

新エネルギー・省エネルギー設備導入促進指導事業費補助金

平成16年度
省エネルギー技術普及促進事業調査報告書

平成17年3月

財団法人 省エネルギーセンター
技術部

平成 16 年度 省エネルギー技術普及促進事業調査報告書
目 次

第 1 章 事業概要	1
1.1 事業の目的	1
1.2 事業の背景	1
1.3 事業の内容	2
1.4 事業の経過	2
第 2 章 調査の方法	5
2.1 省エネルギー技術戦略の見直しについて	5
2.2 技術ニーズと技術シーズとの交流 / 事例解説	5
2.3 技術ニーズと技術シーズとの交流 / スピルオーバー講演会	5
2.4 優秀事例・機器の分析	5
2.5 業種横断的ニーズ技術調査	5
2.6 広報活動	6
第 3 章 省エネルギー技術戦略の見直しについて	7
3.1 目的	7
3.2 検討内容	7
3.3 技術開発課題の技術階層等の見直し	7
3.4 重点技術開発課題案	22
3.4.1 民生部門（家庭）	22
3.4.2 民生部門（業務）	23
3.4.3 運輸部門	23
3.4.4 産業部門	23
第 4 章 優秀事例にみる省エネルギー技術のスピルオーバーについて	33
4.1 はじめに	33
4.2 スピルオーバーについて	33
4.3 スピルオーバーの可能性の高い技術などの抽出と分類	34
4.4 需要サイドのニーズが高い技術分野	35
第 5 章 省エネルギー技術コンファレンス	37
第 6 章 優秀事例・機器の分析	41
6.1 省エネルギー実施発表事例の概要	41
6.2 優秀省エネルギー受賞機器の概要	41
第 7 章 省エネルギーニーズ技術調査	44
7.1 ポンプ、圧縮機、送風機の効率改善技術	44
7.2 冷凍技術の効率化	49
7.3 電動機のインバータ化・効率的運転技術	53
7.4 照明での消費電力低減技術	56
7.5 コージェネレーション技術	59
7.6 ヒートポンプ技術	62
7.7 高効率トランス	66
7.8 BEMS によるエネルギー利用管理技術	68
7.9 排熱回収用熱交換器の高効率化技術	71
7.10 断熱材料および耐火材料	76
第 8 章 まとめ	80

第 1 章 事業概要

1.1 事業の目的

2010年および2030年を展望し、将来大きな省エネルギー効果が期待できる省エネルギー技術について抽出・検討を行う。

また、優秀な省エネルギー技術・機器設備・システム等を抽出・分析し情報として整理する。これらの情報を公開・広報し、分野・業種・部門を超えて普及促進させるスピルオーバーによって省エネルギーの促進に貢献する。

1.2 事業の背景

京都議定書が、平成17年2月に発効した。また、我が国の最終エネルギー消費は、一部に明るさが見られるものの長期にわたる景気の低迷等を背景に近年ほぼ横ばいとなっているが、原油価格の国際動向については予断を許さず、また、豊かさを求めるライフスタイルの進展に伴い、民生・運輸部門の最終エネルギー消費は増加傾向にある。

このような地球温暖化問題、エネルギー需給の安定、産業における国際競争力の向上等の課題を同時に解決するものとして、省エネルギー技術に対する期待は、国内外において益々大きくなっている。

一方、現在の省エネルギー技術の開発・普及については、平成14年6月に策定された「省エネルギー技術戦略」に基づいて進められており、この中で、技術による効果的貢献の方策の一つとして、技術ニーズに立脚した既存の省エネルギー技術を部門・分野を超えて積極的に波及させるスピルオーバーの促進が重要と位置付けられている。

スピルオーバー（Spill-over）とは、水があふれ出る状態を表し、これから、業種横断的、基盤的な技術が他の分野・部門へと波及し、そこでの技術開発・改良により、より優れた省エネルギー技術になること、さらにこの技術が他分野・部門に波及し、循環的に技術が成熟することを意味する。

優秀な省エネルギー技術を他分野・部門に適用拡大することにより、開発費の重複した投資がなく、開発期間が短縮され、即効的であるという利点があり、これをスピルオーバーすることにより省エネルギー促進に即効的な貢献が期待できる。

また、平成14年10月に「エネルギー基本計画」が閣議決定・国会報告された。平成16年7月に総合資源エネルギー調査会省エネルギー部会において「今後の省エネルギー対策のあり方について（中間とりまとめ）」がとりまとめられ、平成17年2月に総合資源エネルギー調査会需給部会において「2030年のエネルギー需給展望」がとりまとめられている。

さらに、「省エネ法（エネルギーの使用の合理化に関する法律）」の改正案が平成17年3月に閣議決定され国会での審議を待っているところ。「京都議定書目標達成計画」についても近く策定される予定である。

このような中、省エネルギー技術のスピルオーバーを着実に推進することが期待されているとともに、策定されてから時間が経っている省エネルギー技術戦略を見直すこと等が求められている。

1.3 事業の内容

平成16年度は、省エネルギー技術戦略の見直し、技術ニーズと技術シーズとの交流、優秀事例・機器の分析および省エネルギーニーズ技術の調査についての検討を行った。

1.3.1 省エネルギー技術戦略の見直しについて

現在の省エネルギー技術戦略は、平成14年6月に策定されたもので、その後、省エネルギー技術に対する期待は益々大きくなっている。

また、省エネルギー技術に関しては、多様な分野にわたる技術を対象にしているため、柔軟性に優れた技術戦略が求められる。

そこで、今年度のこの事業において、省エネルギー技術戦略の策定時と同様に、来年度以降の改定のための審議への寄与を目的として、技術ニーズの観点からの調査を行った。

現在の省エネルギー技術戦略の体系を見直すとともに、特に技術ポテンシャルが認められ、将来大きな省エネルギー効果が期待できる省エネルギー技術を抽出し重点化を行った。この概要を第3章に示した。

1.3.2 技術ニーズと技術シーズとの交流

省エネルギー技術の公募事例等の調査等により、他分野においても適用することが有望なシーズ技術を抽出し、第4章に整理・分類した。これらの情報は「省エネルギー優秀事例全国大会」、「工場のエネルギー使用合理化シンポジウム」においてスピルオーバーの観点からの解説を行った。また、ENEX 展覧会と同時に「省エネルギー技術コンファレンス」を開催し、技術シーズと技術ニーズとの交流を行った。講演会の概要を第5章に示した。

1.3.3 優秀事例・機器の分析

省エネルギーシーズ技術として、省エネルギー技術の優秀事例および優秀機器を調査・分析した。この内容を第6章に示した。

1.3.4 省エネルギーニーズ技術調査

昨年度のニーズ技術についてのアンケート調査に基づき、技術ニーズの大きな業種横断的な技術としてポンプ、圧縮機、送風機の効率改善技術、冷凍技術の効率化、電動機のインバータ化・効率的運転技術等について、現状技術レベル、コスト等の調査を行った。その概要を第7章に示した。

1.4 事業の経過

1.4.1 スケジュール

平成16年度の事業経過を表1.1に示す。事業の主な内容は、次のとおり。

- 1) 省エネルギー技術戦略を見直すため、省エネルギーセンター内で5回の準備打合せを開催した。この結果を反映して、専門家による省エネルギー技術戦略WGを設置し、8回のWGを開催した。

- 2) 技術ニーズと技術シーズとの交流については、省エネルギー優秀事例全国大会および工場のエネルギー使用合理化シンポジウムにおいて、事例に見られる省エネルギー手法の解説を行った。
- 3) また、ENEX 展覧会の併設行事として、第3回省エネルギー技術コンファレンスを開催した。省エネルギー技術への期待や省エネルギー技術の加速的普及に関する基調講演、最新の省エネルギー機器・システムの紹介、家庭用高効率給湯器に関する特別講演および座談会を行った。
- 4) 業種横断的ニーズ技術として、ポンプ、圧縮機、送風機の効率改善技術、冷凍技術の効率化、電動機のインバータ化・効率的運転技術等について、現状技術レベル、コスト等を整理した。

表 1.1 平成 16 年度省エネルギー技術普及促進事業 スケジュール

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
技術シーズ調査 横断的基礎的技術調査		インバーターなど										まとめ
ニーズとシーズの交流 事例解説				イブニングセミナー 注 1)		事例地区大会解説 3地区 注 2)		イブニングセミナー			事例解説 (東京・大阪地区) 注 3)	エネルギー使用合理化シンポジウム解説 (7地区) 注 4)
ニーズとシーズの交流 スピンオーバー講演会											スピンオーバー講演会 東京	
データベース整備			公募事例	優秀機器	導入事例	等の調査					情報の整備	まとめ
			データベース化									
省エネルギー技術戦略 策定		内部検討 5/19	内部検討 6/2 6/22	内部検討 7/9	内部検討 8/2		戦略策定 10/1 10/15	戦略策定 11/2 11/28	戦略策定 12/1 12/14	戦略策定 1/12	戦略策定 2/21	まとめ

注 1) イブニングセミナーとは、省エネルギーセンター会員企業のエネルギー管理者、管理員を主な参加者とした、産・学の有志有識者が参加する意見交換会。毎月開催。

- 2) 平成 16 年度省エネルギー優秀事例全国大会 省エネルギー実施事例発表地区大会
- 3) 平成 16 年度省エネルギー優秀事例全国大会
- 4) 工場のエネルギー使用合理化シンポジウム

1.4.2 省エネルギー技術戦略 WG

2002年6月に策定された省エネルギー技術戦略をベースに、総合資源エネルギー調査会需給部会、省エネルギー部会の審議の方向性を踏まえ、2030年までを展望し、将来大きな省エネルギー効果が期待できる省エネルギー技術について抽出・検討することを目的として、専門家による省エネルギー技術戦略WGを設置した。

本WGは、下記の内容で開催した。

- 第1回委員会（平成16年10月1日）
- ・省エネルギー技術戦略WGの目的
 - ・2030年のシナリオについて
 - ・省エネルギー技術リストについて
 - ・各技術について
- 第2回委員会（平成16年10月15日）
- ・一次選択省エネルギー技術の見直しについて
 - ・各技術の見直しについて
 - ・調査方法の分担について
- 第3回委員会（平成16年11月2日）
- ・各技術について
- 第4回委員会（平成16年11月26日）
- ・技術階層について
 - ・シナリオについて
 - ・各技術について
- 第5回委員会（平成16年12月1日）
- ・建築に関する省エネルギー技術について
- 第6回委員会（平成16年12月14日）
- ・技術階層について
 - ・シナリオについて
- 第7回委員会（平成17年1月12日）
- ・中間報告について
 - ・最終報告について
- 第8回委員会（平成17年2月21日）
- ・省エネルギー技術について
 - ・最終報告書について

省エネルギー技術戦略WG 名簿

	氏名	所属
座長	神本 正行	産業技術総合研究所 研究コーディネータ 環境・エネルギー担当
委員	角口 勝彦	産業技術総合研究所 エネルギー技術研究部門 熱利用グループ グループリーダー
委員	村田 晃伸	産業技術総合研究所 エネルギー技術研究部門 エネルギーネットワークグループ 主任研究員
委員	殿村 重彰	新エネルギー・産業技術総合開発機構 省エネルギー技術開発部 部長
委員	飯田 秀昭	新エネルギー・産業技術総合開発機構 省エネルギー技術開発部 主任研究員
委員	轟田 将範	資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部 省エネルギー対策課 課長補佐
委員	小田 宏行	資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部 省エネルギー対策課 省エネルギー対策官
委員	小川 真一	資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部 省エネルギー対策課 担当官
委員	樋部 綴	省エネルギーセンター 常務理事
委員	大間 彰一郎	省エネルギーセンター エネルギー環境技術本部 本部長兼技術部長
委員	大園 浩太郎	省エネルギーセンター 調査第1部 専門職
委員	工藤 博之	省エネルギーセンター 技術部 部長
委員	駒井 啓一	省エネルギーセンター 技術部 部長
委員	宮田 和男	省エネルギーセンター 技術部 部長
オブザーバー	山西 敏道	経済産業省 産業技術環境局 研究開発課 研究開発専門職
事務局	増田 俊久	省エネルギーセンター 技術部 部長
事務局	澤田 慎治	省エネルギーセンター 技術部 専門職
事務局	上條 嗣雄	神鋼リサーチ 東アジア研究部 部長
事務局	出口 航一	神鋼リサーチ 東アジア研究部

第2章 調査の方法

2030年を展望した省エネルギー技術戦略の見直しを行うとともに、省エネルギー技術のスピルオーバー普及促進の重要性の広報、省エネルギーニーズ技術の整理・分析を行った。

2.1 省エネルギー技術戦略の見直しについて

現在の省エネルギー戦略をベースに、省エネルギーセンターにおける事前打合せ会における検討、有識者へのヒアリング・意見交換を含んだ省エネルギー技術WGにおける検討により、技術体系について見直しを行うとともに、2010年および2030年を展望し、将来大きな省エネルギー効果が期待できる省エネルギー技術について抽出・検討を行った。

2.2 技術ニーズと技術シーズとの交流 / 事例解説

平成16年9月21日～10月1日に全国9地区で「平成16年度省エネルギー優秀事例全国大会 省エネルギー実施事例発表地区大会」、平成17年2月9/10日(東京)～2月17/18日(大阪)に「平成16年度省エネルギー優秀事例全国大会」および平成17年2月15日～2月22日に全国10地区で「工場のエネルギー使用合理化シンポジウム」が開催された。

省エネルギー実施事例地区大会には158件の事例が発表され、これら事例をスピルオーバーの観点から、優秀事例の中に含まれる要素技術や省エネ手法などを抽出して同業種はもとより、異業種においても参考となる点を改めて指摘し、それらの応用・導入のための適応化検討の参考になる事例について上記講演会において解説講演を行った。

2.3 技術ニーズと技術シーズとの交流 / スピルオーバー講演会

昨年度に引き続き ENEX (Energy & Environment Exhibition) 展覧会の一環として「第3回省エネルギー技術コンファレンス」を開催した。昨年度のテーマは「利便性の向上とともに」であったが、本年度は、平成17年2月16日に京都議定書が発効したことを受けて、「京都議定書達成に向けての省エネルギー技術の役割」というテーマを掲げた。省エネルギー技術への期待および省エネルギー技術の加速的普及についての基調講演、最近の優秀省エネルギー技術の具体的な事例紹介を行うとともに、近年の技術革新により大きくクローズアップされている家庭用の高効率給湯器に関連する特別講演ならびに座談会を行い、技術シーズサイドと技術ニーズサイドの交流の場を設け、これらの重要な省エネルギー技術の他業種、異分野へのスピルオーバー促進を図った。

2.4 優秀事例・機器の分析

省エネルギーセンターの優秀事例全国大会の発表事例、日本機械工業連合会の優秀省エネルギー機器の表彰機器について、その要素技術概要、ポイント、スピルオーバーの可能性をまとめた。

2.5 業種横断的ニーズ技術調査

昨年度、省エネルギー実施事例発表大会等でエネルギー管理者および管理員を主な対象としてニーズ技術のアンケート調査を行った。その結果、技術ニーズが大きい上位10技術

について、定義、原理、分類、現状市場における能力仕様、主な適用先、現状機器の効率、導入・設計時におけるポイント、容量別機器導入コスト、現状のストック量等について調査した。

調査した技術名は、次のとおり。

- (1) ポンプ、圧縮機、送風機の効率改善技術
- (2) 冷凍技術の効率化
- (3) 電動機のインバータ化・効率的運転技術
- (4) 照明での消費電力低減技術
- (5) コージェネレーション技術
- (6) ヒートポンプ技術
- (7) 高効率トランス
- (8) BEMS によるエネルギー利用管理技術
- (9) 排熱回収用熱交換器の高効率化技術
- (10) 断熱材料および耐火材料

2.6 広報活動

省エネルギーセンターのホームページへの省エネルギー技術コンファレンスの案内掲載、予稿集の掲載、雑誌「省エネルギー」への投稿、ENEX 展覧会の新聞広報等との連携、工場のエネルギー使用合理化シンポジウムのテキストへの掲載等を行い、スピルオーバーの重要性を広報した。

第3章 省エネルギー技術戦略の見直しについて

3.1 目的

省エネルギー技術戦略は、平成14年6月に策定されたもので、現在の省エネルギー技術の開発・普及については、この省エネルギー技術戦略に基づいて推進されている。

環境と経済の両立、エネルギー需給の安定等の観点から、近年、省エネルギー技術に対する関心は、国内外において益々大きくなっている。

そこで、省エネルギー技術戦略については、策定されて時間が経っていることから、策定時に事前の調査を行ったのと同様に、今年度においては、見直しのための調査を行うことにより、来年度以降に行われる予定の省エネルギー技術戦略の改定のための議論に貢献することを目的とする。

3.2 検討内容

現在の省エネルギー技術戦略をベースに、総合資源エネルギー調査会需給部会、同省エネルギー部会等の審議の方向性を踏まえ、省エネルギーニーズの観点から全体の体系について見直しを行うとともに、2010年および2030年までに実用化され、大幅なエネルギー効率の改善が見込まれる有望な省エネルギーシーズ技術を調査・抽出し、その実用化時期、省エネルギーポテンシャル等を評価し、優先的に推進すべき省エネルギー技術をまとめた。

具体的な調査方法は、次のとおり。

省エネルギーニーズの観点からの技術体系の見直しを行う。

部門別の省エネルギーニーズ技術、シーズ技術を抽出・リストアップする。

上記抽出技術の先導研究/実用化開発・実証研究/導入普及フェーズについてフェーズ分析をする。

各技術のトップ企業を調査する。

各技術の内容についてまとめる。

技術体系における技術階層を整理し省エネルギーポテンシャルの大きな技術課題を抽出する。

優先的に推進すべき省エネルギーシーズ技術の技術開発ロードマップを作成する。

なお、技術の整理の仕方について、多部門にまたがる技術については、技術体系全体の見やすさの観点から、最も効果が期待できるところに寄せるよう努めた。

また、ビルの省エネルギー技術、自動車の省エネルギー技術、パワーデバイスに係る技術等について、有識者へのヒアリング・意見交換を行った。

これらの検討を行うため、日々省エネルギーに係る業務に携わっている外部専門家と省エネルギーセンターの職員からなる省エネルギー技術戦略WGを設けた。

3.3 技術開発課題の技術階層等の見直し

表3.1～表3.4に、現在の省エネルギー技術戦略の体系を示す。

この技術体系をベースに、省エネルギーニーズの整理の仕方について見直しを行った。

表 3.1 現在の省エネルギー技術戦略の体系
(民生部門家庭分野)

部門	省エネルギーニーズ	技術項目	技術開発課題	
民生部門 家庭分野	冷暖房、給湯等の熱利用の効率化	冷暖房・給湯技術の改良	マルチヒートポンプ	
			寒冷地用ヒートポンプ	
			家庭用タスク・アンビエント暖房技術	
			エアコン除湿モードの改善	
			家庭用吸着式冷房技術	
			ヒートパイプ利用排熱技術	
	家庭での新導入機器技術	家庭用高効率マイクロコージェネレーション(燃料電池等)		
		家庭用給湯暖房最適化技術		
		家庭用電力貯蔵		
		建物における省エネルギー対策	開口部対策	高断熱・耐火窓フレーム材料
			断熱技術	低熱進入窓低廉化技術
				低コストで簡易な断熱施工
	換気・室内環境調整技術		業務用高規格断熱技術の低廉化	エアサイクル住宅
				全熱交換器付き換気技術
				通風制御機能付き窓
		熱整流壁技術		
		総合的システム設計・運用技術		
		低電力消費LED・LD照明		
	照明その他の電力機器の省エネルギー	家庭用機器の改善技術	ディスプレイの省エネルギー技術	
			家電製品の省エネルギー技術	
			一般向け自己診断ソフト	
	家庭内エネルギー管理新技術の開発	HEMSによるエネルギー管理技術の高度化	住宅需要予測による空調最適化	
			冷暖房温度適正設定の自動化・遠隔操作	
エネルギー管理に必要な計量技術の確立・標準化				
省エネルギーと快適性を追求した住環境制御システム		パッシブな環境技術と融合させた空調・家電制御システム	家庭内エレベータ等バリアフリー機器の省エネルギー管理	
			音声認識などの制御システムのインターフェイス技術	
			省エネルギー組み込み電源技術	
充電器・アダプター等での待機時消費電力削減	充電器・アダプター・組み込み電源の省エネルギー技術	低損失アダプター		
		アダプター一次側スイッチングオフ技術		
		変換デバイスの低損失化技術		

表 3.2 現在の省エネルギー技術戦略の体系
(民生部門業務分野)

部門	省エネルギーニーズ	技術項目	技術開発課題
民生部門 業務分野	空調・照明のエネルギー管理	BEMSによるエネルギー管理技術の高度化	BEMS用の計測、センシング技術
			BEMS用ビル内外通信技術
			BEMS分析用データベース
			BEMS用マネージメントソフト
			BEMS制御対応への機器の改良
			ビル群の一括管理システム
		空調設計技術の高度化	熱発生機器の適正配置評価による熱負荷低減技術
			排熱対策空調技術
			タスク・アンビエント空調技術
			空調システムの評価技術
			簡易な省エネルギー自己診断技術
			計測機器の簡易・低コスト化技術
	設備機器本体の省エネルギー	ファン・フロア、コンプレッサーでの省エネルギー技術	小型ファン・フロア・ポンプなどの装置の効率改善 駆動機器と圧縮機構の組合せの最適設計技術
		給排水、温冷水ポンプの省エネルギー技術	ポンプの回転数制御技術 循環系などの最適設計技術
		搬送設備の省エネルギー技術	大温度差水搬送技術 エレベータの蓄電利用回生エネルギー有効利用技術
		冷凍機器の更なる高効率化	搬送機器の最適制御技術
			圧縮式冷凍技術の効率化
			吸収式冷凍技術の効率化
			高遮熱・断熱窓技術
		建物構造による省エネルギー	建物による熱管理技術
	遮熱・断熱性能向上のための施工技術		
	躯体蓄熱技術		
	熱負荷のシミュレーション技術		
	換気、空調の総合的システム設計技術		
データコム装置の直流給電技術			
情報化対応の省エネルギー	情報系機器への高信頼度電力供給技術	常時商用電源接続型UPSのための半導体スイッチ技術	
		デバイスの消費電力削減技術	
		原動機発電の効率化技術	
オンサイト分散型電源・蓄電蓄熱技術	分散型電源利用効率の向上	排熱回収技術の効率化技術	
		高温燃料電池による高性能CHPシステム	
		高温燃料電池による分散型コンバインド発電	
		電池性能の改善	
	エネルギー貯蔵技術	ビル用電池電力貯蔵システム技術	
		ビル用蓄熱技術	
		双方向性燃料電池技術の開発	

表 3.3 現在の省エネルギー技術戦略の体系
(運輸部門)

部門	省エネルギーニーズ	技術項目	技術開発課題
運輸部門	既存の動力システムを搭載した自動車の改良	エンジン改良技術	希薄燃焼方式、筒内直噴ガソリンエンジンの改良
			ディーゼルエンジンの改良
			排気再循環燃焼 (EGR) 技術
		自動車の車体技術	車体軽量化のための新材料
			軽量化新構造の技術
			トラックの走行抵抗低減等の空気力学的改善
		自動車の基盤的効率化技術	タイヤ等の接地抵抗の改善技術
			トライボロジー技術の応用
			エンジン排熱利用高効率熱電変換素子技術
		自動車の損失低減技術	ディーゼルエンジン用触媒
			変速技術の効率化
			電動システムへの移行
	42V化		
	新型動力システムを搭載した自動車の導入と普及	既存自動車システム技術の発展的改良	統合型エネルギー変換機
			ディーゼルハイブリッドシステム
		クリーンエネルギー自動車技術	アイドリングストップ技術
自動車用燃料電池			
蓄電デバイス・パワーデバイスの性能向上			
天然ガス自動車の改良			
新燃料の導入と普及	クリーン燃料技術	フライホイール技術の応用	
		軽油の低硫黄化技術の高度化	
物流の効率化・交通システムの高度化	物流管理の高度化	新燃料に対応するエンジン技術	
		高度情報技術利用荷物管理	
		エンジン排熱利用車載システムの開発	
		車載冷凍システム等の効率化	
		ITS高度利用のための自動車側端末技術	
			交通量シミュレーション、信号群制御などのソフトウェア技術

表 3.4 現在の省エネルギー技術戦略の体系
(産業部門)

部門	省エネルギーニーズ	技術項目	技術開発課題	
産業部門	固定エネルギー消費の削減	クリーンルームの省エネルギー技術	クリーンルーム内熱カスケード利用技術 クリーンルーム内空調の効率化 クリーンルーム外への効率的熱排出技術	
		高圧空気利用の効率化	分散型コンプレッサー 低圧空気で駆動する圧縮空気駆動機器 高温吐出空気利用機器 高品質コンプレッサー	
	蒸気利用に関する効率化	蒸気系統の省エネルギー技術	蒸気系装置の改善技術 蒸気モーター等の蒸気駆動機器 高負荷追従ボイラーの開発 蒸気等熱循環の監視技術と最適運用技術の開発	
	電動機・パワーエレクトロニクス応用における省エネルギー	電動機の省エネルギー	電動機設計技術の改善 電動機低損失化技術 油圧・空圧機器を代替する電動機駆動技術 メカトロニクス用小型電動機の効率改善 電動機駆動システムへのパワーエレクトロニクス利用	
		パワーエレクトロニクス技術	シリコン・パワーエレクトロニクス素子改良 省エネルギー型変換回路・制御技術 SiC等低損失素子の開発	
		電動ファン・ブロー、コンプレッサーでの省エネルギー技術	小型装置の効率改善 駆動機器・圧縮機構組合せの最適選択・設計技術	
	加熱・乾燥での効率向上	工業用加熱手段の改善技術	酸素富化燃焼技術のための酸素分離手法 メタルニットバーナ等の表面燃焼技術	
		水分の除去・分離・再生・処理技術の改良	機械的分離技術 フリーズドライ技術	
	冷熱利用に関する省エネルギー	産業用(食品等)冷凍応用での省エネルギー	冷熱有効利用の食品加工装置技術 自然冷媒冷凍技術 新冷凍サイクル技術 -50 以下の蓄熱材技術 冷凍・冷蔵機器システム改良 フリーズドライ技術	
			熱の有効利用技術	低温排熱利用冷熱源機器 高効率熱電変換素子 高性能断熱材 熱の蓄積素材及び輸送技術 排熱回収機器の高効率化、排熱回収比率増大技術
				熱・エネルギー有効利用に資するシステム技術

表3.5 に省エネルギーニーズの新たな体系案と現在の体系とを比較して示す。

この見直した技術体系にもとづき、省エネルギーニーズに対応した技術開発課題を検討した。

表3.6～表3.13に現在の省エネルギー技術戦略における技術階層と今回の見直しによる新たな技術階層案を比較して示す。

省エネルギー技術は、多くの技術開発プロジェクトを包含した技術群であり、これら技術群を概観するためには何らかのグルーピングを行う必要がある。

現在の省エネルギー技術戦略においては、技術ニーズに立脚した戦略にするため、各部門の技術ニーズを整理し、これを解決するための技術項目、さらにその技術項目を実現するための技術開発課題を示すという技術階層となっている。この技術階層の整理の仕方は、今後の省エネルギー技術開発の主要な柱を決めることであり大変重要である。

