

# 省エネルギー技術戦略 2016

平成28年9月

資源エネルギー庁

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

## 目次

はじめに ～省エネルギー技術戦略が目指すもの～	1
1 背景	1
2 省エネルギー技術戦略の策定	3
I. 各部門における重要技術 ～我が国の将来あるべき姿とそこに至る道筋～	4
1 エネルギー転換・供給部門	4
1.1 エネルギー転換・供給部門における省エネルギーに係る状況	4
1.2 重要技術	4
1.3 主要な個別技術開発の方向性	5
2 産業部門	8
2.1 産業部門における省エネルギーに係る状況	8
2.2 重要技術	8
2.3 主要な個別技術開発の方向性	9
3 家庭・業務部門	11
3.1 家庭・業務部門における省エネルギーに係る状況	11
3.2 重要技術	12
3.3 主要な個別技術開発の方向性	13
4 運輸部門	16
4.1 運輸部門における省エネルギーに係る状況	16
4.2 重要技術	17
4.3 主要な個別技術開発の方向性	18
5 部門横断	20
5.1 部門横断的な省エネルギーに係る状況	20
5.2 重要技術	20
5.3 主要な個別技術開発の方向性	21
II. 今後の省エネルギー技術の展開 ～我が国の卓越した省エネルギー技術の飛躍的な展開に向けて～	23
1 省エネルギー技術開発の推進・普及に向けた横断的課題	23
1.1 省エネルギー技術開発支援のあり方	23
1.2 省エネルギー技術の国際競争力の維持強化	26
1.3 導入コスト・規制等社会的制約の克服	27
2 我が国の卓越した省エネルギー技術の飛躍的な展開	28
むすびに	29

# はじめに

## ～省エネルギー技術戦略が目指すもの～

### 1 背景

2014年4月に閣議決定された「エネルギー基本計画」では、我が国のエネルギー需給構造が抱える課題である海外の資源に大きく依存することによるエネルギー供給体制の根本的な脆弱性、人口減少・技術革新等による中長期的なエネルギー需要構造の変化等の構造的課題に加え、東京電力福島第一原子力発電所事故及びその前後から顕在化してきた課題を踏まえ、3E+Sをエネルギー政策の基本的視点としつつ、国際的な視点と経済成長の視点を加味して、再エネ・原子力を含め“多層化・多様化した柔軟なエネルギー需給構造”を構築することを目標としている。中でも、省エネルギーに関する方針としては「徹底した省エネルギー社会の実現と、スマートで柔軟な消費活動の実現」が示されている。

2015年7月に策定された「長期エネルギー需給見通し」では、3E+Sについて達成すべき政策目標を想定した上で、政策の基本的な方向性に基づいて施策を講じたときに実現されるであろう将来のエネルギー需給構造の見通しが示された。この中において、最終エネルギー消費量で5,030万KL程度の省エネルギーを実施することによって石油危機後並の効率改善（エネルギー効率を35%程度改善）を実現するとされている。なお、長期エネルギー需給見通し策定と同時にUNFCCCへ我が国約束草案（2030年度に2013年度比26%の温室効果ガス削減）も提出されており、我が国が温室効果ガス排出削減目標の国際公約達成のためにも、省エネルギーは重要な位置づけとなっている。

こうした取り組みを政策的に推進すべく、2015年8月「省エネルギー小委員会とりまとめ」が発表された。これは、「徹底した省エネルギーの推進と経済成長の両立」を目指して、部門ごとの省エネの取組を最大限加速し、新たな成長に繋げるために必要な措置、ならびに「長期エネルギー需給見通し」に則した検討を進めるにあたって現時点において講ずべき措置が示されたものである。同時に、技術開発の在り方についても改めて整理されている。

エネルギー技術開発政策の観点では、2014年12月に発表された「エネルギー関係技術開発ロードマップ」において、エネルギーに関連する技術開発プロジェクト全体を俯瞰した上で、短期・中期・長期のそれぞれの観点を踏まえた技術課題が整理されており、この中でも省エネルギー技術はその太宗を占める重要な位置づけとなっている。

多層・多様化したエネルギー需給構造の構築に当たっては、生産・調達から流通、消費までのエネルギー需給構造全体を俯瞰し、基本的な視点を明確にして中長期に取り組んでいくことが重要である。生産から流通段階においては、電力・ガスシステム改革等を通じて、産業ごとに存在していたエネルギー市場の垣根を取り払うことで、既存のエネルギー事業者の相互参入や異業種からの新規参入等が期待されている。また、流通から消費の段

階においては、需要家が、分散型エネルギーシステム等を通じて自ら供給に参加できるようになれば、エネルギー需給構造に柔軟性を与えることにつながる。更に、デマンドリスポンスの活用により、需要家のスマートな判断がエネルギー供給の効率化を促進することも可能となる。

徹底した省エネルギー社会の実現に当たっては、エネルギーの使用の合理化に関する法律に基づく工場・事業場、輸送等に係るエネルギー管理の徹底、住宅・建築物、機械器具等に係る省エネルギー基準等の規制、産業界における自主的取組み、国による財政上、金融上及び税制上の支援、教育・広報活動を通じた国民理解の増進及び国民の協力、地域における地方公共団体及び地域住民の取組み、小売事業者等による一般消費者への情報提供といった総合的な取組みが求められる。

また、新たな視点として、情報通信技術の進展により、家電、自動車、工場内設備等のエネルギー消費のリアルタイムな状況の把握や一括管理等が可能となるとされており、需要家側エネルギーリソースアグリゲーションの事業化といった、IoT を活用したエネルギー産業の革新・新しいエネルギービジネス創出に向けた動きも活発化している。

世界的な観点からは、現在エネルギーを巡る内外情勢は激しく変化している。原油価格は、2014年10月の1バレル100ドルから2015年12月には30ドルまで急落し、今後も供給過剰の継続から、急回復は見込まれないとされている。同時に、資源開発の停滞や、産油国の財政状況、地政学情勢の変化により、将来的には上昇局面を迎える可能性も指摘されている。このように、エネルギー資源を他国に依存する我が国は、化石燃料価格の乱高下に産業・国民生活が大きく影響を受ける構造となっており、我が国経済の安定的な成長のためにも、こうした化石燃料価格の乱高下に影響を受けないよう、直近の事業性のみならず中長期的な視点を踏まえて省エネルギー技術の普及拡大を進める必要がある。また、今後とも途上国を中心としたエネルギー需要の増大が見込まれる中、新興国・途上国においても省エネルギー型の機器の導入によるエネルギー供給コストの抑制は社会的に便益が大きく、省エネルギー技術が果たす役割は世界的にもますます重要性を増している。このことから、省エネルギー技術の向上を通じて我が国のエネルギー消費機器の輸出を拡大し、国際競争力を強化する効果が期待される。特に、経済力が十分でない国々にとって、石炭をはじめとした安価な燃料は非常に重要であり、その高効率なエネルギー利用は世界的にも極めて大きな課題である。

2015年12月にCOP21においてパリ協定が採択され、世界全体における温室効果ガスの長期的な大幅削減の必要性にも言及されており、我が国では、2016年4月にとりまとめられた「エネルギー・環境イノベーション戦略」に基づき、2050年を見据えた温室効果ガスの抜本的な排出削減に繋がる有望な革新技術を特定し、研究開発を強化していくこととしている。加えて、我が国はそのエネルギー供給構造の脆弱性に鑑みれば、あらゆるエネルギー源を捨てることができない立場であり、エネルギー源の弱点を補いあいながら、徹底的な高効率利用を推進する必要がある。

また、2016年4月にとりまとめられた「エネルギー革新戦略」においては、電力小売全面自由化により競争が進む中でも事業者任せではなく、政府としても総合的な政策措置を

バランス良く講じていくことが不可欠であり、このエネルギーミックスの実現を図るため、省エネ、再エネをはじめとする関連制度を一体的に整備、実行することにより、省エネや再エネ分野において、エネルギー関連投資を拡大し、効率の改善を促し、アベノミックスのGDP600兆円実現への貢献とCO<sub>2</sub>排出抑制を両立させることを狙いとしている。この中では、技術・プレーヤー・仕組みの革新が考慮すべき新たな視点として示されている。

以上の点を踏まえて、徹底した省エネルギー社会の実現とスマートで多層・多様化したエネルギー需給構造の構築、並びに、我が国の経済社会の安定的な成長の継続と国際的な産業競争力に直結する、省エネルギー技術の研究開発及び普及を戦略的に推進することが極めて重要である。

## 2 省エネルギー技術戦略の策定

2030年に向けた大幅なエネルギー消費効率の改善を目指した「新・国家エネルギー戦略」（2006年5月）に基づき、長期的視点に立った革新的な省エネルギー技術開発の推進を図るため、「省エネルギー技術戦略2007」を策定し、順次改定を行ってきた。

「省エネルギー技術戦略2016」は、東日本大震災以降のエネルギーを巡る環境変化を踏まえつつ、第4次「エネルギー基本計画」に掲げる多層化・多様化した柔軟なエネルギー需給構造の構築に資する省エネルギー技術の開発と、それら技術の着実な導入普及及び国際展開を推進し、引き続き世界最高水準の省エネルギー国家の維持・発展と経済成長を目指すための指針として策定する。

