分類	No.	研究開発項目	説明	環境対応策	2020年における開発・普及段階	技術開発の課題と改善策	社会利用例	社会利用の課題と改善策	影響力・効果					
									目指す環境社会	日本の競争力	社会拡大可能性	経済効果	科学技術への貢献	ライフスタイルの転換
二酸化炭素固定化技術	研一107	植物等による二酸化炭素固定化技術	・大気中に存在する CO2 を吸収し、太陽のエネルギーを使って炭水化物に変化させるという植物の機能を用いて CO2 を貯留する技術。 ・例えば、植物を原料としたバイオマス燃料の製造や利用による太陽エネルギーの活用や、植林等による CO2 を長期にわたって貯留する機能の強化などが試みられている。	○	製品化レベル	【課題】CO2 固定植物の開発、環境影響 【改善策】遺伝子技術を用いた砂漠の有効利用に向けた乾燥等に強い植物、及び CO2 をより多く吸収する生長の早い植物の開発、遺伝子組み換え技術の環境への影響評価・予測	・植林・植樹 ・バイオマス燃料の製造	【課題】導入に向けた体制整備 【改善策】法規制・制度の整備、国際連携、技術の標準化	低炭素社会	◎	◎	○	○	△
その他（温室効果ガス削減技術）	研一108	クリーンコールテクノロジー	・CO2 の排出量が多い、窒素酸化物の排出、固体の扱いにくさ、石炭灰の発生といった石炭のマイナス面の解決策を総合的に推進していく石炭利用技術である ・上のようなマイナス面に対応した、熱効率向上に関する技術、分離・回収、隔離・貯蔵技術、扱いやすさ向上技術、石炭灰の処理技術などの技術開発が行われている。	○	製品化レベル	【課題】実用化技術の開発 【改善策】熱効率向上技術の開発、CO2 分離・回収、隔離・貯蔵技術の開発、石炭灰の処理技術の開発	・発電分野、製鉄分野、セメント製造分野、石炭分野などで技術開発が行われている	【課題】既存発電所や新設発電所における導入の促進 【改善策】技術開発に対する支援、情報・技術交流など	自然共生社会	◎	○	○	◎	△
その他（地球観測・気候変動予測）	研一109	予測・評価技術	・地球温暖化など地球規模で起こっている現象を観測データやシミュレーションなどを活用して、予測・評価を行う。 ・実際のデータの蓄積とその解析を通じて地球環境の現在と変化を正確に知り、そのメカニズムを理解することが鍵となる。	△	開発レベル	【課題】予測・評価技術の開発 【改善策】観測データの収集、モデル及び分析手法の確立、スーパーコンピューティング技術	・地球シミュレータによる環境予測 ・IPCC 貢献地球環境予測プロジェクト	【課題】予測・評価技術の実証 【改善策】研究開発の推進、国際協力体制の整備、シミュレーション資源の充実	自然共生社会	◎	△	△	◎	△
