

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。

		要素
製造	改質(オンサイト)	水蒸気改質
		オートサーマル
	改質(オフサイト)	水蒸気改質
		CCSとの部分酸化
	水電解	固体高分子水電解
		アルカリ水電解
高温水蒸気電解		
バイオマス・生物利用		
再生可能エネルギー	太陽・風力エネルギー利用	
原子力エネルギー	原子力エネルギー利用	
精製	膜分離	PSA
		合金膜、非合金膜
		高分子膜
		深冷分離

(出典)NEDO「燃料電池・水素技術開発ロードマップVer.2」

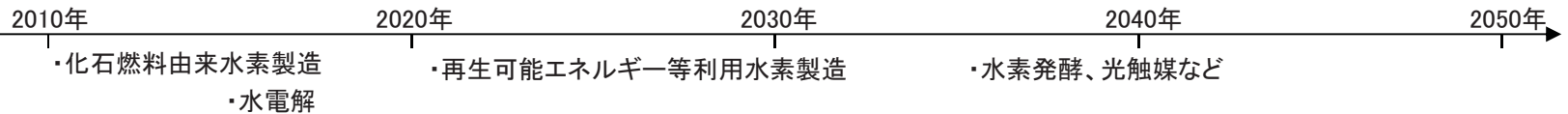
我が国の技術開発の動向・課題

○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



化石燃料由来水素、副生水素

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

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。

(※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(水素輸送・貯蔵)、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

29. 水素製造・輸送・貯蔵（水素輸送・貯蔵）

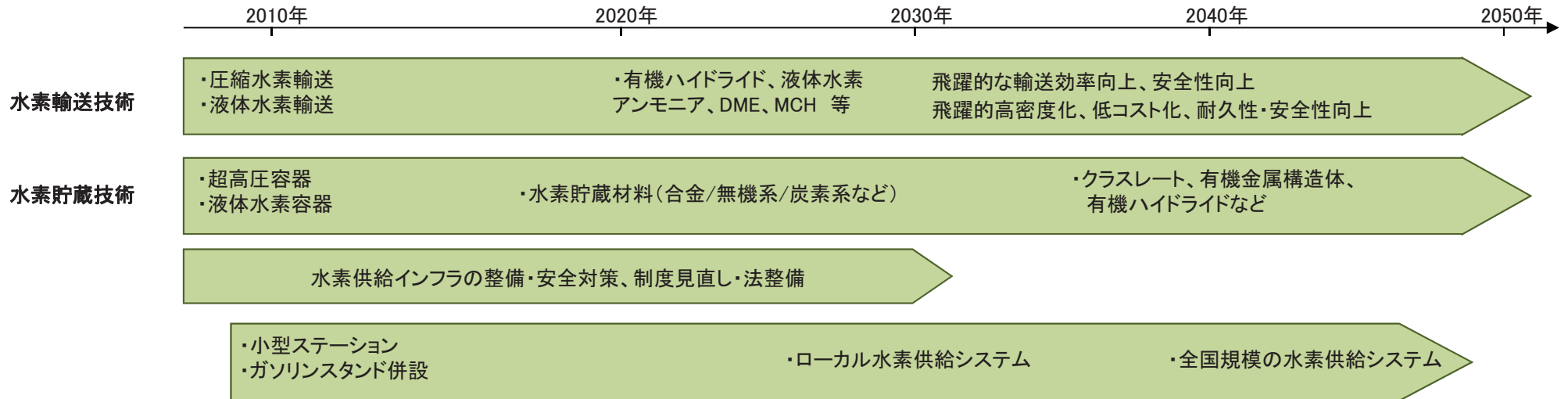
技術の概要

- 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、ユーザー利便性、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ー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。
- EUI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。