そのため、広範・多岐に亘る省エネルギー技術について、真に省エネルギーの推進に貢献する重要分野の特定・重点化をあらためて行った。具体的には、これまで最終エネルギー消費の区分である産業部門、家庭・業務部門、運輸部門と、それらの部門横断として4つの部門分けにより重要技術を特定していたが、2014年7月に行った重要技術の改定において、エネルギー転換・供給段階における省エネルギーを一層推進するべく、新たにエネルギー転換・供給部門を省エネルギー推進のための重要部門として位置付け、その部門の中で「高効率火力発電・次世代送配電技術」及び「コージェネ・熱利用システム」の重要技術を特定した。また、スマートなエネルギー需給構造を構築する上で欠かすことができない「次世代エネルギーマネジメントシステム」を、部門横断の重要技術の1つとして新規に位置付けた。さらに、今般のエネルギー技術開発や施策に係る動向を踏まえ、「省エネルギー技術戦略2016」では部門横断の重要技術である「次世代エネルギーマネジメントシステム」について、IoTなどの新たな技術、分散電源や需要機器の統合制御技術など社会全体でエネルギーの最適利用を図る技術をより広く包含する「革新的なエネルギーマネジメント技術」として改めて位置付けた。

「省エネルギー技術戦略2016」により、2030年における確実なエネルギー消費量の削減のために有効な省エネルギー技術の開発と、それらの技術の我が国における着実な導入普及及び国際展開を推進し、引き続き世界の省エネルギー国家を実現する。

# I. 各部門における重要技術 ～我が国の将来あるべき姿とそこに至る道筋～

## 1 エネルギー転換・供給部門

### 1.1 エネルギー転換・供給部門における省エネルギーに係る状況

東日本大震災以降、我が国は一次エネルギー供給の9割以上を化石燃料に依存する状況となっており、とりわけ電源構成に占める火力発電の割合は約88%と過去最大の水準で推移している。2015年7月の「長期エネルギー需給見通し」では、2030年度の電源構成の見通しのうち再生可能エネルギーは22～24%と大幅な拡大が見込まれており、火力発電の高効率化に加えて、再生可能エネルギーの大量導入を可能とする系統システムの構築が極めて重要である。

火力発電については、高効率化を進めつつ環境負荷の低減と両立を目指すため、我が国としては高い技術力を活かした先端的な高効率火力発電技術の開発及び実用化は重要課題であり、発電効率を向上させるガスタービン燃料電池複合発電（GTFC）や石炭ガス化複合発電（IGCC）等の省エネルギー技術開発を推進している。

このような我が国の高効率な火力発電技術及びその関連技術は、地球温暖化問題の解決に貢献するものであり、海外への展開も促進していく必要がある。とりわけ石炭は安価な燃料であり、今後も新興国・途上国での需要が見込まれるため、高効率な石炭火力発電技術は日本のみならず、国際的にも便益の大きい技術である。

また、エネルギーミックスの達成に向けて、火力発電設備の高効率化を図っていくために、2015年7月に策定した「次世代火力発電に係る技術ロードマップ」に基づき、次世代火力発電技術開発の加速化を図り、早期技術確立を目指す。加えて、省エネ法において2016年4月に告示が改正され、発電事業者に対して設備規模によらず一定以上の発電端効率の発電設備の導入を促すとともに、ベンチマーク指標の改正により、高効率な火力発電設備への新增設を促進し、古くて効率の悪い火力発電設備の休廃止や稼働率の低減を促す取組みがなされている。

加えて、再生可能エネルギーを用いた分散型エネルギーシステムの構築に資するため、分散型エネルギーシステム内で余剰となった電力の逆潮流等、系統安定化のための技術開発、周波数調整や需給バランスの仕組みづくりが進められている。

他方で、電気事業の一層の効率的経営が求められる中、今後高経年化する電力系統の適切かつ効率的なメンテナンスについても、併せて注力する必要がある。

### 1.2 重要技術

火力発電の効率向上、今後大量導入が見込まれる再生可能エネルギーの効率的利用と電力系統への円滑な統合のため、「高効率火力発電・次世代送配電技術」を重要技術として特定す

る。

また、電力分野のみならず熱分野においても省エネルギーやエネルギーの有効活用が重要であるため、「コージェネ・熱利用システム」を重要技術として特定する。

部門	重要技術	主要関連技術
転換・エネルギー供給部門	高効率火力発電・次世代送配電	高効率火力発電、ディマンドリスポンス、再生可能エネルギー協調制御、超電導送電、次世代送配電機器
	コージェネ・熱利用システム	次世代地域熱ネットワーク、コージェネ、蓄熱システム、燃料電池

### 1.3 主要な個別技術開発の方向性

#### (1) 高効率火力発電技術

高効率火力の各技術において現在取り組まれている主要な課題としては、A-USC は耐高温材料開発、高湿分空気利用ガスタービン (AHAT) は高負荷・高効率圧縮機設計技術やタービン翼冷却技術の確立、酸素吹き IGCC はガス化技術と CO2 分離・回収技術の適用、全体システムの信頼性確立、ガスタービン複合発電 (GTCC) は 1700℃級ガスタービン開発に向けた高負荷圧縮機タービン技術、高性能冷却システム、GTFC 及び IGFC は燃料電池の大型化と全体システムとしての検証等があり、それらの解決を目指した開発を着実に進めていくことが重要である。

「次世代火力発電に係る技術ロードマップ」にもあるとおり、石炭火力、LNG 火力等の技術開発を一体的に進めることで、開発成果を共有しつつ、技術開発に係るリソースの最適利用を目指すことが重要である。

具体的には、2020 年度頃までに A-USC、AHAT、酸素吹き IGCC、1700℃級 GTCC の技術確立を順次目指すことを直近の目標とする。更に、GTCC の高温化は継続的に進めつつ、2025 年度頃までには SOFC のコスト低減を踏まえての GTFC や酸素吹き IGCC と一体的に開発を実施した IGFC の技術確立を目指す。

以上の高効率化に加え、実用に適した高い運用性、特に再生可能エネルギー拡大に対応できるよう、従来技術を上回る制御性、負荷応答性を確保することも重要である。

#### (2) 次世代送配電技術

超電導技術については、工業化を図るために不可欠な技術が出そろい始めており、超電導材料を用いた様々な機器の開発・実証・実用化が現実のものとなりつつある。超電導送電の実現に向けて、長距離での送液冷却システムの技術開発に加えて、実用化に向けた安全性・信頼性検証等が行われている。

他方、太陽光発電や風力発電といった出力が天候に依存して変動する電源の大量導入の実現に向けて、これらの自然変動電源と電力系統、さらには需要家が協調した新たなシステムを構築していくことが求められており、配電系統の電圧変動抑制技術、次世代変換技術を応

用した低損失・低コスト機器技術、系統状況に応じた需要側機器の制御技術の開発、系統全体での需給計画・制御、通信インフラの検討等が進められている。

次世代送配電技術の確立を目指し、引き続きこれらの方向性で関連する開発を着実に進めていくことが重要である。

### (3) コージェネ・熱利用システム技術

コージェネレーションシステム（以下、コージェネ）は、天然ガス、石油、LP ガス等を燃料として、エンジン、タービン、燃料電池等の方式により発電し、その際に生じる廃熱も同時に回収する熱電併給システムである。回収した廃熱は、蒸気・温水として工場の加熱プロセス、空調、給湯、温度差発電等への利用が可能であり、熱利用を含めた総合効率は約 70～90%になる。エネルギー全体の有効利用を考えると、熱の有効利用等が今後さらに重要であり、効率的な熱の融通（蓄熱、熱輸送）を行うことで、より一層の省エネルギーが期待される。また、このような熱・電気の最適利用による省エネルギー効果に加え、分散型電源としての供給力やデマンドリスポンス活用によるピークカット等の系統電力安定化、再生可能エネルギーの変動補償、BCP（Business Continuity Plan、事業継続計画）対応等のエネルギーセキュリティへの貢献が期待される。

コージェネはさらなる発電効率の向上やコストダウンが求められており、家庭用や業務用では主にガスエンジンコージェネと燃料電池コージェネの技術開発が進められ、産業用ではこれらに加え、ガスタービンコージェネの開発も進められている。ガスエンジンコージェネについては、産業用及び業務用ではエンジン燃焼技術の高度化等が展開され、家庭用ではコンパクト化等が推進されている。ガスタービンコージェネについては、タービン入口温度の高温化等が進められており、これらの開発を着実に実施していくことが重要である。

また、熱利用ネットワークを構成する要素として、特定エリア内における熱利用率を向上させる技術が重要であり、蓄熱や熱輸送をはじめとする熱融通のシステム化等の技術開発が進められている。具体的には、コージェネシステム、再生可能エネルギー、未利用エネルギーを大幅に導入して情報通信技術の活用によりエネルギー需給を最適に制御するネットワーク技術の実現が期待されている。

コージェネシステムを用いて電気を供給しつつ廃熱で空調を行う、熱を融通するなど等、エネルギーソースの多様化が進む中で、エネルギーを消費する側と供給する側で、適切なエネルギーソースを選択しつつ最適なコントロールを行う技術については、工場・建物単体レベルだけではなくエリアレベルまで広く活用し得る技術を確立していくことが重要である。

### (4) 燃料電池技術

燃料電池は化学エネルギーから直接電気エネルギーへ変換するため発電効率が高く、発電により生じた熱を有効に利用できることから、総合効率が 80%以上と高い。また化石燃料や化学工業の副生ガスをはじめとする多種類の燃料を活用することが可能である。

燃料電池の技術開発は我が国が世界をリードしている。長年の積極的な技術開発と導入支援により、2015 年 12 月に家庭用燃料電池（エネファーム）の累積販売台数は 15 万台を突破



