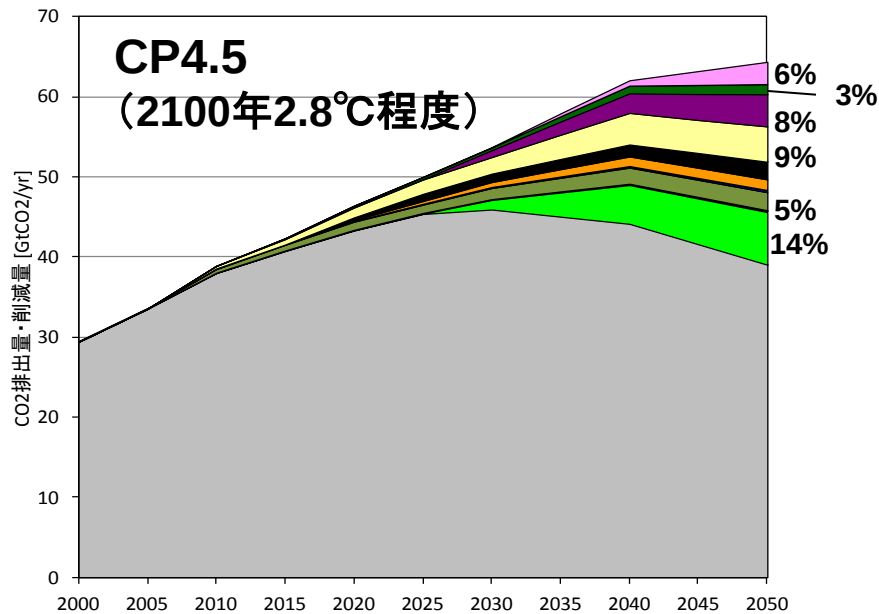
※2 括弧の中は、各項目における技術の一例を、本文の短中期、中長期の分類に合わせて抜き出したもの

排出削減レベル別のCO₂限界削減費用



**RITE ALPS CP3.0 (450 ppm CO₂eq.、産業革命以前比2°C以内に抑制)シナリオでは
相当な技術進展、革新的技術のコスト低減を見込んではいるものの、それでも、特に
2040年以降、相当高い限界削減費用が必要と推計される。**