30. 燃料電池

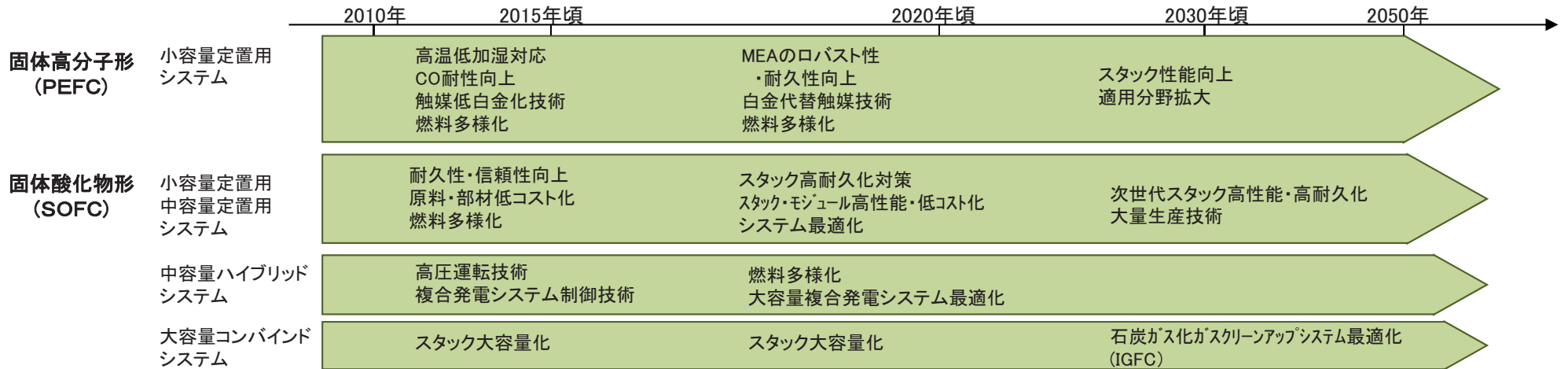
技術の概要

- 燃料電池は、水素と酸素の化学的反応により直接電気と熱を発生させる装置。火力発電とは違い、化学エネルギーから直接電気エネルギーを取り出すため、理論的な発電効率が高く、またシステム規模の大小にあまり影響されないことから、大規模発電だけでなく、一般家庭等に設置しても利用しやすいメリットがある。
- 燃料電池には、電解質として高分子膜を用いる作動温度が低い固体高分子形(PEFC)や、セラミックスを用いて作動温度が高く発電効率が高い固体酸化物形(SOFC)などがある。他に、熔融炭酸塩形(MCFC)、リン酸形(PAFC)などもある。

我が国の技術開発の動向・課題

- PEFC・SOFC共に家庭用システムが一般販売されているが、本格普及に向けた低コスト化・信頼性向上のための技術開発及び国際標準化等の普及促進施策を総合的に推進中。
- PEFCでは、低コスト化に向けた低白金化技術や白金を代替する触媒材料の開発、CO耐性・不純物耐性向上・高温低加湿対応電解質材料などの技術開発が行われている。
- SOFCでは、低コスト化と高耐久性とを両立させるための耐久性迅速評価方法の開発及び業務用中容量システムや事業用大容量システムの実証研究による実用化課題抽出などが行われている。

技術ロードマップ



(※関連技術ロードマップ: 1. 高効率石炭火力発電、13. 次世代自動車(燃料電池自動車)、28、29. 水素製造・輸送・貯蔵)

国際動向

普及の現状

- 2011年世界市場(実績)として、業務用・産業用は49MW(うち北米36.3MW、アジア11.2MWなど)、家庭用は10.8MW(うち日本10.5MW)となっている。

技術開発の動向

- 米国エネルギー省は「水素・燃料電池プログラム」において劣化メカニズム研究等の重点課題に対する研究開発に取り組んでいる。2015年までに移動用電源として900Wh/Lの体積エネルギー密度を持つ燃料電池技術を確立し、2020年までに天然ガスを燃料とし、総合効率で45%を超える、1~10kWクラスの燃料電池を開発することとしている。
- EUでは第7次研究枠組計画(FP7)において、燃料電池コジェネ用の先進的マルチ燃料改質器等の研究開発に取り組んでおり、5kW以下の家庭用燃料電池の商業化と、水素

/天然ガス/バイオガスの利用が可能な5kW~1MW級の熱電併給ユニットの商業化を目指している。

我が国の国際競争力

- 我が国は燃料電池の積極的な技術開発と導入支援で世界をリードしており、2009年にはPEFCを用いた家庭用燃料電池を、世界で初めて一般販売した。2011年にはSOFCを用いた家庭用燃料電池も市場導入され、2012年度末における累積導入台数は3.7万台に到達し、設置数で他国を圧倒している。
- 業務用中容量システムは米国が先行しているが、国内企業の開発も活発化しつつあり、数年以内のキャッチアップを図っている。事業用大容量システムは、国内外ともに要素研究レベルである。

31. 高性能電力貯蔵

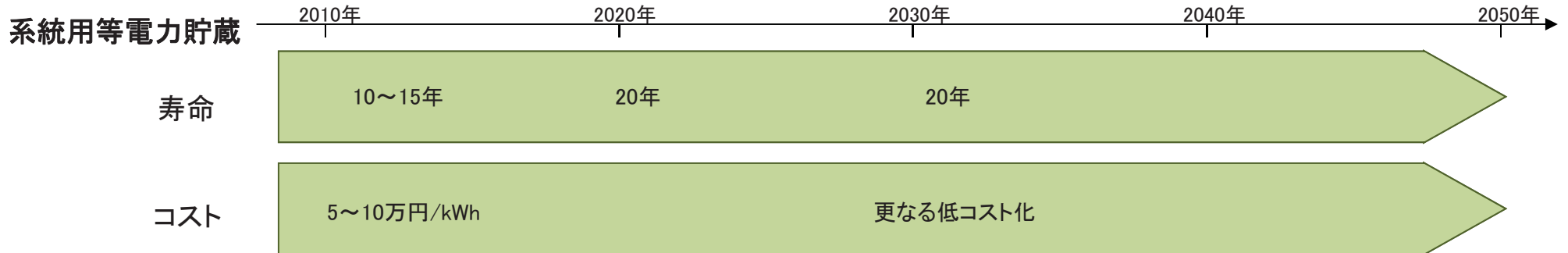
技術の概要

- 今後見込まれる再生可能エネルギー大量導入の際に、需給バランスや周波数変動等の問題を解決するために活用されるための技術。メガソーラーやウインドファームなどの再生可能エネルギーの発電設備、電力会社の系統用変電所に大型蓄電池などの電力貯蔵システムを導入することでこうした課題を解決する。
- また、ピークアウト・ピークシフト対策や瞬停対策、防災対策としての活用についても期待されている