今回検討した技術階層案は、現在の省エネルギー技術戦略の技術階層を踏襲し、技術ニーズ（大項目）、技術ニーズに対応する技術項目（中項目）、技術項目を解決する技術開発課題（小項目）およびその下層に技術開発課題に対応する具体的な技術名という技術階層とした。

今回、見直した主な項目は、次のとおり。

部門	今回見直した技術階層案	現在の技術戦略における技術階層
家庭	2030 年を展望すると家庭内待機電力問題は解決されているべき課題であり、新たに家庭用機器を設け、これに入れた。	2010 年までにおいて、照明等、充電器等の待機電力は喫緊の重要課題であり大項目としている。
業務	業務部門においても照明技術開発は重要であり、家庭部門とともに主要な柱として採り上げた。	照明技術の開発は家庭部門にまとめているので、照明技術だけを柱として採り上げていない。
	家庭部門にならい、窓、屋根・壁、換気技術を採用上げた。	建物関連で、断熱、通気、躯体蓄熱は熱管理技術としてまとめている。
	2030 年を展望すると情報技術は重要な技術であり、この基盤となる光通信技術を採用上げた。	光通信技術関連を採用上げていない。
運輸	ハイブリッド自動車、アイドリングストップは既存システムに位置付けた。	ハイブリッド自動車は新型動力システムに位置付けている。
	物流とともに新たに交通システムを採用上げ、これに ITS 等の技術を入れた。	ITS 等を物流管理の高度化技術としている。
産業	2030 年を展望すると、産業構造を変える新しい製造技術を実現する必要がある。生産性向上、加工装置の改善を含む製造工程の高効率化技術を新たな柱として採り入れた。	2010 年に向けて既存製造設備の省エネルギー技術に重点を置いている。
	電力転換部門の優秀な技術は産業部門にも採用すべきであり、電力転換部門を想定した電力機器を採用上げた。	電力転換部門は対象としていない。

表 3.5 省エネルギーニーズの新たな体系案と現在の体系との比較

新たな体系案

現在の体系

部門		省エネルギーニーズ
民生部門	家庭分野	冷暖房、給湯等の熱利用の効率化
		建物の省エネルギー
		家庭用機器の省エネルギー
		家庭内のエネルギー管理
	業務分野	熱源・熱搬送設備等の省エネルギー
		照明の省エネルギー
		オンサイト分散型電源・蓄電蓄熱の省エネルギー
		ビルのエネルギー管理
		建物の省エネルギー
		情報化対応の省エネルギー
運輸部門	既存の動力システムを搭載した自動車の改良	
	新型動力システムを搭載した自動車の導入と普及	
	物流の効率化・交通システムの高度化	
	その他運輸	
産業部門	製造工程の高効率化	
	固定エネルギー消費の削減 (非稼働時エネルギー削減)	
	蒸気利用に関する効率化	
	加熱及び乾燥での効率向上	
	冷熱利用に関する省エネルギー	
	熱の有効利用	
	電気機器の省エネルギー	
	電力機器の省エネルギー	

部門		省エネルギーニーズ
民生部門	家庭分野	冷暖房、給湯等の熱利用の効率化
		建物における省エネルギー対策
		照明その他の電力機器の省エネルギー
		家庭内エネルギー管理新技術の開発 充電器・アダプター等での待機時消費電力削減
	業務分野	設備機器本体(ビル動力)の省エネルギー
		オンサイト分散型電源・蓄電蓄熱技術
		空調・照明のエネルギー管理
		建物構造による省エネルギー
		情報化対応の省エネルギー
運輸部門	既存の動力システムを搭載した自動車の改良	
	新型動力システムを搭載した自動車の導入と普及	
	新燃料の導入と普及	
	物流の効率化・交通システムの高度化	
産業部門	固定エネルギー消費の削減	
	蒸気利用に関する効率化	
	加熱・乾燥での効率向上	
	冷熱利用に関する省エネルギー	
	熱の有効利用 電動機・パワーエレクトロニクス応用における省エネルギー	

表 3.6 新たな技術階層案と現在の技術階層との比較
(民生部門家庭分野 その1)

新たな技術階層案				現在の技術階層				
部門	ニーズ	技術項目	技術開発課題	ニーズ	技術項目	技術開発課題		
民生部門 家庭分野 (その1)	冷暖房、給湯等の熱利用の効率化	冷暖房・給湯技術の改良	マルチヒートポンプ	冷暖房、給湯等の熱利用の効率化	冷暖房・給湯技術の改良	マルチヒートポンプ		
			寒冷地用ヒートポンプ			寒冷地用ヒートポンプ		
			タスク・アンビエント暖房技術			家庭用タスク・アンビエント暖房技術		
			エアコン除湿モードの改善			エアコン除湿モードの改善		
			家庭用吸着式冷房技術			家庭用吸着式冷房技術		
			家庭用給湯暖房最適化技術			家庭用給湯暖房最適化技術		
			真空断熱温水蓄熱技術			真空断熱温水蓄熱技術		
			過冷却蓄熱床暖房			過冷却蓄熱床暖房		
			地中熱利用ヒートポンプ技術			地中熱利用ヒートポンプ技術		
			家庭での新導入機器技術			家庭用コージェネレーションシステム(燃料電池等) 家庭用電力貯蔵	家庭での新導入機器技術	家庭用高効率マイクロコージェネレーション(燃料電池等) 家庭用給湯暖房最適化技術 家庭用電力貯蔵
	建物の省エネルギー	窓(開口部)対策	高断熱・耐火窓フレーム材料	建物における省エネルギー対策	開口部対策	高断熱・耐火窓フレーム材料		
			低熱進入窓低コスト化技術			低熱進入窓低コスト化技術		
			屋根・壁等(非開口部)対策			低コストで簡易な断熱施工	断熱技術	低コストで簡易な断熱施工
						高規格断熱技術の低コスト化		業務用高規格断熱技術の低廉化
						熱整流壁技術		
		換気・室内環境調和技術	高反射・保水性外壁		換気・室内環境調整技術	高反射・保水性外壁		
			光触媒利用クリーン住宅			エアサイクル住宅		
			エアサイクル住宅			全熱交換器付き換気技術		
			全熱交換器付き換気技術			通風制御機能付き窓		
			通風制御機能付き窓			ヒートパイプ利用排熱技術		
ヒートパイプ利用排熱技術	総合的システム設計・運用技術	総合的システム設計・運用技術						

表 3.7 新たな技術階層案と現在の技術階層との比較
(民生部門家庭分野 その2)

新たな技術階層案				現在の技術階層				
部門	ニーズ	技術項目	技術開発課題	ニーズ	技術項目	技術開発課題		
民生部門 家庭分野(その2)	家庭用機器の省エネルギー	家庭用機器の改善技術	高効率照明	照明その他の電力機器の省エネルギー	家庭用機器の改善技術	低電力消費LED・LD照明 ¹⁾		
			ディスプレイの省エネルギー技術			ディスプレイの省エネルギー技術		
			家電製品等の省エネルギー技術			家電製品の省エネルギー技術		
		充電用アダプター・組み込み電源の省エネルギー技術	省エネルギー組み込み電源技術					
		低損失アダプター						
		アダプター一次側スイッチングオフ技術 変換デバイスの低損失化技術						
	家庭内のエネルギー管理	HEMSによるエネルギー管理技術の高度化	一般向け自己診断ソフト	家庭内エネルギー管理新技術の開発	HEMSによるエネルギー管理技術の高度化	一般向け自己診断ソフト		
			住宅需要予測による空調最適化			住宅需要予測による空調最適化		
			冷暖房温度適正設定の自動化・遠隔操作			冷暖房温度適正設定の自動化・遠隔操作		
		エネルギー管理に必要な計量技術の確立・標準化	エネルギー管理に必要な計量技術の確立・標準化					
		省エネルギーと快適性を追求した住環境制御システム	パッシブな環境技術と融合させた空調・家電制御システム			省エネルギーと快適性を追求した住環境制御システム	省エネルギーと快適性を追求した住環境制御システム	パッシブな環境技術と融合させた空調・家電制御システム
			家庭内エレベータ等バリアフリー機器の省エネルギー管理					家庭内エレベータ等バリアフリー機器の省エネルギー管理
音声認識などの制御システムのインターフェイス技術	音声認識などの制御システムのインターフェイス技術							

表 3.8 新たな技術階層案と現在の技術階層との比較
(民生部門業務分野 その1)

新たな技術階層案				現在の技術階層				
部門	ニーズ	技術項目	技術開発課題	ニーズ	技術項目	技術開発課題		
民生部門 業務分野(その1)	熱源・熱搬送設備等の省エネルギー	ファン・フロア、コンプレッサーでの省エネルギー技術	小型ファン・フロア・ポンプなどの装置の効率改善	設備機器本体の省エネルギー	ファン・フロア、コンプレッサーでの省エネルギー技術	小型ファン・フロア・ポンプなどの装置の効率改善		
			駆動機器と圧縮機構の組合せの最適設計技術			駆動機器と圧縮機構の組合せの最適設計技術		
			給排水、温冷水ポンプの省エネルギー技術			ポンプの回転数制御技術 循環系などの最適設計技術 大温度差水搬送技術	給排水、温冷水ポンプの省エネルギー技術	ポンプの回転数制御技術 循環系などの最適設計技術 大温度差水搬送技術
		大型冷凍機器の高効率化	圧縮式冷凍技術の効率化 吸収式冷凍技術の効率化		冷凍機器の更なる高効率化	圧縮式冷凍技術の効率化 吸収式冷凍技術の効率化		
		搬送設備の省エネルギー技術	エレベータの蓄電利用回生エネルギー有効利用技術 搬送機器の最適制御技術		搬送設備の省エネルギー技術	エレベータの蓄電利用回生エネルギー有効利用技術 搬送機器の最適制御技術		
		配電設備の省エネルギー技術	低損失配電					
		照明の省エネルギー	高効率照明		蛍光灯の高効率化 低電力消費LED、EL照明 ¹⁾			
		オンサイト分散型電源・蓄電蓄熱の省エネルギー	分散型電源利用効率の向上		原動機発電の効率化技術	オンサイト分散型電源・蓄電蓄熱技術	分散型電源利用効率の向上	原動機発電の効率化技術
					排熱回収技術の効率化技術			排熱回収技術の効率化技術
	高温燃料電池による高性能CHP ²⁾ システム			高温燃料電池による高性能CHPシステム				
	高温燃料電池による分散型コンバインド発電			高温燃料電池による分散型コンバインド発電				
	エネルギー貯蔵技術		エネルギー貯蔵技術	電池性能の改善	電池性能の改善			
				ビル用電池電力貯蔵システム技術 ビル用蓄熱技術 双方向性燃料電池技術の開発	ビル用電池電力貯蔵システム技術 ビル用蓄熱技術 双方向性燃料電池技術の開発			

表 3.9 新たな技術階層案と現在の技術階層との比較
(民生部門業務分野 その2)

部門	新たな技術階層案			現在の技術階層		
	ニーズ	技術項目	技術開発課題	ニーズ	技術項目	技術開発課題
民生部門 業務分野(その2)	ビルのエネルギー管理	BEMSによるエネルギー管理技術の高度化	BEMS用の計測、センシング技術	空調・照明のエネルギー管理	BEMSによるエネルギー管理技術の高度化	BEMS用の計測、センシング技術
			BEMS用ビル内外通信技術			BEMS用ビル内外通信技術
			BEMS分析用データベース			BEMS分析用データベース
			BEMS用マネージメントソフト			BEMS用マネージメントソフト
			BEMS制御対応への機器の改良			BEMS制御対応への機器の改良
			ビル群の一括管理システム			ビル群の一括管理システム
		空調技術の高度化	熱発生機器の適正配置評価による熱負荷低減技術		空調設計技術の高度化	熱発生機器の適正配置評価による熱負荷低減技術
			排熱対策空調技術		排熱対策空調技術	
			タスク・アンビエント空調技術		タスク・アンビエント空調技術	
			空調システムの評価技術		空調システムの評価技術	
			簡易な省エネルギー自己診断技術		簡易な省エネルギー自己診断技術	
			計測機器の簡易・低コスト化技術		計測機器の簡易・低コスト化技術	
	建物の省エネルギー	窓(開口部)対策	高遮熱・断熱窓技術	建物構造による省エネルギー	建物による熱管理技術	高遮熱・断熱窓技術
			開口部変更に伴う省エネルギー評価技術			自然通風機能確保技術
			屋根・壁等(非開口部)対策			遮熱・断熱性能向上のための施工技術
		換気・室内環境調和技術	躯体蓄熱技術			躯体蓄熱技術
			自然通風機能確保技術			熱負荷のシミュレーション技術
			換気、空調の総合的システム			換気、空調の総合的システム設計技術
情報化対応の省エネルギー	情報系機器への高信頼度電力供給技術	データコム装置の直流給電技術	情報化対応の省エネルギー	情報系機器への高信頼度電力供給技術	データコム装置の直流給電技術	
		常時商用電源接続型UPS ¹⁾ のための半導体スイッチ技術			常時商用電源接続型UPSのための半導体スイッチ技術	
		デバイスの消費電力削減技術			デバイスの消費電力削減技術	
	通信における省エネルギー技術	光通信技術等の省エネルギー				
		BEMS制御対応への機器の改良				

表 3.10 新たな技術階層案と現在の技術階層との比較
(運輸部門 その1)

新たな技術階層案				現在の技術階層			
部門	ニーズ	技術項目	技術開発課題	ニーズ	技術項目	技術開発課題	
運輸部門 (その1)	既存の動力システムを搭載した自動車の改良	エンジン及び関連技術	希薄燃焼方式、筒内直噴ガソリンエンジンの改良	既存の動力システムを搭載した自動車の改良	エンジン改良技術	希薄燃焼方式、筒内直噴ガソリンエンジンの改良	
			ディーゼルエンジンの改良			ディーゼルエンジンの改良	
			排気再循環燃焼 (EGR ¹⁾) 技術			排気再循環燃焼 (EGR) 技術	
			予混合圧縮自己着火燃焼 (HCCI ²⁾) 技術				
			ディーゼルエンジン用触媒、フィルター				
		自動車の車体技術	車体軽量化のための新材料		自動車の車体技術	車体軽量化のための新材料	
			軽量化新構造の技術		軽量化新構造の技術	軽量化新構造の技術	
			トラックの走行抵抗低減等の空気力学的改善		トラックの走行抵抗低減等の空気力学的改善	トラックの走行抵抗低減等の空気力学的改善	
			タイヤ等のころがり抵抗の改善技術		タイヤ等の接地抵抗の改善技術	タイヤ等の接地抵抗の改善技術	
			変速技術の効率化		自動車の基盤的効率化技術	トライボロジー技術の応用	
	自動車のロス低減技術	補機類電動システムへの移行	補機類電動システムへの移行	エンジン排熱利用高効率熱電変換素子技術			
		4.2V化	4.2V化	ディーゼルエンジン用触媒			
		統合型エネルギー変換機	統合型エネルギー変換機	変速技術の効率化			
		電子スロットルによる加速最適化、速度自動調整	電子スロットルによる加速最適化、速度自動調整	電動システムへの移行			
		アイドリングストップ技術	アイドリングストップ技術	4.2V化			
		エンジン排熱利用車載システムの開発	エンジン排熱利用車載システムの開発	統合型エネルギー変換機			
		トライボロジー技術の応用	トライボロジー技術の応用				
		ハイブリッド自動車	ディーゼルハイブリッドシステム				
新型動力システムを搭載した自動車の導入と普及			ディーゼルハイブリッドシステム				
			アイドリングストップ技術				
	クリーンエネルギー自動車技術	燃料電池自動車	クリーンエネルギー自動車技術	自動車用燃料電池			
		電気自動車及び蓄電技術	電気自動車及び蓄電技術	蓄電デバイス・パワーデバイスの性能向上			
		天然ガス自動車の改良	天然ガス自動車の改良	天然ガス自動車の改良			
		フライホイール技術の応用					
クリーン燃料対応化技術	DME ³⁾ 、GTL ⁴⁾ 、CNG ⁵⁾ の開発・普及	DME ³⁾ 、GTL ⁴⁾ 、CNG ⁵⁾ の開発・普及	軽油の低硫黄化技術の高度化				
	クリーン燃料に対応するエンジン技術	クリーン燃料に対応するエンジン技術	新燃料に対応するエンジン技術				
			新燃料の導入と普及	クリーン燃料技術	軽油の低硫黄化技術の高度化	新燃料に対応するエンジン技術	

表 3.11 新たな技術階層案と現在の技術階層との比較
(運輸部門 その2)

新たな技術階層案				現在の技術階層			
部門	ニーズ	技術項目	技術開発課題	ニーズ	技術項目	技術開発課題	
運輸部門 (その2)	物流の効率化・交通システムの高度化	物流の高度化技術	高度情報技術利用荷物管理	物流の効率化・交通システムの高度化	物流管理の高度化	高度情報技術利用荷物管理	
			車載冷凍システム等の効率化			エンジン排熱利用車載システムの開発	
		交通システムの高度化技術	ITS高度利用のための自動車側端末技術			車載冷凍システム等の効率化	
	交通量シミュレーション、信号群制御などのソフトウェア技術		ITS高度利用のための自動車側端末技術				
軽量軌道公共交通機関	交通量シミュレーション、信号群制御などのソフトウェア技術						
その他運輸	航空機	航空エンジン					

表 3.12 新たな技術階層案と現在の技術階層との比較
(産業部門 その1)

新たな技術階層案			現在の技術階層			
部門	ニーズ	技術項目	技術開発課題			
産業部門 (その1)	製造工程の高効率化	生産性向上技術	新製造技術			
			超臨界流体利用装置			
		加工装置の改善	工作機械			
	レーザー加工装置					
	固定エネルギー消費の削減 (非稼働時エネルギー削減)	クリーンルームの省エネルギー技術	クリーンルーム内熱カスケード利用技術		クリーンルーム内熱カスケード利用技術	
			クリーンルーム内空調の効率化			クリーンルーム内空調の効率化
			クリーンルーム外への効率的熱排出技術			
		高圧空気系統の省エネルギー技術	コンプレッサー効率改善		分散型コンプレッサー	
			分散型コンプレッサー			
			低圧空気で駆動する圧縮空気駆動機器		低圧空気で駆動する圧縮空気駆動機器	
			高温吐出空気利用機器		高温吐出空気利用機器	
			高品質コンプレッサー		高品質コンプレッサー	
	蒸気利用に関する効率化	蒸気系統の省エネルギー技術	蒸気系装置の改善技術		蒸気系装置の改善技術	
			蒸気モーター等の蒸気駆動機器		蒸気モーター等の蒸気駆動機器	
			高性能ボイラーの開発		高負荷追従ボイラーの開発	
			蒸気等熱循環の監視技術と最適運用技術の開発		蒸気等熱循環の監視技術と最適運用技術の開発	
	加熱及び乾燥での効率向上	工業用加熱手段の改善技術	燃焼加熱装置の改善		酸素富化燃焼技術のための酸素分離手法	
			加熱炉の改善			メタルニットバーナ等の表面燃焼技術
水分の除去・分離・再生・処理技術の改良		機械的分離技術		機械的分離技術		
			フリーズドライ技術		フリーズドライ技術	
冷熱利用に関する省エネルギー	産業用冷凍技術	自然冷媒冷凍技術		冷熱有効利用の食品加工装置技術		
		新冷凍サイクル技術			自然冷媒冷凍技術	
		-50 以下の蓄熱材技術				
		冷凍・冷蔵機器システムの改良				
	産業用冷凍応用技術	冷熱有効利用の食品加工装置技術		新冷凍サイクル技術		
フリーズドライ技術		-50 以下の蓄熱材技術				
		冷凍・冷蔵機器システム改良		冷凍・冷蔵機器システム改良		
		フリーズドライ技術		フリーズドライ技術		

表 3.13 新たな技術階層案と現在の技術階層との比較
(産業部門 その2)

新たな技術階層案				現在の技術階層			
部門	ニーズ	技術項目	技術開発課題	ニーズ	技術項目	技術開発課題	
産業部門 (その2)	熱の有効利用	熱の有効利用技術	低温排熱利用冷熱源機器	熱の有効利用	熱の有効利用技術	低温排熱利用冷熱源機器	
			コージェネレーションシステム			高効率熱電変換素子	
			高効率熱電変換素子			高性能断熱材	
			高性能断熱材			熱の蓄積素材及び輸送技術	
			熱の蓄熱材料及び輸送技術			排熱回収機器の高効率化、排熱回収比率増大技術	
			排熱回収機器の高効率化、排熱回収比率増大技術			排熱利用転換技術	
	熱・エネルギー有効利用に資するシステム技術	熱・エネルギー有効利用に資するシステム技術	ピンチテクノロジー技術	熱・エネルギー有効利用に資するシステム技術	熱・エネルギー有効利用に資するシステム技術	ピンチテクノロジー技術	
			化学的蓄熱などのコ・プロダクション要素技術			化学的蓄熱などのコ・プロダクション(物質併産)要素技術	
			エクセルギー有効利用技術			エクセルギー解析技術	
			エクセルギー有効利用技術			エクセルギー解析技術	
	電気機器の省エネルギー	電動機の省エネルギー技術	電動機設計技術の改善	電動機・パワーエレクトロニクス応用における省エネルギー	電動機の省エネルギー	電動機設計技術の改善	
			電動機低損失化技術			電動機低損失化技術	
			油圧・空圧機器を代替する電動機駆動技術			油圧・空圧機器を代替する電動機駆動技術	
			メカトロニクス用小型電動機の効率改善			メカトロニクス用小型電動機の効率改善	
			電動機駆動システムへのパワーエレクトロニクス利用			電動機駆動システムへのパワーエレクトロニクス利用	
			電動機駆動システムへのパワーエレクトロニクス利用			電動機駆動システムへのパワーエレクトロニクス利用	
電動ファン・プロア、コンプレッサーの省エネルギー技術	電動ファン・プロア、コンプレッサーの省エネルギー技術	小型装置の効率改善	電動ファン・プロア、コンプレッサーでの省エネルギー技術	電動ファン・プロア、コンプレッサーの省エネルギー技術	小型装置の効率改善		
		駆動機器・圧縮機構組合せの最適選択・設計技術			駆動機器・圧縮機構組合せの最適選択・設計技術		
		シリコン・パワーエレクトロニクス素子改良			シリコン・パワーエレクトロニクス素子改良		
		シリコン・パワーエレクトロニクス素子改良			シリコン・パワーエレクトロニクス素子改良		
パワーエレクトロニクス技術	パワーエレクトロニクス技術	省エネルギー型変換回路・制御技術	パワーエレクトロニクス技術	パワーエレクトロニクス技術	省エネルギー型変換回路・制御技術		
		SiC等低損失素子の開発			SiC等低損失素子の開発		
		低損失素子用回路・制御技術					
		低損失素子用回路・制御技術					
電力機器の省エネルギー	送配電機器の改善	高効率変圧器	電力機器の省エネルギー	送配電機器の改善	高効率変圧器		
		超電導機器			超電導機器		
		発電機器の改善			発電機器の改善		
		ガスタービン			ガスタービン		

3.4 重点技術開発課題案

2010年および2030年において、特に大幅なエネルギー効率の改善が見込まれる有望な省エネルギー技術を、重点技術開発課題として抽出した。抽出に当たっては、省エネルギー技術開発プログラムの各プロジェクトの技術ポテンシャルについても勘案した。

表3.14～表3.21に2010年および2030年を展望した重点技術開発課題を示す。

3.4.1 民生部門（家庭）

冷暖房、給湯技術に関しては、冷暖房用および給湯用のヒートポンプ技術の高効率化が重要である。また、ガスエンジン給湯器の小型化、潜熱回収型給湯器の低コスト化等に関する開発が重要である。

換気排熱を回収する住宅用暖冷房システム、CO₂冷媒ヒートポンプ、地中熱利用ヒートポンプ等の高効率化、低コスト化等の技術課題がある。また、これを支える技術として高性能、高機能真空断熱材の開発、温水蓄熱技術等を重点的に開発する必要がある。

建物の窓（開口部）技術に関しては、積層ガラス窓の低コスト化技術開発が重要であり、また、コスト高ではあるが技術的には完成に近い技術であり、ユーザメリットを分かりやすく示した広報・普及施策が重要と考えられる。

住宅に関しては、断熱施工の低コスト化、光触媒利用住宅、エアサイクル住宅等の高气密、高断熱住宅の低コスト化、普及が重要である。住宅施工において部材・部品の標準化、管理技術の高度化による性能保証、低コスト化等、従来の施工法に替わる近代的な住宅工法の開発が必要である。

高効率照明に関しては、LED照明¹⁾の高効率化や有機EL照明²⁾の開発とともに、Hf蛍光灯³⁾の高効率化・普及が重要である。現状のHf蛍光灯の平均光束71lm/Wから126lm/W程度のHf蛍光灯を開発する必要がある。照明においては全体照明による作業面の平均照度を低減し、作業面には局部照明するという手法があり大きな省エネ効果がある。このためにはライフスタイルの変更が重要であり、効果的な広報が必要である。

ディスプレイ技術に関しては、家庭においてもIT化⁴⁾が進み、各種表示機器が普及すると考えられ、次世代省エネ型ディスプレイ技術の開発が重要である。

HEMS⁵⁾に関しては、単純な家庭用エネルギー消費量の表示機能から将来的には家庭内機器を制御し省エネを進めるような技術や、人との情報交換により省エネ意識を改善しライフスタイルの変さらにつながるような機器の技術開発が望まれる。

1) LED Light Emitted Diode 発光ダイオード

2) EL Electro Luminescence エレクトロルミネセンス

3) Hf High Frequency 高周波

4) IT Information Technology 情報技術

5) HEMS Home Energy Management System 家庭用ホームエネルギーマネジメントシステム

3.4.2 民生部門（業務）

大型冷凍機器の高効率化に関しては、空調用小型吸収冷凍機、三重効用高性能吸収式冷温水機等の高効率化が重要である。

分散型電源に関しては、天然ガスコージェネや将来的には高温型燃料電池の高効率化が重要である。分散電源の運用上の問題点は、一般的に熱需要先が少なく熱利用が進まないこと、稼働率が上がらないことである。それぞれの分散電源を電力貯蔵、熱貯蔵を含むエネルギーネットワークに接続し上記問題点を解決するローカルエネルギーネットワークの構築が重要である。

BEMS¹⁾に関しては、単一ビルのエネルギー管理を行うものから、将来的にはビル群およびこれらを含むローカルエネルギーネットワークのエネルギーを制御し省エネを進める技術開発が重要である。

通信における省エネルギー技術に関しては、将来の IT 社会を支える光通信技術の省エネルギー化が重要である。次世代光通信用レーザの開発、これを利用した光通信回路開発および情報通信機器の省エネルギー基盤技術の研究開発が必要である。

3.4.3 運輸部門

既存エンジン技術に関しては、希薄燃焼、排気再循環燃焼、高圧縮比化および自己着火エンジンの開発による高効率化が重要である。将来的にはクリーン燃料に対応したこれら技術を総合化した新型融合エンジンの開発が期待される。

車体の軽量化技術に関しては、高張力鋼、AI 系、カーボン系およびこれらとの複合材料を用いた自動車軽量化技術が重要である。また、走行抵抗を軽減するためのトライボロジー技術の研究開発が必要である。