した。今後、家庭用燃料電池のさらなる普及拡大、燃料電池自動車のシェア向上等を見据え、我が国の技術開発の優位性を維持・強化するためには、引き続き重点的に取り組む必要がある。

家庭用燃料電池コージェネシステム等の小型機の開発・実用化に続いて、業務用コージェネ等の中規模システムや大規模電源用システムの開発も進んでいる。現在、中容量の業務用燃料電池システムについて、長期間連続運転等の実証試験、SOFC の低コスト化・高耐久化等に向けた技術開発が展開されており、2017 年には業務用・産業用の市場投入を目指している。2020 年代には量産体制に入り、設置やメンテナンスに係る工程の簡素化・標準化により、更なる価格低減と自立的な普及拡大を図る。

さらに、大規模電源用として大量導入が求められる SOFC について、大ロット安定供給が可能な生産技術を確立し、2025 年に GTFC・IGFC を実用化することを目標としている。

## 2 産業部門

### 2.1 産業部門における省エネルギーに係る状況

産業部門は、最終エネルギー消費のうち4割超（2014年度実績で43.0%）を占め、うち約8割をエネルギー多消費型産業が占めている。石油ショック以来、産業部門において設備の省エネルギー化が進むとともに、省エネルギー型製品の開発が進められてきた。近年は横ばい傾向にある。

政策としては、省エネ法の強化によるさらなるエネルギー使用合理化やピークカットが推進されているほか、6業種10分野への省エネ法に基づくベンチマーク制度の適用、2016年度から定期報告書の内容を4段階に評価する事業者クラス分け評価制度の実施と当該制度に基づく優良事業者（Sクラス）の公表等が挙げられる。今後もベンチマーク制度の適用範囲や指標・評価手法の見直し、省エネ法における中長期計画書を活用した省エネ法規制体系の整備、省エネ法規制と連動した補助制度、廃熱利用も含めた複数工場・事業者で連携した省エネ取組みの推進、中小企業への省エネノウハウの情報共有といった課題対応が求められている。

各業界や企業では、経済的合理性を踏まえた設備投資等が重点的に推進され、省エネルギーかつ低コストで低炭素型製品等のものづくりが強化されてきている。産業部門におけるエネルギー消費比率の上位を占める鉄鋼、化学、セメント、紙・パルプ等プロセス産業では、これまでも積極的に省エネルギー対策が進められてきた。今後は、これらエネルギー多消費型産業における革新的な省エネルギー技術の導入、更には加工・組立型産業においても積極的な省エネルギー対策を推進すべく、省エネベンチマーク制度の適用範囲や指標・評価手法の見直し等の対応を進めていく。

一方、我が国のエネルギー需給をめぐる厳しい情勢に鑑みれば、今後エネルギーコストの内外格差が国際競争力に大きな影響を及ぼすことが予想され、産業部門におけるプロセスの革新、エネルギー効率の改善は、我が国の経済成長・雇用確保、ならびに国際競争力の強化の観点から重要性はさらに増していく。

### 2.2 重要技術

産業部門におけるエネルギー消費比率の上位を占める鉄鋼、化学、セメント、紙・パルプ等プロセス産業の一層の省エネ化を促進するため、「製造プロセス省エネ化技術」を重要技術として特定する。

同時に、工場の工程の部分最適化のみならず、技術の組み合わせや工場全体など、プロセス全体でエネルギー利用の最適化を図り、大きな省エネルギーを実現するため、「省エネ化システム・加工技術」を重要技術として特定する。

また、製品使用段階における省エネルギー効果が極めて高いことで省エネルギーに寄与する素材・部材や、大きな省エネルギー効果を生む製品を開発していく技術の必要性に鑑み、「省エネプロダクト加速化技術」を重要技術として特定する。

部門	重要技術	主要関連技術
産業部門	製造プロセス省エネ化技術	省エネ型部素材製造プロセス
		革新的製鉄プロセス
		産業用ヒートポンプ
		コージェネ・熱利用技術
	省エネ化システム・加工技術	産業間エネルギーネットワーク
		生産加工プロセス
		コージェネ・熱利用技術
	省エネプロダクト加速化技術	セラミックス製造技術
		炭素繊維・複合材料製造技術

## 2.3 主要な個別技術開発の方向性

### (1) 製造プロセス省エネ化技術

同じエネルギー移動でも大きな温度差、濃度差、圧力差、電圧差、自由エネルギー差のある対象のエネルギー移動ではエクセルギー損失が大きい。また、多くのエネルギーを使用して製造した金属、有機物、無機物は大きなエクセルギーを有するため、それを活用することでエクセルギー回収につながる。その他、プロセス最適化、反応プロセスの合理化・低温化、分離エネルギーの最小化、原料代替等、製造工程の大幅な変革も含めた新しい視点からプロセス改善を見出すことも可能である。これら広義の視点に着目して、例えば革新的製鉄プロセス（革新的製鉄プロセス、環境調和型製鉄プロセス）、化学品、セメント、ミニマルファブといった省エネ型部素材製造プロセス及びそれに関連した技術開発の着実な推進及び共通基盤として「産業用ヒートポンプ」、「コージェネ・熱利用技術」の活用等を進める必要がある。

### (2) 省エネ化システム・加工技術

全体システムの視点では、コンビナート内での産業間連携（高度統合化）や、蓄熱や熱輸送を用いたエネルギー連携、物質とエネルギーの併産（コプロダクション）、及び FEMS（Factory Energy Management System、ファクトリーエネルギーマネジメントシステム）等の技術がある。また、全体最適の実現とともに、生産加工技術の高度化の視点では、熱加工技術や動力技術、物理化学プロセスを用いた部材加工技術等、製造プロセス共通の基盤技術の高度化等が挙げられ、これらの技術開発を着実に進める必要がある。

### (3) 省エネプロダクト加速化技術

製品の省エネルギー化に向け、多種多様な機能が部素材には求められており、金属材料、有機材料、無機材料、セルロースナノファイバーをはじめとしたバイオ材料等、様々なアプ

ローチでの開発が行われている。一例として従来材料では作製が困難であった複雑形状加工や大型化を容易にして製造プラント全体の省エネルギー化と製品の品質向上に貢献する基盤技術であるセラミックス製造技術や、製造エネルギー半減と生産性向上を目標とした従来と全く異なる製造方法を用いる基盤技術である炭素繊維・複合材料製造技術の開発が課題として挙げられる。

### 3 家庭・業務部門

#### 3.1 家庭・業務部門における省エネルギーに係る状況

家庭・業務部門の最終エネルギー消費量は、我が国全体の3割強を占めており、家庭部門においては、生活の利便性・快適性を追求する国民のライフスタイルの変化、世帯数の増加等の社会構造変化の影響を受け、エネルギー消費原単位の改善が他の部門よりも遅れている状況である。また、業務部門においても、事務所や小売店舗等の延床面積が増加し、それに伴う空調・照明設備の増加、オフィスのOA化の進展や営業時間の増加等が要因となって家庭部門と同様にエネルギー消費原単位の改善が遅れている。

新たな省エネルギー政策としては、建築材料に係るトップランナー制度の導入、ピーク対策の評価等が、一層強化されて取り組まれている。加えて、2016年4月に施行された建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律（建築物省エネ法）では延床面積2,000m<sup>2</sup>以上の建築物の省エネルギー基準への適合義務化（2017年4月以降）と2020年を目途とした適合義務対象の拡大が予定されている。また、2016年度以降はコンビニエンスストアへベンチマーク制度が適用され、2018年度までにホテル等に対しても適用範囲が広がられていく予定である。今後も、引き続きトップランナー制度の対象拡大や基準見直し、既存建築物・住宅の改修を含めた省エネルギー対策の促進、新築建築物・住宅の高断熱化と省エネルギー機器の導入促進等の対策を進め、新築建築物・住宅のZEB/ZEH（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル/ハウス）化を目指すとともに、既存建築物・住宅の改修・更新を促し、家庭・業務部門におけるエネルギー消費削減を加速させる必要がある。

特にZEB/ZEHについては、エネルギー基本計画において言及されている「建築物については、2020年までに新築公共建築物等で、2030年までに新築建築物の平均でZEBを実現することを目指す」、「住宅については、2020年までに標準的な新築住宅で、2030年までに新築住宅の平均でZEHの実現を目指す」という政策目標の実現を目的として2015年度においてそれぞれのロードマップが策定され、その中で、ZEB Ready や Nearly ZEB/ZEH といった新たな概念も含めた広義のZEB/ZEHが定義されている。

また、家庭・業務部門においては、「我慢をしない省エネルギー」の重要性に関する共通認識が醸成されるとともに、電力の負荷平準化（ピークカット、ピークシフト等）対策、BLCP（Business and Living Continuity Plan、業務・生活継続計画）対応への社会的要請が高まっている。

個別技術としては、空調・換気・照明・給湯及び昇降機等の設備機器単体の効率は年々向上しており、建築設備・部材である窓・壁、ドアの省エネ性能も向上している。また、家庭・業務部門で扱う情報量が飛躍的に増加しており、省エネルギー型情報機器・システムの高効率化、省エネルギー型の次世代ネットワーク技術の開発等が進められている。

しかし、機器単体の効率や性能の向上による省エネルギーの推進は、得られる効果と支払うコストのバランスから制約されるものであり、今後は、機器単体に留まらず、より上位・より広範囲でのシステムとしてのエネルギー使用の最適化が求められる。そのためには、設計・制御・運用といった住宅・建築物のシステム全体を統合化・最適化する技術が重要であ