我が国の技術開発の動向・課題

- 経済産業省では、系統安定化に向け、低コストで長寿命な蓄電池の開発を行っている。また、革新的な蓄電池の開発に向けては、企業・大学・研究機関で共同研究体制を形成し、様々な蓄電池内の現象について研究を行っている。
- また、経済産業省では、変電所に世界最大級の大型蓄電池を設置し、再生可能エネルギーの導入可能性を拡大するための実証試験を行い、系統における具体的な活用に向け、必要な技術・ノウハウの習得を目指すこととしている。さらに、余剰電力対策用蓄電池の価格を2020年までに2.3万円/kWhにするための研究開発の支援を通じて、コスト低減化に向けた取組も推進。
- 文部科学省では、ポストリチウムイオン電池の開発を実施しており、材料評価は経済産業省とも連携して行い、2030年代の実用化を目指している。
- 環境省では、直流給電技術を用いた自立・分散型エネルギーシステムの技術開発・実証等を行っている。
- 電力貯蔵技術である蓄電池は、高エネルギー密度化や、低コスト化を図るとともに、かつ耐久性と信頼性の更なる向上が課題。

技術ロードマップ



(※関連技術ロードマップ: 12. 次世代自動車(HV・PHV・EV・クリーンディーゼル車等))

国際動向

普及の現状

- 定置型の電力貯蔵システムとしては電力負荷平準化用に揚水発電が実用化されているが、立地制約が少なく需要端に設置して送変電ロス低減でき、電力品質向上などの機能も付加できる蓄電池システムの開発が進められており、既にNAS電池等が実用化されている。

技術開発の動向

- 欧米を中心に、再生可能エネルギー導入時の系統不安定化等への対処策として蓄電池を応用するための技術開発や実証実験が計画されている。

我が国の国際競争力

- 電池技術は、モバイル機器用や車載用を中心に我が国企業が世界をリードしてきたが、欧米、中国、韓国といった国々においても技術開発や予算支援等を通じて市場シェアを拡大している状況。
- 今後再生可能エネルギーの導入拡大に伴い必要とされる系統安定化対策としての貯蔵技術については世界中で必要とされる技術。我が国は世界に誇る大型蓄電池の技術を持っており、系統における実用化に向け開発を進めるとともにコスト低減に向けた取組を進めていくことで、世界で通用する技術に戦略的に育てていくことが重要。

32. 蓄熱・断熱等技術

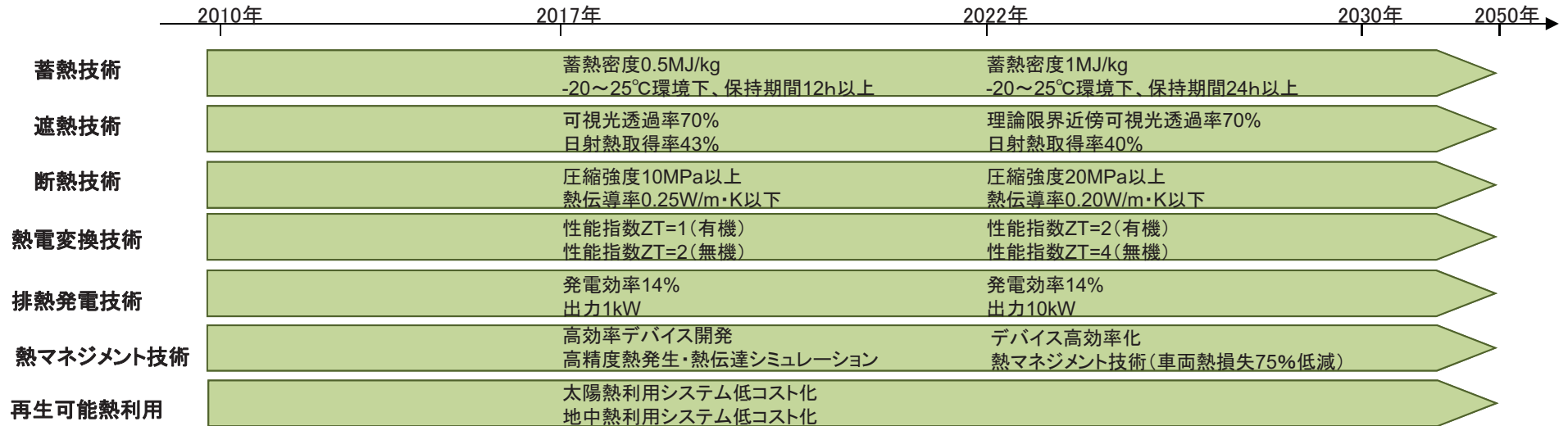
技術の概要

- 広域に分散した熱を有効利用するための蓄熱、断熱、熱電変換等の技術
 - ・蓄熱技術: 固体-液体の相変化を利用する潜熱蓄熱材料等が商用化。
 - ・遮熱技術: 太陽光から選択的に熱線のみを反射できる遮熱材料等。
 - ・断熱技術: 高温域で利用可能な高性能断熱材が切望されている。
 - ・熱電変換技術: 熱から直接発電ができる熱電材料を利用した技術。
 - ・排熱発電技術: 未利用熱を熱サイクルを利用して電気として回収する技術。
 - ・熱マネジメント技術: 要素技術を効率良くコントロールするシステム技術。