ベースラインからの部門別・技術別CO₂排出削減量

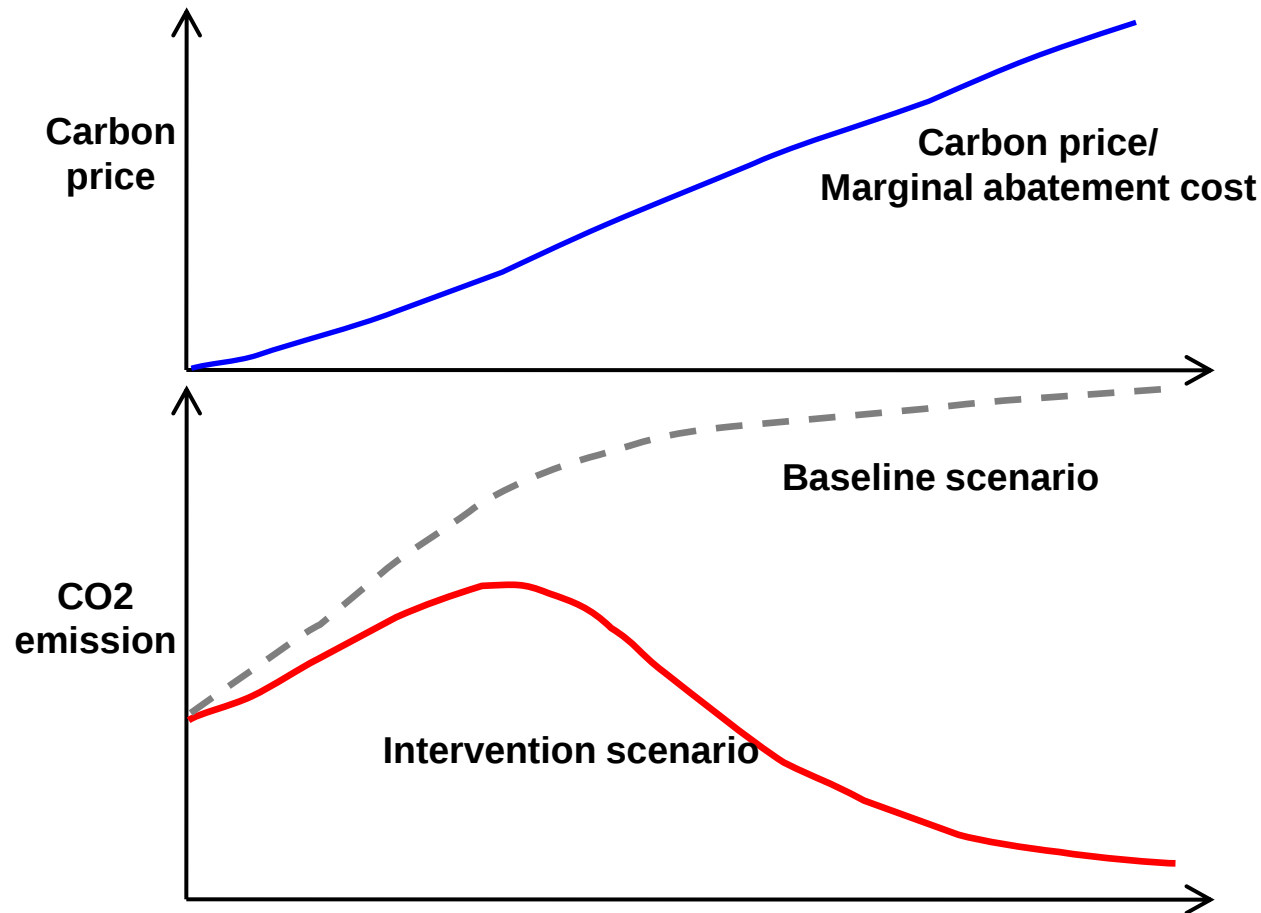


- 発電部門: CCS
- 発電部門: 再生可能
- 発電部門: 原子力
- 発電部門: 効率向上・化石燃料間転換
- 発電以外のエネルギー転換部門
- 民生部門
- 運輸部門
- 産業部門
- 国際海運・国際航空
- 産業プロセス起源CO₂
- 土地利用起源CO₂
- CO₂排出量

注1) グラフ横の数値は2050年の削減率(すべてのシナリオでCP3.0における総削減量に対する比で表示)

