

電力の負荷平準化推進のための 調査・研究報告書

平成 12 年 3 月



社団法人日本電機工業会
負荷平準化技術専門委員会

目 次

1. はじめに	1
2. 負荷平準化とそれを取り巻く環境	3
2.1 我が国の負荷平準化への取り組み	3
2.2 米国に見られる DSM の発展と変貌	4
2.3 負荷平準化を阻害する要因とその解決策	4
2.4 電機工業会からの負荷平準化への提言	6
3. 負荷平準化関連機器・システムの現状と将来	8
3.1 二次電池システム	8
3.1.1 歴史的背景と技術の進歩	8
3.1.2 現状	9
3.1.3 事例（海外動向）	12
3.1.4 将来（5 年，10 年）	13
3.1.5 技術課題	13
3.2 蓄熱・蓄冷システム	16
3.2.1 氷蓄熱空調システム	16
(1) 歴史的背景と技術	16
(2) 現状・事例	16
(3) 将来（5 年，10 年）・技術課題	19
3.2.2 ショーケース	21
(1) 歴史的背景と技術の進歩	21
(2) 現状の負荷平準化システム	21
(3) 将来展望と技術課題	23
3.2.3 電気温水器	24
(1) 歴史的背景と技術の進歩	24
(2) 現状	25
(3) 将来（5 年，10 年）・技術課題	26
3.2.4 省エネ型清涼飲料用自動販売機（エコベンダー）	27
(1) 歴史的背景と技術の進歩	27
(2) 現状	27
(3) 将来（5 年，10 年）技術課題	28
3.3 分散型電源システム	29
3.3.1 歴史的背景と技術の進歩	29
3.3.2 現状	30
3.3.3 事例（海外動向）	30
3.3.4 将来（5 年，10 年）	31

3.3.5 技術課題	31
4. 現在の法規制と助成制度	39
4.1 現在の法規制	39
4.1.1 電池電力貯蔵システム (BESS)	39
4.1.2 分散電源	40
4.1.3 負荷システム	40
4.1.4 負荷誘導システム	40
4.1.5 規制緩和の提案	41
4.2 国内電気料金制度	44
4.2.1 電気供給約款	44
4.2.2 電気供給約款取扱細則	46
4.2.3 電気供給約款と省エネの例	46
4.2.4 その他	48
5. 負荷平準化モデルシステムの設定と経済性試算	49
5.1 二次電池モデルシステム	49
5.1.1 システムの構成	49
5.1.2 コスト予測	53
5.1.3 経済性試算	55
5.2 蓄熱・蓄冷モデルシステム	58
5.2.1 氷蓄熱空調モデルシステム	58
(1) システム構成	58
(2) コスト予測と経済性試算	58
(3) 経済性試算	59
(4) CO ₂ 削減試算	60
5.2.2 蓄熱利用冷凍・冷蔵・空調モデルシステム	65
(1) システム構成	65
(2) コスト予測と経済性試算	65
5.2.3 太陽光発電システム・ヒートポンプ給湯機モデルシステム	68
(1) システム構成	68
(2) 想定負荷	68
(3) 経済性計算	68
(4) CO ₂ 削減効果	69
5.3 太陽光発電・鉛電池複合住宅用モデルシステム	70
5.3.1 システムの構成と想定負荷，負荷平準化運転パターン	70
5.3.2 コスト予測	74
5.3.3 経済性試算	75

5.3.4	太陽光発電・鉛電池複合住宅用システムのまとめ	78
5.4	分散型電源（燃料電池）モデルシステム	79
5.4.1	システム構成	79
5.4.2	コスト予測	86
5.4.3	経済性試算	86
5.5	負荷誘導用のための屋内情報システム	89
5.5.1	屋内情報システムの構成	89
5.5.2	システムのコストについて	91
6.	地域大での負荷平準化効果の試算	95
6.1	概要	95
6.2	地域モデルの想定	95
6.3	各用途の負荷曲線モデルと負荷平準化パターン例	96
6.4	地域大での効果試算	99
7.	普及促進のための提言	102
7.1	技術課題・開発への提言	102
7.1.1	二次電池	102
7.1.2	蓄熱機器	102
7.1.3	分散電源	103
7.1.4	負荷誘導	103
7.2	社会制度への提言	105
7.2.1	法規制への提言	105
7.2.2	社会制度への提言	107
7.2.3	環境評価手法の提言	110
8.	まとめ	113
9.	添付資料	114

負荷平準化技術専門委員会 委員名簿

区 分	氏 名	所 属	部 署	役 職
委員長	合田忠弘	三菱電機(株)	電力システムエンジニアリングセンター	電力系統技術部長
幹 事	篠原裕文	(株)東芝	電力システム社 府中電力システム工場 パワエレシステムエンジニアリングセンター	
幹 事	山野佳哉	日本電池(株)	電源システム事業部 クリーンエネルギーシステム部	部長(技術開発・LL推進担当)
幹 事	大橋一弘	富士電機(株)	電機システムカンパニー 情報制御システム事業部	系統配電システム部 担当部長
幹 事	戸井田裕俊	(株)日立製作所	情報制御システム事業部 S E 本部 負荷平準化システム部	主任技師
幹 事	伊庭健二	三菱電機(株)	電力システムエンジニアリングセンター 電力系統技術部	系統計画技術課長
委 員	松田高明	京セラ(株)	滋賀工場 八日市ブロック ソーラーエネルギー事業部	開発技術部 部責任者
委 員	萩原龍蔵	三洋電機(株)	ニューマテリアル研究所 電子材料研究部	主任研究員
委 員	本村政勝	シャープ(株)	ソーラーシステム事業部 カスタムエンジニアリング部	係長
委 員	宮尻 忠	新神戸電機(株)	事業本部 技術部	副技師長
委 員	小塚卓生	(株)高岳製作所	プラント事業部 技術三部	課長
委 員	荻原義也	日新電機(株)	電力・システム研究開発部	部長
委 員	鈴木智宏	富士電機(株)	電機システムカンパニー 情報制御システム事業部	電力ソリューション部 次長
委 員	濱辺 猛	松下産業機器(株)	産業機器研究所 電力関連開発グループ	主担当
委 員	高塚 汎	三菱重工業(株)	原動機事業本部 エネルギーシステム技術部	新製品担当部長
委 員	原 洋	(株)明電舎	電力技術部 電力技術第一課	技師
委 員	松井一真	YUASA	研究開発本部 企画管理部	部長
WG 委員	石川孝治	三菱電機(株)	冷熱システム製作所 空調機製造部	
WG 委員	岩崎信顕	三菱重工業(株)	タービンサービス技術課	主務
WG 委員	鳥羽 彰	(株)東芝	家電機器社 研究開発センター 通信プラットフォーム ラボ	主幹
WG 委員	戸田和郎	松下電器産業(株)	マルチメディアシステム研究所 電力システムチーム	
事務局	森 康雄	(社)日本電機工業会	技術部	新エネルギー課長
事務局	小川 晋	(社)日本電機工業会	技術部 新エネルギー課	主任
途中退任	叶井 実	(株)日立製作所		
途中退任	今泉眞一	富士電機(株)		
途中退任	内山茂治	富士電機(株)		
途中退任	増田雅昭	シャープ(株)		
途中退任	吉川正也	日新電機(株)		
途中退任	鎌田敏弘	三菱重工業(株)		

用語集

用 語	解 説
DSM	Demand Side Management :供給者である電力会社だけでなく、需要家も参加した負荷制御
負荷平準化	電力の利用が集中するピーク需要を低減し、夜間などの低需要時に需要を移行することで発電設備や流通設備の利用効率を高めようとする事
ピークカット	負荷平準化の手法で、需要のピーク部分を押し下げること
ピークシフト	負荷平準化の手法で、需要のピーク部分をオフピークの時間帯へ移行させること（負荷移行）
ボトムアップ	負荷平準化の手法で、需要のボトム部分を押し上げること。例：深夜電力利用温水器など
時間帯別料金	電力を使う時間帯によって電気料金が変わる電気料金制度
電事審	電気事業審議会
負荷率	電力の利用効率を示す尺度のひとつで、年間総需要[kwh] ÷（最大電力[kw]×8760[時間]）×100[%]
JEMA	社団法人 日本電機工業会（The Japan Electrical Manufacturers' Association）
IRP	総合資産計画（Integrated Resource Planning）:DSMを戦略として含めた長期発電計画
ESCO	Energy Service Company：需要家の省エネ等エネルギー総合供給管理をする会社
インセンティブ	incentive：ある行動を起こさせるための刺激や奨励。例：時間帯別料金は負荷平準化のインセンティブ
グリーン電気料金	自然エネルギーを普及促進させる費用を、個人や団体が通常の電力料金に上乗せして払うもの
炭素税	CO2排出抑制を目的とした、化石燃料に対する課税
情報インフラ	電話回線やサーバー等、様々なデータを収集・処理・利用するため情報通信の基盤設備
2次電池	蓄電できる電池、燃料電池と明確に区別する際の名称
NEDO	新エネルギー・産業技術総合開発機構：新・省エネルギーの開発事業等を目的する政府系機関
COP	エネルギー消費効率（成績係数）
コジェネ	Co-Generation：熱電併給のこと。発電時の燃料燃焼熱も利用すること。
ヒートポンプ	熱をAからBに移す（汲み上げる）ことで、投入エネルギーより大きな熱の移動を実現する装置。例：エアコン
エコベンダー	商品飲料を蓄冷材とするピークカット・シフト自販機（3.2.4節参照）
エコアイス	氷蓄熱装置のこと。氷の潜熱を利用するため、同熱量の水蓄熱式に比べタンクが小さくて済む
再生可能エネルギー	短期間での利用量が再生量を下回れば、回復が可能なエネルギー。例：薪。反：化石燃料
〔新〕省エネ法	エネルギーの仕様の合理化に関する法律

用 語	解 説
マイクロガスタービン	数kW～数10kWと非常小規模のガスタービン発電機。需要地近接、短期間での施工が可能
インバータ	電子・電気制御により、可変電圧・可変周波数の交流を発生させ、誘導電動機の手速度制御を可能とする装置
PCS	パワーコンディショナーシステム：太陽電池等の直交変換機
UPS	無停電電源装置：Uninterrupted Power Supplier
PAFC	リン酸型燃料電池
PEFC	固体高分子型燃料電池
SOFC	固体電解質型燃料電池
MCFC	熔融炭酸塩型燃料電池
HBS	Home Bus System：98年に制定された家庭内ネットワークの国内標準
HA	Home Automation：
GW	GateWay：ゲートウェイ
LONWORKS	米国エシエロン社により開発された分散制御システム
HomeAPI	Home Application Programming Interface：家電を結ぶネットワークを提供する仕様
UpuP	Universal Plug and Play
Jini	SUNが開発した、S/WとH/Wを区別せずに扱い動的に再構築可能な分散オブジェクト環境
HAVi	Home Audio Video Interoperability：家庭用AV機器相互接続する仕様
エコネット	ECHONET：日本のメーカーによる屋内情報インフラの標準プロトコル
COP3	第三回気候変動に関する国際連合枠組条約会議（CO2排出に関する取り決めをした）
ISDN	サービス総合デジタル回線(Integrated Service Digital Network)
TA	Terminal Adapter
BS/CS	Broadcasting Satellite/Communication Satellite：放送衛星と通信衛星
FTTH	Fiber To The Home 各家庭まで光ファイバー通信網を敷設すること
ECHELON	LonWorksを開発した会社
PLC	Power Line Carrier：電力線（電灯線）搬送
Ni/MH	ニッケル水素電池
CATV	Cable TeleVision：有線テレビ放送
RF	Radio Frequency 特定小電力無線
RTP	Real Time Pricing：時間別料金
HFC	代替フロン

1. はじめに

電気エネルギーの設備効率向上の観点から、負荷平準化による負荷率改善への要求が求められている。本負荷平準化技術専門委員会は電事審の負荷平準化委員会（電気事業審議会基本政策部会電力負荷平準化対策検討小委員会：97.7.25 日発足）の中間報告書（97.12.16 日発表）に定められた目標を実現するため、電機メーカーサイドで考え得る具体的施策を展開し、この目標達成することを目的に、日本電機工業会内に 98 年 5 月 29 日に設立された。

電事審の中間報告書においては電力の負荷平準化を「電力の安定かつ低廉な供給を確保する上で極めて重要な対策」として位置付け、また国際的に抜本的な取り組み強化が求められている地球環境問題との関連においても「省エネルギー・CO₂の排出抑制に資するものであって、取り組みを進めることが重要」としている。中間報告書においては電力負荷平準化改善目標を、蓄熱調整契約、計画調整契約、蓄熱式自販機、蓄熱式冷凍冷蔵ショーケース、省電力エアコン、ガス冷房の各々について設定しているが、本報告書では電機工業会の立場から、平準化に寄与する電機機器・技術（蓄電機器、蓄熱機器、分散電源、屋内情報インフラ）を選び、調査・検討を実施した。

本報告書は電気機器の開発状況、将来動向、技術課題、普及促進のための施策、法規制、負荷平準化の効果等について実施した調査結果と、国内の関係機関に対する提案と要望をまとめている。

2 章の「負荷平準化とそれを取り巻く環境」には電事審（電気事業審議会基本政策部会電力負荷平準化対策検討小委員会）の中間報告書に定められた目標の整理と、海外における DSM(Demand Side Management)の発展と衰退、負荷平準化を阻害する要因と解決策、関連部門への提言概要を示した。国策として負荷平準化が求められながらも、電気事業の規制緩和をはじめとする社会制度や、国民の意識、個々の立場に置ける経済性と社会全体の経済性の相違などにより影響を受け、今後も国、電気事業者、電機メーカー、需要家の 4 者が一体となって推進を図る必要があることを示した。

3 章の「負荷平準化関連機器・システムの現状と将来」においては負荷平準化システムを 2 次電池、蓄熱・蓄冷、分散電源の 3 システムに分類し、歴史的背景と技術の進歩、技術の現状と将来、概外を含む事例、技術課題などを示した。2 次電池システムはムーンライト計画、ニューサンシャイン計画など、国の支援を得て技術開発が進み、ナトリウム硫黄電池は実用化に近いレベルまで到達し、鉛電池、リチウムイオン電池も実用化が期待できる。蓄熱・蓄冷システムは、補助金制度の充実により技術開発が進んでいるが、もともと経済性に厳しい民生機器の市場においては、引き続き補助を必要としている。分散電源システムにおいては、特に燃料電池の急速な普及が期待されている。

4 章の「現在の法規制と助成制度」では負荷平準化機器と、負荷平準に寄与する屋内情報インフラに関する法規制および助成制度について示した。安全等の目的で種々の法令があるが、一部現状にそぐわないものも有り、負荷平準化を推進するためには簡素化が望まれる。また、電力各社が料金オプションの多様化を図ろうとしている電気料金制度を調査している。

5 章の「負荷平準化モデルシステムの設定と経済性試算」においては、実現性が高いと期

待される負荷平準化機器や屋内情報インフラの、システム構成と経済性の試算例などを示した。2次電池システムでは事業所向けシステムの例では5年で減価償却が完了できる見込みであること、蓄熱・蓄冷システムでは2～3年で初期設備費用の増分費用が回収できること、分散電源システムでは業務用需要家向けには現状でも採算可能なレベルにあること等を示した。また負荷誘導技術では通信インフラを活用することで、需要家の利便性と快適性を損なわない負荷平準化が可能であることを示した。

6章の「地域大で見た負荷平準化効果の試算」においては、負荷平準化に寄与する各種機器・システムが需要家内に普及していった場合の効果を標準的な地域特性を考慮して試算した。想定した前提条件のもとで本報告書で論じた負荷平準化システムの普及を仮定すると、最大で4%程度の負荷率改善が見込めることを明らかにした。

7章の「普及促進のための提言」においては、これまでの調査内容を踏まえた上で、技術課題・開発についての提言と社会制度への提言を示した。純技術的課題、情報通信技術と関連する課題、法令・法規に関する課題、電気事業の自由化に影響を受ける課題、国策に沿った助成・補助の課題等を分析し、提言としてまとめている。

最終章の8章には「まとめ」を記す。

2. 負荷平準化とそれを取り巻く環境

2.1 我が国の負荷平準化への取り組み

電気事業審議会基本政策部会電力負荷平準化対策検討小委員会では、電気事業の負荷率の改善に向け、関係者にどのような努力・協力を求めるべきか、また、政府はいかなる対応策をとるべきかという観点から、電力負荷平準化対策の今後の在り方につき検討を進めている。その中間報告書においては負荷平準化はコスト低減と省エネ・CO₂削減のために重要な対策と位置づけ、現在の負荷率水準（55%）は諸外国と比較しても極めて低い水準にあると憂慮している。

また、電力負荷平準化対策の意義については電力需給の安定化を確保する上で重要であり、供給設備（発電所等）の増大を抑制することで電力供給コストの増大傾向の抑制、低減化に大きく資するとしているほか、現在国際的に抜本的な取組の強化が求められている地球環境問題との関係においても、省エネルギーとCO₂の排出抑制に資するものとしている。

我が国の年負荷率の今後の対策、基本方針としては、業務用等民生用需要対策を中心として、以下の項目が挙げられている。

- ・蓄熱式空調システム・ガス冷房の一層の普及拡大に向けた取組強化
- ・負荷移行促進のための電気料金制度の充実
- ・電力負荷平準化に向けた国民的理解を得るための活動の強化
- ・電力負荷平準化に資する技術開発への取組の強化

電事審の中間報告書では、電力負荷率目標についても 1996 年から 2010 年までの負荷平準化効果の増分として以下の具体的数値目標を示している。

蓄熱調整契約	742 万 kW
計画調整契約	176 万 kW
蓄熱式自販機	100 万 kW
蓄熱式冷凍冷蔵ショーケース	86 万 kW
省電力エアコン	350 万 kW
ガス冷房	242 万 kW
合 計	1,696 万 kW

以上の負荷平準化を達成することにより、無対策時には 55.6%と予想される年負荷率を 59.8%（改善効果 4.2%）まで改善できるとしている。

本報告書では、日本電機工業会（JEMA）に関連の深い電池による蓄電システムや、負荷誘導に寄与する屋内情報システムを項目に加えて調査する一方、専門外のガス冷房などは調査項目から割愛している。

2.2 米国にみられる DSM の発展と変貌

米国においては 80 年代後半から 90 年代前半にかけて DSM (Demand Side Management : 需要家の参加する負荷制御) として省エネと負荷平準化を含む施策が積極的に展開された。投資総額比率からみると省エネ (省エネ機器への置き換え、高効率空調、断熱材敷設) が 59% と大半を占め、負荷の直接制御が 13%、需給調整契約 8% となっていた。

原子力立地難と燃料価格高騰に苦しんでいた米国電力業界では、DSM を統合資産計画 (IRP : Integrated Resource Planning) に制度として組み込み、Energy Policy Act にも盛り込んだ。この結果、DSM は電源増設より経済的な選択として評価されるようになった。電力会社は DSM への投資費用および逸失利益を電気料金から回収することができ、費用回収が保証されたため、DSM に積極的に取り組むことは収益増につながった。

しかし 95 年以降、電力の規制緩和により、発電業者間で需要家の獲得競争が生まれ、DSM による需要抑制のメリットが曖昧となってきた。また、省エネやエネルギーマネジメントが ESCO 事業として確立されるにつれ、電気料金にはじめから電力会社による DSM のコストを一律に上乗せする事が妥当でないと考えられるようになった。また、IRP が議論された時代から比べて、燃料費が下落安定し、小規模電源が短期間で作れるようになってきたことも DSM の重要度を低下させた。

99 年にはいり配電部門の自由化が進み、非規制の新規配電会社が台頭するようになった。彼らにとっては複数の需要家を取りまとめて、負荷率の高い需要に形成することが電力購入に関して有利になる。また需要家も自由化に慣れ、自ら負荷率改善を図ることが安価に電力を購入する戦略になることを意識し始めた。このような市場原理の観点から、負荷率の改善が重視される兆しが見られる。

なお、日本国内における規制緩和として 2000 年 3 月の一部自由化 (20kV 以上、2000kW 以上の特高需要家対象) が予定されているが、米国における規制緩和と DSM の推移を踏まえた上で、規制緩和が進展する環境下でも負荷平準化が継続的に進められるよう、配慮していく必要がある。

2.3 負荷平準化を阻害する要因とその解決策

すでに紹介したとおり、電事審基本政策部会電力負荷平準化対策検討小委員会等を中心に、電力負荷平準化対策の今後の進め方が盛んに検討されているが、負荷平準化に寄与する電機機器の多くは、現在のところ補助金や助成制度なしでは経済性が成り立たず、社会一般に広く受け入れられるには至っていない。この要因とその解決策には以下の点が挙げられる。

(1) 初期コスト / 運用コストが高い

負荷平準化に寄与する機器を購入することが、需要家の利益をもたらすことが明確であり資金回収の期間が短ければ、製品の普及は確実である。現在はまだ、機器の初期コストならびに運用コストが高く、需要家が自ら設備投資するインセンティブが無いといえる。メーカーにとってコストダウンは社会的使命であり、その努力を継続する義務がある。しかし、経済性は現行の電気料金制度や税制に強く依存し、技術的問題だけでは解決できない一面がある。特に市場性の無い製品は量産体制に乗らないが故にコストダウンが図れないというジレンマがあるので、助成制度や補助金の助けを借りて、量産を促しコストダウンを図ることも必要である。

(2) 国民的理解を得るための技術課題

負荷平準化を国民に対して分かり易く訴えかけることが望まれているが、マスメディアを使った宣伝活動だけでは十分でない。すでに一部で開始されているサービスであるが、各家庭のエネルギー利用状況を需要家に提示するサービスなどをさらに充実させる必要がある。現在月別の電力使用量を需要家に知らせるサービスが一部電力会社で実施されているが、さらに時々刻々の電気使用量を提示するサービスも今後必要になると考えられる。負荷平準化と省エネを広く普及させるためにはこのような需要家に対する情報発信が今後不可欠になるだろう。電力使用実態を発信するためには、簡便に電力計測し積算するシステム等が必要となるが、今後の屋内情報インフラ技術を活用して、需要家に有意義な情報を手軽に安価に発信することで、これを実現していく必要がある。

(3) 国民的理解を得るための制度課題

一般需要家に負荷平準化や省エネに協力してもらおうとしても、電力量計の付け替えなど、コスト高の問題があり導入が難しい。しかし、再生可能エネルギー発電の技術開発を支援するためのグリーン電気料金制度などはむしろ逆転の発想でこの問題を解決しようとしている。これは需要家が通常の電気料金に上乗せして割増金を支払う制度で、上乗せ分は一般需要家に対し省エネや負荷平準化のコンサルを行うことで、負担増を相殺することを目指している。この制度は需要家に対するインセンティブという観点からは相反するシステムであるが、米国においてはグリーン料金制度を採用する電力会社が 45 社にも達し、希望した需要家は通常の電気料金の 5%増し程度の割増金を自らの意思で支払っている。風力や太陽光といった経済性のなりたたない電源の普及にはこのような、ボランタリーの財源を活用することも有効な手段となり得る。炭素税も良く似た発想による制度で、すでに欧州の一部で採用されている。このように、エネルギー問題への国民的意識の高まりを有効に生かす社会制度を導入することも重要である。

(4) 電力会社のインセンティブが少ない

国内の電力会社は負荷平準化の推進を積極的に推進しており、その成果は電力設備の利用率の向上による、設備投資抑制に反映される。しかし、一般家庭のピーク時間帯が需要全体のピーク帯と重ならないことや、負荷移行を伴わない単純な省エネは電力会社の収入減に直結する事実から、自由化に向けた電力会社の経営努力と相反する点がある。省エネ・CO₂削減が国家的重要課題であるとはいえ、競争の激化しつつある民間企業に減収を伴う負担を強いることは無理があり、正当な補填の方法を制度化することも検討する必要がある。

(5) エネルギー計測技術の欠如

負荷平準化や省エネの施策を定量的に評価し、投資に関する経済性を検討しようとする、施策前のエネルギー利用実態を含めて正確に把握しておく必要がある。しかし、現在では計測コストが高いため多くの場合十分な計測が行われていない。今後安価になると期待される屋内インフラを活用し、電力情報センサー等による計測技術を確立し、負荷平準化や省エネの施策の効果を正確に経済評価できるようにする必要がある。

(6) 需要家の利便性・快適性を損なう

かつて検討されていた電力会社からの直接負荷制御は、今後は需要家に不快を強いないように最大の配慮を払うべきである。需要家の利便性や快適性を損なう負荷平準化は、長期的には定着しないと言われている。無人の部屋を照明・空調したり、気温の下がった外

気を取り入れずに空調を続けるなど、無駄を廃することで、省エネ・負荷平準を達成することが望ましい。このためにはより高度な計測制御技術（温湿度センサー、人体感知センサー）を確立し、この情報を活用し利便性・快適性を損なわないシステムを構築する必要がある。

(7) 規制緩和により負荷平準化への意義が薄れる

前述したように米国ではかつて広がりを見せた DSM への取り組みが、規制緩和により急速に衰えた経緯がある。しかし最近になって流動性の高い市場原理が導入されることで、負荷平準化も需要家側の戦略として検討される傾向にある。日本国内では本格的な規制緩和をこれから迎えるが、負荷平準化へのインセンティブが需要家に自然に働くような市場原理にあった制度を導入すべきであると考えられる。

2.4 電機工業会からの負荷平準化への提言概要

国家的な課題である負荷平準化を推進するために、必要な施策についての提言の要点を以下に示す。具体的な個々の提言は後述する。

(1) 国家・行政機関への要望

- ・ 省エネ・CO₂削減などを主目的とする公益性の高い負荷平準化（DSM）事業は、公共政策に基づき公的資金による助成や補助金を導入して実施することが望ましいと考える。
- ・ 事業採算が見込める事業については、多くの事業者が参画できるような規制緩和を実施して、競争原理に基づく市場形成を支援していただきたい。
- ・ 負荷平準化機器にはその設置や管理に関して厳しい法規制が設けられていることが多く、普及の妨げとなっているので、現状の安全管理技術を確認の上、規制の見直しを推進していただきたい。
- ・ エネルギー密度の低い一般家庭や中小需要家への施策に関しては、負荷平準化の効果確認とインフラ技術の普及促進のために大規模な実証試験を支援していただきたい。
- ・ 情報インフラについては仕様の乱立を防ぎ、今後の市場形成を促進するため標準化の支援をしていただきたい。

(2) 電気事業者への要望

- ・ 負荷平準化機器の経済性が現在成り立たない原因には、現行の電気料金制度の昼夜間格差が小さいことも一因となっている。電気事業者における調整契約、柔軟な料金制度のさらなる充実をお願いしたい。
- ・ 需要家のエネルギー問題に対する意識の高まりを受けて、彼らの意欲や関心を生かせるような電気料金制度の導入を検討して頂きたい。特に一般需要家や業務用需要家に対する新たなメニューが必要である。
- ・ 国民参加を促す施策をさらに展開し、需要家に現在のエネルギーの利用状況などの情報を与えるサービスを推進していただきたい。

需要家の自発的な努力による負荷平準化と省エネの推進は、最も経済的な施策のひとつである。本報告書では触れなかったが、すべての国民に対しても、ライフスタイルの見直しや、生活の知恵を発揮して、負荷平準化に取り組んでいただくようお願いを続ける必要がある。

負荷平準化の推進は国・行政機関、電力会社、電機メーカー、需要家の4者による相互作

用によって推進されるものと考えられる。負荷平準化のメリットが社会で相乗効果を生み、全体が良循環構造を形成して行くスパイラル構造を図 2.4-1 に示す。

本報告書では電機工業会の立場から、負荷平準化機器・システムの開発に関する調査を行い、技術動向、コストの低減目標（見通し）を示すとともに、負荷平準化機器・システムの普及が国、電気事業、一般需要家、電機メーカのそれぞれにとってどのようなメリットを生むかを整理し、望まれる規制緩和、助成・補助政策、要望事項を提案する。

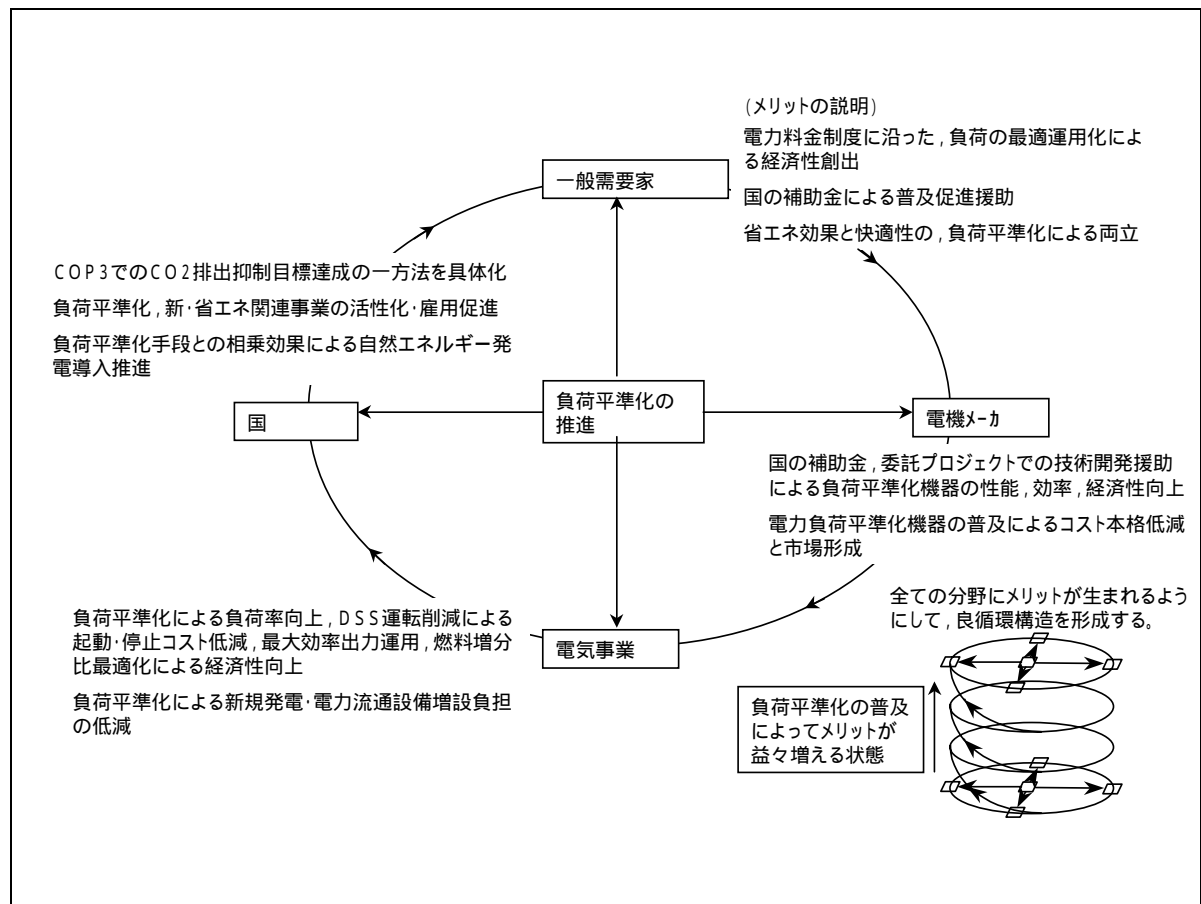


図 2.4-1 負荷平準化のメリットが社会で相乗効果を生み、進展する構造

3. 負荷平準化関連機器・システムの現状と将来

3.1 二次電池システム

3.1.1 歴史的背景と技術の進歩

負荷平準化やピークカットなどに用いる二次電池や交直変換システムの技術開発が 1970 年代に米国や日本などが行われている。そこでは導入する規模や電池の種類などの検討が行われ、それらの成果をもとにいくつかの試験設備が建設され、運転が行われた。ここでは、通商産業省工業技術院が進めたムーンライト計画が二次電池を用いる負荷平準化の推進に大きな基幹と考え、歴史的な背景として、ムーンライト計画とニューサンシャイン計画を取り上げそで行われている技術動向を記載した。

3.1.1.1 ムーンライト計画

我が国では、省エネルギー技術の研究開発をめざした工業技術院のムーンライト計画が 1978 年に創設され、省エネルギー技術の一つとして負荷平準化に向けた新型電池の技術開発、トータルシステムの研究が行われている。そこでは省エネルギー技術開発の果たす役割が非常に大きいという観点に立って、国の試験研究所、産業界、大学などによる総合的、計画的な技術開発が進められた。

ムーンライト計画における電池開発では、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）が 1980 年度から 1991 年度までの 12 年間に渡って「新型電池電力貯蔵システムの研究開発」として 1,000kW 級の大規模システム開発を目指して、ナトリウム硫黄電池、亜鉛臭素電池、亜鉛塩素電池、レドックスフロー電池という新型電池 4 種類の研究開発を実施している。研究開発で掲げられた目標性能を表 3.1-1 に示す。

表 3.1-1 新型電池電力貯蔵システムの基本的な開発目標性能

1.出力	1,000kW級
2.基準充放電時間	8時間充電、8時間放電
3.総合エネルギー効率	70%以上（交流入出力端）
4.寿命	充放電サイクル 1,500回以上(約10年)
5.環境対策 （将来の実用システムの条件）	全ての環境基準（法令）を満足すること
1.経済性	揚水発電と同等以上
2.設置場所	需要地または需要地近傍設置可能
3.設置面積	変電所用地と同等以下

表 3.1-1 に示されるように 1,000kW という大規模システムの性能を実証するため、数百 Wh 級単電池、セルの大型化開発と、1,000kW システムを構成する 50～60kW モジュール、制御装置などの開発が行われた。引き続き、1,000kW パイロットプラントの概念設計と評価試験が実施され、パイロットプラントには、モジュール性能の優れたナトリウム硫黄電池が 8,000kWh(1,000kW×8 時間)規模、亜鉛臭素電池が 4,000kWh(1,000kW×4 時間)規模の電池システムを製作し、実用化に向けた運転研究を 1988 年から 1992 年まで行われた。これらの建設、実証試験によって、特性、寿命などの開発目標をほぼ満足する機能、性能を確認し、小規模電池では見通せない知見が得られた、と報告されている。その後、1992 年度から 1996 年度までナトリウム硫黄電池、亜鉛臭素電池は実用化研究を実施したが、現在では電力会社を中心としてナトリウム硫黄電池の実証試験が引き続き行われている。

3.1.1.2 ニューサンシャイン計画

工業技術院では、新エネルギー技術研究開発（サンシャイン計画：1974年に創設）と地球環境技術開発（1988年に創設）および先に記載したムーンライト計画の技術開発を推進するため、これらを一体化させたニューサンシャイン計画（エネルギー・環境領域総合技術開発推進計画）が1993年に発足された。

ニューサンシャイン計画における電池開発では需要家サイドで負荷平準化が可能なシステム開発を目指して、NEDOが高性能リチウム二次電池を開発する「分散型電池電力貯蔵技術開発」をリチウム電池電力貯蔵技術研究組合（1992年度から10年間の計画）へ委託し、高能率未来型電池とトータルシステムの研究が行われている。ここでは、家庭用電池電力貯蔵を目指した定置型（2kWh モジュール）電気自動車などに適用する移動体用（3kWh モジュール）などの技術開発が進められ、10Wh、100Wh 級単電池やモジュールが開発された。モジュール開発の対象となった目標性能を表3.1.2に示すが、先のムーンライト計画の目標値に比べて、システムの開発規模は分散型として小規模だが長寿命でコンパクト化を目指している。

表 3.1-2 分散型電池電力貯蔵用リチウム電池の目標性能

	定置型(2kWh モジュール)	移動体用(3kWh モジュール)
1.重量エネルギー密度(Wh/kg)	120	150
2.体積エネルギー密度(Wh/l)	240	300
3.出力密度(W/kg)	-	400
4.サイクル寿命(サイクル)	3,500	1,000
5.エネルギー変換効率(%)	90	85
(経済性目標)		
1.定置型：電池の大量生産時において需要家電気料金の昼夜間格差から設備の設置コストを賄うことが見通せること。		
2.移動体用：45kW 級電池を搭載した電気自動車全走行で使用した深夜電力料金と同じ走行距離をガソリン車で走行した場合の燃料差額から電池コストを賄うことを見通せること。		

3.1.2 現状

3.1.2.1 我が国の電池総生産と市場のトレンド

近年、情報社会の発達によって各種のネットワークを構成する携帯器具や小型機器が登場し、それらに用いる数 Wh 級のリチウムイオン電池やニッケル水素電池の小型軽量化や充放電サイクル寿命などの性能が年々向上している。このような背景から、我が国における二次電池の生産量と生産額を電池工業会の統計（1998年）では、電池生産量（総数 15.5 億個）ではリチウムイオン電池が 17%、ニッケル水素電池が 42%、鉛電池が 3%、生産額（5,998 億円）ではリチウムイオン電池が 41%、ニッケル水素電池が 16%、鉛電池が 27%を占めている。特に、リチウムイオン電池は前年に比べて数量的に 142%の伸びを示した。

3.1.2.2 負荷平準化に使用する各種電池技術の概要

・ナトリウム硫黄電池

ナトリウム硫黄電池は、セラミック固体電解質と 300℃ という作動温度で熔融状態の負極ナトリウム、正極多硫化ナトリウムから成る電池で、セラミック固体電解質の品質向上による長寿命化と真空断熱材の採用によりコンパクト化が進んだ。

先に記載しているようにナトリウム硫黄電池を用いた実証試験が電力会社を中心として進められている。これらの試験設備は、1990 年頃から 10kW 級電池の研究が開始され、最近では 6,000kW 級という規模の試験を行っている。電力向けの設備として実用化に最も近い電池と考えられる。

- ・亜鉛臭素電池、亜鉛塩素電池

亜鉛と臭素、塩素をそれぞれの活物質に用いる電池系で、電解液をポンプで循環させて充放電を行う。亜鉛を使用する電池系として米国で研究開発が盛んに行われた。ムーンライト計画で取り上げられたこれらの電池系のうち、亜鉛臭素電池は 1,000kW パイロットプラントの試験が実施された。

最近、負荷平準化用電池の開発に向けて、エネルギー損失を小さくするため電解液を静止させるという電池システムの発表がある。

- ・レドックスフロー電池

ムーンライト計画では鉄クロム系電池の研究が取り上げられたが、最近では石油火力発電所の燃料媒からも回収の可能なバナジウムを利用するというバナジウム系電池の開発が進んでいる。電池は活物質の正極液と負極液をポンプでイオン交換膜を含む炭素電極間をそれぞれ循環させるという構成で成り立っている。最近では 450kW のパイロットプラントを運転しており、実用化を目指したシステム設計とコンパクト化を中心とした検討が進められている。

- ・リチウムイオン電池

リチウム電池には、一般に負極として、金属リチウムを用いる電池系と、リチウムイオンを炭素材料の層間化合物とする電池系（リチウムイオン電池）の二つに分かれる。金属リチウムを用いるリチウム電池は、小型、軽量化が期待できるが充放電サイクル寿命が短いという欠点がある。そのため、金属リチウムを用いる電池に比べて若干大きくなるが、最近の携帯電話などには充放電寿命として 1,000 サイクル程度が期待できるリチウムイオン電池が採用されている。

負荷平準化に使用する電池には、単電池の大型化や安全性の確保、充放電サイクル寿命として 3,000 サイクル以上が開発目標となるため、先に記載した携帯電話などに使用されるリチウムイオン電池をそのままの材料や形状拡大で目標を達成することができない。そのため、正極の金属酸化物や負極炭素の合成法や材料変更による寿命性能の向上、有機電解質と添加剤の検討による信頼性の向上などが検討されている。

- ・ニッケル水素電池

ニッケル水素電池は、ニッケル電極の優れた充放電性能と、ニッケルカドミウム電池の代替となるカドミウム極を含まないクリーンな電池として登場した。また、最近ハイブリッド式電気自動車の電源として開発され、採用された電池は電気自動車の回生エネルギーを貯蔵・放出し、耐久性や充放電サイクル寿命が長いという幾つかの優れた特徴を有している。これまで数 Wh ~ 数十 Wh 級の小型電池が開発された。

電力貯蔵用ニッケル水素電池には、高率運転性能や耐久性や長寿命という特性を活かした用途開発、展開が望まれる。しかし、百 Wh 級という大型電池の開発やニッケル極や水素吸蔵合金が高価であるため電池コストの低減が大きな課題である。

- ・鉛電池

鉛電池は、通信・産業分野や自動車用分野などの市場で非常用の予備電源や始動電源として使用されている。また、鉛電池の電解液補水を不要にするというメンテナンスフリー化への要望によって密閉形電池が開発された。これらは先ず数 Wh 級の小型電池が製品として市場に登場したが、やがて大型電池へこれらの技術が展開され、通信・産業分野や自動車用などに採用されるようになった。

最近、鉛電池の長寿命化が進み、充放電サイクルの目標値をこれまでの 5 ~ 6 倍に相当する 2,000 ~ 3,000 サイクル以上を目指した開発が行われている。これまでの市場実績や電池特性

