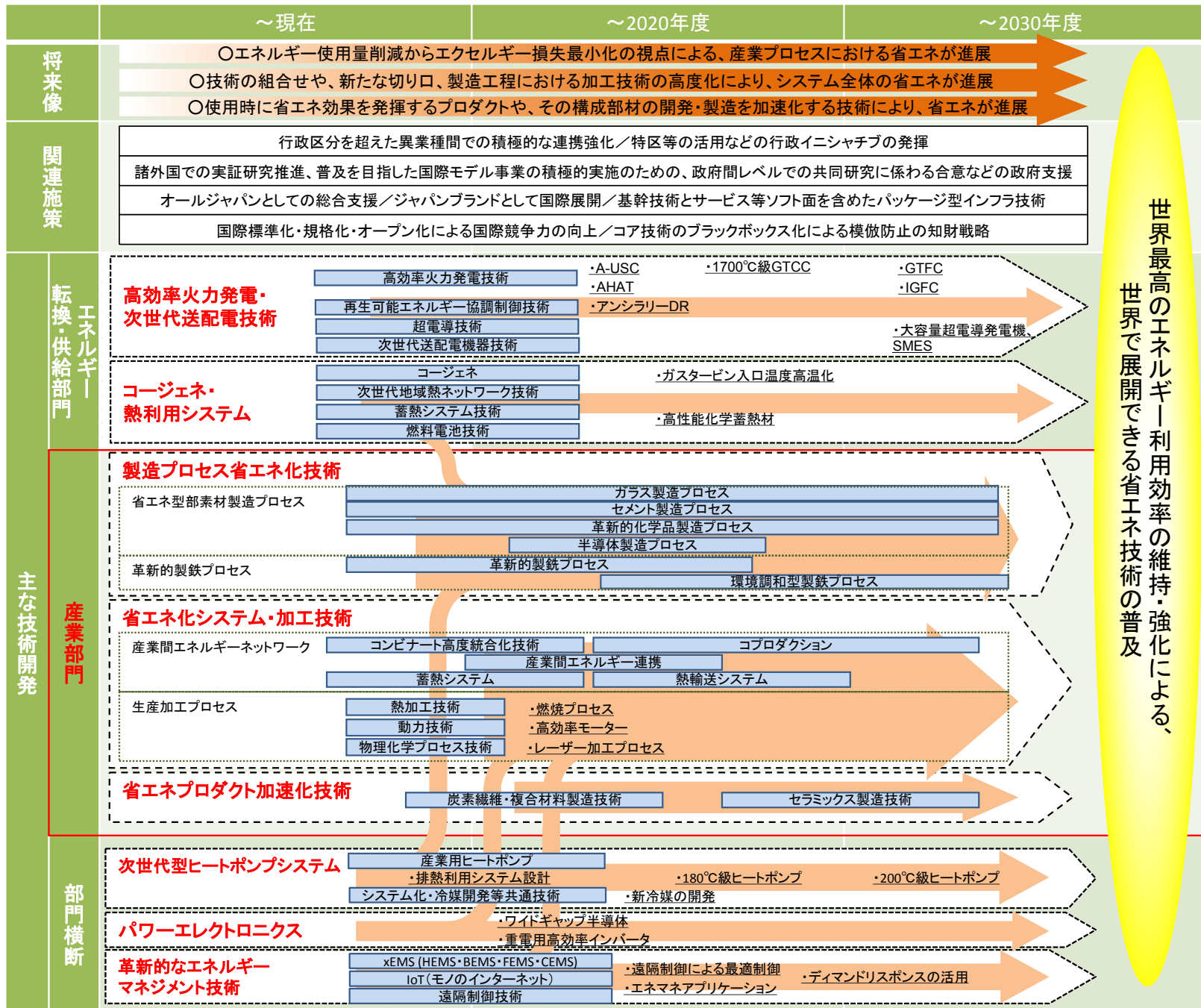


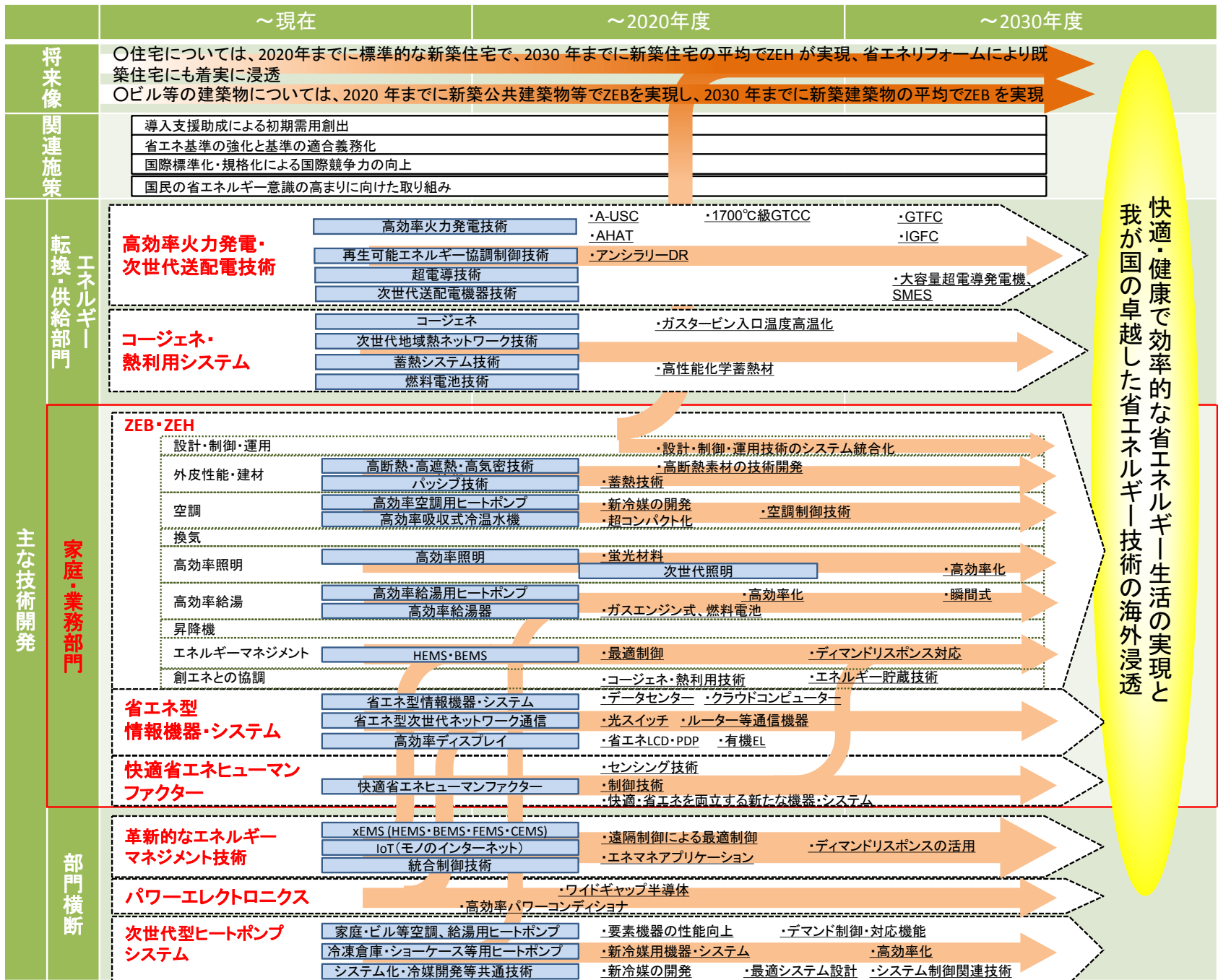
省エネルギー技術戦略 2016

添付資料（導入シナリオ、技術シート）

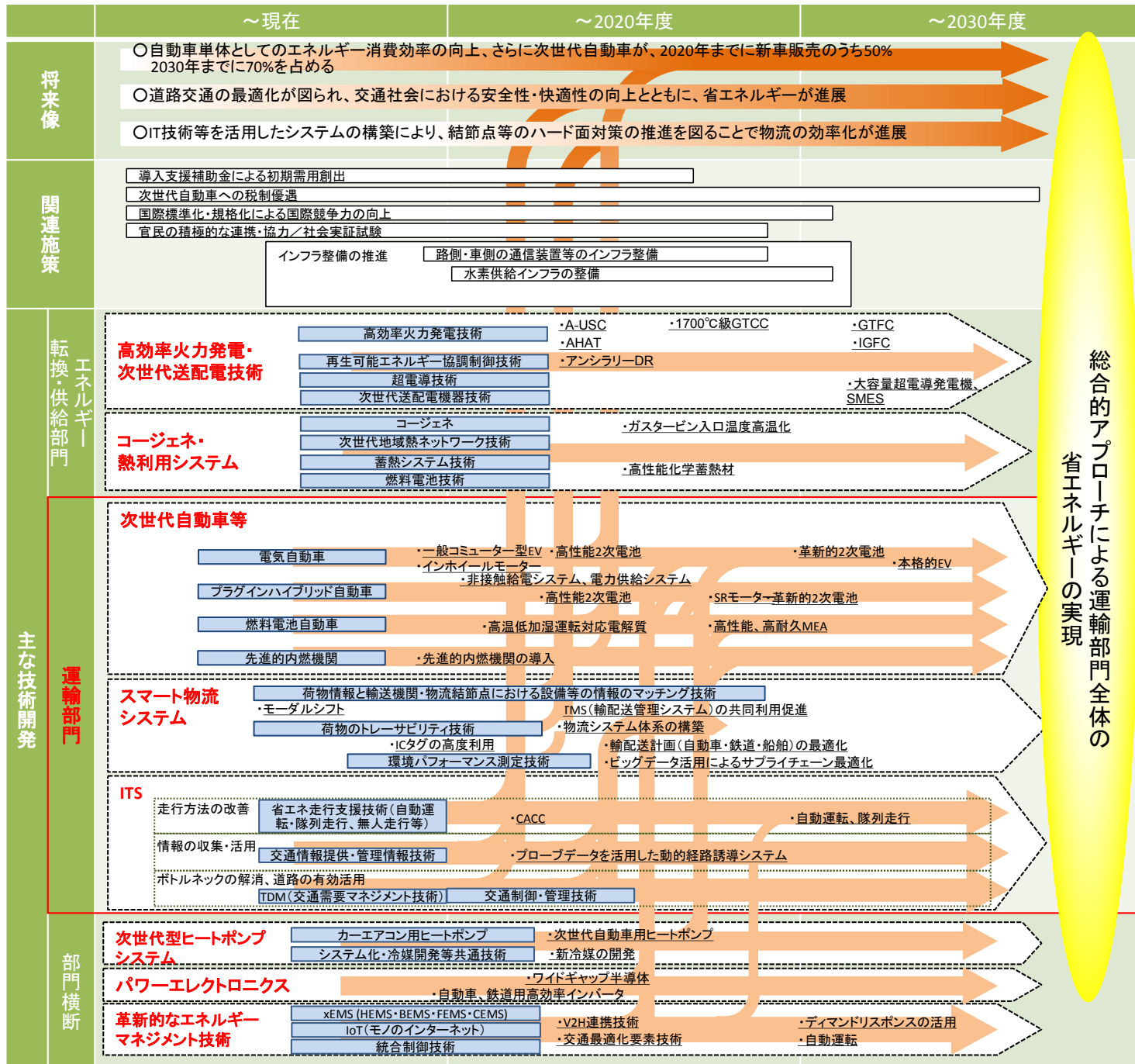
導入シナリオ図



世界最高のエネルギー利用効率の維持・強化による、
世界で展開できる省エネ技術の普及



快適・健康で効率的な省エネルギー生活の実現と我が国の卓越した省エネルギー技術の海外浸透



総合的アプローチによる運輸部門全体の省エネルギーの実現

重要技術シート
(エネルギー転換・供給部門)

技術概要

電力供給の高効率化のためには、ネットワークを構成する個々の技術の効率向上を図るとともに、ICT 技術等を用いて総合的なマネジメントシステムを構築することが重要である。

火力発電は、ボイラーによる蒸気や高温の燃焼ガスの圧力エネルギーによって、タービンを回転させ電力を発生する発電方式であるため、エクセルギー損失を低減するには、いかに高温・高圧のエネルギーを生成しタービンに仕事をさせるシステムを構築するかが重要である。また、排熱を別の発電機の駆動力に適用すること(複合化)で更にエクセルギーの損失を防ぐことが可能となる。

送配電損失の一層の低減のためには、超電導送電等の次世代送配電技術の実用化や信頼性向上が重要である。

再生可能エネルギーの大量導入による電力系統への影響を最小限に留め、再生可能エネルギーを効率的に利用するためには、電力系統と再生可能エネルギー、さらには需要家が協調した電力ネットワークの構築も不可欠となる。また、それらの新しい電力ネットワークを支える送配電機器の一層の小型化、高耐久化及び低コスト化が必要である。

技術開発動向

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には、A-USC は耐高温材料開発、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、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る。

超電導ケーブルについては、「次世代送電システムの安全性・信頼性に係る実証事業」において、長距離での送液冷却システムの技術開発に加えて、短絡や地絡による事故時の挙動解析等が行われ、実用化に一步近づきつつある。

太陽光発電、風力発電の大量導入に向けて配電線電圧上昇・余剰電力発生などの課題を解決するために産学官で連携し、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がされている。また、次世代送配電機器を開発するために産学官で連携した革新的材料の開発から機器適用までの技術開発が検討されている。

技術開発の進め方・その他留意点

<高効率火力>

石炭火力、LNG 火力等の個別技術開発を統合し、火力発電全体の開発を官民一体となって包括的かつ一体的に進める。開発成果を共有しつつ、技術開発に係るリソースを最適化することで、早期の技術確立および実用化を目指す。

～2020 年度頃

・A-USC:46%、AHAT:51%、GTCC:57%(1700℃級)、IGCC:46～50%

～2025 年度頃

・GTFC:63%、IGFC:55%(※いずれも送電端効率、HHV 基準)