り、高効率化された個別技術をいかに組み合わせることで省エネルギーを実現することができるかが課題となっている。さらに、システム全体を統合化し最適化するためには、BEMS (Building Energy Management System、ビルディングエネルギーマネジメントシステム) や HEMS (Home Energy Management System、ホームエネルギーマネジメントシステム) の活用による個々の建築物レベルでの高度なエネルギーマネジメントに加え、CEMS (Community Energy Management System、コミュニティエネルギーマネジメントシステム) による建物群の管理や、IoT (Internet of Things) による統合制御、情報ネットワークの省エネルギー化、送配電の効率化及び電力ピーク対策等も含めた革新的なエネルギーマネジメントが重要となっている。

また、省エネルギーの推進に伴う様々な付加価値を有形なものへ変換する取組みが重要である。その付加価値としては、震災経験を踏まえた BLCIP 機能や、電力ピーク対策としてのデマンドレスポンス機能、さらにはグリーンビルやスマートビルが光熱費削減以外にも生み出している環境性能や居住性、健康改善、ヒートショック対策等のヒューマンファクター的な効果等が挙げられる。省エネルギーのみを追求し建築物や住宅における快適性や知的生産性の低下を招くことのないよう、省エネルギーと快適性、知的生産性を両立することが必要であり、快適性や知的生産性に影響を与えるヒューマンファクター(環境要素や人的要素)を特定し、人間の環境行動を誘発する技術や個人個人の特性に合わせて最適化する技術が重要である。

このような技術に関連する我が国の産業は、世界トップレベルの技術力を有しており、特にわが国の気候条件に適した冷暖房・換気技術については、同じ蒸暑地域であるアジア諸国への展開が可能であり、産業競争力の強化の観点から積極的に事業展開していくことが必要である。しかし、一部企業を除いては海外への事業展開が十分ではなく、わが国が得意とする省エネルギー技術のパッケージ化を低コストで行い、官民が連携して国際市場の獲得を目指していくことが重要である。

### 3.2 重要技術

家庭・業務部門のエネルギー消費削減を加速させるためには、建物性能の向上及びエネルギー消費機器の性能向上が連携した総合的なエネルギー効率向上を図る必要があることから、「ZEB/ZEH (ネット・ゼロ・エネルギー・ビル/ハウス)」を重要技術として特定する。

また、業務部門等で扱う情報量の飛躍的な増大に伴い大幅に増加している消費電力量を削減するため、「省エネ型情報機器・システム」を重要技術として特定する。

さらに、建築物や住宅における快適性や知的生産性を損なわず、さらなる省エネルギーを追求していくため、快適性・知的生産性に影響を与える環境要素や人的要素等の「快適・省エネヒューマンファクター」を重要技術として特定する。

部門	重要技術	主要関連技術	
家庭・業務部門	ZEB/ZEH (ネット・ゼロ・エネルギー・ビル/ハウス)	設計・制御・運用	システム統合化
		外皮性能・建材	高断熱・高遮熱・高气密技術、パッシブ技術
		空調	高効率空調技術
		換気	—
		給湯	高効率給湯技術
		照明	高効率照明技術
		昇降機	—
		エネルギーマネジメント	革新的なエネルギーマネジメント技術
	省エネ型情報機器・システム	省エネ型情報機器・待機時消費電力削減技術	
		省エネ型次世代ネットワーク通信	
高効率ディスプレイ			
快適・省エネヒューマンファクター	センシング技術、制御技術、快適性・省エネを両立する新たな機器・システム		

### 3.3 主要な個別技術開発の方向性

#### (1) ZEB/ZEH

断熱の強化、外部環境の有効利用等のパッシブ技術や設備・機器の効率向上により、単位面積当たりの消費エネルギーを極小化し、そこに再生可能エネルギーを適用することで広義のZEB/ZEHの実現・普及を目指す。

空調においては、高効率空調用ヒートポンプ・高効率吸収式冷温水機といった空調機器の高効率化技術と断熱・遮熱効果の高い建材の採用等により空調負荷自体を低減する技術が重要となる。

照明においては、高い発光効率を可能とするLEDや、有機EL等の光源技術を要素技術とする高効率次世代照明が重要技術となる。また、制御という観点からは、昼光を有効に利用する技術、タスク&アンビエント方式が有効であり、パソコン一体型LEDタスク照明等、設置が容易なタスク照明の開発が課題である。

給湯のエネルギー消費を減らすには、給湯用ヒートポンプ、燃料電池、ガスエンジン給湯器、潜熱回収型給湯器等の高効率給湯器やこれらと太陽熱との一体化を図る技術開発が重要である。

また、省エネルギー効果を最大化するためには、個別建物レベル、建物群レベルでのエネルギーマネジメントが重要であり、これを推進するためには、蓄電技術及びパワーコンディショナ、蓄熱技術、分散電源技術等の高効率化・低コスト化が必要である。また、エネルギーマネジメントシステムの導入に際しては、設計・制御・運用の全ての段階を考慮した最適化を図るため、モニタリング・チューニング・フィードバックのルーティン化によるコミッションングや複数の技術の組合せによる複合効果の評価・定量化等が重要である。

さらに近年では、IoT により機器等の統合制御をするようなソフト面での技術開発や機器の開発者以外の者によるビジネスの展開等も行われており、これらを省エネルギーに結び付けていく取組みも重要である。新たな付加価値の創造の視点では、快適性・健康性・知的生産性、CSR 対応、負荷平準化（ディマンドリスポンス等）、BLCIP 対応、レジリエンス、エネルギー自立性等への配慮が必要である。

## (2) 省エネ型情報機器・システム

デバイス・情報処理・ネットワーク技術の高度化により、「デジタルデータ」の利用可能性と流動性が飛躍的に向上し、実世界から収集された多種多量なデジタルデータの蓄積・解析と、解析結果の実世界への還元が社会規模で行われる変化が世界的に進展していくことが予想されている。このため、世界に先駆けた IoT 推進のために不可欠となる分野横断的な共通基盤技術として、IoT による効率的で高度なデータ利活用を実現するため、端末（センサー）側でのデータ処理技術を始めデータの収集・蓄積・解析技術といった分野横断的に活用可能な共通基盤技術が重要である。

また、データセンタをはじめとするネットワーク全体の消費電力低減が極めて重要であり、情報量が増加の一途をたどっている中、ルータ、サーバ等の IT 機器を省電力化、小型化、低コスト化するための光信号と電気信号を変換する小型チップ、電子回路と光回路を組み合わせた光電子ハイブリッド回路配線技術が重要である。同時に、合理的な情報処理や処理量の低減を可能にするネットワークの最適化技術も不可欠であり、例えば、ネットワーク上の不要なパケットを早期に発見、除去する等のソフトウェア技術が求められる。

さらに、不揮発性素子を前提としたコンピュータの構成方式の応用が広がれば劇的な電力削減が可能であり、新規不揮発性素子の開発や、基本ソフトウェア、コンピュータアーキテクチャまで含めた省エネルギーを志向する「ノーマリーオフコンピューティング」を実現する技術開発が課題である。また、リフレッシュ動作が不要となる不揮発性素子の更なる性能向上を図るとともに、同素子を前提としたコンピュータ方式の在り方及びそれを体現した OS の開発等を行い、ノーマリーオフデバイスの開発・実証を目指す。

他方、待機時消費電力削減については、省電力モジュール、高速不揮発メモリ機能の開発や HEMS、BEMS との連携等が課題である。

加えて、IT 機器の消費電力低減という観点からは、ディスプレイは電力消費量が大きく、液晶ディスプレイにおけるバックライトの高効率化、開口率向上、有機 EL ディスプレイにおける発光効率の改善、大画面化、長寿命化、低コスト化等の開発が課題である。

## (3) 快適省エネヒューマンファクター

ワーカーや居住者の快適性や知的生産性と省エネルギーの両立を目指す。

快適性や知的生産性に影響を与える環境要素や人的要素を特定し、それらを個人個人の特性に合わせて最適化することで、自然環境の積極導入や、機器稼働の調整、着衣量の調節、作業環境の選択等を促すような人間の環境行動を誘発する技術を開発することが重要である。さらに、個人個人の行動パターンや特性に合わせて制御を行うことで、環境制御領域の最小



化や環境条件設定の最適化等を図ることができ、最小限の消費エネルギーで良好な環境を形成することが可能となる。人間の行動そのものと、エネルギーの相関を明らかにすることにより、今までとは異なる発想の機器や制御についての技術課題の調査発掘と解決手法の実現・検討が重要である。このような新たなコンセプトでの省エネルギー事業の発展により、産業の創出・活性化、国際的なビジネス展開に寄与し、加えて健康の維持・増進等にもつなげていくことが重要である。

また、省エネルギーと快適性の両立を図るためのセンシング技術と最適制御技術の開発を行い、これを踏まえたセンシングと多様な環境と機器の制御方式の規格化・標準化を目指すことも重要である。

## 4 運輸部門

### 4.1 運輸部門における省エネルギーに係る状況

運輸部門は、最終エネルギー消費のうち 23.1%を占めている。このうち、旅客部門のエネルギー消費量が運輸部門全体の約 6 割、貨物部門が約 4 割となっており、輸送モード別ではエネルギー消費量の 90%以上を自動車が占める。