我が国の技術開発の動向・課題

- 経済産業省では、「未利用熱エネルギー革新的活用技術研究開発」において、蓄熱技術、遮熱技術、断熱技術、熱電変換技術、排熱発電技術、ヒートポンプ技術、熱マネジメント技術の研究開発を推進している。
- 文部科学省では、断熱材開発、遮熱技術開発、熱電変換材料・システム開発等を行っている。
- 蓄熱材では、蓄熱密度、熱伝導の向上、低コスト化等が課題。遮熱技術では、コスト等が課題。断熱技術では、材料強度、コストと断熱性能を両立する材料開発が課題。熱電変換技術では、材料の性能指数の向上が課題。排熱発電技術では、小型排熱発電技術の開発が課題。熱マネジメント技術では、未利用エネルギー有効活用技術の効率的なマネジメントが課題。

技術ロードマップ



(※関連技術ロードマップ: 5. 太陽エネルギー利用(太陽熱利用)、23. 省エネ住宅・ビル)

国際動向

普及の現状

○未利用熱エネルギーの問題は、国内のみならずグローバルな問題となっており、世界的に問題解決のための技術開発が推進されている。

技術開発の動向

○米国(DOE)、欧州(FP7)、中国、韓国等では既に大規模なプロジェクト研究をスタートしており、産官学が一体となった熱マネジメント実用研究を展開している。一例として米国DOEでは、「次世代自動車研究・開発プロジェクト」の一環として、自動車メーカーが

参加し、産官学協同体制で排熱発電技術に真剣に取り組んでいる。

○DOEは、自動車廃熱利用発電プロジェクトと並行して熱電冷却のHVACのプロジェクトを並行させると共に、DOEとNSF共同プロジェクトを制度化し、熱電材料からシステムまで基礎研究を大学・国研・企業の連携チームで並行開発をスタートさせている

我が国の国際競争力

○断熱技術・蓄熱技術・熱電技術の共通課題として、新規な材料開発が重要かつ必須であり、その点で我が国は世界的な卓越性、先導性を維持している。

33. 超電導送電

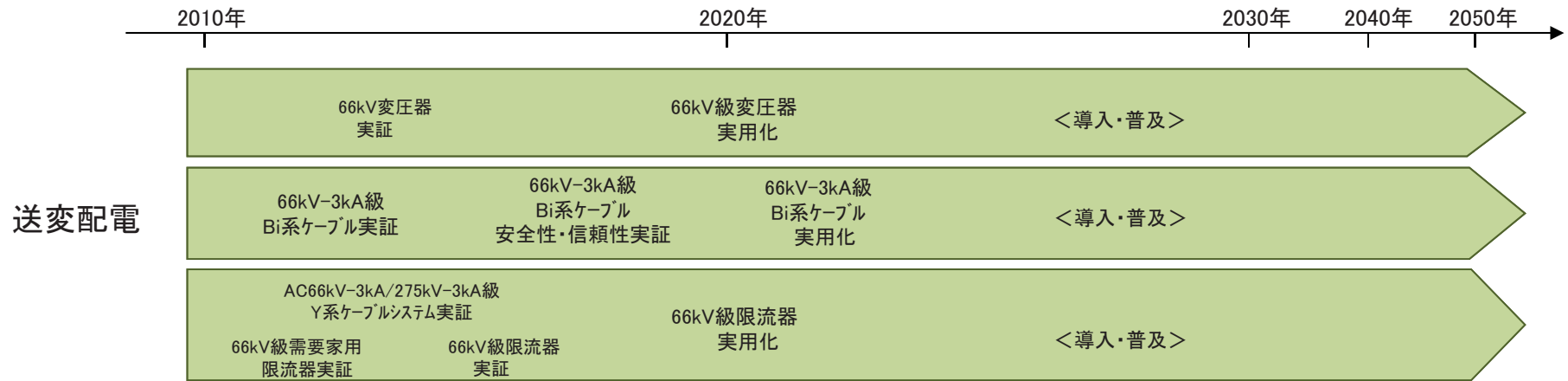
技術の概要

- 超電導状態により、送電時のエネルギー損失を低減するケーブル送電技術(超電導は、特定の物質が低温に冷やされた時に、電気抵抗がゼロになる現象)
- 高温超電導(超電導になる臨界温度が液体窒素の沸点(-196℃)より高い)線材を活用することにより、送電ロスを削減することが可能。
- 今後の都市部における電力需要の増大や、途上国における一部電力系統の構築において、送電ロスを抑え電力エネルギーの効率的な利用を可能とする技術である。
- また超電導技術は、電力ケーブルのほか、限流器、変圧器、発電機、フライホイール、SMES(超電導電力貯蔵装置)等への適応が期待されている。

我が国の技術開発の動向・課題

- 技術開発要素としては、線材・ケーブルの長尺化、高電圧化、大電流化、低損失化、変圧器や電力貯蔵装置の開発、冷凍機技術がある。
- NEDOにおいてY(イットリウム)系超電導電力機器の技術開発やBi(ビスマス)系高温超電導ケーブルの実証プロジェクトを実施。また、国土交通省においても、鉄道の変電所から電車に電力を供給する直流導き電線を超電導状態とする、超電導き電ケーブルの技術開発支援を実施。
- Y系超電導電力機器については、Y系材料を用いた300m以上の長さを有する線材や数10m級の超電導ケーブルを開発済み。Bi系高温超電導ケーブルについても、大容量化・低コスト化・長尺化を進めるための開発を進めており、早期の本格的な産業利用を目指している。