から、負荷平準化向けの安価な電池として期待される。

我が国において実証試験が行われた主な設置事例を表 3.1-3 に示すが、その多くはナトリウム硫黄電池を用いた試験が行われている。

表 3.1-3 我が国における主な設置事例

導入先	運転目的	電池の機種	規模、容量	運転期間
北海道電力（株）	電力貯蔵、系統連系	Na/S 電池	50kW × 8h	1999 ~
東北電力（株）	電力貯蔵	Na/S 電池	50kW × 8h	1996 ~
東京電力（株）	電力貯蔵	Na/S 電池	50kW × 8h	1992 ~
	電力貯蔵		500kW × 8h	1995 ~
	電力貯蔵、非常電源		250kW × 6h +100kW × 6h	1995 ~
	電力貯蔵、非常電源、無停電電源		200kW × 3h	1996 ~ 99
	電力貯蔵、風力出力平準化		50kW × 8h	1995 ~
	電力貯蔵		6,000kW × 8h	1997 ~
	電力貯蔵		200kW × 4h	1998 ~
	電力貯蔵		6,000kW × 8h	1999 ~
	電力貯蔵		200kW × 8h	1999 ~
中部電力（株）	電力貯蔵	Na/S 電池	100kW × 8h	1995 ~
北陸電力（株）	電力貯蔵	Na/S 電池	100kW × 8h	1998 ~
関西電力（株）	電力貯蔵	Na/S 電池	1,000kW × 8h	1990 ~ 93
	電力貯蔵		100kW × 8h	1996 ~ 98
	電力貯蔵		100kW × 8h	1998 ~
	ピークカット		100kW × 8h	1998 ~
	電力貯蔵	レドックスフロー電池	60kW × 8h	1989 ~ 95
	電力貯蔵		450kW × 2h	1996 ~
	電力貯蔵		50kW × 3.5h	1998 ~
	電力貯蔵	鉛電池	1,000kW × 4h	1990 ~ 93
	電力貯蔵		30kW × 4h	1996 ~ 97
中国電力（株）	電力貯蔵	Na/S 電池	50kW × 8h	1998 ~
九州電力（株）	電力貯蔵	Zn/Br 電池	1,000kW × 4h	1991 ~ 92
	ピークカット		100kW × 8h	1996 ~ 98
	電力貯蔵	Na/S 電池	100kW × 8h	1999 ~
沖縄電力（株）	電力貯蔵	Na/S 電池	100kW × 8h	1998 ~
日本電信電話(株)	電力貯蔵	Na/S 電池	50kW × 8h	1996 ~
鹿島北共同発電（株）	電力貯蔵	レドックスフロー電池	200kW	1997 ~
日本ガイシ(株)	電力貯蔵	Na/S 電池	500kW × 8h	1998 ~
(株)NTT ファシリティーズ	電力貯蔵	鉛電池	68kW	1998 ~
関電工（株）	電力貯蔵	Na/S 電池	25kW × 8h	1998 ~
	電力貯蔵		200kW × 3h	1999 ~
住友電気工業(株)	電力貯蔵	レドックスフロー電池	20kW × 8h	1998 ~
	電力貯蔵		50kW × 8h	1999 ~

(1999.11 現在)

3.1.3 事例（海外動向）

入手できた最近の主な事例と運転目的、電池の機種などを表 3.1-4 に示す。海外では、先に記載したナトリウム硫黄電池や亜鉛臭素などの新型電池の研究開発が実施されていたが、最近の実証試験では鉛電池を用いる試験が大部分を占めている。特に、ナトリウム硫黄電池は、これまで米国、英国、ドイツなどで電気自動車用の電源として技術開発が行われていたが、最近の研究開発の発表や実証試験が行われていない。

また、表 3.1-4 に示されるように、運転目的はピークカットや周波数調整などのように分オーダーから 1～3 時間程度の運転システムが大部分を占めており、我が国の運転試験（電力貯蔵用の 4～8 時間程度で運転）と比べて運転目的が異なっている。それらは、電力ネットワークにおける日間ピーク差の大小、システムの運用方法などが背景にあると思われる。

表 3.1-4 海外動向（主な設置事例）

国名	システム名	運転目的	電池の機種	規模、容量	運転開始年
米国	南カリフォルニアエジソンプラント	電力貯蔵	鉛電池	52.6MWh	1987
	ノースカロライナ・ステーツビル	-	鉛電池	500kW × 1h	1987
	ゼネラルモーターズ（インディアナ）	-	鉛電池	300kW × 2h	1987
	カリフォルニア・チノ	電力貯蔵	鉛電池	10MW × 1h	1988
	ジョンソンコントロール（ミルウォーキ）	ピークカット	鉛電池	300kW × 2h	1989
	サンディエゴ	過渡ピークカット	鉛電池	200kW × 42min	1992
	サバナ・ルラーナ（プエルトリコ）	周波数補償	鉛電池	21MW × 40min	1993
	メトラカトラ（アラスカ）	瞬動予備力	鉛電池	1MW × 1.4h	1996
	ハワイ電力カキアホレ	ピークカット	鉛電池	5MW × 3h	-
	ニューヨーク	ピークカット	鉛電池	40MVA × 2h	-
	アラスカ	瞬動予備力	鉛電池	40MVA × 22.5min	-
	プエルトリコ	周波数補償	鉛電池	21MW × 40min × 4組	-
独国	セルタース	-	-	400kW × 1h	1980
	ベルリン	周波数補償、瞬動予備力	鉛電池	17MW × 20min	1986
	ソエスト	-	鉛電池	500kW × 14h	1986
南アフリカ	南アフリカ	ピークカット、緊急予備力	-	4MW × 1.75h	1992

（1999.10 現在）

3.1.4 将来（5年、10年）

先の表で記載したとおり、我が国では数十 kWh～数千 kWh 級という広範囲な規模でナトリウム硫黄電池の実証試験が行われている。しかし、負荷平準化に用いる電池として、将来を展望するには、ナトリウム硫黄電池に限定するのではなく、ここでは、負荷平準化の用途開発や使用する規模の最適設計などはこれからの技術課題と考え、鉛電池、ニッケル水素電池などの現行電池やリチウム電池などの新型電池も検討対象として取り上げている。

表 3.1-5 に負荷平準化に使用する二次電池の用途と特性の比較を示す。これからの将来市場として 5 年後、10 年後を想定し、現在の性能（1999 年度検討）と比較した。

鉛電池は大型化が容易な電池であり、ナトリウム硫黄電池とともに実用化への期待が持てると考えている。ニッケル水素電池を参考のため住宅向けとして取り上げたが、経済性が重視される用途には実用が難しい。先に述べたように高率運転や耐久性という特性を活かした用途開発が望まれる。また、レドックスフロー電池やリチウム電池は、報告書や開発計画などの目標値を記載したが、これからの実証試験が引き続き実施されれば、その性能や取り扱いが明らかになってくる。今後の開発成果、技術の展開を期待している。

将来の負荷平準化市場には、住宅向け 3kW 級規模、店舗、事務所などの事業所向け 50kW 級規模、さらに工場、ビルなどの大口需要家向け 250kW 級規模などの 3 分野を選択した。将来の市場となる 3 分野について、入手できる限られたデータや電気自動車用電池の諸元や研究報告などを参考にして、各電池系の特性（電池効率、エネルギー密度など）を検討し、それぞれの目標となる数値を定めている。

3.1.5 技術課題（経済性）

負荷平準化に用いる電池と交直変換器のシステムを電力ネットワークに導入するには、発電設備とほぼ同等の建設費とメンテナンス費にするという考え方があるため、我が国では目標となる電池、システムの建設費はこれまでのところ約 20 万円/kW 以下となっている。

現在、ナトリウム硫黄電池がパイロットプラント設備によって生産される段階に入り、最も実用化が期待されるが未だ目標を達成できず、目標となる 20 万円/kW は非常に厳しいと思われる。先にも述べたが、市場で大きな流通量を占めている鉛電池を安価で信頼性が高いという観点から負荷平準化への見直しが検討されているなど、電池や交直変換器などを組み合わせた最適システム構築とそのシステムのコスト低減が最も大きな課題となる。

（最適な集合規模とコンパクト化）

数百 Wh のナトリウム硫黄電池を用いて 6,000kW という大型規模の実証試験が行われていることから、数百 Wh の単電池を数千から数万セルを集合するという技術的な見通しが得られた。しかし、需要地の近傍にこのような電池電力貯蔵設備を設置するスペースはなかなか見出すことができないため、体積エネルギー密度を高める必要がある。これは、電気エネルギーを化学反応によって充電・貯蔵、放電・放出するというエネルギーサイクルに関わることなので、現行電池には技術的な課題が多い。コンパクトで高性能電池な電池の開発に期待がかかる。

参考文献

- [1] 日本電動車両協会「でんき自動車について」
- [2] リチウム電池電力貯蔵技術研究組合パンフレット
- [3] 住友電気工業、SEI テクニカルレビュー第 151 号（1997.09）
- [4] 工業技術院、新エネルギー・産業技術総合開発機構：「ムーンライト計画」「ニューサンシャイン計画」パンフレット

- [5] 財団法人日本産業技術振興協会「ムーンライト計画 10 周年記念成果発表会」(1988 . 10.25)
- [6] 鹿島北共同発電、第 24 回応用化学学会春季講演会予稿 (1997.05)
- [7] 電気化学会、第 40 回電池討論会資料 (京都) (1999.11.14 ~ 16)

表 3.1-5 電池電力貯蔵システムに使う二次電池の用途と特性の比較

1. 住宅向け 3kW 規模

主に使われると予想される電池の種類

特性	現在 (1999 年)	5 年後			10 年後		
	鉛電池	鉛電池	Hi/MH 電池	リチウム電池	鉛電池	Hi/MH 電池	リチウム電池
電池効率 (DC 端 %)	87	90	90	90	90	90	90
エネルギー密度 (kWh/m ³)	79	82	165	200	90	180	240
充放電サイクル寿命(サイクル)	1500	2000	1000 以上	1000 以上	3000	1000 以上	3500
電池コスト(万円/kWh)8 時間率換算	7	4	*5 12	*6 36	2	*5 6	*6 6
			*1	*1			*2

5 年後 10 年後
 ・ Ni/MH 電池は容量が 10 % 向上 (推定)
 ・ リチウム電池は LIBES 目標値を記入

2. コンビニ、事務所などの事業所向け 50kW 規模

主に使われると予想される電池の種類

特性	現在 (1999 年)		5 年後			10 年後		
	鉛電池	Na/S 電池	鉛電池	Hi/MH 電池	リチウム電池	鉛電池	Hi/MH 電池	リチウム電池
電池効率 (DC 端 %)	87	89	90	90	90	90	90	90
エネルギー密度 (kWh/m ³)	80	145	86	165	200	100	180	240
充放電サイクル寿命(サイクル)	1500	2250	2000	1000 以上	1000 以上	3000	1000 以上	3500
電池コスト(万円/kWh)8 時間率換算	7	15	4	*5 12	*6 36	2	*5 6	*6 6
		*3		*1	*1			*2

3kW 50kW
 Ni/MH 電池, リチウム電池は大規模化によるスケールメリットはほとんど期待できない

3. 工場、ビルなど大口需要家 25kW またはそれ以上

主に使われると予想される電池の種類

特性	現在 (1999 年)		5 年後			10 年後		
	鉛電池	Na/S 電池	鉛電池	Na/S 電池	レドックスフロー	鉛電池	Na/S 電池	レドックスフロー
電池効率 (DC 端 %)	87	89	90	87	83	90	87	83
エネルギー密度 (kWh/m ³)	80	145	86	170	18	100	170	20
充放電サイクル寿命(サイクル)	1500	2250	2000	2250	1500 以上	3000	2250	1500 以上
電池コスト(万円/kWh)8 時間率換算	7	15	4	*7 8.5 ~	5	2	2.5 ~ 4	*8 2
		*3		*3	*4		*3	*4

Na/S 電池
 ・ 50kW 250kW への大規模化によるスケールメリットは期待できない
 ・ 現在 5 年後以降には, 単電池を大容量化してエネルギー密度を向上させ, コストを低減する

*1 日本電動車両協会「でんき自動車について」

*2 リチウム電池電力貯蔵研究組合パンフレット

*3 東京電力(株) 発表新聞記事(電波新聞 98.06.08)

*4 住友電気工業, SEI テクニカルレビュー第 151 号, 1997 年 9 月

*5 鉛電池の約 3 倍と推定

*6 5 年後は 3 倍, 10 年後は Ni/MH 電池と同等になると推定

(Li イオン電池 / NiMH 電池のブレイクイーブンコスト 3500 / 1000 = 3.5 3)

*7 新型電池電力貯蔵システムの導入ビジョン(P153)より

*8 鹿島北共同発電 第 24 回応用化学学会春季講演会予稿(1997.5)

3.2 蓄熱・蓄冷システム

蓄熱・蓄冷システムは、温熱や冷熱等の熱エネルギーを蓄積し、必要に応じて使用するシステムの総称である。本章は、電気エネルギーを熱エネルギーの形で蓄積して負荷平準化を図る機器の中で、氷蓄熱空調システム、蓄熱ショークース、電気温水器、省エネ型清涼飲料用自動販売機について取り上げる。氷蓄熱空調システム、蓄熱ショークース、省エネ型清涼飲料用自動販売機はいずれも年々尖鋭化する夏季の昼間電力需要のピークシフト効果を、電気温水器は深夜の電力需要のボトムアップ効果を、それぞれ期待されている。

3.2.1 氷蓄熱式空調システム

(1) 歴史的背景と技術

現在、我が国のピーク負荷需要は主に夏場の冷房電力需要によってもたらされており、この需要をシフトさせる為に、冷熱を蓄える冷水蓄熱空調機器や氷蓄熱空調機器の導入が奨励されている。この蓄熱空調機器による夏場ピーク負荷平準化の動きは、1966年（昭和41年）電力会社によって業務用蓄熱調整契約が導入されてから本格的に始まる。これ以後、蓄熱調整契約の内容は、下記の順に大型の業務・産業用機器からより小型の機器へと、その対象を広げてきた。

- ・1966年(昭和41年) 業務用蓄熱調整契約制度開始
- ・1984年(昭和59年) 産業用蓄熱契約制度開始
- ・1995年(平成7年) 低圧蓄熱調整契約制度開始
- ・1996年(平成8年) 氷蓄熱式空調システムの料金措置開始

従来の空調用蓄熱システムは、蓄熱媒体に水を使用したいわゆる冷水蓄熱空調システムが主流であったが、セントラル空調を前提としており、また断熱を施した大きな蓄熱槽が必要なことなどから大中規模のシステムが中心であった。現在は小規模のビル等にも導入可能な個別分散空調型の氷蓄熱空調システムの導入が進められている（図3.2.1-1参照）。本章では、この氷蓄熱空調システムについて述べる。

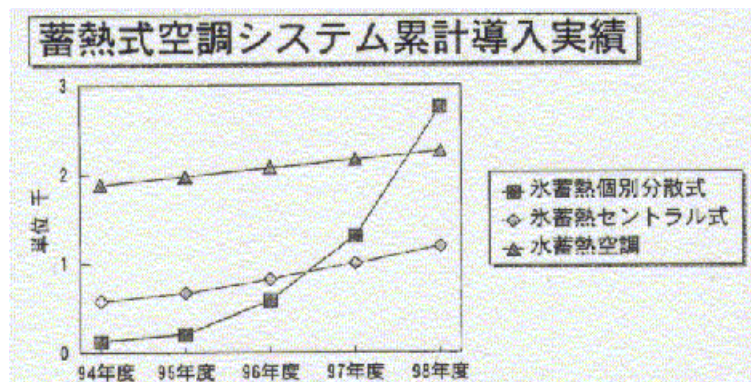


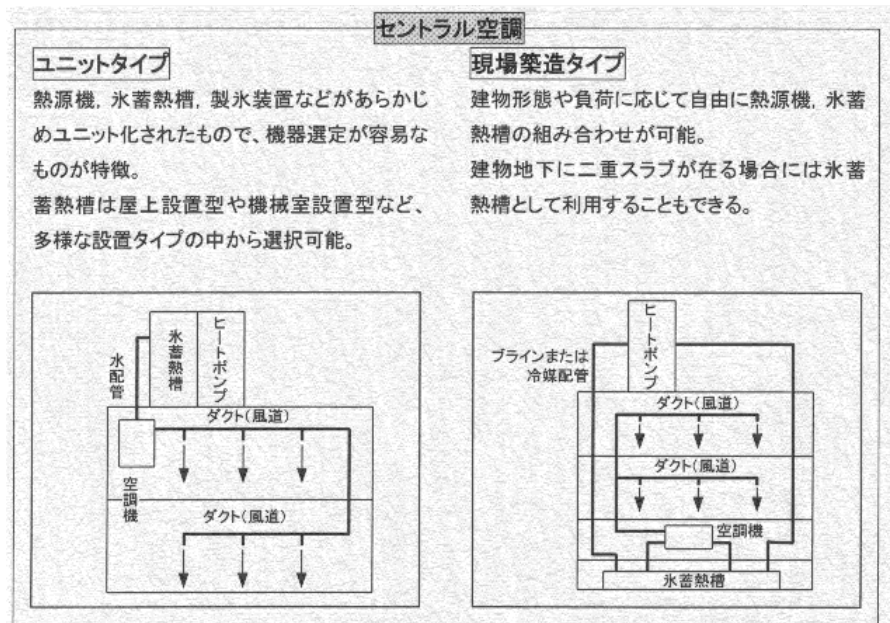
図 3.2.1-1 蓄熱式空調累計導入実績 [1]

(2) 現状・事例

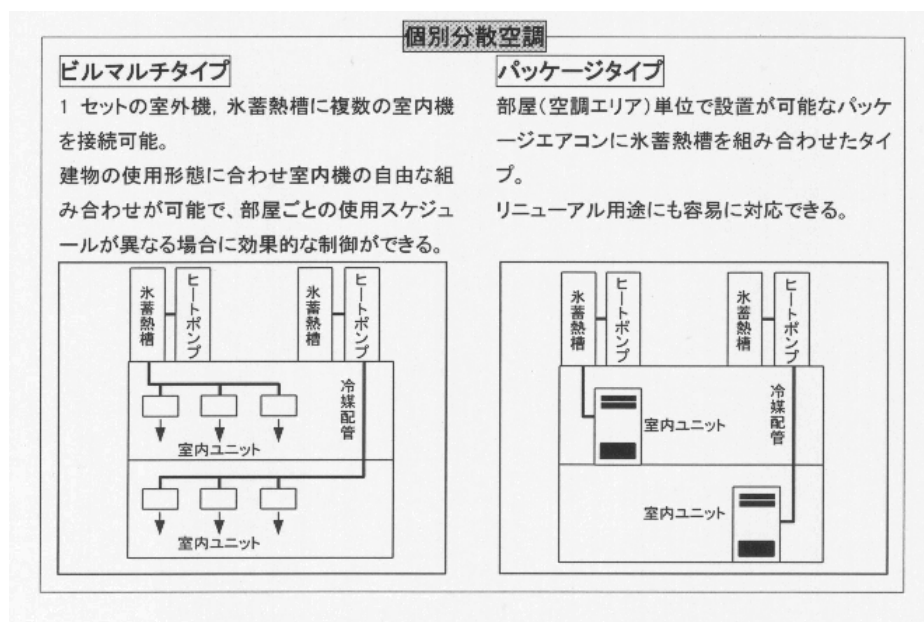
(a) 現状の機器の機能、仕様

現在の氷蓄熱空調機器の仕様は、[1]構造上の分類と、[2]製氷方式による分類などで分けられる。

構造上の分類では、セントラル空調システムと、個別分散空調システムに大別され、それらはさらに図3.2.1-2に示す様にそれぞれが2タイプに分類される。



(a) セントラル空調



(b) 個別分散空調

図 3.2.1-2 構造上の分類

また蓄熱槽に氷をつくる、いわゆる製氷方式で分類すると、下記の3通りに大別できる。

スタティック製氷方式（静的製氷方式）

蓄熱槽の中に製氷用のコイルを設置してそのコイルに氷を生成させる方式。最も一般的な方法で信頼性も高い。冷却と冷熱の取出しを同一コイルで行なう内融式ソリッドアイス方式と、別々のコイルで行なう外融式ソリッドアイス方式の2通りある。

ダイナミック製氷方式（動的製氷方式）

製氷機で氷片やシャーベット状の氷を作り、流動性のある状態で蓄熱槽に運んで貯える

方式。この方式は、蓄熱槽から直接空調負荷までこのシャーベット状の氷を搬送する「氷搬送システム」にも適用できる。この「氷搬送システム」は、通常の二次側直接送水（冷水を蓄熱槽から空調負荷まで搬送する方式）より、単位体積当たり多くの冷熱を搬送できるため、冷水搬送動力の節約が可能。

カプセル内製氷方式

潜熱蓄熱材（一般に凝固点は氷より高い）を封入した樹脂系のカプセルを、蓄熱槽の中に投入して蓄熱を行なう方式。蓄熱を行なう場合、蓄熱温度と周囲温度の差が少ないほうが効率は高くなる。

よって凝固点が氷より高く、潜熱が氷より大きい蓄熱材を使用すると、小型で効率のよい蓄熱空調システムが実現できるため、このような高性能で耐久性の高い蓄熱材の開発が現在進められている。

なお一般にカプセル内製氷方式は比較的小型の空調に、ダイナミック製氷方式は大型の空調機器に向いていると考えられている。

(b) 現状の技術レベル

蓄熱空調機器の性能を表す指標に COP(エネルギー消費効率又は、成績係数)や、ピークシフト率などがある。COP は消費電力当たりの冷暖房能力を表し、COP の値が大きいほど少ない電力で効率よく空調ができる（下式(1)参照）。

$$\text{COP} = \frac{\text{(冷・暖房能力)}}{\text{(エネルギー消費効率)} \quad \text{(消費電力)}} \quad \dots\dots (1)$$

ただし、

- ・冷房能力：外気温 35℃、室温温度 27℃ の場合の室内からの単位時間あたりの除去熱量
- ・暖房能力：外気温 7℃、室内温度 20℃ の場合の室内への単位時間あたりの供給熱量

例えば、関東地方の空調面積 1000 m²の事務所ビルで設計した場合、現状技術レベルの蓄熱空調機器の COP は 2.5～3.5 程度のものが多い。

ピークシフト率は下式（2）で定義される。これは負荷平準化に寄与する程度を表す指標で、セントラル空調タイプが 50%、個別分散空調タイプでは 10 馬力以上の機器が 30%～40%、5～10 馬力の機器が 25%程度の効果が期待されている [2]。氷蓄熱式空調システムは、比熱の大きい氷を蓄熱媒体として使用するため蓄熱槽の大きさが従来の冷水蓄熱より小さくて済み（東京電力の試算では蓄熱槽の設置スペースは 1/7）個別分散空調タイプにも使用できる。全冷房需要に占める個別分散空調の占める割合は大きく（現在の業務用空調のうち、セントラル空調 20%、個別分散空調 80%）普及と技術革新を促す意味から、個別分散空調システムの内、

- a) 10 馬力以下の個別分散式氷蓄熱空調システム
- b) 10 馬力以上の個別分散式氷蓄熱空調システムで、ピークシフト率 40%以上のものについては、設置する非蓄熱空調機器との差額の半額を補助する制度が開始された。

$$\text{ピークシフト率} = \frac{A - B}{A} \times 100 (\%) \quad \dots\dots (2)$$

- 但し、 A： 昼間想定消費電力
- B： 昼間消費電力（カタログ値）

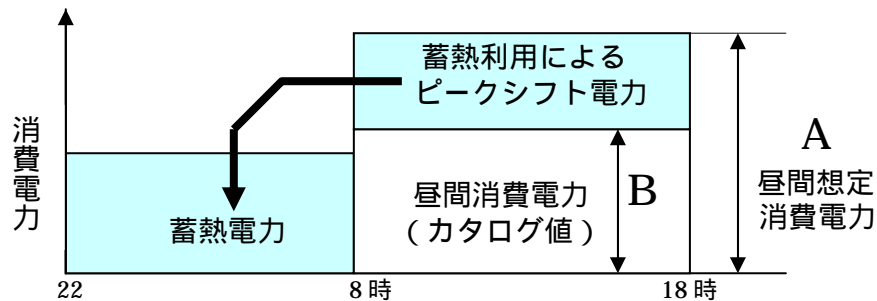


図 3.2.1-3 ピークシフト率の定義

(3) 将来（5年，10年）・技術課題

(a) 最近の技術革新例や将来（5～10年後）の技術

1999年現在の技術革新例及び、5～10年後に実用化されと考えられる幾つかの技術を以下に紹介する。

低温冷風空調システム [3]

氷蓄熱で得られた0～4℃の冷水で10℃の冷風をつくり空調を行なうシステム。冷房時、空調機器からの吹き出し温度が従来と比べて約6℃下がるので冷風送風量が40%節減できる。この為、ダクトサイズや送風ファンの小型化、ダクトスペースの縮小、送風ファンの消費電力の節約などのメリットがある。少量の低温冷風を効率よく室内に拡散させるため、各社特徴を持った、冷風噴出口の形状が開発されている。

氷搬送システム [4]

蓄熱槽内のシャーベット状の氷を直接空調負荷まで搬送する方式で、ダイナミック製氷方式の氷蓄熱空調で使われる。配管中の氷の量（IPF）が20%を超えなければ配管抵抗は増加せず、むしろ10%程度では若干ながら抵抗が減少する傾向があるという報告もある。この「氷搬送システム」は、通常の2次側直接送水（冷水を蓄熱槽から空調負荷まで搬送する方式）より、単位体積当たり多くの冷熱を搬送できるため、冷水搬送動力の節約が可能となる。

冷媒自然循環空調システム [5]

冷媒をポンプなどを使わずに循環させる方式で、凝縮器、蒸発器と室内機などの間を冷媒が自然循環し冷暖房を行なう。冷媒搬送用のポンプ動力が必要なく、この部分の省エネルギー化が可能となる。

氷蓄熱と省エネ照明のハイブリッドシステム [6]

ビルに氷蓄熱空調と昼光利用照明システムを組み合わせると、各々のピークカット効果だけでなく照明の消費電力が削減された分、冷房負荷が減少するなどの相乗効果がある。

家庭用氷蓄熱空調機器と温水器の多機能ヒートポンプシステム [7]

家庭用の氷蓄熱空調（2～3馬力程度）の廃熱で温水をつくり、家庭内に給湯するシステム。冷房、暖房、給湯、浴室暖房・乾燥、風呂場全自動給湯の5つの機能を1台のヒートポンプで実現し、従来のエアコン＋温水器に比べ、約40%の電気使用量を削減可能である等、優れた省エネ性と経済性を実現できる可能性がある。

躯体蓄熱 [8]

躯体蓄熱は、建物そのものを蓄熱媒体として夜間に冷熱や温熱を蓄熱する。このため蓄熱槽が不要で、蓄積された熱は躯体からの「ふく射」として居住域に直接的に作用し、室温の環境を向上させる。躯体蓄熱を採用した建物は、併用する従来型空調機器の2次側空調機器（室内機など）容量を低減でき、氷蓄熱空調などのような蓄熱槽からの熱搬送も不要となる。ゼネコンが主体となって検討を進めている。

蓄電エアコン [9]

空調能力が3～4馬力のパッケージエアコンでは、経済性の面から蓄熱槽を配置することが難しく、バッテリーに深夜電力を蓄電し、昼間放電する方式の実用化が検討されている。蓄熱型よりトータルでCOPの値に優れるが、バッテリーのコストや寿命が課題。

(b) 技術課題

氷蓄熱システムの最大の欠点は、製氷時におけるCOP値（エネルギー消費効率、または冷凍機の成績係数）の低下にある。水を蓄熱体として使用する冷水蓄熱空調システムと比べると、蓄熱体の氷を作るときに温度差の大きな冷却が必要なため、同じ冷熱を貯えるためには余分なエネルギーが必要（ランニングコストが高く、同じ昼間と深夜の電力料金格差を利用しての減価償却に時間がかかる）となる。また、蓄熱槽の構造も複雑なためイニシャルコストも増大気味（現在は補助金で補填）となる。したがって、凝固点が氷より高い潜熱蓄熱材料の開発や、量産に適した蓄熱槽の開発によるコストダウン等が望まれる。

しかしながら、今後はこのような省エネルギー性や、コストといった項目以外に、省資源性（リサイクル）、運転の安定性・安全性、耐久性、環境適合性（低公害）

他の熱源・エネルギーとの組み合わせやすさ等の項目も含めて技術課題として検討されなければならない。

参考文献

- [1] 電気新聞 1999年6月17日 記事
- [2] 1997年12月 電力事業審議会基本政策部 電力負荷平準化対策検討小委員会 中間報告 p27 別添1 「蓄熱調整契約」 1.パッケージエアコン（考え方）より
- [3] 東京電力パンフレット「低温冷風空調システム」 1997年5月
- [4] 建築電力懇話会情報部会「建築とエネルギー」Vol.16
- [5] 三菱電機ビルテクノサービスパンフレット「冷媒自然循環併用形空調システム」 1998年10月
- [6] 三菱電機技報 Vol.71・No.5・1997
- [7] 東京電力パンフレット「営業部・DSM 推進活動のご案内」p12
- [8] 建築電力懇話会情報部会「建築とエネルギー」Vol.16 p15
- [9] ダイキン工業株式会社パンフレット・ホームページ
http://www.star-net.or.jp/daikin/kankyo/report_1998/Re_003.html

3.2.2 ショーケース

(1) 歴史的背景と技術の進歩

ショーケースの歴史は古く 1950 年代に精肉用・乳業用として登場した。セルフサービス方式のスーパーマーケットの成長に合わせ、1960 年代に普及し各種形態のものが開発・販売された。ショーケースにおける省エネルギー化に対する取組みは、1970 年代の 2 度のオイルショックが契機となり各種改善がなされた。具体的には、エアカーテンの改良、断熱材の変更による断熱性能改善、高効率ファンモーターなどの採用により、1980 年時点では第 1 次オイルショック以前（1973 年以前）よりも平均 40%の省エネルギー化を実現した。

1980 年代についても省エネルギー化は進められたが、業界全体としては氷温技術を含む高鮮度管理技術の競争が主体となった。具体的には、各種霜取り（デフロスト）制御、送風機の回転数制御（ファンコントロール）、風路制御などが採用されると共に、マイコンを使用した高機能の制御を付加したショーケースが登場した。

1990 年代には、各種制御方式の採用・組み合わせによる機器単品としての省エネルギー化の他に、店舗全体をトータルで制御することによる省エネルギー化を図るシステムが登場した。また、照明のスケジュール運転や電子安定器（インバータ）の採用により、照明の消費電力低減に対する取組みも開始された。また、オゾン層破壊物質として指定された特定フロン（CFC）を使用していたショーケースも、1993 年頃から徐々に代替冷媒化（HCFC、HFC）が進められた。

また、電力負荷平準化に対する取組みとしては、トータル制御によりピークカットを達成するもの、夜間電力を利用する店舗用の氷蓄熱システムによりピークシフトを達成するものが実用化され現在に至っている。

(2) 現状の負荷平準化システム

(a) 省エネルギー型冷蔵ショーケース [1]

スーパーマーケットにおける食品冷蔵設備は、精肉・鮮魚用、野菜用などの系統毎に、1 台の冷凍機に複数の冷蔵用ショーケースが冷媒配管により接続されている。このタイプのショーケースは、庫内で食品をライトアップするための蛍光灯による発熱が、冷凍機の負荷になっているほか、定期的な実施される霜取り運転が店舗のピーク電力発生の原因となっている。

この省エネルギー型冷蔵ショーケースは、比較的来客数の少ない午後 1 時～4 時の時間帯にショーケース庫内照度を 20%ダウン（照明用消費電力約 20% カッさせると同時に、庫内熱負荷の減少に見合うよう庫内制御温度を 1℃ 上昇させる“デマンドセットバック機能”により夏期ピーク時に消費電力を約 12% カットできる。

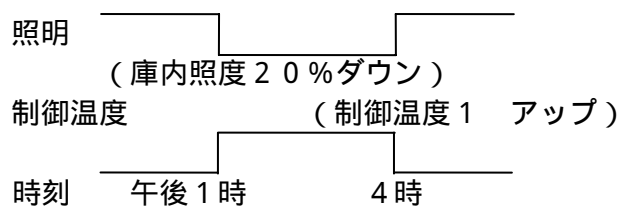


図 3.2.2-1 デマンドセットバック機能

(b) トータル制御システム [2]

冷凍機とショーケースを総合的（トータル）に制御することで、従来のシステムと比べ大幅な省エネルギー化を図ったショーケースシステムが実用化されている。この新システムは、冷蔵ショーケースと冷媒を供給する小型インバータ冷凍機および温度状態に基づき制御するシステムコントローラで構成されている。

このシステムでは、真夏や冬場などの季節変動に加え、営業時間内や閉店後、商品補充

時などの条件に合せ、常にコントローラ部がショーケースに必要な最適な冷却能力を算出、それに応じてインバータ制御で冷凍機的能力を可変制御する。従来の回転数一定の圧縮機による ON / OFF 制御では温度変化が生じるため消費電力のロスが発生したり、発停の繰り返しによる圧縮機の信頼性に悪影響を及ぼすことがあったが、このシステムの場合には最適な制御が実現できる。

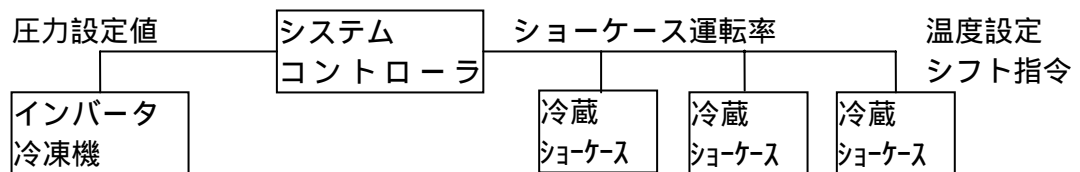


図 3.2.2-2 トータル制御システム

このシステムの省エネルギー効果については、約2年にわたるフィールドテストにより、年間消費電力量が従来システムに比べ約半分となるという結果を得ている。このシステム価格は従来に比べ約1.5倍であるが、ランニングコストが低減できるため約1.5年で回収可能となっている。また、インバータを使用して冷凍機を制御することにより最適な温度管理が実現できるため、食品へのヒートショックがなくなり高鮮度管理ができる。

(c) 食品店舗用氷蓄熱式システム^[3]

スーパーマーケットを初めとする食品店舗において、夜間の冷凍・冷蔵負荷は日中に比べて少なくなり冷凍機的能力に余裕ができる。この夜間に発生する余剰能力を利用して氷を作り、日中にこの氷を利用してシステムとしての設備容量およびランニングコストの低減が図れるという特徴がある。

氷蓄熱を利用した冷凍・冷蔵システムで実用化されている構成を図3.2.2-3に示す。システム構成としては氷を貯える氷蓄熱槽と、氷生成時および氷利用時に使用する熱交換ユニットが通常機器に対して追加となる。

夜間は前述の通り能力に余裕があるため、熱交換ユニットに低温冷媒の一部を導き氷蓄熱槽の熱媒体であるブライン溶液を冷却し、蓄熱槽内に氷を生成する。昼間は高温冷媒を熱交換ユニットに導き、氷蓄熱槽の氷で冷却された低温のブラインと熱交換してからショーケースに供給する構成となっている。

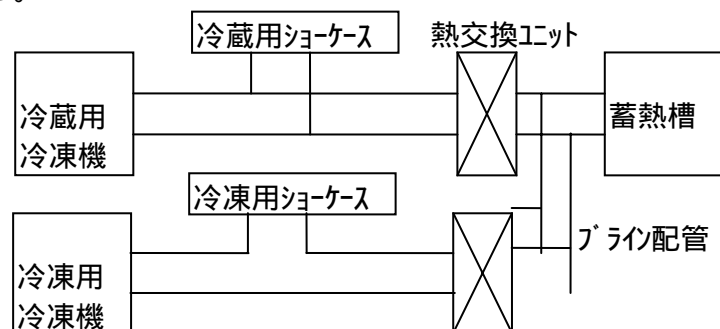


図 3.2.2-3 食品店舗用氷蓄熱式システム

熱交換ユニットで高温の冷媒を約0℃まで冷却することにより、冷却能力を約20%アップすることができる。従って、昼間の消費電力量の低減が図れピークシフトが実現できる。更に、夜間に比較的効率の高い冷蔵用冷凍機を用いて氷を生成し、昼間に効率の低い冷凍側で利用しているのでシステムとしての効率が向上する。

このシステムにおける一日の運転パターン例を図3.2.2-4に示す。昼間に使用する熱量の一部を氷として夜間に貯えるため、安価な電力料金（業務用蓄熱調整契約）での運転比率が高くなるためランニングコストが低減できる。

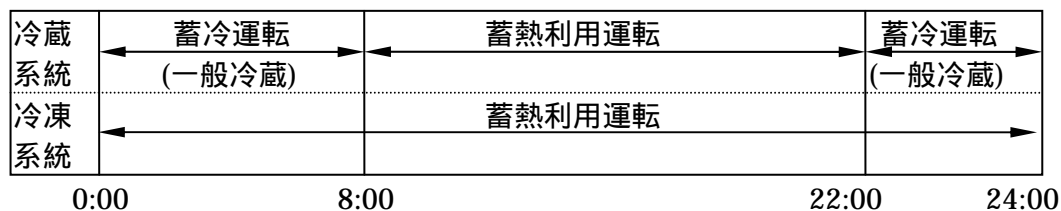


図 3.2.2-4 氷蓄熱式システムの運転パターン例

(3) 将来展望と技術課題

ショーケースの省エネルギー化については、従来の延長線上で進化するものと予想されるが、今後は負荷平準化に対する取組みも活発化するものと思われる。想定される技術分野を列記すると以下ようになる。

< 省エネルギーに対する取組み >

- ・断熱性能の向上
- ・霜取りレス冷却器
- ・インバータ冷凍機、高効率圧縮機
- ・発熱レス照明
- ・MD (マーチャンダイジング) の変化

< 負荷平準化に対する取組み >

- ・氷蓄熱式システムの普及
- ・ガスエンジン冷凍機
- ・ガスコージェネレーション
- ・太陽光発電利用システム
- ・店舗全体のエネルギー管理システム

省エネルギー化については機器単品として 10～15%程度は、数年の内に達成できるものと思われるが、インバータ照明の搭載率の向上、システム制御の採用率向上、インバータ冷凍機の導入などがキーになるものと思われる。また、ショーケースの形態の変化(多段型から平型への移行など)による省エネルギー効果も大きく、店舗側の採用意識変化に対する期待も大きい。

負荷平準化に対する取組みについては、短期的には霜取り時刻の分散制御が効果的であるが、長期的には氷蓄熱式システムの普及が進展するものと予想される。ショーケース及び冷凍・冷蔵分野での負荷平準化システムの技術開発や需要動向は、空調機分野に追随するものと予想される。従って、空調機分野での普及奨励制度(氷蓄熱・ガス駆動空調機のエネルギー需給構造改革投資促進税制、氷蓄熱の氷蓄熱式空調システム設置補助金制度)の適用範囲の拡大が望まれる。

参考文献

- [1] 東京電力株式会社、三洋電機株式会社広報資料(1998年1月)
< <http://www.tepco.co.jp/corp-com/press/1998011401-j.html> >
- [2] 富士電機冷凍機株式会社ホームページ
< <http://www.fujireiki.co.jp/jigyo/cold/shoene.html> >
- [3] 三菱店舗用ショーケース総合カタログ(1998年1月作成)

3.2.3 電気温水器

(1) 歴史的背景と技術の進歩

(a) 電気温水器誕生の背景

負荷率向上をさせる方法としてボトムアップを進めるために、深夜電力契約を設定している。この割安な深夜電力を利用する代表的な機器が温水器である。電気温水器は1日使う分のお湯を深夜電力で沸かし保温・貯湯しておくものである。

(b) 電気料金制度の推移

昭和39年から40年に深夜電力制度が誕生し、現在の電気温水器の基本となるものが登場した。以後、昭和59年には割安な料金単価の第2深夜電力制度、および通電制御割引制度の導入、平成2年に時間帯別電灯制度が導入され、各社これらの制度に対応する電気温水器を販売した。

(c) 電気温水器の原理

貯湯タンク内の水を電気ヒーターを使って、自然対流式、強制対流式（内釜式）、強制対流式（ポンプ循環式）などの循環方式で加熱し、お湯として蓄熱する。

(図 3.2.3-1、図 3.2.3-2、図 3.2.3-3)

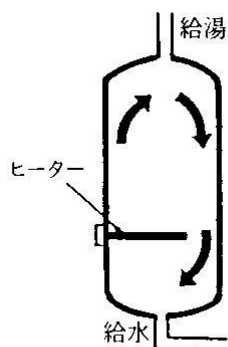


図 3.2.3-1 自然対流式

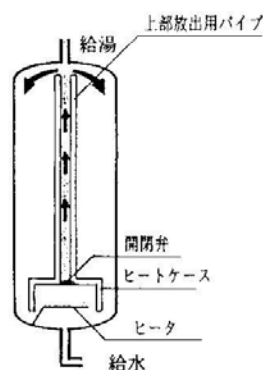


図 3.2.3-2 強制対流式

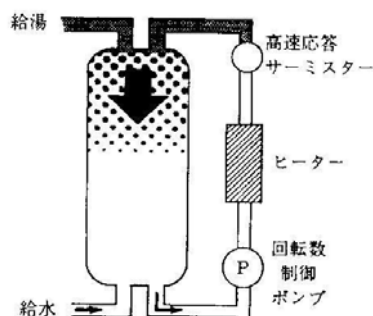


図 3.2.3-3 ポンプ循環式

ヒートポンプ式は熱媒体に大気熱を吸収させ、熱を吸収した熱媒体を圧縮、高温化し熱交換器へ送り、貯湯タンク下部からの水を熱交換器を介して沸き上げ、その湯をポンプ等

で貯湯タンクの上部に貯湯する。(図 3.2.3 - 4)