<超電導技術>

実用化に近い開発は民間主導の開発を促す一方で、安全性・信頼性の向上や更なる高効率化等に関する研究を継続して国が支援する。当面は、実運用を想定した条件で直線部でのケーブル長さ当たりの熱侵入量 1.8W/m/条以下、冷却システム COP 0.11 以上、メンテナンス間隔 40,000 時間以上を目指す。

<次世代送配電機器・ネットワーク>

機器の技術水準向上については製造事業者の技術開発を促しつつも、革新的材料の実装に向けては産官学の知見の結集が求められる。

また社会実装に向けては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、各関係者が一体となった技術開発および実証を引き続き着実に進めていく必要がある。

波及効果

ここで取り上げる高効率火力のいずれの技術も、省エネルギーと同時に CO₂ 削減に寄与する。また、CCS 技術と併用することによりゼロエミッション発電を実現する。高効率な発電方式により国内外の化石燃料使用量を削減し、我が国のエネルギー安定供給の確保に寄与する。

また、再生可能エネルギーの大量導入を可能とする電力供給システムの構築は世界的に脚光をあびており、国際展開できる可能性が高い。現在経済産業省に研究会を設置、IEC 及び NIST を中心とした国際的活動に参画しており、今後、配電網の管理やデマンドレスポンスなどスマートグリッド標準化項目 26 分野の国際標準化を主導できる。

コージェネ・熱利用システム 技術シート

技術概要

コージェネレーション(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、温度差発電など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、最終エネルギー消費の50%を占めている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ィマンドリスポンス活用によるピークカットなどの系統電力安定化、再生可能エネルギーの変動補完、BCP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。今後、熱融通のために必要となる設備技術や監視・制御技術等の総合的な次世代エネルギーマネジメントシステムを構築することが重要である。

技術開発動向

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、産業用および業務用ではエンジン燃焼技術の高度化等が進められ、家庭用ではコンパクト化等が進められている。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進めていくことが重要である。燃料電池コージェネでは、家庭用に加え、固体酸化物型(SOFC)の業務用への展開に向けた開発も進められている。

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、蓄熱や熱輸送システムなどの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「スマートエネルギーネットワーク」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、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。

技術開発の進め方・その他留意点

発電効率(LHV 基準)の目標値
(～2020年／～2030年、()内は総合効率)

<産業用>

○ガスエンジンコージェネ

0.5MW 級 :42%以上(74%)／44%以上(74%)

1～2MW 級 :46%以上(83%)／48%以上(83%)

5MW 級 :50%以上(74%)／51%以上(74%)

○ガスタービンコージェネ

2MW 級 :27%以上(84%)／28%以上(84%)

6MW 級 :32%以上(80%)／34%以上(80%)

15MW 級 :36%以上(82%)／38%以上(82%)

30MW 級 :40%以上(83%)／42%以上(83%)

<業務用>

○ガスエンジンコージェネ

0.5MW 級 :42%以上(74%)／44%以上(74%)

○燃料電池コージェネ

小中規模コージェネ:55%／55%以上

波及効果

熱利用の次世代ネットワークは多くの技術により構成されており、この発展により、広い産業の活性化に貢献できる。

コージェネ技術は総合効率に優れ、特に世界最高レベルの発電効率を達成する燃料電池や国産ガスエンジンが開発されており、将来の海外展開も期待される。今後世界的にも、産業や民生分野における熱需要は大きく、欧州等では地域熱供給の利用が活発であり、こうした地域での利用も期待できる。

適切なエネルギーソースを選択し、HEMS、BEMS、CEMS 等と連携して最適なエネルギー供給を実現することは、工場・建物単体からエリアレベルでのBCP やデマンドリスポンスに貢献する。

コージェネ・熱利用システム サブシート（燃料電池）

技術概要

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であり、需要地に隣接する設置場所で発電するため送電ロス等がなく、また、発生した熱も有効に利用できることからエネルギー利用効率の向上を図ることが可能となる。発電効率の向上・熱の利用技術の進展により、家庭分野の一次エネルギー消費をさらに大幅に削減するとともに、スケールアップにより業務分野、産業分野にも適用でき、省エネルギーを加速する重要な技術である。

技術開発動向

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。

産業部門、民生部門、運輸部門等におけるエネルギー起源 CO₂ の排出削減のためには、分散型電源の1つである家庭用コージェネのみならず、燃料電池自動車や業務用コージェネ、産業用大規模発電である石炭ガス化燃料電池複合火力発電(IGFC)への応用等により、エネルギー利用効率の大幅な向上を促進する技術開発が必要である。

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を見据え、我が国の技術開発の優位性を維持・強化するべく、引き続き重点的に取り組む必要がある。

我が国では、家庭用コージェネシステム等の小型機の開発・実用化が先行しているが、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。米国でも、大型固体酸化物形燃料電池(SOFC)の技術開発が進められており、我が国においても現在、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、規制見直しが進んでおり、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目標としている。

技術開発の進め方・その他留意点

<固体高分子形燃料電池(PEFC)>

現状 200~250 万円/kW 程度のシステム価格を、2020 年頃には 40~50 万円/kW、2030 年頃には 40 万円/kW 以下に削減。また、現状の発電効率 35%(HHV)、39%(LHV)耐久性 6~8 万時間を、2030 年頃には発電効率 36%(HHV)、耐久性 9 万時間まで向上。

<固体酸化物形燃料電池(SOFC)>

小中規模コージェネ用途のシステム価格について、2020 年以降に 40 万円/kW 以下を実現。また、2015~2020 年頃に発電効率 50%(LHV)、耐久性 9 万時間を、2020 年以降*には発電効率 55%(LHV)、耐久性 9 万時間を実現。

*2020 年代初期の目標達成を目指して開発を推進中

GT/FC 複合発電用途のシステム価格について、2020~2025 年頃には数 10 万円~100 万円/kW、2025~2030 年頃には 15 万円/kW 以下を実現。また、2020~2025 年頃に発電効率 60%、耐久性 4 万時間を、2025~2030 年頃には発電効率 65%、耐久性 9 万時間を実現。

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指す。

波及効果

小型化、耐久性の向上やコスト低減により、家庭用・産業用ともに更に導入が拡大し、「エネルギーキャリア」としてのエネルギー密度が従来の各種電池よりも格段に高い水素が新たなエネルギー源の 1 つとして定着することにより、エネルギー利用効率が向上し、CO₂ 排出削減に寄与することが期待される。

分散型電源である燃料電池は、スマートコミュニティ等において、需給制御による一層の省エネへの貢献に加え、余剰電力の融通による系統電力の節電・ピークカット、群制御での出力変動補完運用による再生可能エネルギーの普及拡大、エネルギーセキュリティの向上に貢献可能である。

重要技術シート (産業部門)

製造プロセス省エネ化技術 技術シート

技術概要

我が国における素材産業を中心とした製造プロセス(化学品、製鉄・ガラス・セメントなど)は、連続一貫製造工程が確立され、その中で世界最高水準の省エネを達成してきた。一方、我が国のエネルギー需給動向や今後の経済成長・雇用確保の必要性に鑑みれば、これらの産業がエネルギーコストを最小限に抑制しつつ国際競争力を維持・強化することは極めて重要である。本技術は、従来のエネルギー使用量の削減に加え、燃料、熱、電気、物質等の有効仕事の利活用を考慮したエクセルギー損失最小化の考え方に着目するものである。例えば、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間における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ので、それを利活用すればエクセルギー回収になるといった視点である。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ものである。

技術開発動向

製鉄、化学、セメントなど素材製造をはじめとするエネルギー多消費型産業では、これまでの技術開発や省エネ法等による政府施策により世界最高水準の省エネが達成されている。今後、エネルギーコストの国際的地域間格差の拡大が懸念される中、国際競争力を維持するためには、更なる省エネを目指し、エクセルギー再生を含めた熱利用の高度化の他、従来の反応プロセスや単位操作を抜本的に見直した全く新しいプロセス設計手法や装置などの研究開発が進められている。国家プロジェクトとしては、例えば製鉄プロセスでは「環境調和型製鉄プロセス技術開発」が継続中である。

技術開発の進め方・その他留意点

技術開発を推進すべきエネルギー技術としては、革新的製鉄プロセス、省エネ型製造プロセスがある。個別技術との対応関係は以下の通り。

- 省エネ型部素材製造プロセス、
革新的化学品製造プロセス、セメント製造プロセス、ガラス製造プロセス、
ミニマルファブ
- 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(未利用排熱活用高炉ガスCO2分離回収技術等)
 - ・比較的長期的な開発が民間主導の開発に移行。
 - ・実証研究などでは国が支援

また、製造プロセス省エネ化の共通基盤技術として、産業用ヒートポンプの利用拡大や、熱輸送システム・蓄熱システムを含めた高度な熱利用ネットワークの構築が重要である。
(※個別の技術開発の進め方は、該当する技術シート、サブシートを参照)

波及効果

当該技術は、輸入化石燃料の削減、ひいてはエネルギー安定供給およびCO2排出量の削減に資するものである。同時に、エネルギーコストを低減し競争力を強化することで、産業の国内立地を維持し、雇用を確保する。また、将来的にはこれら革新技術の国際展開を図ることにより、世界規模でのエネルギー需給緩和やCO2排出量の削減に貢献することが期待される。

製造プロセス省エネ化技術サブシート（省エネ型部素材製造プロセス）

技術概要

化学品製造では、エクセルギー損失の大きい燃料燃焼による熱利用を最小限にするために、熱分解工程を触媒分解プロセスに転換、および熱利用の多い蒸留工程への多孔体無機膜プロセスの導入、さらにバイオマス資源や高濃度 CO₂ の原料利用を可能とする技術を開発する。

セメント製造では、製造プロセスにおいて最もエネルギーを消費するクリンカ（セメントの中間製品）の焼成工程における焼成温度低下等を可能とする技術の開発により、更なる省エネ・低炭素化を実現する。

ガラス製造業ではプラズマ等技術を活用し、瞬時にガラス原料を溶解する革新的なガラス溶融プロセス技術を開発する。

半導体製造では、超小型生産システム（ミニマルファブ）により、クリーンルームを不要とし大幅な省エネを実現する技術を開発する。

技術開発動向

化学品製造プロセスでは、革新的な化学プロセスの開発に向けて蒸留分離プロセス向けの無機多孔体膜技術、有機無機ハイブリッド材料膜や、熱分解触媒の開発が大学や民間ベースで精力的に進められている。国家プロジェクトとして「革新的省エネ化学プロセス技術開発」が実施されている。

セメント製造プロセスでは、国家プロジェクトとして「革新的セメント製造プロセス基盤技術開発」が終了し、エネルギー原単位を 8%削減するセメント製造プロセス全体の設計提案を行い実用化への技術課題を明確にするという当初の開発目標を達成し、現在、実用化に向けた検討が進められている。

ガラス製造プロセスでは、国家プロジェクトとして「革新的ガラス溶融プロセス技術開発」が終了し、瞬時に原料からガラス融液の製造を実現する気中溶解技術の開発目標を達成し、現在実用化に向けた検討が進められている。

半導体製造プロセスでは、国家プロジェクトとして「革新的製造プロセス技術開発（ミニマルファブ）」が終了し、成果は既に事業化段階にある。

技術開発の進め方・その他留意点

化学品、セメント、ガラス等の素材製造プロセスにおいて、飛躍的な省エネルギー化を実現するためには、革新的な原料を活用したり、あるいは従来とは全く異なるプロセスへの転換が必要である。そのためには、物質製造、加熱、加圧・減圧、加工、搬送などの各工程におけるエクセルギー損失を評価検証し、エクセルギーの損失を最小化するプロセスへの転換の可能性を追求するという理論的アプローチを基に技術開発を進めることが有効である。

他方、革新プロセスの開発・導入は、コスト高や運転実績等が乏しい等の観点から、導入・販売する事業者は大きな事業リスクを負うこととなるため、理論的アプローチと同時に、経済性・信頼性・運用性を確保すべく開発を進めることが必要である。同時に、事業リスクを低減し、より速やかな実用化と市場への普及のための取組が求められる。

半導体等の部材製造プロセスにおいては、多岐にわたる工程をすべて小型化する必要があり、リソグラフィを中心とした基幹プロセス技術および搬送技術の開発とともに、すべての要素技術を一体的に開発していき、実用化につなげる。

波及効果

製造プロセスにおける飛躍的な省エネルギー化により、輸入化石燃料の削減、ひいてはエネルギー安定供給および CO₂ 排出量の削減に資する。また、バイオマスや CO₂ を原料として化学品、工業製品等を生産することで、化石資源制約を解決し、資源循環型の社会づくりに貢献する。半導体製造プロセスにおいては、従来の大量生産を前提としたシステムから少量多品種の半導体をミニマルファブにより生産し、国際競争力の強化が期待される。

今後、エネルギー価格の上昇や内外価格差の拡大が顕在化する中、原燃料の輸入依存度が高い我が国製造業のコスト競争力の強化が期待できる。エネルギー効率の飛躍的向上とコスト競争力の強化に立脚した我が国産業の基盤強化、さらに技術力を活かした国際展開に向けて技術開発を急ぎ、し烈な国際競争に晒される石油化学品を含む化学品の分野で原燃料のコストを低減し競争力を強化することで、産業の国内立地を維持し、雇用を確保する。

製造プロセス省エネ化技術サブシート（革新的製鉄プロセス）

技術概要

我が国鉄鋼業は産業部門全体のエネルギー消費の25%を占めるエネルギー多消費型産業であるものの、既に排熱回収利用等の省エネ設備の導入により、製鉄プロセスにおいて世界最高水準の原単位を達成している。エネルギー削減ポテンシャルは世界で最も低いが、世界の近代製鉄を支えた高炉法の革新を促し、更なる高炉効率の向上を図ることで省エネを着実に推進する。具体的には、高炉内還元反応の高速化・低温化機能を発揮するフェロコックス（低品位炭と低品位鉄鉱石の混合成型・乾留により生成されるコックス代替還元剤）及びその操業プロセスの開発と、従前燃料として使用されていた副生コックスガスを還元に適する仕様に改質し、高炉にて還元剤として使用することと二酸化炭素濃度が高い高炉ガスから二酸化炭素を分離するため、製鉄所内の未利用低温排熱を利用した新たな二酸化炭素分離・回収技術の開発を進める。