将来の乗用車は上記新型融合エンジンと電動機とのハイブリッド乗用車になるものと思われる。車体の軽量化が進んだ上記ハイブリッド乗用車は現行の燃費 35km/L から、50km/L 程度に、また、小型車については 100km/L 程度の燃費が期待される。

また、長期的には、船舶輸送等をも含んだ交通システムの高度化や、炭酸ガスの分散的発生を抑制する観点から水素化社会の実現が期待されており、水素を燃料とする燃料電池車の開発、社会のインフラ整備等が重要である。

3.4.4 産業部門

製造工程の高効率化に関しては、主要産業分野における生産性向上のための新製造プロセスの開発、実用化が重要である。スラブ鋳片電磁鋳造技術、金属ダスト回生技術、重質残渣類再資源化技術、二酸化炭素固定化技術、プラスチック製品製造技術等各産業分野を代表する新たな製造技術開発が必要である。これら技術開発により新たな産業構造が構築されることが期待される。

熱の有効利用に関しては、高効率コージェネレーションシステムの研究開発が重要である。高効率天然ガスエンジンシステム、高温燃料電池システム、高効率熱電変換シス

¹⁾ BEMS Building Energy Management System 業務用ビルエネルギーマネジメントシステム

テムおよびこれらを支える耐酸・耐食性先進熱交換器の開発が重要である。

熱・エネルギー有効利用システム技術に関しては、隣接事業者間における熱利用を目的としたエネルギー統合回収技術から将来的には、生成物を相互に利用する熱・物質有効利用統合技術開発が重要である。上記高効率コージェネレーションシステムの問題点は電力需要と熱需要のミスマッチによる稼働率の低下にある。この熱および物質相互利用システムは高効率コージェネレーションシステムの問題点を解決し得る1手段であり重要な開発課題である。

パワーエレクトロニクス技術に関しては、家庭、業務、運輸、産業の各部門にまたがる横断的な技術であり、その波及効果は大きい。既存のシリコン系パワーエレクトロニクス技術とともにシリコンカーバイドに代表される耐高温、超高速素子開発とともにその回路技術、システム化技術が重要である。

また、高度情報化社会を担うMIRAIプロジェクト等に代表されるSi半導体に関わる極細加工技術、回路技術開発等が重要である。

送配電機器の改善に関しては、将来的には超伝導技術が重要である。将来経済性のある超伝導システムが開発されれば、パワーエレクトロニクス技術の進展とともに長距離直流送電、超伝導発電機・変圧器、超伝導蓄電システム、超伝導鉄道、超伝導カー等の夢を描くことができる。

表 3.14 2010年および2030年を展望した重点技術開発課題
(民生部門家庭分野 その1)

現在の省エネルギー技術戦略をベースとした技術開発課題			重点技術開発課題案(今回抽出分)				
部門	省エネルギーニーズ	技術項目	技術開発課題 (現在の戦略の課題ベース)	重点技術開発課題案 (一般名)	重点技術開発課題案(今回抽出分) 2010年、2030年のキーワード等		
民生部門 家庭分野(その1)	冷暖房、給湯等の熱利用の効率化	冷暖房・給湯技術の改良	マルチヒートポンプ	低コストヒートポンプ技術(マルチヒートポンプ)	ヒートポンプ技術を用いた換気排熱回収寒冷地住宅用暖冷房システム CO2冷媒ヒートポンプの小型化、低コスト化等		
			寒冷地用ヒートポンプ	低コストヒートポンプ技術(寒冷地用ヒートポンプ)	寒冷地対応高効率ヒートポンプ給湯機の実証研究		
			タスク・アンビエント暖房技術				
			エアコン除湿モードの改善	除湿空調技術	除湿による空調の省エネ(家庭用)		
			家庭用吸着式冷房技術				
			家庭用給湯暖房最適化技術	潜熱回収型給湯器の低コスト化	潜熱回収型給湯器の低コスト化等に関する技術開発		
			真空断熱温水蓄熱技術	真空断熱技術	高性能、高機能真空断熱材の研究開発 高性能高機能真空断熱による温水蓄熱技術 ナノ複合構造制御による省エネルギー対応型高機能・超低熱伝導断熱材料の開発		
			過冷却蓄熱床暖房	蓄熱技術	過冷却蓄熱による床暖房システムの研究開発		
			地中熱利用ヒートポンプ技術	地熱利用ヒートポンプ技術	地中杭を利用した冷暖房システム		
			家庭用コージェネレーションシステム(燃料電池等)	家庭用コージェネレーションシステム	ガスエンジン給湯器の小型化、施工簡易化等に関する研究開発		
			家庭用電力貯蔵	蓄電池の低コスト化	家庭用高効率マイクロコージェネレーション(燃料電池等) 高性能・低価格型蓄電池の製造技術開発		
			建物の省エネルギー	窓(開口部)対策	高断熱・耐火窓フレーム材料	断熱・遮光窓構造の開発	開口部における断熱技術 木質サッシ
					低熱進入窓低コスト化技術	調光窓ガラス技術	調光ミラーガラス 自律型調光ガラス
					低コストで簡易な断熱施工	断熱施工の低コスト化	断熱施工の低コスト化及び簡素化技術
	屋根・壁等(非開口部)対策	高規格断熱技術の低コスト化		断熱住宅	住宅仕様の簡素化 高性能断熱素材(断熱性・適応性に優れた素材)		
		熱整流壁技術					
		高反射・保水性外壁					
		光触媒利用クリーン住宅		光触媒利用住宅	保水性塗料/建材による室内環境改善技術 光触媒利用高機能住宅用部材プロジェクト		
	換気・室内環境調和技術	エアサイクル住宅		エアサイクル住宅	エアサイクル住宅(建物における省エネルギー技術) 省エネ換気システムのためのVOCセンサー インテリジェント調湿材料		
		全熱交換器付き換気技術					
		通風制御機能付き窓					
		ヒートパイプ利用排熱技術					
		総合的システム設計・運用技術					

表 3.15 2010年および2030年を展望した重点技術開発課題
(民生部門家庭分野 その2)

現在の省エネルギー技術戦略をベースとした技術開発課題			重点技術開発課題案(今回抽出分)			
部門	省エネルギーニーズ	技術項目	技術開発課題 (現在の戦略の課題ベース)	重点技術開発課題案 (一般名)	2010年、2030年のキーワード等	
民生部門	家庭用機器の省エネルギー	家庭用機器の改善技術	高効率照明	高効率照明	照明の高性能化・照明システムの高性能化	
			ディスプレイの省エネルギー技術	次世代省エネ型ディスプレイ技術	次世代省エネ型ディスプレイ技術 高機能化システムディスプレイプラットフォーム技術開発 高効率有機デバイス技術の開発 高分子有機EL発光材料プロジェクト 省エネ型次世代PDPプロジェクト カーボンナノチューブFFDプロジェクト	
		充電用アダプター・組み込み電源の省エネルギー技術	家電製品等の省エネルギー技術			
			省エネルギー組み込み電源技術			
	家庭内のエネルギー管理	HEMSによるエネルギー管理技術の高度化	低損失アダプター			
			アダプター二次側スイッチングオフ技術			
			変換デバイスの低損失化技術			
		省エネルギーと快適性を追求した住環境制御システム	一般向け自己診断ソフト	HEMS	HEMS(家庭用エネルギー・マネジメントシステム) エネルギー管理に必要な計量技術の確立・標準化 デジタル情報機器相互運用基盤プロジェクト(HEMS等)	
			住宅需要予測による空調最適化			
			冷暖房温度適正設定の自動化・遠隔操作	HEMS	冷暖房温度適正設定の自動化・遠隔操作 パッシブな環境技術と融合させた空調・家電制御システム	
	エネルギー管理に必要な計量技術の確立・標準化					
	パッシブな環境技術と融合させた空調・家電制御システム					
	家庭内エレベータ等バリアフリー機器の省エネルギー管理					
	音声認識などの制御システムのインターフェイス技術					

表 3.16 2010年および2030年を展望した重点技術開発課題
(民生部門業務分野 その1)

現在の省エネルギー技術戦略をベースとした技術開発課題			重点技術開発課題案(今回抽出分)		
部門	省エネルギーニーズ	技術項目	技術開発課題 (現在の戦略の課題ベース)	重点技術開発課題案 (一般名)	2010年、2030年のキーワード等
民生部門 業務分野(その1)	熱源・熱搬送設備等の省エネルギー	ファン・プロア、コンプレッサーでの省エネルギー技術	小型ファン・プロア・ポンプなどの装置の効率改善		
			駆動機器と圧縮機構の組合せの最適設計技術		
		給排水、温冷水ポンプの省エネルギー技術	ポンプの回転数制御技術		
			循環系などの最適設計技術		
		大型冷凍機器の高効率化	大温度差水搬送技術		
			圧縮式冷凍技術の効率化	除湿空調	除湿による空調の省エネ(業務用)
	搬送設備の省エネルギー技術	吸収式冷凍技術の効率化	業務用ヒートポンプ技術	HP給湯器(民生業務:石油・ガス部分) 空調用HP(業務:ガス、石油分) スーパーヒートポンプ	
		エレベータの蓄電利用回生エネルギー有効利用技術	吸収式冷凍技術	分散電源排熱を利用したオフィスビル対応型小型吸収冷凍機の研究開発 三重効用高性能吸収式冷温水機の開発	
	配電設備の省エネルギー技術	搬送機器の最適制御技術			
		低損失配電	直流給電技術	直流給配電(一般事務所ビル) 直流給配電(データセンタ)	
	照明の省エネルギー	高効率照明	蛍光灯の高効率化	高効率照明	照明の高性能化・照明システムの高性能化 蛍光材料 蓄光材料
			低電力消費LED、EL照明	LED、EL照明	照明の高効率化・発光材料の高性能化 高効率・高電流密度白色発光ダイオードの研究開発 LED/EL照明の高効率化・高性能化と適用工夫 照明用高効率有機EL材料の研究開発
	オンサイト分散型電源・蓄電蓄熱の省エネルギー	分散型電源利用効率の向上	原動機発電の効率化技術	ガスエンジン	高効率小型天然ガスコージェネ技術開発 超高効率天然ガスエンジン・コンバインドシステム技術開発
			排熱回収技術の効率化技術		
			高温燃料電池による高性能CHPシステム		
		エネルギー貯蔵技術	高温燃料電池による分散型コンバインド発電		
			エネルギーネットワーク	エネルギーネットワーク	エネルギーネットワーク
			電池性能の改善	業務用蓄電池	バックアップ用高出力有機ラジカル電池の研究開発 高信頼性・長寿命型蓄電器 新型有機熱電材料の研究開発
ビル用電池電力貯蔵システム技術	ビル用蓄熱技術	蓄熱技術	高性能蓄熱材料による熱搬送・利用システム 季節間蓄熱システム		
	双方向性燃料電池技術の開発				

表 3.17 2010年および2030年を展望した重点技術開発課題
(民生部門業務分野 その2)

現在の省エネルギー技術戦略をベースとした技術開発課題			重点技術開発課題案(今回抽出分)			
部門	省エネルギーニーズ	技術項目	技術開発課題 (現在の戦略の課題ベース)	重点技術開発課題案 (一般名)	2010年、2030年のキーワード等	
民生部門 業務分野(その2)	ビルのエネルギー管理	BEMSによるエネルギー管理技術の高度化	BEMS用の計測、センシング技術			
			BEMS用ビル内外通信技術			
			BEMS分析用データベース			
			BEMS用マネージメントソフト	BEMS	BEMS	
		空調技術の高度化	BEMS制御対応への機器の改良			
			ビル群の一括管理システム			
			熱発生機器の適正配置評価による熱負荷低減技術			
			排熱対策空調技術	タスク・アンビエント空調技術	自然換気併用オフィスにおける可搬型パーソナル空調	
	建物の省エネルギー	窓(開口部)対策	高遮熱・断熱窓技術			
			開口部変更に伴う省エネルギー評価技術			
		屋根・壁等(非開口部)対策	遮熱・断熱性能向上のための施工技術			
			躯体蓄熱技術			
		換気・室内環境調和技術	自然通風機能確保技術			
			換気、空調の総合的システム	ビル換気技術	全熱交換器付換気技術 コストパフォーマンスの高いユニット化多機能ダブルスキンの研究開発	
		情報化対応の省エネルギー	情報系機器への高信頼度電力供給技術	熱負荷のシミュレーション技術		
				データコム装置の直流給電技術		
	常時商用電源接続型UPSのための半導体スイッチ技術			デバイス技術	デバイス用高機能化ナノガラスプロジェクト(DVD等) 大容量光ストレージ技術の開発(DVD等) 半導体アプリケーションチッププロジェクト 超低消費電力PCデバイス技術 窒化物半導体を用いた低消費電力型高周波デバイスの開発	
	通信における省エネルギー技術		デバイスの消費電力削減技術	光通信技術等	次世代光通信用増幅器励起レーザーの研究開発 温度制御装置を必要としない光通信用半導体レーザーの研究開発 光通信用合波回路機能光源モジュールの研究開発 情報通信機器の省エネルギー基盤技術研究開発 フォトニックネットワーク技術の開発 次世代高速通信機器技術開発プロジェクト 低消費電力型超電導ネットワークデバイスの開発	
光通信技術等の省エネルギー						
BEMS制御対応への機器の改良						

表 3.18 2010年および2030年を展望した重点技術開発課題
(運輸部門)

現在の省エネルギー技術戦略をベースとした技術開発課題			重点技術開発課題案(今回抽出分)			
部門	省エネルギーニーズ	技術項目	技術開発課題 (現在の戦略の課題ベース)	重点技術開発課題案 (一般名)	2010年、2030年のキーワード等	
運輸部門	既存の動力システムを搭載した自動車の改良	エンジン及び関連技術	希薄燃焼方式、筒内直噴ガソリンエンジンの改良	ガソリンエンジンの高効率化	高圧縮比ガソリン燃焼方式の研究開発	
			ディーゼルエンジンの改良			
			排気再循環燃焼(EGR)技術			
			予混合圧縮自己着火燃焼(HCCI)技術	予混合圧縮技術	予混合圧縮自己着火燃焼による超低公害・高効率ディーゼルエンジンの研究開発	
		自動車の車体技術	車体軽量化のための新材料	車体軽量化技術		カーボンナノファイバー複合材料プロジェクト 自動車軽量化炭素繊維強化複合材料の研究開発 コアードビームによるキーホール内三次元エネルギー投入の最適化 アルミ熱交換器の低温接合技術の研究開発 環境調和型超微細粒鋼創製基盤技術開発(軽量化) 自動車軽量化のためのアルミニウム合金高度加工・形成技術
			軽量化新構造の技術	部品軽量化技術		自動車部品軽量化のためのマグネシウム合金鋳造技術
			トラックの走行抵抗低減等の空気力学的改善			
		自動車のロス低減技術	タイヤ等のごろがり抵抗の改善技術			
			変速技術の効率化			
			補機類電動システムへの移行			
	42V化					
	ハイブリッド自動車	統合型エネルギー変換機				
		電子スロットルによる加速最適化、速度自動調整				
		アイドリングストップ技術				
	新型動力システムを搭載した自動車の導入と普及	クリーンエネルギー自動車技術	燃料電池自動車	水素燃料電池自動車	高性能断熱材、スーパーインシュレーション	
			電気自動車及び蓄電技術	電気自動車	電気自動車 高効率パワーキャパシタとエネルギー貯蔵の研究開発 自動車用蓄電デバイス・パワーデバイスの性能向上	
クリーン燃料対応化技術		天然ガス自動車の改良				
		DME、GTL、CNGの開発・普及	DME	クリーン燃料の開発(DME)		
物流の効率化・交通システムの高度化	物流の高度化技術	高度情報技術利用荷物管理	ICタグ	ICタグ		
		車載冷凍システム等の効率化				
	交通システムの高度化技術	ITS高度利用のための自動車側端末技術				
その他運輸	航空機	交通量シミュレーション、信号群制御などのソフトウェア技術	信号灯	信号灯の高効率化・発光材料の高性能化		
		軽量軌道公共交通機関	軽量軌道公共交通機関	既存鉄道の利便性・快適性向上による自動車からの需要シフト		
		航空エンジン	航空エンジン	環境適応型小型航空機用エンジン研究開発		

表 3.19 2010年および2030年を展望した重点技術開発課題
(産業部門 その1)

現在の省エネルギー技術戦略をベースとした技術開発課題			重点技術開発課題案(今回抽出分)		
部門	省エネルギーニーズ	技術項目	技術開発課題 (現在の戦略の課題ベース)	重点技術開発課題案 (一般名)	2010年、2030年のキーワード等
産業部門 (その1)	製造工程の高効率化	生産性向上技術	新製造技術	省エネ型製造プロセス技術	高効率スラブ鋳片電磁鋳造技術の研究開発 省エネルギー型金属ダスト回生技術の実用化開発 鋳片表層溶融改質による循環元素無害化技術の開発 超高温耐熱材料MGCの創製・加工技術研究開発 アルミニウムの不純物無害化・マテリアルリサイクル技術開発 高機能チタン合金創製プロセス技術開発 CO2排出抑制型新焼結プロセスの開発 次世代航空機用構造部材創製・加工技術開発 高機能ガス化による重質残渣類再資源化技術の実用化開発 製造工程省略による省エネ型プラスチック製品製造技術開発 次世代化学プロセス技術 ガス拡散製造プロセス技術 内部熱交換による省エネ蒸留技術開発 セラミックリアクター開発 高効率高温水素分離膜の開発 高効率酸化触媒を用いた環境調和型化学プロセス技術開発 エネルギー使用合理化古紙等有効利用二酸化炭素固定化技術開発 低エネルギー消費型環境負荷物質処理技術研究開発 省エネルギー型廃水処理技術開発 未来型CO2低消費材料・材料製造技術研究開発 インクジェット法による回路基板製造プロジェクト 最先端システムLSI設計プロジェクト 次世代半導体ナノ材料高度評価プロジェクト 45nm hp システムLSI設計・描画・検査最適化技術開発プロジェクト 極端紫外線(EUV)露光システムプロジェクト マイクロ波励起高密度プラズマ技術を用いた省エネ型半導体製造装置の技術開発 高効率マスク製造装置技術開発プロジェクト 次世代半導体材料・プロセス基盤プロジェクト(MIRAプロジェクト) ナノカーボン応用製品創製プロジェクト(フォーカス21) バイオマス原料利用化学プロセス技術 高機能分離膜・吸着技術による高効率化学プロセス技術
			超臨界流体利用装置	省エネ型製造プロセス技術 (超臨界)	超臨界流体利用装置 超臨界流体利用環境負荷低減技術研究開発
			加工装置の改善	工作機械 レーザー加工装置	工作機械 高効率レーザー

表 3.20 2010年および2030年を展望した重点技術開発課題
(産業部門 その2)

現在の省エネルギー技術戦略をベースとした技術開発課題			重点技術開発課題案(今回抽出分)			
部門	省エネルギーニーズ	技術項目	技術開発課題 (現在の戦略の課題ベース)	重点技術開発課題案 (一般名)	2010年、2030年のキーワード等	
産業部門 (その2)	固定エネルギー消費の削減 (非稼働時エネルギー削減)	クリーンルームの省エネルギー技術	クリーンルーム内熱カスケード利用技術			
			クリーンルーム内空調の効率化			
			クリーンルーム外への効率的熱排出技術			
		高圧空気システムの省エネルギー技術	コンプレッサー効率改善	コンプレッサー効率改善	高効率コンプレッサーの開発 高品質コンプレッサーの開発	
			分散型コンプレッサー			
		低圧空気で駆動する圧縮空気駆動機器				
		高温吐出空気利用機器				
		高品質コンプレッサー				
	蒸気利用に関する効率化	蒸気システムの省エネルギー技術	蒸気系装置の改善技術			
			蒸気モータ等の蒸気駆動機器			
			高性能ボイラーの開発	高性能ボイラー	高負荷追従ボイラーの開発	
		蒸気等熱循環の監視技術と最適運用技術の開発				
	加熱及び乾燥での効率向上	工業用加熱手段の改善技術	燃焼加熱装置の改善	高効率燃焼技術	廃熱回収式燃焼装置 高効率酸素分離装置 熱源利用マイクロコンバスタの研究開発 メタルニットバーナー等の表面燃焼技術	
			加熱炉の改善	高性能工業炉	高性能工業炉の製造コスト低減に関する技術開発	
		水分の除去・分離・再生・処理技術の改良	機械的分離技術			
		フリーズドライ技術				
冷熱利用に関する省エネルギー	産業用冷凍技術	自然冷媒冷凍技術				
		新冷凍サイクル技術	新冷凍サイクル技術	高分子収着剤による除湿型高性能空気冷凍システムの研究開発 磁気冷凍用磁性材料及び磁気冷凍装置 水素貯蔵合金		
		-50 以下の蓄熱材技術				
	産業用冷凍応用技術	冷凍・冷蔵機器システムの改良				
		冷熱有効利用の食品加工装置技術				
		フリーズドライ技術				

表 3.21 2010年および2030年を展望した重点技術開発課題
(産業部門 その3)

現在の省エネルギー技術戦略をベースとした技術開発課題			重点技術開発課題案(今回抽出分)			
部門	省エネルギーニーズ	技術項目	技術開発課題 (現在の戦略の課題ベース)	重点技術開発課題案 (一般名)	2010年、2030年のキーワード等	
産業部門 (その3)	熱の有効利用	熱の有効利用技術	冷温排熱利用冷熱源機器	コージェネレーションシステム	高効率コージェネレーションシステムの技術開発	
			コージェネレーションシステム	コージェネレーションシステム	高温燃料電池CHP 高温燃料電池用高性能タービンの研究開発	
			高効率熱電変換素子	高効率熱電変換	高性能熱電変換素子の開発 高効率熱電変換システムの開発 高性能パッド付き熱電変換モジュールの研究開発	
			高性能断熱材			
			熱の蓄熱材料及び輸送技術	冷熱供給システム	排熱平準蓄熱・高密度冷熱供給システムの研究開発	
			排熱回収機器の高効率化、排熱回収比率増大技術	先進熱交換器	先進複合材料製耐酸熱交換器の研究開発	
			排熱利用転換技術	ガス燃料製造技術	廃蒸気改管型ガス燃料製造技術の研究開発	
			ピンチテクノロジー技術	コンビナート統合技術	コンビナート低位熱エネルギー統合回収技術の開発	
			熱・エネルギー有効利用に資するシステム技術	化学的蓄熱などのコ・プロダクション要素技術		
				エクセルギー有効利用技術		
	電動機の省エネルギー技術	電動機設計技術の改善				
		電動機低損失化技術				
		油圧・空圧機器を代替する電動機駆動技術				
		メカトロニクス用小型電動機の効率改善				
	電気機器の省エネルギー	電動機駆動システムへのパワーエレクトロニクス利用				
		小型装置の効率改善				
		駆動機器・圧縮機構組合せの最適選択・設計技術				
		シリコン・パワーエレクトロニクス素子改良		Si素子開発	シリコンパワーエレクトロニクス素子の改良及び電力変換器	
	パワーエレクトロニクス技術	省エネルギー型変換回路・制御技術				
		SiC等低損失素子の開発	SiC等素子開発	ワイドギャップ(SiC)パワー半導体デバイス 省エネルギー電力変換器の高パワー密度・汎用化研究開発 ダイヤモンド極限機能プロジェクト(フォーカス21)		
低損失素子用回路・制御技術		SiC等モジュール・回路技術	低消費電力SiCパワーモジュールの開発 超低損失・省エネルギー型デバイスシステム技術研究開発			
電力機器の省エネルギー	送配電機器の改善	高効率変圧器				
	超電導機器	超電導ネットワーク	超電導ケーブル			
	発電機器の改善	ガスタービン	ガスタービン	高効率ガスタービン実用化要素技術開発		

第4章 優秀事例にみる省エネルギー技術のスピルオーバーについて

省エネルギー実施事例発表大会、省エネルギー優秀事例全国大会および工場のエネルギー使用合理化シンポジウムにおいて、本年度提案された省エネルギー実施事例についての解説を行った。ここでは、工場のエネルギー使用合理化シンポジウムの全国版テキストに掲載した内容を整理した。

4.1 はじめに

地球温暖化防止条約京都議定書が本年2月16日から発効した。数年後に迫った達成年(2008-2012)に向けてさらなる省エネルギーの促進を積極的に実行して行くことが必要となる。

省エネルギーは、コスト低減による産業競争力の向上と同時にエネルギー需給の安定化に貢献し、また、温暖化ガス排出抑制という企業の社会的責任も果たすという、一石三鳥の活動である。本年度も優秀省エネルギー実施事例の公募に158件の応募があり、各事業所・工場において年々省エネルギーの促進活動を計画的に、かつ、活発に進めていることが優秀事例に応募された中から伺える。いずれも多く省エネルギー効果を挙げた実施事例であるが、その中から特に優れた案件、対策が困難な分野の改善事例や波及効果が高いと評価された案件など57件が表彰されている。

ここではスピルオーバーの観点から、優秀事例の中に含まれる要素技術や省エネ手法などを摘出して同業種はもとより、異業種においても参考となる点を改めて指摘し、多くの方々にそれらを応用し、導入のための適応化検討の参考になる事例を紹介する。

多くの事業所・工場のエネルギー管理担当者にとって、これまでも省エネルギー改善テーマの摘出を行い、コスト的に評価の高い方策は既に実施済みと思われるであろうが、さらなる省エネ対策に当たり、優秀事例に含まれる知識が次の省エネ改善計画、または過去の改善計画の再考においても参考になればと期待している。

4.2 スピルオーバーについて

省エネルギーは、我が国の重要な施策の一つである。省エネルギー技術開発に関しては、2002年6月に省エネルギー技術戦略がまとめられた¹⁾。これによると、技術による効果的貢献の方策の一つとして、技術ニーズに立脚した既存省エネ技術を部門・分野を超えて積極的に波及させるスピルオーバーの促進が重要と位置付けられている。

スピルオーバー(Spill-Over)とは、水があふれ出る状態を表し、これから、通信分野では電波が漏れる状態、化学分野では触媒表面を化学種が移動し反応が促進される現象、経済分野では公共投資による派生的波及効果等を意味する専門用語である。省エネルギー技術分野では、業種横断的、基盤的な技術が他の分野・部門へと波及し、そこでの技術開発・改良により、より優れた省エネルギー技術になること、さらにこの技術が他分野・部門に波及し、循環的に技術が成熟することを意味する。

優秀な省エネルギー技術を他分野・他部門に適用拡大することにより、開発費の重複した投資がなく、開発期間が短縮され、即効的であるという利点がある。省エネルギー効果

¹⁾ 省エネルギー技術戦略」検討会報告書 2002年6月、経済産業省資源エネルギー庁
URL (<http://www.meti.go.jp/kohosys/press/0002808/>)

の高い開発技術や省エネルギー事例は、多くの優れた要素技術や省エネルギー手法を包含しており、これをスピルオーバーすることにより省エネルギー促進に即効的な貢献が期待できる。