その他（地球観測・気候変動予測）	研一110	環境アセスメント技術	・主として大規模開発事業等による環境への影響を事前に調査する「環境影響評価」を指す。 ・大規模な開発事業を実施しようとする場合には、予めその事業が環境にどのような影響を及ぼすかについて調査、予測、評価を行い、その結果を公表して、住民や行政の意見を聴きながら、環境の保全の観点からより適正な配慮を行うことにより、環境と開発との調和を図っていくことが必要となる。	○	製品化レベル	【課題】評価の普及、情報共有 【改善策】評価技術の開発、データベース化	・各種の環境	【課題】評価適用範囲の拡大 【改善策】地球の温暖化、オゾン層の崩壊、大気汚染、海洋汚染、生態系などに対する評価研究プロジェクトの実施	自然共生社会	○	○	△	△	○
その他	研一111	SCM（Supply Chain Management、サプライチェーンマネジメント）	・仕入・製造・物流・販売までを一括して管理することで、在庫のロスを減少させたり、物流の効率化を図ったりする経営手法 ・製造業を中心にコスト削減や業務効率化のためだけではなく、低炭素社会に向けた企業の社会的責任の実現にも効果が期待されている。	○	普及レベル	【課題】全体最適化 【改善策】チェーン全体の範囲の明確化 【課題】環境の考慮 【改善策】環境を考慮した SCM 設計	・製造メーカーなどへの導入 ・SCM ソリューション「Kinaxis Rapid Response」（JFE ソリューションなど）	【課題】企業への浸透 【改善策】有用性の周知	自然共生社会	◎	◎	○	△	△

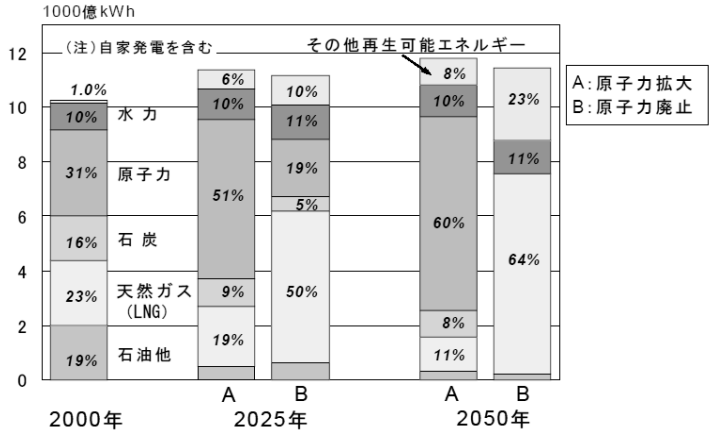
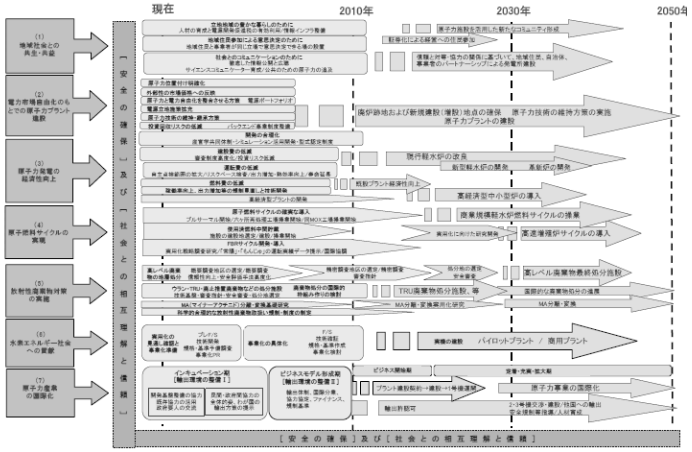
図表 7　グリーンイノベーションのエネルギー技術に関する技術開発の調査対象

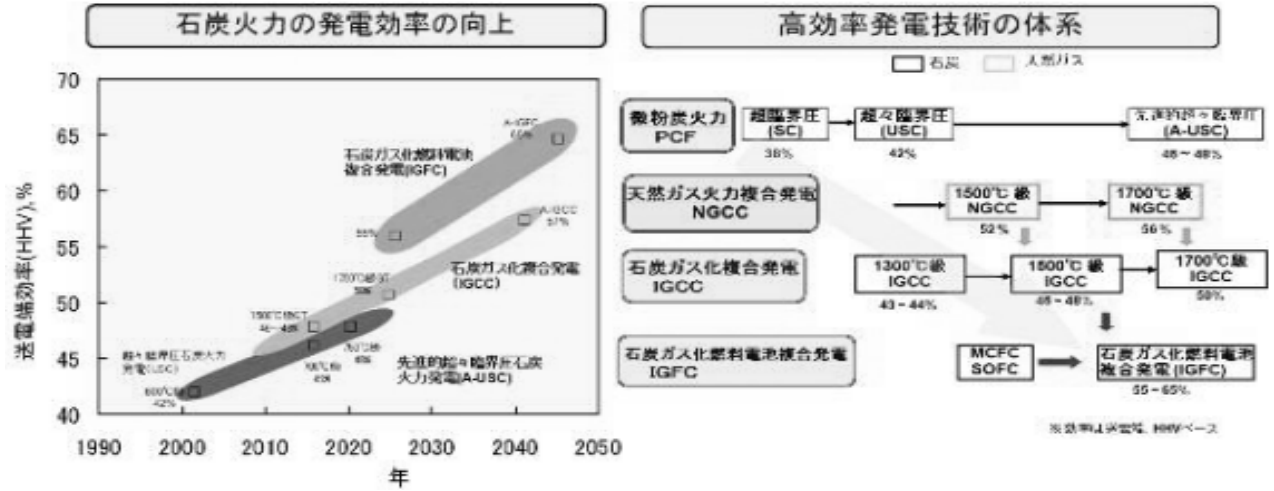
分類	説明（全体）	技術開発項目（本調査の対象項目）
エネルギー供給の低炭素化のための技術開発	炭素由来、原子力といった従来提供されてきたエネルギーの供給に対し、それをより低炭素化するための技術開発	原子力発電、高効率石炭火力発電、水素製造・貯蔵・輸送