技術開発動向

国家プロジェクトとしては、「資源対応力強化のための革新的製鉄プロセス技術開発」が終了し、革新的な高炉原料であるフェロコックスの製造プロセスについて、パイロット規模での基盤技術が確立され、引き続き実用化に向けた検討が進められている。また、「環境調和型製鉄プロセス技術開発」は継続中であり、水素還元技術については、スウェーデンの試験高炉を使用する事で、鉄鉱石水素還元の可能性を確認した。更に水素還元技術確立の為、新日鐵住金・君津製鉄所において、試験高炉を建設準備中である。又、未利用排熱活用高炉ガスCO₂分離回収技術等では、CO₂濃度が高い高炉ガスからのCO₂を分離するため、新たな化学吸収法や物理吸着法の開発等が進められているが、効率良く未利用排熱を活用するための要素技術（ケミカルヒートポンプ技術及び、相変化物質による蓄熱・熱輸送技術等）の開発が課題となっている。これまで、モデル製鉄所排熱状況の整理と排熱回収技術シーズ調査を完了し、CO₂分離回収可能量・コストの検討を実施したほか、実機の製鋼スラグから顕熱を回収するベンチ設備を製作し、製鋼スラグ顕熱回収の可能性を確認した。また、カーナ発電システムの熱効率改善と低コスト化の可能性を明確化した。

技術開発の進め方・その他留意点

資源対応力強化のための革新的製鉄プロセス技術開発については、2020年代初頭までに研究開発を行い、その後実機高炉への実証的導入を経て、2025年以降の本格的な導入普及を目指す。

環境調和型製鉄プロセス（水素還元技術および未利用排熱活用高炉ガスCO₂分離回収技術等）については、2020年台後半までに研究開発を行い、その後実用化研究を経て、2030年頃の1号機実機化を目指す。その後は、高炉改修のタイミングを踏まえつつ導入普及を図る。

波及効果

資源対応力強化のための革新的製鉄プロセス技術開発も環境調和型製鉄プロセス（水素還元技術および未利用排熱活用高炉ガスCO₂分離回収技術等）のいずれの技術も、省エネルギーと同時にCO₂削減に寄与する。長期的にはCCS技術を組み合わせることによりCO₂排出量抑制を図ることができる。

また、還元剤としてのコックス使用量が減少するため、エネルギー安定供給の確保にも寄与する。早期実用化のために、これらの技術開発を加速的に実施することで、国際競争力の維持・強化にも寄与する。

省エネ化システム・加工技術 技術シート

技術概要

様々な製造プロセスにおけるエネルギー利用を全体最小化するシステムおよび加工技術。従来は部分的な製造プロセス改善による省エネルギーを目指してきたものの、更なる省エネルギーには限界があるため、システム全体として省エネルギー効果を発揮する仕組みを構築することが重要である。また、生産加工技術の高度化によりプロセス全体の高効率化や、手順削減・高歩留まり化を図ることで、プロセス全体の省エネルギーを実現することが重要である。

具体的に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）、や工場のエネルギーマネジメントシステム（FEMS）等の技術がある。また、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の製造プロセス共通の基盤技術の高度化などがある。

技術開発動向

産業間エネルギーネットワークの構成要素として、電力制御、蓄熱、熱輸送システム、蓄熱システム、コプロダクション、FEMSなどの個別技術については、従来から技術開発が実施されている。しかし、これらを高度統合化したエネルギーネットワークとして構築するためには、各技術を統合する制御技術を含んだ各技術の集合体となる。これら蓄熱、熱輸送システムなどの熱融通、および物質融通を組み合わせたシステム化技術については、実証研究などが進められている。また、民間企業も技術開発に参画している。

熱加工技術としては、燃焼技術の高度化、とりわけ酸素燃焼やケミカルループ燃焼の技術開発が行われている。部材加工技術としては、多岐にわたるがそれぞれ要素技術の高度化に向けた技術開発が行われており、新しい手法としてレーザー加工技術があげられる。動力技術としては、高効率電動機の開発や蒸気駆動式の機器開発が進められている一方、負荷低減に向けたトライボロジーの研究開発や軽量化の取組も進められている。

技術開発の進め方・その他留意点

技術開発を推進すべきエネルギー技術としては、産業間エネルギーネットワーク、生産加工プロセスがある。個別技術との対応関係は以下の通り。

- 産業間エネルギーネットワーク
 - ・コプロダクション、産業間エネルギー連携、コンビナート高度統合化技術熱輸送システム、蓄熱システム、FEMS（工場エネルギーマネジメントシステム）
- 生産加工プロセス
 - ・熱加工技術（燃焼技術、誘導加熱技術）、動力技術（駆動技術、損失低減技術）、物理化学プロセスを用いた部材加工技術（レーザー加工プロセス）

（※個別の技術開発の進め方は、該当する技術シート、サブシートを参照）

波及効果

エネルギーネットワークは多くの技術により構成され、幅広い国内産業活性化に貢献できる他、特に熱需要の大きい寒冷地での将来の海外展開も期待される。

コンビナートの構成はもともとエネルギーや物質の融通を念頭においたものであった。廃棄物処理等の熱供給可能施設との連携も含め、さらなる連携やコラボレーションを図ることにより、広い国内産業の活性化に貢献できる。日本で培われたコンビナートにおける産業間エネルギーネットワークは、パッケージ型インフラ輸出につながる可能性がある。

酸素燃焼やケミカルループ燃焼については、コプロダクションへの展開も可能な技術であり、要素技術の効率向上以上の効果が得られる可能性がある。また、レーザーによる物理加工では、レーザー発振器の高効率化、既存装置の高効率レーザーへの置き換えで製造工程の省エネ効果が得られる。

省エネ化システム・加工技術サブシート（産業間エネルギーネットワーク）

技術概要

工業団地およびコンビナート内などで行われる産業間連携については、蓄熱や熱輸送を用いた熱の融通や電気の制御だけでなく、物質なども含めたエネルギー、物質循環などの相互融通や物質とエネルギーの併産（コプロダクション）等の技術により一層の省エネルギーが促進されると想定される。ここでは技術として「コプロダクション」「産業間エネルギー連携」「コンビナート高度統合化技術」等を選定し、産業間エネルギーネットワークと総称した。

産業間エネルギーネットワークで、コンビナート内の連携を進め、省エネルギーを達成した際に余剰となる電力・熱を地域へ供給するカスケード利用が考えられる。さらに、熱の循環利用、カスケード利用をさらに高度化していく観点から、自己熱再生を含めた様々な排熱利用技術が求められる。FEMS は工場内の生産ラインの稼働状況・エネルギー消費状況のモニタリングや最適化制御を行う技術であり、統合制御技術に加え、多種多様な生産設備のエネルギー消費状況の可視化・利用最適化や、エネルギー回生・インバータ化が重要である。

技術開発動向

コプロダクションの設計技術としては、自己熱によるヒートポンプ技術の研究開発が進められており、今後は、同技術の重要要素技術の早期の開発と適用が期待されている。自己熱再生を含めた蒸気圧縮等高温需要に向けた排熱の利用技術、ならびに従来利用が難しかった低温排熱の利用技術についても、政策的支援とともに様々な技術開発が行われている。

エネルギーマネジメントは、解析技術としてエネルギーのピンチテクノロジーを用いて、国内コンビナートの省エネ解析が進められた。物質融通のマネジメントに必要なコプロダクションピンチテクノロジーの開発が進められている。

エネルギーマネジメントには、熱需給のバランスを量的にも時間的にも制御することが重要で、蓄熱技術等の開発が進められている。

FEMS は、生産性向上・合理化の一環としての導入が進められており、計測・制御技術とともにインバータや回生技術の導入によるエネルギー使用合理化が進められているほか、F-グリッドのように工業団地を中心としたスマートコミュニティのコア技術として活用する動きも見られる。

技術開発の進め方・その他留意点

産業間エネルギーネットワークは、まずはコプロダクションの導入で重化学産業のプロセスシステム自身を変革し、工場内の熱融通、自己熱再生技術や蓄熱・蓄電技術などの導入を進め、燃焼に必要な燃料の最小化を進めて、現状よりも大幅な省エネを目指す。

工場内等において分散した排熱を有効利用する熱マネジメントの基盤技術として、断熱、蓄熱、熱電変換等の技術開発を一体的に推進するため、「未利用熱エネルギーの革新的活用技術研究開発(H27～34FY)」が実施中である。

波及効果

エネルギーネットワークは多くの技術により構成されており、この発展により、広い産業の活性化に貢献できる。

従来の工場だけでなく、廃棄物処理等の熱供給の可能性のある施設との連携も含め、導入普及の進展によりコンビナートの競争力向上を図ることができる。

世界的にも、産業や民生分野における熱需要は大きく、欧州等では地域熱供給の利用が活発であり、こうした地域での利用が期待できる。

産業間エネルギーネットワークで、コンビナートでのエネルギー消費量の大幅削減と余剰となる低位熱を近隣地域に供給することで、職住を満足する工業都市の活性化が期待できる。

日本のコンビナートは経年化が進んでいる。これを産業間エネルギーネットワークで活性化するモデルは、海外の同様な悩みを持つ国へ輸出できる。また、新規に工業都市を建設する場合は、日本の産業間エネルギーネットワークで培った設計技術を白紙の状態から適用することが可能である。

省エネ化システム・加工技術サブシート（生産加工プロセス）

技術概要

様々な製造プロセスにおけるエネルギー利用を全体最小化する加工技術である。生産加工技術の高度化によりプロセス全体の高効率化や、手順削減・高歩留まり化を図ることで、プロセス全体の省エネルギーを実現することが重要である。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などがある。

熱加工技術は、燃焼技術と電気式加熱技術があげられ、それぞれ特徴を生かした工業加熱がおこなわれているが、よりエネルギー損失の少ない燃焼技術、ならびにより高機能・制御性の高い加熱技術が必要である。部材加工技術は、成膜、表面改質、成形、切削、接合といった多岐に亘る物理化学プロセスとして整理され、従来からの技術の高度化に加え、レーザー加工のように新しい加工手法の開発が重要である。動力技術としては、電動機が機械部品として汎用的に用いられており、エネルギー効率の向上が求められるとともに、低摩擦化・部材の軽量化といった動力負荷の軽減が重要である。

技術開発動向

燃焼技術の高度化では、自己熱利用技術であるリジェネバーナー高効率化とともに、高度な酸素製造技術を含む酸素燃焼や化学反応を介したケミカルループ燃焼の要素技術開発等が実施されており、官民連携により、「高効率酸素製造装置の研究開発(H26～28fy)」などが実施されている。

新たな部材加工技術としては、レーザー加工技術があげられる。レーザー加工技術は、国内の大学・研究所は世界トップレベルの技術開発を行っており、光源開発と共に加工技術開発を並行して進めることが重要である。

動力技術としては、高効率な PMSM(永久磁石同期モーター)や Dy フリーモーター、レアアースレスモーターの開発・実用化が進められている。また、蒸気差圧駆動の小型発電機や空気圧縮機が実用化されている。一方、負荷低減に向けたトライボロジーの研究開発や軽量化の取組も進められている。

技術開発の進め方・その他留意点

生産プロセスに直結する加工技術については各社の競争力の源泉として、量産製品の技術についてはトップランナー制度等適切な政策措置の下、民間主導の製品開発が期待される。他方、基盤的かつ民間単独での技術開発が困難で、大学・研究機関が保有している技術の民間移転や産学連携の研究開発を国が支援していくことが重要である。全く新しい加工技術については国の支援による技術開発が求められる。例えば、金属加工工程の高精度化・高速化等に加えて、省エネにも寄与することが期待される「高輝度・高効率次世代レーザー技術開発(H28～32fy)」が開始される。また、次世代型産業用3Dプリンタのコア技術である三次元造形技術の確立に向けて、「省エネルギー型製造プロセス実現に向けた三次元積層造形技術の開発・実用化事業(H28～30fy)」が計画され、最適な造形条件、製品の安定的な品質確保に向けた装置メーカー、粉末材料メーカー、ソフトウェアメーカー、3Dプリンタ使用ユーザーの連携の下、開発・実証することが求められる。

波及効果

酸素燃焼やケミカルループ燃焼については、コプロダクションへの展開も可能な技術であり、要素技術の効率向上以上の効果が得られる可能性がある。

金属板材のスリット加工や樹脂の切断加工等において、レーザー加工に転換することで、製造工程の省エネや高速化が可能になる。

高効率モーターの開発は、産業プロセスにおける省エネの促進に大きく寄与する。同時に、民生・運輸部門でも最終製品に即した技術開発が行われており、たとえば自動車用レアアースレスモーターのように希少資源を用いない機器の開発により、各種省エネ設備の低コスト化がもたらされる等相互に波及が期待されるものである。

省エネプロダクト加速化技術 技術シート

技術概要

製造プロセス自体では大きな省エネルギー効果は期待できないものの、使用時に大きな省エネルギー効果を発揮するプロダクトやそれを構成する部材の、開発や製造を加速化する技術である。製品の省エネ化に向けて、多種多様な機能（例：軽量化、耐熱性、高剛性）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必要であり、これら部素材製造にあたっての生産性・エネルギー効率の向上により省エネ製品の普及を加速する必要がある。一例として、産業部門に幅広い応用が期待されている基盤技術としてセラミックス製造技術や炭素繊維・複合材料製造技術が挙げられる。なおこれらは、主な応用先が産業部門と想定されているものや、部門横断的に広範囲にわたるものうち他の部門に取り上げられていないもの、又は、現在基礎研究段階であって応用先が未確定だが、特定の製造プロセスとして記述できるものとして取り上げている。最終的に家庭・業務又は運輸部門の重要技術として、直接あるいは包含されて記載されている種々の機能性化学品や中間素材等については、産業部門では省略している。