貯湯タンクは、水源に直結されており蛇口を開くと貯湯タンク内の湯は水源水圧によって押し上げられ給湯される。給湯した分だけの水が貯湯タンクに自動的に給水される。

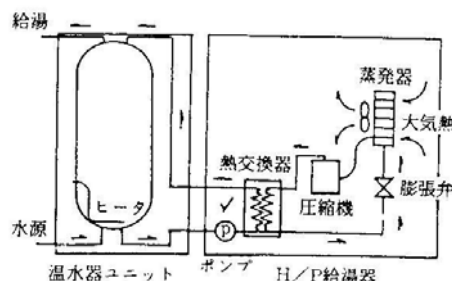


図 3.2.3-4 ヒートポンプ給湯式

(d) 電気温水器の特性

貯湯式電気温水器の各性能は、JIS 規格で定められている。

(e) 電気温水器の特長

電気温水器は、火を使わないから“安心”、空気が汚れず“清潔”、蛇口をひねるだけ“便利”、スピード給湯が可能、燃料補給の手間がいらない、電気だから“静か”、割安な深夜電力利用で“経済的”、耐久性にすぐれ“長持ち”、などの特長を備えている。

(2) 現状

電気温水器は、丸型、角型、薄型、配管内蔵型などの形状をそろえ、タンクの容量も一般的に 150L クラスから 560L クラスまでそろっている。また、設置場所に応じて屋外型、防雨型、軒下・屋内型、屋内専用型などがある。タンクはステンレス製で、耐用年数は通常 15 年程度と、ガス給湯機と比べて約 2 倍長持ちする。

(a) 電気温水器の種類

給湯専用のスタンダード型として、8 時間通電タイプ（深夜電力 B 契約）、8 時間通電制御タイプ（深夜電力 B 契約）、5 時間通電タイプ（第 2 深夜電力契約）、時間帯別電灯契約対応型などがある。

最近では、省スペース型電気温水器や、利便性を追求した風呂全自動給湯システム付き電気温水器、さらに経済性と省エネ性に優れた風呂全自動給湯システム付きヒートポンプ式電気温水器や高機能型の冷暖房・給湯・風呂全自動給湯システム付きヒートポンプ式電気温水器なども登場している。

(b) 給湯機器市場における電気温水器の位置付け

給湯機器の平成 8 年度の年間販売実績は 563 万台であった。内訳は、LP ガス給湯機 214 万台、都市ガス給湯機 260 万台、石油給湯機 63 万台、電気温水器 26 万台となっており、電気温水器は 4.6% と非常に低い割合である。

(c) ボトムアップ効果

電気温水器の年間消費電力は、標準家庭の給湯負荷を 470 万 kcal/年と想定すると年間

6830kWh となる。電気温水器の耐久年数を 10 年とし、年間 20 万台平均で普及しているの
で市場には約 200 万台のストックがあり、標準家庭の給湯負荷を賄う容量の電気温水器は
このうち約 6 割と考えると年間総消費電力は $6830 \times 2,000,000 \times 0.6 = 81$ 億 9600 万 kWh
となる。

- ・年負荷率（平成 8 年度実績 10 社計より）は

電力需要 8191 億 kWh、最大電力 16511 万 kW

$$\text{年負荷率} = 8191 \times 10^6 / (365 \times 24) / 16511 = 56.6\%$$

- ・電気温水器がない場合

電力需要は (8191 - 82) = 8109 億 kWh

$$\text{年負荷率} = 8109 \times 10^6 / (365 \times 24) / 16511 = 56.1\%$$

よって、電気温水器により年負荷率は 0.5%改善されていることになる。

(d) 助成制度

住宅金融公庫の割増融資と電力会社からの助成制度がある。

住宅金融公庫の割増融資

BL 認定品の電気温水器（風呂加熱機能付きに限る）と BL 認定品の暖・冷房機器と
の組み合わせで、住宅金融公庫での環境共生住宅割増において「省エネルギー型設備設
置工事」で 150 万円 / 戸の割増融資が受けられる。

電力会社からの助成

電力会社によっては、販売設置する電気店、電気工事店、水道工事店、建築事務所、
建築主等に対して電気温水器設置に対する助成制度を設けている。

(3) 将来（5 年，10 年）・技術課題

省エネ性と環境改善性（CO₂排出量）からみると、今後ヒートポンプ式給湯器や冷暖房機
能を合わせたヒートポンプシステムの普及が要望され、商品化されていくと考えられる。こ
れに伴い技術面でヒートポンプのCOP向上やシステム効率の改善が進むと予想される。

表 3.2.3-1

方 式	項 目	5 年後	10 年後
ヒーター式	普及率(対給湯機比)	7%	7%
	技術動向 / 技術課題	昇圧化 (2 kg/cm ²)	蓄熱材による小型化
ヒートポン プ式	普及率(対電温比)	15%	40%
	技術動向 / 技術課題	コストダウン COP 向上 新冷媒の採用 冷暖房システムへの展開	COP 向上 新冷媒の採用 リサイクルシステムの構築 蓄熱材による小型化

参考文献

- [1] 住まいと電化別冊「電気温水器マニュアル - 計画・設計 - 」日本工業出版
- [2] (財)エネルギー総合研究所「電力負荷平準化」(1998 年 3 月)
- [3] 「平成 9 年機械統計年報」通商産業大臣官房調査統計部編

3.2.4 省エネ型清涼飲料用自動販売機（エコベンダー）

(1) 歴史的背景と技術の進歩

日本において紙コップ式飲料用自動販売機が登場したのは 1950 年代で、その後瓶の飲料用自動販売機の導入を経て、1970 年を境に缶入りの清涼飲料の需要が急速に増えたのに従って、飲料用自動販売機も急速に発展普及してきた。

自動販売機(以下「自販機」)の普及台数は 1997 年 12 月末現在で 548 万台(日本自動販売機工業会資料)に達し、その内ジュースやコーヒー等の缶入り清涼飲料用自販機は 206 万台で自販機全体の 37.6%にも達している。自販機が普及しているアメリカと比較しても、対人口比で日本は約 2 倍の普及率となっている。高い普及率が実現した背景として 缶飲料の登場、治安のよさ、冷、暖の清涼飲料を揃えたことが挙げられ、今や自販機は日本のライフスタイルに無くてはならない物となっていると言える。

清涼飲料用自販機の消費電力は、夏場の場合平均して 1 台当たり約 500W 程度であり、全国の普及台数約 200 万台から合計すると約 100 万 kW である。これは 10 電力計のピーク電力 16,783 万 kW(1997 年 9 月 2 日)に対し約 0.6%に相当し、これを対象にしたピークカットは費用対効果の面でメリット大である。

その手法として、夜間電力を利用し、蓄冷熱槽に冷熱を蓄え、昼間にこれを利用する方式が考えられたが、コストアップになる、自販機の容積が大きくなる、などの問題があり蓄熱方式の選択は困難であった。そこで出てきたのが、「中身商品が蓄熱剤にならないか、これを利用してピーク時間帯だけ電源を切れないか」というアイデアである。即ち、「夏場のピーク電力時間帯に、販売商品(飲料)の品質を維持しながら、自販機の冷却装置の電源を切る(ピークカット)」というものである。そして、1991 年度より省エネ型清涼飲料用自販機「エコベンダー」の開発プロジェクトが推進され、1995 年に商品化が実現した。(注 1)

(注 1)：「エコベンダー」は、東京電力、日本コカコーラ、富士電機の 3 社が共同で開発した、夏期の電力ピークをカット出来る新しい省エネタイプの清涼飲料用自販機で、「エコベンダー」とは、エコロジー(環境)とエコノミー(経済的)の接頭語「エコ」とベンディングマシーン(自動販売機)の造語である。ピークカット、省エネに効果があり、経済的で環境保全に配慮する自販機という意味から名付けられたものである。

(2) 現状

(a) ピークシフト・ピークカット対応

電力需要がピークに達する夏期(7~9月)を対象に、10時から13時迄の冷し込み(ピークシフト)機能と、13時から16時迄の冷却運転を停止する(ピークカット)機能を持ち、電力ピーク時の消費電力を従来の 1/10 以下にすることが可能となった。

従来は庫内循環空気温度を検知し、商品温度を 4 前後に保っている。この方式では、真夏の午後の時間帯に冷却装置を停止させると飲料温度が上がり過ぎ、ぬるくなってしまう。このため、10時から3時間、商品温度が 0~2 になるまで冷やし込み、13時から16時迄の間、冷却運転を抑制する制御方式としている。

商品を補充するために内扉を一定時間以上開けたり、冷却装置停止中に商品温度が 5 を超えた時は、ピークシフト・ピークカット制御を中止する機能を持たせ、飲料温度を常に適温に保つようになっている。

(b) ピークカット効果

自販機の消費電力は約 500W/台、ピークカット時の消費電力は約 1 割として、下記の 29 万台の出荷台数で計算すると、約 13 万 kW のピークカットに貢献することになる。また、全国の清涼飲料用自販機が全てエコベンダーになると想定すると、約 100 万 kW、大型発電所の 1 基分に相当するピークカット効果がある。

(c) 助成制度

エコベンダーを普及させるためには、機能追加によるコストアップを回避し、飲料メーカーや設置先が採用しやすくする必要がある。そこで、負荷平準化を一層推進するという観点から各電力(北海道電力除く)は「普及奨励金制度」を実施している。

- ・奨励金額： 1 万円/台
- ・対象機器： 新規に設置されるエコベンダーで型式を認定したもの。
- ・対象期間： 東京電力：1995 年 4 月から 2000 年 3 月まで（量産によるコストダウンを見込み 5 年間）
 その他電力（北海道電力除く）：1 年遅れて、1996 年 4 月から 2001 年 3 月まで
- ・支払条件： 自販機メーカーから申請し、設置確認されたもの。

(d) 現在の普及状況

上記普及奨励策および各電力、各飲料メーカー及び各自販機メーカーの PR が功を奏し、1995 年度以降エコベンダーが順調に出荷、1998 年 3 月末現在で 28 万 8224 台（普及率約 14%）の実績を出している。

(3) 将来(5 年、10 年)・技術課題

負荷平準化という面から見た 5 年後、10 年後の清涼飲料用自販機の将来展望を表 3.2.4-1 に示す。

表 3.2.4-1 負荷平準化という面から見た清涼飲料用自販機の将来展望

項 目	5 年後(2003 年頃)	10 年後(2008 年頃)
エコベンダー普及率	ほぼ 80%	ほぼ 90%
技術動向/技術課題	1.消費電力の低減 2.蓄熱型自販機の開発 蓄熱、蓄冷材による深夜電力の有効利用 3.急速加熱、冷却方式自販機の開発 電力消費は販売時のみ 4.新エネルギーを利用した自販機システムの商品化 無人販売システムなど店舗全体のシステムに適用	1.消費電力の低減 2.蓄熱型自販機の商品化、普及 3.急速加熱、冷却方式自販機の商品化、普及 4.新エネルギーを利用した自販機システムの普及

参考文献

- [1] Japan Power News:インタビュー/「エコベンダー」&「エコアイス」(1996 年 6 月)
- [2] 電気情報(1996/3 No.462)「エコベンダー」の普及活動
- [3] 電気協会雑誌(1995 年 8 月号) 清涼飲料用自動販売機「エコベンダー」の開発および普及奨励について
- [4] 富士時報(Vol.69 No.7 1996) 缶自動販売機の新シリーズ
- [5] 自販機普及台数及び年間自販金額 平成 9 年(1997)版,日本自動販売機工業会
- [6] 自動販売機ニュース(1998 年 7 月 25 日), (株)自動販売ニュース社

3.3 分散型電源システム

3.3.1 歴史的背景と技術の進歩

分散型電源は近年の小型発電機器の性能向上や電力自由化の中で検討されるようになり、また、電力負荷平準化対策の中でも取り上げられている主要な項目である。

今回、分散型電源の国内外の現況や位置づけ、また、現在普及が進んでいる技術（自家発電、風力発電）や今後普及が期待される各種タイプ（太陽光発電、燃料電池発電等）の技術状況および利用における諸課題について紹介する。特に太陽光発電や燃料電池発電については今後の普及が急速に広まると考えられるので第5章にモデルシステムを設定して経済性を検討している。

- (1) 分散型電源は電力会社が設置している大型発電所のような大規模集中型電源に対して電気の需要地に近いところに設置する供給形態として使用されている。また、電源負荷平準化対策の中のピークシフト、ピークカット、ボトムアップの内、特にピークカットに大いに貢献出来るものと期待されている。

電力会社の発電所は昭和30年代後半より大規模高効率化によりスケールメリットを追究して設置されてきた大規模電源であり、最近では単機100万kWを超えるようになっている。この大型化による大規模な用地の確保が難しいことにより需要地からますます遠隔地に立地するようになった。これによるコストアップや生活形態の変化による負荷率の低下が設備使用率を低下させ、単位電力量当たりの費用が増大する傾向にある。

これに対し電力需要地に近接する電源は、当初は電源設備の技術的多様性や自由度も少なかったため、いくつかの工場での自己電源確保のため、かなりの規模（数千から数万kW）の自家発電設備が普及していながら、分散型電源と呼ばれる状況には到っていなかった。しかし、近年の小型自家発電設備の効率や信頼性の向上、電力系統連系のガイドラインが平成4年に通産省監修のもと制定された事や未利用エネルギー利用技術やエネルギーセキュリティの向上、また、太陽光発電等のCO₂対策等環境問題への寄与の観点から、需要地に立地する分散型システムとして普及が進んでおり、昼間最大電力の削減に寄与する電力のピークカットや、蓄電池等の利用により夜間発電した電力を昼間に生かす形のピークシフトに貢献している。

政府も導入普及を促進させるため、平成6年12月に新エネルギー導入大綱を定めると共に平成9年には新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法を制定し、また、平成10年には省エネルギー対策法を改正して普及に努めている。

エネルギー種別で見ると、従来の燃料を新方式で発電に利用する燃料電池は、従来研究開発が主であったが、最近の技術進歩により信頼性も向上して導入が進んでいる。特に燃料電池は環境に与える影響が小さいことから平成年代に入り導入が加速し、製品化の進んだリン酸型燃料電池(PAFC)は各種補助制度が設立されたことから今後ますます普及するものと考えられる。

再生可能エネルギーのうち、風力発電の普及は世界的に始まっており、日本では昭和55年に国産中型試験機が設置され、昭和57年には九州電力が、昭和58年にはNEDO/東京電力が試験機を設置している。本格的導入は昭和60年代から始まり、最近では大型輸入機も参入し、設備容量も3万キロワットを超えるようになってきている。

太陽光発電も昭和55年頃より試験利用が始まり、その後技術発展が著しくコストダウン

も進んできており、近年の電気事業制度の改革や各種補助制度の導入によりここ4～5年で急速に普及が始まっている。

一方、リサイクル型エネルギー利用のごみ焼却発電は昭和40年に日本に導入されたのち昭和50年代から本格的に普及が始まり、最近では都市地域に存在する自律分散型電源として捉えられるようになってきている。

また、従来燃料を用いる自家発電は熱利用も含めたコージェネレーションの形で昭和62年頃から導入が本格的に始まり、現在ではビル内や再開発地域内での分散型電源として普及している。

3.3.2 現状

- (1) 従来の燃料を新方式で発電に利用する燃料電池は最近の技術進歩により小型でも発電効率の高いものが開発されており、NO_x発生量も比較的少なく排熱も利用する等環境に与える影響が小さいことから平成年代に入って導入が進みだし、平成7年には設備容量が約3万kWに達している。リン酸型燃料電池(PAFC)への各種補助制度が設立されたことから今後ますます普及するものと考えられる。
- (2) 再生可能エネルギーでは、風力発電の普及が世界的に始まっており、日本では昭和55年に中型試験機が三菱重工業(株)に設置され、昭和57年以降各電力会社が試験を始めるとともにNEDOは東京電力(株)と共同で昭和58年から試験を開始した。また、集合型設備としての研究も東北電力(株)の竜飛岬で開始され、島嶼部として沖縄電力(株)の宮古島でも運用研究が開始されている。電力系統連系を行う本格的導入は昭和60年代から始まり、平成10年には設備容量も3万kWを超えるようになってきている。
- (3) 同じ再生可能エネルギーの太陽光発電も近年の電気事業制度の改革や各種補助制度の導入によりここ4～5年の普及伸展は大きく、平成9年度には約9万kWになっている。
- (4) リサイクル型エネルギー利用のごみ焼却発電は昭和50年代から本格的に普及が始まり、平成9年度末で一般廃棄物発電は約75万kW、産業廃棄物発電は約20万kWの設備容量になっている。最近の技術革新は目覚しく、RDF(ごみ燃料化)燃焼方式やガス化焼却熔融方式等の導入が始っており、工業地域にも設置されるようになってきて、正に都市地域内に存在する自律分散型電源といえる状態になっている。
また、このような電力需要地に隣接する分散型電源として従来燃料を用いる自家発電は熱利用も含めたコージェネレーションの形で昭和62年頃から導入が本格的に始まり、平成9年には民生用で約80万kWの設備容量がビル内や再開発地域内他で分散型電源として普及している。同時期に産業用では約350万kWの設備容量に達している。
- (5) その他、今迄未利用であった排熱や低温度熱源(河川水、下水、等)の有効活用による発電技術や電力貯蔵電池等の技術開発も行われている。
- (6) 現時点での分散型電源の容量別概略設置面積を表3.3.2-1に、また、今回検討した機器の共通容量部分である250kW級分散型電源での項目別メリット・デメリットを表3.3.2-2に示す。

3.3.3 事例(海外動向)

- (1) 海外では電力会社の送配電系統が日本より開放されていることもあり、企業が設置する自家用発電設備の普及が進んでいる。また、地方自治体の熱電供給の普及や国の電力政策等により分散型電源の普及は日本より広まっている。
- (2) 燃料電池は米国ではリン酸型の導入使用が始まっているものの、ヨーロッパではまだ試験使用段階である。また、リン酸型以外のタイプは研究ないし試験使用段階である。特に固体高分子型燃料電池を自動車用として開発する企業が多い。

- (3) 風力発電はドイツ、米国、デンマークの順に普及が進んでおり、この3国で世界の約6割の設備容量を実現している。日本はドイツの百分の1程度の普及状態である(平成9年度末)。これには国の電力政策と電力市場の開放度と国民の環境意識等が関係している。
- (4) 太陽光発電は米国、日本、ドイツの順に設備普及しており、今後の増加は大いに有望視されている。生産量を見ると、米国、日本、欧州(特に英、仏、西)の順になっており、この三地域で世界の約9割を賄っている。
- (5) 自家用発電コージェネレーションは北部ヨーロッパで普及しており、特にデンマークでは設備容量で70%もの比率が該当している。

3.3.4 将来(5年, 10年)

- (1) 現在の電力システムは大規模プラントで構成されている集中システムであるが、3.3.1項でも記載したように大型電源の最近の新設機コストアップ要因は多く、需要地の動向に的確に対応出来る分散型電源は今後も導入が進み、両者の混在した形で電力システムの形成が続いていくと考えられる。

最近の規制緩和の流れの中で、電力自己託送の自由化等により自家用発電の機会は増大していくと考えられる。また、今後の分散型電源の求められる条件としては、エネルギー利用効率の高いことや資源消費が少ないことや環境に優しいこと等が上げられる。このような点に合致するものとしては、燃料電池や風力発電や太陽光発電等が上げられ、これらは従来より経済性の良い状況において普及が進むと思われる。

また、その中で単に発電だけでなく、エネルギーを総合的に利用するコージェネレーションの利用形態が風力発電を除いて全ての発電方式で適用されるようになると予想される。

- (2) 分散型電源の現状および将来の適用予想を各発電方式別に表3.3.4-1～4に示す。
各表中の評価項目として下記を取り上げ、可能な限り標準化した。

A : 普及状況 (kW)

B : 予想建設コスト : 万¥ / kW (初期建設費)

B' : 発電電力コスト : ¥ / kWh ((建設費の年間償却費 + 年間直接費 + 諸税) / 年間発電量)

C : 補助金等の公的援助 (%) : 初期建設コスト比)

D : 分散化(分散設置促進)のための技術動向

3.3.5 技術課題

- (1) 分散型電源では大規模電源と比べてどうしても設備コストがかさむため、不断のコスト削減努力が求められると共に、電力会社との系統連系が重要な技術要素に成って来る。また、新発電方式の太陽光発電や燃料電池発電は、まだまだ設備コストが従来型の自家発電設備と比べ、高いので普及阻害要因になっている。
- (2) 環境対応から考えると、再生可能エネルギーによる風力発電や太陽光発電は従来型発電方式に比べ非常に優位に立つので、今後その特長を更に伸ばすと共に高効率化を図る必要がある。
- (3) 省エネルギー法(エネルギーの使用の合理化に関する法律)によるエネルギー効率の一層の高度化も求められるため、新型技術の創出も求められている。

例えば、マイクロコジェネのような100kW以下のガスエンジンやマイクロガスタービンによる発電と共に排ガス熱を回収して利用することによる高効率化や、燃料電池とマイクロガスタービンを組合わせて熱と電気を取出し高い総合熱効率を得ると共に環境条件の改善を図るハイブリッドシステムも検討されてくるであろう。

表3.3.2-1 分散型電源の容量別概略設置面積

種 類	3kW	50kW	250kW	1000kW
燃料電池 発電	設置面積： 1 × 1m × 1.5mh	設置面積： 3 × 3m × 3mh	設置面積： 4 × 8m × 4mh	
風力発電			設置面積： 基礎10 × 10m タワー直径 φ 3m 最高高さ65m	設置面積： 基礎13 × 13m タワー直径 φ 4m 最高高さ130m
太陽光発電	設置面積： 約24m ²	設置面積： 約400 ~ 500m ²	設置面積： 約2000 ~ 2500m ²	設置面積 約10000m ²
内燃機関発 電			設置面積： 7 × 9m 4mh A重油燃料	設置面積： 10 × 11.5m 5mh A重油燃料

表3.3.2-2 250kW級分散型電源の機器別項目別メリット・デメリット

項 目	燃料電池発電	風力発電	太陽光発電	自家発電
出力エネルギー密度(例) 時間稼働率(%)注1) 設備利用率(%) 安定性	~ 98% 90 ~ 98% メンテ時期以外は安定稼働	~ 70% 25 ~ 35% 風力変動に依存	10 ~ 15%(12%程度) 天候に依存	~ 100% ~ 100% メンテ時期以外は安定稼働
設置スペース(例) (L×D×H)/定格出力kW	8×4m(高さ4m) 【250kW定格の場合】	基礎：10×10(高さ65m) 【250kW定格の場合】	約2000～2500m ² 【250kW定格の場合】 遊休地の有効利用 工場、ビル屋上、駐車場	7×9m(高さ4m) 【250kW定格の場合】 A重油燃料
燃料の密度・安定供給度 安定性 地域性 その他	天然ガス、LPG、メタノール等燃料 供給は安定 地域性なし	風力：地域性、変動性あり。 最新機種：カットイン風速 1.5～2.5m/sec 全国風況調査による。 北海道、東北、沖縄有利 地上高30mで年平均風速 6m/sec以上が望ましい。	資源：無尽蔵 安定性：昼間晴天時(安定) 雨天時(不安定) 夜間(不可) 地域性：地域を選ばず使用可	石油系、ガス系、石炭、等 供給は安定 地域性なし
環境性・騒音の発生 ガスの発生 その他	55～60dB(機側1m) NOx 10ppm以下 SOx なし	通 常 距 離 200m : 45dB(A) -	騒音：なし ガス発生：なし クリーン度：大	防音施工要 公害対策要
将来性・将来の方向付	低コスト化。現在オンサイト用PAFCが商用化段階。 今 後 MCFC、SOFC、PEFC(家庭用)が実用化されよう。	機器の大型化(低コスト化) カットイン風速低減(利用率向上) 可変速(ギアレズ)による系統への擾乱低減、低騒音化	潜在需要大 コスト低減により市場拡大 建材一体型 結晶系から薄膜型への移行	高効率化、燃料種類の拡大
自立運転の可能性 (系統連系の必要性) 非常用電源の可能性	条件付きで可能 (急激な負荷変動に弱い) 制限あり (立上げ時間が必要：温度)	条件付きで可能 (出力の安定性に欠ける) 制限あり	条件付きで可能 (出力の安定性に欠ける) 制限あり	自立運転が可能 (非常用電源、離島用独立電源優位) 可能
環境条件 算定条件 (定格出力) (システム稼働率) (年間発電量) 環境負荷低減効果 ・燃料(原油)節約量 ・CO ₂ 削減効果	環境条件 算定条件 (定格出力：250kW) (システム稼働率：0.98) (年間発電量： 2146200kWh) 環境負荷低減効果 ・燃料(原油)節約量 ：24kL/年 ・CO ₂ 削減効果 ：21.5t-C/年	環境条件 算定条件 (定格出力：250kW) (システム稼働率：0.30) (年間発電量： 657000kWh) 環境負荷低減効果 ・燃料(原油)節約量 ：158kL/年 ・CO ₂ 削減効果 ：124.8t-C/年	環境条件 算定条件 (プレイ出力：250kW) (システム稼働率：0.12) (年間発電量： 250000kWh) 注3) 環境負荷低減効果 ・燃料(原油)節約量 ：60kL/年 注4) ・CO ₂ 削減効果 ：47.5t-C/年 注5)	環境条件 算定条件 (定格出力：250kW) (システム稼働率：1.00) (年間発電量： 2190000kWh) 環境負荷低減効果 ・A重油を使用 コジェネ熱供給分の 燃料節約量：27kL/年 ・CO ₂ 削減効果 ：18.5t-C/年
建設単価例(k¥/kW)	400～600k¥/kW	280～350k¥/kW 注2)	1,100～1,200k¥/kW	200～300k¥/kW

項 目	燃料電池発電	風力発電	太陽光発電	自家発電
発電コスト(¥/kWh)	18～27¥/kWh	11～16¥/kWh	87～95¥/kWh	10¥/kWh程度
補助金の整備	通産省管轄(NEDO) ・先導的高効率エネルギーシステム フィールドテスト事業 ・新エネルギー事業者支援事業	通産省管轄(NEDO) ・地域新エネルギー導入促進事業 ・新エネルギー事業者支援事業 ・風力開発フィールドテスト事業	通産省管轄 ・住宅用太陽光発電システム導入促進(N E F) ・産業等用太陽光発電フィールドテスト事業(NEDO) ・新エネルギー事業者支援事業(NEDO) ・地域新エネルギー導入促進事業(NEDO)	通産省管轄 ・石油活用型コージェネ補助(1000kW以上の高効率コージェネに対し) (石油活性化センター) ・環境調和型エネコミ補助事業省エネ補助(N E D O)
余剰電力買取り契約 (契約期間)	2.0～5.4¥/kWh程度 ・「安定評価基準」を満足する場合は上記に + 4.0¥/kWh程度	契約電力と同額 11.5¥/kWh程度 (余剰電力購入メニュー)	契約電力と同額 11.5¥/kWh程度 (余剰電力購入メニュー) 22¥/kWh程度 (従量電灯購入メニュー)	2.0～5.4¥/kWh程度 ・「安定評価基準」を満足する場合は上記に + 4.0¥/kWh程度 【IPP、自己託送、他】
補給電力契約	一般余剰買電契約または 新エネルギーメニュー	一般余剰買電契約または 風力発電メニュー	太陽光発電買電契約	自家発電補給電力契約 ・基本料金：10%増 (不使用の月は10%増 × 0.3) ・従量料金(定検)：10%増 (その他)：25%増
その他	CO2削減に効果がある。	CO2削減に効果はあるが、 地域により騒音等への配慮が必要となる。	CO2削減に効果がある。	燃料の選定とコージェネの高度利用を図ることにより、 CO2削減に効果を出せる。

注1) 時間稼働率(%) = (年間の発電時間(h)) / (年間の暦時間(8760h)) × 100

設備利用率(%) = (年間の発電量(kWh)) / (定格出力(kW) × 年間暦時間(8760h)) × 100

注2) 300～600kW級風力発電設備

注3) 1kW当り：約1000kWh / 年(1kW × 0.12 × 8760h 1000kWh)、250kW当り：250000kWh

注4) 1kW当り：240L / 年(1000kWh / 年 × 2250kcal / kWh ÷ 9250cal / L 240L / 年)

250kW当り：240L / 年 × 250 = 60Kl / 年

原油換算係数2250kcal / kWh 原油発熱量9250kcal / L

日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」

注5) 1kW当り石油火力発電所のCO₂は排出抑制：0.18842t-C/Mwh / 年

250kW当り：0.18842 × 250 = 47.5t-C / 年

1994年度NEDO「太陽光発電評価の調査研究」

分散型電源の現状および将来の適用範囲・普及率予想

表3.3.4-1 燃料電池

導入対象	容量規模	現 在	5年後	10年後
住宅用	3kW規模	A : B : 100～200万¥ / kW B' : C : D : 開発段階, 低コスト化, 長寿命化	A : B : 50～75万¥ / kW B' : C : D : フィールドテスト段階 低コスト化	A : 10,000kW程度 B : 30～40万¥ / kW B' : C : 10% D : 量産段階
コンビニ・事務所事業所	50kW規模	A : B : 40～60万¥ / kW B' : C : D : 量産段階, 低コスト化	A : 10,000kW程度 B : 40～50万¥ / kW B' : 16～21¥ / kWh C : 33% D : 開発段階, 低コスト化	A : 50,000kW程度 B : 30～40万¥ / kW B' : 15～18¥ / kWh C : 10% D : 量産段階
工場ビル大口需要家	250kW規模	A : 18,000kW程度 B : 40～60万¥ / kW B' : 18～25¥ / kWh C : 33% D : 量産段階, 低コスト化	A : 50,000kW程度 B : 30～40万¥ / kW B' : 16～21¥ / kWh C : 33% D : 量産段階, 低コスト化	A : 150,000kW程度 B : 25～30万¥ / kW B' : 15～18¥ / kWh C : 10% D : 量産段階
大口需要家電力変電所	1,000kW以上	A : B : B' : C : D : 開発～フィールドテスト段階	A : B : B' : C : D : フィールドテスト段階 低コスト化	A : 20,000kW程度 B : 20～30万¥ / kW B' : 10～13¥ / kWh C : 10% D : 量産段階

(下記参考資料より推定)

参考資料 : [1] 新エネルギー導入大綱(平成6年12月閣議決定)

[2] 新エネルギー・新発電技術動向調査レポート 平成10年2月 東京電力

[3] 新エネルギー技術関係データ集作成調査(燃料電池) 平成10年3月

[4] 燃料電池に関する実用化のための調査概要 平成10年3月 NEDO

表3.3.4-2 風力発電

導入対象	容量規模	現 在	5年後	10年後
住宅用	3kW規模	-	-	-
自治体 研究所 離島用設備	50kW規模	A：490kW程度 注2) B：80万¥/kW B'：17～25¥/kWh C：0～50% D：現状広く普及していない	A：1,400kW程度 注3) B：60万¥/kW B'：17～25¥/kWh C：0～50% D：建設用重機が搬入不可の小規模離島用設備として普及	A：3,700kW程度 B：40万¥/kW B'：17～25¥/kWh C：0～50% D：建設用重機が搬入不可の小規模離島用設備として普及
自治体 研究所 タービーク	250kW 規模	A：4,900kW程度 注2) B：40万¥/kW B'：11～17¥/kWh C：0～50% D：現状250～500kWが主流	A：14,000kW程度 B：35万¥/kW B'：10～16¥/kWh C：0～50% D：可変速制御等により系統への擾乱を減少	A：37,000kW程度 B：35万¥/kW 注1) B'：10～16¥/kWh C：0～50% D：可変速制御等により系統への擾乱を減少
電力会社 IPP事業 自治体 タービーク	1000kW 以上	A：11,600kW程度 注2) B：25万¥/kW B'：10～12¥/kWh C：0～50% D：コスト低減のために大型化し、ウインドファーム、大規模IPP等で将来伸びが期待される。	A：32,000kW程度 B：23万¥/kW B'：10～12¥/kWh C：0～50% D：コスト低減のために大型化し、ウインドファーム、大規模IPP等で将来伸びが期待される。	A：87,000kW程度 B：23万¥/kW 注1) B'：10～12¥/kWh C：0～50% D：コスト低減のために大型化し、ウインドファーム、大規模IPP等で将来伸びが期待される。

注1) NEDO「風力発電システムの設計に関する調査」1996から推定

注2) NEDOホームページより推定

注3) 「新エネルギー導入の経済性と普及政策（今野）」から伸び率推定

表3.3.4-3 太陽光発電

導入対象	容量規模	現 在	5年後	10年後
住宅用	3kW規模	A : 65,000kW程度 (注3) B : 100万¥ / kW B' : 80¥ / kWh C : 30% D : ・ 建材一体型太陽電池モジュールの開発、低コスト化 ・ 市場自立のための大規模集中支援	A : 300,000kW程度 B : 50 ~ 60万¥ / kW B' : 40 ~ 50¥ / kWh C : 10 ~ 15% D : ・ 建材一体型の本格普及へ ・ 薄膜太陽電池の大量生産技術及び高効率化	A : 3,000,000kW程度 B : 35万¥ / kW B' : 25 ~ 30¥ / kWh C : 0 D : ・ 建材一体型の本格普及 ・ 太陽電池の複合システム技術、蓄電などの多機能モジュール
コンビニ 事務所 事業所	50kW規模 (注1)	A : 7,000 ~ 8,000kW程度 B : 130 ~ 150万¥ / kW B' : 100 ~ 120¥ / kWh C : 50% D : ・ 新技術の信頼性向上 ・ 低コスト化	A : 70,000kW程度 B : 80万¥ / kW B' : 64¥ / kWh C : 30 ~ 50% D : ・ 工場による自主導入の本格化開始 ・ 建材一体型の本格普及へ ・ 低コスト化	A : 570,000kW程度 B : 40万¥ / kW B' : 32¥ / kWh C : 0 D : ・ 建材一体型の本格普及 ・ 建築物 (官需, 民需) が本格化)
工場 ビル 大口需要家	250kW規模 (注2)	A : 4,000kW程度 B : 110 ~ 120万¥ / kW B' : 87 ~ 95¥ / kWh C : 50% D : ・ 新技術の信頼性向上 ・ 低コスト化	A : 20,000kW程度 B : 70万¥ / kW B' : 56¥ / kWh C : 30 ~ 50% D : ・ 工場による自主導入の本格化開始 ・ 建材一体型の本格普及へ ・ 低コスト化	A : 200,000kW程度 B : 40万¥ / kW B' : 32¥ / kWh C : 0 D : ・ 工場による自主導入の本格化 ・ 建材一体型の本格普及
大口需要家 電力変電所	1000kW上	A : 現在ほとんど実績なし B : B' : C : D : ・ 大面積が必要 (約1万m ²)	A : 5,000kW程度 B : 60万¥ / kW B' : 48¥ / kWh C : 30% D : ・ 新たな蓄電技術により供給安定性を確保の上電力会社による電源としての導入	A : 30,000kW程度 B : 40万¥ / kW B' : 32¥ / kWh C : 0 D : ・ 新たな蓄電技術により供給安定性を確保の上電力会社による電源としての導入

(下記参考資料より推定)

参考資料：第14回太陽光発電シンポジウム 通産省工技院資料
 第15回太陽光発電シンポジウム 通産省資源エネルギー庁予測
 新エネルギーの現状と課題 総合エネルギー調査会基本政策小委員会 平成8年6月
 (注1) 普及状況 A : 10kW ~ 100kW未満と仮定
 (注1) 普及状況 A : 100 ~ 300kWと仮定
 (注2) 1998年度末推定

表3.3.4-4 自家発電

導入対象	容量規模	現 在	5年後	10年後
住宅用	3kW規模	A : 約10万kW程度 B : B' : C :	A : B : B' : C : D : マイクロガスタービンの導入	A : B : B' : C : D : マイクロガスタービンの普及
コンビニ 事務所、 事業所	50kW規模	A : 約20万kW程度 B : 30万¥/kW B' : 15¥/kWh C :	A : 約50万kW程度 B : 25万¥/kW B' : 13¥/kWh C : D : マイクロガスタービンの導入	A : 約100万kW程度 B : 20万¥/kW B' : 13¥/kWh C : D : マイクロガスタービンの普及
工場、ビル 大口需要家	250kW規模	A : 約50万kW程度 B : 25万¥/kW B' : 13¥/kWh C : 15～33% (注1) D : コージェネの導入	A : 約75万kW程度 B : 22万¥/kW B' : 12¥/kWh C : D : コージェネの普及	A : 約100万kW程度 B : 20万¥/kW B' : 12¥/kWh C : D : コージェネの普及
大口需要家、 電力変電所	1000kW以上	A : 約350万kW程度 B : 20万¥/kW B' : 10¥/kWh C : 15～33% (注1) 15～50% (注2) D : コージェネの導入	A : 約500万kW程度 B : 18万¥/kW B' : 10¥/kWh C : D : コージェネの普及	A : 約700万kW程度 B : 17万¥/kW B' : 10¥/kWh C : D : コージェネの普及

(注1) NEDO補助事業

(注2) 石油活性化センター補助事業

4. 現在の法規制と助成制度（案）

4.1 現在の法規制

負荷平準化のためのツールは以下の3グループに分けられるが、系統と連系して電力を供給する能力を持つのは＜連系システム＞グループの機器のみである。

＜連系システム＞ 太陽光発電，風力発電，燃料電池，自家発電機，
電池電力貯蔵

＜負荷システム＞ 氷蓄熱式空調システム（エコアイス），蓄熱式ショーケース，
電気温水器，省エネ型清涼飲料用自動販売機（エコベンダ）

＜負荷誘導システム＞ 家庭内・構内ネットワーク，エコネット機器

それらの中でも系統に連系して用いる電池電力貯蔵システム（BESS）は，まだ製品化されていない...主に電力会社での実証試験中...という状況であるが，連系システムの中で法規制の面では最も検討すべき領域が広いと考えられるため，まず BESS に対する法的規制の調査を行い，他のシステムはそれと比較する形で表 4.1.1 及び表 4.1.2 にまとめた。

なお，省エネ法，リサイクル法，高調波規制など共通性が強いものは省略した。

4.1.1 電池電力貯蔵システム（BESS）

(1) 電気事業法関連

- ・ 系統に連系して用いる BESS は電気事業法にその記述が無いいため，いかに小容量でも発電機（事業用電気工作物），従ってその設置場所は発電所の扱いを受ける場合がある。
- ・ 事業用電気工作物に対しては主任技術者免状を受けている者のうちから主任技術者を選任しなければならない，通商産業大臣の検査を受け合格しなければならない。
- ・ また，発電所には必要な知識・技能を有する者が常時監視するか，非常用予備電源を置いて異常時に確実に停止させる処置が必要である。更に，発電所は電力保安通信設備を施設しなければならない。
- ・ 電池を用いた非常用予備電源が BESS に類似するが，非常用電源なのであくまで常用電源の停電時に使用（需要場所に施設するものに限る）し，常用電源側と電氣的に接続しないように施設せねばならないと規定されている。即ち，系統との連系は考慮されていない。
- ・ BESS は系統連系用分散電源として扱われるようになると考えられる。現在は電気事業法に記述が無いが，容量が 20kW 未満の場合は太陽光発電にならって一般用電気工作物として扱われるようになるのは比較的容易と思われる。
- ・ 分散電源の系統連系ガイドラインが BESS に適用されたとすると，次のことを遵守する必要があり，あらゆる条件で完璧な対応を要求されると保護リレーなどが著しく複雑化する心配がある。

1) 単独運転防止.....転送遮断装置，又は単独運転検出・停止装置の設置

2) 逆潮流防止常に逆潮流を防止すること

(2) 消防法関連

- ・ 消防法における蓄電池の構造は，鉛蓄電池かアルカリ蓄電池のいずれかしか想定していない。
- ・ 屋内に設置する蓄電池設備の定格容量と電槽（セル）数の積が 4800Ah セルを超える場合は，消防局への届け出や据え付けに関する技術基準遵守が必要となる。
- ・ 電力会社で盛んに実証研究が進められている NaS 電池は，ナトリウムとイオウを含むため危険物扱いとなるが，所定の型式試験に合格した製品であれば，指定数量を超える

危険物を取り扱う場合でも危険物取扱資格者の常駐は必要ない,などの規制緩和が図られた。

(3) 建築基準法関連

- ・ 消防法で定められる危険物の製造,貯蔵,取り扱いを行う建築物は用途地域の制限や地階を有するものであってはならないなどの規制がある。

(4) 道路交通法関連

- ・ 消防法で規定された危険物を輸送する場合には届け出などが必要となる。

4.1.2 分散電源

(1) 電気事業法

- ・ BESS も含んだ分散型電源に関わる法規制の現状を BESS とともに表 4.1-1 にまとめた。最も共通性の高い要素は電気事業法である。

合計が 10kW 以上の容量となる内燃機関を用いた発電設備や,合計が 20kW 以上の容量となる太陽光発電設備,風力発電設備は発電所とみなされるが,設置希望者は電力系統連系技術要件ガイドラインを遵守すれば設置できることとなっている。

しかしながら,この中で共通して規制が厳しすぎると考えられるのは,以下の項目である。すなわち,次の 1)及び 2)が義務づけられている。

1) 単独運転防止.....転送遮断装置,又は単独運転検出・停止装置の設置

2) 逆潮流防止売電を契約条件としている場合を除くと,常に逆潮流を防止すること

- ・ 小型燃料電池は開発が急速に進み,実用化の段階にある。しかし,太陽光発電設備(20kW 未満)等のように一般用意電気工作物として認定されていないため,保安規程の届け出,主任技術者の選任と届け出が必要になる。

また,煤煙発生施設の適用除外については 500kW 未満の発電設備が届け出不要に対し,容量 200kW 以上の燃料電池が煤煙発生施設として取り扱われ,電気事業法上の届け出が必要になっている。

(2) 航空法関連

- ・ 風力発電の阻害要因の一つに風車タワーが航空法に抵触する場合がある。航空法第 51 条,航空法施行規則第 127 条「地表または水面から 60m 以上の高さの物件には原則として航空障害灯(不動光)を設置しなければならない。」および,航空法規則第 60 条「地表または水面から 60m を超える物体は昼間標識を設置(物体全長表面を 7 等分して赤色・白色に塗装)する」等がある。風車は地域のシンボリックな存在となっており,表面を 7 等分して赤/白に塗装することは景観上好ましく無い。

4.1.3 負荷システム

氷蓄熱などの負荷システムにおける法規制の現状を表 4.1.2 にまとめた。

4.1.4 負荷誘導システム

(1)電力線搬送(PLC)

- ・ 電力線搬送(PLC: Power Line Carrier)は配線不要など多くのメリットを持ち,負荷誘導のための通信媒体として期待されている。PLC に関する国内の法規には郵政省の電波法と電波法施工規則,および通産省令と電気設備技術基準がある。電波法施行規則第 44~46 条では,他の通信設備に影響を与える恐れがないものについては型式申請により個別の利用許可を得なくても利用できるが,それ以外のものは許可が必要であり,許可状等の備え付けが規定されている。また,通産省令の電気設

備基準には高周波利用設備の漏洩する高周波電流の限界を規定した条項がある。

- ・法規制により海外製品が導入できないことがある他、特別搬送式デジタル伝送装置では、自動再送信の回数制限や通信スピードの上限など、PLC の応用範囲が制限されている。また伝送速度に対する制限は LAN やインターネット接続など多用途への適用を妨げる恐れがある。さらに通産省令の電気設備技術基準と郵政省の電波法では、整合がとれない例もある。今後 PLC の本格的利用拡大にむけ、これらの法規制の見なおしを急ぎたいところである。

(2) RF 無線

- ・負荷平準化/負荷誘導のためのシステムにおいて、各種機器を RF (Radio Frequency) 無線で接続する方法は有望な手段である。電波の利用にあたって我が国では電波法が規定されており、詳細な事項は郵政省の制定する規則・省令等により補足されている。標準規格には周波数の有効利用と混信防止を規定するための強制規格と、無線設備の互換性、適正伝送品質確保のための任意規格があり社団法人 電波産業会 (ARIB) を中心に策定されている。
- ・負荷平準化/負荷誘導のためには、伝送速度は数 k から 10 数 kbps、伝送データ量は数 10byte、必要通信距離は屋内で 100m 程度、といった使用条件が一般的であり、400MHz 帯の特定小電力無線局で定められる規格が適している。
特定小電力無線局は 1989 年 1 月より認可されており、現在、微弱無線局、構内無線局を含む小電力無線システムは広く普及している。満たすべき技術条件はその用途別に 12 の ARIB 標準規格として定められている。
- ・400MHz 帯の特定小電力無線局用標準規格に関する問題として、周波数の帯域不足、送信時間制限、送信休止時間制限等がある。現在、電気通信技術審議会では周波数不足解消のため利用形態に応じて、一部周波数の共用化及び送信時間制限延長の検討を進めている。今後フィールド実証実験等を行い、規格改正に関する提言をまとめていく必要がある。

4.1.5 規制緩和の提案

- ・BESS を中心として、系統連系システムに関する法規制の緩和のポイントは電気事業法と消防法である。特に、連系システムを非常用電源と兼用することが可能となれば、設備の有効利用による投資回収期間の短縮が期待できる。負荷システムについては、国の助成制度の拡充が中心となり法的な制約は特に見あたらない。負荷誘導システムでは電波法と電気設備技術基準が規制のポイントである。これらの緩和提案について、7.2 で詳述する。

表 4.1-1 現状の法規制一覧（その１）

	負荷平準化機器	使われ方	電気事業法	消防法	建築基準法	道路交通法	他の規制
連 系 シ ス テ ム	電池電力貯蔵	ピークシフト ピークカット	・発電所扱いとなる (事業用電気工作物)	・鉛電池等で 4800Ah セルを超えると届け 出必要 ・NaS 電池などで危険 物に関わる規制	・消防法に準じる	・消防法で指定 された物質の 輸送許可要	
		非常用電源	・連系は認められていない	・専用であること	・消防法に準じる		
	太陽光発電	ピークカット 売電	・連系ガイドラインで規制 ・20kW 未満が一般電気工 作物				
		ライフスポット用	・連系ガイドラインで規制 電池からの放電時は系統 から遮断	・鉛電池等で 4800Ah セルを超えると届け 出必要	・消防法に準じる		
	風力発電	ピークカット 売電	・連系ガイドラインで規制 ・20kW 未満が一般電気工 作物				・「航空法」では 航空障害灯
	燃料電池発電	ピークカット	・連系ガイドラインで規制				
		非常用電源	・連系は認められていない	・起動時間が長い ため不可	・消防法に準じる		
	自家発電機 (内燃機関式)	ピークカット 売電	・連系ガイドラインで規制 ・10kW 未満が一般電気工 作物	・燃料貯蔵・取り扱い で危険物に関わる規 制	・消防法に準じる	・消防法で指定 された物質の 輸送許可要	
		非常用電源	・運転時は系統から遮断	・危険物に関わる規制	・消防法に準じる		
	マイクロガス タービン		・連系ガイドラインで規制? ・自家発電機と同様?				