技術ロードマップ



国際動向

普及の現状

- 先進国においては、送電ロスの低減のみならず大容量の送電が可能になることから、都市部の電力需要対策として地中ケーブルへの活用が期待されている。米国ニューヨーク州(オルバニープロジェクト)では2006年7月より約7万世帯に実線路で送電開始。
- 我が国においては、昨年末よりNEDO事業の一環として電力系統への連系運転の実証を開始し、海外の電力各社等の注目を集めている。

技術開発の動向

- NEDOでは、「イットリウム系超電導電力機器技術開発」や「高温超電導ケーブル実証プ

- ロジェクト」を推進している。「イットリウム系超電導電力機器技術開発」では、Y系材料を用いた300m以上の長さを有する線材や超電導ケーブルの開発を実施。
- NIMSでは、新たな線材開発・超電導メカニズム解明から線材化プロセスなどを含め、送電時の低損失化等に資する先端超電導線材に関する研究を実施。

我が国の国際競争力

- 超電導技術は我が国が優位性を有する分野であり、特に第1世代と呼ばれるビスマス系線材と、第2世代と呼ばれ世界的な競争が始まっているイットリウム系の超伝導ケーブルの開発では、日本が欧米に対して技術的リードを保っている。

34. メタン等削減技術

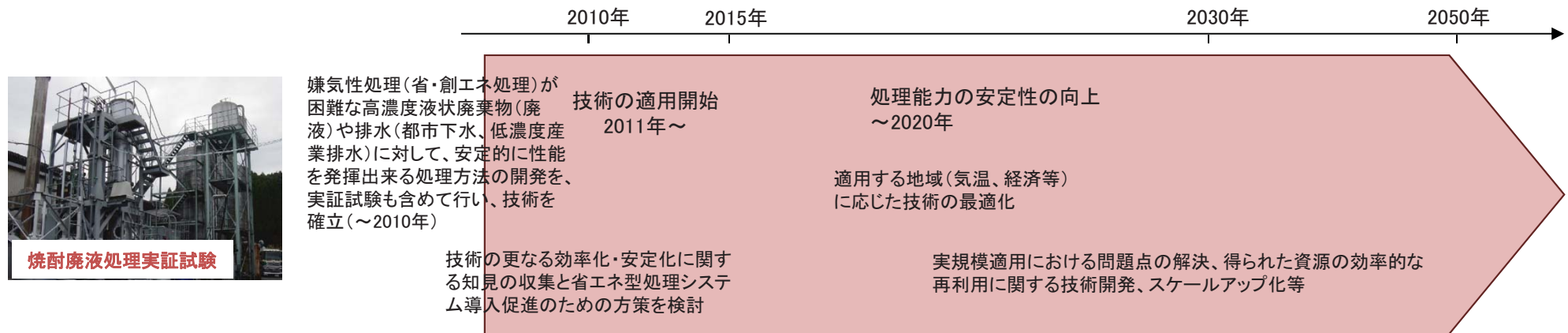
技術の概要

- 曝気動力を必要とせず余剰汚泥の少ない嫌気性処理(メタン発酵等)を中心とした高効率・低コスト処理法。
- 排水の嫌気性処理を担う微生物を集積化(最適化)・維持し、排水処理の時間短縮・安定化を図る。
- 処理により発生したメタンガスを回収し、エネルギーとして有効に利用。
- 自然流下により曝気動力を不要とする好気処理との組み合わせによる水質の向上。
- これらにより、処理に伴う温室効果ガス発生量の大幅削減が可能。
- 排水・廃液処理の最適化による温室効果ガス削減効果(CO₂換算・環境省試算)は、国内で807万tCO₂/年、海外(アジア)で2.5億tCO₂/年。

我が国の技術開発の動向・課題

- 農林水産省では、畜産排水処理技術や反芻家畜由来のメタン排出を削減する飼料の研究等を進めている。また、農業分野におけるN₂O削減技術の開発も推進している。
- 国交省ではB-DASHプロジェクト等において、下水処理場での温室効果ガス排出量削減(CO₂、N₂O等)に関する実証試験を進めている。
- 環境省等において、嫌気性処理等の実証試験が行われている。
- 嫌気性処理では、加温エネルギー削減(メタン発酵低温化)、低濃度もしくは高濃度排水処理、難分解成分の処理、発酵阻害回避等が課題で、そのための技術開発が行われている。低コスト化の技術も必要である。
- 排水処理の消費電力の低減に向け、MBRやUASB-DHS(嫌気-好気)等の開発が進められている。
- 冷凍空調機器の冷媒用途を中心に、CFC、HCFCからHFCへの転換が進行している。今後、機器の廃棄時のみではなく、使用中の漏えい対策も必要となる。

技術ロードマップ



国際動向

普及の現状

- 欧米では畜産排水や下水等の処理において、メタン発酵設備の導入が進んでいる。欧州では、排水処理以外も含め、2012年で約7500のメタン発酵(バイオガス)プラントが稼働している。
- 高効率な排水処理技術は、東南アジア等にも導入が始まっている。
- 日本は世界に先駆けて、冷蔵庫のノンフロン化を図った。