技術開発動向

現在、非鉄鑄造、工業炉、鉄鋼、半導体などの産業プロセス応用を意図し、大型、軽量、高剛性、複雑形状などの特長を有するセラミックス材料の開発は官民で行われているほか、製紙業のプロセスを活用して製造し、幅広い応用先を持つセルロースナノファイバーの開発が進展中である。

また、軽くて強いという特性を有する炭素繊維複合材料(CFRP)やそれを構成する機能性材料である炭素繊維は、航空機等で燃費向上のため既に用いられており、今後、自動車の車体に用いられることにより自動車の軽量化による燃費効率向上が期待できることから、近い将来、自動車分野等において大量需要が見込まれる。しかし、製造エネルギーの大幅削減と生産性の大幅向上を図る必要がある、従来と全く異なる炭素繊維・複合材料製造技術の開発が民間を主体として行われている。

国プロジェクトとしては、経済産業省における「革新的新構造材料等技術開発」や、戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)の一環として「革新的構造材料研究開発」が進められている。

技術開発の進め方・その他留意点

新規材料・製品の開発は事業者の競争力に直結することから、各事業者が取り扱う材料や技術を生かした自主的な開発を最大限促進しつつ、成果を広く波及していく必要がある。また、複合材料による新たな機能発現に向けた材料・製品開発や、ユーザーの使用環境に耐えうる製品の開発を進めるためには、事業者間の連携が不可欠である。

さらに、材料の性能評価や長期耐久試験等、一事業者では取組が困難な基盤整備等は、国が長期的な視点で積極的に取り組む必要がある。

個別の国家プロジェクトとして「高機能リグノセルロースナノファイバーの一貫製造プロセスと部材化技術開発(H27～31fy)」が実施中であり、自動車部品等への適用を想定している。

波及効果

基盤技術として、各種製造プロセスに広範な適用が期待される。

化学、液晶、半導体製造等の生産部材にセラミックスを応用することで、軽量化、断熱性、製品への不純物混入減少など製造効率の向上が期待される。具体的には非鉄鑄造、工業炉、液晶、半導体プロセス、化学プラント、鉄鋼など幅広い産業において、従来実現できなかった大型・複雑な部材の製作等が可能になり製造プラントの省エネ化と製造効率向上に貢献できる。また、セラミックス自身の製造工程においても成形・焼成設備が小型化すると共に接合設備も簡素化されることが期待される。

現在、森林資源の有効活用や製紙業における成長分野として、セルロースナノファイバーの研究開発が省庁横断的に実施されており、自動車等の合成樹脂部品における、原料代替や部品軽量化による燃費向上への貢献とともに、その物性を活かした様々な機能製品の開発が期待される。

炭素繊維複合材料については、エネルギー消費量の高い耐炎化工程を不要とする製造プロセスの確立によって、炭素繊維製造エネルギーの半減及び生産性の大幅向上(約10倍の生産量)の実現により、CFRTP技術の確立と相まって自動車分野への大量供給が可能となる。自動車分野や航空機分野への供給拡大を通じて、運輸部門での省エネ化に寄与する。

省エネプロダクト加速化技術サブシート（セラミックス製造技術）

技術概要

自動車部品や液晶・半導体等の製品を製造する際に使用される生産用部材は、製品の機能と生産性の向上の観点から、部材の大型化と機能向上が強く求められている。例えば、耐熱・耐食性にすぐれたセラミックスの開発によりエンジン鋳造ラインの大型配管や槽・容器等での熱損失を小さくすると共に、製品への不純物の混入防止に寄与するなど、今後の各種製造プロセスにおける製品の品質と生産性の向上には生産部材が鍵を握る。そのため、セラミックス部材も大型化以外に、軽量、高剛性など高い機能性が求められている。しかし、このような要望は従来の一体型のセラミックス成形技術では対応が困難であり、大型・複雑・精密性を兼ね備えた部材を作ることができる革新的なプロセス技術の開発が必要である。革新的省エネセラミックス製造技術は、これらの要望に対応し、従来ファインセラミックス材料では作製が困難であった複雑形状付与や大型化を容易にし、製造プラントの省エネ化と製品の品質向上に貢献する技術である。

技術開発動向

国プロジェクトとしては、「革新的省エネセラミックス製造技術開発(H21～25fy)」が実施され、エネルギー効率化を図りつつ、数メートル規模の大型部材の需要に対応するため、小型焼成設備を使用して作成した小さなセラミックスブロックを接合により一体化し、大型化する技術開発が行われた。また同時に、高精度、高耐久性等を実現するため、接合面の局所加熱型接合技術の開発や、焼き固め時のゆがみに対する大幅低減技術の開発が行われ、引き続き実用化に向けた検討が進められている。

セラミックスの適用分野は多岐に渡り、非鉄鋳造分野では断熱軽量槽（溶湯搬送、濾過槽）、工業炉の分野では異形ラジアンチューブなど、鉄鋼分野では搬送ロールなど、半導体液晶分野では大型ステージなどが挙げられる。

技術開発の進め方・その他留意点

材料開発にあたっては、組成や組織に関する基盤技術の構築と、実用化のための技術開発の両面をバランスよく進めることが重要であり、得られた基盤研究成果の早期実用化や、より広範な分野での実用化を推進することが求められる。

具体的には、事業の成果をより広く普及させるために、研究開発を継続する体制を一層強化し、事業化を担う民間企業等を受け入れる仕組みを整備すべきであると考えられる。

接合技術や計測評価技術については基盤技術として必要不可欠であるため、材料学的基礎研究を含めて公的研究機関などで継続して研究することが求められる。

波及効果

液晶、半導体製造等の生産部材にセラミックスを応用することで、軽量化や耐熱性の向上、製品への不純物混入減少など製造効率の向上が期待される。具体的には非鉄鋳造、工業炉、液晶、半導体プロセス、化学プラント、鉄鋼など幅広い産業において、従来実現できなかった大型・複雑な部材の製作等が可能になり製造プラントの省エネ化と製造効率向上に貢献できる。また、セラミックス自身の製造工程においても成形・焼成設備が小型化すると共に接合設備も簡素化されることが期待される。

省エネプロダクト加速化技術サブシート（炭素繊維・複合材料製造技術）

技術概要

炭素繊維複合材料(CFRP)やそれを構成する機能性材料である炭素繊維は軽く強いという特性から省エネなどの社会的ニーズに大いに応えることができる基盤技術として位置付けられている。この CFRP は、航空機等で燃費向上のため既に用いられており、今後自動車を始めとする新たな分野での使用拡大が期待されている。

しかしながら、現在の炭素繊維製造方法(進藤方式)は、アクリル繊維を空中高温下で耐炎化(焼成)するもので、製造時における消費エネルギー及びCO₂排出量が鉄の約10倍と高い。また、製造装置の除熱効率の限界から生産性もなかなか高められないのが現実であり、大きな課題となっている。今後の自動車の軽量化等に向けた普及拡大を考えると、近い将来見込まれる炭素繊維の大量需要に的確に対応していくことが必要である。

これらの課題を解決し、炭素繊維の製造エネルギーの半減及び生産性の大幅向上を目指す革新的な炭素繊維・複合材料製造に係る基盤技術開発を行うことが重要である。

技術開発動向

国プロジェクトとしては、「革新的新構造材料等技術開発」の一環として、炭素繊維の製造時のエネルギー・CO₂排出量の半減および生産性の大幅向上(約10倍の生産量)を実現するための基盤技術開発が実施されている。具体的には、従来の炭素繊維製造プロセスにおける耐炎化工程を不要とする①新規炭素繊維前駆体化合物の開発、②炭化構造形成メカニズムの解明、③炭素繊維の評価手法開発、標準化が進められている。なお、炭素繊維が軽量化素材として利用される際には、CFRPの形で普及するが、現在高価とされているCFRPを一般大衆車へ普及させるためにも、熱可塑性炭素繊維複合材料(CFRTP)に関する技術開発を別途推進しており、ここまで実用化に向けた一定の成果を得ている。

また、戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)の一環として、①航空機用樹脂の開発とFRPの開発、②耐環境性セラミックスコーティングの開発、③耐熱合金・金属化合物等の開発、④マテリアルズインテグレーションといった項目に関する開発が進められている。

両技術の確立によって、炭素繊維の本格的普及拡大が期待される。

技術開発の進め方・その他留意点

「革新的新構造材料等技術開発」では、自動車構造材料の抜本的な軽量化に向けて、炭素繊維やその他金属材料の素材開発を進めると同時に、これらのインテグレーションを進めるための接合技術や共通基盤としての計測・評価技術の開発が進められている。

航空機の総合的な燃費向上・低炭素化のため、次世代航空機及びエンジンを担う複合材やマグネシウム合金等の効率的・先進的な加工・成形技術や電動化等の省エネルギー関連技術の開発を行う「次世代構造部材創製・加工技術開発(H27~31fy)」が実施中である。

このように、より機能性の高いCFRPの開発と同時に、加工・成形の自由度を高めることが重要となる。また、他の素材とのシナジー・インテグレーションによって用途ごとの機能の最適化が求められるため、そうした目配りをしながら技術開発を進めることが重要である。

波及効果

エネルギー消費量の高い耐炎化工程を不要とする製造プロセスの確立によって、炭素繊維製造エネルギーの半減及び生産性の大幅向上(約10倍の生産量)が可能となり、CFRTP技術の確立と相まって自動車分野への大量供給や航空機分野へのさらなる供給が可能となり、運輸部門での省エネ化が図られる。

**重要技術シート
(家庭・業務部門)**

ZEB・ZEH 技術シート

技術概要

住宅・建築物の設計・計画を通じた省エネや、建材の高機能化による省エネと、再生可能エネルギー導入による創エネにより、正味のエネルギー収支がゼロあるいはゼロに近くなる住宅・建築物の実現に向けた要素技術を統合する技術である。

特に、民生部門における更なるエネルギー消費量の削減を図るため、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。

技術開発動向

ZEB・ZEHを実現するための革新的技術の一例として、住宅・建築物等の断熱・遮熱性の向上に資する技術開発は、我が国全体のエネルギー消費量のうち、8%を占める空調のエネルギー消費量を削減するために重要である。具体的には真空層を活用した断熱材や、セラミックスのナノ多孔質構造、透明多孔体などを積層構造化したマルチセラミックス膜断熱材料技術等による、超断熱壁材料および超断熱窓材料の開発が課題となっている。

さらなるエネルギー消費の抑制のためには、外皮性能の向上に加えて、パッシブ技術の活用により負荷の軽減を図った上で、空調機器、給湯機器、照明機器などのさらなる高効率化を行うことが重要である。その上で、太陽熱、太陽光などの再生可能エネルギーを有効に活用する部材等の技術開発も必要である。既存の技術であってもその組合せを最適化することで新たな省エネポテンシャルが生まれる可能性もあり、特に建物躯体の高断熱化と設備機器の組合せなど、冷温バランスの変化に対応する技術が重要である。

なお、高効率な設備や運用による省エネを過大な設備容量での設計と過剰な制御設定値での運用が打ち消してしまうという問題が、竣工後あるいは改修時に顕在化することも多く、設備容量をスマート化(最小化・コンパクト化)する設計技術として、建物、設備システムの使われ方なども含めたシミュレーション技術の進展が重要である。ただし、設計時の設備容量が過大となる要因としては、建物の中で負荷が偏在していることも挙げられ、このような建物、設備システムの使われ方に依存する要因に対応する設計技術も重要である。

また、省エネルギー効果を最大化するためには、設計・制御・運用を通じたチューニング、コミショニングが重要であり、住宅・建築物のシステム全体を統合化・最適化し、エネルギーをマネジメントする技術が重要である。加えて、建物単体だけでなく、建物群レベルでのエネルギーマネジメントも重要であり、その実現のためには、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。

技術開発の進め方・その他留意点

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。

○外皮性能・建材	高断熱・高气密、パッシブ住宅・ビル
○空調	家庭・業務用建物・工場空調用ヒートポンプ、 高効率吸収式冷温水機
○照明	高効率照明、次世代照明
○給湯	給湯用ヒートポンプ、高効率給湯器、 ガスエンジン・燃料電池コージェネ
○熱搬送技術	高効率熱搬送
○エネルギーマネジメント	xEMS、IoT、統合制御

波及効果

ZEB・ZEHにより個々の住宅・建築物においてエネルギー消費効率が向上するだけでなく、xEMS(HEMS・BEMS・CEMS)を介した建物群のエネルギーマネジメントによりエネルギーの効率的利用及び面的利用が進み、社会としてのエネルギー消費量抑制、CO2排出削減に寄与する。なお、地域によるエネルギーマネジメントの概念は、スケールメリット等ネットワーク全体の最適化と整合がとれるような取組とすることが不可欠である。

ZEB・ZEHの実現・普及による新たな付加価値としては、快適性・健康性・知的生産性、CSR対応、負荷平準化(デマンドレスポンス等)、BLOP対応、レジリエンス、エネルギー自立性等などが挙げられ、これらの付加価値と省エネとの両立が重要である。

近年ではIoTにより機器等の統合制御を行うようなソフト面での技術開発や機器の開発者以外によるビジネス展開も行われており、これらの動向を省エネルギーに結び付けていくことが必要である。

既存ストック建築物に対しても新技術を活用することでストックのエネルギー消費量の削減にも貢献できる。

卓越した技術はアジアの蒸暑地域にも展開が可能であり、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。寒暖の差が大きい気候帯に属する諸国の住宅・建築物需要を取り込むことで、我が国の関連産業の成長に寄与する。