自動車（乗用自動車及び貨物自動車）については、省エネ法に基づくトップランナー制度において継続的にエネルギー消費効率（燃費）の基準が見直されており、2013 年には乗用車について 2020 年度を目標年度とした新たな基準が策定され、2015 年には小型貨物自動車に対する燃費基準（2022 年度目標）が策定される等、より一層の燃費向上に向けた技術開発の要請が高まっている。政府でも、「戦略的イノベーション創造プログラム」の革新的燃焼技術研究開発計画において、内燃機関の熱効率を世界のトレンドに先駆けて最大 50%以上へ飛躍的に向上させる研究を進めている。また、燃費性能に応じた自動車税軽減や電気自動車(EV)、プラグインハイブリッド自動車(PHV)、燃料電池自動車(FCV)、クリーンディーゼル自動車(CDV)への補助制度等、低燃費自動車の普及策も実施されている。他の輸送モードについては省エネルギーに資する技術、航法等の導入に補助金を設ける等の施策が実施されている。

次世代自動車（ハイブリッド自動車(HV)、EV、PHV、FCV、CDV、CNG[圧縮天然ガス]自動車等）のうち、EV 及び PHV については、現在の累計販売台数である 14 万台を 2020 年に 100 万台、FCV については、2020 年までに 4 万台程度、2025 年までに 20 万台程度、2030 年までに 80 万台程度とする目標が掲げられており、加速的な普及拡大が求められる。

同時に、これら次世代自動車の普及のためには、燃料・エネルギー供給インフラの整備が重要であり、FCV のための水素インフラの構築、EV や PHV のための充電インフラ整備が必要である。現在、水素インフラについては、導入整備に対する補助制度ならびに低コスト化のための技術開発等による取組が進められており、水素供給ビジネスを含めた多様なプレーヤーが参入しつつある。2015 年時点では 80 箇所の水素ステーションが設置されており、2020 年時点に 160 箇所、2025 年時点に 320 箇所を目指す。充電インフラについては、2015 年末現在すでに急速充電器は 6,000 基以上導入されている。今後は公共用充電器については、利用シーンに応じた最適配置や利用頻度に応じた重点化が必要であり、非公共用充電器については、潜在市場の掘り起こしに向けた整備が必要である。

輸送機器単体の性能向上以外では、自動車交通流の円滑化のための交通需要マネジメント（TDM : Transportation Demand Management）、高度道路交通システム（ITS : Intelligent Transport Systems）の推進、モーダルシフト・物流の効率化のため「流通業務の総合化及び効率化の促進に関する法律」による支援等が行われている。また自動車会社を中心として、ビッグデータを活用したナビゲーションシステムの構築とサービスの提供がなされており、今後一層の高度化が期待される。

次世代自動車に用いられる蓄電池は、国家レベルの支援を受け高性能化に向けた技術開発が活発化している。市場動向としては、FCV は 2014 年より一般消費者向けの車種が市場に投入されたが、市場拡大に向けた蓄電池の低コスト化等の技術開発が今後も求められる。EV

と PHV に関しても、国内外の自動車メーカーにより新車種が相次いで開発・市販されており、我が国でも蓄電池の継続的な技術開発が求められる。

スマート物流システムについて、昨今では、IT、マイクロチップや IC タグ、GPS による位置情報等の技術が普及し、物流の管理と効率化を進めながら、全体最適化を図るための技術環境が整ってきており、単体の高効率化に加えてボトルネックの解消等を進め道路の有効活用や、交通流対策、輸送効率の向上、モーダルシフトによる物流の効率化等を推進することで省エネルギーを追及することが重要である。また、荷物と輸送機関のマッチング技術、移動実態のトレーサビリティ技術、環境パフォーマンス測定技術は個別企業による閉じたシステムが存在していると言えるが、オープンなプラットフォームはまだ無いため、共有化に向けた技術開発が必要とされている。なお、スマート物流システムのさらなる効率化を進めるためには、陸運（鉄道、トラック）・海運・航運間の積換えの合理化に向けた異業種間の協調を進めることが重要である。

ITS 等の技術について、定速走行・車間距離制御装置（ACC : Adaptive Cruise Control）、レーンキープアシストは既に実用化段階にあり、これらの更なる高精度化・高性能化が進められている。政府でも、「戦略的イノベーション創造プログラム」の自動走行システム研究開発計画等に基づき、産学官共同で取り組むべき共通の課題、例えば地図情報の高度化技術の開発等が進められるとともに、高度な自動走行（隊列走行、自動バレーパーキング、ラストワンマイル自動走行）の実現に向け、必要な研究開発等が実施されている。また、2020 年オリンピック・パラリンピックでの無人自動走行による移動サービスや、高速道路での自動運転が可能となるよう、2017 年までに必要な実証を可能とすることを含め、制度やインフラを整備するとの方針が示されたところである。

## 4.2 重要技術

運輸部門のエネルギー消費の更なる削減のためには、その大半を占める自動車対策、とりわけ自動車単体のエネルギー効率向上は極めて重要である。したがって、自動車単体対策の技術開発を促進していく観点から、「次世代自動車等」を重要技術として特定する。

また、自動車の利用形態の高度化（走行の円滑化）を進めることも、重要なエネルギー使用量削減の取組みであることから、「ITS 等」を重要技術として特定する。

物流の省エネルギー化のためには、サプライチェーン全体の効率化を実現することが重要であることから、「スマート物流システム」を重要技術として特定する。

部門	重要技術	主要関連技術
運輸部門	次世代自動車等	先進的内燃機関性能向上技術、電気自動車、プラグインハイブリッド自動車、燃料電池自動車、商用車・重量車の次世代自動車化等技術
	ITS 等	省エネ走行支援技術（自動運転・隊列走行、無人走行等）、TDM（交通需要マネジメント技術）、交通制御・管理技術、交通情報提供・管理情報技術
	スマート物流システム	貨物・輸送・物流結節点等の情報のマッチング技術、荷物のトレーサビリティ技術、環境パフォーマンス測定技術

### 4.3 主要な個別技術開発の方向性

#### (1) 次世代自動車等

EV や PHV についてみると、性能向上を視野に入れたモーターのさらなる高効率化や、蓄電池の高度化（エネルギー密度向上、出力密度向上、長寿命化、低コスト化）、電動化の国際標準化戦略等が重要である。さらに、燃費向上には、車重や部品点数を低減することも効果的であり、そのためには炭素繊維複合材料等の軽量高強度構造部材、冷却システムレス・高耐熱電子・電気部材等の技術開発等を推進する必要がある。電動化に関しては、先進リチウムイオン電池や革新型蓄電池の開発が求められており、あわせて長期的な将来の姿としては、走行中給電による航続距離の制約を克服することが考えられる。具体的には、当面は普通充電器や急速充電器に加えて、電力が不足する条件では内燃機関もしくは燃料電池で走行するハイブリッドシステム等で対応しつつ、長期的には走行中給電も考えられる。そうした将来を見据え、非接触給電装置の技術開発を推進し、まずは停車中の非接触給電システムの確立が求められる。

低燃費自動車の研究開発は、企業努力で一定程度進められると期待されるものの、内燃機関自動車はしばらく主流と想定され、世界的にも燃費規制は強化される傾向にあることから、今後もより先進的な技術開発が求められる。したがって、競争領域においては民間企業の自主的開発を促しつつ、燃焼制御、熱損失の低減、環境対策といった協調領域について国家プロジェクトとして推進し、成果を共有することにより国際競争力をさらに強化していくことが極めて重要である。

このように、自動車には多様な技術オプションがあり、いずれも普及に向け技術開発を推進することが重要であり、将来の技術開発には必ず不確実性が存在するため、オプションを絞ることなく可能な限り残しておくことが必要である。

上記のような技術開発を推進し、乗用車の新車販売に占める次世代自動車の割合を 2030 年までに 50%~70%とすることを目指す。

#### (2) ITS 等

安全性を考慮しつつ社会実験を重ねることにより、ITS 等の導入普及を着実に図ることが重要である。ITS 等の普及によって道路交通の最適化が図られ、省エネルギーが進展するとともに、交通事故の減少等交通社会における安全性・快適性も一層向上する。交通流対策と

して、プローブシステムを共通基盤化することと合わせて車車間通信、路車間通信が普及し、経路情報等の提供による道路の有効活用、交通流や信号の制御に利用することによるボトルネックの解消等、省エネルギー、物流の効率化を図ることが重要である。さらに、車群として協調走行することとその先にある自動運転の普及によって、省エネルギー走行（サグ渋滞回避、交差点停止後同時発進等）を実現していくことが重要である。

特に、自動走行システムについては、「完全自動走行システム」を実現できる技術を目指し、海外への展開も視野に入れつつ、更なるレベルの高度化を目指して、開発・実証・市場化を進めること等により、2020年までに世界最先端のITSを構築するとともに、例えば、自動走行システムによって、安全運転を確実に行う熟練ドライバー以上の安全走行の確保や、最適なルート判断、最適な速度パターンの設定等の実現によって、交通渋滞の緩和等を達成し、2030年までに世界一安全で円滑な道路交通社会を構築する。