技術開発の動向

- 欧米においても、高効率、省エネルギーの嫌気・好気排水処理技術の開発が、継続し

で行われている。

我が国の国際競争力

- 嫌気性処理技術の開発と微生物群の制御・最適化に関する研究について世界トップレベル。
- 技術未適用の産業排水(含む廃液)や都市下水処理への導入と技術高効率化による処理エネルギーの低減・CO₂排出削減と生成メタンの回収・有効利用(カーボンニュートラル)による副次効果を発揮。
- 窒素処理を含む高度排水処理技術の途上国への導入を進めていく必要がある。

35. 植生による固定

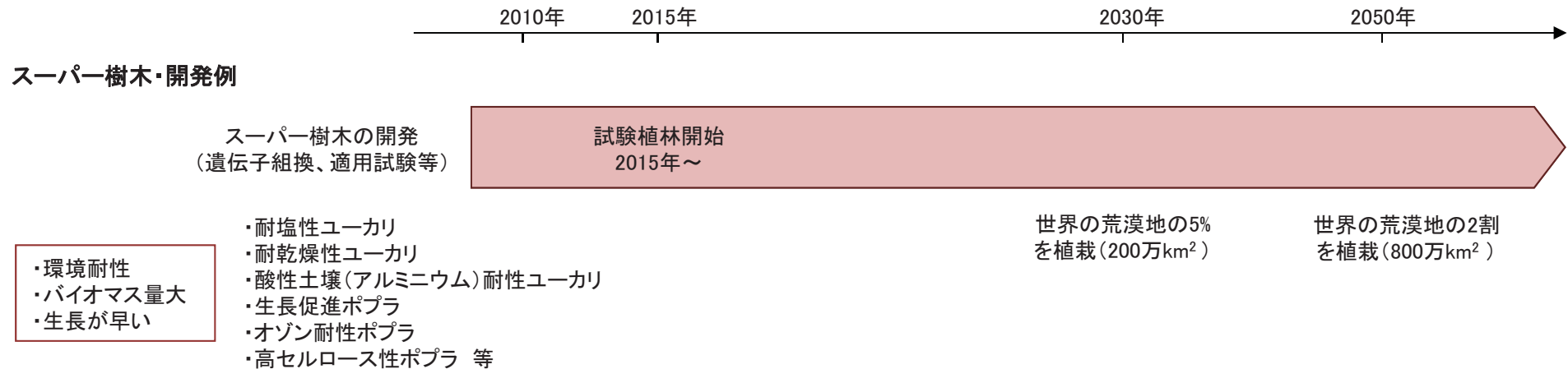
技術の概要

- 環境ストレス耐性に関与する遺伝子を導入し、塩害、砂漠化等の荒漠地化が進行した環境下でも生育するスーパー樹木を開発。
- 導入する遺伝子により、耐塩性、耐乾燥性、酸性土壌耐性、生長促進、オゾン耐性、高セルロース性などの特徴を持たせることが可能。
- スーパー樹木を世界中の荒漠地に植林することにより、CO₂の吸収源として地球温暖化防止に貢献。
- 約4千万km²の荒漠地の5%(200万km²)をスーパー樹木で植栽した場合、年間5億炭素トンの吸収が見込まれる。(単位面積当たりの年間吸収量を2.5炭素トン/ha・年として計算) * (独)森林総合研究所研究成果より

我が国の技術開発の動向・課題

- 農林水産省では、「環境保全に貢献するスーパー樹木の創出に向けた基盤技術開発」を実施し、遺伝子組換えによるスーパー樹木の開発を推進している。
- 文部科学省では、バイオマスエンジニアリング研究の一部として、「高生産性・易分解性を備えたスーパー植物」の研究を推進している。
- 経済産業省では、乾燥地等不良環境地への植生拡大技術を進めている。
- スーパー樹木の開発では、遺伝子組換え技術により、複数の有用形質(乾燥耐性、耐塩性などの環境ストレス耐性、高バイオマス生産性等)を付与する必要がある。

技術ロードマップ



国際動向

普及の現状

- 中国でBTポプラの商業栽培の事例はあるが、各国で生産性の高い樹木に関する基礎研究や野外での栽培試験が進められている。

技術開発の動向

- 各国で高生産樹木の研究開発が進められている。アメリカでは組換え樹木の野外試験が100例を越えている。

我が国の国際競争力

- 耐環境性に着目した遺伝子組み換え樹木の開発は我が国独自の研究(欧米においては、バイオマス量を優先した研究に重点を置いている)。
- 世界では、塩害、砂漠化等による荒漠地化が進行しており、在来の樹種では生育困難な土地において森林植栽が可能となる。
- 全球的な荒廃砂漠地(荒漠地)面積は、乾燥地900万km²、半乾燥地2740万km²、塩集積地400万km²(合計約4千万km²)存在し、それぞれの荒漠地に植林可能なスーパー樹木を開発し、世界展開を図る。