表 4.1-2 現状の法規制一覧（その2）

	負荷平準化機器	使われ方	電気関係法規	消防法	建築基準法	道路交通法	他の規制
負 荷 シ ス テ ム	氷蓄熱式空調システム (エコアイス)	深夜電力で水 氷 にし昼間に氷 水 (潜熱利用) ピークシフト ピークカット	・電気設備技術基準 ・電気用品取締法				・高圧ガス保安法 (高圧フロンガス)
	蓄熱式ショークー ス	深夜電力で水 氷 にし昼間に氷 水 (潜熱利用) ピークシフト	・電気設備技術基準 ・電気用品取締法				・高圧ガス保安法 (高圧フロンガス)
	電気温水器	深夜電力で加熱貯湯 ボトムアップ	・電気設備技術基準 ・電気用品取締法				・水道法 ・労働安全衛生法
	清涼飲料用自販機 ・エコベンダー	10～13 時流し込み ピークシフト 13～16 時冷却運転 停止 ピークカット	・電気設備技術基準 ・電気用品取締法	設置場所		・道路端での 設置場所	・食品衛生法 ・通過の単位及び貨幣 の発行に関する法律
負 荷 誘 導 シ ス テ ム	電力線搬送(PLC)	家庭内やビル・工場 構内での電力線を利用した情報伝送 により電力消費を モニタし負荷誘導	・電気設備技術基準 ・電波法				
	RF 無線	RF 無線によるネット ワークで各エネ ルギー危機を接続 し管理	・電波法				

4.2 国内料金制度

現在の電力会社が規定している電力料金制度体系は(平成10年2月10日実施)「新電気料金改訂のお知らせ」、「電気供給約款」、「電気供給約款取扱細則」、電気料金割引「選択約款」がある。図4.2.1参照。

ここではその内、「電気供給約款」、「電気供給約款取扱細則」、電気料金割引「選択約款」について述べる。

なお、負荷平準化のための機器では、電気料金の割引制度である「選択約款」を利用して負荷平準化を実現している。

4.2.1 電気供給約款

電気規約のための定義、料金、契約事項、工事、保守などの基本項目について規定している。

- (1) 総則各電力会社の供給範囲、言葉の定義、計算の処理方法などを総括。
 - (2) 契約の申込み電気を使用する上での契約事項を規定。
 - (3) 契約種別及び料金需要別電灯、電力、その併用および電圧階級、最大電流(電力)ごとに分類し、それぞれの基本料金、電力量料金(あるkWごとに課金が異なる。)などを規定。
また、工場などで使用する電力需要では夏季(7月1日～9月30日)料金を明記。
(1kWhにつき0.90～1.50円程度割高)
 - (4) 料金の算定及び支払い定義(料金算定上の運用開始、料金算定、期間)と料金の計算方法および支払いについて規定。
 - (5) 使用及び供給電気使用における力率保持、協力事項、及び停止事項などを規定。
 - (6) 契約変更および終了電気使用における契約変更事項、解約などを規定。
 - (7) 供給方法および工事電気使用のための電力線の接続方法、必要な計量機器の取付け、およびその他の設備を規定。
 - (8) 工事費の負担(7)項の工事に対する電力会社とお客の負担についての規定。
 - (9) 保守保守のための責任、調査、およびそのためのお客の負担についてを規定。
 - (10) その他：付則付加規則を規定。(特別措置内容などを規定。)
中部電力(株)殿では深夜電力料金の高圧電力を規定。
- 別表燃料費調整、規約負荷設備入力換算率表、進相用コンデンサー取付容量基準表を表示。

この約款で規定されている料金体系は主に言葉での定義で記述されており、料金制度の比較を容易にするため、電力会社ごとに「電気料金」表にまとめ、電灯契約や電力契約での契約別の料金の違いが一覧表で説明されている。

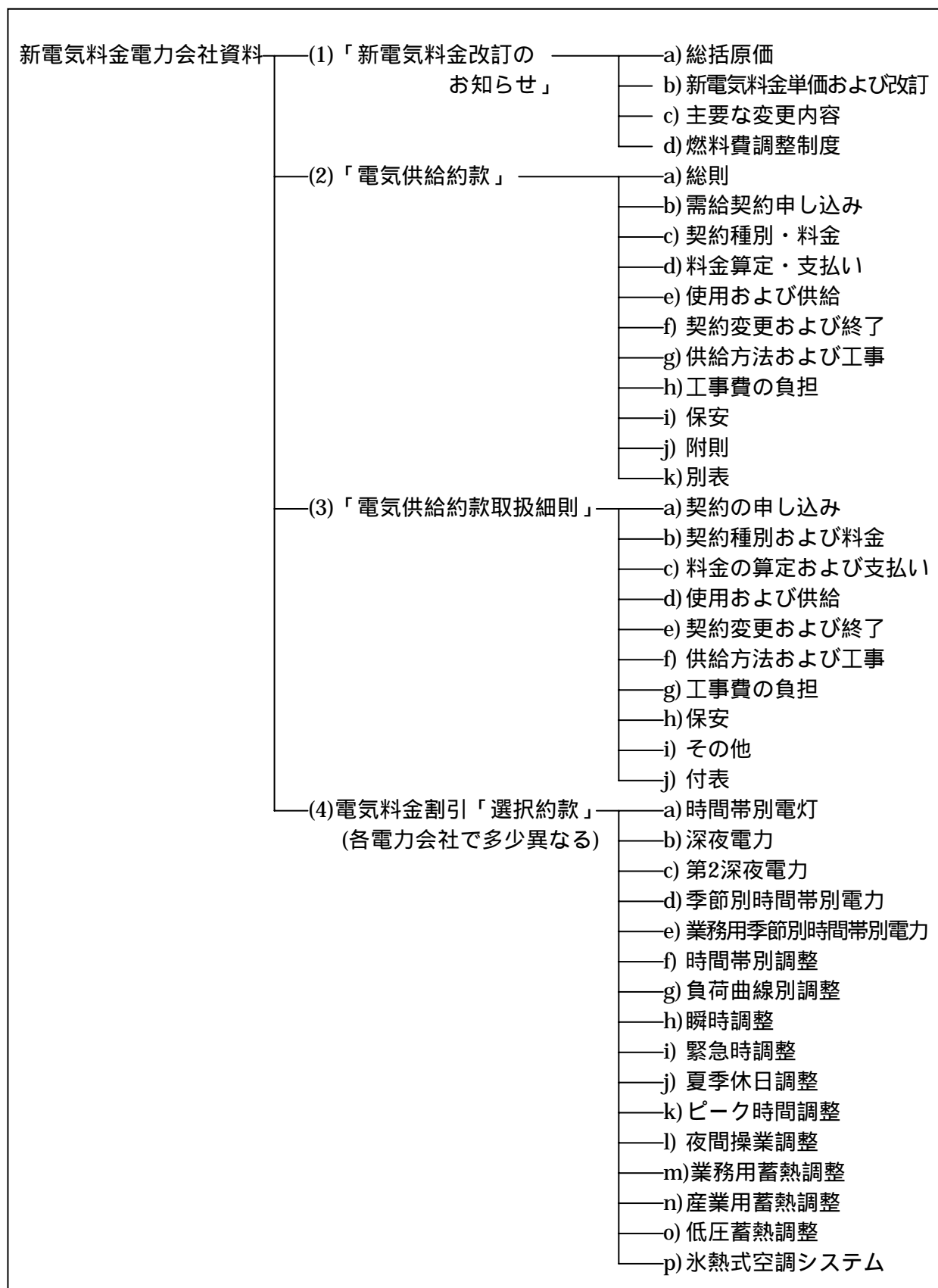


図4.2.1 新電気料金に関する資料
[「電気計算」1996年10月号，p36より]

4.2.2 電気供給約款取扱細則

この電気供給約款取扱細則は、4.2.1項の供給約款に基づいて各電力会社の実施細目を規定し、各地区通商産業局長に提出したものである。

内容は、供給約款に表現できない定義や規定の詳細な説明が供給約款に添って表記している。

4.2.3 選択約款と省エネの例

この選択約款は、負荷平準化のための各個別に使用方法を規制する代わりに料金を優遇する各メニューを規定しているものである。各メニューは各電力会社で異なる。

代表的なメニューは、時間帯別の料金、季節別の料金、計画調整料金、蓄熱調整料金に大別できる。ここでは、代表的な料金について述べる。

(1) 深夜料金

深夜帯に供給する電気料金で中部電力(株)殿では、8時間供給(午後11時～翌日午前7時)と10時間供給(午後10時～翌日午前8時)の2種類に分けて規定している。ただし、各時刻は2時間の範囲で規約時に調整される場合がある。

例として中部電力(株)殿の高圧電力の例を表4.2.1に示す。

表4.2.1 深夜料金表例(高圧電力250kW超える電力)[]:夏季料金

項	深夜料金		高圧電力A
基本料金	8時間供給	160円00銭	1170円00銭
	10時間供給	190円00銭	
電力量料金	8時間供給	7円44銭	10円64銭 [11円70銭]
	10時間供給	7円86銭	

また、契約には、低圧深夜電力、高圧深夜電力などで分類される。

(2) 季節別時間帯別料金

本料金制度には季節別時間帯別料金メニューとして、

- ・季節別時間帯別電力(産業用)
- ・業務用季節別時間帯別電力(業務用) などが用意されている。

東京電力(株)殿の例を表4.2.2および図4.2.2に示す。

特徴としては、本料金制度は一般のご契約に比べて、ピーク時で4割増し、昼間時間で3割増しであるが、夜間時間は昼間時間に対して業務で3割割安、産業で6割割安になっている。

表4.2.2 季節別時間帯別料金メニューの電力量料金単価[例]

[「省エネルギー」,vol.50,No.8,1998,p85より]

標準電圧6kV, 1kWh当り

(単位: 円)

契約種別	高圧季節別時間帯別電力 A				業務用季節別時間帯別電力			
時間帯	ピーク	夏季昼間	その他 季昼間	夜間	ピーク	夏季昼間	その他 季昼間	夜 間
単 価	15.55	14.00	13.25	6.15	22.65	20.40	19.45	6.15

(参考: 一般のご契約の電力量料金単価)

標準電圧6kV, 1kWh当り

(単位: 円)

契約種別	高圧電力 A		業務用電力	
時間帯	夏 季	その他季	夏 季	その他季
単 価	11.05	10.05	16.15	14.65

季 節 (月・日)	曜 日	時 間 帯																									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
その他季 ・ 1月1日～6月30日 ・ 10月1日～12月31日	平日(月～土)	夜 間						昼間(その他季)																		夜間	
	日祝日	夜 間																									
夏 季 ・ 7月1日～9月30日	平日(月～土)	夜 間						昼間(夏季)						ピーク時間		昼間(夏季)						夜間					
	日祝日	夜 間																									

(注)日祝日には1月2日、3日、4月30日、5月1日、2日、12月30日、31日を含みます。

図4.2.2 2季節3時間帯の区分

[「省エネルギー」,vol.50,No.8,1998,p85より]

(3) 計画調整契約

契約電力500kW以上では夏季の電力需要などを調整するために計画調整契約がある。
東京電力(株)殿の例を表4.2.3に示す。

- (a)夏季休日契約 : 3年継続のお客で、1年前より2割割引く制度
- (b)夏季操業調整契約 : (a)契約対象者に連続2日以上調整する場合に割引く制度。
- (c)ピーク時間調整契約 : 6月～9月の期間13時～16時に30分以上調整する場合の契約。電圧6kで1kWh調整1ヶ月で905円、20kVで875円割引く。

などがある。

表4.2.3 夏季休日契約・夏季操業調整契約の割引単価・割引計算事例

[「省エネルギー」,vol.50,No.8,1998,p86より]

割引額算定

割引額は、「夏季休日カレンダー」にあるA種、B種、C種の3つの指定日に分けて算定します。(各種は各年度ごとに7月～9月に平日に設定)

割引単価

調整電力1kW, 1日につき次のとおり。

標準電圧		6kV	20kV	60kV	140kV
割引単価	A種	210円	205円	200円	195円
	B種	240円	235円	230円	225円
	C種	275円	270円	265円	260円

夏季休日契約[年契約型]では

契約電力 5,000kW、電圧60kV、

調整日 A種指定日...4日、C種指定日...4日

実績調整電力 A種指定日...各日とも3,000kW

C種指定日...各日とも2,700kW

休日調整割引= 200円×3,000kW×4日+265円×2,700kW×4日
= 5,262,000円...(1)

消費税の減額= 5,262,000円×0.05= 263,100円...(2)

(1) + (2) = 5,525,100円

したがって、電気料金の支払い額は、消費税の減額を含めて約550万円軽減できることになる。

(4) ホームページによる公開

各電力会社は、負荷平準化のための料金制度 特に選択約款においては電力料金情報としてホームページで公開している。ただし、記載情報の詳細度は各会社で異なっている。

各電力会社の公開ホームページアドレスを以下に示す。

- ・北海道電力(<http://www.hepco.co.jp/japanese/>)
- ・東北電力 (<http://www.tohoku-epco.co.jp/>)
- ・東京電力 (<http://www.tepco.co.jp/>)
- ・中部電力 (<http://www.chuden.co.jp/>)
- ・関西電力 (<http://www.kepco.co.jp/indexj.htm>)
- ・北陸電力 (<http://www.rikuden.co.jp/index-gif.htm>)
- ・四国電力 (<http://www.yonden.co.jp/>)
- ・中国電力 (http://www.energia.co.jp/japanese/index_j.html)
- ・九州電力 (<http://www.kyuden.co.jp/>)
- ・沖縄電力 (<http://www.okiden.co.jp/>)

4.2.4. その他

負荷平準化のための料金制度特に選択約款においては、深夜の電源の更なる利用のため、深夜料金とピーク時間の差を拡大してきている電力会社も出てきている。

また、料金制度では、環境問題からの新エネルギーの拡大のために、太陽光発電や風力発電などでは、売電制度を設定している。その料金は電力会社によって異なるが使用電力料金と同額まで補助制度として保証している電力会社もある。

ただし、蓄電池装置は現在逆潮が認められておらず、負荷平準化のためには、深夜等の安い電力を蓄え、その蓄電力で負荷の需要の多い時間帯の負荷電力を賄うことで負荷平準化に寄与している。

5. 負荷平準化モデルシステムの設定と経済性試算

5.1 二次電池システム

5.1.1 システム構成

二次電池システムは、深夜電力を蓄電池に貯蔵するとともに昼間時のピーク電力を蓄電池から供給するなどして負荷平準化することを目的としたものである。また、二次電池システムは、基本的には蓄電池とインバータ（双方向）により構成されるが、用途の相違や蓄電池の種類等により多少そのシステム構成が異なる場合もある。以下、住宅、店舗・事務所およびビル・工場など電力の需要家を対象とした制御方法とシステム構成について紹介する。

(1) 負荷平準化の制御方法

蓄電池による負荷平準化システムを構築する代表的な制御方法としては、需要家の受電点を対象としたピークシフトと需要家の個別機器のみを対象としたパワーアシストの 2 種類が考えられる。住宅と事業所では使用機器の種類、容量、稼働時間帯などが異なり当然 1 日の負荷パターンも相違するが、制御方法の考え方としては何れの用途にも適用できる。

(a) ピークシフト

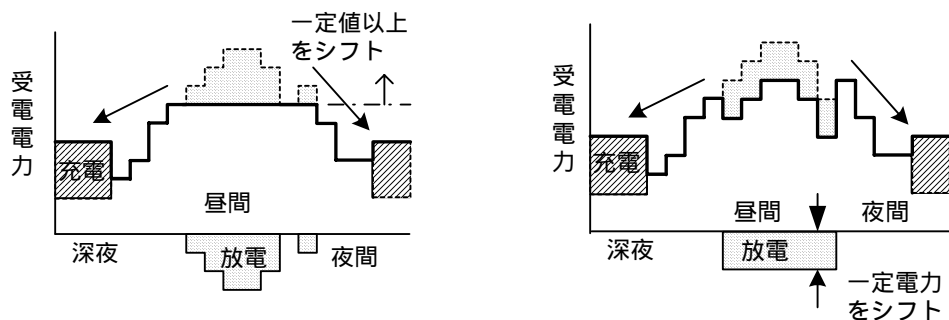
ピークシフトは、需要家の主として受電点での電力を対象とするもので、深夜に蓄電池に充電した電力を昼間に放電することにより、昼間の電力使用量を低減するとともにピーク電力も抑制するものである。このピークシフトは放電パターンの相違により 受電電力ピーク抑制型と、ピーク時間帯を対象とした放電電力一定型の 2 種類の制御方法に大別できる。

受電電力ピーク抑制型

1 日の消費電力の一定値以上を蓄電池電力で補給するもので、その動作パターンを図 5.1.1-1 に示す。この方法では、1 年間を通して受電最大電力を一定値以下に低減できるので、契約電力を下げることができ、その結果、基本料金を節減できる効果があるなど比較的規模の大きい事業所向けのシステムと言える。但し、需要家の 1 日のピーク時間帯が仮に夜にあれば、昼間ではなく夜間電力をピークシフトすることになり、また、夏季の使用電力が他の季節よりも圧倒的に大きい需要家では、このシステムは夏季にしか稼働しないことになる。なお、この方法は 1 日のピークを抑制することからピークカットと呼ばれる場合もある。

放電電力一定型

1 日の昼間に前もって所定時間を決め、その間に蓄電池から一定電力を供給するもので、図 5.1.1-1 の様な動作パターンとなる。この方法では、蓄電池の放電量が季節に関係なく毎日ほぼ一定となるため稼働率が高くなり、かつ変換器容量も経済的なものとなる。また、昼間時間帯の全電力を供給できるだけの変換器と蓄電池の容量があれば、深夜時間帯のみの電力で全てをまかなうことができる様になり、例えば住宅用などの場合は時間帯別の選択約款を利用して経済性効果を得ることも期待できる。



所定電力値以上を補償

一定値の電力を補償

図 5.1.1-1 蓄電方式のピークシフトによる各種動作パターン例

(b) パワーアシスト

エアコンの様に昼間の消費電力が非常に大きい負荷機器や電子レンジの様に短時間で大電力消費する機器、および大電力・短時間ではないものの昼間の使用電力が大きいと想定される負荷機器などに限定して、その使用電力を深夜に充電された蓄電池から給電する様にしたものである。この方法は、システムが比較的構築し易い反面、電池からの負荷が当該機器のみに限定されるため稼働率もその機器に使用状況に依存することになる。

図 5.1.1-2 は、パワーアシストされた機器を使用した場合の運転パターン例を示している。

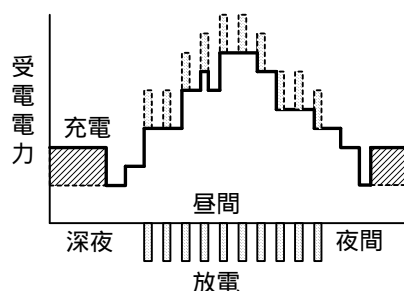


図 5.1.1-2 パワーアシストによる運転パターン例

(2) システム構成例

二次電池システムの機器構成としては、系統連系式、UPS 式、パワーアシスト式などがある。また、事業所、工場などでは直流電源も利用されているが、その場合も負荷平準化に寄与できるのでその例も併せて概要を紹介する。

(a) 系統連系式

系統連系式は、システムを商用系統に系統連系して構成するもので、電力貯蔵システムとしては最もシンプルなものと言える。主な構成機器は、従来の配線系統に蓄電池と変換器(PCS パワーコンディショナ・システム)のみを追加するだけで構築できる。図 5.1.1-3 は系統連系式システムの構成例を示すもので、負荷平準化に関わる制御は全て、変換器(PCS)で行う。その変換器は充電器とインバータの双方向変換を行うが、インバータとしては電圧型電流制御方式を採用される。なお、商用停電時には、インバータの制御を電圧型電圧制御方式に切換え、非常時出力として例えば AC100V の専用端子を設けることができる。また、さらに若干の回路を付加すれば、特定の負荷のみを無停電化することも可能となる。

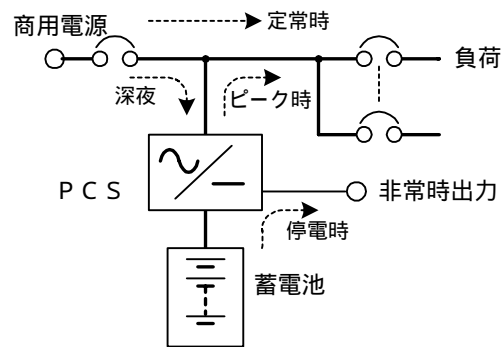


図 5.1.1-3 システム連系式システム構成例

(b) UPS 式

UPS はコンピュータやシステム制御機器の無停電電源として既に多方面で活用されている。UPS の蓄電池によるバックアップ時間は、5～30 分程度と非常に短いものが一般的である。図 5.1.1-4 に UPS のシステム例を示すが、通常使用されている装置の蓄電池容量（必要に応じ整流器容量も）を大きくすれば負荷平準化システムとしての機能を付加できる。但し、一般的には常時インバータ給電の UPS が多いが、システム効率を向上させるため図では常時商用給電タイプとした。何れにしても UPS 式の場合、負荷平準化に関わる制御は整流器入力部分など一部の変更で実現できる。

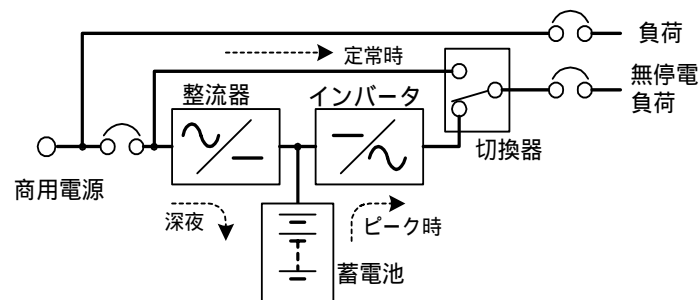


図 5.1.1-4 UPS 式システム構成例

また、通信用機器など多くの負荷機器は直流で駆動しており、その電源として蓄電池を付設された直流電源装置（DC - UPS）が利用されている。図 5.1.1-5 にそのシステム構成を示すが、この場合においても整流器部分などの一部に制御機能を付加すれば、負荷平準化のシステムも付加できる。

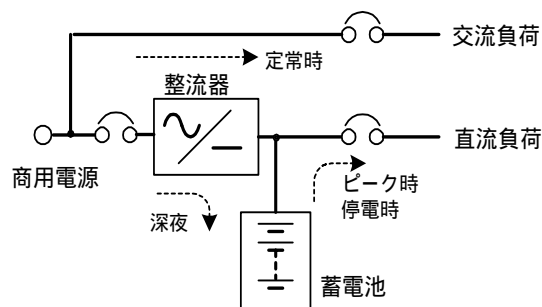


図 5.1.1-5 DC - UPS システムの例

(c) パワーアシスト方式のシステム構成例

エアコン、冷蔵庫や照明機器など最近の各種負荷機器にはインバータ制御を採用されていることが多い。また、産業用のモーター制御においても同様である。図 5.1.1-6 はインバータ式負荷機器の構成に蓄電池を付加した例を示す。元々インバータ式の負荷機器は、整流器、インバータを内蔵しているので、容量、電圧面での検討が必要であるものの、さらに蓄電池を付加すれば負荷平準化機能も追加できる。

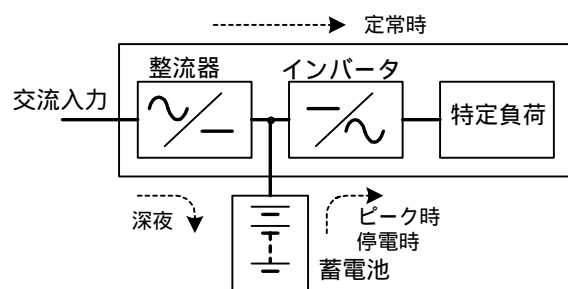


図 5.1.1-6 パワーアシスト・システム構成例

5.1.2 コスト予測

二次電池システムはまだ開発初期段階でコスト予測も正確性に欠けるかもしれない。ここでは、その様な背景の中でシステム構成に必要な機器個別のコストと数種類のモデルによるシステム全体のコストに分けて推測する。

(1) 構成機器の個別コスト予測

蓄電システムのコストは、当然システム構成の差異により異なるが、ここでは代表例として系統連系式と UPS 式で予測する。まず系統連系式は蓄電池装置とパワーコンディショナ・システム（以下 PCS と略す）から構成され、また UPS 式の場合も蓄電池装置と UPS ユニット（整流器＋インバータ＋切換器）から構成される。蓄電池の種類としては、鉛電池、ニッケル水素（Ni/MH）電池、リチウムイオン電池、ナトリウム硫黄（NaS）電池、レドックス・フロー電池をあげたが、それらをどの様に選択するかによりシステムの複雑性が大きく変わる可能性がある。

表 5.1.2-1 は現在、5 年後、10 年後についてそれぞれの機器についてコスト予測したものである。表において、現在とは受注生産による単品製作を意味し、5 年後とはある程度導入促進しつつある状態でロット生産（準量産）が可能なレベル、10 年後は広く普及してピーク状態に近くなった量産レベルを意味する。但し、大容量システムの場合には、10 年後であっても変換器を量産できるとは考えにくい、ここでは標準化等によりコスト低減できるものと仮定する。なお、蓄電池の種類からくる特有の制御費用については、本来変換器に付属しているものではあるが、ここでは蓄電池コストに含むものとした。

表 5.1.2-1 二次電池システム構成機器のコスト大概予測

機器種別	種類	単位	現在	5 年後	10 年後	備考
二次電池 (蓄電池)	鉛電池	万円/kWh	7	4	2	何れの装置も機能維持に必要なものの全てを含むものとする。但し、工事費、保守費は除く。
	Ni/MH 電池			12	6	
	リチウム電池			36	6	
	NaS 電池		15	8.5～12	2.5～4	
	レドックス・フロー				2	
変換器	PCS	万円/kW	10	7	3	
	UPS		15	10	6	

注：現在は受注生産レベル、5 年後は導入促進による準量産レベル、10 年後は普及した場合の量産レベルと仮定している。

空白はまだ商品化レベルに至っていないかまたはコストが不明なもの。

(2) 二次電池システムの設備費用概算予測

住宅、店舗・事務所およびビル・工場の 3 分野でモデル例を設定し、設備設置に要する初期費用を予測する。また、これらのモデル以外についても、表 5.1.2-1 の数値を用いれば概略のコストは予測できる。なお、設置時の工事費用およびその他諸費用については、機器トータル金額の 10%相当額を所要するものと仮定する。以上に基づき、下記(a)～(c)の条件で、コスト予測した結果を表 5.1.2-2 に示す。但し、蓄電池は当面最も安価と考えられる鉛電池にて計算した。他の蓄電池については、表 5.1.2-1 の個別機器の表からの数値で計算できる。

(a) 住宅の例

住宅に適用される二次電池システムは、小容量でシステムも簡単かつメンテナンスフリーであることが条件となる。ここでは一つのモデルとして PCS：2kW、蓄電池：10kWh として推察する。なお、住宅の場合は、太陽光発電システムと併用される場合も多いと考

えられ、この場合には PCS を共用でき、よりコストメリットは高まると考えられる。

(b) 店舗・事務所の例

受電容量 50kW 未満の店舗・事務所を想定する。受電契約は電灯 + 低圧電力となっているものとし、例えばその電灯側に PCS: 20kW と蓄電池: 100kWh を設置するものとする。

(c) ビル・工場

受電容量 250kW 程度のビル・工場を想定し、そこに PCS: 100kW、蓄電池: 500kWh を設置するものとする。このクラスの受電電圧は高圧の領域にあるが、PCS としては低圧の三相 200V 点で連系しているものとする。

表 5.1.2-2 各種モデルでの蓄電システム構築コスト予測

種別	機器条件と容量	現在	5 年後	10 年後
住宅用	変換器 PCS: 2kW	99 万円	59 万円	29 万円
	蓄電池 鉛電池: 10kWh			
店舗・事務所用	変換器 PCS: 20kW	990 万円	590 万円	290 万円
	蓄電池 鉛電池: 100kWh			
ビル・工場用	変換器 PCS: 100kW	4,950 万円	2,970 万円	1,430 万円
	蓄電池 鉛電池: 500kWh			

コストには工事費分として 10%を見込んでいる。

5.1.3 経済性試算

蓄電システムの経済性評価を行う場合、設置者が個人か企業か、導入設備の規模、構成システムの種類などにより評価方法が異なってくる。従って、ここではまず個人住宅用と事業所に区分し、5.1.2 のコスト予測で設定したモデルを用いて経済性試算してみる。ただし、負荷平準化の制御方法の相違や機器の種類の選択により経済性評価も異なってくるので、ここでは個人住宅では昼間時間帯の一定電力をピークシフト（5.1.1 の ）するものとし、事業所では昼間時間帯のピーク電力を抑制（カット）する方式（5.1.1 の ）を採用したものととして評価する。また、試算する蓄電池としては、コスト的に最も安価とみられている鉛電池を選択した。

(1) 住宅用システムの経済性試算

個人住宅用では、端的に言えば装置の購入費用を電気料金の節減額累積で何年目に回収できるかが評価対象となる。

ここで5.1.2(2)のコスト予測で設定した条件で試算してみるとつぎのようになる。ただし現状の料金体系では、まず電力会社との契約種別を従量電灯から時間帯別電灯に変更することが条件となる。

まず、図 5.1.3-1 に示す電力消費例を住宅のモデルとし⁽¹⁾、それにPCS：2kW、蓄電池：10kWhの装置を設置して図 5.1.2-2 の様に昼間時間帯の電力を深夜にピークシフトした場合について試算する。この住宅では、1ヶ月間に約300～500kWhの電力を消費し、1年間の電気料金節減額が約40%に相当する約4.3万円、5年間累計で約22万円となる見込みである。普及段階での装置費用を約30万円とすれば、収支ゼロにするには約7年間所要することになり、まだ経済性に欠けると言える。しかし、災害・停電時にも電力を使用できるなどの負荷平準化以外の付加価値も加味すれば、必ずしも経済性がないとは言えないとも知れない。さらに、個人においても簡便に申告できる税法的な優遇策が導入されれば、経済的にも十分に自立できるシステムとなり、将来的な普及が期待される。

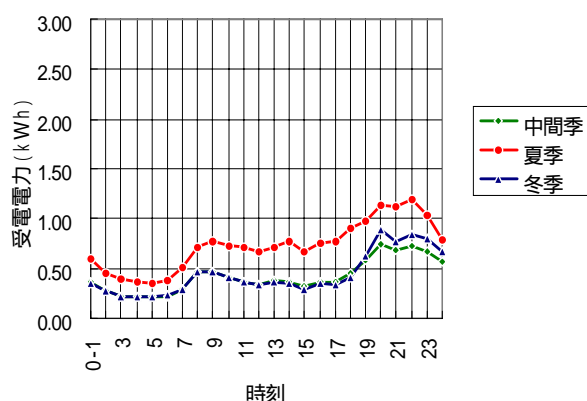


図 5.1.3-1 住宅の1日の電力消費例

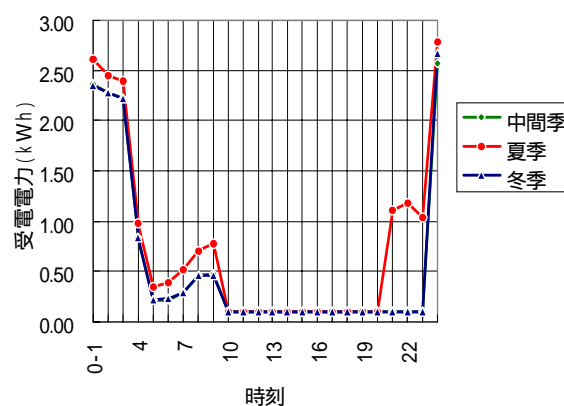


図 5.1.3-2 ピークシフト時の受電電力例

(2) 事業所システムの経済性試算

店舗・事務所やビル・工場など規模の大小はあっても、事業所としての経済性評価は同方法で考えることができる。その事業所でのシステムの評価指標としては、負荷平準化による電気料金の節減額と設備投資に対する減価償却が加味される。ただし電気料金節減について事業所では昼間電力の大半を深夜電力にシフトする様なことは設備が膨大となりすぎて困

難と考えられるので、ここではピーク電力の抑制を行い、契約電力低減にともなう基本料金を低減する効果を狙うのが妥当と考える。

具体的にどの程度の効果があるかについては、設備の規模により大きくことなるが、計算例として図 5.1.3-3 に示す様なある事務所ビルをモデルとして示す。このモデルでは、業務用電力（高圧）で契約され契約容量 422kW とする。それに、150kW のインバータ(PCS)と 1200kWh の蓄電池装置を設置し、図 5.1.3-4 の様に、夏季の消費電力を約 250kW に抑制（ピークシフト）し、その他の季節では 100kW に抑制して業務用季節別時間帯別契約に変更した場合について示している。このモデルにて計算した結果、普及時の設備費用が約 3,100 万円に対して、1 年間の効果金額は約 400 万円弱となり、8 年弱で収支ゼロとなる。そして、さらに後で記載する減価償却方法による経済性効果も加味して計算すると約 5 年で償却できる見込みとなる。

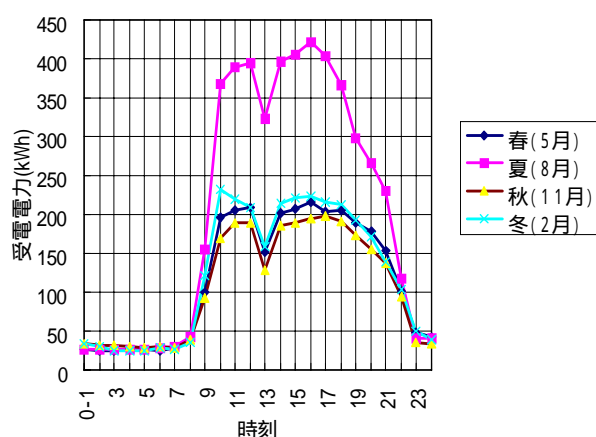


図 5.1.3-3 事務所ビルの受電電力例

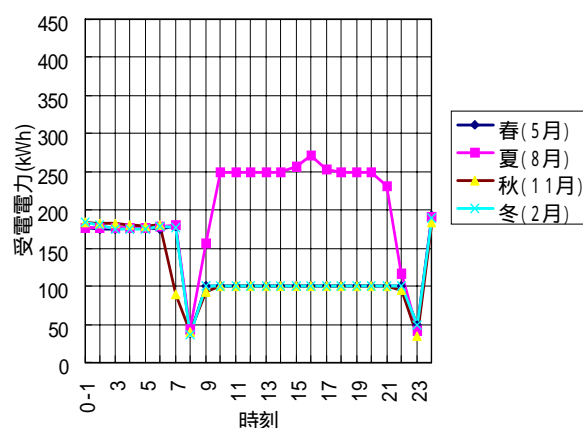


図 5.1.3-4 ピークシフト時の受電電力例

しかし、現在では設備費用が相当高く公的な導入支援策が必要である。また、電力会社からみれば住宅用と同様に負荷平準化の効果を享受できるので、何らかの普及支援策の設定を望みたい。例えば、蓄電システムの充電用電力を深夜電力契約で適用されれば、経済性効果は非常に大きくなると考えられる。さらに、需要家となる事業所では電力貯蔵用に設置した蓄電池を UPS や直流電源など他の用途にも活用するシステムを構築するも付加価値を高める有効な手段と考えられる。

ここで参考として、具体的に上記設備の減価償却による経済性効果の考え方について記述する。

(a) 設備の減価償却

電池電力貯蔵システムは固定資産の耐用年数からくる償却費として計上できる。大蔵省昭和 63 年 3 月発行の分類から、電池電力貯蔵システムは、A21 建物の区分 71「建物付属設備蓄電池電源設備」に分類され、耐用年数「6 年」、償却率「0.319」となっており、残存は 10% である。また、税法上の減価償却に関する取得価額は、購入代価と事業の用に供するために直接要した費用であるから、ここではインバータ（PCS）、蓄電池装置、工事費、保守費（一括支払のとき）等となる。また、償却方法には、定率償却と定額償却があ