ZEB・ZEH サブシート（高断熱・高遮熱・高気密技術、パッシブ技術）

技術概要

ZEB・ZEH の実現普及に向けては、冬季の高断熱・高気密化、夏季の日射遮蔽、自動調光などパッシブ技術の活用により、空調や照明のエネルギー消費量の削減を図ることが重要である。

家庭及び業務部門におけるエネルギー消費量の 3 割近くは空調用であり、パッシブ技術の導入による削減ポテンシャルは大きい。特に寒冷地を除く業務用建物では、冷房負荷の低減（東西面の日射遮蔽及び自然採光など）が重要である。

①高断熱・高遮熱・高気密

すべての住宅・建築物が対象となり市場規模が大きい。特に住宅での高断熱技術の普及が遅れており、住宅への普及による効果が期待される。

②パッシブ

冬季昼間の太陽光を居室に取り入れ暖房に有効に活用することや、躯体を蓄熱体として利用した輻射熱暖房を行うなど、自然光を利用し、エネルギー消費が殆ど伴わない空調方式である。また、照明に関するエネルギー削減効果により、空調負荷の低減にもつながる。

技術開発の進め方・その他留意点

①高断熱・高遮熱・高気密

断熱技術・遮熱技術・蓄熱技術に共通の課題として、新規の材料開発が必須であり、国家プロジェクトとして次のような事業が進められている。特に後者については、応用分野が広く、高い省エネルギー効果が見込まれる。

○太陽熱エネルギー活用型住宅の技術開発(H23～28fy)

・高性能断熱材や高機能パッシブ蓄熱建材の開発を実施

○未利用熱エネルギーの革新的活用技術研究開発(H27～34fy)

・透明性、遮熱性及び電波透過性等を兼ね備えた住宅・ビル窓用の材料や調光ガラスの開発

・建築物用壁材に使用可能な高耐久性遮熱コーティング材料などの創成

・ビル空調に利用可能な高蓄熱密度及び長期安定性を有する蓄熱材料の開発

②パッシブ技術

自然換気や昼光利用などのパッシブ技術の導入を促進するためには、空調システムや照明システム全体の中での設計手法の開発とともに、省エネルギー効果を共通化されたルールの下で定量化する評価手法の開発が必要である。

技術開発動向

① 高断熱・高遮熱・高気密

国家プロジェクトとして真空断熱材の開発やマルチセラミックス膜とノンフロン系断熱材の開発が実施され、一定の成果をあげている。引き続き、民間では、住宅メーカー、ゼネコン、建材メーカー、素材メーカーなどを中心として実用化に向けた検討が行われているほか、新規材料等を用いた更なる高機能化も検討されている。

高断熱化のための真空断熱材、セラミック膜といった技術や、遮光のための自動調光ガラス、これらに伴う施工技術などが主な技術課題である。

高反射塗料、日射遮蔽・反射フィルムは早期の標準化が必要である。

新築のみならず改修にも対応可能な簡易施工システムの開発や低コスト化が重要である。

②パッシブ技術

住宅メーカー、ゼネコン、設計会社にて研究開発が行われており、外壁デザインと環境性能の総合的なエンジニアリングが重要である。

高機能蓄熱技術や、自動協調換気制御、躯体利用輻射空調、自然光を取り入れるための設計技術などが技術課題となっている。特に自然換気については、音や埃の侵入、換気の不足などの問題はあつたものの、動力が不要でありBCPの観点からもその性能の向上が求められている。

波及効果

住宅や建築物の設計思想に影響することや、躯体の建材そのものが技術であることなどから、新築時や大規模リフォーム時の導入が現実的であるため、市場が大きい。市場全体が入れ替わるまでには相応の時間を要する。

ただし、この「高断熱・高気密・パッシブ技術」に関しては、設計、施工、運用やこれらに関わる物流など、技術に関わるステークホルダーが多く、一定の雇用が確保できる。

また、すでに一部の住宅メーカーやゼネコンなどは海外に目を向けたマーケティングを検討しているように、海外での適用も充分可能である。

ZEB・ZEH サブシート（高効率空調技術）

技術概要

住宅や業務用建築物を対象とした高効率の熱源を持つ空調技術である。本技術は、空調のための技術であるが、給湯など他の熱利用と組み合わせたシステムの提案といった発展も考えられる。圧縮機により、冷媒ガスを蒸発・凝縮を繰り返しながら循環させることで熱を生成する「高効率ヒートポンプ」と、水などの冷媒が吸収剤（臭化リチウムなどの）に蒸発吸収されるときの気化熱を利用する「高効率吸収式冷温水機」に大別される。

① 高効率ヒートポンプ

住宅をはじめ業務ビルの個別分散空調からセントラル方式熱源機まで幅広く利用されている。

② 高効率吸収式冷温水機

セントラル方式の熱源として、主に規模の大きな業務系建築物に利用されているが、コンパクト化による市場規模拡大が期待できる。

技術開発の進め方・その他留意点

① 高効率ヒートポンプ

中小型空調機器を対象に、現行よりも大幅に温室効果が小さい冷媒を用い、従来のフロン機以上の高効率を実現する空調機器の基盤技術の確立と安全性の評価を目的に、「高効率低 GWP 冷媒を使用した中小型空調機器技術の開発(H28～32fy)」が国家プロジェクトとして開始されている。

② 高効率吸収式冷温水器

冷暖房エネルギーのさらなる削減のため、低温の未利用排熱を熱源として有効活用する吸収式冷温水器の開発が進められており、活用可能排熱温度帯の拡大、大容量機の製品化などが必要である。

技術開発動向

① 高効率ヒートポンプ

国家プロジェクトとして、「次世代型ヒートポンプシステム研究開発」や「高効率ノンフロン型空調機器技術の開発」が終了し、一定の成果を得ている。企業等においてもヒートポンプに関する技術開発は行われているが、「次世代型ヒートポンプシステム研究開発」の技術は、従来技術の1.5倍程度の効率を有するものである。

要素技術として、排熱回収、ダブルバンドル、水冷媒、ハイドレートヒートポンプ、トライバンドルなどの技術が提案されており、これらの複合化による効率向上が望まれる。

② 高効率吸収式冷温水機

廃熱や太陽熱の高度利用、コンパクト化、システムとしての省電力化に向けた開発が進められている。

また、①と②の共通的な要素技術として潜熱顕熱分離、タスクアンビエントなどもあげられる。

波及効果

個別分散型の高効率ヒートポンプは、近年、セントラル方式からのリプレースも多く、将来的にはシェアを大きく拡張できるものと見込まれる。また、-25℃まで対応可能な寒冷地対応ヒートポンプが開発されており、将来は寒冷地への市場拡大が見込まれる。

また、高効率の日本製品は海外でも評判が良く、コストダウンが進めば、先進国だけでなく、開発途上国での大きな需要も期待できる。

特に、欧米では低炭素化への要求度合いが高まりつつあり、高効率空調の需要は高くなることが予想される。開発途上国に対してはコストダウンと高効率化のバランスがカギを握るが、従来製品を上回るコストパフォーマンスを発揮できれば、制約要因は少なく、大きな市場拡大が期待できる。

吸収式冷温水機は、近年、電力ピークカットやエネルギーの多様化に資する技術として重要性が高まっている。また自然冷媒使用による地球温暖化抑制と排熱・太陽熱の利用に対する要請の高まりから、今後、利用エリアの拡大が見込まれる。

ZEB・ZEH サブシート（高効率給湯技術）

技術概要

給湯のエネルギー効率を高める技術であり、電気式の「給湯用ヒートポンプ」と都市ガス等燃料による「高効率給湯器」に大別される。

家庭のエネルギー消費量の 3 割が給湯需要であり、高効率化によるポテンシャルは大きい。

①給湯用ヒートポンプ

現状のヒートポンプ給湯機の効率を 1.5 倍向上させる技術である。戸建住宅および集合住宅など、すべての世帯への導入が可能である。業務系においても様々な規模の開発が行われていることから、導入可能となる市場規模は大きい。

②高効率給湯器

現在主流である都市ガス等燃料による給湯器（ボイラー）のリプレースが容易な潜熱回収型給湯器の他、電気と熱を同時に供給する燃料電池コージェネやガスエンジン給湯器がある。世帯規模や熱の需要量に応じていずれかのタイプの導入が可能であり、全ての世帯への導入が可能である。

技術開発動向

①給湯用ヒートポンプ

ヒートポンプメーカーや電力会社にて研究開発が行われている。

また、国家プロジェクトとして「次世代型ヒートポンプシステム研究開発（H22～25fy）」が実施され、家庭・業務・産業（地域熱輸送）の分野で6つの個別テーマを展開。現在、民間主導で事業化に向けて、成果の性能・経済性に関する優位性等の確認・実証等がなされている。

②高効率給湯器

給湯器メーカー、都市ガス会社にて研究開発が行われている。

現時点の最新技術である潜熱回収型の他に、燃料電池式及びガスエンジン式コージェネが実用化されている。

技術開発の進め方・その他留意点

①給湯用ヒートポンプ

高効率化のための様々な要素技術が提案されており、熱交換機や圧縮機の高効率化、高密度化、高機能蓄熱材の開発、高性能冷媒などの課題がある。また、広範囲の普及のための技術開発として、低外気温稼働、小型化、瞬間式などの課題があげられる。

②高効率給湯器

潜熱回収型等の高効率給湯器の普及拡大には、さらなる効率向上、小型化、コストダウンのための技術開発が必要である。また、太陽熱利用が見直されており、太陽熱一体型給湯器も開発されているが制御技術に課題がある。

波及効果

家庭・業務分野において給湯用途のエネルギー消費量は大きく、この用途における機器の高効率化が与えるインパクトは大きい。

現時点では限定的であるものの、ヒートポンプ、燃料電池ともに導入対象を広げており将来的には広範な市場での導入が可能となる。

なお、ヒートポンプ方式による給湯暖房兼用機器は、近年欧州を始め海外で注目を集めており、コストパフォーマンスに優れた製品が開発されれば、海外での普及可能性は高い。

燃料電池コージェネについては、今後の量産化等によるコストダウンによる普及可能性が期待される。

さらに、燃料電池式及びガスエンジン式コージェネは、分散電源としてBCP 貢献の価値を有する。

ZEB・ZEH サブシート（高効率照明技術）

技術概要

エネルギー効率の低い白熱球から、蛍光灯タイプや LED タイプへの置換が進みつつあるものの、さらなる効率向上を可能とするのが、当該技術である。新たな素子を基本とする技術ではあるが、昼光利用や蓄光利用、光ダクトの利用による省エネルギー技術を組み合わせることも可能である。

照明に関わるエネルギー消費量は、家庭においても大きい。特に業務部門において大きく、省エネルギーポテンシャルは大きい。また、効率の低い照明は、発熱量も大きく冷房負荷増大の一因になっている。

①LED 照明

現在市販されている LED 照明をさらに高効率化させた技術であり、建築の内装材に組み込むことで新たな照明環境が実現可能となる。

②有機 EL 照明

一部の小型ディスプレイで商品化段階にある、有機 EL 素子を用いた照明技術である。面発光という特徴を有しており、新たな室内照明の形態となる。

技術開発動向

照明の制御方法として、タスク&アンビエント照明の効果は大きい。タスク照明の設置には制約条件もあるため、パソコン一体型 LED タスク照明など、より普及しやすいタスク照明の開発が課題である。

LED・有機 EL の高効率次世代照明について、国家プロジェクトとして「次世代照明等の実現に向けた窒化物半導体等基盤技術開発」が実施され、以下の技術課題の解消に向けた取り組みが行われた。また引き続き、高性能化、低コスト化、実用化に向けた検討が進められている。

①LED 照明

電機メーカー、材料メーカー、大学等の連携で研究開発が行われている。高い内部量子効率を実現する高品質 GaN 基板の高度育成手法や、LED デバイスの素子構造改良などの研究開発に取り組み、現状の 100lm/W の 2 倍の効率を目指す。

②有機 EL 照明

器具メーカー、化学素材メーカー、製造装置メーカー連携で研究開発が行われている。

面発光・軽量薄膜という特徴を持つ技術ではあるが、高効率化・長寿命化・低コスト化が難しく、実用化に向けた課題となっている。具体的には、光取り出し技術、燐光材料の開発、製造プロセスなどが技術課題となっている。

今後、官民共同で、様々な形状の照明を作ることが可能となり、一般照明への利用と同時に建材等普及が期待される。

技術開発の進め方・その他留意点

国家プロジェクトである「次世代高効率・高品質照明の基盤技術開発（2009～2013年）」を通じて、GaN 基板 LED 及び有機 EL による照明を開発し、世界トップの発光効率を実現している。ただし、いずれにおいても国際標準化の取組みも必要であり、産官学の連携が重要である。

① LED 照明

GaN 基板 LED では小型・高輝度の特徴を活かして自動車用ヘッドライトや店舗用照明に採用されているが、その普及に向けては GaN 基板の開発がどのように LED 照明の効率向上に結び付いているかをユーザーに示していく必要がある。

② 有機 EL 照明

有機 EL では、量産化技術、コスト低減、用途開発などが課題になっており、面発光・柔軟性の特徴を活かし建材や家具とコラボした用途開発の検討が必要である。

波及効果

照明技術は広く利用されている技術であるため、あらゆる海外諸国への展開が期待される。

今後の商品化と量産化技術の向上によるコストダウンもあいまって、点光源である LED 照明と、面光源である有機 EL 照明は、適正な用途に着実に浸透していくことが予想される。

特に、低炭素化に対する要求度合いが強い国や、エネルギー資源が乏しく電力価格の高い国では、重宝する技術となる。

ZEB・ZEH サブシート（革新的なエネルギー管理技術）

技術概要

機器単体の効率や性能を推進し、需要側のエネルギー消費の全体統合をし、最適化制御するために重要な技術であり、最小単位である HEMS、BEMS と、これらを包含する地域エネルギー管理(CEMS)、全体システムと機器単体を結ぶ IoT 技術といった概念があげられる。燃料電池を始めとするコージェネ等の分散型電源を核とするエネルギー管理では、熱・電気の最適活用による省エネ推進に加え、デマンドレスポンス活用によるピークカットなどの系統電力安定化への貢献、再生可能エネルギーの変動抑制による普及拡大への貢献、BSCP 対応等のエネルギーセキュリティへの貢献も期待される。なお、小単位(家庭、ビル)のエネルギー管理の概念は、全体最適(地域)の取組と整合がとれるような取組とすることが不可欠である。