再生利用エネルギーへの転換のための技術開発	太陽光、風力、地熱など再生利用エネルギーへの転換のための技術開発	太陽光発電、風力発電、地熱発電、太陽熱発電、バイオマス、海洋エネルギー（潮力、波力発電）
その他エネルギーの供給技術	その他のエネルギーの供給のための技術開発	超伝導送電
エネルギー利用の効率化・スマート化	利用しているエネルギーを減らす技術やエネルギー利用を高効率・低炭素で行う技術開発	燃料電池車、次世代鉄道車両、低燃費航空機、高効率船舶、グリーン IT、省エネ住宅、ヒートポンプ、高効率給湯器（燃料電池）、省エネデバイス

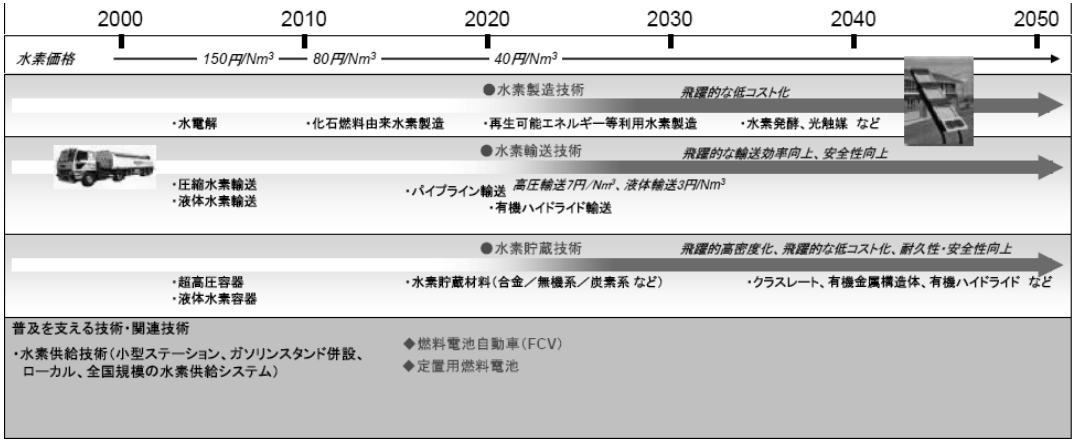
図表 8　グリーンイノベーションのエネルギー技術に関する技術開発の調査項目

調査項目	調査方針
分類	技術開発の技術的分類
名称	技術開発名
国内技術開発動向	国内における技術開発動向と当該技術開発に関係する社会システム動向についてまとめる。技術開発動向については、国内の研究開発の概要、主な成果、ロードマップ、シナリオ等をまとめる。社会システム動向については、社会普及状況、実証実験、標準化等をまとめる。

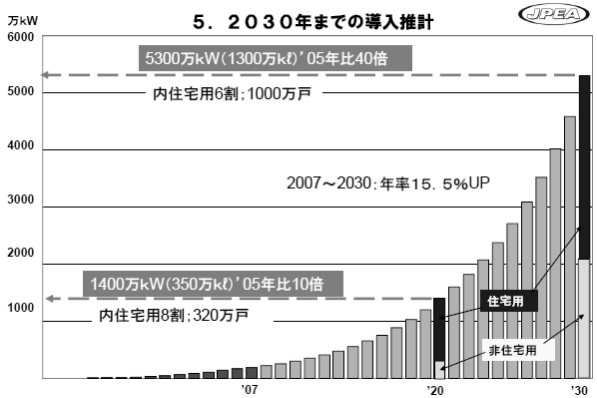
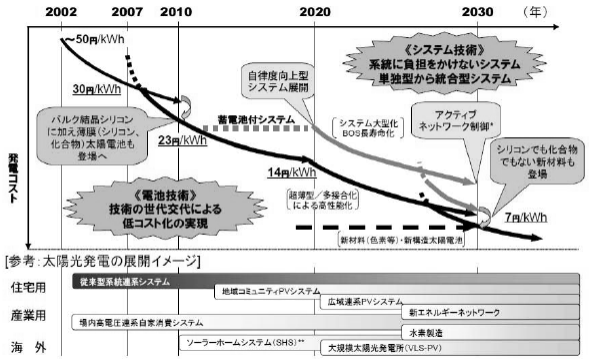
図表 9　グリーンイノベーションのエネルギー技術に関する技術開発の調査結果

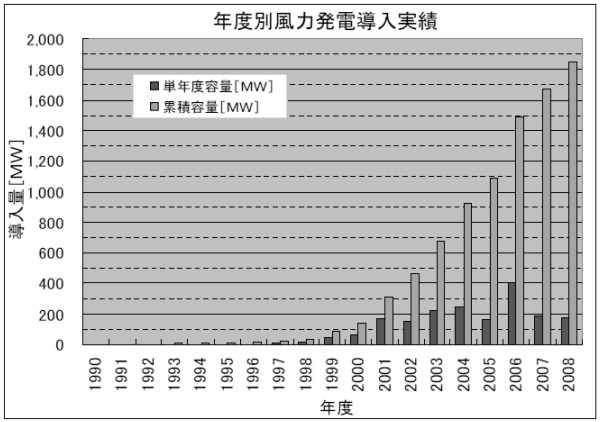
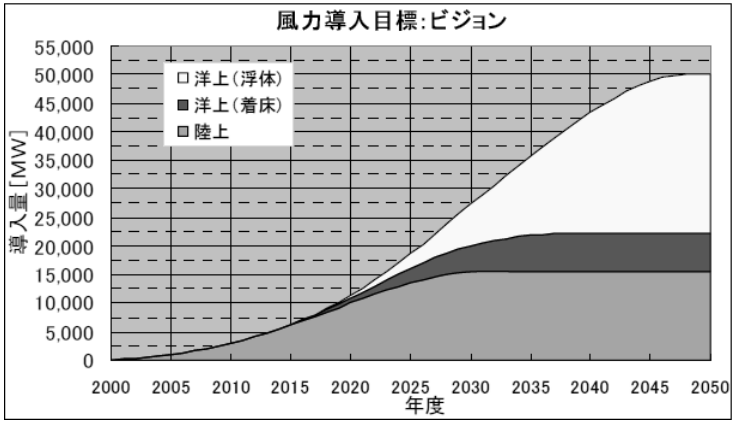
エネルギー供給技術の分類	技術開発項目	国内技術開発動向
エネルギー供給の低炭素化のための技術開発	原子力発電	【技術開発動向】 ・　2030 年の代替期に向け、現在国内外で主流となっている軽水炉実用技術の改良と高速炉等の革新技術の開発が必要とされている。 ・　安全性、経済性、信頼性等を大幅に向上させるための次世代軽水炉の技術開発、ウラン資源の利用率を飛躍的に高める高速サイクル技術開発、途上国などの電力需要に対応可能なコンパクトな原子炉である中小炉の技術開発が行われている。 ・　我が国は現在 55 基の軽水炉を有し、原子力発電率は 30%、計画外停止頻度も各国に比べて格段に小さいなど、技術開発から設計･建設･運転のいずれの分野においても世界最高水準レベルの技術レベル、人材、産業の厚みを有する。 ＜課題＞ ・　安全性の向上 ・　経済性の向上 ・　信頼性の向上 ＜改善策＞ ・　次世代軽水炉の技術開発   高速サイクル技術 出典：(社) 日本原子力産業会議「2050 年の原子力ビジョンとロードマップ」 電源別発電電力量の比較 (左)、[ビジョン実現を目指す 7 つの柱]ロードマップ (右) 【社会システム動向】 ・　我が国の原子炉メーカーは海外市場への対応が遅れており、我が国独自開発の原子炉の認知度は低い。また、これまで国内事業者の要請に応じてサイト毎にカスタマイズされた原子力発電所を設計･建設してきたため、炉型の標準化が進んでいない。 ・　海外では、市場の拡大が急速に見こまれる中、米国、フランス、ロシア、韓国の原子炉メーカーが政府のバックアップの下、新規建設市場への参画を目指して積極的にビジネス展開を行っている。また、中国では、海外からの技術をもとに、国産炉の建設を始めている。 ・　革新技術の開発と国際標準化に向けた官民一体の取り組みや主要な開発国である米国･フランスとの開発協力の戦略的な展開、核不拡散、原子力安全を確保した利用拡大を目指した新規建設国へのノウハウ支援、人材育成教育、金融面の支援など国際的な活動が求められている。

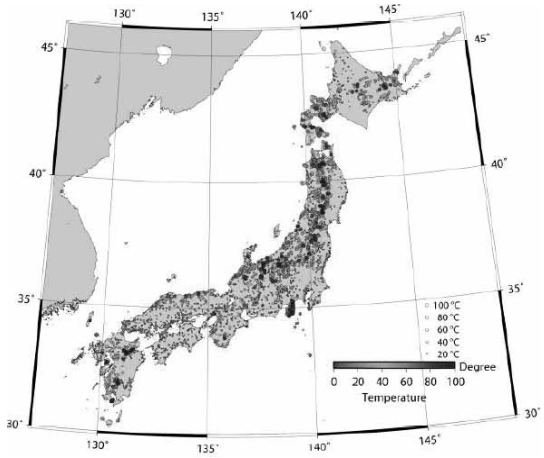
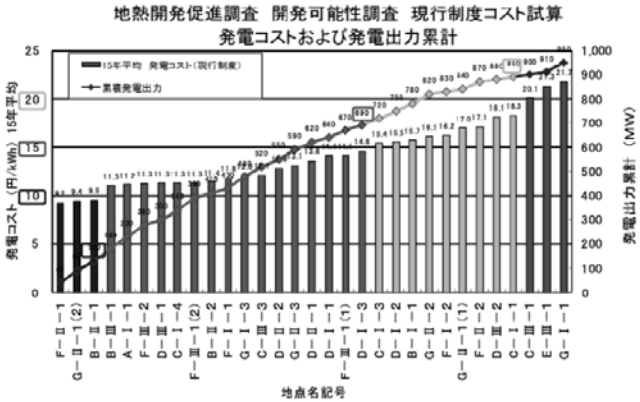
エネルギー供給技術の分類	技術開発項目	国内技術開発動向
		＜課題＞ ・　海外市場展開 ＜改善策＞ ・　技術の国際標準化 ・　主要な開発国との戦略的な開発協力の展開 ・　新規建設国への支援（ノウハウ、人材、資金）
	高効率石炭火力発電	【技術開発動向】 ・　我が国は、超々臨界圧発電(USC)を実用化。世界に先駆けて 600℃級の USC を実用化し、発電効率 42%（送電端、HHV）を達成した状況にあり、今後一層の効率化が課題となっている。 ・　2010 年以降の高効率石炭火力発電では、石炭ガス化複合発電（IGCC）、先進的超々臨界圧発電（A-USC）、石炭ガス化燃料電池複合発電（IGFC）の技術開発が中心となっていく方向性にある。 ・　A-USC は、既存の微粉炭火力発電プラントと同様のシステム構成、運用性を有することから、新規の電源開発に加え、今後見込まれる石炭火力のリプレース需要に対しても有効な技術である。 ・　IGFC は、現在、パイロットプラントによる基盤技術開発が行われている段階にある。 ＜課題＞ ・　エネルギー効率の向上 ＜改善策＞ ・　IGCC、A-USC、IGFC などの技術開発  出典：経済産業省「Cool Earth－エネルギー革新技術計画」