るが、ここでは下記の様な定率償却について紹介する。

償却率 31.9% / 年で 6 年間償却、残存 10%であるから、取得価額を 100 として各年の償却できる減価償却計算は次の通りとなる。

1 年目： $100 \times 0.319 = 31.9$

2 年目： $(100 - 31.9) \times 0.319 = 21.7$

3 年目： $(100 - 31.9 - 21.7) \times 0.319 = 14.8$

4 年目： $(100 - 31.9 - 21.7 - 14.8) \times 0.319 = 10.1$

5 年目： $(100 - 31.9 - 21.7 - 14.8 - 10.1) \times 0.319 = 6.9$

6 年目： $(100 - 31.9 - 21.7 - 14.8 - 10.1 - 6.9) \times 0.319 = 4.6$

残り：10（残存費用）

(b) 減価償却による経済性効果の考え方

つぎに減価償却による経済性効果の考え方について説明する。まず、減価償却をしない場合とする場合について、経済性を検討する。ただし検討を簡単にするために、所得が会社利益として扱われ、そしてその所得に税金がかかるものとする。また、税金には法人税、法人特別税、法人住民税、事業税等があるが、税額は所得の大小により変動するものの、ここではその比率を一律約 50%として計算する。

この条件において、減価償却をしない場合とする場合の税金額は、つぎのようになる。

減価償却をしない場合の税金 = 所得（利益） $\times 0.5$

減価償却をする場合の税金 = { 所得（利益） - 減価償却費 } $\times 0.5$

従って、減価償却をすれば、その減価償却費の例えば 50%が経済性効果として評価できることになる。ただし、「所得（利益） $>$ 減価償却費」が条件であり、所得（利益）がマイナスの場合には、その効果はなくなる。

以上から、会社としての減価償却による経済性効果は次のようになる。

設備取得価額 = A（インバータ、蓄電池装置、工事費、雑品等）

1 年目の経済性効果 = $A \times 0.319 \times 0.5 = 0.1595A$ 累計 = 0.1595A

2 年目の経済性効果 = $A \times 0.217 \times 0.5 = 0.1085A$ = 0.2680A

3 年目の経済性効果 = $A \times 0.148 \times 0.5 = 0.0740A$ = 0.3420A

4 年目の経済性効果 = $A \times 0.101 \times 0.5 = 0.0505A$ = 0.3925A

5 年目の経済性効果 = $A \times 0.069 \times 0.5 = 0.0345A$ = 0.4270A

6 年目の経済性効果 = $A \times 0.046 \times 0.5 = 0.0230A$ = 0.4500A

以降年の経済性効果 = 0

従って、設備の初期費用に対して、6 年目で約 45%の経済性効果があると評価できる。

参考文献

[1] 日本電機工業会 民生用小型分散型エネルギーシステム調査分科会 資料 No.98-26

5.2 蓄熱・蓄冷モデルシステム

本項では、蓄熱を利用した負荷平準化機器の中で、氷蓄熱空調システム、蓄熱利用冷凍・冷蔵・空調システム、太陽光発電システム＋ヒートポンプ給湯機について、モデルシステムを例示し各々の経済性試算を示す。

5.2.1 氷蓄熱空調モデルシステム

(1) システム構成

試算対象として建物延床面積 2000m²の事務所ビルを想定。ここに、13 馬力の冷暖房蓄熱型エコアイスを 5 台導入したと仮定する。この場合、およその機器設置費用は、エコアイスシステムは約 1,360 万円、通常の空調システムは約 800 万円程度とされる [1]。

(2) コスト予測と経済性試算

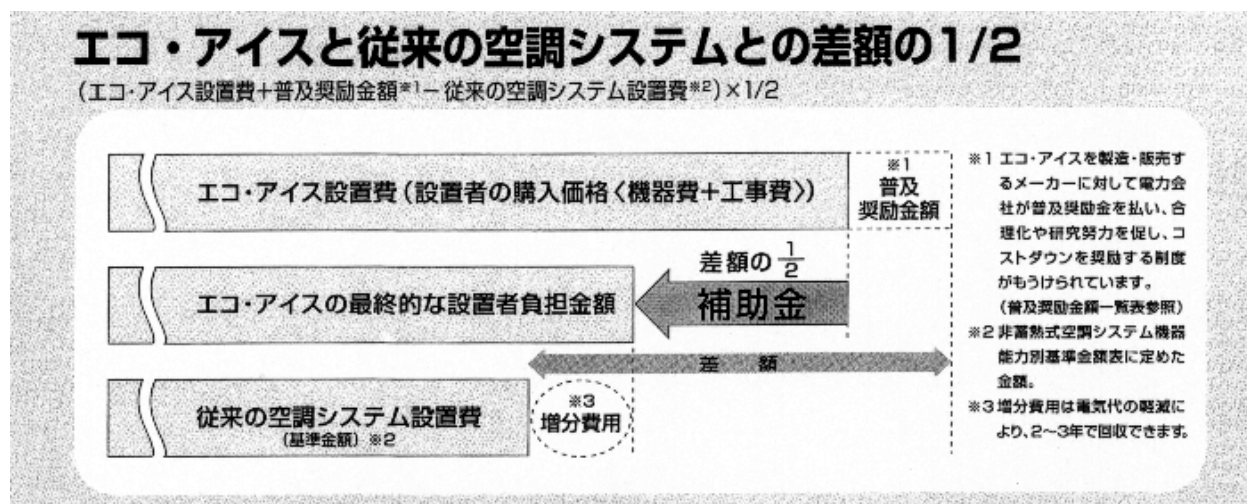
(a) コスト予測

現在、個別分散型エコアイス(パッケージタイプとビル用マルチタイプ)の設置に際して、同等の空調能力を有する非蓄熱式空調式システムの設置費用との価格差の約半額を補助する制度(氷蓄熱式空調システム設備補助金制度、補足資料 1 参照。)が平成 10 年度から実施されている。支給金額には上限があり、氷蓄熱式空調システム設置費用と非蓄熱式空調システム設置費用との価格差の半額が、下記、のどちらかを超える場合は、どちらか低位の金額が上限となっている(氷蓄熱式空調システムと空調能力を比較する非蓄熱式空調システムの基準価格は補足資料 2 を、空調能力別補助金額の上限は補足資料 3 をそれぞれ参照)。

補助金機器能力別上限金額(補足資料 3 参照)

(普及奨励金を含まない空調システム設置費) - (従来の空調設置費)

この制度を、先程のビルに想定して試算すると、補助金支給額は 370 万円となり(図 5.2.1-1 参照)、従来型空調システムを導入する場合に比べると、初期設備の増分費用は、
(初期設備の増分費用) = (エコアイス設置費) - (従来型空調設置費) - (補助金支給額)
であることより、190 万円の初期設備投資負担が増えることになる。



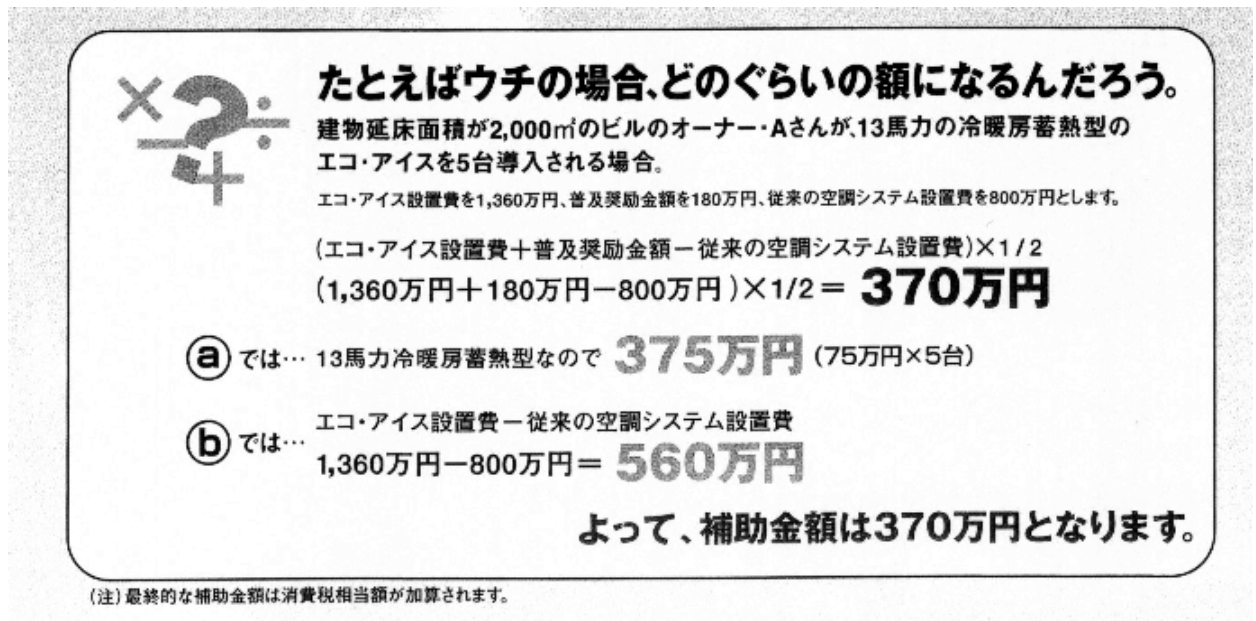


図 5.2.1-1 導入試算と補助金支給額 [1]

(3) 経済性試算

氷蓄熱空調は深夜電力を利用するため電力量料金が低減される。更に空調機器に必要な設備電気容量が少なくて済むために契約電力容量が低く押さえられ、基本料金も低減される(図 5.2.1-2 参照)。

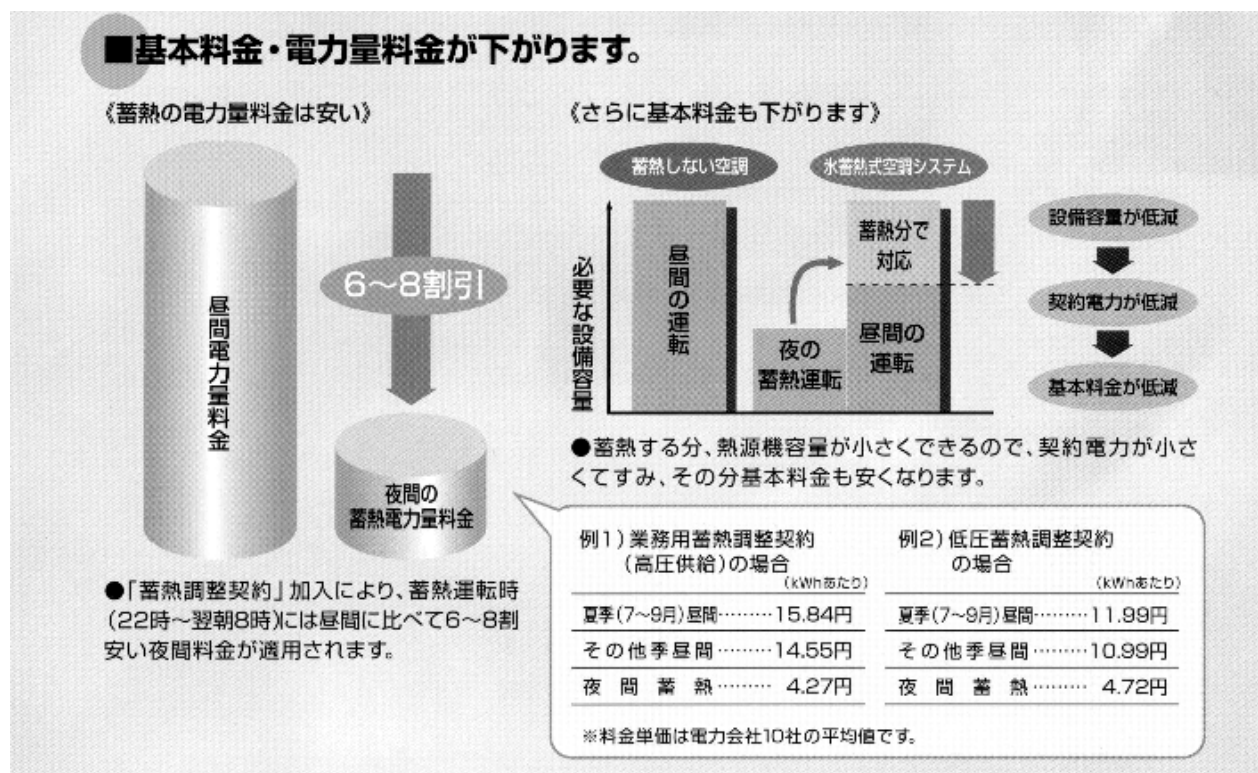


図 5.2.1-2 蓄熱空調の電気料金の優位性 [1]

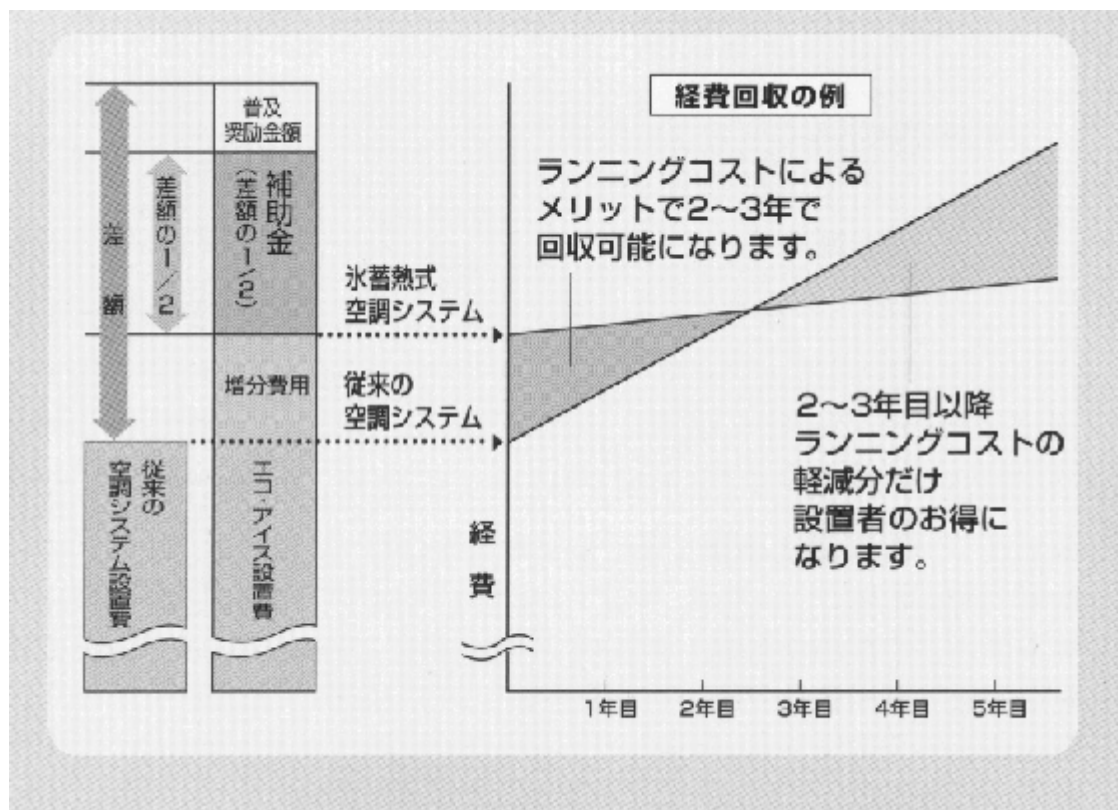


図 5.2.1-3 ランニングコストメリットによる増分費用回収 [1]

東京電力によるランニングコストの試算例 [2]では、同じ延床面積 2000m²の事務所において、空調時間を一日に 12 時間（8 時～20 時）、月間空調日数を 25 日と仮定した場合、蓄熱型は非蓄熱型に対し、年間約 90 万円程有利になる。よって 190 万円の初期設備投資負担の増分費用は、ランニングコストメリットによって、

$$190 \text{ [万円]} \div 90 \text{ [万円/年]} = 2.1 \text{ [年]}$$

と、約 2 年強で回収できることになる。

この試算はあくまでも一例であり、電力会社や設置条件、運転状況によっても異なるが、現在実施されている補助金制度やエネ革税制、電気料金の優位性によるランニングコストメリットなどによって、氷蓄熱式空調システムは、約 2～3 年で、初期設備投資の増分費用が回収可能になっている（図 5.2.1-3 参照）。

(4) CO₂削減試算

先程の延床面積 2000m²のビルにおいて、非蓄熱型空調と冷暖房蓄熱型エコアイス（9.75kW[13 馬力]を 5 台、ピークシフト率 40%と想定）を設置した場合、冷暖房蓄熱型エコアイスのCO₂排出量を試算する。

このビルの空調負荷を、冷房時 180kW、暖房時 90kW とし、運転期間を冷房 1000 時間（6 月～9 月のある期間）、暖房 1000 時間（12 月～3 月のある期間）とする。

非蓄熱型空調の年間の昼間消費電力は、

$$180 \text{ [kW]} \times 1000 \text{ [時間]} + 90 \text{ [kW]} \times 1000 \text{ [時間]} = 270,000 \text{ [kWh]} \text{ となる。}$$

対して、夜間の消費電力は“0”kW である。電事審・政策部会の電力負荷平準化対策検討

小委員会中間報告によると、昼間の CO₂ 排出原単位は、炭素換算で 103g-c/kWh [4]であることより、非蓄熱型空調の年間の CO₂ 排出量は、

$$270,000 \text{ [kWh]} \times 103 \text{ [g-c/kWh]} = 27.8 \text{ [トン]} \text{ となる。}$$

次に冷暖房蓄熱型エコアイスを設置した場合の年間の昼間消費電力と夜間消費電力を試算する。東京電力のシミュレーション資料によると、氷蓄熱空調システムは非蓄熱空調に比べて、冷房期間で 12%、暖房期間で 1%の省エネルギー効果があるとされる [3]。これに、冷暖房蓄熱型エコアイスのピークシフト率 40% (3.2.1 (2)式参照) を考慮すると、年間昼間消費電力は、

$$180 \text{ [kW]} \times 1000 \text{ [時間]} \times 0.6 \times 0.88 + 90 \text{ [kW]} \times 1000 \text{ [時間]} \times 0.6 \times 0.99 = 148,500 \text{ [kWh]}$$

となる。対して、夜間消費電力は

$$180 \text{ [kW]} \times 1000 \text{ [時間]} \times 0.4 \times 0.88 + 90 \text{ [kW]} \times 1000 \text{ [時間]} \times 0.4 \times 0.99 = 99,000 \text{ [kWh]}$$

となる。昼間の CO₂ 排出原単位は、炭素換算で 103g-c/kWh、夜間の CO₂ 排出原単位は、炭素換算で 83g-c/kWh、である[4] ことから、年間の CO₂ 排出量は、

$$148,500 \text{ [kWh]} \times 103 \text{ [g-c/kWh]} + 99,000 \text{ [kWh]} \times 83 \text{ [g-c/kWh]} = 23.5 \text{ [トン]}$$

したがって、延床面積 2000m²のビルに冷暖房蓄熱型エコアイスを設置した場合のCO₂削減量は、年間で、

$$27.8 \text{ [トン]} - 23.5 \text{ [トン]} = 4.3 \text{ [トン]} \text{ (炭素換算) となる。}$$

現在の業務用空調全体のピークシフトによる CO₂ 削減量は、

- ・業務用空調のピークシフト量実績は 87 万 kW (1996 年実績)
- ・負荷率 1%改善 (約 300 万 kW のピークシフトに相当) による電力供給サイドの CO₂ 削減効果は約 20 万トン～30 万トン (炭素換算) [4]

であると電事審・政策部会の電力負荷平準化対策検討小委員会中間報告に報告されていることから、

$$87 \text{ [万 kW]} / 300 \text{ [万 kW]} \times (20 \sim 30 \text{ [万トン]}) = 5.8 \sim 8.7 \text{ 万 [万トン]} \text{ (炭素換算)}$$

つまり、年間 5.8～8.7 万トンの CO₂ が削減された事となる。

また、電力負荷平準化対策検討小委員会中間報告が、2010 年に目標としているピークシフト量は、業務用空調全体で 742 万 kW であり、これが達成できたとすると年間で

$$742 \text{ [万 kW]} / 300 \text{ [万 kW]} \times (20 \sim 30 \text{ [万トン]}) = 50 \sim 74 \text{ [万トン]} \text{ (炭素換算)}$$

の CO₂ が削減される事となる。

(補足資料1) 蓄熱式空調システムに適用できる各種制度 (出典 平成11年度エネルギー蓄熱システムポラリティ)

		適用(種別)	氷蓄熱システム(エコ・アイス)			
			水蓄熱システム	現場築造タイプ	ユニットタイプ	ビルマルチ・パッケージタイプ
公的助成制度	氷蓄熱式空調システム補助金制度	対象機器: 個別分散方式小型 10 馬力未満の氷蓄熱式空調システム及び、 個別分散方式 10 馬力以上の氷蓄熱式空調システムでピークシフト率 40% 以上のもの 対象者: 機器の設置者 期 間: 平成 10 年度から平成 12 年度までの 3 年間(予定) 内 容: 設置する氷蓄熱式空調システムと同等の空調能力を有する非蓄熱式空調システムとの価格差 2 分の 1 程度の金額を補助 (詳細は別途決定)	-	-	-	
	氷蓄熱式空調システム普及促進融資制度	対象機器: 氷蓄熱式空調システム 対象者: 機器の設置者 期 間: 平成 10 年度設置分(平成 11 年 1 月末融資実行分まで)で終了 内 容: 機器設置資金の融資(返済期間 5 年以内)に対する利子補給 * (長期プライムレート + 0.3%) × 2/3、または 3% のいずれか小さい方を支給 メリット: 利子補給による金利負担の軽減	-	-	延床面積 3000m ² 以下	
	エネルギー需給構造改革投資促進税制	対象機器: 蓄熱式空調設備のうち熱源装置・蓄熱層・一次ポンプ・一次配管、自動調整装置 対象者: 機器の設置者(個人及び法人で青色申告を行うもの) 内 容: 以下の 2 つのうち一つを選択 1) 設置取得価格の 75% の 7% 相当額を税額控除 2) 設備取得価格の 75% の 30% を相当額を特別償却 メリット: 所得税、法人税の負担軽減 * 「エネルギー需給構造改革投資促進税制」は、平成 10 年度から 2 年間延長される予定。				
	低融資制度(日本開発銀行)	対象機器: 蓄熱式空調設備 対象者: 機器の設置者 内 容: 対象工事費の 40% に対する特別金利 (平成 10 年度 2 月現在 2.45%) による低利融資 (融資期間 15 年程度) メリット: 低利融資による金利負担の軽減 * 最新の金利については日本開発銀行産業企画審議役室(電話 03-3244-1976)				
電力会社などの普及支援制度	氷蓄熱式空調システム普及奨励金制度	対象機器: 氷蓄熱式空調システム 対象者: 機器の製造者 期 間: 平成 11 年度販売分まで 内 容: ピークシフト kW あたり 2 万円 ~ 5 万円を支払い メリット: メーカーのコストダウンによる初期投資額の軽減 * 詳細は電力会社へ確認が必要。 * (注) 北海道電力は氷蓄熱空調システムについても同様の制度がある。	- *(注)			
	蓄熱事業	対象機器: 蓄熱式空調システム 対象者: 上記対象機器により空調を行うお客さま 内 容: 電力会社がお客さまに代わって蓄熱式空調システムの熱源側機器(蓄熱槽、ヒートポンプ等)を設置・所有し、運転・保守管理を行い冷暖房に必要な熱を供給する事業(契約期間 15 年) メリット: 熱源部分の初期投資が不要・割安な夜間電力の活用による年経費の節減・熱源部分の運転・保守管理が不要 * 事業が行われていない地域もある。詳細は電力会社での確認が必要。				
	リース事業	対象機器: 氷蓄熱式空調システム 対象者: 上記対象機器により空調を行うお客さま 内 容: 氷蓄熱式空調システムの蓄熱槽、熱源機、一次配管をリースする制度 メリット: 蓄熱層、熱源機等の初期投資が不要 * 事業が行われていない地域もある。詳細は電力会社での確認が必要。	-	-		

(補足資料2) 非蓄熱式空調システムの機器能力別の基準金額表(出展平成11年度ヒートポンプ蓄熱ヒートポンプ)

電力会社の
普及奨励金額一覧表
(平成11年度)

電力会社	普及奨励金額(個別分散型空調機器)
北海道電力	エコ・アイスの認定ピークシフトkW (表面参照)に応じて、 ○ 冷房蓄熱型は、ピークシフトkW あたり2万円 ○ 冷暖房蓄熱型は、ピークシフトkW あたり5万円
東北電力・東京電力 中部電力・北陸電力 関西電力・中国電力 四国電力・九州電力 沖縄電力	エコ・アイスの認定ピークシフトkW (表面参照)に応じて、 ○ 冷房蓄熱型は、ピークシフトkW あたり3万円 ○ 冷暖房蓄熱型は、ピークシフトkW あたり5万円

なお、上記基準は、各電力会社ごとに設定されています

非蓄熱式空調システム
機器能力別基準金額表
(平成11年度)

	能力	金額
パッケージ エアコン	5馬力	520千円/台
	6馬力	540千円/台
	7馬力	610千円/台
	10馬力	790千円/台
ビル用 マルチ エアコン	10馬力	1190千円/台
	13馬力	1600千円/台
	16馬力	1880千円/台
	20馬力	2150千円/台

ただし、圧縮機が室内機に内蔵されているタイプについては、

パッケージ エアコン	10馬力	1710千円/台
	15馬力	2180千円/台
	20馬力	2770千円/台

(補足資料3) ビルマルチ・パッケージタイプ空調システムに対する補助金額上限表

エコ・アイス 補助金機器能力別上限値表

(平成11年度)

	能力	金額(1台あたり)		
		冷房蓄熱型	冷暖房蓄熱型	
			定速機	インバータ機
パッケージ エアコン	5馬力相当	—————	130千円	160千円
	6馬力相当	—————	130千円	160千円
	7馬力相当	—————	130千円	160千円
	10馬力相当	470千円	—————	
ビル用 マルチ エアコン	10馬力相当	—————	640千円	
	13馬力相当	450千円	750千円	
	16馬力相当	620千円	850千円	
	20馬力相当	—————	930千円	

ただし、圧縮機が室内機に内蔵されているタイプについては、

パッケージ エアコン	10馬力相当	—————	430千円
	15馬力相当	—————	570千円
	20馬力相当	—————	790千円

H.11.5 版

参考文献

- [1] (財)ヒートポンプ蓄熱センターパンフレット「氷蓄熱式空調システム設置補助金制度のご案内」平成 11 年度版
- [2] 東京電力パンフレット「エコ・アイス (氷蓄熱式空調システム)」1998 年 6 月
- [3] 東京電力パンフレット「蓄熱は省エネルギー」 1997 . 5
- [4] 電事審・政策部会の電力負荷平準化対策検討小委員会中間報告

5.2.2 蓄熱利用冷凍・冷蔵・空調システム

(1) システム構成

夜間電力を利用して蓄熱槽に氷または温水を蓄熱し、昼間の空調に利用するシステムについては各種優遇制度や補助金制度の適用によりセントラルシステムの他に、ユニット型の氷蓄熱パッケージエアコンが普及しつつある。また、冷凍・冷蔵分野でも蓄熱を利用したシステムが各社より商品化されつつある。

コンビニエンスストアやスーパーマーケットにおいては、当然ながら空調負荷と冷凍・冷蔵負荷が混在する。従って、氷蓄熱を利用した冷凍・冷蔵・空調の複合システムが考えられる。空調負荷としては一般的には夜間が低く（スーパーマーケットの場合は空調停止）、冷凍負荷としては終日あまり変化しない等の特徴がある。スーパーマーケットにおける具体的な氷蓄熱複合システム構成及び運転パターンを図 5.2.2-1、図 5.2.2-2 に示す。

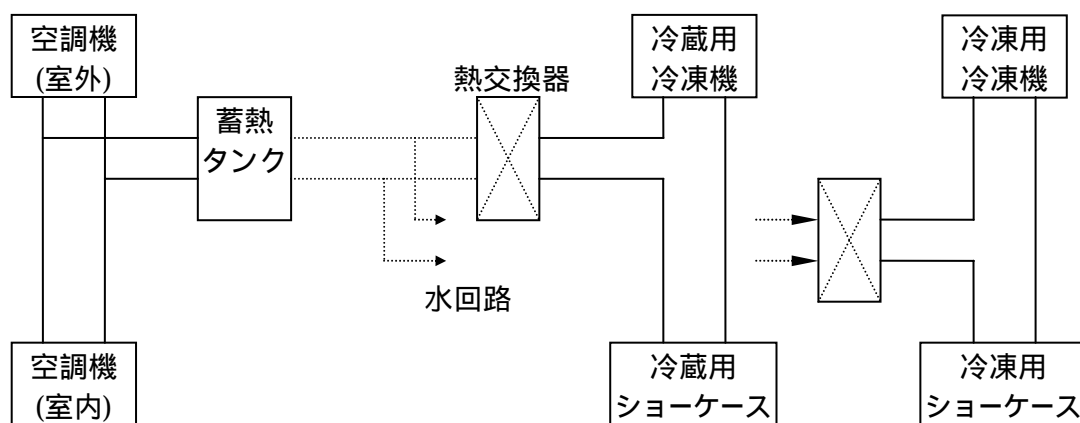


図 5.2.2-1 蓄熱利用冷凍・冷蔵・空調システム構成

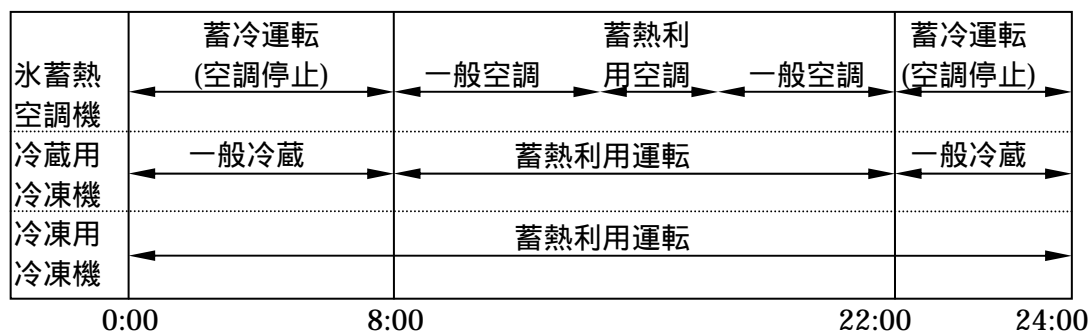


図 5.2.2-1 蓄熱冷凍・冷蔵・空調システムの運転パターン

この複合システムの運転パターンとしては、夜間の蓄熱調整契約時間帯に氷蓄熱空調機により蓄熱運転を行う。また、冷凍用冷凍機については終日、冷蔵用冷凍機については昼間、空調機についてはピーク時間帯の 1～2 時間程度を蓄熱利用運転するように構成されている。

(2) コスト予測と経済性試算

売場面積が約 700m²のスーパーマーケットにおいて、前述の複合システムを導入した場合の導入コスト及び経済性試算を実施する。

(a) 導入機器一覧（システム容量）

空調機については、夜間に蓄熱を行う必要があるため蓄熱能力に基づいて機種選定を実施しているために従来システムに対して容量が増加している。一方、冷蔵用冷凍機・冷凍用冷凍機については蓄熱を利用することによる能力増加があるため、選定容量は従来に比べて約 85%となっている。

定格出力		従来システム(比較対象)	複合氷蓄熱システム
機種	空調機形態・容量	店舗用空調機：30kW(40 馬力)	氷蓄熱空調機：36kW(48 馬力)
	冷蔵用冷凍機容量	64kW(85 馬力)	54kW(72 馬力、従来比 85%)
	冷凍用冷凍機容量	16kW(21 馬力)	14kW(18 馬力、従来比 85%)

(b) 導入コスト増加額試算

上記複合氷蓄熱システム導入時のコスト増加は以下となる。尚、機器納入価格には実勢価格レベル、工事費用については概算値を使用した。

	増加額（千円）	備考
氷蓄熱式空調機など増加額	8962	空調機価格、蓄熱槽、工事費他増加分
冷凍機の容量減少分	641	蓄熱利用による機器容量減少
導入コスト増加額計	8321	

(c) 運転コスト比較

同規模のスーパーマーケットにおける各種負荷パターンの実測データなどに基づき構成機器の年間消費電力に基づき年間電気料金を試算すると以下となる。

	従来システム(比較対象)	複合氷蓄熱システム
電力基本料金 (年間)	2046 千円 ・ 契約電力：109.3kW	1902 千円 ・ 契約電力：101.6kW
電力従量料金 (年間)	5012 千円 ・ 電力消費量：331MWh	4672 千円 ・ 電力消費量：353MWh (内蓄熱分：57MWh)
ランニングコスト 減少額		484 千円 ・ (2046 + 5012) - (1902 + 4672)
電力料金計算条件	業務用電力（東京電力、6kV） ・ 基本料金：1560 円 / kW、従量料金：夏 16.15 円、他 14.65 円 (蓄熱調整契約時の夜間料金：夏 3.30 円、他 3.30 円)	

(d) 経済性試算

今回検討のシステムについては蓄熱した熱量を主に冷蔵・冷凍用に使用するため、現状の氷蓄熱空調機器に適用される以下の助成制度（補助金及びエネルギー税制）の適用対象外となる。

<p>現行の助成制度（氷蓄熱空調機の場合）</p> <ul style="list-style-type: none"> 氷蓄熱式空調機システム補助金制度：非蓄熱システムとの設備導入コスト(工事費含む)増額分の 1/2 を補助金として助成。 エネルギー需給構造改造投資促進税制：蓄熱空調熱源機・蓄熱槽及び蓄熱関連機器の取得価格に対する 75%の 7%相当額を税額控除。
--

複合システムの場合の助成制度の適用範囲は不明確であるが、導入コスト増加分の回収年数を試算すると以下となる。製造メーカーとしては氷蓄熱システムに係わる製造コスト

の低減を推進する必要があるが、氷蓄熱を利用したシステム導入時の公的な助成制度の適用範囲の拡大が普及のための鍵となる。

	ケース A (助成なし)	ケース B	ケース C
導入コスト増額 (工事費用を含む)	8321 千円	8321 千円	8321 千円
氷蓄熱空調補助金	0 千円	4481 千円	4481 千円
エネ革税制控除	0 千円	304 千円	1934 千円
導入コスト増加額 (助成での減額後)	8321 千円	3536 千円	1906 千円
回収年数	17.2 年 (= 8321 / 484)	7.3 年 (= 3536 / 484)	3.9 年 (= 1906 / 484)
試算条件 (適用助成制度と 適用範囲)	・ 補助金、エネ革税制 対象外	・ 補助金は氷蓄熱導 入コストの 1/2 ・ エネ革対象は蓄熱 関連機器のみ	・ 補助金は氷蓄熱導 入コストの 1/2 ・ エネ革対象はシス テム全体に適用

5.2.3 太陽光発電システム + ヒートポンプ給湯機

太陽光発電システムとヒートポンプ給湯機の複合システムの経済性試算を行う。

(1) システム構成

(a) 太陽光発電システム

住宅用太陽光発電システムを想定。

太陽電池容量：3.19kW

(b) ヒートポンプ給湯器

住宅用給湯システムを想定。

貯湯容量：460L、圧縮機定格出力：1.5kW

消費電力：2.1 / 2.4kW（外気温度 15℃）COP：3.0（外気温度 15℃）

(c) 太陽光発電システム + ヒートポンプ給湯機複合システム

ヒートポンプ給湯器は、時間帯別電灯契約で夜間の割安な電気を使って電気ヒーターの約 3 倍の熱エネルギーを取り出すことができるため、電気代をさらに抑えることが可能です。一方、太陽光発電システムは、余った電気を時間帯別電灯契約の昼間の高い料金で電力会社に売ることができます。

(2) 想定負荷

(a) 給湯負荷

給湯 L モードを想定。（財）住宅・建築省エネルギー機構 省エネルギー住宅設備検討部会・給湯基準 WG 報告書（昭和 58 年 12 月）による。

(b) 電気使用量

年間 4,482kW（月平均 373.5kW）。これは、住環境計画研究所「家庭エネルギー統計年報」による。また、夜間率 25%を想定。これは、中部電力（株）資料による。

(3) 経済性計算

(a) 計算条件

各燃料緒元

表 5.2.3-1

	発熱量	単価	給湯設備の熱ロス
LP ガス	12,000kcal / kg	271 円	35%
都市ガス	11,000kcal / m ³	109.3 円	35%
灯油	8,850kcal / L	46 円	35%
電気	860kcal / kW		20%

電気料金単価は、従量電灯：23 円 / kWh、時間帯別昼間料金：29 円 / kWh、時間帯別夜間料金：7 円 / kWh（各電力会社平均）とする。

LP ガス・都市ガス・灯油の料金は（社）日本ガス石油機器工業会の「暖房期間中の各燃料別単価」（平成 10 年 5 月）による。

気象条件

日射量データは（財）日本気象協会の太陽光発電システム「発電量基礎調査」（昭和 62 年 3 月）による。

気温・水温は（社）ソーラーシステム振興協会（昭和 58 年 10 月）のデータによる。

太陽光発電量

年間合計 3,392kWh を想定。これは、全国 16 地点におけるシミュレーション予想発電量の平均とする。

(b) 経済性計算

太陽光発電システムの経済性

発電による電気料金：99,125 円

ヒートポンプ給湯器の経済性

	対 LP ガス	対都市ガス	対灯油	対電温
給湯コストの差額	144,820 円	67,691 円	30,956 円	43,696 円

(c) 償却試算

太陽光発電システム：300 万円 - 100 万円（補助金）= 200 万円、

ヒートポンプ給湯器：70 万円、を想定。

太陽光発電システムの償却

太陽光発電システムの償却	20.2 年
--------------	--------

ヒートポンプ給湯器の償却

	対 LP ガス	対都市ガス	対灯油	対電温
ヒートポンプ給湯器の償却	4.8 年	10.3 年	22.6 年	16.0 年

複合システムとしての償却

	対 LP ガス	対都市ガス	対灯油	対電温
システムの償却	11.1 年	16.2 年	20.8 年	18.9 年

(4) CO₂削減効果

(a) 太陽光発電システムによる削減効果

年間発電量 3,392kWh / 年を想定。CO₂排出量は、0.20kg-C / kWh（太陽光発電懇話会資料）より

CO ₂ 削減量	678 kg-C / 年
---------------------	--------------

(b) ヒートポンプ給湯器による削減効果

年間給湯負荷 4,702,210kcal / 年を想定。CO₂排出量は、LPガス：1.8kg-C / Nm³、都市ガス：0.64kg-C / Nm³、灯油：0.69kg-C / L（環境庁資料）、電気：0.089kg-C / kWh（電事連資料）より

	対 LP ガス	対都市ガス	対灯油	対電温
CO ₂ 削減量	258kg-C / 年	144kg-C / 年	343kg-C / 年	387kg-C / 年

(c) 複合システムによる削減効果

	対 LP ガス	対都市ガス	対灯油	対電温
CO ₂ 削減量	936kg-C / 年	822kg-C / 年	1021kg-C / 年	1065kg-C / 年

5.3 太陽光発電・鉛電池複合住宅用モデルシステム

5.3.1 システムの構成と想定負荷、負荷平準化運転パターン

太陽光発電システムは、一般的には昼間、太陽がある時だけ発電するため、電力のピークカットに貢献しているシステムであるが、今後負荷平準化に向けた電気事業者や、電気使用者の努力により、電力負荷の平準化、ピーク負荷のカット、昼間～夜間電力移行の活用等各システムが想定される。

ここでは太陽光発電システムと蓄電池等を併用したシステムについて考える。

太陽光発電システムは、商用電源と連系した系統連系が主流である。

（パワーコンディショナ等含む）

大きく分けて 蓄電池無し、蓄電池有りに分けられる。

現状、太陽電池に蓄電池を設置した場合の経済性や、住宅用太陽光発電システムとして逆潮流有り系統連係方式により電力会社が蓄電池の役割をしており、のシステムが殆どである。