36. 温暖化適応技術

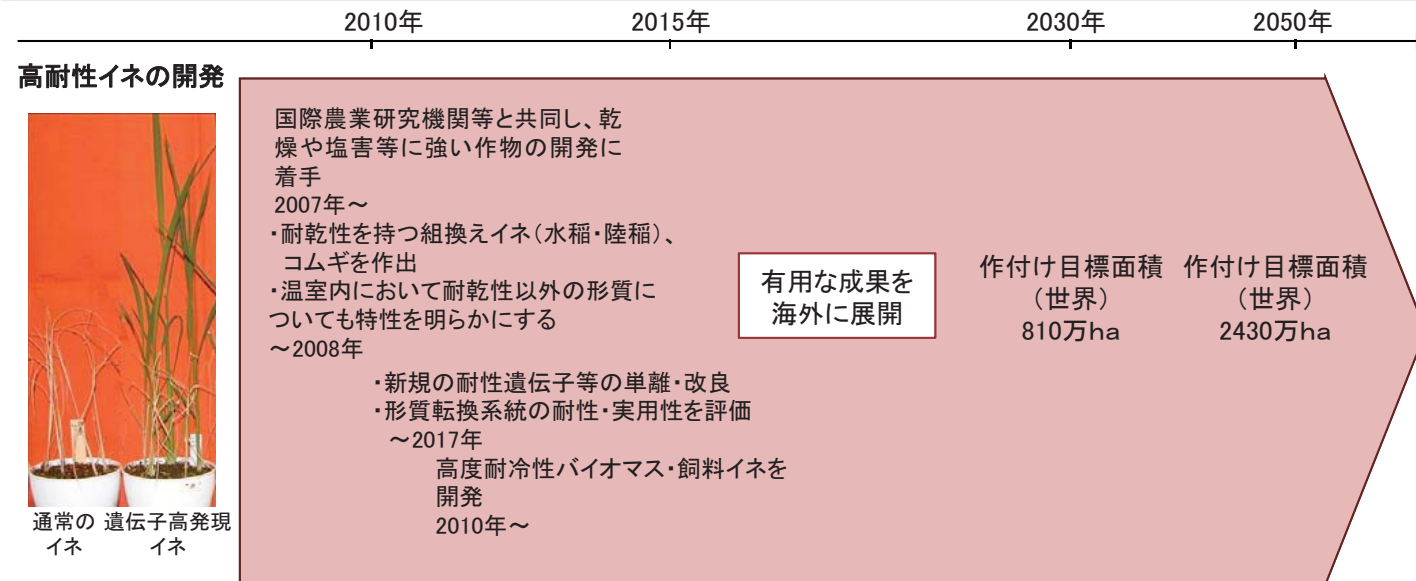
技術の概要

- 乾燥・塩害耐性遺伝子であるDREB遺伝子や冷害耐性遺伝子等を活用し不良環境耐性を付与した農作物を開発。
- 地球温暖化対策の要として、不良環境下でも作物の安定生産が可能。
- 新たな農地開発(森林を伐採して農地を確保)への依存度が下がり、CO₂吸収源としての森林が維持される。

我が国の技術開発の動向・課題

- 農林水産省の「DREBプロジェクト」では、遺伝子組換え技術を用いた乾燥耐性のイネ、コムギの作出と乾燥ストレス耐性の評価が進められた。
- 農林水産省では、「気候変動に対応した循環型食料生産等の確立のためのプロジェクト」において、温暖化の進行に適応する生産安定技術の開発(畜産の生産安定技術の開発、ノリの育種技術の開発、生物多様性を活用した安定的農業生産技術(生物多様性保全効果の高い総合的病害虫管理(IPM)の体系化技術)等の研究を推進している。
- 文部科学省では、気候変動等に適応した持続可能な社会の実現への貢献等を目的に、「持続可能な水利用を実現する革新的な技術とシステム」の研究や地球規模の気候変動予測を地域規模にダウンスケールする手法の開発、データ・情報統融合の研究開発及び基盤整備の実施等を推進している。

技術ロードマップ



考えられる気候変動適応策の例

	食料、繊維、林業	水資源	人の健康	産業、居住地、社会
乾燥化/干ばつ	新しい干ばつ耐性品種の開発等	漏水削減等	穀物の備蓄と緊急給食所の整備等	水供給システムの改善と管轄区域の調整等
降雨の増加/洪水	干拓地と排水の改善等	洪水予報・警報を含む保護対策等	構造的及び非構造的対策等	洪水防御インフラの改善等
温暖化/熱波	新しい暑熱耐性品種の開発等	計画と価格付けによる水需要管理等	病気の発生に対する国際的な監視システム等	特に脆弱なグループに対する援助プログラム等
風速/暴風雨	風耐性作物の開発	汚濁から水供給を防御するための湾岸防護の設計と実施	早期警報システム等	早期警報システムを含む緊急時への供え等

* IPCC WG2 第4次報告書より抜粋

国際動向

普及の現状

- 各地で温暖化適応のための仕組作りが進められている。ニューヨーク市では、温暖化に適応したシティプランを作成した。
- 途上国で水のインフラ整備が進められている。これらは、将来的に温暖化適応策となり得る。

技術開発の動向

- IPCC WG2 第4次報告において、水、生態系、食料、沿岸地域、健康への考えられる気候変動の評価が行われ、それぞれについて考えられる気候変動適応策の例がまとめられた。