4.3 スピルオーバーの可能性の高い技術などの抽出と分類

事例発表の内容は、業種ごとの相違点もあり、取り組み方の創意工夫や改善テーマの抽出方法に獨創性がある事例、主要な改善技術が柱となった事例、平凡な省エネ改善対策であるが細部まで詳細に注意を払った総合対策事例など極めて多岐にわたる報告が含まれている。素材からの技術開発成果を基盤とするものやスピルオーバーにより新工法を導入するもの、特に、新プロセスや革新的生産技術の開発または導入適用化技術開発によるものなどは大幅な省エネ効果を上げている。広い分野で参考となる事例の中の技術や手法を抽出すると以下ようになる。

スピルオーバーの可能性から見た技術や省エネ手法の分類

- [1] エネルギー管理システムによる「見える化」で現状把握
- [2] これまでの固定概念を打破して設計値・管理標準を見直し、省エネテーマを発掘
- [3] 使い切っていないエネルギーも有効に使う「残余エネルギーの利用」
- [4] コージェネレーション導入・運用方法の改善・高利用率化
- [5] ESCO 事業の省エネルギー手法・活用
- [6] 保温・断熱技術
- [7] 洗浄・フロアーの省エネと圧力空気消費削減の省エネ方法
- [8] 塗装工程における乾燥工程集約化による省エネ
- [9] 蒸気の省エネ
- [10] 高効率機器への改造・更新
- [11] 空調の省エネ対策・改善技術
- [12] 用水の省エネ対策
- [13] インバータ対策
- [14] 熱の有効利用 / 熱・物質の相互有効利用
- [15] 生産効率向上・時間短縮によるエネルギーの削減
- [16] 工程短縮・工程統合・並列運用・プロセスの簡略化などによる省エネ
- [17] 最適制御と JIT²⁾「必要な時に必要なところへ必要な量のエネルギー供給」

²⁾ JIT: Just in Time トヨタ自動車の生産標語。必要な時に必要な物を供給する。

注) 事例大会予稿集は、省エネルギーセンターのホームページから「工場の省エネ」または「ビルの省エネ」から入り、「工場・ビル省エネ実施事例」から「平成 16 年度 優秀事例 地区大会発表事例 (応募事例数 158)」の地区大会発表事例で閲覧することができる。

(<http://www.eccj.or.jp/succase/all/index.html>)

4.4 需要サイドのニーズが高い技術分野

事例の内容を調べると、省エネルギーの改善が求められる課題の事前調査と省エネテーマの絞り込みが詳細に記載されている。多くの事例に出てくるのは、固定エネルギーの削減、または、固定エネルギーと呼称していないが生産に連動しないエネルギー消費を低減できないかというテーマ提起が多数見られる。

個別の技術としては、排熱の有効利用、圧縮空気系の省エネ対策、間欠運転化、回転数制御、乾燥・除湿、その他の多様なテーマが挙げられている。

固定エネルギーの削減は、業種横断的なテーマであり、これを合理化しておくことが業務形態の変化や主力製品の変化に対して優位であると考えられる。

過去の事例データから調べた「固定エネルギー消費の削減」に今回の発表事例で新たに一部を加えて見直した固定エネルギーの削減技術を表 4.1 に整理した。

固定エネルギー消費は、従来からのユーティリティシステムや低効率のエネルギー供給設備を保守し、運用しているケースと高度経済成長を見込んだ過剰設備投資を反映した要因も含まれており、エネルギー原単位を市場の盛衰に関係なく下方に維持しようとするれば、固定エネルギーの低減や生産比例エネルギー化を図る必要があり、それを今回の事例の中にも見出すことができる。

優れた省エネルギー技術は、合理化によるエネルギー消費の低減に加え、利便性も向上し、広範囲への適用に対して柔軟性を有することが必要と考えられる。また、その評価としては、高効率化、低損失化、小型化、軽量化、適応化に加えて利便性の向上などがあり、利便性の中にはネットワーク対応や自己安全性なども含めた向上が期待される。

これからの省エネルギー技術は、社会全体として、どれだけ多くの省エネルギー効果を生み出すか、その鍵の一つは普及である。スピルオーバーによって費用対効果が改善され、技術に裏付けられた利便性の優れた省エネルギー技術は、従来技術や競合技術に代わって普及して行くと考えられる。

表 4.1 表彰などの事例に見られる固定エネルギーを削減する手法

<p>産業部門における省エネ対策として、生産量に比例しない固定エネルギーを可変エネルギー化などにより削減することが課題として指摘され、需要サイドのニーズの高い技術である。</p> <p>一般的には、用役（ユーティリティー）エネルギー供給系の合理化と需要サイドの過剰分適量化および待機時消費分の低減が固定エネルギーの削減のポイントであるが、生産部分と組み合わせた削減に注目する。</p>
<p>1. 手法の1：「生産能率を高めて、生産時間の短縮による固定エネルギーの削減」</p> <p>生産能率の向上などによる時間短縮の例では、一般に純生産分のエネルギー原単位は不変が微増であるが、時間当たりの生産比例分エネルギー消費量が増加する。</p> <p>生産工程の部分統合による工程の短縮する。</p> <p>生産能率を律則する工程を並列化することによる時間短縮する。</p> <p>生産工程内で前処理・前加工・予熱などの合理化による時間短縮する。</p> <p>生産工程内の後処理・エネルギー回収などの合理化による時間短縮する。</p> <p>生産技術の向上（高精度加工や高品質加工）による後工程の短縮または省略する。</p> <p>エネルギー消費率の向上や合理化などにより加熱時間・溶融時間の短縮する。</p> <p>基盤技術による生産技術の高度化により生産能率を高めることにより時間を短縮する。</p> <p>生産工程の待機時間の短縮など無駄時間を極限まで短縮する。</p>
<p>2. 手法の2：「固定エネルギーの生産比例エネルギーへの転嫁」</p> <p>油圧駆動アクチュエーターシステムの電動アクチュエーターシステム化による。</p> <p>空気圧駆動アクチュエーターシステムの電動アクチュエーターシステム化による。</p> <p>空気圧ラインの圧力設定値を降圧し、ブーストポンプ+バルブアークで生産比例消費に転換する。</p> <p>保持炉の温度レベルを下げて、湯口で誘導加熱や直流トーチ等で追加加熱する。</p> <p>加熱工程で赤外線加熱・レーザー加熱やパルス燃焼バーナーの適用により生産比例化を図る。</p> <p>同一生産ラインの加熱・冷却工程前後の回収熱で予熱・予冷へ適用し、加熱・冷熱源の軽減する。</p> <p>工程の各稼働機器の待機時に秒・分単位でこまめに停止し、再起動前の制御をこまめに設定する。</p>
<p>3. 手法の3：「生産エリアの縮小・固定エネルギーエリアの極小化」</p> <p>クリーンルームなどにおけるレベルダウンと装置・チャンパー・コンテナ毎の高クリーン化する。</p> <p>空調エリアの区分によるゾーン空調やスポット空調の導入する。</p> <p>照明の小区分化と小区分別適応制御および局部照明+自然光採用など。</p> <p>ボイラー・圧縮機・変圧器・力率改善装置などの分散配置と適応制御を行う。</p> <p>ジャストインタイム(JIT)生産方式や組立加工と部品ストックヤードの区分で照明・空調を削減する。</p>
<p>4. 手法の4：「固定エネルギー機器の合理化や低損失化」</p> <p>照明・空調・換気・用水・その他、関連する固定エネルギー機器の高効率化する。</p> <p>インバーターの導入による流体ポンプ・送風ブローア等の合理化する。</p> <p>無人化により作業環境条件の緩和により照明・換気・空調のエネルギー削減する。</p> <p>異種ポンプのカスケードによる低損失化する。</p> <p>潜在的にある蒸気漏洩低減・圧力空気漏洩低減・漏水低減などによる動力削減する。</p> <p>炉壁等の断熱性を改善して保持エネルギーを削減。</p>
<p>5. その他の手法：「固定エネルギーの可変削減であるが、生産量に反比例する場合もある」</p> <p>バッチ方式の生産物顕熱を全熱交換器などにより回収して固定エネルギーに活用する。</p> <p>同一生産ラインの減圧・加圧チャンパーの圧力利用の合理化によりポンプ動力を削減。</p> <p>生産プロセスの排熱・冷却温水を利用して吸収式冷凍機などにより固定エネルギーへ転換する。</p> <p>クリーンルーム内などの内部発生熱量の排熱をドライ用に活用して固定エネルギーを削減する。</p> <p>タイムシェアリングにより固定エネルギー設備の台数削減を図る。</p>

第5章 省エネルギー技術コンファレンス

平成17年2月9日、ENEX 展覧会初日に、第3回省エネルギー技術コンファレンスを開催した。参加者は300名と講演会は盛会裡に終わった。

表5.1に講演会プログラムを示す。

表5.1 講演会プログラム

13:00～ 13:05	開会の挨拶 司会：大関 彰一郎（省エネルギーセンター） 縫部 綴（財）省エネルギーセンター 常務理事
13:05～ 13:30	基調講演 「省エネルギー技術に期待するもの」 吉田 邦夫 東京大学名誉教授、新潟産業大学学長
13:30～ 13:55	基調講演 「省エネルギー技術の加速的普及について」 殿村 重彰（独）新エネルギー・産業技術総合開発機構 省エネルギー技術開発部長
13:55～ 14:00	「平成16年度優秀省エネルギー機器表彰制度における表彰機器について」 日本機械工業連合会の挨拶 倉田 正明（社）日本機械工業連合会 業務部 部長
14:00～ 14:15	「2段スクリープ式ドライ真空ポンプ(vigo-vac)」 安藤 清 ナプテスコ株式会社 技術本部 第1事業推進部 参事
14:15～ 14:30	「横吹き循環流型エアカーテン「サーモシャッター」」 津幡 行一 株式会社前川製作所 技術研究所 システムコンボグループ 次長補
14:30～ 14:45	「平成16年度省エネ大賞表彰制度における表彰機器・システムについて」 「2重断熱構造を用いた浴槽「魔法びん浴槽」」 北角 俊実 東陶機器株式会社 浴室事業部 浴室開発部 浴室開発G チームリーダー
14:45～ 15:00	「普段はエコ・いざという時は“タフ”な住まい「省エネ・防災住宅」」 石田 建一 積水ハウス株式会社 ICT推進部長
（休憩）	
15:10～ 15:30	特別講演 高効率給湯器と省エネルギー技術開発 「家庭用ガスエンジン給湯器の現在の技術水準と課題」 丹羽 哲也 大阪ガス（株）リビング事業部 リビング開発部 エンジンコージェネ開発チーム マネジャー
15:30～ 15:50	「潜熱回収給湯器の現在の技術水準と課題」 渡辺 泰典 高木産業（株） 開発部 取締役部長
15:50～ 16:10	「CO ₂ 冷媒ヒートポンプ給湯機の現在の技術水準と課題」 森上 和久 松下電器産業（株） 松下ホームアプライアンス社 リビングサポートシステム事業部 ヒートポンププロジェクト開発チーム チームリーダー
16:10～ 17:00	座談会 「京都議定書達成に向けての省エネルギー技術の役割」 座 長：吉田 邦夫 東京大学名誉教授、新潟産業大学学長 パネラー：宮川 正 経済産業省 資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部 省エネルギー対策課長 丹羽 哲也 大阪ガス（株）リビング事業部 リビング開発部 エンジンコージェネ開発チーム マネジャー 渡辺 泰典 高木産業（株）開発部 取締役部長 森上 和久 松下ホームアプライアンス社 リビングサポートシステム事業部 ヒートポンププロジェクト開発チーム チームリーダー 石田 建一 積水ハウス株式会社 ICT推進部長
17:00～ 17:05	閉会の挨拶： 大関 彰一郎 省エネルギーセンター エネルギー環境技術本部 本部長

今年度は、平成 17 年 2 月 16 日に京都議定書が発効したことを受けて、「京都議定書達成に向けての省エネルギー技術の役割」というテーマで実施した。特に、特別講演においては、近年の技術革新により大きくクローズアップされている家庭用の各種の高効率給湯器に関連する講演を行った。

講演会の概要は、次のとおりであった。

1) 「省エネルギー技術に期待するもの」

京都議定書がこの 2 月に発効し、現状の温暖化ガスの排出量を 13.6%も削減する必要がある、省エネルギー普及促進はますます重要な課題となった 2010 年まで残り時間がなく京都議定書を達成するためには、既存技術を総動員することが重要である。

運輸部門ではモーダルシフトを再検討する必要がある。高断熱・高気密住宅をさらに普及させるためには一層の低コスト化が必要である。

住宅産業は組立産業であり釘 1 本についてもコスト管理を行いコスト低減を図る必要がある。

地方自治体でも省エネルギービジョンの見直しが行われている。コンビナートなど工業地帯の熱と物質の流れの見直し、連携が行われている。

2) 「省エネルギー技術の加速的普及について」

新エネルギー・産業技術総合開発機構における省エネルギー技術開発の概要紹介があった。17 年度の重点課題は、民生家庭では家庭用高効率給湯器の普及支援、充電器の高効率化と規格統一、民生業務では BEMS の普及、産業では高効率レーザの開発、産業間連携支援要素技術開発、運輸ではモーダルシフトの促進である。

家庭用給湯器として CO₂ 冷媒ヒートポンプがある。性能は順調に改善され現在 COP は 4.2 であるが、コスト高である。安価型標準品、熱交換器の改善、貯湯温度ロスの低減、風呂とのハイブリッド化等が必要である。また、性能は性能限界値 (4.45) に近く、新たな冷媒の探索が必要である。

BEMS 導入の費用対効果は各社 BEMS でまちまちである。制御対象を見極めた最適設計が必要であり、将来的には 5 万円、5 年回収のシステムにするべきである。

産業間連携では鹿島コンビナート等 8 ヶ所のコンビナートについて可能性調査を行った。17 年度はハードを伴った調査、実証研究を行いたい。

今後の研究開発では開発費に対する省エネ効果を評価し研究開発効率を高めたい。

3) 「2 段スクリー式ドライ真空ポンプ(vigo-vac)」

優秀省エネルギー機器表彰で経済産業大臣賞を受賞した。半導体産業等で使用される 2 段スクリー式ドライ真空ポンプを製品化した。従来、真空側のブースターポンプはルーツ式ロータポンプであった。これをスクリー式ポンプにした。これにより圧縮比が 50 から 2,000 と大幅に改善でき小型化を達成した。ランニングコストも従来機の 72~123 万円から 50 万円程度と大幅な改善ができた。

4) 「横吹き循環流型エアカーテン「サーモシャッター」」

優秀省エネルギー機器表彰で資源エネルギー庁長官賞を受賞した。冷蔵倉庫の開口部に設置するエアカーテンを製品化した。従来は冷蔵倉庫開口部の天井からエアーを吹いていたが、床面では冷気を巻き込み冷気を逃がしていた。ここでは開口部左右にエアカーテンを設置することで冷気の逃げを改善できた。開口部幅により吹き出し方向、構造を決める必要がある。夏季の消費電力を平均 30% 削減、冷却容量の低減による冷却設備の小型化、除霜回数の低減等の効果がある。

5) 「2重断熱構造を用いた浴槽「魔法びん浴槽」」

省エネ大賞で経済産業大臣賞を受賞した。従来の浴槽は床下へのお湯漏れを受けるための樹脂製防水床パンを置き、その上に浴槽を置く構造であった。お湯の温度を長時間保温するため、この防水床パンを断熱性に優れた発砲ポリプロピレンで成形加工し外断熱構造とした。また同時に浴槽周囲を断熱材で囲み内断熱構造として、二重断熱により保温性を高めた。これにより湯温が2 低下する時間を、従来の2時間から6時間に延長できた。また、燃料消費量（燃費）を72%削減した。

6) 「普段はエコ・いざという時は“タフ”な住まい「省エネ・防災住宅」」

省エネ大賞で省エネルギーセンター会長賞を受賞した。エネルギー的に自立（省エネ）し耐震構造（防災）の高断熱・高气密住宅を製品化した。この住宅は、高断熱・高气密構造、ヒートポンプ給湯機、ハイブリッド換気扇、太陽光発電装置、蓄電装置、雨水利用システム、免震構造をもつ住宅である。窓は高气密ペアガラス、壁面等は断熱材を厚くし高断熱・高气密にした。換気は温度差や風圧などの自然換気力を有効に利用した。雨水、浴排水等をトイレに再利用するシステムとした。免震システムにより揺れを1/5～1/15にできる。最新の次世代省エネ基準に比べ22%の省エネを達成した。また、災害時には太陽光発電装置、蓄電装置で電力的に自立できる。

7) 「家庭用ガスエンジン給湯器の現在の技術水準と課題」

ガスエンジン給湯暖房システムを製品化している。1kW 発電 / 3kW 熱のコージェネレーションシステムである。従来の1kWh 電力と3.25kWh の熱が必要な家庭を想定すると、ガスだけの供給で良くなり電力供給の削減分から約20%の省エネとなる。運転は熱需要を主としている。家庭により電力・熱需要の消費量、使用パターンが変化するが、これに対処するため学習機能をもつ運転制御方式を採用している。ナビボタンを押すだけでどれだけ省エネが実現できたか等を知らせる。

8) 「潜熱回収給湯器の現在の技術水準と課題」

従来の給湯器の排ガスは、主熱交換器での結露を防ぎ腐食を防ぐため100 以上で排出している。このため熱効率は約80%であった。ここでは主熱交換器の後流段に排ガス中の水蒸気が液化する際に発生する潜熱を回収する熱交換器を設け、熱効率を約95%と大幅に改善した給湯器を製品化している。問題は結露水の排水であったが、水質基準を達成するため中和槽を設け解決した。温度センサー、CO センサーを搭載し高

効率と安全性を両立させている。

9) 「CO₂冷媒ヒートポンプ給湯機の現在の技術水準と課題」

自然冷媒である炭酸ガス(CO₂)を冷媒としたヒートポンプ給湯機を製品化している。

フロン系冷媒の動作圧力 2.3MPa、湯温度 65 と比較し、炭酸ガス冷媒では動作圧力が 12MPa の超臨界状態を利用するので、湯温は 90 が可能となった。圧力が高くなったため、コンプレッサー、熱交換器の耐圧機能を大幅に改善した。性能指数(COP)は順次改善されており、現状の COP は 4.2、騒音レベルは 38 フォン程度である。今後はヒートポンプの高効率化、貯湯タンク放熱の低減、小型化、低コスト化、省施工化が必要である。

第6章 優秀事例・機器の分析

平成16年度省エネルギー実施事例発表地区大会(省エネルギーセンター)での発表事例および平成16年度優秀省エネルギー機器表彰(日本機械工業連合会)での受賞機器について、そのポイントとなる要素技術、他の分野でも活用できる概念、要素技術について調査・整理した。

6.1 省エネルギー実施発表事例の概要

平成16年9月21日～10月1日に全国9地区(北海道:札幌、東北:仙台、関東:東京、東海:名古屋、北陸:富山、近畿:大阪、中国:広島、四国:高松、九州・沖縄:福岡)で「平成16年度省エネルギー優秀事例全国大会 省エネルギー実施事例発表地区大会」が開催され158件の省エネルギー実践事例が発表された。また、この地区大会で推薦された優秀な事例はENEX展覧会(平成16年2月)と同時に開催された「平成16年度省エネルギー優秀事例全国大会」で再度発表された。

表6.1に平成16年度省エネルギー優秀事例で受賞した57事例の内、3事例の概要を示す。

- ・高圧圧縮空気の用途の大部分を占めるエアブローを低圧ブロー方式にして省エネを行った効果実証の事例であり、波及効果の大きい事例である。連続ブロー・間歇(かんけつ)運転・多設備の集合体などそれぞれの適用範囲について、詳細に検討されている。
- ・塗装後の乾燥工程を省略するため、ウエット状態の塗装にウエット塗料を塗装できるように塗料を開発した。ウエット塗装を行うことで、塗装工程の加熱・乾燥工程の省略・統合が可能となる。
- ・隣接事業所のメタンリッチの排ガスを受けて水素を製造する異業種連携の事例。隣接事業所への排熱・排ガス含有成分の有効利用という難しいテーマに挑戦している。

6.2 優秀省エネルギー受賞機器の概要

表6.2に平成16年度優秀省エネルギー機器表彰(日本機械工業連合会)で受賞した12事例の内、2事例の概要を示す。

- ・吸込み側のブースターポンプに創意工夫を施したスクリュウポンプを開発した。従来のルーザーポンプよりも2倍の高圧縮になり、大気へ排出するメインポンプ容量が1/10となっており、省エネ効果を生みだしている。真空ポンプの省エネ改善は高圧圧縮機に比べて注目度が低く改良が遅れていたが、今後の高効率化が急速に進む契機になると考えられる。(異種ポンプのカスケードによる省エネ)
- ・入り口下部からの冷氣流出防止を主とする「入り口の左右面にエアサイクルを形成」させたエアカーテンを開発した。上部の横吹き出しには吹き出し角度にドリフト分をプリセットし、暖気流入防止を強め、下部の横吹き出しには吹き出し角度のドリフト分で流出防止を強めている。従来のエアカーテン方式に比べて約24%の電力削減になる。

表 6.1 平成 16 年度省エネルギー優秀事例全国大会での優秀事例概要

(省エネルギーセンター)

番号	地区大会	表彰	事例名称	企業名・実施事業所名	省エネルギー実施事例の概要
1	東海18	経済産業大臣賞	エアブローのプロワ化による工場エアの削減	(株)デンソー 豊橋製作所 冷暖房製造3部 製造企画室	エアブローを工場圧空からブロー方式にするための省エネ技術を基盤から実用まで総合的に開示している。 理論的解析と実施・効果実証の事例 である。圧縮エアの用途の大部分を占めるエアブローを、プロワに代替し、実証した改善は、ハイテクではないが、極めて波及効果の大きい事例である。 連続ブロー・間歇運転・多設備の集合体などそれぞれの適用範囲 について、詳細に検討されている。 ルーツブローの活用アイデアや開発改善のための検証実験のプロセスが参考 になる良い事例。年間省エネ効果は6kl。
2	中国2	経済産業大臣賞	3ウェットオン塗装による省エネルギー自動車塗装ラインの実現	マツダ(株) 車両技術部	下地・中塗り・仕上げ塗装の3段階あった工程を統合して、ブローや乾燥設備に使用されるエネルギーを大幅に削減、塗料の粘度を下げて混合層ができないように、界面制御剤を混合したり、チップングで表面塗料がはげても下地まで出ない強度を追求。高信頼性・高耐久性の塗装法として塗装の長期耐久性も保証できると省エネ効果の大きい優れた改善手法として波及も期待できる。 塗装工程で加熱・乾燥工程の省略・統合が可能となる 参考事例である。塗装加工区全体の15%の省エネとコスト25%低減を実現した。設備制御シミュレーション及び塗装品質シミュレーションなどが同時に開発され、生産シミュレーション技術が確立し、トライアル期間の短縮や品質ロスの低減が図られて省エネ効果が増幅されている。
3	関東37	経済産業大臣賞	隣接事業所との成分の有効利用による水素製造装置の省エネルギー	出光興産(株) 千葉製油所	産業間連携の具現化。隣接事業所のメタンリッチの排ガスを受けて水素を製造し、水素製造装置燃料削減量は約4400kl/yを達成。技術的な検討において、沈積カーボンや発熱の問題ならびに 連携で課題となる時・空の整合のバックアップ対策も考慮 している。排熱カスケード利用など従来の省エネ改善策の課題を超えるため、次の方策が組み込まれている。一方の操業変更に対しての配慮、リスクに対するバックアップが考慮されている。隣接異業種事業所との連携による省エネ対策の拡大事例である。隣接事業所への排熱・排ガス含有成分の有効利用という難しいテーマに挑戦し、国の施策であるコンビナート等 広域でのエネルギー授受による有効利用の企業間連携 で今後の参考になる。

表 6.2 平成 16 年度優秀省エネルギー機器表彰受賞機器の概要

(日本機械工業連合会)

番号	表彰	機器名	申請者名	機器・システムの概要
1	経済産業大臣賞	2段スクリー式ドライ真空ポンプ (vigo-vac)	ナブテスコ(株)	<p>吸込み側のブースターポンプに創意工夫を施したスクリーポンプを開発し、従来のルーツポンプよりも2倍の高圧縮になり、大気へ排出するメインポンプが1/10容量となって、省エネ効果を生みだしている。断熱スベサーや外周断熱材で高圧縮熱が内部に閉じこめられるため、重負荷時の汚損防止用ヒーターが本ブローポンプでは不要。永久磁石(IPM)電動機をインバーターで最適回転数に制御し、トータルの電力削減率は従来型重負荷用に対して3.2kW→0.75kW(77%減)、軽負荷用に対して1.6kW→0.75kW(54%減)に削減している。冷却水使用量も損失低減に伴い3.2kW型で6L/minが2L/minと66%削減、電力換算で0.37kWh/hの削減に相当する。</p> <p>真空ポンプの省エネ改善は高圧圧縮機に比べて注目度が低く改良が遅れていたが、14年度表彰のルーツポンプ排気側アタッチメントと合わせて、今後の高効率化が急速に進む契機になると考えられる。(異種ポンプのカスケードによる省エネ)</p>
2	資源エネルギー庁長官賞	横吹き循環流型エアーカーテン (サーモシャッター)	(株)前川製作所	<p>従来のエアーカーテンの暖気進入防止を主とする構造に比べて、下層部からの冷気流出防止を主とする「出入り口の垂直面にエアースイクルを形成させる」点が特徴。上部の横吹き出しには吹き出し角度にドリフト分をプリセットし、暖気流入防止を強め、下部の横吹き出しには吹き出し角度のドリフト分で流出防止を強めている。エアースイクルは暖気・冷気の間温度になり、温度傾斜を安定させることで損失流が低減する。開口高さが高い例は3流式にして効果が補償される。</p> <p>シェルター等がない流通倉庫や荷捌き倉庫への導入前後で、温度遮断効率が上層部70%、下層部85.3%、平均77.7%であり、省エネ率は556→324kwh/dayで42%の削減実績が計測されている。従来のエアーカーテン方式に比べて約24%の電力削減になる。</p>

第7章 省エネルギーニーズ技術調査

昨年度行った技術ニーズ調査で、技術ニーズが大きい次の上位 10 技術について、現場のエネルギー管理者、管理員を主な対象として解説することを目的として技術の現状および技術の将来展望についての調査を行った。

- (1) ポンプ、圧縮機、送風機の効率改善技術
- (2) 冷凍技術の効率化
- (3) 電動機のインバータ化・効率的運転技術
- (4) 照明での消費電力低減技術
- (5) コージェネレーション技術
- (6) ヒートポンプ技術
- (7) 高効率トランス
- (8) BEMS によるエネルギー利用管理技術
- (9) 排熱回収用熱交換器の高効率化技術
- (10) 断熱材料および耐火材料

7.1 ポンプ、圧縮機、送風機の効率改善技術

ポンプとは、液体を加圧して輸送する機器で、通常、その性能は送水流量、揚程（送水圧を、水を汲み上げ得る高さに換算した長さ、ほぼ 1 気圧 = 10.2m 水柱 = 100kPa、Pa : パスカル）と効率で表示される。