現状の太陽光発電システムのシステム構成を 図 5.3.1-1 及び図 5.3.1-2 に示す。

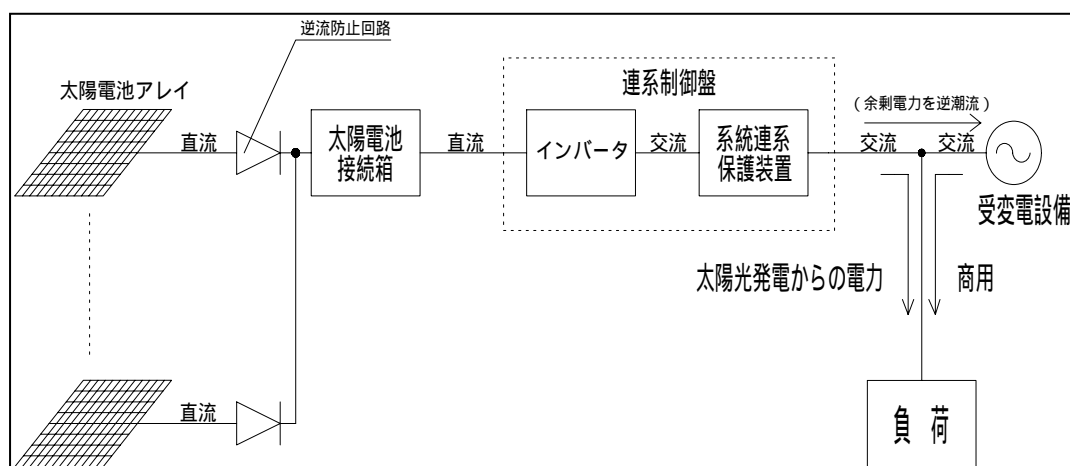


図 5.3.1-1 現状における一般的な太陽光発電システムの構成（蓄電池無し）

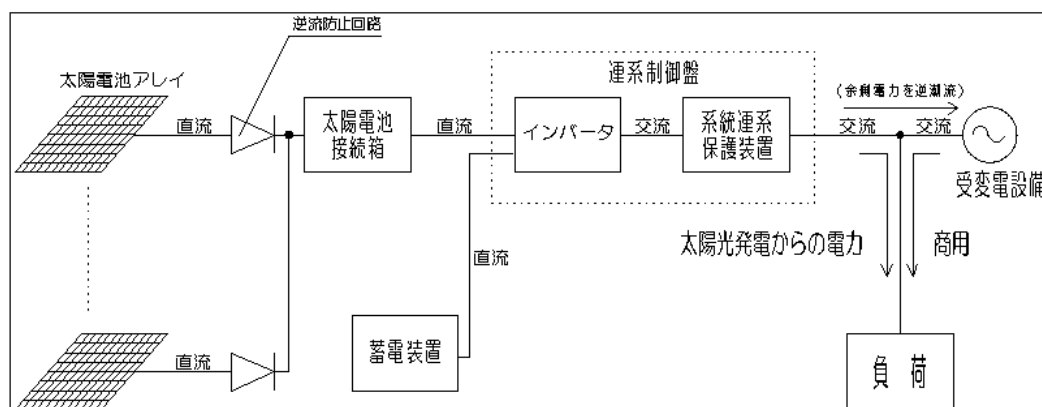


図 5.3.1-2 現状における太陽光発電システムの構成（蓄電池有り）

システム概要

太陽電池により発電された電力（直流）は太陽電池接続箱により集められ、連系制御盤に送られる。送られた電力は連系制御盤内のインバータによって交流に変換され、商用

電力系統に連系される。

商用系統に何らかの異常が起こった場合には、系統連系保護装置により商用電力系統から切り離され、安全を確保する。

この場合の蓄電装置は災害時等に商用系統より切り離しを行い、自立運転により太陽電池からの電気を充電し、災害時の緊急負荷（照明、通信、テレビ、ポンプ等）の電源に使用される。蓄電装置からの電力会社への逆潮流（売電）は出来ない。

(1) 住宅用太陽光発電の発電パターンと想定負荷

住宅用太陽光発電 1 日の発電量と、負荷の運転パターン（図 5.3.3-1 参照）

仮定条件：

- ・ 太陽電池容量 3kW、1 世帯平均使用電力量を約 290kWh/月とする。（東京電力管内における 1 世帯当たり平均使用電力）
最近では各家庭の消費電力増加により、全般的に一戸建て標準世帯の使用電力量は伸びているが、NEF の住宅用太陽光発電導入基盤整備事業の例から、導入の最も多い 3kW タイプの太陽光発電システムで、年間平均でほぼ供給出来る電気使用量とした。
- ・ 主な使用機器：（内）は電気使用量の比率
（資源エネルギー庁 平成 8 年度推定実績）
 - ・ ルームエアコン （22.4%）
 - ・ 冷蔵庫 （17.9%）
 - ・ 照明機器 （15.8%）
 - ・ テレビ （9.5%）
 - ・ その他 （34.4%）
：洗濯機、電子レンジ、掃除機、衣類乾燥機、電気こたつ、
電気炊飯器、電気カーペットなど
- ・ 詳細を図 5.3.1-3 に示す。

資源エネルギー庁 平成 9 年度電力需給の概要

場所：東京電力管内

（平成 8 年度推定実績）

主要機器	消費電力 (kWh / 月)	比率 (%)
エアコン	65	22.4
冷蔵庫	52	17.9
照明器具	46	15.8
テレビ	28	9.5
電子レンジ・洗濯機	54	18.6
こたつ	12	4
電気カーペット	11	3.7
電気炊飯器	9	3.1
掃除機	8	2.6
衣類乾燥機	7	2.4
合計	292	100

（消費電力は四捨五入により多少誤差有り）

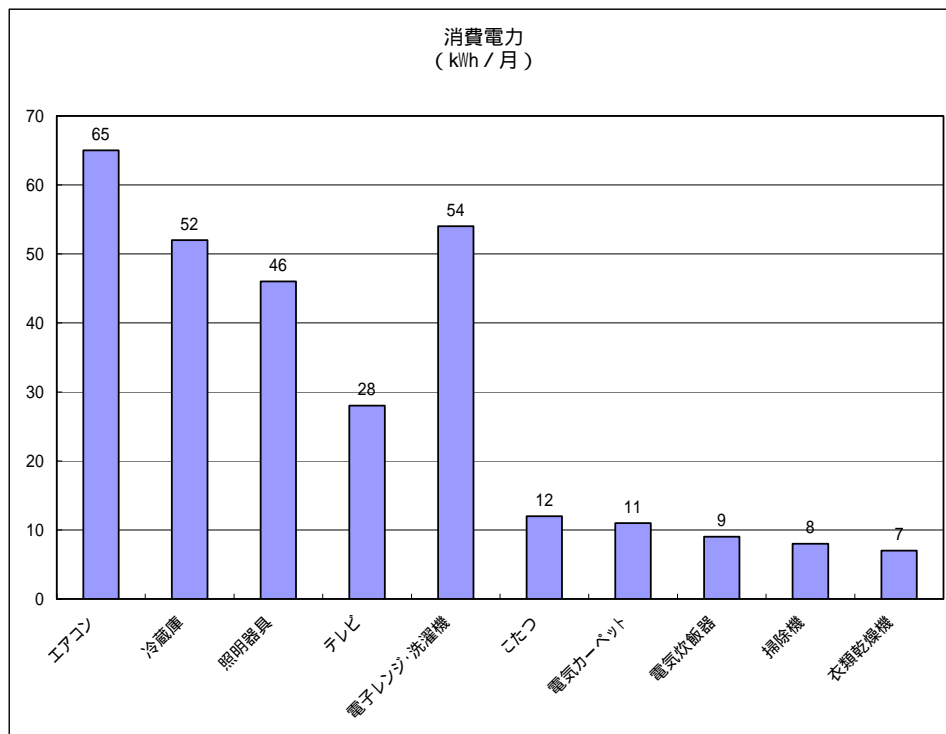


図 5.3.1-3 一般家庭 1 ヶ月の平均的な消費電力量：290kWh / 月

(2) 負荷平準運転パターン

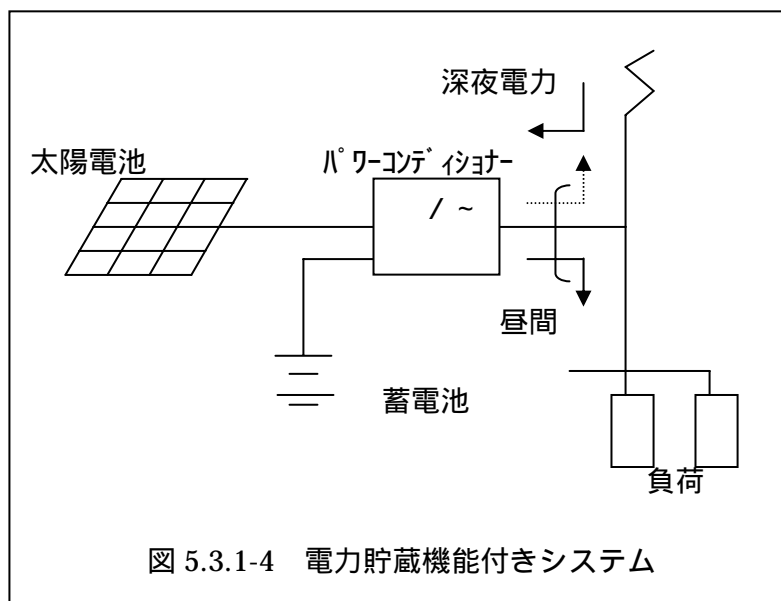
負荷平準運転パターンはいくつか考えられるが、蓄電システム 5.1.1 参照。

太陽光発電は昼間、日照のある時だけ発電が可能となり、しかも天候の変動により発電電力が変動する。

電力の安定供給のためには、必要な時期（負荷のピーク時）に発電ができるシステムが必要となる。このような欠点を補い解消するため、蓄電池を用いたピークシフト、電力負荷平準化のシステムが研究されており、更にこの蓄電池を深夜電力貯蔵に利用する。

図 5.3.1-4 に電力貯蔵機能付きシステム構成を示す。（注 1）

（資料：太陽光発電懇話会より）



本システムは電力貯蔵機能つきシステム構成の一例で、双方向変換型のインバータを採用して夜間に安価な深夜電力を貯蔵し、昼間は太陽電池の発電電力と夜間に蓄電池に蓄えられた電力を商用電力と併せて構内負荷に供給する。

残念ながら、現時点では蓄電池に蓄えられた電力の系統への逆潮流は認められていない。しかしながら、通常は構内負荷の増大時に構内へ電力を供給するのが目的であり、現状でも活用が可能である。

主に大電力を消費する工場等の場合、

太陽光発電総発電量 + 深夜電源貯蔵電力量 < 工場電力消費量 の条件付きでも認められれば需要家での導入は促進されると予想される

将来的には、規制緩和等により、電力貯蔵機能付きシステムが認められことを期待したい。

住宅用の場合、家庭で消費する使用電力量は季節による変動は有るが、年間を通せば使用電力量はほぼ太陽光発電で賄う事が出来る。

5.3.2 コスト予測

太陽光発電・鉛電池複合住宅用モデルシステムのコスト予測

系統連系方式による、住宅用太陽光発電システムおよび蓄電システム複合のコスト予測を下記に示す。

個人住宅に設置される太陽光発電システムは3～4kWまでのシステムが殆んどであり、もっとも需要の多い結晶系太陽電池を使用した3kWシステムで約300万円(100万円/kW、PCS,標準設置工事含む)と推測される。

今後、コストダウンが予想される薄膜太陽電池の技術開発や、屋根材と一体化した建材一体型など住宅用建築に合わせた商品が本格化すると考えられる。

更に、国による新エネルギー関連施策など補助事業予算等のアップや、住宅用に対するクリーンエネルギーの導入、省エネ、電力事情など電気料金等への需要者の意識拡大、メーカーの主要機器の複合化、システムの簡素化、量産化等により、更にコストダウンが図られるものと予想される。

以下に5年後、10年後のコスト予測を示す。

モデル条件

- ・個人用住宅に設置される太陽光発電システムモデルは3kWシステムとする。
- ・双方向のパワーコンディショナー(PCS)も3kWとする。
- ・蓄電池は鉛蓄電池(小型、小容量、メンテナンスフリー)とする。容量は夜間の電気を蓄電池に貯え、雨天時や、曇天時の負荷への電力供給や、災害時等の防災対応も兼ね最大10kWhとした。
- ・上記以外の必要な機器、制御費用等のコストはすべて含むものとする。
- ・初期建設費およびその他費用は機器トータル金額の10～15%と仮定。

機 器	容 量	単位	現在	5 年後	10 年後	備考
太陽光発電 (パワーコンディショナー含む)	3kW (3kW)	万円	300	177	105	工事費 含む
鉛蓄電池	10kWh (最大)	万円	81 (1500 サイクル時)	46 (2000 サイクル時)	23 (3000 サイクル時)	
合 計		万円	381	217	128	

5.3.3 経済性試算

太陽光発電・鉛電池複合住宅用モデルシステムの経済性試算を行う。

(1) システム構成

(a) 住宅用太陽光発電システム

太陽電池容量：3kW とする

太陽光発電量：年間合計 3000kWh を想定

(太陽電池 1kW 当り：1kWh x 0.12 (稼働率) x 8760 時間 / 年 1000kWh / 年)

(b) 二次電池システム

蓄電池容量：鉛蓄電池最大 10kWh (50AH x 100 セル) までを設置可能な最大容量として試算。

太陽光発電は昼間の余った電気を電力会社に売電する。

二次電池システムは夜間の割安料金で充電し、昼間の消費負荷のピークカット、曇、雨天時の負荷への供給、災害時などの防災型等として使用し、太陽電池と蓄電池の電力を補完、有効利用するものとし、余剰電力は蓄電装置からでも逆潮流(売電)出来るものと仮定した。

(本システムは本来売電出来ないが、あくまで、今後の経済性のため将来への希望としての仮定である。)

(2) 想定負荷

1 世帯平均使用電力を 290kWh/月とする

(東京電力管内における 1 世帯平均使用電力)

電気使用量

年間 3480kWh とする (290kWh/月 x 12 カ月)

(3) システムの寿命

太陽電池：期待寿命 20 年とする。

蓄電池充放電サイクル寿命 : 1500 サイクル (年 365 サイクルとして寿命は 4 年)

5 年後 : 2000 サイクル (寿命 5.5 年)

10 年後 : 3000 サイクル (寿命 8 年)

(4) 経済性試算

住宅用太陽光発電と蓄電装置を併用した場合、ユーザー層は個人であるため、経済性評価は非常にシビアになると予想される。即ち、導入した設備の総コストとそれによる発電した電気料金換算額との差額が単純計算上(現状)では経済性評価となる。

本システムでは従量電灯、時間帯別電灯による試算を行うが、太陽光発電と二次電池システムからの売電によるメリットを最大限発揮できるよう蓄電池容量を 10kWh とした。太陽電池と鉛蓄電池の複合システムは次のシステムで試算。

太陽電池 3kW - 鉛蓄電池 10kWh

図 5.3.3-1 に 1 日当たりの太陽光発電設置時の電力特性を示す。

図 5.3.3-2 に太陽光発電・蓄電池有りシステムの電力特性を示す。

条件として

- ・太陽光発電システムへの国の補助率を現在約 30%、5 年後約 13%、10 年後 0 とした。
- ・コスト予測は、年率約 10%のコスト低減が出来たと仮定。
- ・蓄電装置は 5.1.2 のコスト予測を参照とした。
- ・系統連系した場合でも、将来太陽電池や蓄電装置からの逆潮流(電力会社への売電)が出来ると仮定。

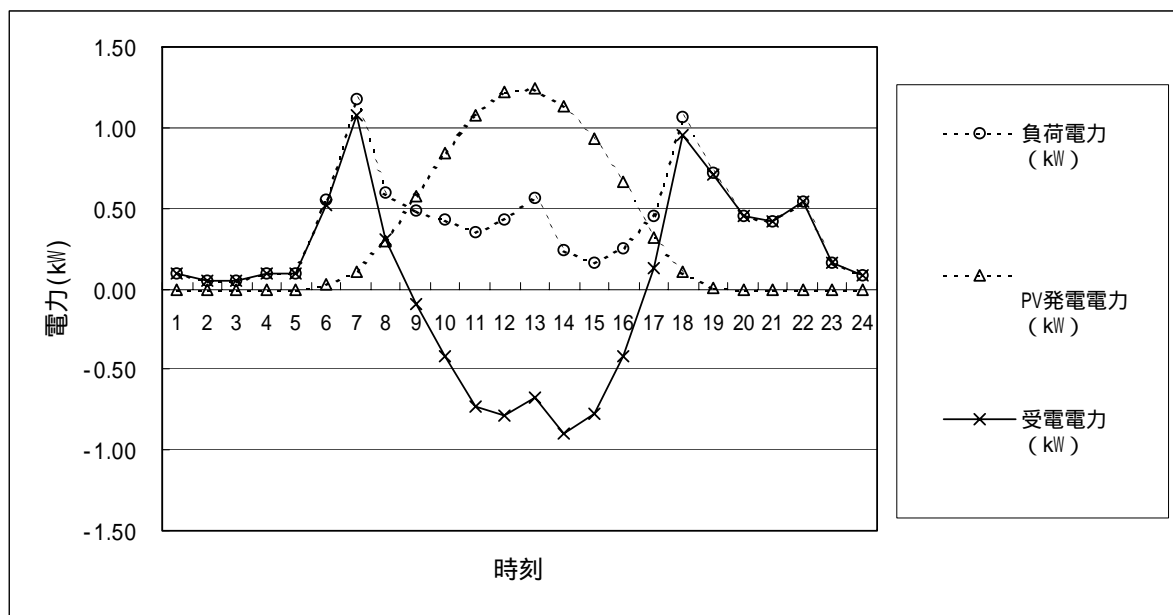


図 5.3.3-1 太陽光発電設置時の電力特性

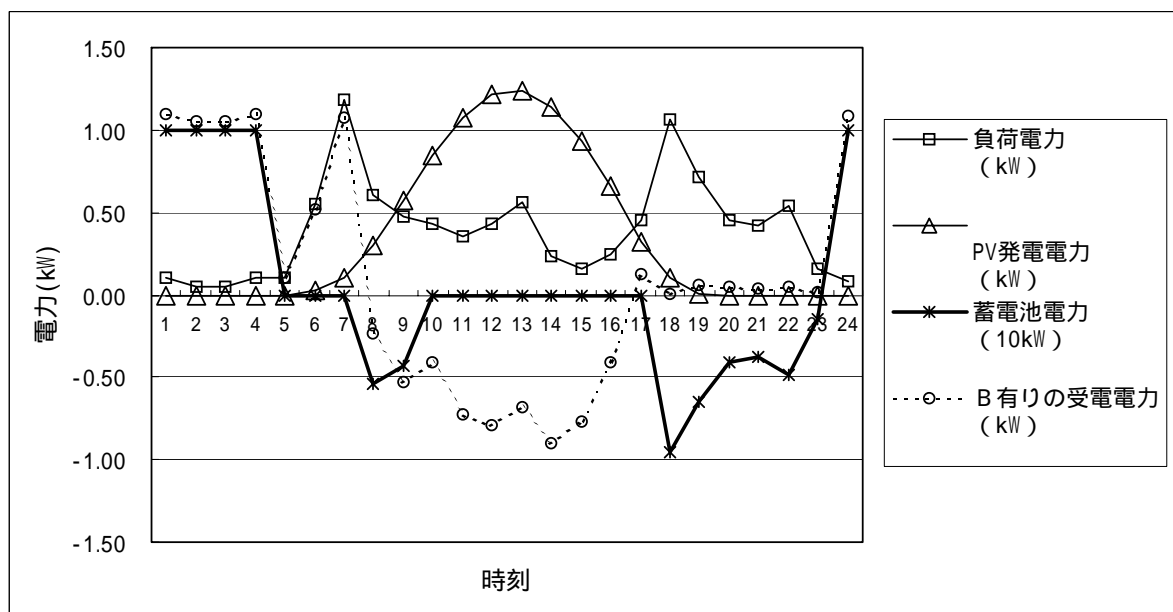


図 5.3.3-2 太陽光発電 + 蓄電池システム設置時の電力特性

(5) 減価償却の考え方を入れた試算

減価償却は原価償却試算の取得価格についてその消耗額を見積もり、その試用期間にわたって、一定の方法により費用として配分するための手続きですが、殆どが企業等法人を対象としている。個人の場合でも青色申告により当該設備を事業のように供すれば可能であるが、一般家庭での設置では困難であると考えられる。ここでは個人が対象になるため減価償却の試算は省略する。

参考として産業用等の大型施設において導入する場合の例を示す。

太陽光発電システムの発電コスト（円 / kWh）

発電コスト = (年間装置費 + 年間修繕・保守費) ÷ 年間発電量

年間装置費（円 / 年 / kW）= 資本回収係数（% / 年）× 設置コスト（万円 / kW）× 100

年間修繕・保守費（円 / 年 / kW）= 修繕・保守比率（% / 年）× 設置コスト（万円 / kW）× 100

年間発電量（kWh / 年 / kW）= 8760 × システム利用率（% / 年）÷ 100

資本回収係数は金利と消却年数によって異なるが、上式を発電コスト換算係数を用いて整理すると、次のようになる。

発電コスト（円 / kWh）= 設置コスト（万円 / kW）÷ 発電コスト換算係数

システム利用率を 12%、償却年数を 20 年とした場合の発電コスト換算係数を以下に示す。

（発電コスト換算係数 出典：NEDO 太陽光発電導入ガイドブックより）

発電コスト換算係数 金利（%）	修繕・保守費率 （%/年）	発電コスト換算係数	修繕・保守費率 （%/年）	発電コスト換算係数	修繕・保守費率 （%/年）	発電コスト換算係数
6	1	1.082	0.2	1.179	0	1.206
5		1.165		1.278		1.310
4		1.258		1.391		1.429
3		1.361		1.519		1.564
2		1.477		1.664		1.719
1		1.607		1.831		1.897

1kW 当たりの設置コストが 100 万円の場合、金利 4%、修繕・保守費率 1%とすると

発電コスト = 100 ÷ 1.258 80 円 / kWh

同様に kW 当りを 60 万円、35 万円の場合は

発電コスト = 60 ÷ 1.258 48 円 / kWh、発電コスト = 35 ÷ 1.258 28 円 / kWh となる。

（6）経済性試算のまとめ

鉛電池の耐用年数を考えた場合、太陽電池の期待寿命 20 年に比較して寿命が短いものとなっている。

サイクル数によって変動するが、現在の 4 年（1500 サイクル）5 年後の 5.5 年（2000 サイクル）10 年後の 8 年（3000 サイクル）と予想されているが、太陽光発電と鉛電池を複合したシステムとしては太陽光発電と同等の使用可能を期待したい。

試算の結果、今後普及されるであろう時間帯別料金体系を例にとると、なにも設置しない場合に比べて 太陽光発電設置時：約 8 万円（年間）太陽光発電 + 蓄電池有りシステム設置時：約 10 万円（年間）の経済効果が確認できた。

以上試算のように、太陽光発電と鉛電池を組み合わせた複合住宅の現状は、経済的にはとても厳しい状況であるが、ただ、今後太陽光発電・蓄電池システムの、本システムが自立化出来ると予測される 10 年後、技術開発、コストダウン、長寿命化の確立等により更に経済的効果が向上することが予想される。

一方、経済的な側面だけでなく、国、国民一体となった環境・エネルギー問題の取り組みや、防災的な考えにたてば、災害時の電源確保、ライフラインの充実等鑑み、目に見

えた効果が現れるものと推測される。

5.3.4 太陽光発電・鉛電池複合システムのまとめ

このような状況からまとめると、次のとおりである。

現在、蓄電池に貯蔵した電力の逆潮流（電力会社への売電）は認められていないが、今後、深刻化する電力供給、エネルギー問題、負荷平準化への寄与等、総合的に考えた場合、将来的には規制緩和や、運用の仕方など（例：雨の日や、曇りの時、電力会社のピーク電力の限界時の対応、また、阪神大震災などの様な災害時など、防災時の対応などにより適切な対応が求められるのではないかと予測される。

以下に試算の結果と今後の希望をまとめた。

蓄電池は少なくとも 10 年以上の寿命が必要。（太陽電池モジュールの寿命が 20 年以上）
個人（家庭）が使用するため、出きるだけ保守に経費が掛からないようにする。

（ノーメンテナンス）

個人住宅を考えた場合、蓄電装置の設置スペースが大きな問題となり小型化が急務。

国による補助率の継続やアップ

太陽電池は補助率のアップまたは継続、蓄電装置は補助制度の設置など。

電力会社による買い取り制度の拡大

蓄電装置からの逆潮流制度の承認や太陽光発電の売電価格のアップなど。

以上のような条件がクリアされれば、太陽光発電と蓄電装置を組み合わせた複合システムは、環境問題やエネルギー問題（自然エネルギーの有効活用、負荷平準化への転換）季節や天候による、不安定な電力を安定化させ、又、災害時などの電源確保や、クリーンエネルギーのイメージアップなど、個人住宅にとって不可欠な、大きな潜在需要を持った最も期待されるシステムとなると予想される。

5.4 分散電源（燃料電池）モデルシステム

5.4.1 システム構成

分散型電源としては太陽光発電、燃料電池、風力発電、ディーゼル発電、タービン発電等があるが、代表モデルとして燃料電池を選択した。

燃料電池はリン酸型(PAFC)、溶融炭酸塩型(MCFC)、固体電解質型(SOFC)、固体高分子型(PEFC)等各種のタイプが開発されているが、ここでは、オンサイト用として商用化の段階に入りつつあるリン酸型燃料電池(PAFC)をモデルシステムとして設定する。

(1) リン酸型燃料電池システムの構成

都市ガスを原燃料とする 200kW 級常圧・水冷式燃料電池発電システムの構成例を図 5.4.1-1～図 5.4.1-2 に示す。また、表 5.4.1-1 にその基本仕様を示す。図 5.4.1-2 の例をもとにシステム概要について述べる。

燃料電池プラントに送り込まれた原燃料ガスは、硫黄分を脱硫器で除去した後、水蒸気と混合され改質器内で高温雰囲気内（約 800℃）で触媒により水素を多く含んだガスに変換される。このガス中には電池の電極触媒（白金系）を被毒する一酸化炭素(CO)が含まれるため、これを一酸化炭素変成器により低減させた後、電池に供給する。電池では動作温度 180～210℃で反応し電気を発生する。反応に使用されなかった水素は、改質器の加熱用燃料として使用される。

電池での反应用空気および改質器バーナでの燃焼用空気はブロワにより供給される。

ポンプにより送出された冷却水は、電池の冷却板内の冷却管部を通して電池を冷却し 150～170℃の蒸気となり水蒸気分離器にもどる。ここで発生した蒸気（高位排熱）は空調装置などに使用される。改質器の排ガスおよび電池空気極排ガスを混合した排ガスは約 300℃程度であり、熱交換器で 60～70℃の温水（低位排熱）が回収できる。

電池で発生した電気は直流であるので、逆変換装置により交流に変換し使用される。

燃料電池本体の基本ユニットである単電池（セル）基本構成の一例を図 5.4.1-3 に示す。

濃厚リン酸溶液を含ませた電解質（マトリックス）を中心にして電極（燃料極、空気極）が密接して配置されている。電極はガスの透気性が必要なため多孔質触媒層とこれを支持する多孔質支持層からなる。

触媒層には、通常白金またはその合金が担持されている。

セル当たりの出力電圧は 0.7V と低いので、セパレーターを介して直列に数百セル積層したスタック構造として動作させる。

燃料電池の出力は直流であるので、逆変換装置（インバータ）で交流に変換する。

電力供給方式としては、電力網に並列接続して系統に電力を供給する系統連携運転方式と、独立電源として設備単独で負荷に電力を供給する独立運転方式がある。

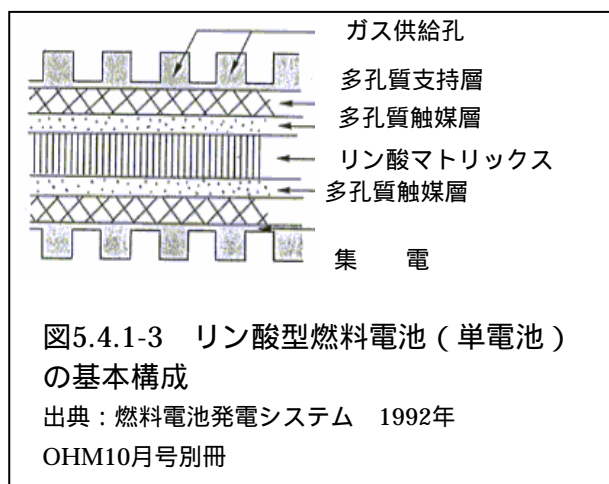


図5.4.1-3 リン酸型燃料電池（単電池）の基本構成

出典：燃料電池発電システム 1992年
OHM10月号別冊

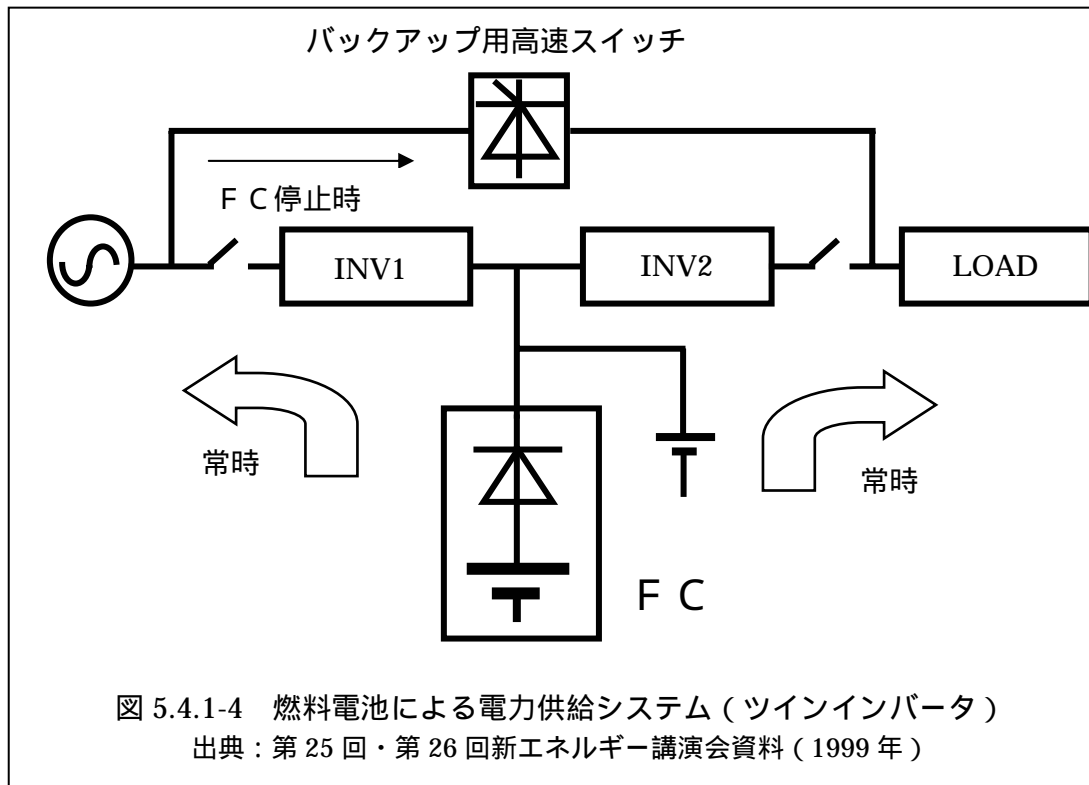


図 5.4.1-4 にオンサイト用の電力供給システムの一例を示す。これは系統連携運転のツインインバータ方式の場合で、燃料電池の直流出力を分岐し、一方のインバータで自立負荷、他方のインバータで系統へ電力を供給している。燃料電池故障時はサイリスタにより無瞬断で系統からバックアップ電力を自立負荷へ供給する。自立負荷の余剰電力を系統へ出力するため、常に高効率な定格運転が可能である。系統停電時にも無停電で負荷に電力を供給継続する。

(2) システム特性

(a) プラント効率

図 5.4.1-5 に 200kW 級燃料電池のエネルギー収支の一例を示す。

発電効率は送電端で 36～40%、排熱回収効率は高位排熱回収（電池の冷却系統からの蒸気）が 20%、低位排熱回収（改質器および電池の排ガス系統からの温水）が 20%程度となっており、燃料電池発電システムの燃料入力に対し 76～80%程度の総合効率を見込むことができる。

(b) 負荷応答性

起動時間は冷態（常温）の改質器に点火・昇温を開始する時点から定格負荷到達

までで 3～4 時間である（冷態起動）。また、停止期間が 12 時間程度の温態状態からの起動では 1 時間程度で可能である（温態起動）。改質器の昇温が起動速度を左右する主要条件となっている。

大幅な負荷急変は電池がガス欠乏状態になるため、電池の劣化を早める可能性があり、現状では瞬時負荷変化幅は 20～25%程度としている。

(c) 環境適合特性

窒素酸化物（ NO_x ）排出量は濃度 10ppm 以下が達成できる。硫黄酸化物（ SO_x ）は前

述したように脱硫器が標準的に設置されており、全く問題ない。二酸化炭素（CO₂）排出量については、同容量クラスのディーゼルやガスエンジン方式に比較し高効率であることや燃料に炭素含有量の少ないメタンを主成分とする天然ガス等を使用するので他方式の52～70%となっている。

騒音・振動についても電池、改質器等の主要構成機器が静止機器であることから発生は少なく、60dB 以下（機側 5m）であり、騒音の制約なしに都市部への設置が可能である。

このように、燃料電池は良好な環境適合特性をもっている。

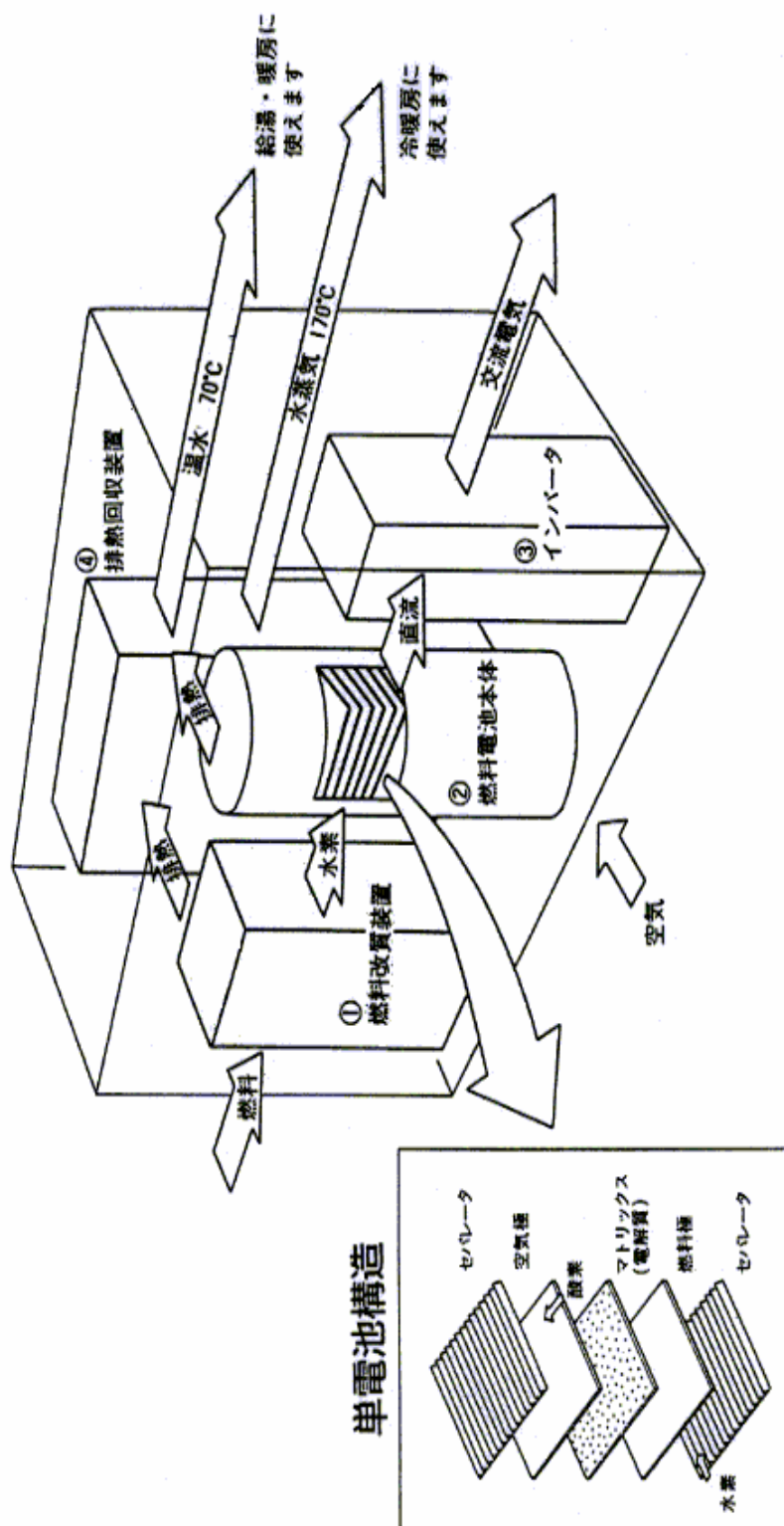


図 5.4.1-1 オンサイト用燃料電池発電設備の構成 (例)

出典：1998 年第 21 回・22 回新エネルギー講演会資料

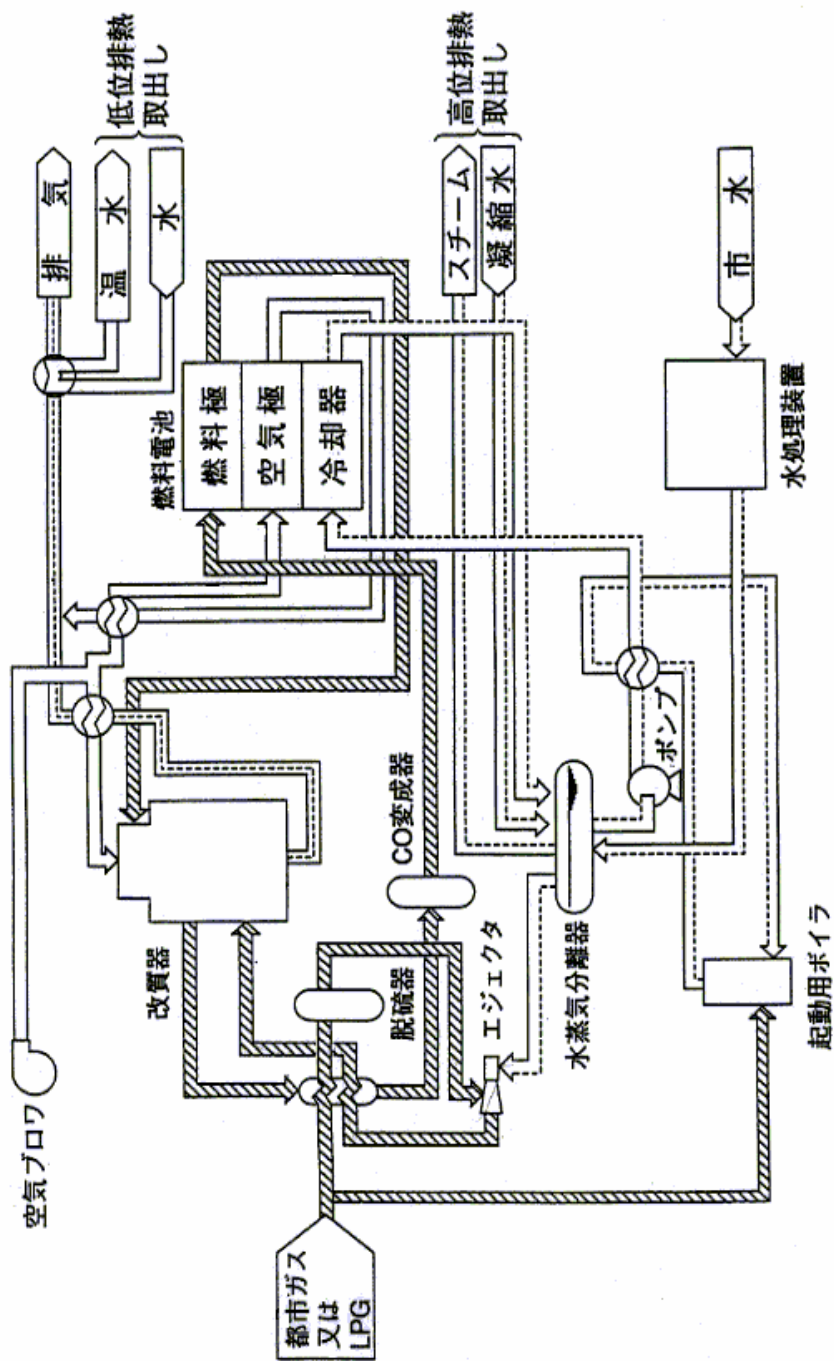


図 5.4.1-2 オンサイト用燃料電池システムフロー（例）

出典：1998 年 第 21 回・22 回新エネルギー講演会資料

表 5.4.1-1

200kW級オンスイト燃料電池の基本仕様（例）

項 目	仕 様
1. 設置条件	屋内（ビルの地下機械室）、または屋外
2. 燃料条件	都市ガス13A
・ 種類	低圧または中圧B
・ 供給圧力	AC200kW
3. 定格出力	0～100%（送電端）
4. 出力範囲	440V、60Hzまたは50Hz
5. 出力電圧	36%以上（50%負荷以上において）
6. 発電効率	冷起動：3～4時間、暖起動：1時間
7. 起動時間	高 位 170℃（7kg/cm ² ）飽和スチーム
8. 排熱回収	回収率 20%
9. 運転方式	低 位 65℃温水
10. 環境条件	全自動，系統連系
	NOx 10ppm以下（O ₂ 7%換算）
	騒音 60dB(A)以下（機側5m）
11. 窒素ガス消費量	ボンベ4本以下（1回の起動停止当たり）