エネルギー供給技術の分類	技術開発項目	国内技術開発動向
		【社会システム動向】 ・ 経済産業省では、高効率石炭火力発電関連の技術開発目標として、IGCC（石炭ガス化複合発電）の発電効率を 2015 年頃に 48%にすること、長期的には A-IGCC によって発電効率 57%を達成することを掲げている。また、IGFC（石炭ガス化燃料電池複合発電）の発電効率では 2025 年頃に 55%にすること、長期的には A-IGFC によって発電効率 65%を達成することを掲げている。 ・ 以上の目標の実現のために必要な技術開発、実証実験等を進めることとしている。 ・ A-USC、IGCC／IGFC は、その特徴に応じて、今後東アジアを中心に見込まれる石炭火力発電の増加に対して、エネルギー安定供給および二酸化炭素削減対策の観点から特に需要が高い技術であり、我が国が技術の優位性を維持していくためにも重要な技術である。 ＜課題＞ ・ 東アジアを中心とした海外市場拡大 ＜改善策＞ ・ 技術開発による技術の優位性維持
	水素製造･貯蔵･輸送	【技術開発動向】 ・ 水素の製造技術は化石燃料からの製造、水分解、再生可能エネルギーからの活用といった技術がある。化石燃料からの水素製造技術は成熟しているが改質効率の向上や製造装置の小型化といった課題がある。水分解では、効率や耐久性、経済性の向上の課題、バイオマス等の再生エネルギーからの製造技術では改質効率向上に向けたプロセスの最適化など課題解決に向けた技術開発が行われている。 ・ 水素の輸送方法は、輸送量の拡大や液化プロセスの効率化や液体水素コンテナの向上により、2020 年頃に 7 円/Nm³（高圧輸送）、3 円/Nm³（液体輸送）まで輸送コストを低下させることを目指した技術開発が行われている。 ・ 水素貯蔵では、高圧ガスによる貯蔵や液体水素貯蔵、水素吸蔵合金を用いた貯蔵などがあるが、高圧ガス貯蔵では高圧化のための容器の耐圧性向上や容器の低コスト化、液体水素貯蔵では液化プロセスの効率化やコンテナ等の断熱性向上、水素吸蔵合金では材料探索や耐久性の向上などが課題となっており、これらの課題解決に向けた技術開発が行われている。 ・ 水素製造･貯蔵･輸送に対する技術開発の推進により 2020 年頃を目処に水素の価格を 40 円/Nm³ まで低下させることが目指されている。  出典：Cool Earth エネルギー革新技術技術開発ロードマップ