このため、センシング（歩行者等についてもセンシングできる技術等）、知能技術・駆動技術（高度な画像認識技術と迅速な駆動等）、セキュリティ技術等に係るハード面・ソフト面両面に係る研究開発を民間企業主導による官民共同開発で進める。その際、自動走行システムの高度化・実用化においては、テストコース、公道等での走行試験を通じた熟練運転技術の知能化（AI化）や、数多くの場面での運転データベース化（クラウド上でのダイナミック・マップの作成等も含む）が不可欠である。このため、ハード面・ソフト面での研究開発だけでなく、国際的に開かれた模擬市街地等のテストコースの整備を推進するとともに、自動走行システムに係る国内における積極的な公道実証実験の実施を推進する。また、公道実証によって得られたデータの一部は、社会受容性の確保にとっても有用であるとともに、今後の研究開発や制度設計の検討にあたっても重要なものとなる。このため、公道実証に係るデータについては、可能な範囲でそれらデータに係る共有化や成果の公表を図ることができるような仕組みを検討していくことが必要である。

### (3) スマート物流システム

IT、マイクロチップやICタグ、GPSによる位置情報や発着情報等の貨物情報の共有化・システム化による物流の管理と効率化を進めることで輸送だけでなく、荷役・保管等も含めた物流機能全体での効率化を図るソフト的な技術開発の推進、またこれらを多くの事業者が共同で安価に利用できるオープンなプラットフォームを整備することを視野に入れた技術開発を推進することが重要である。さらに、物流結節点（港湾や貨物駅等の貨物の積替点）における荷役の効率化等の技術開発・対策を含めて推進するとともに、ビッグデータの活用による物流サプライチェーン全体の効率最適化を実現する省エネルギー技術開発の推進・普及を目指す。

## 5 部門横断

### 5.1 部門横断的な省エネルギーに係る状況

産業部門、家庭・業務部門、運輸部門等個別の部門を超えて、幅広く用いられている技術も存在し、そうした技術については部門の枠にとらわれず横断的に開発に取り組むことにより、大きな省エネルギー効果が期待できる。

エネルギーマネジメントシステムについては、これまで一事業所、一世帯単位でのマネジメントを主眼として実施されてきたが、情報通信技術の進展により、個別のエネルギー消費機器のリアルタイムな状況の把握や複数事業所間での一括管理等の可能性が今後考えられる。

パワーエレクトロニクス技術は、あらゆる分野で使用される電気電子機器に備わる電源の効率化として必要不可欠であり、これまでも SiC、GaN 等先進的な材料開発が進められてきたが、今後は用途別に、最適な材料選定、デバイス、システム化技術開発を垂直統合で進めていく必要がある。なお、配電における交直変換のロスを少なくする住宅内及び建物内の直流給電システムも検討されている。

また、従来より、高効率な熱供給を目指したヒートポンプ技術の開発が行われてきており、空調、給湯、乾燥、冷凍冷蔵、カーエアコン等様々な分野で適用が拡大してきている。化石燃料の燃焼をこれまで以上に抑制していくためには、現在部門を問わず発生している低品位の排熱・未利用熱を有効活用することが重要である。利用する熱源となる排熱、熱需要ともに、温度レベル、発生状況が千差万別であることから、更なる利用拡大を図るためには、単体の効率向上のみならずシステムとしての効率向上が重要となっている。

### 5.2 重要技術

スマートで柔軟なエネルギー消費活動の実現を図るためには、需要サイドにおけるエネルギー使用実態を日次/月次/年次レベルで徹底的に解析し、単体の機器や設備を更に効率的に稼働させ全体最適を図るというオペレーション段階でのエネルギーマネジメント技術が求められていることから、「革新的なエネルギーマネジメント技術」を重要技術として特定する。

また、電気は、情報機器、家電、空調、照明、自動車、鉄道車両、無停電電源等あらゆる分野で使用されており、発電から送配電、電力の消費に至る各フェーズにおいて、電圧や周波数の制御等要所所で電力変換が行われていることから、電力変換の高効率化を支える重要技術として「パワーエレクトロニクス」を特定する。

ヒートポンプは低温部分から高温部分へ熱を移動させる技術の総称であり、使用条件にも依存するが一般に作動に必要なエネルギーの数倍もの熱量を移動させることができる。また、地下水熱、河川熱、下水熱、太陽熱、工場廃熱等未利用熱等、低温の未利用熱の利用にも資する技術である。したがって、幅広い分野において熱利用の高度化を実現する観点から、「次世代型ヒートポンプシステム」を重要技術として特定する。

部門	重要技術	主要関連技術
部門横断	革新的なエネルギーマネジメント技術	xEMS (HEMS、BEMS、FEMS、CEMS)、IoT (モノのインターネット)、統合制御技術
	パワーエレクトロニクス	ワイドギャップ半導体、電力変化器 (高効率インバータ等)
	次世代型ヒートポンプシステム	家庭・業務用建物・工場空調用、給湯用ヒートポンプ (HP)、産業用HP、冷凍倉庫等用HP、カーエアコン用HP、システム化・冷媒開発等共通技術

### 5.3 主要な個別技術開発の方向性

#### (1) 革新的なエネルギーマネジメント技術

各部門での個別の最適化とともに、社会全体の最適化を図ることが可能となるようなエネルギーマネジメント技術の革新を目指す。

xEMS については、ネットワーク化とセンシング技術を用いて家庭・オフィスビル・工場における機器 (空調設備、配電設備、照明、ディスプレイ・PC、エレベーター、サーバー、情報機器、等々) のエネルギー利用状況を把握し、その情報の分析を通じたエネルギー利用の合理化やデマンドリスポンスが期待されている。デマンドリスポンスに関する技術として、xEMS によって機器を自動で制御する ADR (Automated Demand Response) の規格化 (Open ADR) が進められている。さらに、これらのシステムを地域レベルでつなぐことで、地域内のエネルギーを融通・最適化し、部門横断的なエネルギーマネジメントを実現する。

IoT については、各々の設備機器をセンシングし、その情報をネットワークを通じて遠隔かつリアルタイムで取得する技術である。IoT を通じて取得されたビッグデータの解析と活用により、人の行動や生産設備の稼働パターンに応じた制御が可能となる。具体的には、家庭エネルギー消費情報の提供と管理、群管理型ビルエネルギーマネジメント、工場における製造プロセス間のエネルギー使用最適化マネジメント、ITS 等を活用した高度運行管理運輸エネルギーマネジメントが可能になる。

なお、IoT 経由で取得したデータをはじめ、省エネ法に基づく定期報告のデータ、これまでの省エネ機器・設備、エネルギーマネジメントシステム等の導入補助、技術開発等の支援事業実績データ報告で蓄積されたエネルギー消費状況に関するデータについては、個人情報や企業秘密等の情報の取扱いに細心の注意を払いつつ、民間や学術機関に広く情報を開示し、産学官が連携し共同で分析することで、最大限データを利活用することが重要である。

さらに、IoT をネットワーク化し、センシング技術も用いて、需要側の機器だけではなく、昨今普及が進んでいる太陽光発電や家庭用コージェネ (燃料電池・ガスエンジン)、蓄電池、電気自動車等、電力を出力することのできる分散電源を遠隔で制御し、熱・電気の最適活用する統合制御技術の開発が重要である。

なお、これらのエネルギーマネジメント技術は、データ解析とそれに基づくソフト開発 (マネジメントアプリケーション) がメインである。また、エネルギーマネジメントそのものが、

エネルギー使用者ではなく、サードパーティによる新たな省エネビジネスとして行われる蓋然性が高いことから、その技術開発の骨格は極めて実用領域に近いものが想定される。これらを踏まえた技術開発支援スキームを整備することが重要となる。

このようなエネルギーマネジメント技術やサービスを今後社会に実装していくことは、単に我が国全体の省エネ促進のみならず、その担い手として新たな省エネビジネスを生み出すことに加え、需要サイドにとってもこれまで以上の事業の生産性の向上をもたらすこととなる。

## (2) パワーエレクトロニクス

材料としての基盤技術に蓄積のある Si パワーデバイスについては、材料技術、デバイス技術、システム化技術の各々の僅かな改良も実用面で効果を発揮することが期待されるため、短期間での開発と実用化を繰り返し進めていく必要がある。

一方、SiC や GaN 等新材料系のパワーデバイスについては、材料を含めて技術を築き上げる必要があり、長期的視点からの技術開発が求められる。どのレベルで実用化に至るかは、適用製品の使用環境条件も含めた総合的見地から決定されるため、材料の特性や技術開発レベルに応じた具体的な適用先を想定し、モジュールに求められる性能目標を明確化した上で、最適な材料、デバイス、システム化技術開発を垂直統合で進めていく必要がある。実用化が進みつつある SiC については、適用先製品における動作実証を行うことも必要となる。

また、Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ダイヤモンド等、基礎研究段階にあるパワーデバイスについても、その潜在的な可能性を踏まえ、材料としての性能向上に向けて長期的に研究を進めていく必要がある。

## (3) 次世代型ヒートポンプシステム

現在、家庭・ビル等の空調用や給湯用として、また、将来普及が期待される次世代型自動車向け高効率空調用としても、ヒートポンプシステムが重要技術となっており、熱交換器や圧縮機の高効率化、高機能蓄熱材の開発、CO<sub>2</sub>をはじめとする自然冷媒の適用拡大、低外気温稼働、小型化等の技術開発が鋭意進められている。