出典：1998年第21回・22回新エネルギー講演会資料

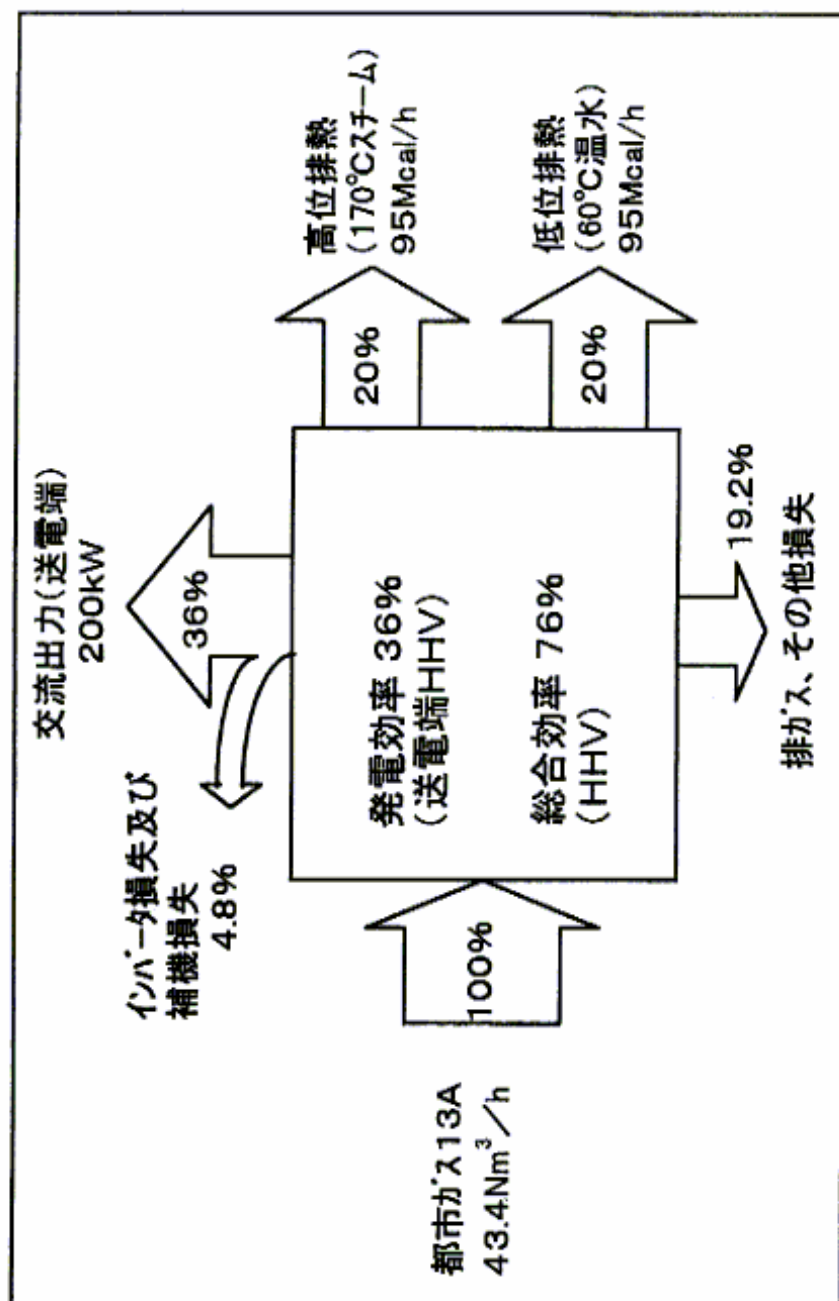


図 5.4.1-5 200kW燃料電池エネルギー収支図(例)

図 5.4.1-5

出典：1998 年第 21 回・22 回新エネルギー講演会資料

5.4.2 コスト予測

出力 200kW の PAFC の発電建設コストは、現状 40～60 万円/kW 程度となっている。最近では、99 年 4 月からの販売価格を 40～45 万円/kW 程度と発表しているところもあり、価格は低下してきている。

将来的には、FC スタックに用いられるカーボン材の低コスト化、出力密度の向上によるセル数の削減、セル量産化技術の開発、主要機器の複合化と削減によるシステムの簡素化等の技術革新や生産台数拡大により、より一層コストダウンが図られるものと考えられる。

表 5.4.2-1 に現状と 5 年後、10 年後のコスト予測をまとめた。

表 5.4.2-1 PAFC (200kW) のコスト予測

	現在	5 年後	10 年後
普及率 (台/年)	25	100	400
発電建設コスト (万円/kW)	40～60	30～40	25～30
メンテナンス費 (万円/年) (オーバーホール部品交換費を含む)	1,000	800	700

5.4.3 経済性試算

出力 200kW の PAFC のコスト予測に基づき、熱負荷が充分にあるホテルや病院、工場等に設置することを前提に、導入ユーザーの契約電力規模を 1,000kW と想定して経済性試算を行った。

(1) 条件

(a) イニシャルコスト：表 5.4.2-1PAFC (200kW) のコスト予測に示す。

試算では表の予測値の最低値を使った。

(b) メンテナンス費：表 5.4.2-1PAFC (200kW) のコスト予測に示す。

これにはオーバーホール費用、定期点検費用を含む。装置寿命は 15 年とし、運転時間 4 万時間として 5 年に一回 (5 年目と 10 年目) オーバーホールを行い燃料電池本体ほか主要部品を交換。

(c) 燃料ガス単価：50 円/Nm³ (都市ガス 13A)

(d) イニシャルコストの減価償却：初期費用の 90% を 15 年間で均等に償却

(2) 熱クレジット

燃料電池を運転する時に発生する熱量を、それと同じ熱量を発生するボイラーを運転しなくて済んだという見方をし、節約されたボイラー燃料の費用を経費から差し引く。

この評価法はコージェネ発電装置では一般的に行われており、ここでは以下の式で考えた。

$$\frac{200(\text{kW}) \times 860 / (\text{発電効率}\%) \times (\text{廃熱効率}\%)}{(\text{ボイラ効率}\%) \times 9930(\text{kcal/Nm}^3)} \times 8760(\text{h}) \times (\text{熱利用率}\%) \times (\text{ガス単価}) \times (-1)$$

(3) 契約電力低減による基本料金の削減

燃料電池を導入することにより電力会社に対する契約電力を低減できるので基本料金が

下がる。その分を熱クレジットと同様に経費から差し引く。ここでは、

$1560 \text{ 円/kW} \times 200\text{kW} \times 12 \times (-1)$ として試算した。

(参考資料：東京電力「業務用電力・基本料金」平成10年2月10日実施)

(4) 試算結果

経済性試算の結果を表5.4.3-1に示す。これは新エネに対する補助金制度を全く考慮しない場合の試算である。

現在、5年後、10年後においてイニシャルコスト、メンテナンスコストがこの表のように減るとした場合には、発電コストが18.3円/kWh、16.3円/kWh、15.3円/kWhとなる。

現在、新エネルギー利用の加速的な推進のため、平成9年に「新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法」が制定され、新エネルギー事業者支援事業として経費の一部補助（補助率1/3以内）及び資金の借入れに対する債務保証が行われている。この制度を利用し、燃料電池のイニシャルの1/3の補助を受けると仮定して発電コストを試算すると、それぞれ17.3円/kWh、15.6円/kWh、14.7円/kWhとなり、1～0.6円/kWhの支援効果となった。

(5) 経済性試算のまとめ

東京電力の電気料金表（平成10年2月）によると、1,000kW規模の契約電力の場合、基本料金を含む電力量料金は業務用電力（6kV受電）で平均19円/kWh、高圧電力Bで平均14円/kWhと想定される。従って、燃料電池は業務用電力契約の事業所で導入すれば現状でもぎりぎり評価できるレベルにあるが、他の契約種別で導入するとすれば現状の電気料金制度においては採算がとれない。

表 5.4.3-1 燃料電池（200kW）の経済性試算結果

< 条件1 >		< 年間経費 >	
イニシャル	80,000,000 円	償却費	4,800,000 円/年
メンテ	10,000,000 円/年	メンテ	10,000,000 円/年
ガス単価	50 円/Nm ³	燃料費	17,070,091 円/年
設備利用率	90 %	運転管理費	5,000,000 円/年
熱利用率	50 %	熱クレジット	-4,214,837 円/年
発電効率	40 %	基本料金削減	-3,744,000 円/年
排熱効率	40 %		
ボイラ効率	90 %	合計	28,911,254 円/年
		< 発電単価 >	18.3 円/kWh

< 条件2 >		< 年間経費 >	
イニシャル	60,000,000 円	償却費	3,600,000 円/年
メンテ	8,000,000 円/年	メンテ	8,000,000 円/年
ガス単価	50 円/Nm ³	燃料費	17,070,091 円/年
設備利用率	90 %	運転管理費	5,000,000 円/年
熱利用率	50 %	熱クレジット	-4,214,837 円/年
発電効率	40 %	基本料金削減	-3,744,000 円/年
排熱効率	40 %		
ボイラ効率	90 %	合計	25,711,254 円/年
		< 発電単価 >	16.3 円/kWh

< 条件3 >		< 年間経費 >	
イニシャル	50,000,000 円	償却費	3,000,000 円/年
メンテ	7,000,000 円/年	メンテ	7,000,000 円/年
ガス単価	50 円/Nm ³	燃料費	17,070,091 円/年
設備利用率	90 %	運転管理費	5,000,000 円/年
熱利用率	50 %	熱クレジット	-4,214,837 円/年
発電効率	40 %	基本料金削減	-3,744,000 円/年
排熱効率	40 %		
ボイラ効率	90 %	合計	22,511,253 円/年
		< 発電単価 >	15.3 円/kWh

参考文献

- [1] 燃料電池発電システム 1992 年 OHM10 月号別冊
- [2] 1998 年 第 21 回 22 回新エネルギー講演会資料
- [3] 1999 年 第 25 回・26 回新エネルギー講演会資料
- [4] 平成 9 年度 新エネルギー技術開発関係データ集作成調査（燃料電池）
- [5] 新エネルギー・新発電技術動向調査レポート 平成 10 年 2 月 東京電力
- [6] 化学工業日報 99 年 1 月 7 日号

5.5 負荷誘導用のための屋内情報システム

5.5.1 屋内情報システムの構成

負荷誘導用のための屋内情報システムは、住宅やビル内といった屋内における機器毎の電力消費や機器運転状態の計測、監視、表示を行い、省エネルギーや負荷誘導を目的とする効率的な機器運転に資する情報ネットワークシステムである。電力会社との情報授受や機器間の連系制御を基に機器を監視・制御するための重要なインフラである。

システムの構成例を述べる前に、1998年に国内でホームバスシステム（HBS）として標準化されホームオートメーション（HA）として商品化されている家庭内ネットワークについて概要を述べる。その後エネルギー効率利用を考慮した設備系ネットワークの技術開発や標準化を推進しているエコーネットコンソーシアムの例を中心にモデルシステムの構成を説明する。

HBSの構成要素概要を図5.5.1-1に示す。HBSではハウスキーピング系(家電機器や住宅機器の監視制御、エネルギーの管理、セキュリティなどのアプリケーション)とAV系（Audio Visual）、さらに電話・通信系(ホームテレホン、インターホン、TV・電話配線等および情報コンセント)を含め総合的な標準化が行われた。このHBSは機器制御を行うホームコントローラを中心にし、地上波TVやBSの映像信号の伝送が主体となる同軸通信線と、ホームテレホンの電話信号伝送が主体となるペア通信線を基幹ホームバスとし、その伝送路を機器制御等の信号伝送にも共用する仕組みとしている。また、ホームバスとゲートウェイ（GW）を介して接続されるサブバスとして電灯線通信、赤外線通信、無線などを伝送路として利用する構成で、機器やセンサなどとはインターフェースユニット（IFU）を介して接続される。基幹のホームバスは各部屋に事前の配線工事を必要とするものである。

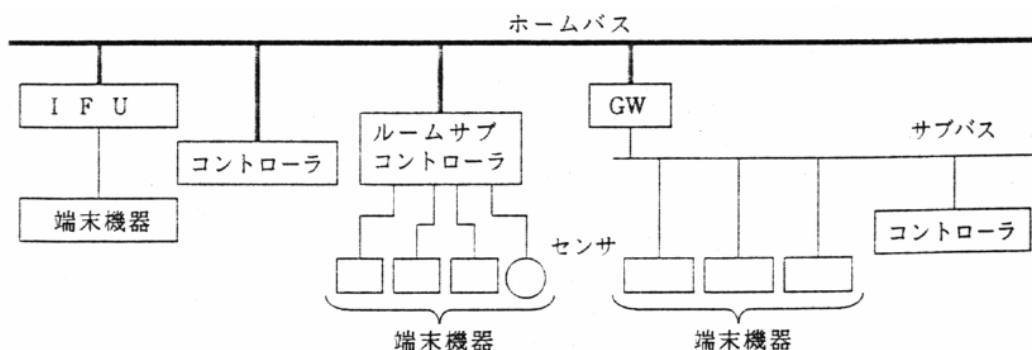


図5.5.1-1 HBSを用いたH K系のシステム構成要素

（「JEM 1437 ホームバスシステムにおけるハウスキーピング系サービスに関する通則」より）

このHBSの先行配線は住宅の新築時ならば一部のユーザに受け入れられたが、既築の住宅に新たなコントローラや配線を敷設することはなかなか進まなかった。また、当初のHAの概念にあった一部の機能は、個別機器の高機能化の中で機器単体に組み込まれるようになり、またネットワークで接続することでメリットの出るアプリケーションが不足していたこともあり、現状では十分普及していない。

一方で、玄関TVモニタ、インターホン、ガス給湯器とその制御機器、TV・電話配線や情報コンセントなどは、使い方や機能が単純で工事費や機器コストもさほど高くなく必要の高い商品として普及しつつある。集合住宅などではセキュリティシステムとしての普及率も

高い。

今回の負荷誘導システムは、対象は住宅や中小規模ビル・店舗である（大規模なものは大口需要家として需給調整契約で対応）。そこでは既築が大多数となり空調機器や照明およびその他の家電機器や事務機器に対し必要な範囲でネットワークを構築し必要なレベルの最適エネルギーコントロールを行えばよい。このことから、またコスト削減、普及の観点からも新たな伝送路工事が不要なシステムが望まれる。

この考え方にに基づき、且つ多くの機器のコントロールを簡単にでき汎用的で標準的なシステムを開発することを目的として開発を行っている例がエコーネットコンソーシアムである。図5.5.1-2にエコーネットコンソーシアムの住宅でのシステムイメージを示す。エコーネットは、設備系ネットワークを対象としているが、AV（Audio Visual）系とはゲートウェイを介して接続される構成となっており、通信速度や技術の進展度合いが異なるそれぞれの系を最適に構築することができる。伝送媒体としては、電灯線通信、無線通信、赤外通信を使用し配線工事が不要となり、新築住宅だけでなく既存の住宅に広く設置することが可能となっている。また、プラグアンドプレイ機能を備え、簡単に機器の増設が可能で、ミドルウェアの整備と仕様公開、開発支援ツールの提供を行い、信頼性の高いアプリケーションソフトやネットワーク対応型機器の開発を行っている。集中制御装置では各機器の連携や総合エネルギー管理などをはじめとして、セキュリティ、ヘルスケアなどに関するコントロールとサービスを行うとともに、外部サービスとの連携を行うシステム構成となっている。エコーネットの対象エリアは集合住宅から戸建住宅、中小規模ビルから小規模店舗等までを対象としている。また、エコーネットではHBSやLONWORKSの規格への取り込みが行われており、最近ではHAV i、Jini、HomeAPI(UpuP)などの、PCや情報家電、AV機器のネットワークとの相互接続などの動きもある。図5.5.1-3 にエコーネットへの機器接続イメージを示す。

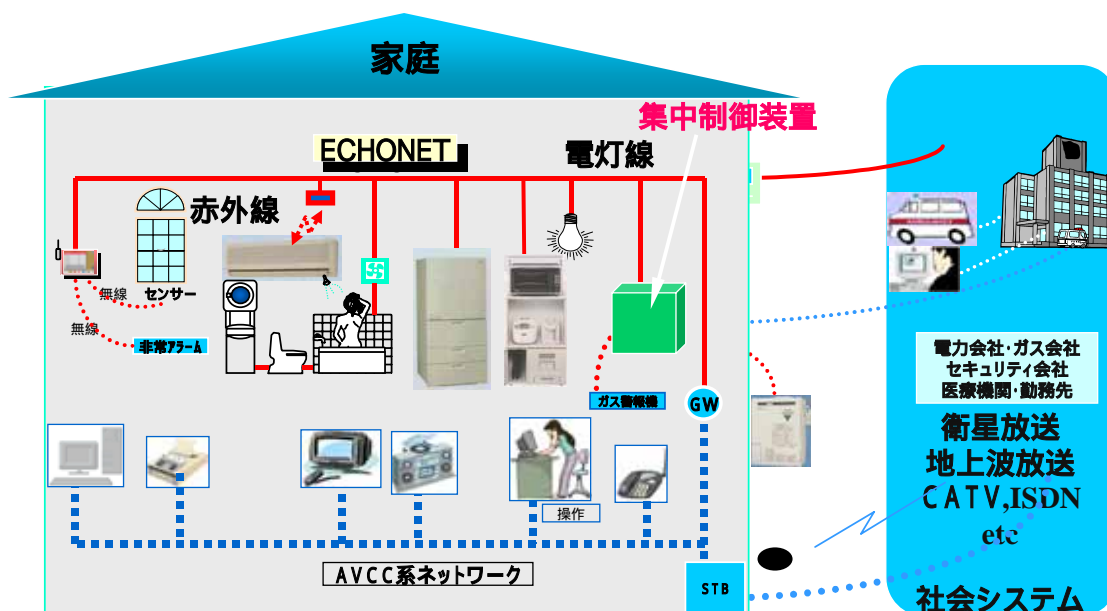


図5.5.1-2 エコーネットのシステムイメージ

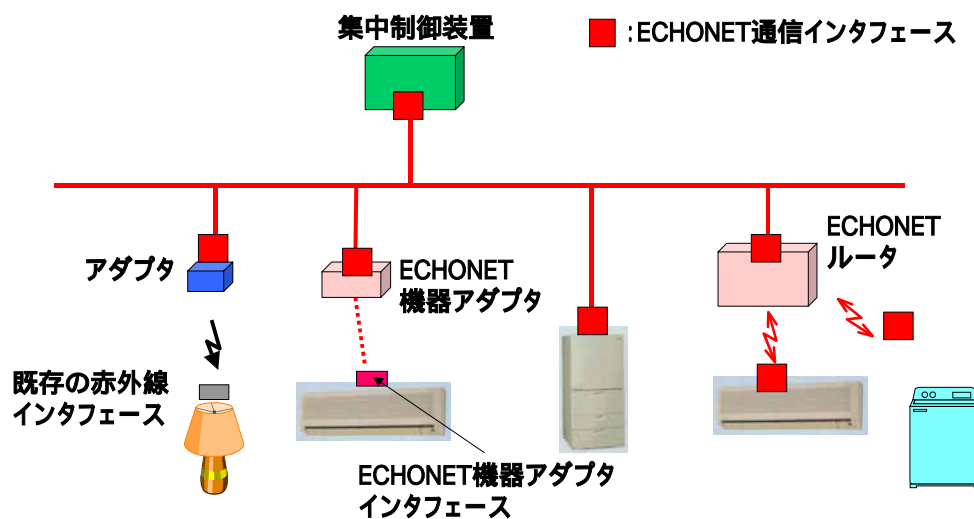


図5.5.1-3 エコーネットへの機器接続イメージ

エネルギーコントロールのアプリケーションでは、家庭内で電気の使用量をチェックし、各機器の運転を最適（省エネルギーで快適）にコントロールすることなどが考えられている。最適制御では電力供給サイドの負荷誘導の直接制御や間接制御にも対応可能であり、間接制御での時間帯別料金やリアルタイム料金情報を取り込んだ経済運転の自動化なども考えられる。将来的には、エネルギー消費大の機器（空調、給湯器等）、家庭内の蓄電・蓄熱・分散電源の機器やブレーカ、そしてエネルギー供給サイドのメータや上位機器やシステム等がそれぞれ連携可能となり、拡大した最適なエネルギー管理による省エネ・経済運転が期待される。また、検針値や機器毎のエネルギー消費モニタによる有益な情報提供や、漏電・ガス漏れ検知、地震・災害検知による高機能遮断、優先順位付きブレーカ遮断、機器毎遮断等による高度な安全サービス等も考えらる。

5.5.2 システムのコストについて

負荷誘導のための宅内・構内ネットワークについてコスト検討を行う。ここでは関連するマルチメディア関連の高速系ネットワークシステムについては割愛する。

コストを検討するにあたりシステム構成は明確に決定せず、部品材料コスト、生産コスト、販売コスト...等の積み上げによるコスト検討は行わない。主にマーケティング上での価格・市場・ユーザの購入できる価格イメージについて検討する。

また、住宅やビル内の負荷誘導用のシステムコストについてエコーネットを中心にして検討するものとし、電力会社と連携した場合の電力会社側の機器やシステムのコスト等はここでは扱わない。

前述したように、従来のHAのHBS（ホームバスシステム）では基幹のホームバス（同軸通信線、ペア通信線）の事前配線工事を必要とした上、ネットワークの利点を生かしたアプリケーションが不足していたこともあり十分普及せず、玄関TVモニタや住宅等のセキュリティシステムに普及が限られていた。

エコネットでは、伝送媒体として電灯線、赤外線、無線等を利用しており工事不要で必要な範囲で必要な機器間を簡単にネットワーク接続できるメリットがあり、HBS規格や他の規格の取り入れや相互接続の構想もあり、最近のマルチメディア機器やインターネットを利用した付加価値も期待されるところがある。使い方や機能が単純かどうかはこれからの開発によるところとなる。

最近では環境問題、COP3、電力消費増大による原子力発電所増設、省エネルギー法改正、自動車・家電機器の省エネルギー基準のトップランナー方式などさまざまな省エネルギーに対する話題も多く、それらに対する国民の関心も高まりつつあり、家庭内省エネルギーへの取り組みや負荷誘導に対する理解も得やすい環境となってきた。また、必要性の高さあるいは受容性の高さも期待できる。さらに、負荷誘導や最適エネルギー管理システムなどが相応のコストで導入され、省エネルギーによる電力使用量金が減少し、且つ利便性や快適性が犠牲にならないとなれば言うまでもなく受け入れるであろう。

前節で示した図5.5.1の機器接続イメージの各構成要素について、負荷誘導用のシステムの機能およびコスト概要を検討する。

(1) 集中制御装置

(a) 機能例

集中制御装置は屋内の家電機器、照明や空調などを集中的に管理する装置であり、規格化されたミドルウェアを搭載し、エネルギー管理の場合は各機器の電力使用量や運転状態を監視し、在室センサや室内外の温湿度センサなどの情報から最適な空調運転や、省エネ運転を自動的に行うものである。自動制御やサービス機能についてはメニュー等を具備し、本装置に表示装置や設定ボタンがあるとか、設定用のコントロール装置などで書き換え可能であるとか、ネットワークを介してTVやPCなどで設定できたりする。サービス毎に複数の集中制御装置がある場合も想定される。電話、ISDN、PHS、FTTHなど外部とのネットワークへの接続機能を備えており、電力会社と接続して直接制御の指令の受信や、料金情報、間接制御関連情報の受信やエネルギー管理のサービスの提供などが可能になる。情報の蓄積や記録が残せる機能も持ち、ホームサーバーあるいはセットトップボックスとしての機能する。

(b) コスト検討

機器の機能やイメージ的にはISDNのTAとか、デジタルCSTVのセットトップボックスとかのイメージであり、数万円～5万円程度が妥当であろう。一般家庭の全世帯の月平均で電気代は約9千円であり約10%を占めるといわれる待機電力やその他の省エネルギーコントロールにより約5%を削減したと仮定して年間で約5千円を削減できる。集中制御装置を数万から5万円とすれば5年から10年程度の回収期間がかかる。削減効果を10%とすれば数年から5年程度で回収でき十分に普及するものになるであろう。集中制御装置の負荷誘導、エネルギー管理機能をもったもので、2年後の価格としては5～10万円程度、5年後で2～5万円程度であれば十分普及が可能と思われる。

(2) エコネット機器、エコネット機器アダプタ

(a) 機能例

エコネット機器とはエコネット規格に準じたインターフェース機能を内蔵した機器を示す。インターフェースは電灯線通信、無線通信、赤外線通信がある。また、機器アダプタはエコネット規格に準じたインターフェース機能を内蔵していない機器についてこのアダプタを介することによりネットワークへの接続が可能となる。例えば、JEM-A端子

付きエアコンや、赤外線リモコンで動作するエアコンや扇風機に対しての電灯線通信、無線通信、赤外線通信とのインターフェースを組み込んだアダプタである。

(b) コスト検討

HBSの場合のJEM-A端子等は、機器側では機器内のCPUのI/O入出力と接続するコネクタ端子程度が部材費で、加えてその機能のためのソフト費になる。またHBSと接続するのに絶縁のためのフォトカプラが2系統は入ったインターフェースユニットが必要となるが、ケース込みで約千円前後のコストである。HBSの場合は、HAが普遍化した場合は機器にインターフェースユニットを内蔵することも考えられるが、普及と経済的観点から当面は機器とは別に設けた。エコーネットの場合も普及の過程から考えればHBSのHA端子のように機器のCPU側とI/F接続できる端子が機器側に用意されており、その端子と電灯線、無線等の送受信機能を持った機器アダプタを必要に応じて後から接続する方式が望ましいだろう。

電灯線についての現状の価格例をあげると、HBSでの電力線HALSの特別搬送方式、AM変調半2重通信120bpsで部材費は数百円程度である。また欧米での電源制御等に使用されており、CCITT勧告X-10の通信プロトコルを利用した電灯線通信制御の家電アダプタ、照明アダプタ（株式会社アーガイルホームテック製）で約3千円程度である。最近では、通信品質や通信速度を向上させた、ECHELONのスペクトラム拡散方式で10kbpsのPLT-10モデムやPSK変調で5kbpsのPLT-20のICなどがありモデムタイプのサンプル価格で約5万円前後である。また米Intelogis社では2台のPCと1台のプリンタを350kbpsで接続するPass-Portと呼ばれる電灯線通信ネットワークキットがUS\$199.99である。

エコーネットでは無線については特定小電力無線のテレメータテレコントロール、セキュリティの周波数帯域を利用したもので開発が進められている。赤外通信については、部材費レベルで約千円前後程度であり、電灯線、無線よりは低コストのインターフェースになると思われる。また機器側でもともと赤外リモコンのあるものは、機器側の部材は新たに必要としない。HBSとの対比からして、機器に内蔵する場合で百円前後のコストアップ、外部のアダプタとして千円程度が実現できれば充分実用となっていくと思われる。

今までは、機器側の単体コストを中心に議論したが、ここでは負荷誘導システムを例に、インセンティブはなにか、機器の購入者は誰かなどの点で検討する。負荷誘導では直接制御、間接制御があり、間接制御には単なる協力依頼にとどまる場合や電気料金をリアルタイムに変更する場合が考えられるが、2パターンについて大まかに検討する。

例 パターン1

- ・ 負荷平準化のコントロール機器等は電力会社が調達し、協力需要家に提供
- ・ 対応する機器の価格増加分は、需要家で回収できる仕組みやメリットをつくる
- ・ メーカーは低コスト、小型、利便性・快適性改善、付加価値機能の追求で差別化追求
- ・ 機器の価格増加分の需要家側での回収は、電力会社が協力に応じた協力金提供、
電気料金割引あるいは時間帯別の料金等でピーク時の料金単価の引き上げ等で対応
(協力金では例えば 協力金 電力会社設備効率改善 - 電力会社DSM投資回収)
- ・ 機器コストが合わない場合、普及の過程で国の補助制度の導入など
- ・ 機器コスト目標は、目標普及率における負荷率改善への貢献程度から算出

例 パターン2

- ・付加価値機能が高く、そちらの価値が高いため需要家が独自に購入
- ・更に付加的に省エネや負荷平準化機能で需要家が金銭的に得をする仕組みとする
- ・メーカは、パターン1と同じ対応が必要
- ・電力会社は需要家の負荷平準化寄与度に応じた協力金の提供など
- ・負荷平準化機能などはオプションとし、オプション部分の普及の過程で国の補助制度の導入など

いずれの場合でも、需要家側、電力会社側の双方が負荷平準化のための投資や得られるメリットが市場原理でバランスのとれるコストが理想である。更に環境保護やCOP3問題あるいは電源確保などの国家としての将来負担や需要家側、電力会社側の将来負担をどのように低減あるいは公平に分担するかに対して、国としての補助制度や海外での炭素税などのような税制等の検討も必要であろうと思われる。

負荷平準化システムの負荷平準化効果の程度からすれば普及は大規模ビルや工場等からスタートし最後に一般個人住宅となるであろう。特に一般個人住宅への普及を考えると、過去のVTRなどの普及テンポに比べれば、社会制度や効果などにもよるが家電製品としては遅いほうの部類に入ると予想される。

補助金制度や、短期間での投資回収などでユーザに明確な利便性や効果がでてくれば普及は進むが、環境保護、省エネの意識だけでは風呂の残り湯の再利用、ゴミの分別回収、太陽光発電などと同様に一部の意識の高い人だけが取り組むだけで普及が遅くなると思われる。環境保護に対しては投資意欲を高める意味でも国の政策上の対応は必要であり、更に商品として魅力の向上はもちろん、必需度、投資効果、利便性の向上の開発や制度上の仕組みが必要になってくるであろう。また、使用感の欠如からくる商品魅力の欠如にならぬよう、使い方は簡単であるが効果を表示するとか毎日の係わりが持てる機能をつけることも必要と思われる。

負荷平準化のための住宅用・構内情報システム、インフラについては最近の開発であり標準化や開発が進行中のため十分なコスト予測が本項ではできなかった。今後これらに関して開発・商品化されていく設備や家電製品およびインフラ等は、商品魅力はもちろん、投資・回収・制度などのバランスによりコストが決められていくと思われる。

メーカーサイドとしては、更なる技術開発とコスト低減を図る必要があるが、経済性の議論では単に現行の電気料金制度の中でのコストベネフィットを論ずるだけでは、負荷平準化に寄与する屋内情報システムの普及は難しくなる。国家全体の社会システムの問題として取り組み、需要家や電力会社にインセンティブを与えるような施策を継続する必要があると思われる。

6. 地域大での負荷平準化効果の試算

6.1 概要

氷蓄熱システムや太陽光発電などの負荷平準化機器が既に開発され、さらに二次電池システムも出現しようとしている中で、それら機器を実際に設置して運用すれば電力の負荷率がどの様に变化するか、負荷平準化機器の設置効果がどの程度あるかについてシミュレーションした。但し、シミュレーションを簡易的に行うため、モデルとして検討する地域を全国大の約 2000 分の 1 に相当する 10 万 kW クラスと想定し、その中に住宅、店舗、事務所ビル、工場等がほぼ平均的に混在しているものとした。また、住宅、店舗、工場等の負荷パターンはそれぞれ同一の負荷曲線として想定し、さらに負荷平準化機器も前述の太陽光発電、氷蓄熱システム、省エネ型清涼飲料用自動販売機（エコベンダー）および二次電池による電力貯蔵システムを設置した場合についてのみ試算した。また、試算の時期は 1 年間で最も負荷率の低い夏季とした。

このシミュレーションにより、モデル地域大での各種負荷平準化機器設置による負荷率改善と CO₂削減効果を推測する。

6.2 地域モデルの想定

まず、現在の電力の使用状況として表 6.2 に国内の全電力会社合計の電力契約状況と仮に想定した 10 万 kW クラスの地域をモデルとした場合の供給電力構成を示す。また、想定モデル容量は平均的な容量ではなく負荷曲線データを入手できた住宅、店舗、ビル、工場の需要家を例としてあげた。従って、現状の平均的なモデルとまでは言えないものの負荷平準化を検討する上で大きな支障にならないと考える。なお、軒数については、契約電力比ではなく供給電力量に比例させた。

表 6.2 10 電力会社の電力契約状況（平成 9 年度）と地域大のモデル設定

掲記資料データ [1]		[2]	本報告書での試算							
用途別		10 電力会社の契約合計 (万 kW)	10 電力会社の年間供給電力量合計 (億 kWh)	契約電力の比率 (%)	想定ピーク容量と時間平均消費電力量 (kW) / (kWh)	想定する供給電力比率 (%)	想定する軒数 (軒)	区分	適用用途	負荷曲線のモデル設定 1
従量電灯 (A・B) 2		52,776 (千口) 1 口 3kW と仮定すると 15,832	18,389 (23.1%)	39.5	3.0 / 0.7	23.1	12,937	従量電灯 A : 契約電流5A以下 従量電灯 B : 契約電流10A ~ 60A	住宅	A:住宅
従量電灯 (C) 2		2,871	3,770 (4.7%)	7.2	24.4 (低圧含) / 21.0	13.6	264	従量電灯 C : 契約容量6kVA以上 50kVA未満	住宅、店舗 (低圧と併用)	B: コンビニ 低圧含
業務用電力		6,112	16,785 (21.1%)	15.3	422 / 202	21.1	43	業務用電力: 50kW以上	事務所、学校、デパート	C:事務所ビル
小口電力	低圧	5,084	11,221 (14.1%)	12.7	(従量 C に含む)			低圧電力: 50kW未満	小工場、店舗 (従量と併用)	Bと併用とする
	高圧A	3,011		7.5	(大口に含む)			高圧電力A : 50kW ~ 500kW	中小工場	大工場に含
大口電力		7,136	26,623 (33.4%)	17.8	1586(高圧含) / 679	38.6	23	高圧電力 B : 500kW ~ 2000kW 特別高圧電力 : 2000kW以上	大工場	D:大工場
総計		40,047	79,697	100	100,000	100				

- 1：消費電力のデータを入手できた容量例をモデルとした
- 2：用途別の契約区分は東京電力（株）を基準とした

6.3 各用途の負荷曲線モデルと負荷平準化パターン例

電力の消費パターンは、住宅、店舗、ビル、工場などで千差万別であり、また需要家単位や日によっても異なるが、ここではそれぞれの夏季の1パターンについて例示するとともに、それらのデータを各需要家の代表として扱って負荷平準化の効果について検証することにする。また、負荷平準化の方法についても、二次電池システム、太陽光発電、蓄熱システムなどその種類により大きく異なるが、ここではそれぞれについてモデル例を設定して展開する。

(1)住宅の負荷曲線例

図 6.3-1 は夏季の住宅の負荷曲線と負荷平準化対策後の受電電力例を示しており、A1 は従来のパターン、A2 は二次電池システムにより昼間電力の大半を夜間時間帯に移行するピークシフトを実施した場合、A3 は太陽光発電システムのモデル特性、A4 は太陽光発電システムを導入した場合の受電電力を示す。ここで A2 の太陽光発電システムは、約 3kW の太陽電池で年間の平均発電量に近い特性をモデルとした。なお、蓄熱システムは、住宅用としてここでは対象外とした。

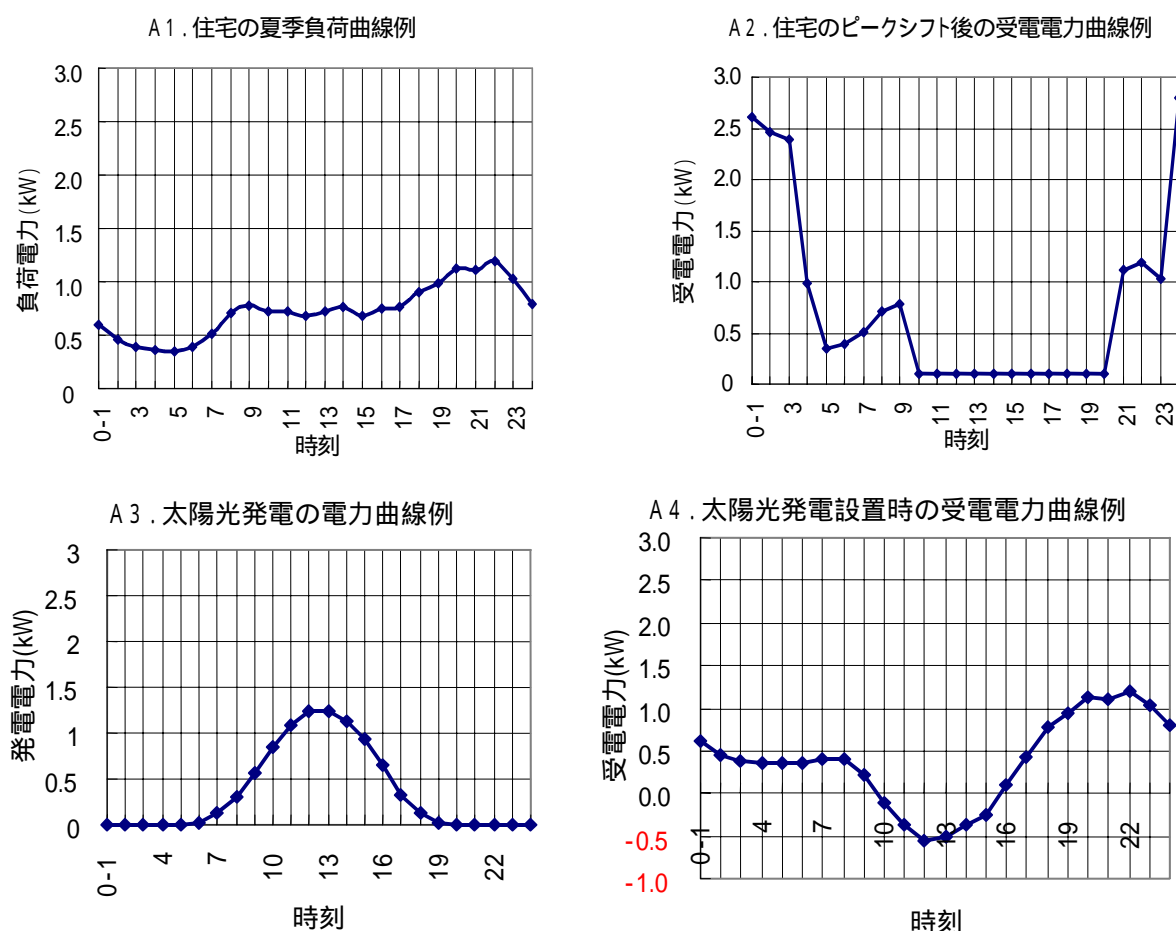


図 6.3-1 住宅の負荷曲線と対策後の受電電力例

(2)店舗（コンビニ）の負荷曲線例

店舗には昼間営業型の店とコンビニの様に 24 時間営業の店があるが、ここでは 24 時間営業のコンビニエンス・ストア（以下コンビニと省略）をモデルとして選定した^[3]。一般的に 24 時間営業しているコンビニ等の場合、図 6.3-2 のB1 に示す様に一日を通して昼間の消費電力がわずかに多いだけで負荷率は非常に高いと言える。また、ピーク電力も 25kW程度で、このパターンではこれ以上ピークシフトする必要がないと判断し二次電池システムと蓄熱システムは対象外とし

た。但し、やや大きい店舗では 50kW を超えることも想定されるので、この場合はピークシフトシステムを採用されることも考えられるが、ここでは検討の対象外とした。なお、太陽光発電は設置される可能性があるので、その設置後の受電電力曲線を図 6.3-2 の B2 に示す。ここで太陽光発電システムは 10kW システムとし前記の図 6.3-1 の A3 の発電特性に比例させている。また、受電電力が 50kW 以下の店舗の場合は、従量電灯 C と低圧電力契約の併用と位置づけられており、負荷曲線は双方の合計を示す。

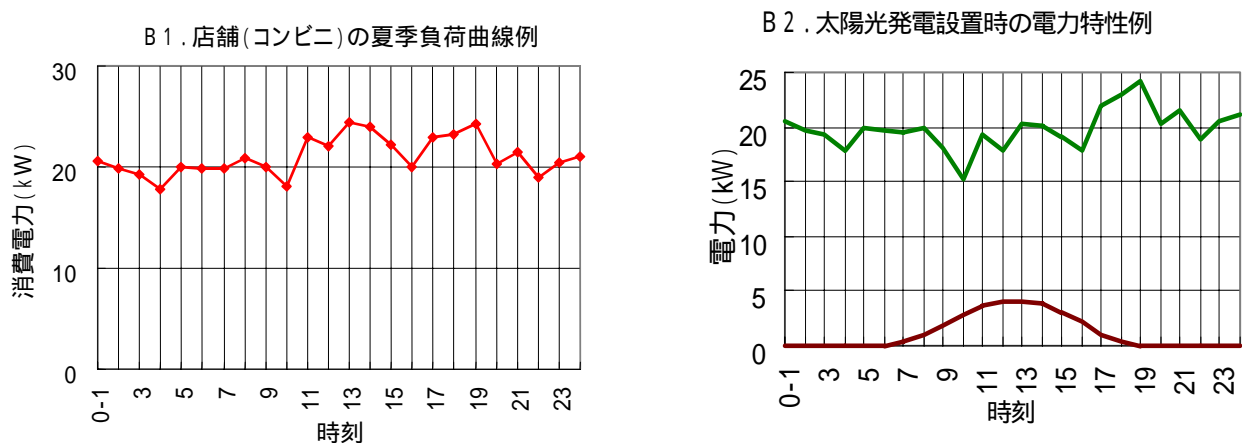


図 6.3-2 店舗の負荷曲線例

(3) 事務所ビルの負荷曲線例

業務用高圧電力または業務用特別高圧電力契約は事務所ビルや学校、デパートなどが対象となるが、ここでは約 400kW の契約電力の事務所ビルをモデルとした。この事務所ビルのデータに基づき二次電池システム、太陽光発電、蓄熱システムのそれぞれを設置した場合について検討する。まず、図 6.3-3 の C1 は、何も対策しない場合の昼間稼働型の事務所ビルの負荷電力の例を示したものである。C2 は二次電池システムにより 1 日のピーク電力を低減する対策を実施した後の