エネルギー供給技術の分類	技術開発項目	国内技術開発動向
		＜課題＞ ・　製造：改質効率の向上、製造装置の小型化、低コスト化（製造） ・　輸送　：　コスト低減 ・　貯蔵　：　コスト低減、容器の耐圧性や断熱性向上 ＜改善策＞ ・　製造　：　製造プロセスの最適化、 ・　輸送　：　輸送量の拡大、液化プロセスの効率化、液体水素コンテナの向上 ・　貯蔵　：　液化プロセスの効率化、容器材料・構造技術開発 【社会システム動向】 ・　水素エネルギーは黎明期の定置用燃料電池やガソリンスタンドなどの水素スタンドの併設から水素ステーションや水素低圧パイプラインといったローカル水素供給システムの活用、更にローカル水素供給システムとコンテナ等による全国規模の水素供給インフラが構築されることが期待されている。 ・　普及を支える技術として、水素供給インフラの整備や水素安全検知の安全対策、制度見直しや法整備が必要となってくる。取り分け、水素エネルギーの国際的な普及に向けては、ISO、IEC、SAE 等の標準策定の場で日本がリーダーシップをとることが重要となってくる。 ＜課題＞ ・　普及促進 ・　国際競争力の維持・向上 ＜改善策＞ ・　水素供給インフラの整備 ・　制度見直し、法整備 ・　国際標準策定活動
再生利用エネルギーへの転換のための技術開発	太陽光発電	【技術開発動向】 ・　近年、太陽電池の急激な生産量増加によりシリコンの供給不足から製造コストが上昇している。このため、シリコン使用量を大幅に低減させる、超薄膜シリコン結晶太陽電池や有機薄膜・色素増感材料などのシリコン以外の原料を用いた太陽電池の開発が進められている。 ・　これらの太陽電池技術については 2020 年における発電コストを 14 円/kWh、変換効率を 10～19%、2030 年は 7 円/kWh、15～22%に向上させることを目指した技術開発が必要とされている。 ・　大規模太陽光発電の系統連系や集中的な系統連系を行う場合には、系統システムへの影響も課題となる。この対策のために、電力貯蔵技術やスマートグリッドなどの IT 技術を用いた出力の安定化や系統連系技術の開発が必要になる。 ＜課題＞ ・　低コスト化 ・　高効率化 ・　系統電力システムへの影響 ＜改善策＞ ・　素子の薄膜化（Si 原料の低減）、有機系・量子ドットなどの次世代太陽電池の開発 ・　二次電池などを用いた電力貯蔵技術やスマートグリッド技術との融合