省エネルギーとは別の側面で、系統電力に対する負荷平準化の面では 2011 年の震災以降その重要性が増しており、低炭素化にも貢献できる技術である。

- ① HEMS(Home Energy Management System)
家庭内の家電機器や給湯器などのエネルギー消費機器に対し、快適性を損なわず最小限のエネルギー消費に制御する技術である。
- ② BEMS(Building Energy Management System)
建物内の空調や、給湯などのエネルギー消費機器全体のセンシング、自動制御を行う技術である。

技術開発動向

HEMS、BEMS の技術開発について、これまでも国家プロジェクトとして「次世代高効率エネルギー利用型住宅システム技術開発・実証事業」や下記の技術開発課題などを視野に入れつつ「次世代エネルギー・社会システム実証事業」などが実施された。

- ① HEMS
空調機器、照明、ディスプレイ、情報家電機器等をネットワーク化し、センシング技術も用いて、住人の行動パターンを学習し、これに応じた制御を可能とする技術である。住宅内の直流給電も検討されている。計測機器メーカー、エネルギー事業者などが開発を行っている。また、住宅には太陽光発電、燃料電池、蓄電池などの導入が進んでおり、これらの機器を最適に運用するためにも HEMS を活用した統合制御技術の開発も進められている。

- ② BEMS
空調機器、照明、エレベーター、PC やサーバー等 IT 機器のネットワーク化とセンシング技術を用いて、建物内の人の行動パターンに応じた制御を可能とする技術である。建物内の直流給電も検討されている。サブコン、計測機器メーカーなどが開発を行っている。業務用コージェネ等の分散型電源も含めた統合制御技術の開発も進められている。

最近では、HEMS の運用コスト削減とアグリゲーションの実用化を目指した「大規模 HEMS 情報基盤整備事業」が実施されている。

技術開発の進め方・その他留意点

革新的なエネルギー管理技術の研究開発にあたっては、以下に挙げられる特徴を踏まえた技術開発を行うことが必要であり、それを支援するスキームを整備することも重要である。

- これまでのハード開発中心とは異なり、データ解析とそれに基づくソフト開発(管理アプリケーション)がメインであること
- エネルギー管理そのものが、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であること
- 単なる省エネだけではなく、創エネ、蓄エネをもカバーしたエネルギー管理全体が開発ターゲットとなる場合もあること

波及効果

競合する技術がなく、技術と政策次第では最大限の普及が可能であり、2030 年度までに全世帯への HEMS 導入が目指されている。

我が国が得意とする計測、制御分野であり、海外での競争力は高いと考えられる。

デマンド制御を行うことによる系統電力に対する負荷平準化の効果は、エネルギー供給の安定化に寄与する。

省エネ型情報機器・システム 技術シート

技術概要

IT 機器の利用機会の爆発的増大による消費電力量を削減するため、個別のデバイスや機器に加え、情報通信ネットワーク全体での革新的な省エネルギーを実現する技術である。

技術開発動向

様々な情報通信機器の普及に伴い、①情報量が急激に増大していること、②今後もその普及台数は年々増加することが見込まれること、③IT 機器の消費電力量は今後も急増することが予想される。

その基幹部品である半導体デバイスの更なる低消費電力化は、我が国の喫緊の課題であり、今後、人工知能、ビッグデータ、IoT などによる社会変革を支える、省電力かつ高機能な次世代技術の開発が必要である。

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、①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、②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することで、社会全体の生産性と効率性を最大限向上させた社会の実現が可能となる。

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について、産学官の連携体制で研究開発を実施し、成果の社会実装を進める。これにより、我が国発のオープンイノベーションを促進し、社会課題を解決するとともに、我が国全体の産業競争力強化とエネルギー利用効率向上を強力に推進することが重要である。

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や、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、ノーマリーオフコンピューティングの実現とともに、高効率冷却技術、極低電力回路・システム技術、超高密度HDD技術、情報量の負荷に応じた動作制御技術等の開発が課題になっている。

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。

技術開発の進め方・その他留意点

今後の IoT 推進において必要不可欠となる分野横断的な共通基盤技術である、データ収集・蓄積・解析等に係る技術について、従来に比べて格段に省エネルギーで高度なデータ利活用を可能とする次世代技術を産学官の連携体制で開発することが必要である。具体的には、以下のような研究開発が求められている。

- ・データ収集システム、高速大容量データストレージシステム、人工知能計算機基盤技術、セキュリティなどの研究開発
- ・電子回路のインターフェース及び配線機能の一部をシリコンなどを用いた集積型光インターフェース及び光配線に置き換え、電子回路と光回路をハイブリッド集積した、光電子ハイブリッド回路技術の開発
- ・光電子ハイブリッド回路技術を応用したデバイス集積・実用化技術の開発
- ・データセンタを構成するルータ、サーバ等の筐体間を接続する中距離超高速通信インターフェースを小型・省電力化することで、データセンタ等の情報処理量の増加に対応した高性能化と低消費電力化
- ・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、10倍程度の電力効率を実現したノーマリーオフコンピューティングを開発・実証

波及効果

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の普及により、IT 機器の高機能化、設置台数の急激な増加に伴い見込まれる消費電力量の増大を抑制し、2030 年度に 1300 万 tCO₂削減する。

光電子ハイブリッド回路(従来比 1/10 の低消費電力化)やノーマリーオフコンピューティングを実現し、データセンタを構成するルータ、サーバ等の IT 機器を省電力化、小型化、低コスト化し、データセンタの情報処理量の増加による課題を解決する。2030 年度において約 1,317 万 t/年の CO₂ 削減を目指す。

省エネ型情報機器・システムサブシート（省エネ型情報機器・待機時消費電力削減技術）

技術概要

IoTやビッグデータ活用の進展等に伴い今後ますます情報量が増大していくことから、情報機器・システムの省エネルギーは重要な課題であり、データセンター、クラウドコンピューティングシステム、ストレージ(メモリ)などの消費電力を削減する技術が求められている。

また、家電製品の待機時消費電力は家庭の消費電力量の約 6%に相当し、これを低減する技術も不可欠である。

技術開発動向

個別技術としては、次のようなものが挙げられる。

①データセンター

マルチコア CPU 化、HDD の小型化、仮想化技術の導入等が行われている。また、排熱回収など未利用エネルギーの有効活用を検討することも有効である。

②ストレージ・メモリ技術

大容量化に関する技術開発(HDD、フラッシュメモリ、光ディスクの多層化等)、書込み・読み込み速度の高速化、低消費電力化、長寿命化等の技術開発、次世代の不揮発性記憶素子の技術開発が進められている。

また、待機時消費電力削減技術としては、省電力モジュールや高速不揮発メモリ等の開発、HEMS・BEMS 等と連係した機器制御技術の普及などが挙げられる。

技術開発の進め方・その他留意点

「超低消費電力型光エレクトロニクス実装システム技術開発(H24～33FY)」を通じて、光配線と電子配線をハイブリッド集積した省エネ型回路の技術開発を産学連携で行っており、従来比 1/10 の低消費電力の光電子ハイブリッド回路を実現し、データセンターの情報処理量の増加に対応することが求められている。

また、「ノーマリーオフコンピューティング基盤技術開発(H23～27FY)」では、我が国が優位性をもつ不揮発性素子に関わるハードウェア技術の高度化と併せて、不揮発性素子を用いる機器・システム等のアーキテクチャ、ソフトウェア技術、システム化技術を世界に先駆けて一体的に開発することにより、次世代センサーネットワーク、モバイル情報機器、ヘルスケア機器等のシステムにおいて低消費電力性能(電力あたりの性能)を本事業開始時と比べて 10 倍に向上させることが目標となっている。

波及効果

情報通信に関する電力消費の中で圧倒的な割合を占め、かつ今後も大幅な伸びが予想されるデータセンター及びクラウドコンピュータへの省エネルギー対策の強化は不可欠である。

電力消費量が機器の性能向上に影響を与えており、省エネルギーは性能向上のためにも必須である。

クラウドコンピューティング、IoT、ビッグデータ等を活用した新サービス(交通、流通、農業、教育、健康など)の創出が期待されとともに、次世代の光電子ハイブリッド回路や不揮発性素子を用いることで、情報通信の分野のみならず様々な機器の省エネに寄与する。

省エネ型情報機器・システムサブシート（省エネ型次世代ネットワーク通信）

技術概要

大容量高速ネットワーク通信及び光ネットワーク通信の技術であり、今後も情報量の増大が予想されることから、省エネルギーは重要課題である。

また、省エネのみならず、工場の生産現場をはじめ、医療、交通、農業などと連携して最適化制御を行うIoT関連技術の研究開発が積極的に進められている。

①ルータ等通信機器

ネットワーク上流れるデータを他のネットワークに中継する機器。ネットワーク層のアドレスを見て、どの経路を通して転送すべきかを判断する経路選択機能を持つ。

②光スイッチ

光信号を電気信号に変換することなく、光のまま処理することでスイッチ内での処理を高速化する装置。情報通信の高速化・大容量化実現に欠くことのできない装置である。

③立体テレワーク・立体遠隔会議システム

超高精細映像・立体映像・立体音響等の伝達・提示技術を統合制御することにより、遠隔地においてモノの存在感や人の存在感を再現する技術である。

④センサーネットワーク、スマートメーター

環境計測やエネルギー消費量等の把握及びエネルギー消費量の制御により、省エネを実現する技術である。

技術開発動向

①ルータ等通信機器

現在のシステムは、負荷の大小に関係なく常にほぼフルパワーで動作しており、エネルギーロスが大きい。このため負荷に応じた動作状態の制御、ノーマリーオフコンピューティングによる動作不要時の省電力などの研究開発が進んでいる。また、無線ネットワーク基地局の小型化・省エネ化に関する開発が行われている。今後IoT等の普及によってデータの流通量が爆発的に増える見込みであり、ルータの省エネルギー化が極めて重要である。

国家プロジェクトとして、「次世代高効率ネットワークデバイス技術開発」が終了し、ネットワークの超高速化と省電力化を共に実現する高速ルータの基盤技術に関して、一定の成果が得られている。

②光スイッチ

日本は、切替え速度、容量とも現在世界でトップレベルである。光ファイバ1本あたりの伝送容量についても日本が世界を牽引している。

③立体テレワーク・立体遠隔会議システム

主要要素技術に立体映像技術、立体音響技術、五感情報伝達技術、感性情報認知・伝達技術がある。

④センサーネットワーク、スマートメーター

使用されるセンサーデバイスの共通の課題である無線通信機能、自立電源機能及び超低消費電力機能の搭載を実現する革新的センサーの開発が行われており、小型化、低コスト化が課題である。一方で、取得されたデータがIoTを通じて負荷制御に活用されるなど、広範な分野で省エネルギーに寄与することが期待される。

技術開発の進め方・その他留意点

IoTはリスクが高い一方で中長期的な我が国の産業競争力の向上等の観点から投資すべき分野の一つであり、以下のような研究開発や実証の事業が計画されている。

○IoT推進のための横断技術開発プロジェクト

我が国発で独創的な製品・サービス等を可能とする革新的な次世代IoT基盤技術（実世界にある多様なデータをセンサネットワーク等で収集し、サイバー空間で大規模データ解析・処理等を行い、現実世界を制御する技術）を開発・強化し、産業・社会の変革と効率化の実現を目指す。

○IoT技術開発加速のためのオープンイノベーション推進事業

IoT社会に求められるシリコン系半導体、有機半導体、MEMS、RFモジュール等の低消費電力化につながる電子デバイスの開発を対象として、その試作等を行うための高度なオープンイノベーション研究開発拠点を整備することにより、民間企業、大学、公的研究機関等によるIoT技術開発の加速を目指す。

○IoT推進のための新産業モデル創出基盤整備事業

IoTによる環境変化に対応するためには国（規制・制度）と民間企業（ビジネスモデル・商慣習等）がデータ駆動型の新たな産業モデルへの転換に対応することが不可欠であることから、各分野に関する実証事業を行い、法律・制度等をデータ駆動社会に適したものとするとともに、行政及び民間企業のデータ利活用を推進することで新たな産業モデルの創出を促す。

○IoT推進のための社会システム推進事業

インフラ・設備等管理・運用の最適化や熟練工の暗黙知の形式知化など、社会システム全体の効率化を実現し、省エネルギー、人材不足の解消、社会コストの低減といった社会的課題の解決につながる可能性があることから、各分野に関する実証事業を通じてデータ利活用がもたらす具体的な効果検証を行い、データ駆動型社会システムへの転換を推進する。

波及効果

今後も爆発的な情報量の増大が予想されており、大幅な電力効率向上による省エネルギー、CO2排出量削減が不可欠である。

高速大容量通信網の実現により、VODサービス、テレビ会議、テレワーク、高度遠隔医療等の新しいサービスの普及が期待される。

また、見守り技術など、センシングと通信による新たな高齢者対策が可能になっており、これらのデバイスの省エネルギー化も重要である。

省エネ型情報機器・システムサブシート（高効率ディスプレイ）

技術概要

次世代の省エネ型ディスプレイ及び関連技術として LCD、有機 EL 等がある。特に、大型ディスプレイは全般的に省エネルギーポテンシャルが高い。

①LCD(液晶ディスプレイ)

LCD は大型テレビ、中小型のタブレットやスマートホン等に広く利用されている。

②有機 EL(エレクトロルミネッセンス)

有機化合物に電圧を掛けて発光させ照明に用いる技術であり、LCD に比べて特に高解像度のディスプレイに対して低消費電力化や超軽量・超薄型で壊れにくくシート化が期待される。