我が国の国際競争力

- 冷害耐性に係る研究は欧米に比べ先行。
- 日本が世界に先駆けて乾燥耐性誘導遺伝子などを発見。

37. 地球観測・気候変動予測

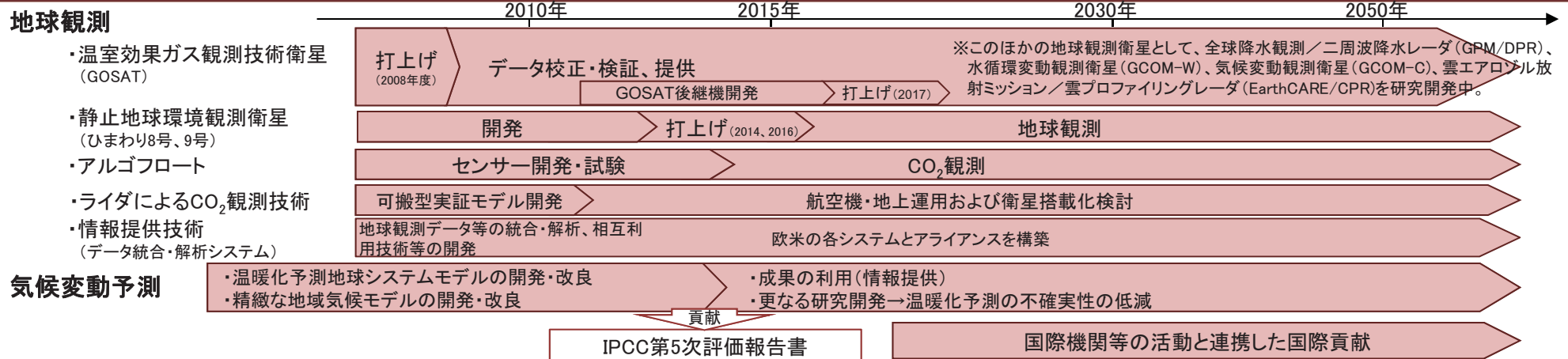
技術の概要

- 地球観測： 効果的・効率的な温暖化対策の実施を支援するため、温室効果ガス観測技術衛星(GOSAT)等の地球観測衛星、静止気象衛星に環境監視機能を追加した静止地球環境観測衛星、大気中のCO₂濃度を計測するライダー技術、海洋のCO₂濃度を計測するアルゴフロート等により、全地球的に高精度・長期連続観測を実施し、温室効果ガス濃度の分布や気候変動に関する長期的な監視情報を提供。
- 気候変動予測： 気候変動予測モデル自体の高度化とともに、要素モデルとして大気、陸域、海洋間におけるCO₂の吸収・応答の相互作用を考慮したモデルや、我が国周辺の詳細な予測情報を抽出しうる精緻な地域気候モデルの開発・導入により、大気中のCO₂濃度の安定化シナリオや氷床融解等の長期の精緻な温暖化影響予測及び気候変動に伴って変化する自然災害等の影響の評価が可能。

我が国の技術開発の動向・課題

- 地球観測： 文部科学省を中心として、世界全域を対象とし、既存及び将来の人工衛星や地上観測など多様な観測システムや情報システムが連携した、包括的なシステム(全球地球観測システム(GEOSS))の構築への貢献を行っている。環境省は、2012年度より、関係機関と連携し後継機開発を行っている。
- 気候変動予測： 文部科学省では、「気候変動リスク情報創生プログラム」等において、地球規模から河川流域規模までの幅広いスケールにおいて複雑な大気・海洋・陸域の物理過程、生物地球化学過程を考慮した予測モデル等を発展させ、確度の高い高解像度の温暖化予測の実現を図るとともに、予測実験結果の不確実性を定量化し、気候変動によって生じる影響への適応策立案に資する基盤的情報としての予測情報の創出を目指した技術開発を進めている。
- 炭素循環、窒素循環： 炭素循環の解明に向けては、観測・モデリング等の研究が行われている。窒素循環については農林水産省の気候変動対策プロジェクト研究等での取り組みがあるが、現状把握は不十分で、モニタリング技術の開発等が必要である。

技術ロードマップ



国際動向

普及の現状

- 地球観測： 米国では、高解像度のリモートセンシング衛星を民間企業が開発、商業的に運用。NASAなどが各種のリモートセンシング衛星を打上げ、LANDSAT、EOS等の中低解像度衛星データは外国を含め無償で配布。
- 気候変動予測： 英国では、気候変動法により英国全体の気候変動リスク評価(CORA: Climate Change Risk Assessment)を5年おきに実施し、CORAに基づき国家適応計画(NAP: National Adaptation Plan)を策定している。

技術開発の動向

- 地球観測： NGA(National Geospatial-Intelligence Agency)が画像の長期の開発費用等を支援し、米国のリモートセンシング産業の競争力を強化(GeoEye-2など)。NASA主導で、複数の地球環境観測衛星でコンステレーションを組み観測するA-Train(The Afternoon Constellation)計画が進行。

- 気候変動予測： IPCCの第5次評価報告書(平成25年9月末より順次承認予定)作成を目指した予測モデルの国際比較プロジェクトが進められた。
- その他： 気候リスクマネジメントの1オプションとして、SRM(Solar Radiation Management)について、気候工学(ジオエンジニアリング)の観点から、世界的にその効果と気候変動以外のリスクの評価研究が始められている。

我が国の国際競争力

- 地球観測： GOSATはCO₂、CH₄等を観測でき、日本が優位。
- 気候変動予測： 我が国の気候モデルによる温暖化予測は、IPCCの評価報告書に引用され、世界最先端の研究として認知されている。地球シミュレータは、気候変動研究をリードしてきた。高解像度(地域・都市レベル)の予測の実現においては、日本が優位。