圧縮機、真空ポンプ、送風機（ファン、ブロー）は気体を加圧して輸送する機器で、通常、その性能は送気流量、送気圧力と効率で表示される。

ほとんどの回転機械は設計点において最高効率を示し、その点から量が増加しても減少しても効率が低下する性質をもっている。またメーカー出荷時においては定格値を下回らないようにしており、定格以上の性能を有する機器設計になっている。さらに設備設計時はピーク負荷、配管設備の経年変化、将来需要を見込んで、需要以上の供給能力をもつ設備が多い。必要な物を、必要な所に、必要な時に、必要な量だけ供給するのが省エネルギーのポイントである。

7.1.1 ポンプ

ポンプの作動原理による分類および動作領域を図 7.1-1 に示す。

羽根車をケーシング内で回転させるターボ形、ピストン等の押し除け作用による容積形およびその他の特殊形に分類される。

渦巻きポンプは広い範囲をカバー、軸流と斜流ポンプは大流量、ピストン、歯車、ねじポンプは小流量で使用されている。

図 7.1-2 にその代表的ポンプの構造例を示す。

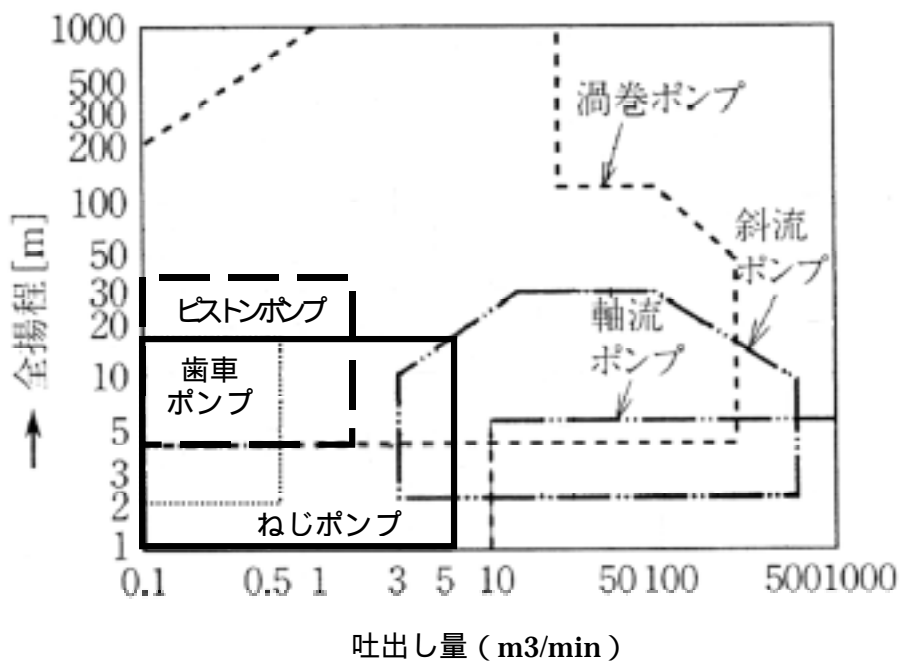
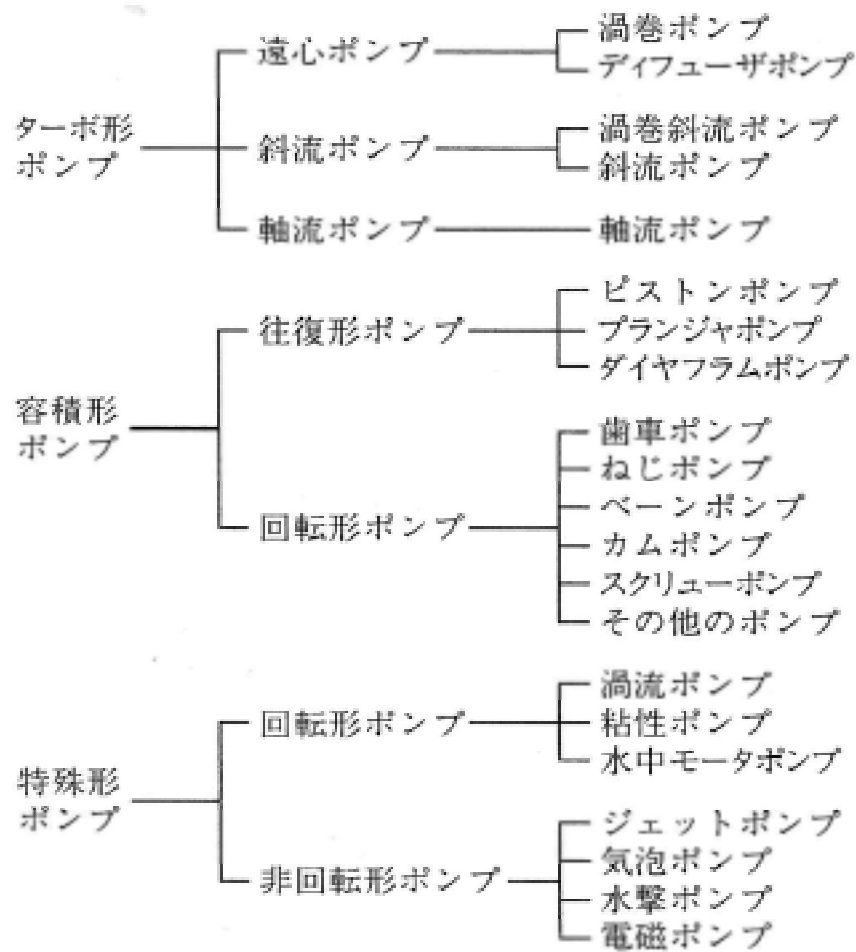


図 7.1-1 ポンプの作動原理による分類および動作領域

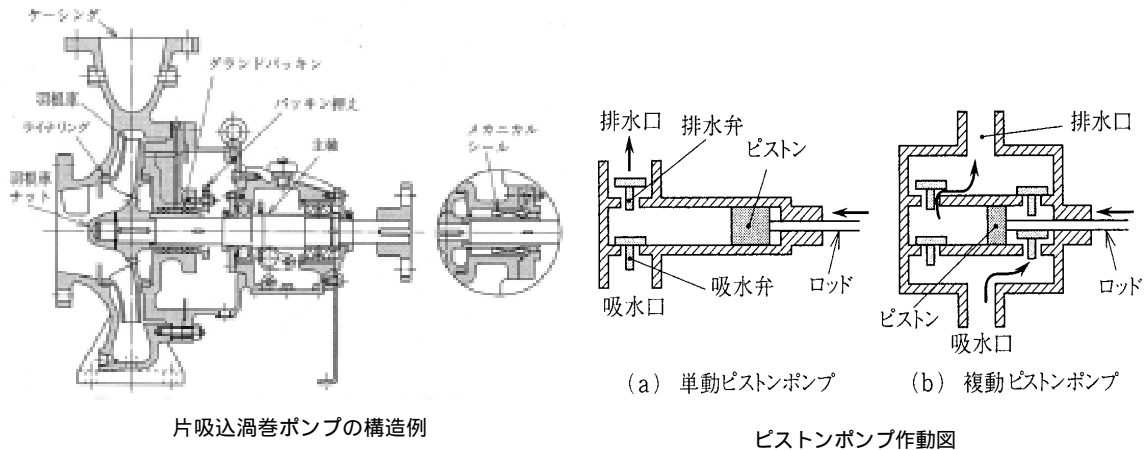


図 7.1-2 代表的ポンプの構造例

図7.1-3にポンプ性能と抵抗曲線を示す。ポンプ性能である揚程曲線は流量 Q の増加とともに H から A_1 、 A_2 となる。一方、需要側から、実際に必要な揚程 H_A + 流れ抵抗の和である抵抗曲線は、流量の増加とともに H_A から A_1 になる曲線 R_1 で表される。設計計画時のポンプの運転点は A_1 であるが、これは送水管の経年変化による送水管抵抗の増加を見込んだもので、設備が新しく送水管抵抗が小さい時は、抵抗曲線は R_2 であり、動作点は A_2 、流量は Q_2 、ポンプ動力は L_2 である。新設時に流量を Q_1 にするためポンプ吐出側の弁を絞り抵抗曲線を人為的に R_1 にすることが多い。

もし、ポンプ性能を波線のようにすれば、動作点は A_3 、流量は Q_1 、ポンプ動力は L_3 となり、 (L_1-L_3) の電力節減ができる。ポンプ性能を波線のようにするには、新設時には羽根車の外径を短くし性能を落とし、将来的には設計時の長さにした羽根車に更新するのが経済的である。また、ポンプ回転数をインバータ制御で落とすことにより性能を波線の位置に落とすことも可能である。

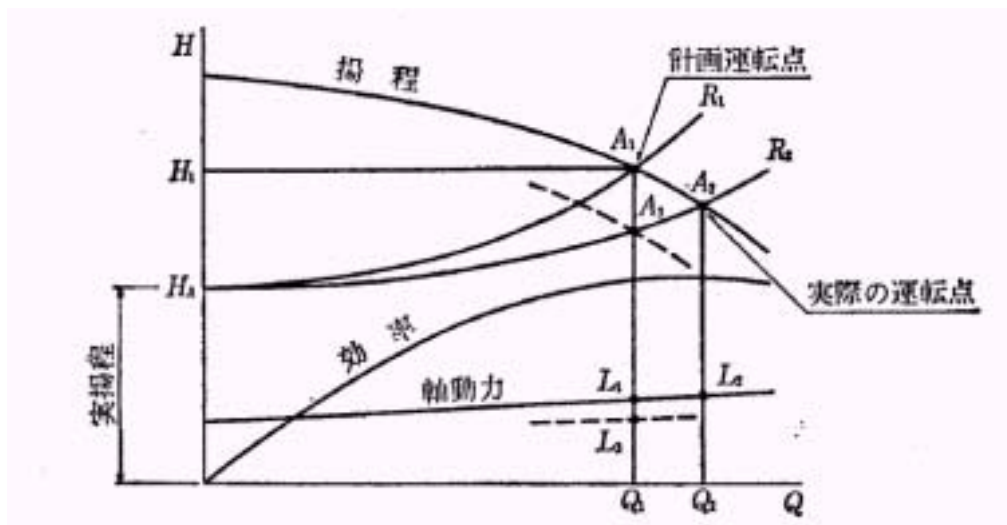


図 7.1-3 ポンプ性能と抵抗曲線

7.1.2 圧縮機、送風機


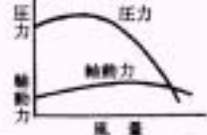
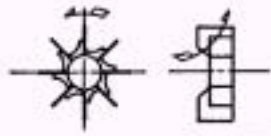
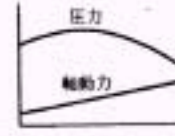
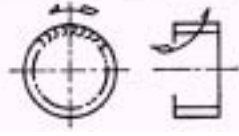


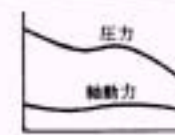
圧縮機は空気以外の気体を圧縮することもあるが、工場等の現場では送風機とともに、主に大気圧（1013hPa、760mmHg）の空気のある圧力以上に昇圧する機器である。

表 7.1-1 に送風機、圧縮機の分類と運転圧力、表 7.1-2 に送風機性能を示す。送風機は低圧の空気を供給するもので、供給圧力によりほぼ 10kPa 未満をファン、100kPa 未満をブローと呼称する場合が多い。圧縮機は 100kPa（ほぼ 1 気圧）以上の気体を供給するもので、低圧の送風機に比べ消費電力は大きい。工場現場においては多くの圧縮空気を消費しているが、供給配管、バルブ等からの漏洩も多く、100kPa 以上の圧縮空気が必要ではない、例えば粉塵のプロウ作業等は、圧縮機からブローに変更した方が省エネルギーになるケースもある。

表 7.1-1 送風機、圧縮機の分類と運転圧力

名 称			送風機		圧縮機
			ファン	ブロー	
種別	圧力		10kPa 未満	10kPa 以上 100kPa 未満	100kPa 以上
	遠心式	多翼		-	-
ラジアル			(多段)	(多段)	
ターボ			(多段)	(多段)	
斜流式		斜流		-	
軸流式		軸流		(多段)	(多段)
横流式		横流		-	-
容積型	回転式	二葉ロータ	-	-	-
		ベーン	-	-	-
		ねじ	-	-	-
	往復式	往復	-	-	-

表 7.1-2 送風機性能

形 式	羽 根 車 形 状	圧力[kPa]	性 能 曲 線
後向き送風機 翼形ファン		ファン 1~15 ブロー 10~100	
ラジアルファン (バダールファン)		2~20	
多翼ファン		~1.2	
斜流ファン		~5	

7.1.3 適用分野

表7.1-3に主なポンプの適用先および表7.1-4に主なファン、ブロー、圧縮機の適用先を示す。渦巻ポンプがあらゆる分野において利用されている。これは電動機との直結が可能なことや、往復動ポンプのような摺動部がなく、かつ、脈動がない等の特徴をもつからである。送風機はその用途が広範囲で多岐にわたっており、特定の産業分野に特定の型式が好んで用いられるような傾向は少ない。

表7.1-3 ポンプの適用先

ポンプ形式		片吸込渦巻	多段渦巻	汚水汚泥片吸込渦巻	両吸込渦巻	渦巻斜流	斜流	軸流
吐出量 (m ³ /分)		0.1~6000	0.1~60	0.2~20	2.6~40	4~6000	4~6000	4~6000
全揚程 (m)		~40	~3600	~80	~250	~20	~150	1~5
概略汎用最大容量 (kW)		150	500	150	400	800	5000	1500
上水道 / 工業用水道	取水							
	送水							
	配水							
下水道	雨水							
	汚水							
	汚泥							
農業用	用水							
	排水							
河川用	排水							
	地下河川							
一般産業用	食料品・飲料							
	化学工業・石油							
	その他一般産業							
電力用	ボイラ給水							
	ボイラ復水							
	循環水							
製鉄用	デスクーリング							
	スケールピット							
	冷却水							
ビル用								

表7.1-4 ファン、ブロー、圧縮機の適用先

	ファン					ブロー					圧縮機				
	軸流	斜流	多翼	ラジアル	ターボ	軸流	斜流	ラジアル	ターボ	二葉ローター	軸流	ラジアル	ターボ	ベーン	ねじ
圧力範囲	10kPa 未満					10kPa ~ 100kPa					100kPa 以上				
食料品・飲料															
化学工業・石油															
繊維・パルプ															
窯業・土石															
鉄鋼・非鉄															
電力															
ガス供給															
空調															
ビル排煙															

7.1.4 設備コスト

設備コストは経済環境の変化によって大きく影響されることや、その時点のものでないと意味をなさないが、ここでは各種ポンプの概略コストを調査した。

多段渦巻ポンプは、20～30m³/hrの流量のポンプで吐出圧にもよるが30～60万円程度である。片吸込型ターボファンは、200～300m³/分の流量で60～90万円程度である。また、単位容量当たりのコストは、ポンプは2万円/kW、送風機は3万円/kW、圧縮機は20万円/kW程度である。

7.2 冷凍技術の効率化

7.2.1 定義と応用分野

冷却とは、周囲の温度よりも高い温度の物質をその熱を吸収して、大体周囲の温度まで下げることであり、利用する水、海水等の温度以下に下げることができない。

一方、冷凍とは、普通の温度の物質を、その熱を吸収して周囲の温度よりもさらに低くすること、またはその低温度を保つ操作である。さらに、これを“冷蔵”と“冷凍”に分ける場合があるが、この場合には一般的に-15℃程度以下に下げることがを冷凍と称している。

各種の工業で冷凍技術は広範な分野に応用されているが、その主要なものとして次のような例が挙げられる。

- (1) 食料品等の貯蔵
- (2) 酒、ビール、アイスクリーム、清涼飲料水、菓子等の製造
- (3) 薬品、火薬、染料、写真材料、油脂等の製造
- (4) 印刷、製紙、石鹼、煙草、紡績、化学工業等の各工業における応用
- (5) 製氷工場、アイス・スケート場等における応用
- (6) 住宅、病院、劇場、レストラン等の冷房施設における応用

これらの応用分野のうち、民生用、工業用を問わず空気調和(エアコンディショナー)が大きなウエイトを占めている。

7.2.2 冷凍方式の分類

図7.2-1に各種冷凍機の適用分野を示す。ロータリー、スクロール方式は小型冷凍機として用いられ、ターボ冷凍機や吸収冷凍機は大型冷凍機となる。

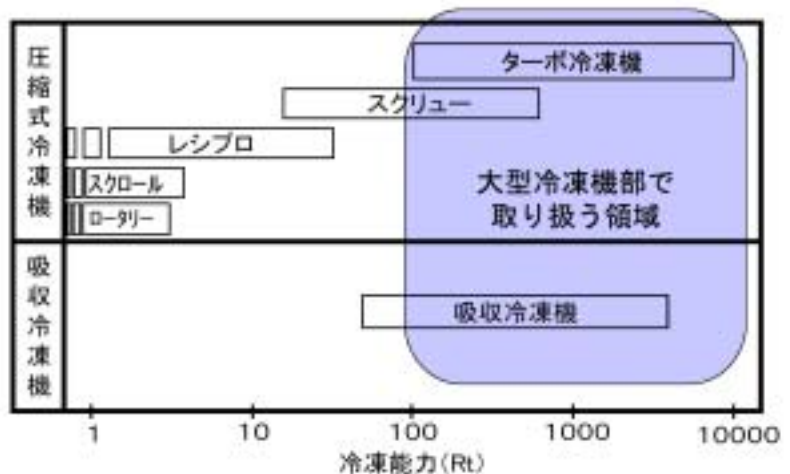


図7.2-1 各種冷凍機の適用分野

7.2.3 動作原理

冷凍機には、冷媒を機械的に圧縮・膨張させる圧縮式冷凍機、蒸発した冷媒（水）を吸収する吸収剤を用いる吸収式冷凍機、固体吸着剤を外部から加熱・冷却する時発生する蒸気系吸着質（水）の蒸発潜熱、凝縮潜熱を利用する吸着式冷凍機、熱電効果の逆作用であるペルチェ効果を利用した電子式冷凍機等がある。

図 7.2-1 に圧縮式冷凍機のうち、単段冷凍サイクルの原理を示す。

断熱した管の先端を絞りこの管に圧力のある気体または液体を流すと、先端部の小孔を通る時に流体の圧力が下がるとともに温度も低下する Joule Thomson 効果を利用する。

従来、冷媒として化学的安定性に優れた R-12 (CCl₂F₂) に代表されるフロンが利用されていたが、近年の環境問題から代替フロンやアンモニア等に代表される冷媒が使用され始めた。

サイクル原理は、次による。

冷媒蒸気を断熱圧縮(1 2)する。これにより蒸気圧力、温度は上昇する。

凝縮器で蒸気を冷却し液化(2 3)する。

冷媒液を膨張 (Joule Thomson) 弁により断熱膨張させ減圧・減温(3 4)する。

低压冷媒は蒸発器で外部からの熱を吸収して蒸発(4 1)する。

圧縮機の形式によりロータリー、スクロール、レシプロ、スクリュウ、ターボ型等がある。

図 7.2-2 に吸収式冷凍機の原理を示す。

水 - 臭化リチウム吸収冷凍機の場合は冷媒として水、吸収剤として臭化リチウムを用いる。水は真空状態では低い温度 (例えば 0.67kPa(5mmHg)では 4)で蒸発し周囲から熱を奪う。臭化リチウムは水をよく吸収する性質のある化学的に安定した物質で、温度が低く濃度が濃いほど水を吸収する性質は強くなる。

蒸発器は真空状態に置かれた容器で、これに水を散布すると水が蒸発する。

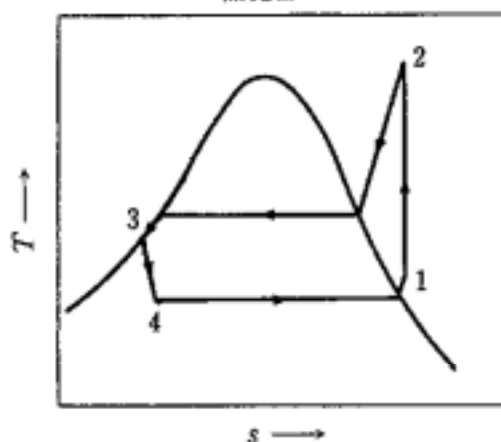
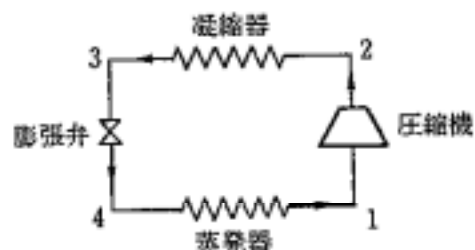


図 7.2-1 単段冷凍サイクル

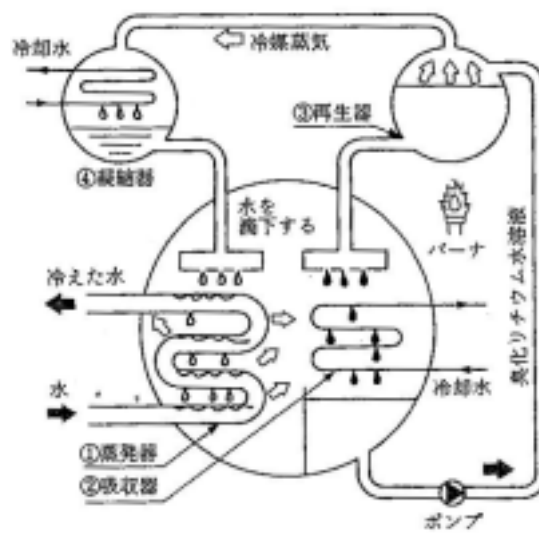


図 7.2-2 吸収式冷凍機

この時、室外の熱交換器内の空調用水から熱を奪う。

蒸発器につながる吸収器では、蒸発した水蒸気により真空度は落ちるが、臭化リチウム濃溶液をスプレーし水蒸気を吸収し真空度を維持する。

水蒸気を吸収した臭化リチウム水溶液はポンプで再生器に移し、加熱し、水蒸気と臭化リチウム濃溶液に分離し吸収器に戻す。

再生器で蒸発した水蒸気は凝縮器で冷やされ水となる。

7.2.4 圧縮式冷凍機の冷媒

表 7.2-1 に圧縮式冷凍機の主要な冷媒を示す。ターボ冷凍機を始めとする圧縮式冷凍機は、断熱膨張による温度降下現象(Joule Thomson 効果)により低温を得るものであり、冷媒の物性は冷凍機の効率(成績係数 : COP)に大きな影響をもつ。

蒸気(凝縮)圧力が高いと冷媒が液化する際に発生するエネルギーが少なくなり、成績係数は低くなる。また、冷媒の蒸発温度が高いほど成績係数は高くなる。

冷媒は化学的安定性や毒性、燃焼性などの視点で選定されてきたが、地球の温暖化対策の必要性が叫ばれ、オゾン層破壊係数や温暖化係数が冷媒選定の重要な視点となり、従来から多用されてきたCFC、HCFCに替えてHFCが利用されている。

表 7.2-1 圧縮式冷凍機の主要冷媒

記号	冷 媒	化学式	フロン代替	凝縮圧力 (MPa)	比能力 (対 R-22)	理論 COP (対 R-22)	オゾン破壊係数 (ODP)	温暖化係数 (GWP)
R 11	CFC - 11	CCl3F	廃止				1	
R 12	CFC - 12	CCL2F2	廃止				1	
R 22	HCFC 22	CHClF2	廃止	1.94	100	100	0.055	1700
R 32	HFC 32	CH2F2		3.14	162	95	0	550
R 125	HFC 125	CHF2CF3		2.54	86	73	0	3400
R 134a	HFC 134a	CH2FCF3	R-12	1.32	62	98	0	1300
R 407C	HFC 407C	混合	R-22	2.11	98	95	0	1653
R 410A	HFC 410A	混合	R-22	3.06	140	89	0	1975
R 290	プロパン	C3H8		1.71	82	95	0	3
R 717	アンモニア	NH3		2.03	118	107	0	0
R 744	二酸化炭素	CO2		10.00	153	27	0	1

CFC : クロロフルオロカーボン (Chloro Fluoro Carbon)

HCFC : ハイドロクロロフルオロカーボン (Hydro Chloro Fluoro Carbon)

HFC : ハイドロフルオロカーボン (Hydro Fluoro Carbon)

7.2.5 冷凍機性能

図 7.2-3 にターボ冷凍機のメーカー別の性能指数 (COP)、図 7.2-4 に吸収式冷凍機のメーカー別の性能指数 (COP) を示す。ターボ冷凍機は吸収式冷凍機に比べるとメーカーによって COP に差が見られる。一方、吸収式冷凍機は容量に対する COP 変化はほとんど見られず、また、メーカーにより COP に若干の差はあるがその差は小さい。

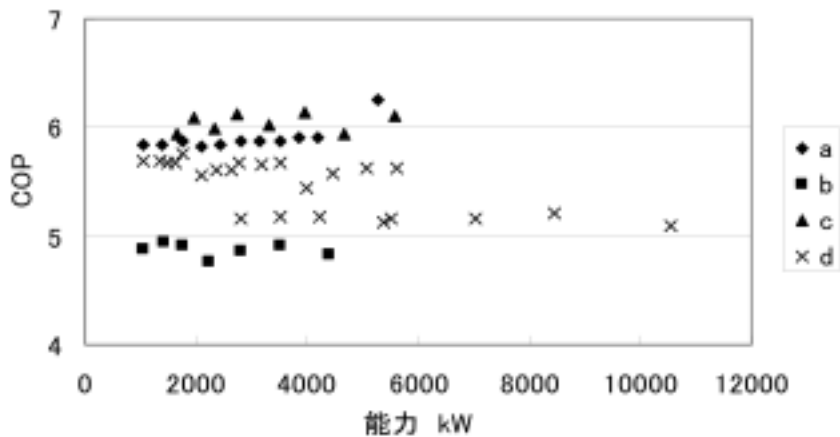


図 7.2-3 ターボ冷凍機のメーカー別性能指数 (COP)

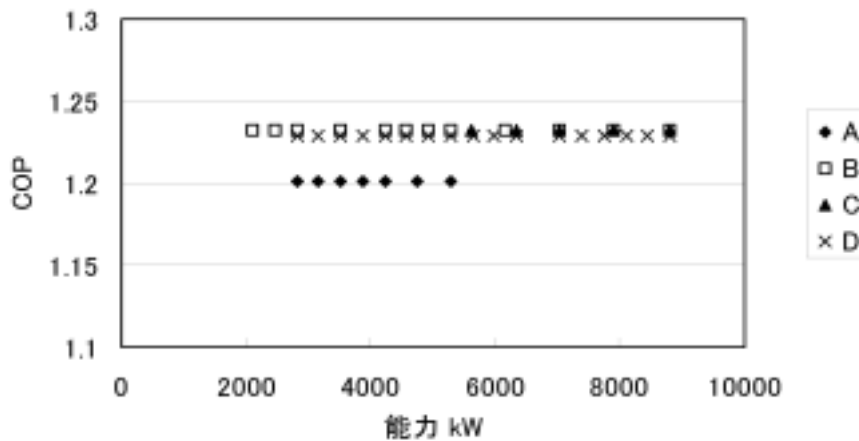


図7.2-4 吸収式冷凍機のメーカー別性能指数 (COP)