技術開発動向

①LCD

最近では、4K といった高解像度のディスプレイが実用化されている。

②有機 EL

高画質のためスマートホン、携帯ゲーム機などの高級機種的小型用途で先に実用化され、また、最近では大型用途や湾曲面も実用化されてきた。

国家プロジェクトとして実施された「革新的低消費電力型インタラクティブシートディスプレイ技術開発(H25~27fy)」では、樹脂シート基板と自発光型の有機 EL を用いた中小型ディスプレイの研究開発が行われた。

技術開発の進め方・その他留意点

①LCD

バックライトの高効率化や開口率向上等によるさらなる省エネ化が重要である。また、タッチパネルとの一体化、応答速度の向上、コントラストの向上等の技術開発が求められている。

②有機 EL

発光効率の改善、光取り出し効率の改善、長寿命化、大画面化、低コスト化等の課題がある。

波及効果

ディスプレイは全消費電力が大きいので、高効率ディスプレイへの置き換えが進むことによりかなりの省エネルギー効果、CO2 削減効果が期待できる。

ディスプレイ市場は全世界に広がってきており、国内産業界が従来の先陣的ポジションを堅持し経済発展に寄与するためには、国際競争力のある技術開発を国家規模で進めることが重要である。

ディスプレイ用のデバイス技術のエネルギーの使用の合理化に向けた技術開発は、省エネルギー効果が大きく、新技術の導入が大きなインパクトを与える。

快適・省エネヒューマンファクター 技術シート

技術概要

家電に代表される人間生活の質(QOL)を向上させる機器は、新技術開発や機能改善により個別機器の省エネルギー性能向上に取り組んできた。一方で、オフィスビルやその他の業務施設内の従業者に求められる知識創造型の業務では個人にとっての業務・身体面での快適環境が重要である。ダイバーシティーが求められる中で、女性や高齢者・外国人ワーカーも増えており、従来のような画一的環境では対応できなくなっている。また、住宅においては、世帯人数やライフステージの変化、中古住宅としての住まい手の変化などに応じて居住者の行動や嗜好も変化するため、長期的な視点からこれらの変化に対応し、健康に暮らすことのできる住宅が求められている。

機器を利用する需要側は、個人感覚に合わせた快適性を求めて複数の機器を利用している。タスクアンビエント空調・照明など複数機器を連動させ快適空間を作り出す試みは行われているが、広く普及するまでには至っていない。人の求める快適性と省エネルギーとを両立させる多様な環境と機器の制御技術の早期実用化が望まれる。

①空調

快適温度・湿度、気流の制御技術、体感温度センサー、輻射型冷暖房機などが必要である。

②照明

従来型の光源(白熱電球、蛍光灯)からLED、有機ELに急速に置き換わる中で人間工学に基づいた快適照明技術(室内環境に最適な照明:全般照明、局部照明、アンビエント照明技術)、視覚センサーなどが必要である。

③その他

室内環境デザイン、感応と人間行動工学などが必要である。

技術開発の進め方・その他留意点

○第1ステップ

機械系、電気系工学的要素に建築工学的要素を加えて、国際・国内標準や規制法を考慮し、規制環境下での快適性と省エネルギーとを両立させたセンシング技術と最適制御技術の実証実験を実施する必要がある。

人間行動そのものと、エネルギーの相関を明らかにすることにより、今まで異なる発想であった個別機器や機器システムの制御について、技術課題を調査発掘するとともに、必要であれば規制法改正の提案を実施する必要がある。

○第2ステップ

実証実験を踏まえた、センシングと多様な環境・機器の制御方法の規格化・標準化が必要である。

人間の行動原理に基づく、省エネルギーでかつ快適な機器及び機器システム制御、技術開発が求められる。

○第3ステップ

人間にとって快適かつ省エネルギーなシステムの事業化及び国際展開を行う必要がある。

技術開発動向

空調、照明、その他の設備に共通した技術開発課題として、ワーカー、居住者の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技術が重要であり、業務環境、居住環境の質の向上と省エネを両立する技術の開発が重要である。

また、このような最適化を実現するため、無線を活用したセンサネットワークや個人の特性を情報化する技術などの開発が重要である。

ヒューマンファクターに関する標準化が国際的に進められており、関係のある国際標準委員会(ISO)は以下のとおり。

・TC146 大気(質)(Air Quality)

SC6 屋内空気(Indoor Air)

・TC159 人間工学専門委員会

SC5: Ergonomics of the physical environment(物理環境の人間工学)

WG1 Thermal environments(温熱環境)

・TC205 Building Environment Design(建築のトータルな環境性能)

WG4: Indoor air quality(室内空気質)

WG5: Indoor thermal environment(室内温熱環境)

波及効果

省エネルギー効果に加えて、快適空間の実現によりオフィス・家庭で知的生産性の向上につながる。

新しいコンセプトの省エネルギー事業の創造と発展により、新産業の創出と国際的戦略ビジネスも可能となる。

また、快適環境により健康な生活を送ることが可能になれば、医療費が減少し、国庫負担の軽減にもつながる。

重要技術シート (運輸部門)

次世代自動車等 技術シート

技術概要

次世代自動車として普及が進むのは、クリーンディーゼルを含む先進的内燃機関自動車、HEV(ハイブリッド自動車)、PHEV(プラグインハイブリッド自動車)、EV(電気自動車)及びFCV(燃料電池自動車)等である。

内燃機関自動車は今後おそらく主流であることから、世界的にも強化が進む燃費規制の達成に向けて今後より先進的な技術開発が進めることが重要である。

PHEVは外部電力で充電し、内燃機関と併用するハイブリッド自動車であり、近距離は、充電電力によるモーター駆動で走行することができる、長距離走行時には従来のハイブリッド車と同様に内燃機関が稼働する。

電気自動車は小型車では普及が始まったが、一日の走行距離が少ない業務用車両、宅配車などの商用車及び路線バス等の普及はこれからである。電動車両の要素技術である蓄電池技術はキーテクノロジーであり、高性能化に向けて技術開発が進められている。

燃料電池自動車は、PEFCの高性能化、低コスト化とともに水素供給インフラの整備が求められる。

技術開発動向

先進的内燃機関自動車は30km/L以上の低燃費車が実現し、さらに先進的な燃焼技術や損失低減技術などの開発が「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)」によって進められている(2013年度の平均は21.3km/L)。

次世代自動車のキーテクノロジーである蓄電池は、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、燃料電池自動車は2014年より一般消費者向けの車種が市場に投入されたが、市場拡大に向けた低コスト化等の技術開発が今後も求められる。電気自動車とプラグインハイブリッド自動車に関しても、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、我が国でも継続的な技術開発が求められる。

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、燃料電池自動車のための水素インフラの構築、電気自動車やプラグインハイブリッド自動車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年時点には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。

また、車体軽量化に関する技術開発としては、炭素繊維強化熱可塑性プラスチック(CFRTP)開発などが進められている。エンジンの排熱が利用できない電気自動車用の暖房装置として氷点下から機能するヒートポンプなどの開発が急がれる。電気自動車やプラグインハイブリッド自動車の利便性向上のため長期的には走行中給電を行うことも考えられる。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。

技術開発の進め方・その他留意点

先進的内燃機関の技術では、希薄領域でも安定して燃焼し、かつ排出ガスの後処理の負荷が少ないHCCI(予混合圧縮着火)などの新燃焼技術をはじめ、サイクル効率の向上、ポンプ損失・摩擦損失・熱損失の低減化技術等に取り組むとともに、排ガス後処理技術の高度化にも注力する。

次世代自動車については乗用車の新車販売に占める割合を2030年までに50%~70%とすることを目指す。特にEV・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、こうした次世代自動車の加速度的な普及拡大が求められる。

EV、PHVは普及が始まっているが、さらなる蓄電池の高性能化の他、レアメタルを使用しないモーターなどの技術開発を進める。冷暖房装置の性能は航続距離や蓄電池搭載量に大きく影響するため、電動車両用の高効率ヒートポンプなどの開発に取り組む。特に空調負荷の大きい路線バスなどでは取り組むべき課題である。燃料電池自動車は、2014年に市販されたものの、車両本体及び水素供給インフラの低コスト化が課題である。なお、2020年までには非接触給電装置の開発・普及開始を進めつつ、急速充電器を2万基整備するなどインフラの面からも戦略的に取り組む。

波及効果

蓄電池の技術開発は、電気自動車用みならず、電動工具などの高出力タイプやパソコンなどの高容量タイプなどそれぞれのバッテリーに求められる技術への波及が見込まれるとともに、近年の再生可能エネルギーの導入拡大に伴う分散型エネルギーシステムにおける電力貯蔵用途や非常用電源としてのBSCP用途への適用拡大が見込まれている。

ヒートポンプについては、従来から開発されてきた技術をベースに搭載性(小型・軽量化)や使用環境など自動車用に適合させるものである。

非接触給電装置はパソコンや家電などへの応用が進められる。

燃料電池の開発は、家庭用コージェネからFCVへと実用化が進展しており、今後は、中型定置用システム等への適用が考えられる。

ITS 等 技術シート

技術概要

ITS(Intelligent Transport Systems)とは、情報通信技術や制御技術を活用して、人や物及びそれを運ぶ交通システム全てに係わる流れの最適化を図ると同時に、事故や渋滞の解消、省エネルギーや環境との共存を図ることを目指した技術である。

省エネルギーや環境に貢献する ITS 等の技術は、情報通信技術や省エネ走行支援技術を包含するシステム技術であり、具体的には、走行方法の改善である「ACC・CACC」、「運転制御・協調走行」とその先にある「自動運転」や、ボトルネックの解消に資する「信号制御の高度化」、「サグ渋滞等対策システム」などが含まれる。

技術開発動向

わが国では4省庁連携の社会還元加速プロジェクト「情報通信技術を用いた安全で効率的な道路交通システムの実現」の成果を活用し ITS 等の技術により都市交通の革新および高度物流システムを実現しようとしている。「スマートモビリティシステム研究開発・実証事業(2016~2018年)」が計画されており、自動運転による隊列走行やラストワンマイル等の実用化が期待される。

米国運輸省では ITS Strategic Plan 2015-2019 を発表し実証プロジェクトを開始、欧州では欧州フレームワークプログラム Horizon 2020 の一環として AdapTive、CityMobile2 等のプロジェクトが実施され、日、米、欧の3極とも安全・安心、快適・利便および環境・効率の改善を目標に ITS を推進している。

国内外で自動運転の技術開発が進められており、主要な自動車メーカー部品メーカーや、グーグルなどの新興企業が取り組んでいる。日本では、2020年のオリンピックを目指して、高速道路等での自動走行の実用化に向けて開発が進んでいる。

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。

技術開発の進め方・その他留意点

ITS 等技術の高度化を進めるため、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)、セキュリティ対策に係るハード面・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においては、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)が不可欠であることから、ハード面・ソフト面での研究開発だけではなく、産官学連携による特区の活用も含め、従来にも増して広域化・長距離化を含む積極的な公道実証を通じたデータ蓄積を進めるとともに、可能な範囲でそれらに係る共有化や成果の公表を図り、自動走行システムの利便性や安全性を国民や市場にアピールしていくことが重要である。また、これらの実証によって明らかになった技術上・制度上の課題点について検討を進める。

波及効果

ITS 等は交通社会システムを大きく改善させる技術であるが、情報収集機器など各種インフラの整備が必要であり、相応の投資が見込まれる。また自動車業界だけではなく、電機機器メーカー、情報通信事業者など様々な業界への波及が考えられる。

また、運輸部門の省エネルギー、安全性や快適性などに効果があるだけでなく、交通情報と各種共有化された情報により、例えば医療福祉など様々な分野への波及が考えられる。

国際的には、例えばプローブ情報を活用した動的経路誘導システムなどの ICT は我が国が優位に立ち、かつ世界の環境改善に貢献できる分野である。

スマート物流システム 技術シート

技術概要

スマート物流システムは、荷物情報と輸送機関・物流結節点等における荷役設備・倉庫などの保管設備等の情報を通信技術により総合的に連携・制御することで、輸送量(t・km)の削減、輸送原単位(CO2(kg)/t・km)の低減、ロードファクター(効率%)の向上、荷役・保管設備の利用効率化を図り、輸送部分だけにとどまらず、荷役、保管など物流を構成する機能全体の最適化を目指すことを通じて物流部門の省エネを図るものである。

マイクロチップやICタグによる荷物情報、GPSによる位置情報などの共有化・システム化を社会基盤として普及させ、さらに結節点(モノの積替点、荷役、荷物と輸送機関のマッチング技術など)のインテリジェント化やエネルギー原単位の少ない輸送手段、例えばトラックから船舶へのモーダルシフトを図りやすい条件を整えて運輸部門の省エネルギーを図る。

技術開発動向

昨今では、IT、マイクロチップやICタグ、GPSによる位置情報などの技術が普及し、物流の管理と効率化を進める技術環境が整ってきている。また、荷物とトラックのマッチングなどの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。そのため、各種システムの共同利用促進が重要である。我が国では多くの港湾を有し、船舶とトラックの有機的な利用およびその結節点に位置する荷役設備、保管設備等と輸送対象貨物をITによって情報連携して物流機器・設備を運用し、物流の効率化を図る。そのため、貨物と物流機器・設備がITで連携することに注力して技術開発や投資を行い、物流のモーダルシフトや効率化を推進する社会システムを構築するとともに、各種輸送機関の単体効率向上を推進することで物流部門での省エネを図る。

技術開発の進め方・その他留意点

物流部門のエネルギー消費は日本の約10%であり、その省エネルギーをPDCAサイクルを通じて実現するための要素技術として、

- (1) 荷物情報・輸送機関等の情報のマッチング技術【計画系】
- (2) 移動実態のトレーサビリティ技術【実行系】
- (3) 環境パフォーマンス測定技術【評価系】