加えて、業務用大型建物・工場の冷房用やプロセス冷却用等にターボ式や吸収式等の高性能大型冷凍機が製品化されるとともに、工場の省エネルギーを目的とした産業用高温ヒートポンプの研究開発も進展している。現在実用化されている取出し温度は最も高いもので 120℃であるが、産業界における更なる用途拡大のためには、180℃という高温域の生成とともに一層の高効率化・低廉化が必要である。そのために、高効率冷凍サイクル、新規冷媒の開発、それらに対応する高性能熱交換器、高効率圧縮機等の革新的要素技術の開発に加えて、未利用熱利用技術、高効率熱回収技術（冷温熱同時供給）、膨張動力回収技術、低負荷域効率化技術、低 GWP（Global Warming Potential、地球温暖化係数）を持つ冷媒への対応技術、他熱源とのハイブリッド化、統合制御・蓄熱技術、熱源の確保や二次側の制御方法等も含めたシステム化、適切な設計・評価・制御技術等が必要である。



## Ⅱ. 今後の省エネルギー技術の展開 ～我が国の卓越した省エネルギー技術の飛躍的な展開に向けて～

### 1 省エネルギー技術開発の推進・普及に向けた横断的課題

本省エネルギー技術戦略2016では、これまで2030年の我が国の将来像を描き、その実現のために特に開発を推進すべき省エネルギー技術を重要技術として示したが、その技術開発の一層の推進や普及に当たっては、様々な横断的課題が存在する。具体的には、省エネルギー技術開発支援のあり方、省エネルギー技術の国際競争力の維持強化、導入コスト・規制等社会的制約等が挙げられる。

#### 1.1 省エネルギー技術開発支援のあり方

前述のとおり、東日本大震災及び福島第一原子力発電所事故発生以降、我が国のエネルギー環境は大きく変化し、エネルギー基本計画においても、従来の原子力に依存したエネルギー供給構造から、「安全性（Safety）」を前提とした上で、「エネルギー安定供給（Energy Security）」を第一とし、「経済効率性（Economic Efficiency）」、「環境負荷低減（Environment）」に加え、「国際的視点」と「経済成長」を重視する3E+Sをエネルギー政策の基本的な視点に据え、“多層化・多様化した柔軟なエネルギー需給構造の構築”に向け、各エネルギー源が多層的に供給体制を形成する供給構造の実現、エネルギー供給構造の強靱化の推進、構造改革の推進によるエネルギー供給構造への多様な主体の参画、需要家に対する多様な選択肢の提供による、需要サイドが主導するエネルギー需給構造の実現等の今後のエネルギー政策の方向性が示された。

また、これらの実現のため徹底した省エネルギー社会の実現と、スマートで柔軟な消費活動の実現や、再生可能エネルギーの導入加速、化石燃料の効率的・安定的利用のための環境整備等の長期的、総合的かつ計画的に講ずべき施策の方向性が示された。

このような状況を踏まえ、従来我が国において実施されてきた省エネルギー技術開発支援についても、改めてその在り方を検討する必要がある。

家庭・業務、産業、運輸部門を含め我が国の省エネルギー技術は、これまでの政府・民間・研究者等の総力を挙げた技術開発の継続により、既に世界に類を見ない高度な水準までその蓄積が成されているが、国内について見れば、東日本大震災及び原子力発電所事故発生以後、資源の大半を海外に依存している我が国にとって、エネルギー価格の乱高下が我が国産業・国民生活へ大きく影響することから、安定的な我が国経済の成長のためにも、省エネルギー技術開発の更なる推進の重要性が一層増している状況にある。同時に、世界的に見れば、アジア地域を中心とした新興国の経済成長によるエネルギー需要の増加は著しく、世界的なエネルギー需給のひっ迫および気候変動対策の必要性に鑑みれば、あらゆるエネルギー資源の高効率な活用、省エネルギーの推進が世界的に重要な課題となっている。このような状況の下、我が国の省エネルギー技術は、これら新興国を含めた世界経済の安定的な成長および国

際的な気候変動対策に貢献し得るとともに、我が国の優れた省エネルギー技術の海外展開を通じ、我が国製品の輸出拡大・国際シェア拡大といった形で国際競争力の強化にも大いに寄与することが見込まれている。

そのため、我が国の省エネルギー技術開発の推進については、以下の視点を重視し、従来にも増してより効率的かつ我が国の国際競争力の強化に貢献する幅広い開発成果を創出していくことができる体制を構築する必要がある。

#### (1) 実用化・事業化を促進する技術開発マネジメント機能の一層の強化

技術開発プロジェクトの実施においては、速やかな実用化と市場への普及を目指し、開発リスクという技術開発特有の不確実性を考慮しつつも、事業の企画（Plan）・実施（Do）・評価（Check）、更にその結果を反映（Action）させた次の企画（Plan）及び実施（Do）へとつなげるいわゆる PDCA（企画－実施－評価－反映・実行）サイクルを深化させた高度な技術開発マネジメントを構築・実践する必要がある。

プロジェクトの企画段階においては、当該技術が普及した場合の省エネルギー効果の見通しはもとより、国際的な技術開発動向、国際競争力の状況、当該技術により実現される国内外の新市場、新商品による我が国国民経済への貢献の程度、国際貢献の可能性等を十分に踏まえつつ、速やかな実用化・事業化を実現する具体的なシナリオを実装した適切なプロジェクトの企画立案、実施体制の構築が必要である。あわせて、これらプロジェクトが、省エネルギー技術開発のベネフィット（エネルギー、環境問題等社会的課題の解決への貢献、市場・雇用創出効果、間接的便益等）が投入費用を上回るだけの費用対効果が得られるか等を検証すべく事前評価プロセスの強化・精緻化を図る必要がある。

プロジェクトの実施段階においては、技術開発の進捗に応じ、当初シナリオどおりの開発成果が着実に見込まれるか、当初シナリオで想定していた市場動向等に変化が生じていないか、開発現場に密着した戦略的な技術指導や技術開発実施者とは異なる多角的な視点を有するユーザーや産業界・学术界等の外部有識者を活用した中間評価等の実施を通じ、技術開発から事業化・実用化前まで切れ目無く一貫した適切な支援・フィードバックを行うことが重要である。

今後、「戦略的省エネルギー技術革新プログラム」において採択されたテーマについては、その概要や省エネ目標値を公開し、これらの技術テーマがもたらす将来の成果について、テーマごとの PDCA を回しながら成果を幅広く紹介していくべきである。

プロジェクトの終了段階においては、当該プロジェクトの実施を通じて得られた技術的成果、実用化・事業化の見通し、技術開発マネジメントの適切性等について可能な限り数値化された指標に基づき、外部有識者等を活用した事後評価を実施することにより、当該プロジェクトの効率性等を評価するとともに、開発成果の実用化・事業化による波及効果を追跡評価等により従来以上に明らかにし、これら技術開発マネジメントを通じて得られた多くの知見、教訓、成果等を継続的に蓄積し公表することによって、更なる技術開発マネジメントへの企画（Plan）、実施（Do）へ適切に反映させていくことが必要である。

これら PDCA サイクルの確立と実施により、NEDO 等技術開発関係機関の技術開発マネジ

メント機能の一層の強化が望まれる。

## (2) 導入支援とのパッケージによる新規技術開発の加速化

省エネルギー技術の普及初期段階においては、新規技術のコスト高や運転実績が乏しい等の観点から、導入ないしは販売する事業者は大きな事業リスクを負うこととなる。技術開発プロジェクトの実施においては、経済性・信頼性・運用性を確保すべく開発を進めると同時に、そうした事業リスクを低減するための導入支援制度をパッケージ化することにより、より速やかな実用化と市場への普及が期待される。

開発完了技術が速やかに商用化されればされるほど、次世代技術の開発開始を前倒しすることが可能となる。同時に、開発完了技術の商用運転における課題および解決策のフィードバックを行うことで、次世代技術の開発も加速化され、新規省エネルギー技術開発サイクル促進の好循環が期待される。

## (3) 潜在化している技術シーズやアイデアの発掘・育成、異業種・異分野連携の推進

上述のPDCAサイクルの確立と実施による知見の蓄積及び成果の公表等を通じ、我が国大学、独立行政法人や企業等に潜在化している広範なポテンシャルを有する技術シーズやアイデアを発掘し、事業化を担う民間企業等と適切にマッチングさせる体制をNEDO等技術開発支援機関において確立していくことが重要である。

特に省エネルギー技術については、そのポテンシャルを発揮し得る分野が広範・多岐に亘るとともに、市場に広く普及して始めてその効果が発揮されるという特性を有するため、潜在化している技術シーズやアイデアの発掘・育成においては、ニーズ側からのアプローチによるシーズの発掘や異業種・異分野連携の視点を常に重視すること及び当該視点を有するプロジェクトマネージャーの育成等が必要である。

## (4) 長期的視点に立った最先端技術に対するアプローチ

新技術の速やかな普及を考慮すると、事業化を見据え技術開発に取り組んでいくことが重要である。一方、我が国が技術面で常に世界を凌駕し続けるためには、現在は概念的にしか存在しない技術や、基礎的で開発に長期間を要するが大きな効果や広範な適用が見込まれる最先端技術に対しても、適切な選択と集中を図った上で、長期的な視点に立って技術開発に取り組む必要がある。具体的には、提案を募る方式ではなく、技術シーズの精査を中心として、有望と思われる最先端技術を拾い上げ、長期的支援により育成していく姿勢が重要である。なお、原油価格の変動やエネルギー事業環境の変化に伴い、省エネルギー技術導入に係る費用対効果および事業者の投資判断が変化する可能性もある。しかしながら、長期的なエネルギー価格の上昇や需給ひっ迫化を見据え、そうした状況下においても安定的な事業継続、国民生活を維持すべく、長期的な視点を踏まえた省エネルギー技術の開発を着実に進める必要がある。同時に、長期的な将来については不確実性が大きいことから、技術開発そのものが内包する開発リスクを考慮し、技術を一点集中ではなく適切なポートフォリオを保持しておくことの重要性も踏まえた技術開発支援を意識する必要がある。