7.2.6 現状のストック量およびエネルギー消費量

表 7.2-2 に生産量統計から使用年数を仮定して推定した冷凍機のストック量を示す。

稼動していると想定される冷凍機、空調機の台数の半分以上がエアコンであり、一般冷凍用空調、自動車用エアコンも含めて 80%以上の冷凍設備が空調に使用されていると考えられる。

表 7.2-2 各種冷凍機のストック量

種 別	輸出比率 (%)	販売台数 (台/年)	使用年数 (年)	設置台数 (千台)
一般冷凍空調用	20	76,705	10	61,364
自動車エアコン用	40	135,603	7	81,361
遠心式冷凍機		9	25	9
吸収式冷凍機		133	20	133
エアコン	25	324,433	13	243,324
冷蔵庫	0	57,719	12	57,719
合 計	—	—	—	443,909

表 7.2-3 に現在のストック量から、各々の平均容量、負荷率、稼働率、成績係数から試算した年間エネルギー消費量を示す。冷凍分野で消費されるエネルギー消費量は約 500PJ であり民生部門でのエネルギー消費量 4600PJ の約 10%を占める。

設備の更新、負荷率の改善、技術開発による成績係数の改善等による省エネルギー効果を 20%と仮定すると、約 260 万 kL の省エネポテンシャルがある。

表 7.2-3 各種冷凍機のエネルギー消費量

種 別	設置台数 (千台)	容量 (JSRT)	負荷率 (%)	稼働率 (時間/年)	成績係数 (COP)	エネルギー消費 ($\times 10^{15}$ J/年)
一般空調用	61,364	10	5	2,500	3.5	304.6
自動車用	81,361	0.3	5	200	4.0	0.8
遠心式冷凍機	9	600	5	3,000	5.0	2.1
吸収式冷凍機	133	200	5	4,000	1.2	61.5
エアコン	243,324	1	5	2,000	3.5	96.6
冷蔵庫	57,719	0.5	5	8,700	4.0	43.6
合 計	443,909					509.3

参考) 2002 年度民生部門エネルギー消費 = $4,616 \times 10^{15}$ J / 年

7.3 電動機のインバータ化・効率的運転技術

電動機には直流機と交流機がある。直流機は直流電源により駆動され、容易に速度制御ができるので、従来型の電車やウィンチ、エレベータ、自動制御系などに用いられている。

交流機には回転速度が電源周波数に同期するものを同期機、そうでないものを非同期機（大部分は誘導電動機）に分けられる。

同期電動機は交流電源の周波数に比例同期した回転速度で回転する。また、力率を調整できる特徴があり、特に大容量、低速運転の場合は誘導電動機よりも適している。

誘導電動機は、交流電源の相数により、三相機と単相機に分けられる。動力用として最も広く用いられる電動機は、三相誘導電動機で、通称モータといえばこれを指す。家庭やオフィスのように単相電源しか得られない場合は、単相誘導電動機が用いられる。従来、誘導電動機は丈夫で安価、高効率であるが、速度制御が困難であった。しかし、パワーエレクトロニクスにおけるインバータの発達により誘導電動機の可変速運転が可能となった。

インバータとは「直流を交流に変換する」、コンバータとは「交流を直流に変換（整流）する」と定義されている。しかし近年パワーエレクトロニクスの進展にともない、鉄道モータの回転数制御、太陽電池の交流連系等に代表されるような交直変換器の利用が進み、交流および直流入力から電圧、周波数を変換した交流出力を出す変換装置をインバータと呼んでいる。インバータ装置には、必要に応じてコンバータ回路、インバータ回路、制御回路、保護回路等が組み込まれている。現在インバータには Si 半導体を用いられているが、その性能限界を大幅に超える SiC 半導体を用いたスーパーインバータが検討されている。

インバータは任意の電圧、周波数の交流を発生できるので、交流鉄道、家電機器、照明機器等に利用されているが、最も重要なのは安価な誘導電動機の回転数、トルク制御を可能にしたことである。

7.3.1 インバータの原理

電動機の運転に対する要求は様々であるが、制御するための基本は回転数制御、トルク制御、起動・停止を含む位置制御である。これらを組み合わせることで、目的に応じた様々な運転を実現できる。電動機を制御するためには、基本的には電動機に加える電圧や電流を調整すれば可能である。

図 7.3-1 にインバータの概念図を示す。インバータ制御部で商用電源の交流電圧を直流に変換し、インバータ部を制御することにより任意のパルス幅、パルス周波数をもった擬似正弦波交流に変換する。最近では大容量化も図られてきている。



図 7.3-1 インバータの概念図

出力電圧、周波数を制御する方式に、PWM (Pulse Width Modulation : パルス幅変調) 方式と PAM (Pulse Amplitude Modulation : パルス振幅変調) 方式とがある。

PWM 方式では図 7.3-2 に示すように、コンバータ部で発生した直流電圧をインバータ部では電圧を制御せず、直流をチョッピングして、パルス幅を制御して、擬似的に交流電圧、周波数を発生させる。電源力率、インバータ効率は良いが、高周波騒音がやや大きい。

PAM 方式では図 7.3-3 に示すように、コンバータ部で周波数と同期した可変の直流電圧をつくり、インバータ部で任意の周波数に制御して、擬似的に交流電圧、周波数を発生させる。電源力率は非常に良く、騒音は少ないが、インバータ効率は悪い。

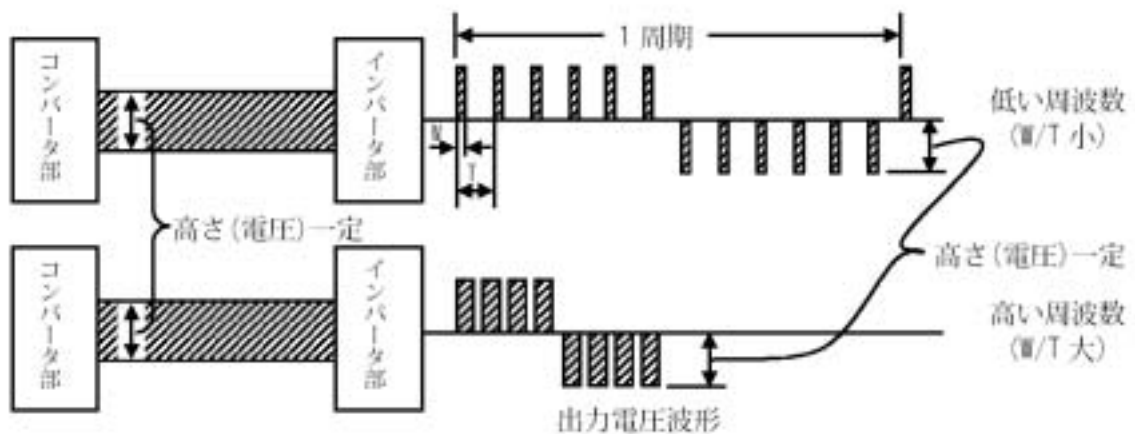


図 7.3-2 PWM 制御方式

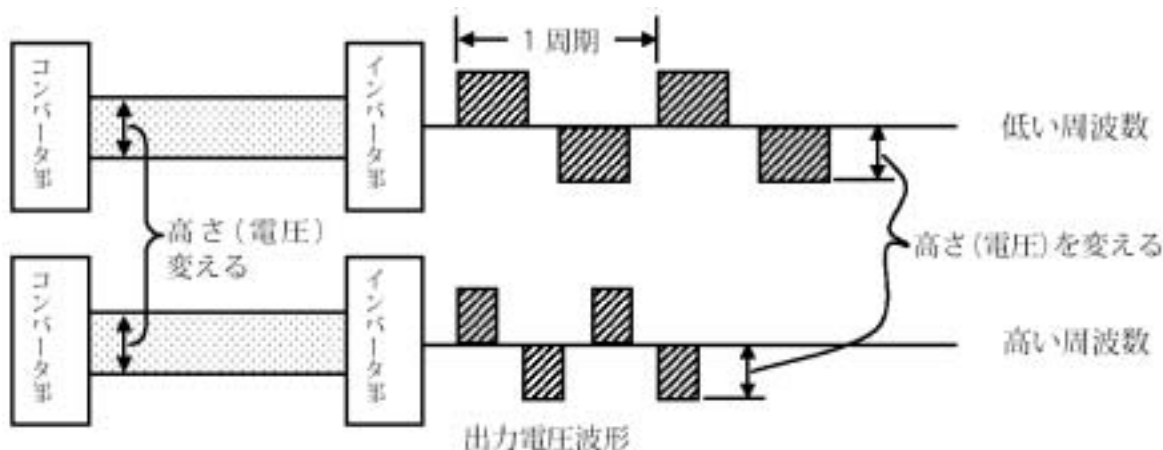


図 7.3-3 PAM 制御方式

7.3.2 インバータによる部分負荷運転

動力設備の省エネルギーとして、ファン・ポンプ等に汎用インバータを利用するケースが多くなっている。ファン、ポンプ、ブロワ等の負荷設備で消費されるエネルギーは、電動機の動力を通じて伝達される。一般にポンプ、ファン等においては、流量はモータ回転数に比例し、負荷トルクはモータ回転数の2乗に比例し（二乗低減トルク特性）し、消費電力はモータ回転数の3乗に比例する。

$$Q \quad N$$

$$T \quad N \times N$$

$$W \quad T \times N \times t / \quad N \times N \times N \times t /$$

ここで、W：電力量 T：トルク N：回転速度（回転数）
 t：運転時間 ：効率

例えば、モータ 1500rpm を 1350rpm（10%低減）にすると、風量は 90%、負荷トルクは 81%、消費電力は 72.9%（インバータ効率を 95%とすると 77%）となる。

すなわち、電動機の電力消費量を減らすには、

- 回転数またはトルクを下げ
- 運転時間を減らす
- 機器効率を高める

可変速制御の場合、設備のトルク特性（回転数を変えたときのトルクの変化）が消費エネルギーの削減に大きな影響を及ぼし、省エネルギー効果をもたらす。

負荷需要が季節変動等によらず一定であれば、ポンプは定格運転を行うだけで、インバータ制御は不必要である。負荷需要が一日の時間帯、季節変動、供給系統の経年変化（流れ抵抗増加）等により変動し負荷率が低下する場合に、その負荷需要に見合う供給を行うためインバータ制御を行う。このため負荷パターンの把握は大変重要である。

稼働率が高く負荷率の低い機器にインバータを利用すると必要電力量だけを供給することになり大きな省エネ効果が期待できる。ただし、一概に負荷率が低いからすべて効果が出るかという点必ずしもそうではない。例えば、稼働率の低いシステムで負荷率が低いものは、インバータを導入しても効果は期待できない。

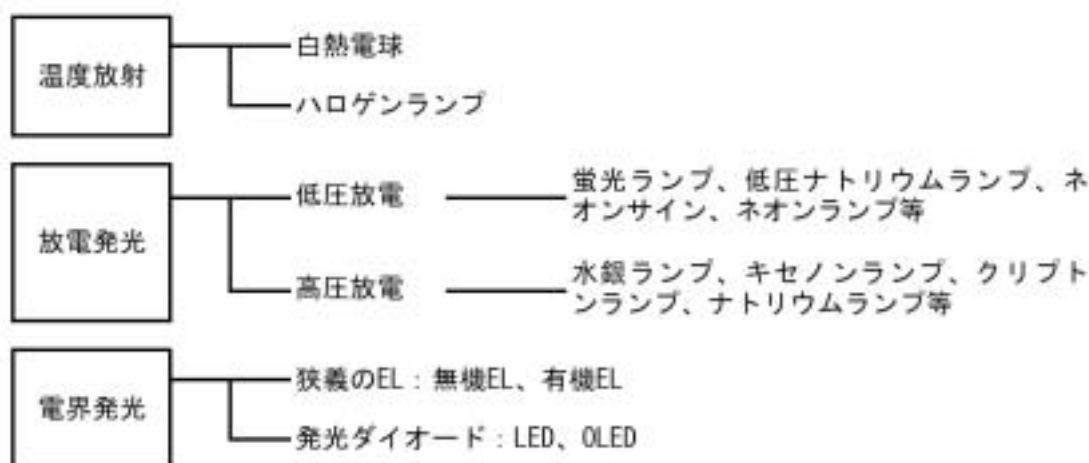
汎用インバータは、2000年度は世界市場で約6000億円のマーケットをもつと見積もられており、また、産業分野の消費電力は約8500万kWであり、汎用インバータはその約60%に寄与していると推定されている。もし、現在のSi半導体を用いたインバータを低損失なSiC半導体を用いたインバータに取り替えると、変換効率は現状の96%から99%に向上し、140万kWもの省エネ効果が得られると予想される。2010年においては、Si半導体インバータに対しSiC半導体インバータが数%置き換わったとしても、国内の消費電力において約500GWh/年(12.7万kL/年)の消費電力エネルギーの削減が実現されると予測されている¹⁾。

7.4 照明での消費電力低減技術

7.4.1 光源の分類

表7.4-1に発光原理による光源の分類を示す。

表7.4-1 発光原理による光源の分類



EL エレクトロルミネセンス：Electro-Luminescence

LED 発光ダイオード：Light Emitting Diode

OLED 有機発光ダイオード：Organic Light Emitting Diode

白熱電球はタングステンフィラメントを不活性ガス中で加熱し、高温フィラメントの高温光放射を利用する。ハロゲンガスを少量添加すると蒸発したタングステンをフィラメントに戻す効果があり寿命が長くなる。

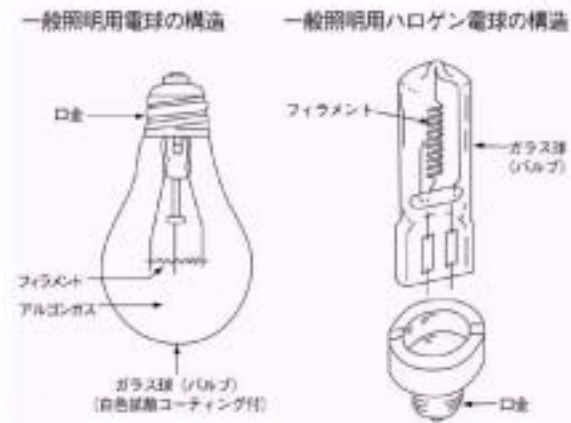
低圧放電とは電極間距離が比較的長いグロー放電であり、希ガスと水銀ガス、ネオンガス等の混合ガス中で放電させると、例えば水銀原子が励起され、高い励起準位から低い準位に落ちる時紫外線を放射するなど、ガス特有の励起放射（ネオンガス：赤、アルゴンガス：青）する現象を利用する。蛍光ランプは水銀ガスの紫外線放射を、蛍光管内壁に塗布した蛍光塗料により可視光に変換する。Hf（高周波：high frequency）蛍光ランプはインバータによる専用の高周波点灯回路と組み合わせることで発光効率を改善している。ネオンサインはガス特有の放射光を利用する。

¹⁾ 財団法人新機能素子研究開発協会 <http://www.fed.or.jp/project/inverter/>

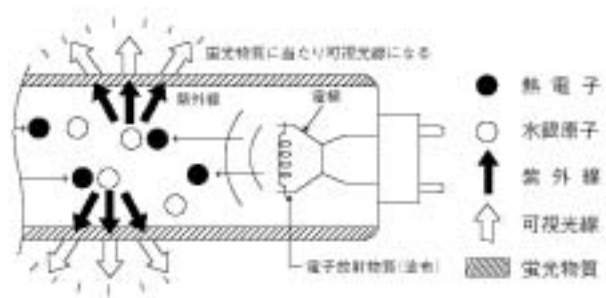
高圧放電とは電極間距離が短いアーク放電であり、封入ガス特有の輝線放射を利用する。
 電界発光とは、蛍光体シートの表裏に電極を貼り、交流電圧をかけると蛍光体が発光する現象を利用する。LED とは 族と 属元素化合物半導体に電流を流すと発光する現象を利用する。

図 7.4-1 に各種ランプの構造を示す。

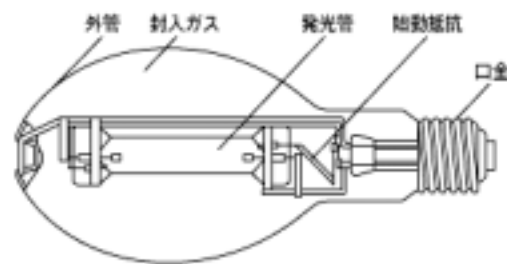
白熱電球
 ハロゲンランプ



蛍光ランプの発光原理



水銀ランプ



EL パネル

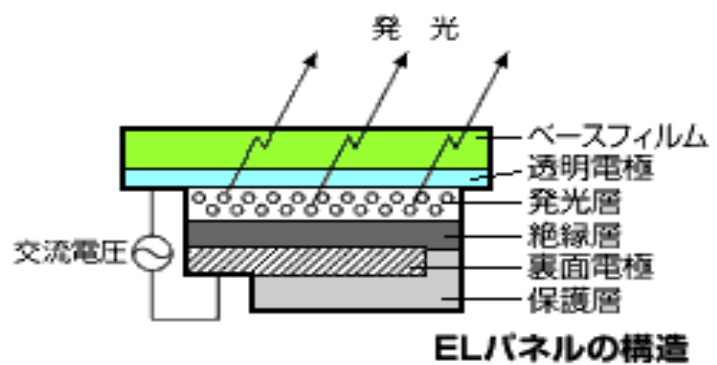


図 7.4-1 各種ランプ構造

7.4.2 照明の高効率化歴史

図7.4-2に蛍光灯消費電力の推移を示す。

第一次オイルショック後の1974年から点灯回路の改善 (105 W → 100 W)

1978 年頃から安定器の材料グレードアップ等による電力ロスの低減 (105 W → 95 W)

1985 年頃から省エネランプ (40 W → 36 W) と低消費形安定器の採用 (95 W → 86 W)

1992 年からHf 蛍光灯ランプとHf のインバータ安定器の開発 (86 W → 72 W)

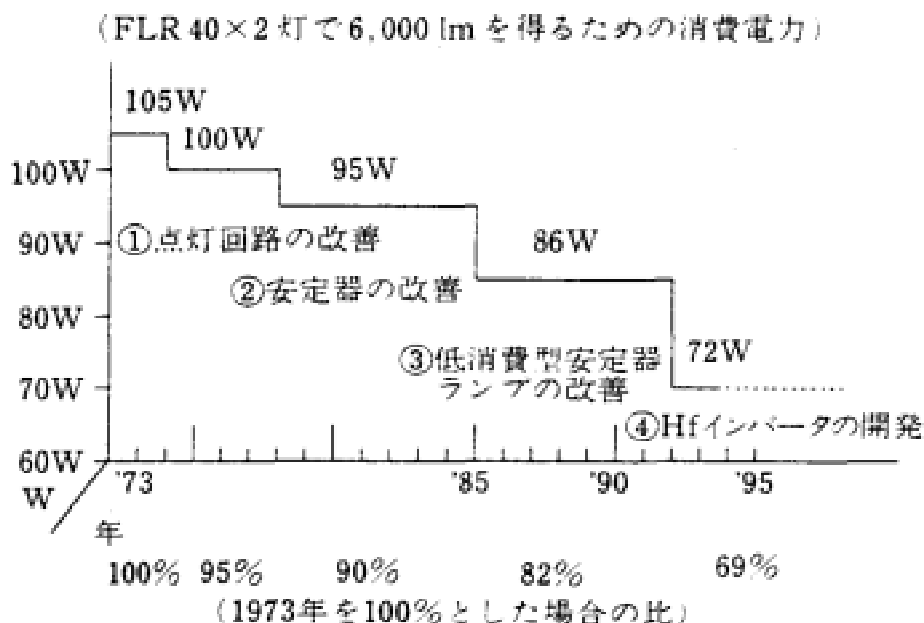


図 7.4-2 蛍光灯消費電力の推移

7.4.3 照明の省エネルギー

室内の明るさ、すなわち平均照度(ルクス(lx))はJIS Z9110、照明学会・技術規格 JIES - 008(1999)等により 700~750lx 程度と決められている。平均照度 E (lx) は下記で表される。

$$E = (F \times N \times U \times M) / A$$

E : 平均照度 (ルクス : lx) F : ランプ 1 灯の光束 (ルーメン : lm)

N : ランプ灯数

U : 照明率 (部屋大きさ、反射率等により決まる定数)

M : 保守率 (時間とともに平均照度は低下する。ランプ交換、清掃等保守の良否により決まる定数 : 0.7~0.6 程度)

A : 部屋面積

すなわち、照明の省エネルギーのポイントは

JIS 等に定められた照明基準を守り、過剰照明をやめ適正照明にする。

光束の大きな高効率ランプ・照明器具を採用する。(Hf 安定器 + Hf ランプ)

照明率の良い (透過率、反射率の良い) 照明器具を採用する。

ランプ交換、清掃を定期的に行う。

点灯時間をタイムスケジュール管理する。昼光と連動して制御する。

タイマ連動制御機能だけのタイマ制御システム

タイマ連動制御機能とセンサ連動制御機能の昼光制御システム

タイマ連動制御機能と調光制御機能の調光制御システム
 上記機能全体の照明を自動制御する総合照明制御システム
 局部照明を利用して照度を最適化する。

必要な所のみ照明する。過剰照明をやめ局部照明を併用する。

Hf 蛍光灯は従来のラピッド式器具に比べ 20～30%の消費電力削減効果がある。民生家庭および業務部門の照明エネルギー消費量は 730×10^{15} J 程度であり、この 10%の照明器具を更新するとして、 $15 \sim 20 \times 10^{15}$ J (原油換算 40～50 万 kL) の省エネルギーポテンシャルがある。

7.5 コージェネレーション技術

7.5.1 システム概要

コージェネレーションシステム(CGS : Cogeneration Systems)とは、都市ガス等の燃料を用いてガスエンジン、ディーゼルエンジン等を動かし、発電するとともにそれらの機器からの排熱を利用して熱供給(蒸気、温水)するシステムである。

コージェネレーションシステムは主に原動機と発電機および排熱回収装置、排熱利用機器から構成され、図 7.5-1 に示すような発電方式による分類が一般的である。

コージェネレーションシステムの特徴は、比較的小規模の発電システムであるものの熱と電気を合わせた総合効率が 80%程度と高効率であることを特長とする。

図 7.5-2 に各種発電部の発電出力と発電効率を示す。

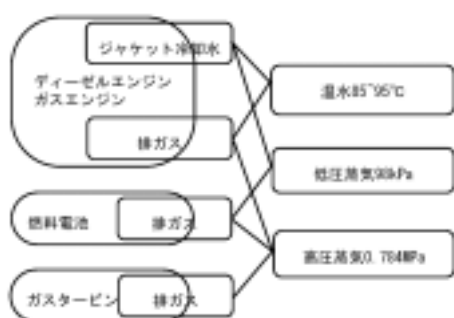


図 7.5-1 原動機と排熱回収方式

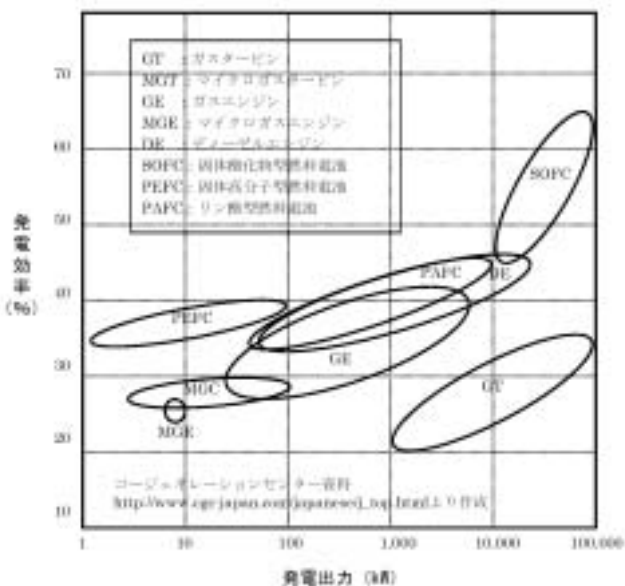


図 7.5-2 発電部の発電出力と発電効率

7.5.2 導入状況

図7.5-3に年度別導入状況を示す。コージェネレーションの導入は1986年頃より増加しており、近年では毎年コンスタントに400～450MWの導入がなされている。2003年3月末の時点で、コージェネレーションは4,515件の施設で7,425台、合計6,504MW（日本全国の電力用発電設備の約2.5%）が稼働している。民生用ではディーゼルエンジンとガスエンジンのコージェネレーションシステムが圧倒的に多く、産業用では大型ガスタービンのコージェネレーションシステムの導入が多い。

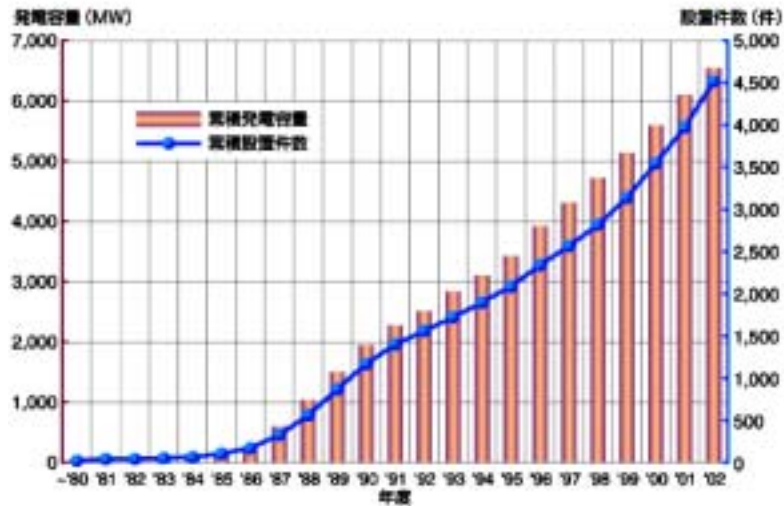


図 7.5-3 年度別導入状況

図7.5-4にガスエンジンの負荷率を100、75、50%と変えた時の発電効率および総合効率を示す。横軸は定格出力で、負荷率が低下すると発電効率も低下している。他の発電設備も同様な傾向を示し、どの発電設備も出力規模および負荷率が小さくなるにつれ発電効率は低下する。また、その低下の度合いはガスタービンが最も大きい。コージェネレーションの導入が次第に中小ビルや商店、事務所などの中・小型のコージェネレーションへと

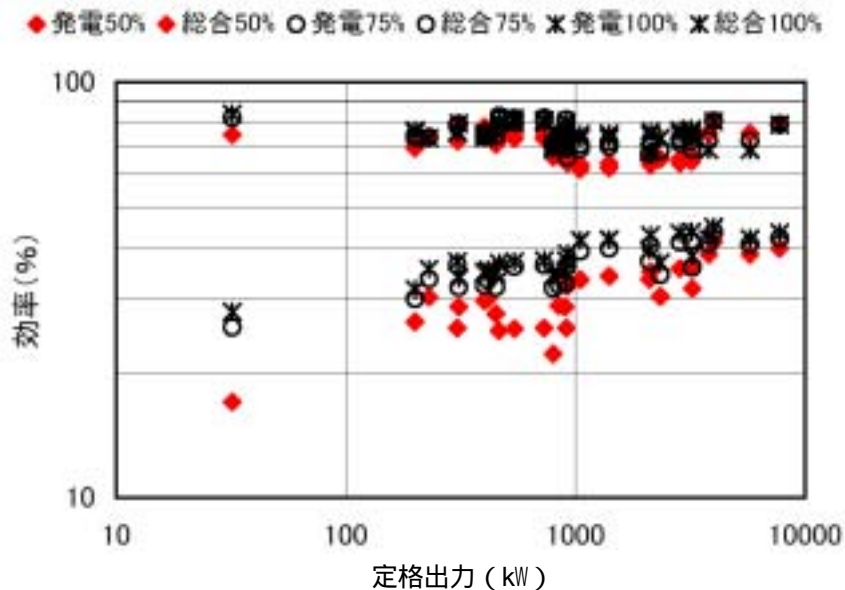


図 7.5-4 ガスエンジンの負荷率を変えた時の発電効率および総合効率

進む際に、原動機の規模が小さくなるにつれて発電効率が低下することは導入が阻害される原因の一つである。このような状況から、100kW 以下の規模のガスタービンの効率を大幅に改善したマイクロガスタービンが登場した。