に必要な物流機器・設備のインテリジェント化などを進める。

特に、物流機能の中でもエネルギー消費量が最も大きいと思われる輸送については、輸送特性(長距離の都市間輸送、短距離の都市内集配送)や輸送を担う事業者の特性(大規模事業者、中小事業者、零細事業者)などによって異なるバリエーション(物流事業での現実的課題、物流機器・設備への要求課題、規制緩和や法改正の要求課題など)や投資分野と投資額を把握し、現実的な実態や課題に合わせた実現可能なモデルを作成して、実用化・普及を目指す。さらに、サービスの開発に向けて、法規制を見据えた開発が重要になる。

波及効果

当該技術は、物の移動に関する見える化とそれを制御する技術に関するもので、下記の例の他多くの波及効果がある。

ICタグなどITを使って物品の物流を出荷から最終ユーザの販売まで管理しサプライ系マネジメントに適用し、求荷・求車・求庫、貨物の位置や受け渡し状況の把握、配送管理、品質管理、在庫管理などの情報が見える化できる。これにより、エネルギー消費の低減の他、配送時間や在庫の低減など流通業務の効率化が期待できる。

貨物の量と物流経路が見える化することで、それぞれの行程におけるエネルギー消費量やCO2排出量などのインベントリーが把握でき、省エネルギーシステムを啓蒙・選択するためのツールとなる。

また、物流の効率化が図れるため、物流コストの低減につながり、最終商品の低価格化が期待できる。

重要技術シート (部門横断)

技術概要

革新的なエネルギーマネジメント技術は、需要側のエネルギー消費を操作することによって、最適制御を行いエネルギー消費量を削減するための技術である。今後、産業・家庭・業務・運輸の各分野において使われる機器に情報通信ができるセンサが取り付けられ、膨大なデータが生成されていく。この各々の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・設備を効率的に稼働させるとともに全体最適化を図る。なお、センサとの相互情報通信が可能のため、遠隔操作によって省エネルギーと利便性という両側面から最適な運用ができるようになる。また 2011 年の東日本大震災以降、系統電力の負荷平準化のニーズが増しており、省エネルギーとは別の側面で遠隔操作を活用して低炭素化にも貢献できる技術である。

① xEMS(エネルギーマネジメントシステム)技術

最小単位である HEMS、BEMS、FEMS と、これらを包含する OEMS(地域エネルギーマネジメント)といったエネルギーマネジメント技術の確立と普及が重要である。エネルギー利用の見える化によって一定の省エネルギー効果が見込まれるとともに、各機器と対話するための重要な役割をもつ。

② IoT(モノのインターネット)

個々のモノ(機器・装置・設備)にセンサが取り付けられビッグデータが生成されることによって、エネルギー利用の状況把握が可能となる。このことによって、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、群管理型ビルエネルギーマネジメント、家庭エネルギー消費情報の提供と管理、高度運行管理運輸エネルギーマネジメント等が可能となる。

③ 統合制御技術

制御可能なものとして、電気自動車やビル・工場にある様々な機器等、太陽光発電、家庭用コージェネ(燃料電池・ガスエンジン)、蓄電池等がある。IoT をもって生成されたビッグデータの解析および統合制御を通じた熱・電気の最適活用による省エネルギーの推進が期待される。

技術開発動向

xEMS の技術開発については、これまでも国家プロジェクトとして「次世代高効率エネルギー利用型住宅システム技術開発・実証事業」や「次世代エネルギー・社会システム実証事業」等が実施されてきた。その中では、スマートメータをはじめに、空調機器、照明、PC・ディスプレイ、情報家電機器、エレベータ、サーバー等をネットワーク化し、センシング技術も用いて、人間の行動パターンを学習し、これに応じた制御を可能とする技術開発や太陽光発電とコージェネ、蓄電池を含んだ統合制御技術が行われてきており、今後普及が見込まれる。さらに、工場や地域内のエネルギーを融通・最適化、分散型電源との連携など、ディマンドリスポンスを実現する技術開発が進められている。ディマンドリスポンスに関する技術として、EMS 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。これらの技術開発等により、エネルギーの面的利用を一層推し進め、地域全体での抜本的な省エネルギー化を推進する必要がある。

IoT に関しても技術開発がかなり進んできており、世界中に接続されている機器は 2014 年の 10 億個から 2020 年には 50 億個へと増加していくといわれる中で、膨大に生成されるデータを活用したサービス開発が重要になってくる。また、その情報量の増加によって情報処理技術開発の推進と、ルーター等におけるデータ処理のために必要になるエネルギーが増大すると見込まれる中、その省エネルギー対策が必要になる。そのほか、エネルギー機器の統合制御のために通信規格の整備と国際展開を見据えた国産標準化を実施する。

運輸部門でも、国内外で交通の流れを円滑にする、ITS を活用したマネジメントの取組みや、省エネルギー効果と安全性向上が期待される自動運転の開発が進められている。

技術開発の進め方・その他留意点

革新的なエネルギーマネジメント技術の研究開発にあたっては、以下に挙げられる特徴を踏まえた技術開発を行うことが必要であり、それを支援するスキームを整備することも重要である。

- これまでのハード開発中心とは異なり、データ解析とそれに基づくソフトウェア開発(マネジメントアプリケーション)がメインであること
- 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であること
- 単なる省エネだけではなく、創エネ、蓄エネをもカバーしたエネルギーマネジメント全体が開発ターゲットとなる場合もあること

波及効果

競合する技術がなく、技術と政策次第では最大限の普及が可能であり、かつ我が国が得意とする計測、制御分野であり、海外での競争力は高いと考えられる。

通信を通じた需要サイドの制御を行うことによって、サードパーティーによるエネルギーマネジメント技術を活用したビジネスが行われるようになる可能性が高く、技術開発は実用領域に近い。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。

省エネビジネスのほかに系統電力に対するエネルギー供給の安定化に寄与する負荷平準化のビジネスの誕生も期待される。その一つの形は DR・ネガワット取引である。ネガワット取引については、電力小売全面自由化を中心とした電力制度の動向を踏まえた活用領域の見極めやその活用領域に即した需要削減制御性の検証が必要であり、こうした状況を踏まえ、これまでの実証段階から、実際に電力会社が活用できるものとするための本格的な検討をする。また、それによってネガワットを実現するための新規ビジネス(アグリゲーションビジネス)の創出を促進する。

再生可能エネルギーの変動抑制による普及拡大への貢献、BSCP 対応等のエネルギー安全保障への貢献も期待される。

一方、居住者や執務者に心理的ストレス(EMS によって照明や空調等が自動で制御されることに対するストレスや、各種情報を取得・管理されることに対するストレス等)を与える可能性があることから、個人個人の特性に合わせた最適化技術、情報セキュリティ技術等による対応が求められる。

パワーエレクトロニクス 技術シート

技術概要

電気は、情報機器、家電、空調、照明、自動車、鉄道車輛、無停電電源等あらゆる分野で使用されており、近年、エネルギー消費量全体に占める電力消費量の割合は、年々増加傾向にある。電気エネルギーを利用する上では、発電から送配電、消費に至る各フェーズの要所要所において、電圧や周波数の制御などの電力変換が行われている。このような電力変換を担い、根幹をなす技術が、パワーエレクトロニクスである。

パワーエレクトロニクス技術関係における性能向上は、たとえ非常に微々たる改善割合であっても、当該技術が利用されている機器等が多大であるので、その効果量は膨大となる。

パワーエレクトロニクス機器の要となる半導体デバイスの性能向上や革新的デバイスの開発等を通じて、省エネ効果の拡大や適用範囲の拡大を目指す。

技術開発動向

現在、殆どの電気システムにはSiパワー半導体を使用されているが、その性能は材料物性で決まる理論的限界に近付いている。

そこで、より高耐圧化や大電流化に対応するために、ワイドギャップ(WBG)半導体のSiC、GaN、Ga₂O₃、ダイヤモンド等が盛んに研究されている。

その中で、SiCは高耐圧、大電流化に対応できることから、自動車、鉄道、産業用機器、系統電力等への適用が期待され、研究開発されている。近年では3.3kV-1,500AのSiCモジュールが製品化され、鉄道用インバータ等アプリケーション開発が広がりがつつある。同時に、内閣府「戦略的イノベーション創造プログラム」(SIP)等において、さらなる高耐圧化、小型化、低損失化、信頼性向上といった基盤技術開発が進められている。

他方、GaNについては耐圧が200~1000V程度であるものの、高周波対応が容易なことから、デジタル家電の電源回路や高周波デバイスに適していると考えられている。SIPにおいては、ウエハやデバイスの高品質化開発が行われている。

技術開発の進め方・その他留意点

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、材料技術から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、Ga₂O₃、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は、材料としての性能向上に向けて息の長い研究が必要となる。

波及効果

パワーエレクトロニクス技術の適用製品は、鉄道や自動車、家電製品から産業用機器などをはじめとして極めて幅広いことから、社会全体への波及効果は極めて大きく、さまざまな産業において、その成長の鍵となるものである。

特に電力システムでは、東日本大震災以降の電力需給構造の変化に伴い、再生可能エネルギーの大量導入やダイヤモンドリソースへの対応が重要となってきている。電力供給の全体最適化のためには、多数の機器を連携・協調運用する必要があり、電力の制御ツールであるパワーエレクトロニクスの高機能化・低コスト化と大量導入はますます重要な課題となってきている。

また、パワーエレクトロニクス技術は、適用製品の小型軽量化に寄与し、機器配置や設計の自由度の向上といった付加価値を生むこととなる。

したがって、パワーエレクトロニクスにおける技術力は、我が国における低コスト・安定かつ低環境負荷の電力需給体制や電機分野等における高性能な製品開発に必要な不可欠であるとともに、我が国産業の国際競争力を左右するものである。

次世代型ヒートポンプシステム

技術概要

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ため、重要な省エネルギー技術の一つとして、空調、給湯、乾燥、冷凍冷蔵など種々な熱需要への適用が拡大している。東日本大震災後、太陽光発電や風力発電等の再生可能エネルギーの活用への要請が高まる中、ヒートポンプはその出力変動を吸収する補助的な役割を果たす技術としても着目されている。また、地下水熱、河川熱、下水熱、太陽熱、工場廃熱等、低温の未利用熱の利用に資する技術としても重要である。

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、高効率圧縮機といった機器単体の革新的要素技術の開発のみならず、熱源の多様化、搬送の効率化、高効率熱回収技術(冷温熱同時供給)、負荷変動への自動追従技術や建物躯体設計等を適切かつ高度に組み合わせたシステム化技術開発によって、温室効果ガスの排出量削減を実現させつつ、さらなる高効率化・低廉化、また生成熱の高温化や次世代自動車空調用等の用途拡大を図る。

技術開発動向

現在、家庭・ビル等空調用や給湯用のヒートポンプシステムとして、熱交換器や圧縮機の高効率化、高機能蓄熱材の開発、CO₂をはじめとする自然冷媒の適用拡大や低外気温稼働、小型化などが取り組まれているが、将来普及が期待される次世代型自動車用高効率空調としてもヒートポンプシステムの開発が進展しつつある。

一方、業務用大型建物・工場の冷房用やプロセス冷却用等に、ターボ式や吸収式などの大型冷凍機が高性能化され製品化されているが、工場の省エネにむけた適用拡大の一つとして産業用高温ヒートポンプも研究開発の進展が見られる。現在実用化されている取り出し可能な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の拡大のためには、180℃という高温域の生成が重要であり、高温熱源の量的確保や、適切な冷媒の選択などが課題になっている。

また全体を通して、低負荷時の性能向上、未利用熱の活用や他熱源とのハイブリッド化等の開発なども取り組まれており、これらの複合化によるシステム全体の効率向上が求められている。国家プロジェクトとしては、これまで「次世代型ヒートポンプシステム研究開発」が実施され終了しているが、現在は、引き続き「再生可能エネルギー熱利用技術開発」の中で地中熱利用ヒートポンプシステム及びトータルシステムの開発、「未利用熱エネルギーの革新的活用技術研究開発」の中で、高温ヒートポンプ技術や低温排熱利用ヒートポンプ技術の開発などが行われている。

技術開発の進め方・その他留意点

2030年に、当該システムの製造コストを現状の4分の3、総合効率を1.5倍、2050年にはコストを2分の1、総合効率を2倍まで向上させる。

既存のヒートポンプ単体の要素技術改良など実用化に近い開発は民間主導の開発を促す一方で、ヒートポンプの統合制御・蓄熱技術等、熱源から二次側までを含めた最適システム設計を実現する設計評価・検証技術、実際の運転時におけるシステム性能を計測・解析し最適制御する技術等については、国が実証研究等も含めた技術開発支援を行い、システムとしての抜本的改善・飛躍的効率向上を図る。

また、高温ヒートポンプなど革新的要素技術開発を伴う長期的な開発は、製品化に向けた研究開発を継続して国が支援しつつ、将来的には民間主導の開発に移行していくことが求められる。希土類の供給支障など材料面での問題も考慮すべきであるが、特に冷媒については環境リスクからGWP値の高い冷媒の排出抑制対策等が国内外で検討されているが、ヒートポンプの性能を大きく左右する可能性があり、また新冷媒対応の各種技術開発も必要となるため、計画的な対応が必要である。

波及効果

空調分野では、高効率ヒートポンプはその省エネ性が重要視され、近年はセントラル方式からのリプレースも多い。コストダウンが進めば、先進国だけでなく開発途上国での大きな需要を見据えた国際的な競争力を獲得できる。また給湯器としても寒冷地などへの市場拡大が可能となる。近年欧州を始め海外で注目を集めており、トータルコストが見合えば大規模な展開が可能である。一方、産業用ヒートポンプにより工場などの高温排熱を熱源としてエクセルギーを再生しプロセス補助として活用できれば、製鉄業や化学工業など、エネルギー多消費産業の省エネルギー化(燃料の削減)に貢献できる。また本技術は諸外国の生産プロセスに適用可能であるため、低炭素化のニーズの高い先進国での普及も期待できる。