## 1.2 省エネルギー技術の国際競争力の維持強化

我が国の省エネルギー技術は既に世界トップレベルの水準にあるものの、一部には国際市場におけるその後のビジネス展開で劣勢に立たされた省エネルギー技術が存在することは否めない。今後とも我が国の省エネルギー技術が世界的な優位性を保つためには、海外市場のビジネス展開においても優位性を獲得し、当該省エネルギー技術に係る積極的な研究開発投資の継続、その後のビジネス展開における一層の優位性獲得及び獲得市場の拡大によるスケールメリットを活用した製品等のコストダウンの実現という好循環を生み出す必要がある。同時に、国内では用途が限定されているものの海外では広く普及拡大が期待できる技術についても、積極的に技術開発やその普及を後押ししていくことが重要である。

高い省エネルギー性能を有するものの当該技術が海外市場で優位性を獲得できない理由の一因として、海外インフラ市場での運営・維持管理を含めた「インフラシステム」としてパッケージで受注できる体制・アピールの不足や、国際標準化への取組みの遅れ、知的財産マネジメントの失敗等が考えられる。しかし、近年、これらの課題の解消を目指す取組みがなされてきている。

### (1) 海外インフラ市場獲得へ向けた取組み

海外インフラ市場の獲得へ向けた取組みについては、政府は平成25年7月「インフラシステム輸出戦略」を策定し、我が国の「強みのある技術・ノウハウ」を最大限に活かして世界の膨大なインフラ需要を積極的に取り込み、我が国の力強い経済成長につなげていくとともに、我が国企業による「機器」の輸出のみならず、インフラの設計、建設、運営、管理を含む「システム」としての受注や新興国等におけるインフラ開発における現地政府の影響力の強さ等に鑑み、官民一体となった国際競争を勝ち抜くための取組みの推進等の方針が示された。

NEDOでは、これらの政府方針等を踏まえ、「国際エネルギー消費効率化等技術・システム実証事業」において、実証費用負担はもとより当該実証事業に係る政府間交渉をNEDOが実施すること等を通じ、我が国の優れた省エネルギー技術・システムの海外への積極的な展開を支援する取組みを継続して進めている。

### (2) 国際標準化への取組み

我が国の優れた省エネルギー技術の国際標準化については、従来、当該技術を用いた製品を開発しても、業界団体等を中心とした国内コンセンサス形成に従来は数年間等相当の時間がかかること等の問題から、海外の競合企業に比して、戦略的な国際標準化活動が低調となり、これら国際標準化への取組みの遅れは、意欲ある企業の技術の国際標準提案への取組み意欲の減退やビジネスチャンスの逸機を招く等の懸念が指摘されていた。しかし、平成24年6月、経済産業省は、早ければ数ヶ月以内の迅速な国際標準提案を可能とするトップスタンダード制度を導入する等の取組みを進めたところであり、その結果、既に電力貯蔵用蓄電システムに関する新たな専門委員会の設立提案等の実績も現われている。今後とも長期的な視点に立って継続的な取組みを進める。

### (3) 知的財産マネジメントに係る取組み

知的財産マネジメントについては、政府は平成25年6月「知的財産政策ビジョン」、「知的財産政策に関する基本方針」及び「知的財産推進計画2013」を策定し、産業競争力強化のためのグローバル知財システムの構築等を柱とする競争力強化・国際標準化関連の具体的施策を定め、海外における知財権取得支援として、日本企業がアジア新興国等において日本と同様の感覚で知的財産権を取得できる環境の構築等を目指し、各種取組みを進めることとしている。

上述のとおり、我が国の省エネルギー技術の国際競争力の強化及び海外市場の獲得に寄与する各種環境整備は、近年政府において取組みを急速に進めてきているが、省エネルギー技術の国際競争力の維持強化のためには、民間企業において、先進的な知的財産戦略、すなわち、特許、意匠、商標、ノウハウ、標準化等の全ての知財ツールを駆使して、外部の「知」や経営資源を最大限に活用するため事業視点からオープン化すべき領域とクローズにすべき領域をしっかりとデザインし、収益の最大化を図るという知的財産戦略を、経営戦略に深く組み込んで実践していくことこそが決定的に重要であり、民間企業において、これらの視点を踏まえつつ、各種制度を積極的に活用し、海外市場での省エネルギー技術の国際競争力の維持強化に資するビジネスモデルの構築に取り組む必要がある。合わせて、個別の企業によるビジネスモデルの展開に加え、関係機関と連携しつつオールジャパンとしての体制を確立し、広くジャパンプランドとして省エネルギー技術を国際展開していくことが期待されている。なお、省エネルギー技術の国際展開と適切なビジネスモデルの確立のためには、展開市場の気候・慣習・特性等を踏まえ、必ずしも最先端の技術にこだわらず、相手国の要求スペックや有効技術に合致した既に確立した技術を展開するという視点にも留意する必要がある。

### 1.3 導入コスト・規制等社会的制約の克服

省エネルギー技術の普及が進まない要因として、普及初期段階における製品コストの高止まりによる導入コストの高さやユーザーの利用実績が無いことに伴う安定運用上のリスクが挙げられる。また、実際に対策を行う消費者に省エネを行う知識や能力がない場合や、情報探索等にかかるコストの存在により実施されない場合がある（省エネバリアの存在）。なお、原油価格の変動やエネルギー事業環境の変化に伴い、省エネルギー技術導入に係る費用対効果および事業者の投資判断が変化する可能性もあるが、長期的なエネルギー価格の上昇や需給ひっ迫化を見据え、安定的な事業継続、国民生活を維持すべく、長期的な視点を踏まえて省エネルギー技術の普及拡大を進める必要がある。

したがって、導入コスト低減・新技術の安定運用上のリスク低減のためには、経済情勢やエネルギー情勢等を勘案しつつ、設備導入補助金や税制措置等の支援制度について、対象設備・スキームの見直し等を含む重点化が必要である。また、快適性・健康性・知的生産性の向上、省エネルギー以外の環境問題への貢献等、省エネルギー技術の導入によって生じる間接的な便益を含めた総合的なコストを重視し、さらなる普及促進を図ることも重要である。

規制措置については省エネルギー技術の普及のため、トップランナー制度やベンチマーク制度の拡充、住宅・建築物に係る省エネルギー基準等の規制措置や省エネルギー性能評価等の整備・検討が随時進められているが、更なる省エネルギー技術開発の促進の観点から、技術革新や社会・システムの変化に対応して、適切な段階での適用が望まれる。

また、省エネバリアを克服するために、省エネ法の定期報告に係るデータ、各種補助・委託事業の実績から得られるデータをはじめ、技術開発やその他民間のものも含めたデータの収集・分析を行うとともに、得られたデータをエネルギー効率改善に係る共通情報基盤として、可能な限り広く公開し、官民を挙げて利活用を促進していくことが重要である。

## 2 我が国の卓越した省エネルギー技術の飛躍的な展開

我が国にとって省エネルギー技術は、エネルギーを巡る環境が如何に変化しようとも、持続可能なエネルギー需給構造の確立はもとより、引き続き世界最高水準の省エネルギー国家の維持・発展と一層の産業競争力強化のため、その重要性はいささかも変わるものではない。そのため、省エネルギー技術については、我が国産学官の総力を挙げた技術開発の推進と普及に向けた取組みを通じ、我が国の卓越した省エネルギー技術の国内外における飛躍的な展開を戦略的かつ不断に追求することが必要である。

## むすびに

～省エネルギー技術戦略 2016 の今後の展開に向けて～

省エネルギー技術戦略 2016 の策定にあたっては、2014 年 7 月に公開した「省エネルギー技術戦略 2011 重要技術の改定」を基に、これらに掲げられた技術の整理及び追加すべき技術の検討を通じた評価を実施し、更に有識者による委員会での検討等を踏まえ見直しを行った。

その結果として、省エネルギー技術戦略 2016 では、部門横断の重要技術のうち、従来の「次世代エネルギーマネジメントシステム」を「革新的なエネルギーマネジメント技術」に変更し、IoTなどの新たな関連技術の動向を踏まえ、より広い概念でエネルギーマネジメントを扱うことにより、社会全体でエネルギー利用の最適化を図る重要技術として位置付けた。

また、2030 年に向けた導入シナリオや、今後の省エネルギー技術の展開において、省エネルギー技術を普及させること及びその開発に際しては常に普及を見据えることの必要性を繰り返し強調するとともに、省エネルギー技術の開発・普及を不断に進め、我が国の国際競争力の維持・強化を図ることの重要性を訴えた。

更には、技術の開発や普及の障壁となる各種制約等の課題を克服するため、産学官のみならず国民各層が協力し、新たな社会を作り上げていくことが、今後の省エネルギーの推進に繋がるものと考えられる。

今後とも、本戦略を定期的に見直し、技術開発の方向性が時代の趨勢と合致しているかの確認を行いつつ、ニーズに即した省エネルギー技術を発掘し、開発・普及を進めていく。

本戦略が関係者間に共有・活用され、省エネルギー技術の開発・普及が一層促進されることによって、我が国が引き続き世界一の省エネルギー国家であり続けるとともに、世界の低炭素社会の構築に貢献しながら、我が国の経済成長が図られることを期待する。