7.5.3 導入・運用時におけるポイント

コージェネレーションは熱と電気を同時に供給することで総合効率は 80%程度と高いのが特徴であり、電気と熱需要のバランスが一番重要である。このため導入に際して下記のような項目に留意する必要がある。

導入可能性の調査：稼働率および負荷率の高い運転を行うため、建物の用途、場所、規模の選定を充分検討する。

電力負荷、熱負荷の想定：施設の電力負荷と熱負荷の特性をまず把握し、その特性に見合った最適システムの選定を行う。

電力システムにおいて、

契約電力と受電電圧

単機容量と台数の選定は受電電圧の決定に影響するため十分な検討が必要である。

系統連系と系統分離

発電電力系統と商用電力系統の 2 系統を連系させて使うのか(系統連系)、2 系統を分けて使うか(系統分離)を決定しなければならない。

排熱回収(利用)システムにおいて、

熱需要に見合った原動機、発電容量の決定

排熱の量と回収方法の絞込み

建物の熱負荷条件から排熱利用用途を選定

利用しやすい形態の排熱回収方法の決定

運用時において、

年間発電効率、排熱利用率、総合効率のチェック

部分負荷運転が長くなるように運転台数制御等運用の最適化を図る。

年間を通して排熱利用率が高くなるように排熱利用機器の運転、台数制御等を見直す。

機器の稼働率や排熱利用率、総合効率を犠牲にしない範囲で、コージェネレーションへの依存率を高める。

7.5.4 導入コスト

図 7.5-5 にガスエンジンシステムの導入コストを示す。インシヤルコストはシステム構成、工事内容などによって変わるが、大型機で 30 万円/kW 程度である。環境省「温室効果ガス排出量の推計」では、2010 年までの累積導入量は 123 万 6 千 kW、省エネルギー量は 13 万 kL である。

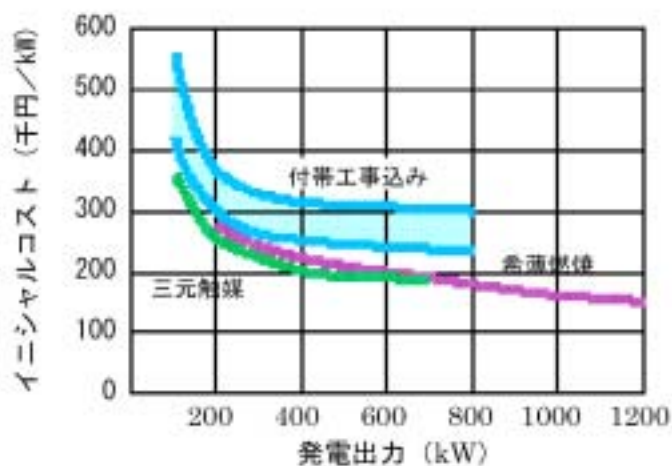


図 7.5-5 ガスエンジンシステムの導入コスト

7.6 ヒートポンプ技術

7.6.1 ヒートポンプの原理

何らかの機械的な仕事を加えて、熱を低温物体（低熱源）から高温物体（高熱源）へ移動（汲み上げる）させる装置を（広義の）ヒートポンプという。熱を取入れる低熱源の温度はより低く、熱が与えられる高熱源の温度はより高くなる。この過程でシステムが低温熱源から熱を除去し冷却するものを冷凍機と呼び、システムが放出する高温熱を暖房等の加熱に利用するものを（狭義の）ヒートポンプと呼ぶ。

図7.6-1に圧縮式ヒートポンプの動作図を示す。

ガスを圧縮すると高温となり、これで低温水を加熱し高温水として給湯・暖房に利用する。一方、液体を膨張・減圧すると低温・凝縮し、これで外気を冷却し冷房として利用する。減圧して外気温度より低くすれば、無限の熱容量をもつ外気から熱を取入れることができる。

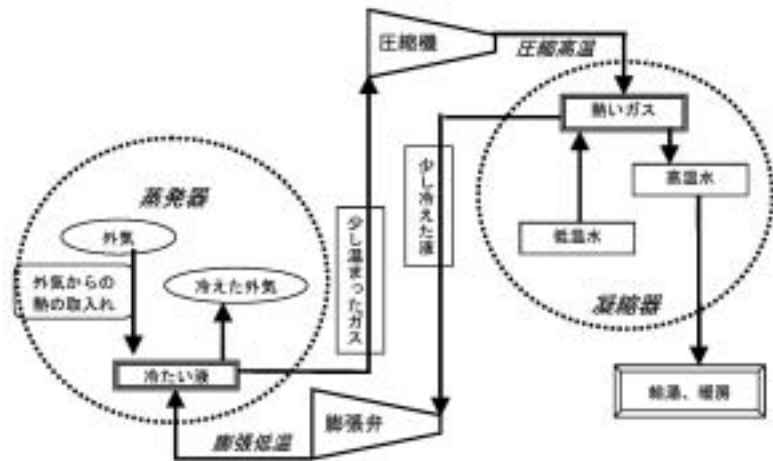


図7.6-1 圧縮式ヒートポンプ

図7.6-2に吸収式ヒートポンプの動作図を示す。

蒸発器に冷媒である水を散布し蒸発させる。この時、空調用水から熱を奪う。吸収器では臭化リチウム濃溶液をスプレーし、蒸発した水蒸気を吸収する。水蒸気を吸収した臭化リチウム水溶液はポンプで再生器に移し、加熱し、水蒸気と臭化リチウム濃溶液に分離し吸収器に戻る。

再生器で蒸発した水蒸気は凝縮器で冷やされ水となる。

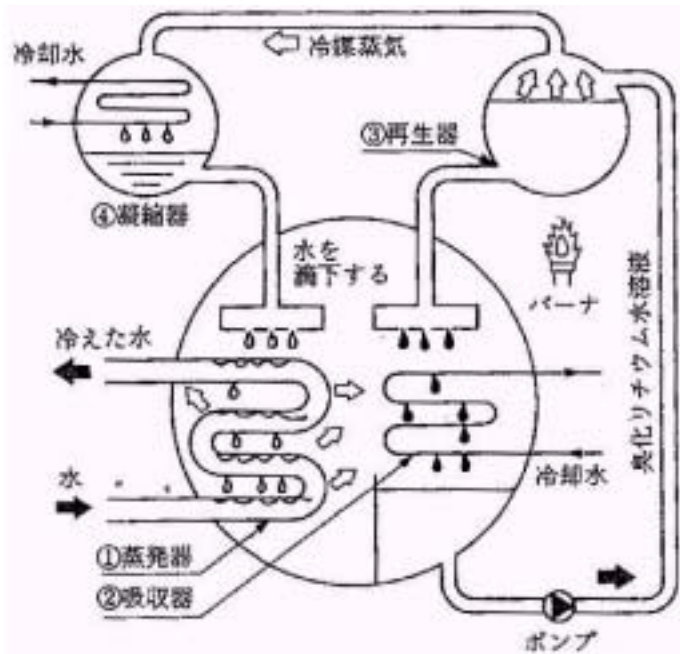


図7.6-2 吸収式ヒートポンプ

500kW以上の冷凍機の形式はターボ式とスクリー式、10kWから500kWの間ではスクリー式、吸収式、ロータリー式、スクロール式など多くの種類が供給されている。10kW以下ではスクロール圧縮式が主である。

吸収式ヒートポンプ（赤プロット：COP1.5程度）は成績係数が小さいが、前述のように電力の需要端熱効率を用いて一次エネルギーに換算して比較すると圧縮式との差は余りない。

7.6.3 主な適用先

(1) 家庭用エアコン

家庭用エアコンは毎年約700万台の出荷で、大部分が空気熱源ヒートポンプとなっている。これは暖房時には室外機に付属している空気熱交換器によって大気から熱エネルギーを取り出して暖房を行い、冷房時には四方弁を切り替えて冷媒の流れを逆にして、室内の温熱を大気中に放出するものである。インバータを組み込み、回転数制御によって冷房出力2.5kWクラスの冷暖平均成績係数は省エネ基準値5.27を達成し、6を越すものもある。

(2) 業務用

エンジン駆動を除く業務用エアコンの出荷台数は毎年70万台で推移している。3,000m²位までの小型ビル向け空調では、空冷ヒートポンプ式エアコン方式が採用され、フロア毎に冷暖房を制御する個別方式のビルマルチエアコンが主流である。3,000～10,000m²位までの中型ビルの空調では上に述べた個別方式と中央熱源方式が混在する。熱需要の大きいホテル、病院などでは中型ビルでも中央熱源方式が多い。

(3) 地域冷暖房

地域冷暖房は基本的に中央熱源方式を大規模にしたものであるが、延床面積は20～30万m²となり、その中には住居、事務所、商店、食堂、ホテルなどを含み熱需要が複雑である。そのため大型で多種類の熱源機器を納めた施設（エネルギープラント）が建設される。

(4) CO₂ ヒートポンプ給湯器

CO₂冷媒を冷凍サイクルに適用したことにより、90以上の貯湯がCOP=3.3～4程度で行うことが可能となった。業務用給湯システムも開発されて、ホテル、レストランなどに導入されている。次に示すように、電力会社が開発した「エコキュート」の定格COPは年々向上している。

年	2001	2002	2003	2004
COP	3.46	3.88	4.17	4.21

7.6.4 導入コスト

図7.6-4に事務所(1万m²未満)のケースで各種ヒートポンプシステムのトータルコスト(イニシャルおよびランニングコストの和)の試算例を示す。

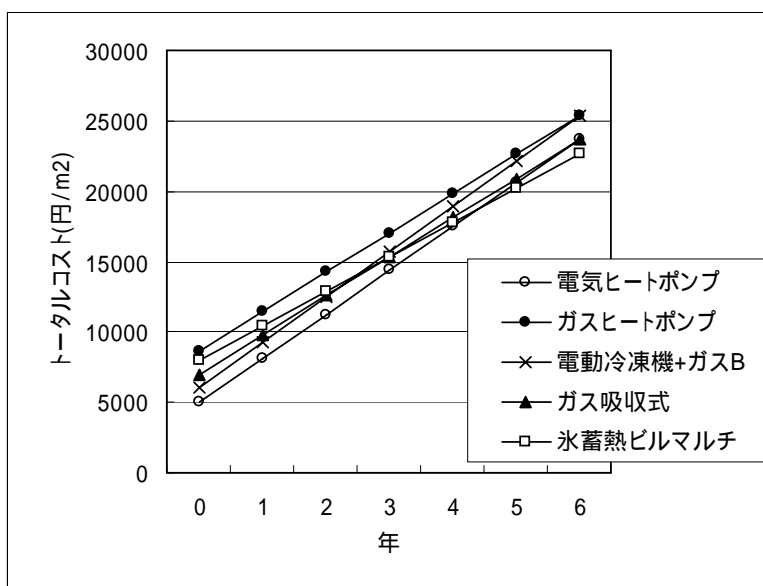


図7.6-4 各種ヒートポンプシステムのトータルコスト(事務所ビル小)
(電力中央研究所報告「業務部門エンドユースエネルギー原型モデルの開発」)

他の事務所(1万m²以上) ホテルも同様の試算をした結果は以下にまとめられる。

事務所(小)の場合、イニシャルコストは電気ヒートポンプが最も小さいが、ランニングコストを含めると、4~5年の回収年数で氷蓄熱ビルマルチの方が経済的になる。

事務所(大)の場合、イニシャルコストはガス焚吸収式と電動冷凍機+ガスボイラーの2種類が小さいが、2~3年の回収年数で氷蓄熱セントラルの方がトータルコストは小さくなる。

ホテル(小)の場合、イニシャルコストで見ると、電気ヒートポンプの他にガス吸収式と電動冷凍機+ガスボイラーが有利になる。これは熱負荷が多いからである。

ホテル(大)の場合、イニシャルコストではガス吸収式と電動冷凍機+ガスボイラーが有利であるが、トータルコストで見ると、4年程度でガスコージェネと氷蓄熱セントラルが有利になってくる。

「平成12年度 温室効果ガス削減技術シナリオ策定調査検討会報告書」(環境省)では、2010年の省エネルギー効果として、の中で、業務用エアコンで7,321TJ、高効率吸収式冷凍機で1,128TJ、家庭用CO₂ヒートポンプ給湯器で1,128TJ、合計9.6PJ(25万kL)の省エネルギー効果を推計している。

7.7 高効率トランス

7.7.1 原理と分類

図 7.7-1 に変圧器の動作原理を示す。変圧器とは入力交流電圧を他の電圧に変圧する装置であり、幹線送電電圧 500kV、275kV、220kV 等と 200V、100V 等と間で変圧（降圧または昇圧）するものである。

鉄心に一次および二次巻線を巻き付ける。一次巻線に交流電圧を印加すると一次巻線電流が流れ、鉄心に交流電流に比例した磁束が発生する。

発生した磁束変化により二次巻線に交流電圧が発生し、負荷に応じた二次電流が流れる。この時、一次電圧と二次電圧は巻線数に比例する。

図 7.7-2 に主要変圧器の使用事業所および容量を示す。

最も多いのは柱上変圧器であり、約 900 万台が設置されている。耐用年数は 16～22 年であり、置き換え需要は約 28 万台と推定される。

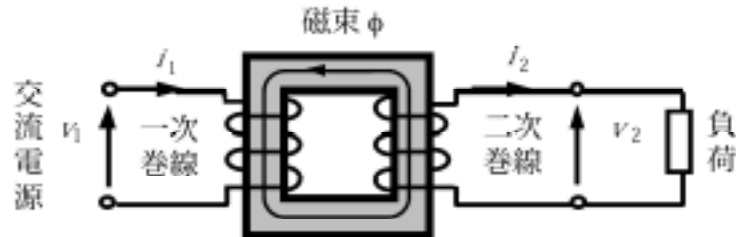


図 7.7-1 変圧器の動作原理

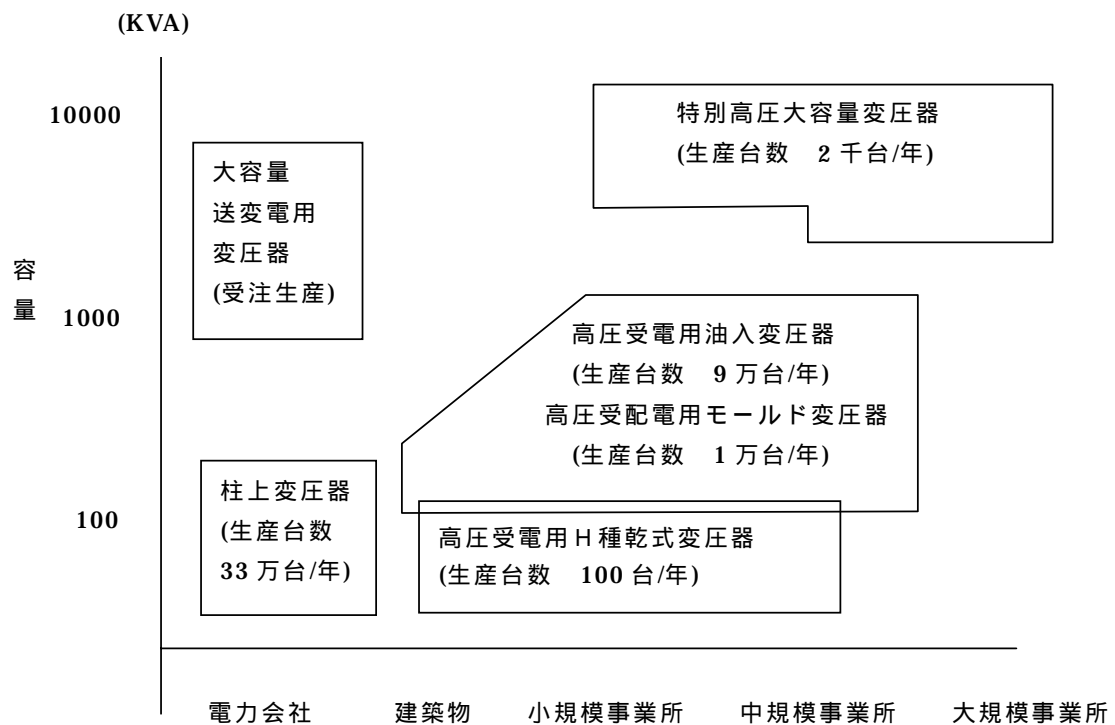


図 7.7-2 主要変圧器の使用事業所および容量

7.7.2 効率

変圧器の損失には、二次側負荷がなく二次電流がゼロに近い状態での無負荷損と二次負荷電流が流れた状態での負荷損がある。図 7.7-3 に負荷率に対する変圧器効率の例を示す。

通常変圧器は負荷率 40～60%で運転されており、この範囲で効率は最大になるように設計されている。

無負荷損は常に一次電流が流れ鉄心に磁束が発生しているため生じる損失であり鉄損とも呼ばれ、鉄心材料、印加電圧、周波数により変化する。

負荷損は二次電流が流れるために生じる損失で、主に巻線の抵抗による損失であり、負荷電流の 2 乗に比例して増加する。

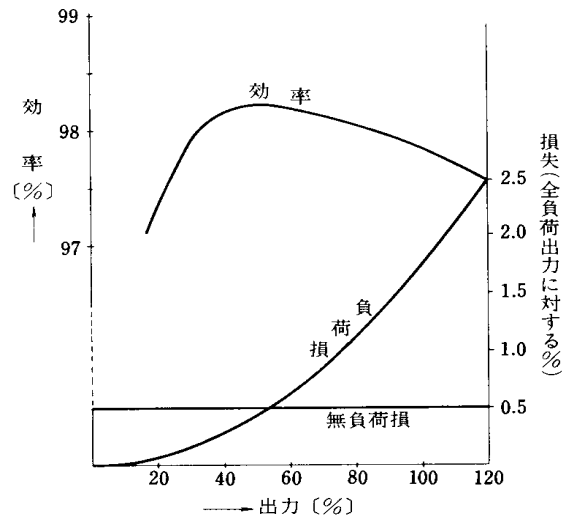
変圧器の効率は、75kVA クラスで 97.0～98.1%、100kVA クラスで 97.0～98.2%、200kVA クラスで 97.5～98.5%、500kVA クラスで 98.1～98.8%、2MVA クラスで 98.%程度である。

現在、市場では 3 種類の高効率変圧器が扱われている。

第一は JEM-1474、1475 適合の“高効率変圧器”である。標準変圧器に対して大きさと質量を余り変更しないで、高配向性珪素鋼板または磁区制御珪素鋼板の採用により高効率変圧器規格に適合させたものである。

第二は、“スーパー高効率変圧器”または“超高効率変圧器”である。JEM-1474 に定めた特性よりもさらに高効率化を進めた変圧器である。珪素鋼板や導体の材質変さらにとどまらず、磁束密度や電流密度の低減等を行い標準変圧器に対し 50%程度の低損失化を図っている。

第三はアモルファス変圧器がある。図 7.7-4 にアモルファス変圧器の損失を示す。非結晶金属であるアモルファスを鉄心に使用した場合、ヒステリシス損が非常に小さく、また板厚が約 0.025mm と非常に薄いため渦電流損も低減され、無負荷損は珪素鋼板を使用した場合に比べ 1/5 程度



効率と負荷の関係 (20 kVA) の例

図 7.7-3 負荷率に対する変圧器効率

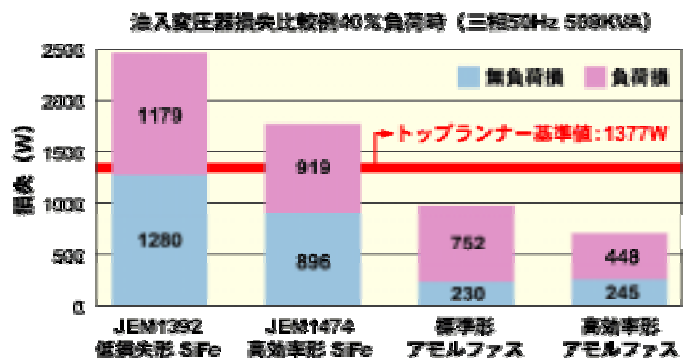


図 7.7-4 アモルファス変圧器の損失

までに大幅改善できる。しかし、飽和磁束密度が低いので鉄心が大形化し、それに伴い巻線も大形化するため負荷損は増加する。このため負荷損を低減したアモルファス変圧器(負荷損失改良型アモルファス変圧器)が製品化されている。省エネの効果の観点からはスーパー高効率変圧器に分類されることもある。

変圧器の無負荷損の大きさは、変圧器の素材である鉄心の違いにより著しく異なる。現在の高効率の変圧器では、鉄心の素材として高配向珪素鋼、磁区制御珪素鋼またはアモルファス合金が使用されている。既に確立された実用化技術の中で一番無負荷損が少ない素材はアモルファス合金で、これによる変圧器は現在日本で稼動している変圧器の無負荷損を平均で1/8にまで減らすことができる。現在日本で稼動している変圧器のすべてがトップランナー変圧器によって置換えられたとすると、約235億kWh/年(原油換算約620万kL/年)の省エネルギーポテンシャルがある。

7.8 BEMSによるエネルギー利用管理技術

7.8.1 BEMSの定義と種類

BEMSは、省エネ法では「ビル・エネルギー管理システム(Building and Energy Management System)」、空気調和衛生学会では「室内環境とエネルギー性能の最適化を図るためのビル管理システム」としている。

図7.8-1にBEMSの概念図を示す。BEMSは業務用ビルや工場、地域冷暖房といったエネルギー設備全体の省エネ監視・省エネ制御を自動化・一元化するシステムである。これにより建物内のエネルギー使用状況や設備機器の運転状況を一元的に把握し、その時々々の需要予測に基づいた最適な運転計画をすばやく立案、実行でき、きめ細かな監視制御によって、人手をかけることなく、建物全体のエネルギー消費を最小化できる。またBEMSは、監視・制御サーバーを中核としたネットワークによって自動制御をし、LANによる公衆回線によって離れたところにある工場、支社などの遠隔監視も可能にさせる有効なツールとなる。

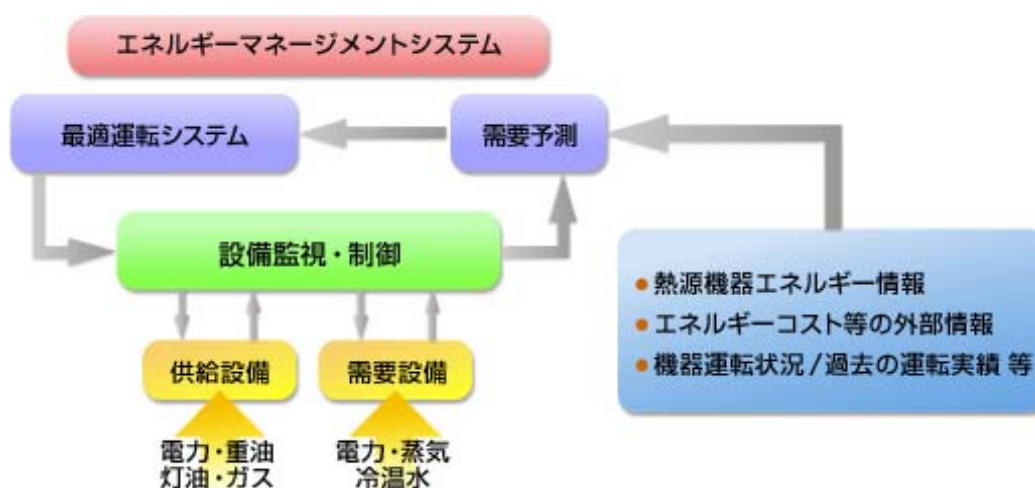


図 7.8-1 BEMS の概念図

表 7.8-1 に BEMS の機能を中心とした分類例を示す。ビル内情報の監視および簡単な制御を行う基本 BEMS に、防災防犯監視、調節制御、維持管理機能を追加した拡張 BEMS、さらに防災制御、最適制御、経営管理機能を追加した高級 BEMS、将来的には IT と組み合わせるビル群を一括管理する統合化 BEMS に発展すると予想される。表は BEMS の一例であり、ビルの管理対象は環境の質やそれを創造するエネルギー・物質消費設備であり、これは固定的なものではなく、その範囲と形式、システムやターゲットは時代とともに流動的である。

表 7.8-1 BEMS の機能を中心とした分類例

項目	内容	BEMS のレベル			
		B	E	H	I
データベース	データ入力、採取、制御シーケンス、作表作図フォーマット、知識データベース				
監視部	・状態監視				
	・各種状態監視 環境情報、機器運転情報、各種維持管理状態				
	・防災防犯監視				
	・防災制御 排煙、空調・換気、消火、昇降、電源				
	・防犯				
制御部	・計画制御				
	・各種制御 駐車場管理、昇降管理、業務管理(病院、ホテルなど)				
	・調節制御				
	・フィードバック制御、フィードフォワード制御				
	・最適化制御 環境状態値、機器運転状況				
管理部	・維持管理 エネルギー・機器効率、予防保全、施設管理機器台帳、故障・修繕記録				
	・経営管理 費用計算、諸管理(不動産、貸室、人事、安全)				
	・清掃管理				
情報部	・電話、情報				
	・TS(Telephone Service)				
	・OA				
群管理部	・他の建物群の管理、制御				

注：B(基本 BEMS)、E(拡張 BEMS)、H(高級 BEMS)、I(統合化 BEMS)

7.8.2 BEMS の導入目的

ビル運営の合理化

ビルの運営維持にかかる費用はビルのライフサイクルコストの 75~80%を占めており、ビルの経営効率を高めるためにはこの費用を最小化することが求められている。BEMS はこの費用最小化に貢献するとともに、BEMS による設備のスケジュール管理により、設備の無駄な運転が省け、さらにはビル管理要員の省力化になる。

維持管理の合理化

建築設備の機能は、冷暖房、換気、照明、給排水など多様で、設備の正常な運転の確保や設備機能の維持はビル経営上重大な課題である。BEMS はこれらを一元的に管理することができる。また、オーバーホールや機器更新の負担は年によって額が異なること、リノベーション(集中的改修)の費用は大きいことから保全中期計画が重要であるが、BEMS はこれらの計画へ重要な情報を提供することができる。