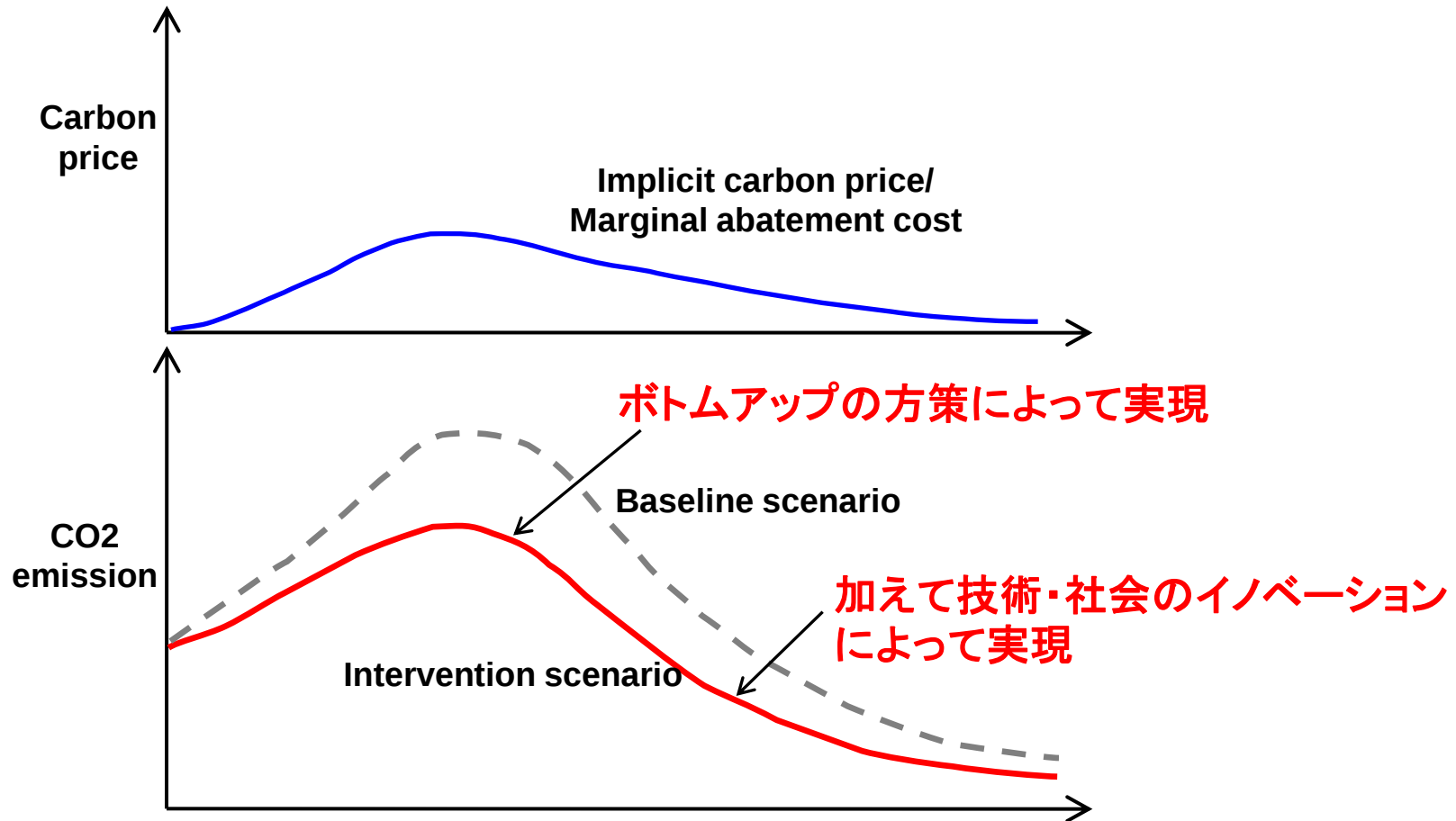
注2) ベースラインからの削減効果であり、ベースラインで比較的削減が大きく進む部門もある(運輸部門が代表的)。

通常イメージされる大幅削減シナリオ



しかし、現実社会でこれが実現することは期待薄。特に明示的な炭素価格が $100\$/tCO_2$ 以上といったレベルで実現することはほとんど不可能

実現可能性のある大幅削減シナリオ



社会の変革、コベネフィットの追求によって低い炭素価格で排出が減るような社会を実現すること、そして、明示的に炭素に価格をつける方法ではないボトムアップ的な対策によって削減を行うことが重要

- ◆ 世界の温室効果ガスは、途上国を中心に今後も大きく増加が予想
- ◆ 産業革命以前比で2°C以内にするとといった目標や世界排出量半減といった目標は、劇的な排出削減、劇的な技術イノベーションが不可欠で、相当困難な目標
- ◆ 経済成長を大きく阻害する温暖化対策は継続不可能。グリーン成長を追求すべき。しかし、現在の議論は論拠の乏しい夢だけのグリーン成長が語られることも多いので注意が必要。高コストな再エネの急激な導入は持続的ではなく、注意が必要
- ◆ あまり高い限界削減費用の対策は持続可能ではない。高いエネルギーではグリーン成長は実現しない。そして、エンドユースにおいて、社会の効用を高めるような技術イノベーションが、結果として低エネルギー利用がもたらされるような波及こそが重要であり、エネルギー・環境制約的な政策に注力し過ぎることなく、社会経済の発展に注力した政策が大変重要
- ◆ 日本政府は、「攻めの地球温暖化外交戦略」を打ち出し、環境エネルギー革新技術計画の改訂を行ってきている。このようなグローバルで長期の視点での対応は正しい方向性である。
- ◆ システム的な対応方策は、効果的な排出削減のためには大変重要であり、省庁横断での協力が大切である。

Supplement

2050年世界排出量半減に必要な排出原単位改善レベル

$$\text{Emission} = \text{Emission} / \text{GDP} \times \text{GDP}$$

$$\Delta \text{Emission} = \Delta(\text{Emission} / \text{GDP}) + \Delta \text{GDP}$$

CO₂原単位改善率(技術進歩率) GDP上昇率(GDPロス)

技術開発・普及なくして
大幅削減はあり得ない