エネルギー供給技術の分類	技術開発項目	国内技術開発動向
		  経済産業省中国経済産業局第 1 回連絡会議(2009 年 4 月 22 日)資料 6「太陽光発電資料」(左) 出典:NEDO「2030 年に向けた太陽光発電ロードマップ(PV2030)」(右) 【社会システム動向】 ・　2005 年に新エネルギー財団による助成が終了した後に国内の市場規模と価格が停滞したが、2009 年初めから緊急提言に基づいて補助金が復活されると共に、2009 年 11 月からは新たな買取制度が開始され、国内市場は再び拡大し始めている。 ・　フィールドテストや公共部門における率先導入、RPS、制度、グリーン電力証書制度の導入促進策を適切に組み合わせ、官民一体となった活動を推進していくことが必要とされている。 ・　海外でもドイツやスペインなどの欧州でも電力買取制度などの政策によって普及が促進している。 ＜課題＞ ・　普及促進 ＜改善策＞ ・　RPS、制度、グリーン電力証書制度の導入促進策
	風力発電	【技術開発動向】 ・　風力発電は、地球温暖化対策のみならず、エネルギーセキュリティー、産業･雇用効果を含めて総合的な経済効果の観点から中長期導入目標が定められ生産設備の新増設が進められている。 ・　技術開発は主に系統連系の課題解決や洋上での発電に向けた取り組みが主であり、系統連系では最大出力制御･出力上昇率制御、電圧制御や気象予測を取り入れた広域系統運用システムの実証などが行われている。洋上の発電では着床式洋上風力発電の実証や浮上式洋上風力発電システムの研究が行われている。 ・　これらの取り組みを通して、2020 年には 1000 万 kWh 以上、2030 年に 2000 万 KWh 以上の発電量の実現が目指されている。 ＜課題＞ ・　系統電力システムとの連系 ・　洋上発電技術開発 ＜改善策＞ ・　最大出力制御･出力上昇率制御、電圧制御や気象予測を取り入れた広域系統運用システム技術開発 ・　着床式洋上風力発電の実証や浮上式洋上風力発電システムの研究

エネルギー供給技術の分類	技術開発項目	国内技術開発動向
		  出典:(社)日本風力発電協会「自然エネルギー白書」 【社会システム動向】 ・ 風力発電は、自動車産業のような部品の組み立て産業であり、機械･電気･素材、メンテナンス、土木･建設などの様々な産業分野に波及効果があると考えらており、世界風力会議による 2008 年末の世界の風力発電産業の規模は、風車関係で 5 兆円、部品･メンテナンスを含めて 5 兆円で年間増加率は約 25%と推定されている。 ・ 2025 年以降では、単年度導入量は 130 万 kW/年、市場規模は国内向けのみで 3500 億円、海外を含めると最低でも 2 兆円産業まで成長することが予想されている。 ・ 普及に向けては技術開発とともに、導入量目標と整合した RPS 義務量の設定や適正な買取価格設定などによる事業性の確保や規制･制度の緩和による風力発電事業の拡大を行う必要がある。 ＜課題＞ ・ 風力発電事業の拡大 ＜改善策＞ ・ 導入量目標と整合した RPS 義務量の設定、適正な買取価格設定 ・ 規制･制度の緩和
	地熱発電	【技術開発動向】 ・ 地熱発電の開発可能拠点は、日本全国に広く分布しており、特に年間日照時間が短く太陽光発電の普及が難しい、北陸や東北、北海道の日本海側のポテンシャルが大きいが、開発リスクや開発コストが高いという理由から課題を抱えており、1999 年 3 月の八丈島の施設運転開始以降新規立地が進んでいない。 ・ 地熱発電の経済性は他の電源の経済性の動向で変わってくる。今後火力発電のコストが上昇や CO2 排出削減効果を考慮すると地熱発電が優位になる時期がくると考えられる。 ・ 発電コストが 12 円/kMh 以下のものが 43 万 kW、15 円/kWh を下回るものが 69 万 kW を下回るものが 89 万 kW で、発電コストの低いものから順次開発されていくと考えられる。

エネルギー供給技術の分類	技術開発項目	国内技術開発動向
		＜課題＞ ・　開発リスクが高い ・　建設コスト、発電コストが高い ＜改善策＞ ・　国家単位での電源開発事業の展開   出典：(独) 産業技術総合研究所「日本の熱水系資源」(左) NEDO「地熱開発促進調査 (戦略的全国調査)」(右) 【社会システム動向】 ・　国内の地熱発電開発は、ここ 10 年停滞し続けているのに対し、世界の地熱発電は急拡大している。 ・　国際的な取組として、IEA の地熱実施協定など各国の協力による技術等の情報交換や共有のための取組も行われてきた。 ・　地熱発電の開発や円滑な事業運営のためには地域の信頼と協力に基づき、事業者が地域と共生を図っていくことが不可欠である。国内では、地熱発電の開発に対しては RPS 法施行規制、新エネ法施行令上で「熱水を著しく減少させないこと」、「バイナリ発電に限る」といった制限が課されている。 ＜課題＞ ・　事業リスクの低減、開発インセンティブの付与 ＜改善策＞ ・　RPS の導入量拡大の議論の中で普及促進