省エネルギーと環境保全

化石燃料の保全や地球環境の保護の観点から、目的とする室内環境をできる限りの少ないエネルギーで達成することが省エネルギーにつながる。東京でのビル管理に占めるエネルギー費の割合は 27%におよぶ。また、ビルのライフサイクル二酸化炭素排出量(LCCO₂)の内、運用で発生する二酸化炭素は 56%を占める。運用費用や二酸化炭素排出量からも省エネルギーが重要であるのがわかる。省エネルギーを実現するには、省エネルギーシステムの導入や運転管理などによるなかで BEMS の果たす役割は大きい。

7.8.3 BEMS の導入コストと効果

表 7.8-2 に新築時の BEMS の導入コスト例を示す。5000 m² 未満の中小ビルに導入する場合は 1,000 円/m² 程度、5000 m² 以上では 2,000 円/m² 程度であり、将来的にはこれを 1/4 のコストにする必要がある。

表 7.8-2 BEMS の導入コスト

面積規模 [m ²]	初期価格 [円/m ²]	量産時価格 [円/m ²]	面積規模 [m ²]	初期価格 [円/m ²]	量産時価格 [円/m ²]
~2,000	1,000	250	5,000~	2,000	500
2,000~	1,000	250	7,000~	2,000	500
3,000~	1,000	250	10,000~	2,000	500

注： 既築は工事費が高むので一率上記の 2 倍

BEMS を既に構築している事業者のヒアリング結果に基づく住環境計画研究所推定

図 7.8-2 に NEDO の BEMS 導入支援事業で採用された省エネ制御手法を示す。これら手法は比較的費用対効果の高い、導入しやすい手法であり、省エネ効果の予測が比較的容易なため、ESCO 事業として採用されることも多い。

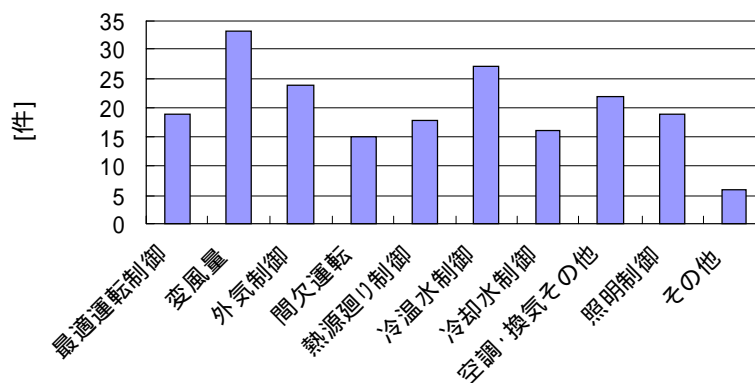


図 7.8-2 NEDO の BEMS 導入支援事業で採用された省エネ手法

7.9 排熱回収用熱交換器の高効率化技術

7.9.1 熱交換器の分類

熱交換器は高温流体の熱を低温流体に移す装置で、熱交換する流体同士が固体壁で隔られている隔壁式と、流体同士が直接接触する方式のものがある。代表的な熱交換器の形態としては、保守点検が容易であるため広く産業界で使用されている耐圧容器構造を有するシェル・アンド・チューブ熱交換器、空調機に広く使われているフィン・チューブ熱交換器、気体と気体との間の熱交換に使われるコンパクト熱交換器等がある。熱交換は高温と低温流体温度差が大きいほど伝熱面積を小さくできコスト的に有利であるため、従来温度差は10程度以上が一般的であった。しかし近年では、排熱を極限まで利用するため温度差数の熱交換を行う例が増えてきている。熱回収効率改善の努力は古くから続けられており顕著な成果を上げてきているが、今後は、むしろ熱交換器を含むシステム構築に対する新しい発想が求められる。

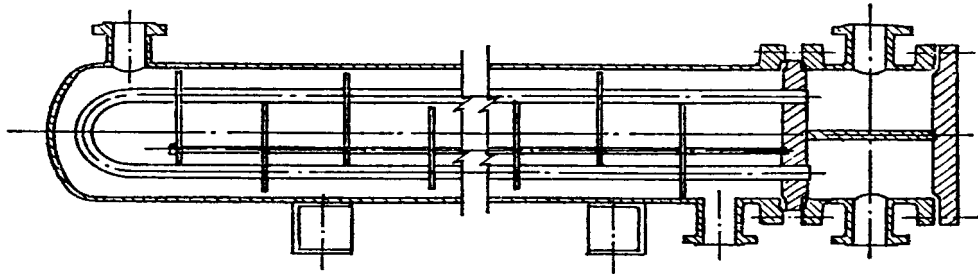
図7.9-2に熱交換器の構造上の分類を示す。

流体Aの流路	流体Bの流路	形式名	説明図	
円形	円管	二重管熱交換器		
	シェル	シェル・アンド・チューブ熱交換器		
	管列の間	裸管	管熱交換器	
		円周フィン付管	フィン付管熱交換器	
		プレートフィン+管	フィン・アンド・チューブ熱交換器	
扁平矩形管	フィン列	コルゲートフィン熱交換器		
平行平板	平行平板	プレート形熱交換器		
平板+フィン列	平板+フィン列	コンパクト熱交換器		
マトリックス	マトリックス	蓄熱式熱交換器 (回転マトリックス)		
		全熱交換器 (静止マトリックス+流路切換)		

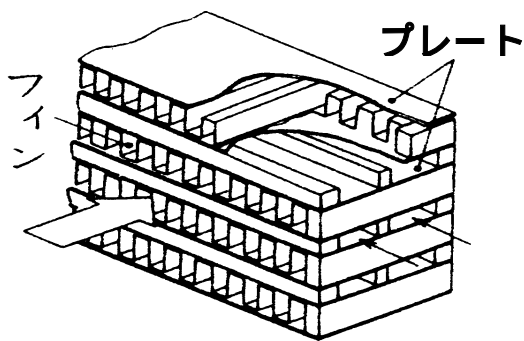
図7.9-1 熱交換器の構造上の分類

7.9.2 熱交換器の構造例

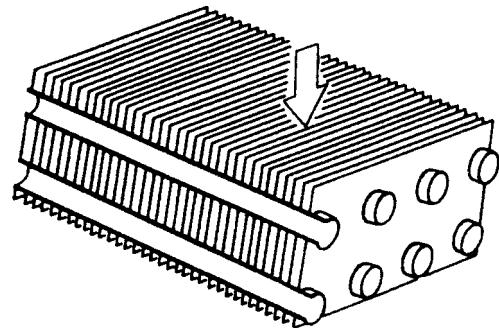
図7.9-2 に代表的熱交換器の構造を示す。



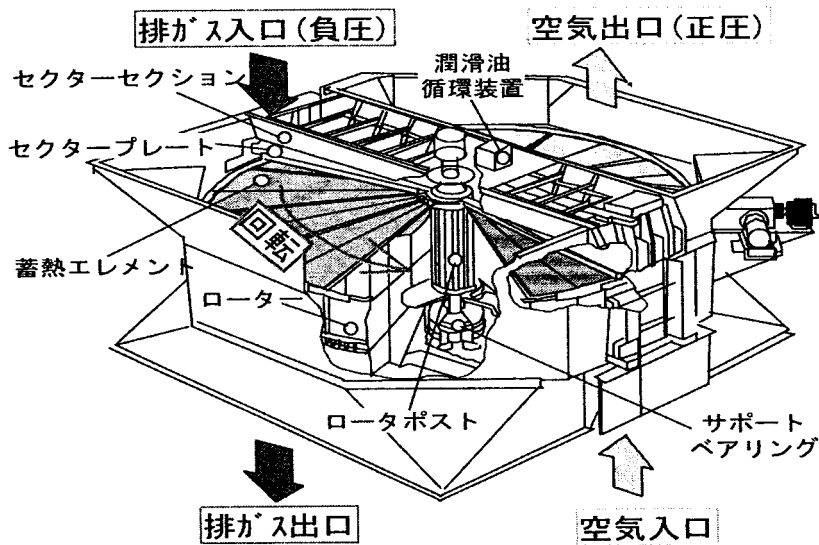
シュル・アンド・チューブ(U字管)形熱交換器



プレートフィン形熱交換器



プレートフィン・チューブ熱交換器



蓄熱式熱交換器

図7.9-2 代表的熱交換器の構造

7.9.3 熱回収への適用例

(1) 排ガスの熱回収

ボイラ給水予熱：エコノマイザ（節炭器）

エコノマイザは排ガスを使ってボイラ給水を予熱する熱交換器で、ボイラ本体入口における給水温度を上げるため、ボイラ本体で加熱する熱量（燃料）が減少する。気体を加熱するための熱交換器に比べて伝熱面積は小さいが、エコノマイザに入る給水は加圧されているため、管および継手の部分を耐圧構造にする必要がある。このため、空気予熱器に比べて設備費用が高価になる。

燃焼用空気予熱

空気予熱器は排ガスにより燃焼用空気を加熱する熱交換器で、空気予熱により伝熱量の増加、燃焼室負荷の増加、低過剰空気燃焼等が可能となり省エネルギー効果は大きい。しかし、密度の小さい気体熱交換であるため大きな伝熱面積が必要になる、燃焼用空気の供給流動抵抗が増加する、ガス温度が上昇するため窒素酸化物の発生量が増加する傾向にある等を考慮しておく必要がある。

潜熱回収

排ガス中の水蒸気が凝縮するような温度まで冷却すれば、水蒸気が凝縮するとき大量の熱を発生するため、排ガスの顕熱だけでなく水蒸気の凝縮潜熱までも回収することができる。しかし、排ガス中の潜熱まで回収するときには、伝熱面に水滴が凝縮して腐食が発生することがあるため、チタン等耐食性材料が用いられる例がある。耐食性材料の選定にはコスト、耐久性、得られる効果等を十分検討する必要がある。

(2) 下水熱利用システム

下水中へ排出される熱エネルギーは低レベルの熱エネルギーであるが、ヒートポンプによりこのような低温の熱源の熱を有効利用することが可能である。ヒートポンプによる下水熱利用システムのエネルギー効率、ボイラによって温水をつくる給熱システムの2倍以上の効率となる。下水に混在する夾雑物や溶解物に対する配慮や配管をはじめ機器には耐食性のある材料を選定する必要がある。

7.9.4 全国業種別・温度別排熱量調査

省エネルギーセンターでは平成12年度に「工場群の排熱実態調査」を行った。これは排熱放出量10Tcal/年以上の主要業種の工場、清掃工場など全国の990工場を対象としてアンケート調査を実施し、580工場から得られた回答を整理したものである。この580工場から排出される合計排熱量は全国推定排熱量の約1/4と推定されている。

表7.9-1に業種別・温度別の温水、固体状態での全国排熱量および表7.9-2にガス状態での全国排熱量を示す。

温水排熱では、60 未満の排熱が全体の49%を占めており、この有効利用が必要である。ガス排熱では、150 未満の排熱が全排ガス排熱の43%、200 未満のガスで70%を占めている。150 未満ガスは煙突から排出されていると考えられるが、高耐食性熱交換器による潜熱回収を検討する必要がある。

表 7.9-1 業種別・温度別の温水、固体状態での全国排熱量

業種別・温度別・全国排熱量(Tera cal/年)：温水、固体

業種	温水排熱					固体排熱			
	H040	H060	H080	H100	計	S0200	S0500	S1000	計
1. 食料	72	322	652	227	1273	0	0	0	0
2. 繊維	0	0	242	4	246	0	0	0	0
3. 紙パ	683	95	302	407	1487	14	0	0	14
4. 化学	4572	1681	915	932	8100	32	14	0	46
5. 石油	249	3	74	18	344	194	0	358	552
6. 窯業	139	1173	0	5	1317	0	0	0	0
7. 鉄鋼	2541	14	324	32	2911	313	409	4714	5436
8. 非鉄	509	64	1	66	640	3	43	37	83
9. 機械	1389	98	0	0	1487	0	5	19	24
10. 電気	1	0	12	131	144	0	0	0	0
11. 輸送	730	52	0	47	829	0	0	537	537
12. ガス	1	40	174	2	217	0	0	0	0
13. 電力	0	0	76	185	261	0	0	0	0
14. 清掃	0	0	217	2814	3031	10	0	0	10
15. 他	13	0	28	1	42	0	0	0	0
計	10898	3541	3017	4872	22328	567	471	5666	6704
全排熱の中で各温度レベルの排熱が占める割合	48.8	15.9	13.5	21.8	100	8.5	7	84.5	100

注：H040 は 40 - 59 の温排水の意、他も同様。H100 は 100 以上で蒸気も含む。

注：S0200 は 200 - 499 の排熱。S1000 は 1,000 以上。

表 7.9-2 業種別・温度別のガス状態での全国排熱量

業種別・温度別・全国排熱量(Tera cal/年)：ガス

	G100	G150	G200	G250	G300	G350	G400	G450	G500	総計
1. 食料	1580	1449	812	69	73	267	1	0	80	4331
2. 繊維	293	162	571	288	0	936	0	0	0	2250
3. 紙パ	7147	3341	1792	161	26	162	0	0	28	12657
4. 化学	11363	28032	4487	3676	1433	1648	320	1332	2095	54386
5. 石油	1141	6657	2313	949	1157	599	336	116	1054	14322
6. 窯業	5733	1360	2497	3641	680	0	0	124	57	14092
7. 鉄鋼	10215	10625	3886	2977	4880	771	594	235	1685	35868
8. 非鉄	220	365	556	568	417	190	566	5	619	3506
9. 機械	1072	109	604	387	59	163	88	105	461	3048
10. 電気	613	1689	904	104	338	0	0	0	0	3648
11. 輸送	185	1029	617	88	162	280	152	183	1105	3801
12. ガス	222	1479	463	486	0	10	0	0	23	2683
13. 電力	63452	3336	38	44	100	0	0	0	0	66970
14. 清掃	1911	5562	9965	2841	0	0	0	0	0	20279
15. 他	80	529	361	0	0	0	5	49	0	1024
計	105227	65726	29867	16278	9325	5026	2062	2148	7206	242865
全排熱の中で各温度レベルの排熱が占める割合	43.3	27.1	12.3	6.7	3.8	2.1	0.8	0.9	3	
排熱中、回収不可とされる熱量	101018	45069	15929	7103	3443	1608	582	543	1153	176449
同上、そのレベル排熱に対する割合	96	68.6	53.3	43.6	36.9	32	28.2	25.3	16	72.7

注：G100とは、149 から 100 までの温度レベルの排熱を表す。他も同様。G500は500以上の排熱。

出典：「工場群の排熱実態調査」財団法人省エネルギーセンター、平成12年度

7.10 断熱材料および耐火材料

7.10.1 断熱の目的

断熱材とは、ある空間からその外に熱が逃げないように、またはその空間に外から熱が侵入しないように熱を遮断する機能を有する材料をいう。言い換えれば、断熱材とは、高温の物体から低温の物体に熱エネルギーが移動するのをできるだけ阻止または遅くして熱を伝えにくくした材料であり、石綿、ガラス繊維、コルクなどがある。

耐火物とは、高熱で溶けにくい材料であり、高い熱に耐え、しかも、容積に変化が少なく、機械的な強度も充分で、熱の急変にも耐えられ、また、窯炉の中で溶かされる物体による侵食や磨滅にも耐性がある材料をいう。マグネシア、アルミナ、シリカ等の無機酸化物や黒鉛等の焼成物が使用される。

断熱材および耐火材は、産業分野のみでなく民生の分野でも広く使われているが、具体的な断熱の目的として、次のような事項があげられる。

熱の放散、流入を防ぎ、最適のプロセス条件を維持した生産活動を行い、設備の最大許容量を保持する。

高熱窯炉など高温での反応、熔融などのプロセスを可能にする。

従業員を高熱から保護し、さらに快適温度を維持して作業能率を増進する。

建築物の断熱に使用し、木材構造物または引火点、着火点の低い物質の火災の予防、室内の壁や機器表面の結露を防止することにより快適な住空間を提供する。

冷凍および低温貯蔵のために外部への熱の放散と流入を防止する。

蒸発しやすい液の貯蔵または運搬の際、太陽熱その他外熱の影響を防止する。

断熱材はその目的、温度、コスト等によって選択されるが、利用分野は広範囲にわたっており、またその温度範囲もきわめて広い。したがって、使用される断熱材の種類も多岐にわたり、その名称も高温用から順に耐火材、断熱材、保温材および保冷材と通称されている。

7.10.2 断熱材の分類

断熱材にはまず熱伝導度の非常に小さい材料が選択される。図7.10-1に各種材料の常温における熱伝導度を示す。熱伝導度は、気体、液体、固体の順に大きくなる。また、熱伝導度は温度の依存性があり、気体の熱伝導度は温度の上昇とともに大きくなるのに対し、液体の熱伝導度は一般的に温度が高くなると小さくなる。ただし、水や各種の溶液は温度の上昇とともに熱伝導度も高くなる。固体の場合は温度の上昇とともに低くなる物質が多いがその変化率は物質により異なる。

断熱材の設計においては、材料選定とともにその構造設計、例えば固体より気体あるいは真空のほうが熱伝導度は小さくなるので、できるだけ気泡、間隙を多くもち、気泡径が微小で見かけ比重が小さい構造にすることが非常に重要である。

断熱材には多種多用の製品があり、材料、用途、形態等で分類されているが、表7.10-1に材料による分類を示す。

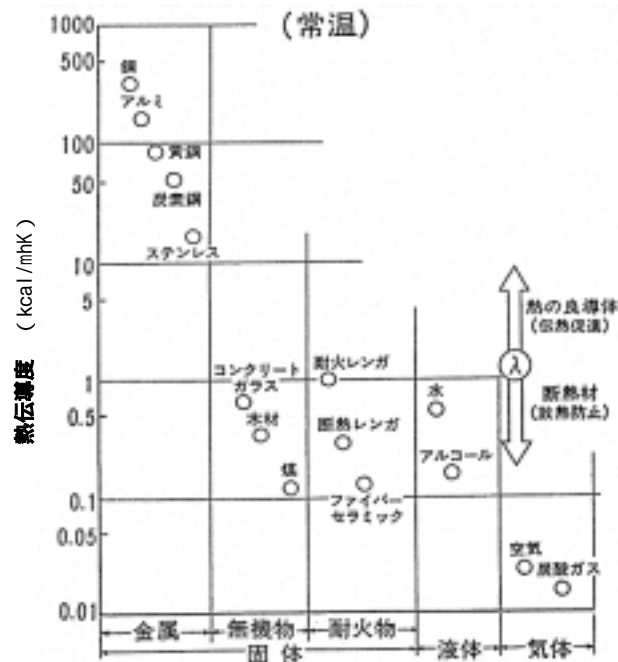


図 7.10-1 各種材料の常温における熱伝導度

表 7.10-1 断熱材による分類

無機断熱材	天然断熱材	パーライト、パーミキュライト、ケイソウ土、石綿、軽石等
	人工断熱材	耐熱断熱レンガ、泡ガラス、発泡コンクリート、 グラスウール 、 ロックウール 、セラミック繊維、アルミナ繊維、シリカ繊維、アルミナバルーン、ケイ酸カルシウム、チタン酸カリウム繊維等
有機断熱材	天然断熱材	植物質断熱材 コルク、鋸屑、木材、綿、紙、海草、種実殻等 動物質断熱材 牛毛、獣毛、織布、フェルト等
	人工断熱材	発泡塩化ビニール、発泡スチレン、発泡フェノール樹脂、発泡ウレタン、プラスチックフィルム・コルゲート等
金属断熱材	(人工断熱材)	アルミニウム箔・コルゲート等
複合材断熱材	(人工断熱材)	断熱塗料、断熱充填材等

7.10.3 住宅用断熱材の利用材料

図 7.10-2 にグラスウール、ロックウール等の人工断熱材の適用分野を示す。人工断熱材は圧倒的に建築用として使用されている。断熱材は住宅、建築分野に適用されるのが大部分であり、耐火材は製鉄産業で 60～70%が使用されている。

図 7.10-3 に建築用(住宅用)断熱材の構成材料を示す。グラスウール、ロックウール、インシュレーションボードが多く利用されている。



図 7.10-2 人工断熱材の適用分野

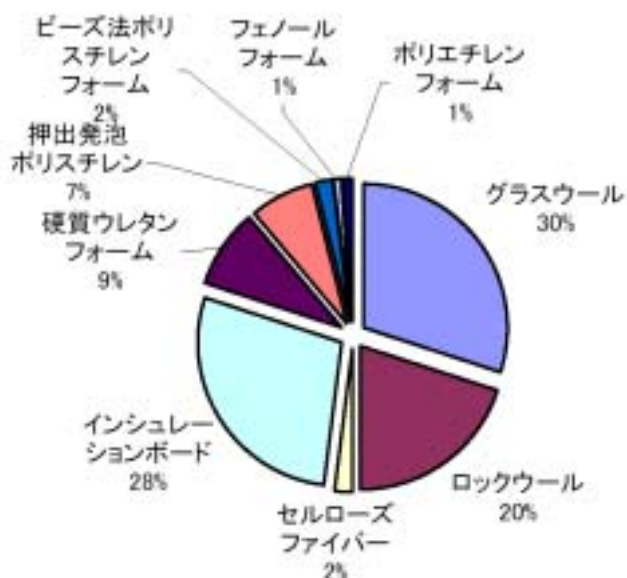


図 7.10-3 建築用断熱材の構成材料

注 1) ロックウールとは、高炉スラグ、玄武岩などの主として珪酸石灰質原料を 1,400～1,600 の高温で熔融し、高速気流または遠心力を利用して繊維状に成形したもので、ウール状のものからフェルト、ボード状のものまで、各種の二次製品がある。

注 2) インシュレーションボードとは、木材をパルプ状にしてノリを加え均一化し、加熱しながら圧縮して板状にしたもので、強度に方向性がなく、材質も均一で、割れ、狂い、変形がない。

7.10.4 断熱材、耐火材の新技术

断熱材、耐火材に関連する技術の研究、開発では、制御したナノ構造、真空構造を利用し熱伝導度を大幅に改善する研究開発が盛んに行われている。

新しい断熱材、耐火材として下記のような研究開発が行われている。

高機能・超低熱伝導材料

積層的なナノ多孔・複合粒子構造をもち、優れた保形性、強度、加工性、薄肉性等の機能と超低熱伝導率を備える断熱材料を開発する。現行の断熱材の約 1/5 の熱伝導度を開発目標とする。

高性能断熱建築材料(ノンフロン発泡プラスチック)

断熱性能に最も優れたフロンガスを使用することなく、優れた断熱性能を有する断熱材を開発する。熱伝導率 0.023W/m・K 以下、押出発泡ポリスチレンに

よる真空断熱材では $0.008\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ を開発目標とする。

建築用断熱材（ネオマフォーム：旭化成建材株式会社）

100 μ 未満の極めて微細な気泡で構成されているフェノールフォーム樹脂の断熱材で、熱伝導率は $0.020\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ である。独立気泡率が 94～95% と高く、長期にわたって高い断熱性能を維持できる。

高機能耐火材（Wacker WDS：黒崎播磨株式会社、Wacker Chemie GmbH）

100nm 以下のマイクロポア構造を有するフュームドシリカ(5～30nm・球状)の成形体で、固体粒子が点接触で伝熱経路が最小であるとともに、マイクロポアで気体の対流・分子衝突を阻止する構造をもつ。熱伝導率 $0.02\text{W}/(\text{m}\cdot\text{k})$ 。

参考 単位の倍数および記号

名称	記号	大きさ	名称	記号	大きさ
ヨタ	Y yotta	10^{24}	ヨクト	y yocto	10^{-24}
ゼタ	Z zetta	10^{21}	zepto	z zepto	10^{-21}
エクサ	E exa	10^{18}	アト	a atto	10^{-18}
ペタ	P peta	10^{15}	フェムト	f femto	10^{-15}
テラ	T tera	10^{12}	ピコ	p pico	10^{-12}
ギガ	G giga	10^9	ナノ	n nano	10^{-9}
メガ	M mega	10^6	マイクロ	μ micro	10^{-6}
キロ	k kilo	10^3	ミリ	m milli	10^{-3}
ヘクト	h hecto	10^2	センチ	c centi	10^{-2}
デカ	da deca	10	デシ	d deci	10^{-1}

第8章 まとめ

2010年および2030年を展望し、将来大きな省エネルギー効果が期待できる省エネルギー技術について抽出・検討した。

また、優秀な省エネルギー技術・機器設備・システム等を抽出・分析し情報として整理した。これらの情報を公開・広報し、分野・業種・部門を超えて普及促進させるスピルオーバーによって省エネルギーの促進に貢献することを目的として、省エネルギー技術普及促進事業を推進した。

2002年に策定された省エネルギー技術戦略をベースに、2010年および2030年を展望して現在の省エネルギー技術戦略の見直しを行った。省エネルギーニーズの観点から全体の体系を見直すとともに、技術開発課題の柱となる新たな省エネルギー技術開発項目を整理し、重要な省エネルギー技術のウエイト付けを行った。

また、平成16年度より、財団法人エネルギー総合工学研究所の「超長期エネルギー技術研究会」において、2100年を見通した長期的なエネルギー技術戦略の検討が開始されている。これらの議論と併せて、この調査事業における省エネルギー技術戦略の見直しの議論が、来年度以降に予定されている省エネルギー技術戦略の改定の審議に貢献できれば幸いである。

技術ニーズと技術シーズとの交流を積極的に推進するため、「省エネルギー優秀事例全国大会」および「工場のエネルギー使用合理化シンポジウム」の場において、優秀事例の中に含まれる要素技術・手法を分析して、同業種はもとより、異業種においても参考となる点を改めて指摘する解説講演を行うとともに、これらの情報を整備した。

昨年度に引き続き省エネルギー技術コンファレンスを開催した。参加者数300名と盛会に開催することができた。会場の定員の関係から申し込みを途中で中止したにも関わらず、参加申し込み者数は500名を数えた。京都議定書達成に向けての省エネルギー技術の役割というテーマを掲げたが、省エネルギー技術に対する関心の高さが伺われた。来年度は会場設定等についても再検討する必要がある。

技術ニーズが大きいファン・プロア・ポンプの効率改善技術等の省エネルギーに係る10技術について、原理、分類（含駆動機）、現状市場における能力仕様、現状のストック量等について調査した。これは現場技術者にとっては貴重な技術情報であり、ホームページで公開する予定である。

なお、これらの情報について、省エネルギーセンターのホームページへの掲載、雑誌「省エネルギー」への投稿、「工場のエネルギー使用合理化シンポジウム」テキストへの掲載等を行い、幅広い広報活動を行った。

京都議定書の発効、エネルギー需給の安定、産業における国際競争力の向上等の問題を同時に解決するものとして省エネルギー技術に対する期待は国内外において益々大き

くなっている。省エネルギー技術は、分野等についても多岐にわたるため、省エネルギー技術のスピルオーバーに当たっては、関係者のさらなる理解とともに多様性に富んだ柔軟な対応を引き続き期待する。

平成 16 年度 省エネルギー技術普及促進事業 報告書

発 行 平成 17 年 3 月
編集・発行 財団法人 省エネルギーセンター 技術部
〒104-0032 東京都中央区八丁堀 3-19-9
ジオ八丁堀
TEL 03-5543-3020 FAX 03-5543-3021
URL <http://www.eccj.or.jp/>

禁無断転載、版權所有 財団法人 省エネルギーセンター
Copyright (C) The Energy Conservation Center, Japan 2005