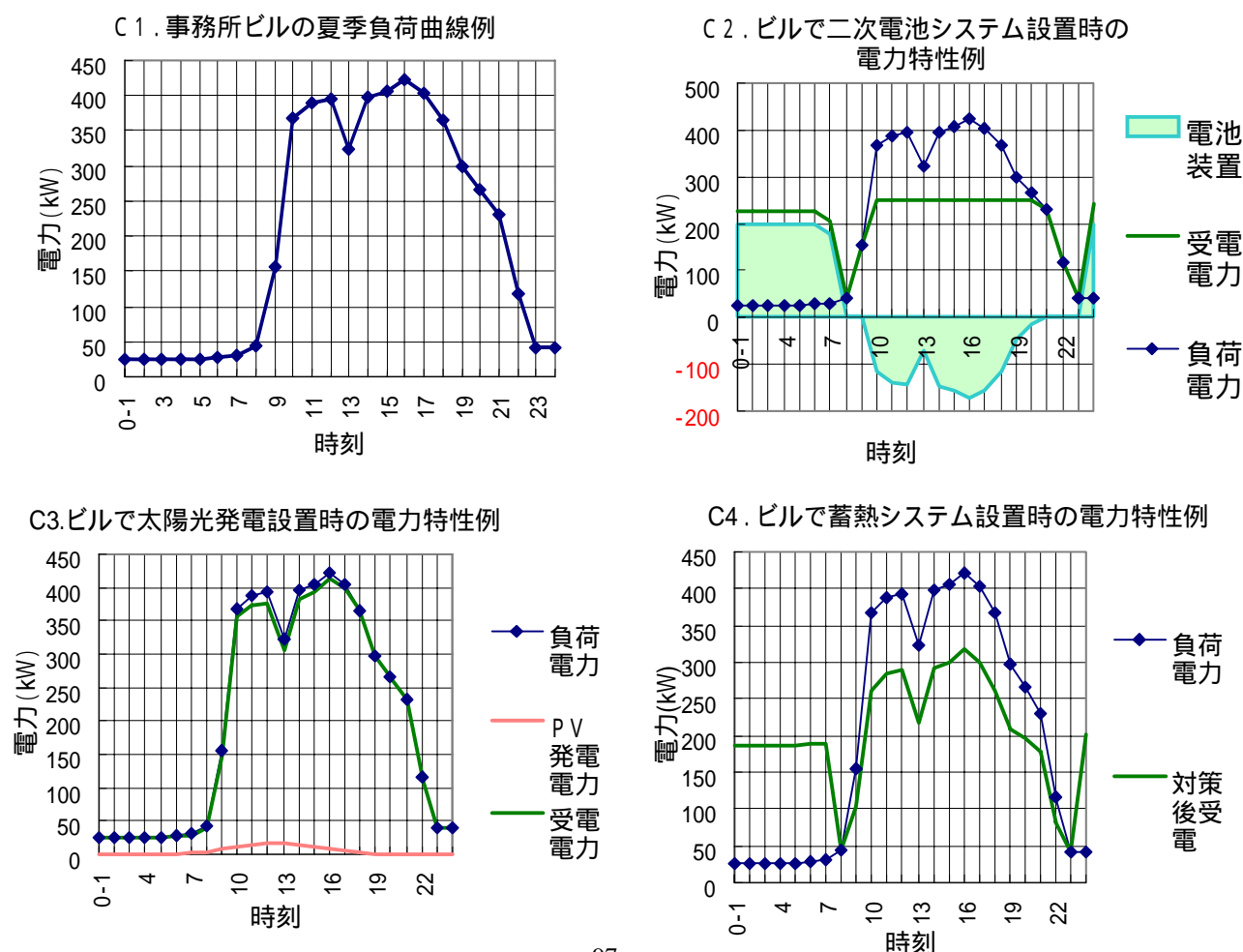


図 6.3-3 事務所ビルの負荷曲線例

受電電力の推移を示している。C3 は太陽光発電を設置した場合の受電特性、C4 は氷蓄熱システムを設置した場合の推定特性を示している。なお、C4 の蓄熱システムについては電力消費の約 30% が空調に費やされているものと仮定して推察で図示している。

(4) 工場の負荷曲線例

工場の場合は動力用負荷として扱われ、小規模は低圧電力または高圧電力 A、大規模では高圧電力 B または 2000kW 以上の特別高圧電力で契約されている。図 6.3-4 は、約 1 万㎡規模の工場の夏季における負荷曲線例を示すが、左図の D1 は何も対策しない場合、右図 D2 は二次電池システムを設置してピークシフトを実施した場合を示す。とくに工場の場合は、容量が非常に大きい関係で、ピークシフトできる割合が小さくなるのはやむ得ないと考えられる。また、D3 は最大出力 100kW の太陽光発電システムを設置した場合、D4 は負荷電力の約 10% が空調機負荷と仮定しそれを蓄熱システムに置換した場合を示す。

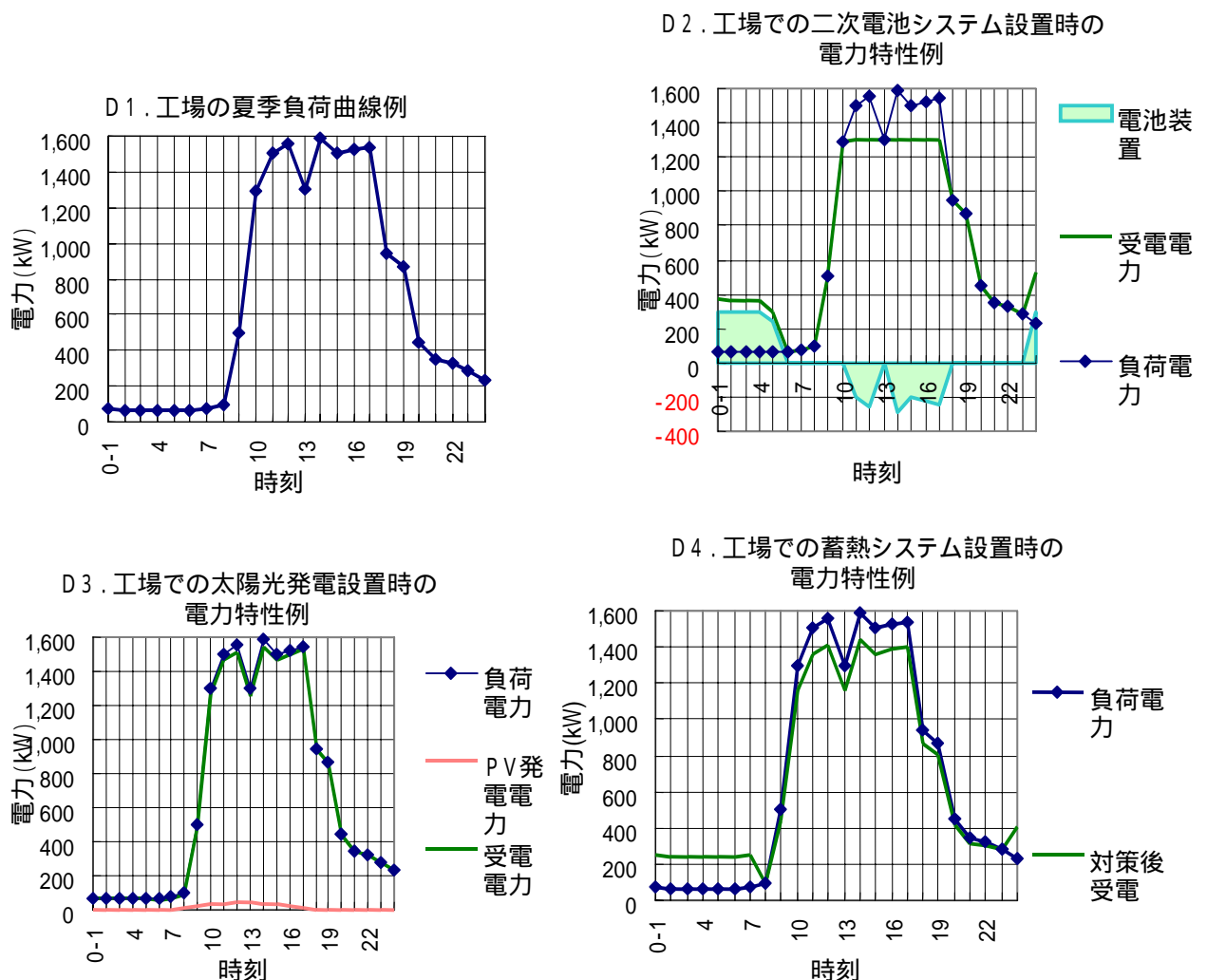


図 6.3-4 工場の負荷曲線例

(5) その他

前記以外の負荷平準化システムとして、省エネ型清涼飲料用自動販売機（エコベンダー）についても検討に加える。図 6.3-5 は、あるエコベンダーの負荷曲線例を示しており、昼間の 1 時～4 時の 3 時間の消費電力をカットしている。この 1 台当たりの消費電力は小さく見えるが街中至る所に設置されている販売機がエコベンダーとなれば負荷平準化の効果は非常に大きいと言える。

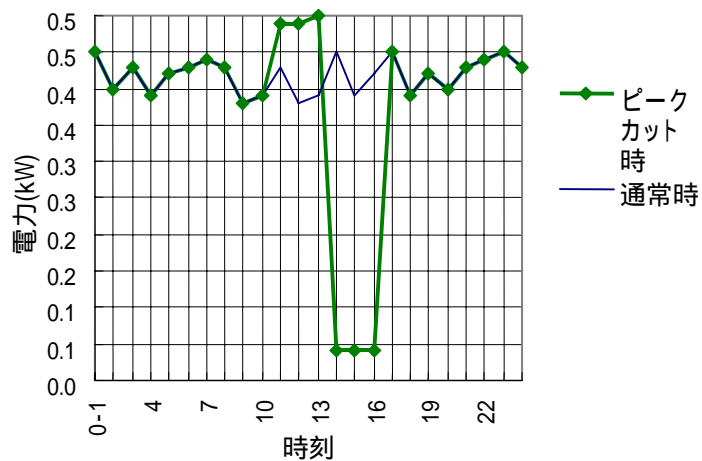


図 6.3-5 エコベンダーの負荷曲線例

6.4 地域大での効果試算

前記の各負荷曲線に基づき、表 6.2 で想定した軒数に近づけて、地域大での全負荷を合成して負荷率を試算してみる。まず、表 6.4-1 は、今回試算した負荷平準化を実施する前の条件の一覧表である。また、図 6.4-1 はこの条件に基づいて 1 日の負荷曲線としてグラフ化したものである。

表 6.4-1 負荷平準化効果試算のための前提条件

	適用	モデルの ピーク電力 (kW)	モデルの 時間当り 平均電力 (kWh)	軒数 (軒)	ピーク電 力合計 (kW)	ピーク電力 構成比 (%)	1日の消費 電力合計 (kWh)	消費電力 構成比率 (%)
A	住宅	1.19	0.7	12,937	15,395	20.1	217,342	23.3
B	店舗	24.4	21	264	6,442	8.4	133,056	14.1
C	事務所 ビル	422	202	43	18,146	23.7	208,464	22.3
D	工場	1586	679	23	36,478	47.7	374,808	40.1
合計					76,461	100	933,670	100
ピーク電力		69,931 kW (表中の合計とはモデルの時間帯が一致しないため少なくなる)						
平均電力		39,339 kW						
負荷率		56.3 %						

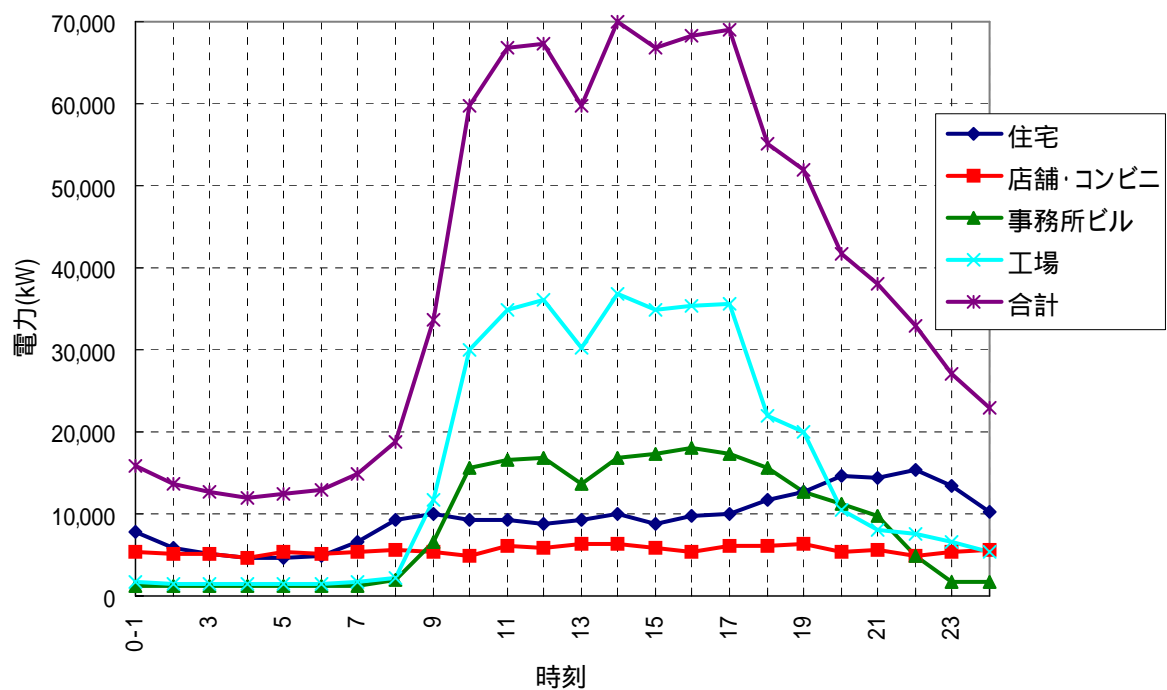


図 6.4-1 地域大での負荷曲線モデル（平準化対策未実施）

つぎにピークシフト等により負荷平準化を実施した場合について、各分野における普及率を変えて試算してみる。表 6.4-2 は、その普及率の設定とそのときの負荷率等の試算結果を示した一覧表である。ここで普及率を 5%と 10%の 2 パターンの組み合わせとして設定したが、それらの負荷曲線のグラフを図 6.4-2、図 6.4-3 に示す。但し、自販機については既に主流になりつつあるのでそれぞれ 50%、100%の普及率として台数設定した。

試算結果としては、普及率が各々 5%のとき負荷率が 1.8%向上し、普及率が 10%のときは 3.1%改善されることになる。もし仮に 20%の普及率となれば、5% (5.7%)以上の改善が期待できる。

従って、各種対策より負荷率を数%改善できることができ、負荷率 1%の改善で電力供給サイドの Co2 排出削減効果は発電効率の向上等により約 20~30 万トン（炭素換算）と言われていることから、負荷平準化機器の普及により約 100 万トンの削減も可能となる。また、負荷率改善にともなう電力設備の利用率も向上し、そのもたらす効果は絶大である。

表 6.4-2 ピークシフトによる負荷平準化効果の試算

	適用	普及率 1				普及率 2 備考			
		二次電池	太陽光	氷蓄熱	自販機	二次電池	太陽光	氷蓄熱	自販機
A	住宅	5	5	0	500 台	10	10	0	1,000 台
B	店舗	0	5	0		0	10	0	
C	ビル	5	5	5		10	10	10	
D	工場	5	5	5		10	10	10	
ピーク電力(kW)		67,251				65,576			
平均電力(kW)		39,120				38,902			
負荷率(%)		58.0				59.3			
改善効果(%)		1.8				3.1			

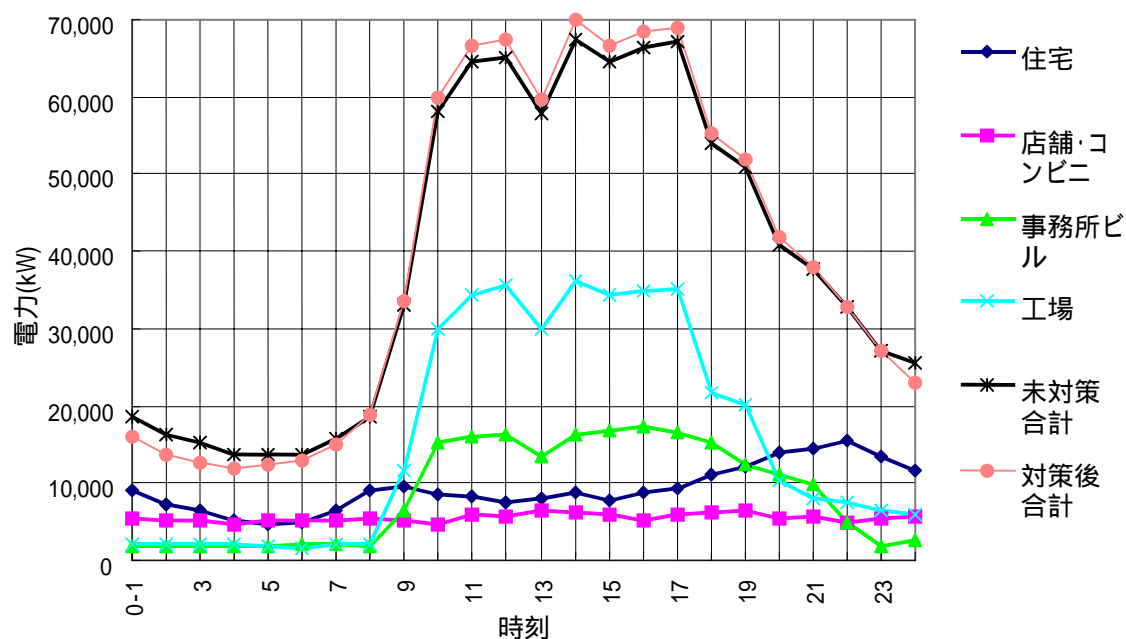


図 6.4-2 普及率各 5% の場合の負荷曲線

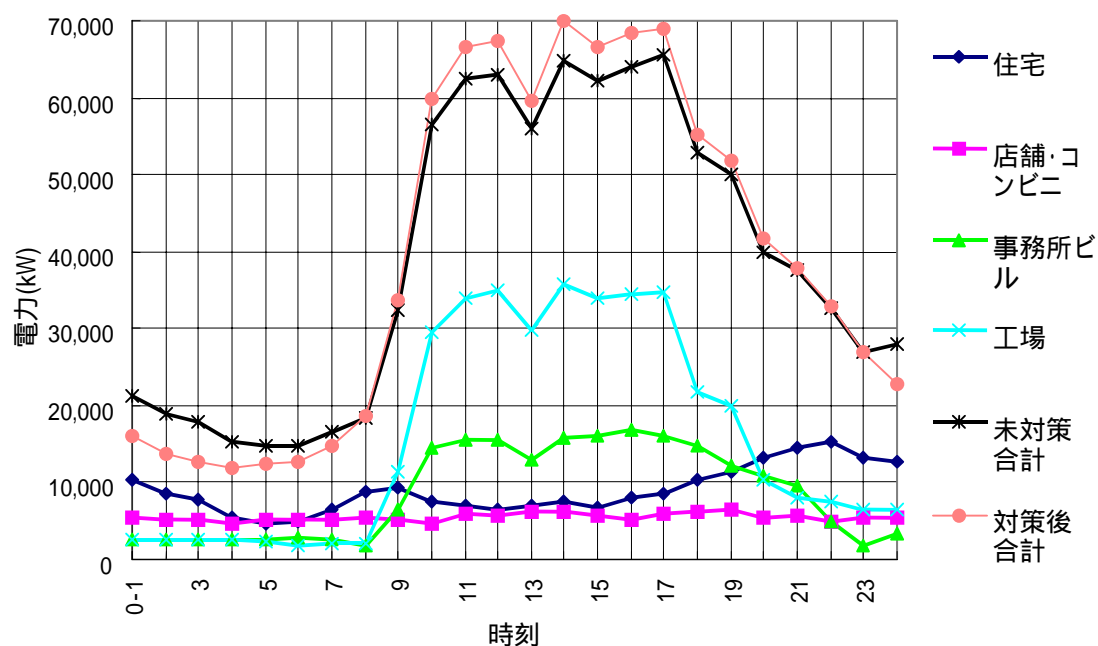


図 6.4-3 普及率各 10% の場合の負荷曲線

参考文献

- [1] 通商産業省資源エネルギー庁公益事業部編 平成 10 年度 電力需給の概要「用途別年度末需要数の増分推移」から引用
- [2] 通産資料調査会発行 1999/2000 資源エネルギー年鑑 P519 表 8.3.3 平成 10 年度電力需要想定
- [3] エネルギー経済 第 25 巻 第 8 号(1999 年 8 月)「商業部門における電力消費調査からの一考察」p.10 図 2-5 を参照。

7. 普及促進のための提言

7.1 技術課題・開発への提言

蓄電機器、蓄熱機器、分散電源、負荷誘導、それぞれの分野毎に機器またはシステムが抱える技術課題・開発の方向性への提言を下記に纏める。

7.1.1 二次電池

負荷平準化やピークカットなどに寄与する二次電池は鉛電池、NaS 電池、Ni/MH 電池、リチウムイオン電池等が挙げられる。何れの電池でも現状負荷平準化用途として普及しない要因は、経済性が成立しづらいことにある。経済性を克服する方策として、電池そのものの製品コストの低減はもとより、投資回収期間内の変換器を含めたシステム全体の寿命、長期信頼性確保、メンテナンスフリー等の課題を克服しライフサイクルでの経済性を追求することが必要と考えられている。最近では負荷平準化用途に、鉛電池を始めとした各種電池が開発され、放電深度/サイクル寿命を同時に大幅に改善しており、今後の普及が期待されている。電池毎の個別の課題を表に挙げる。

表 7.1.1-1 蓄電機器の課題

電 池	課 題	備考
鉛電池	深い放電深度に対するサイクル寿命の向上	
NaS 電池	実証試験の推進 電池コストの低減 深い放電深度に対するサイクル寿命の向上	
Ni/MH 電池	過酷条件下での高率放電特性	
リチウムイオン電池	深い放電深度に対するサイクル寿命の向上	
レドックスフロー電池	電池システムの小型化 実証試験の推進	

7.1.2 蓄熱機器

蓄熱機器は氷蓄熱式空調機、電気温水器、省エネ型清涼飲料用自販機等があり、個々に技術課題をかかえているが、既に製品として成立している分野であり、現在も負荷平準化に大きく貢献している。今後とも広範囲に拡販するための課題は需要家側に立った効率、省エネルギー効果の改善と考えられる。

表 7.1.2-1 蓄熱機器の課題

蓄熱機器	課 題	備考
氷蓄熱式空調機器 (エコアイス)	システム運転(特に製氷運転時)効率向上 最適運転制御方式の開発	
氷蓄熱式ショーケース	蓄熱装置の低コスト化 最適運転制御方式の開発	
電気温水器	蓄熱材による貯湯部の小型化	
ヒートポンプ給湯器	蓄熱材による貯湯部の小型化 リサイクルシステムの構築、新冷媒の開発 冷暖房システムの開発	
省エネ型清涼飲料用自 販機(エコベンダー)	消費電力の低減	

7.1.3 分散電源

負荷平準化に寄与する分散電源として、燃料電池、太陽光発電、風力発電、自家発電設備を取り上げたが、各機器によりその技術課題は大きく異なる。大きく分類して、既に実用化段階にあるリン酸型燃料電池、太陽光発電、風力発電、自家発電設備は低価格化と年間稼働時間向上のための各種制御方式の実現が主要な課題となる。また実証試験ないしは開発段階にある熔融炭酸塩型、固体電解質型、固体高分子型燃料電池は今後の開発に重点がおかれる。機器毎の個別の課題を表 7.1.3-1 に挙げる。

表 7.1.3-1 分散電源機器の課題

分散電源	課題	備考
燃料電池 リン酸型 PAFC 熔融炭酸塩型 MCFC 固体電解質型 SOFC 固体高分子型 PEFC	低価格化の実現。燃料の多様化。 常用、非常時切換運転制御。 大型化設備の実証試験段階からの進展 セラミック材料、製造法の基礎研究段階からの進展 小型、可搬型電池の開発段階からの進展	
太陽光発電	低コスト化・多様化による多分野への拡大 薄膜太陽光電池の開発 建材一体型太陽電池等の新技術開発	
風力発電	騒音対策(ギアレス風力タービン等) ブレードの防雷対策 カットイン風速の低減による年間稼働率の向上。 系統に対する電圧変動の低減 変動入力に対する出力制御技術の確立	
自家発電設備	廃熱利用方式の確立 騒音、防振対策	

7.1.4 負荷誘導

負荷平準化に関連する技術として DSM (デマンドサイドマネジメント) がある。DSM は発電事業者(供給者)と需要家(消費者)が相互協調を図ることで、電力設備の効率的な運用を図ろうとする技術であり、米国においては電力規制緩和の流れの中で、その展開が滞る傾向が見られた。しかし最近ではでは需要家を引き付けるための手段として需要家サービス、エネルギーサービスといった視点で、省エネと負荷平準化に資するよう負荷を誘導する技術が重視されるようになっている。

国内においても規制緩和による市場経済原理の導入が予定されていることや、ここ数年の最大電力需要の伸び悩みにより、DSM の進め方にも変更が求められていたが、COP3 における国家公約達成のために、官民一体となった負荷誘導が求められている。

本節では旧来の DSM を含む負荷誘導の技術課題と開発への提言を述べ、表 7.1.4-1 にまとめる。

(1) 直接・間接負荷制御

電力会社が契約した需要家の負荷を直接制御する直接制御は効果が期待されたが、国家プロジェクトである大規模負荷集中制御試験などではむしろ、需要家の自発的判断に委ねる間接制御の効果が高いことが報告されている。また制御信号を単純に直接無線などで放送する 1 方向通信では、制御される負荷量を事前に把握できない点も指摘されている。さらに間接負荷制御においても、インセンティブ情報を提示するだけでなく、需要家の嗜好・判断をあ

らかじめプログラム化しておくことが需要家の負担を軽減すると考えられている。以上のことから、将来への技術課題は以下のものが挙げられる。

- ・電力会社と需要家を結ぶ双方向の情報通信インフラの構築
- ・利便性や快適性を損なわない負荷制御技術
- ・電力会社における負荷制御（インセンティブ）信号策定技術

(2) 情報インフラ整備

負荷平準化のための DSM（直接負荷制御、間接負荷制御）を実施するにあたり、電力会社と需要家を結ぶ双方向の情報通信インフラの構築が不可欠である。伝送媒体として、光ファイバー、同軸ケーブル(CATV)、無線(PHS)、専用通信線などがあり、地域の事情により最適なメディアが選定されることが考えられる。COP3 における公約達成のために国策立案が求められている、一般家庭、中小ビル・店舗を対象とする負荷平準化事業では、住・生活空間の情報化事業と共に国家の支援を得ながら、インフラ整備を推進することが妥当と考えられる。情報インフラはエネルギー管理のみならず、小規模・家庭内オフィス（SOHO）、高齢化社会支援、セキュリティ、ホームバンキング、ヘルスケアなどの各種サービスにも活用できる。このインフラを共用し、多目的利用を推進することで相対的に個々のサービスのコストダウンを図ることも期待されている。

情報配信のセンターから各需要家までのインフラ整備に関しては、事業形態やコスト負担の問題に配慮する必要がある。一方、屋内の情報インフラに関しては将来への技術課題・開発への提言として以下のものが挙げられる。

1) 安価で信頼性の高い屋内通信媒体の開発

通信媒体は電力線搬送（PLC）、RF 無線、赤外線等が検討されている。いずれも新たに敷設する必要がない。

2) 需要家サイドに個々に設置する需要家サーバー（ホームゲートウェイ）の開発

今後広範囲に普及することを想定すると、必要な機能から標準仕様を取りまとめて、標準化を図ることが望ましい。

3) 屋内情報インフラの国際標準、ECHONET の普及促進

日本発の国際標準である ECHONET の普及を進める。他の国際規格（Jini, UPnP、OpenPLANET 等）との連系を高め、幅広い利用を促す必要がある。

4) 既存の設備系通信システムとの接続技術の開発

既存のビル管理システムなど、設備系通信システムとの接続技術を高める。

5) 大規模実証試験の提言

エネルギー管理サービスや、双方向の情報インフラによる直接・間接負荷制御の効果を確認するためには、相当数の需要家を対象に実証試験を実施する必要がある。モデルルーム規模の機能試験だけでは、その効果が確認出来ない。国レベルの指導に基づく実証試験が必要と考えられる。

(3) 負荷誘導に寄与する屋内家電用、産業用機器の開発

屋内情報インフラを用いた通信機能を利用して、省エネや負荷平準といった負荷誘導に寄与する電気機器を開発する必要がある。機器の開閉制御をするオンオフアダプター、既存の家電機器を改造することなく制御できる赤外線アダプター、電力の使用量を逐次計測する電力量計、エネルギー計測に欠かせない各種センサー等が挙げられる。アダプターは将来個々の家電機器に組み込まれていく過渡的な製品であるが、普及の過程では不可欠である。

(4) 超静穏型家電機器の開発

蓄電・蓄熱機器を使わずに昼間から夜間へのピークシフトさせるためには、ライフスタイル自身を変える必要がある。最近では一般需要家を対象とした「季節別時間帯別電力」「蓄熱調整契約」などの新メニューが発表され、一般家庭における負荷移行も身近になりつつある。夜間時間帯（23:00～7:00）に消費電力の大きい家電機器を使用してもらうには、料金によるインセンティブの他に、深夜稼働する家電機器の騒音問題を解決する必要がある。このため、超静穏型の自動食器洗浄器、乾燥機、全自動洗濯機、掃除機などの開発が必要になる。

(5) 待機電力削減機器の開発

平均的な家庭で消費される電力の15%が待機電力であるとも言われており、待機電力の削減は省エネルギーのための必須項目である。待機電力の低減、不使用時間帯の電源の遮断等に必要な技術課題として下記が考えられる。

- ・低電力センサーを付加した待機時省エネ機能つき電気機器の開発・改良
- ・家庭内小容量機器のタイムスイッチによる不使用時間帯の電源の遮断
- ・屋内情報インフラによるタイマー制御のネットワーク一元管理による省エネ技術

表 7.1.4-1 負荷誘導システム構築のための技術課題と開発への提言

項目	課 題	備考
直接・間接負荷制御	双方向の情報通信インフラの構築 利便性や快適性を損なわない負荷制御技術 電力会社における負荷制御信号策定技術	
情報インフラの整備	安価で信頼性の高い屋内通信媒体の開発 需要家サーバー（ホームゲートウェイ）の開発 国際標準規格 ECHONET の普及促進 既存設備系通信システムとの接続技術の開発 大規模実証試験の実施	
負荷誘導機器の開発	オンオフ/赤外線アダプターの開発 電力量計・各種センサーの開発	
超静穏型家電機器の開発	低騒音型家電機器の開発	
待機電力削減機器の開発	センサー/タイマー機能付機器の開発	

7.2 法制度、社会制度への提言と環境評価手法の導入

現在、国内の多方面で多くの規制緩和が実施されているが本委員会で検討している機器・システムに係る規制緩和の提言と導入ストーリーを下記に示す。

特に、負荷平準化を推進する立場から、電力会社に代表される大規模電源と既設の電力系統の品質を維持管理する立場、一般需要家に代表される省エネルギー(省電力料金)を重視する立場、国、地方公共団体に代表される環境問題解決を重視した分散電源を奨励する立場を十分配慮してバランスの採れた社会制度を構築していくことが重要である。また、負荷平準化導入のストーリーとして対象機器に共通に各中央省庁、地方自治体の公共建物、第一種/第二種エネルギー管理指定工場等への環境評価手法を提言する。

7.2.1 法制度への提言

(1) 二次電池

- ・電気事業法での電力貯蔵装置の認知

現状電力貯蔵用の二次電池システムの明確な範疇はなく、事業用電気工作物扱いにな

と考えられる。この場合、主任技術者の選任、通産大臣の検査合格、常時監視員の配置、電力通信保安設備の設置が必要となる。出力 20kW 未満は一般電気工作物、負荷平準化の役割を担う場合は契約電力の 1/5 程度までは、自家用電気工作物の区分とするよう、お願いしたい。

- ・火災予防条例での規制蓄電池容量

火災予防条例第 13 条で「蓄電池設備で定格容量と電槽数の積の合計が 4800Ah セル以上」は規制の対象となっているが、この上限値の制約を撤去して頂きたい。

(2) 蓄熱機器

- ・電気温水器

電気用品取締法が電気用品安全法へ改訂されるのに伴い、従来の甲種用品の指定から普通電気用品への指定に改定していただきたい。

(3) 分散電源

- ・燃料電池

小型燃料電池は太陽光発電設備(20kW 未満)等のように一般用電気工作物として認定されていないため、保安規定の届出、主任技術者の選任の届出が必要となる。導入促進のためには一般用電気工作物への認定が必須である。また、ばい煙等の発生が極めて少ないことから、ばい煙発生施設の届出の適用除外についても同様の電気事業法の緩和をお願いしたい。

- ・太陽光発電

団地で共通の太陽光発電システムを設置し各戸に電力を供給する場合、現状の電気事業法の規制で電気供給業者としての事業免許を取得する必要がある。このよう小規模な太陽光発電システムの場合、電気事業法の取扱いを簡素化するような制度変更をお願いしたい。

また、電力会社との連系協議のためにガイドラインがあるが、現状はこれは守るべき最低基準の意味合いとなっており、JET の任意認証試験項目並みの試験結果を要求され、実施していない試験項目については実施していない理由を求められることがあり、制度の緩和をお願いしたい。

- ・風力発電

風力発電の普及阻害要因の 1 因に風車タワーが航空法に抵触する場合がある。

航空法 51 条、航空法施行規則 127 条「地表または水面から 60m 以上の高さの物件には原則として航空障害灯(不動光)を設置しなければ成らない。」また、航空法規則 60 条「地表または水面から 60m を越える物体は昼間標識を設置(物体全長表面を 7 等分して赤色・白色に塗装する。)」等がある。風車は地域のシンボリックな設置物としてであり、表面を 7 等分して赤/白に塗装することは景観上好ましくなく、ヨーロッパでは 90m ~ 150m 以下の風車だけにブレード先端部赤色塗装しており、タワー等に昼間標識塗装は実施していないのが実状である。風力設備の大型化に対応し高さ規定を 90m 以上に変更することか要望されている。また着色についても 90m ~ 150m の風車ブレード先端部のみ赤色にする等に変更する要望が数多く出されている。

- ・系統連系ガイドライン関連

風力発電設備を系統連系する場合、系統連系ガイドラインから転送遮断装置又は単独運転検出機能が必要とされる。1998 年版「電力系統連系技術要件ガイドライン」から「誘導発電機を用いる風力発電設備において、周波数上昇継電器及び周波数低下継電器

により単独運転を高速かつ確実に検出できる場合には、転送遮断装置又は単独運転検出機能(能動的方式一方式以上を含む)を有する装置を省略することができる。」となり徐々に緩和されつつある。しかしなお、単独運転を高速かつ確実に検出できることの証明、高速かつ確実に動作することの意味、認識の違い、誘導発電機以外の場合の対応等の問題があり、転送遮断装置又は単独運転検出機能を省略できる場合が少なく、装置の高コスト化を招いている場合もあり、さらに装置省略の道を広げて頂きたい。

・型式認証制度

風力発電は風況による出力変動は避けられず、系統に連系して利用することが基本となる。系統の安定化を重視する電力会社と経済性を重視する設置者の間で、機器の評価が食い違う可能性は充分考えられ、今後規模の大きな IPP 等の事業を実施する際に、問題となる可能性がある。両者が納得する(例えば系統擾乱の少ない機器に対し特別の認証を与える等)認証制度を国の指導で策定し普及促進を図って頂きたい。公的な風車試験設備の設置、型式認証制度の制定をお願いしたい。また、系統連系ガイドラインで電力会社から要求される保護装置の簡素化も同認証制度内で検討いくことが重要である。

・自家発電設備

既に広範囲に分散電源として普及している自家用発電設備は消防法、建築基準法等の手続きフローも明確となっており、他の分散電源に比較して標準化されたものとなっている。現在高圧受電設備を有する自家用電気工作物の設置者は、主任技術者を自ら設置せずに保守、管理を保安協会に委託することができるが、コージェネレーション設備は電気事業法上発電所として位置づけられており、500kW 以上のコージェネレーション設備については主任技術者を選任しなければならないことになっている。また系統連系技術要件ガイドラインで高圧配電線と連系できる発電設備の一設置者あたりの電力容量が原則として 2000kW 未満と容量が規定されている。設備の普及と共に機器の大容量化に促した規制容量の緩和をお願いしたい。

(4) 負荷誘導

電力線搬送 (PLC) に関する法規制により海外製品が導入できない場合があるほか、特別搬送式デジタル伝送装置では、自動再送信の回数制限や通信スピードの上限など、PLC の応用範囲が制限されている。負荷誘導を目的とする場合は問題無いが、伝送速度に対する制限は LAN やインターネット接続など多用途への適用を妨げる恐れがある。さらに通産省令の電気設備基準と郵政省の電波法では、整合がとれない例もある。今後 PLC の本格的利用拡大にむけ、これらの法規制の見直しをお願いしたい。RF (Radio Frequency) 無線では 400MHz 帯の特定小電力無線局用標準規格に関する問題として、周波数の帯域不足、送信時間制限制約、送信休止時間制限制約等がある。今後フィールド実証実験等を経て、規格改正を進めていただきたい。

7.2.2 社会制度への提言

電力関連の部分自由化、規制緩和は大きな流れであり、この流れに基づき例えばエネルギー診断をインターネットやホームオートメーションと組み合わせて実施するプログラムは今後大幅に増加していくものと考えられる。現状システムイメージが確立していない段階であり、システムに合う規制緩和を求めるという動きでなく自由化・規制緩和にしたがい新規のビジネス・システムが創造されていくものと考えられる。

又、負荷平準化を達成するために、前項で述べた機器やネットワークなど技術的課題と共

に、負荷平準化を推進するのに適した社会制度の創出が重要である。ここでは、負荷平準化のための、料金制度、需要家への情報提供、金融インセンティブなど社会制度に関する提言を述べる。

(1) 電気料金制度

最近の電気事業法改正により、一般電気事業者の設備の効率的利用に資する、すなわち、負荷平準化のための電気料金その他の供給条件で選択可能なものについては、「選択約款」として届け出により設定できるようになった。このため負荷平準化のための料金メニューの多様化が徐々に図れる環境が整って来ている。

・季節別時間帯別電力料金の適用拡大

季節別時間帯別電力料金は、2 季節、3 時間帯で異なった料金を設定し、負荷平準化を狙ったものであり、従来、対象は「高圧電力 B」および、「特別高圧電力」の需要家であったが、現在「業務用電力」需要家への適用の検討が始まっている。負荷平準化の観点から、さらに「従量電灯」にまで適用の拡大を検討する必要がある。

・時間帯別電灯料金制の広報活動の徹底

時間帯別電灯料金は、時間帯により電気料金単価を変えるという、負荷平準化のピークシフトに適合した料金制度であるが、現状以下の課題が挙げられる。

一般需要家は、夜間時間帯（23:00～7:00）にどれだけ電力量を消費しているかデータがなく、本制度への社会的な認識度が低い。この対策として、電力会社が代表的な一般需要家の昼夜の電力使用状況を一例として情報を提供し、広報活動の徹底による負荷平準化と導入メリットを需要家が自ら検討できる社会環境を整備することが必要である。

・リアルタイムプライシング（RTP）の導入

米国においては自由化に伴い、卸電力を時々刻々の価格で売買するのが一般的である。これが小売レベルまで広がり、時々刻々電気料金を変えるケースが急速に増えている。時間毎に電気料金が変わる料金制度は、市場原理に基づいて負荷平準化を推進させることのできる魅力的な制度である。通常、前日に翌日の 1 時間毎の電気料金が電力会社から需要家に PC やホームサーバー等を通じて通知され、需要家は自らの意思で電気料金の高い時間帯でのエネルギー消費を減らし、コストを最小化できるように工場やビルの運転スケジュールを決めている。この料金制度の実現のためには 7.1.4 節で述べた、電力会社と需要家の間の情報インフラ整備が不可欠である。恣意的なインセンティブを付与する必要が無く、経済原理と市場の価格の流動性から負荷平準化へのインセンティブが与えられる点でメリットが多く、将来我が国でも導入されることが期待される。

・太陽光発電余剰電力の電力会社買取り価格の増額

余剰電力の電力会社買取り価格の増額をお願いしたい。現状各電力会社毎に太陽光発電の余剰電力買取り価格が設定されているが、太陽光発電設置者の負担軽減の為、電力の買取り価格を更に上げ、差額を国が負担するような施策を検討いただきたい。

(2) 公的試験・認証制度の確立と情報公開発信の拡大

省エネ、負荷平準化に一般需要家の参加をうながし、需要家のメリットおよび環境への影響を PR することが、当事者意識、危機感を高めるために必要と考えられるが、これに関する情報公開が現状では十分といえない。

(a) 省エネ機器の統一した試験・認証制度の確立

自動車の「10・15 モード燃費」のような統一した試験条件下で定量的評価を行い機関と認証制度が必要と考える。製品の性能表示項目として、下記が考えられる。

製品のエネルギー効率と年間エネルギーコストを表示

環境負荷低減効果表示

燃料節約効果（原油換算）

CO₂削減効果

高効率、高品質機器への認定証表示（情報機器における「エナジースターマーク」のように高効率機器に貼り付けられるマーク）

(b) 電気料金の需要家への情報提供

負荷平準化の観点から、需要家へ情報提供が必要である。電力会社が顧客サービスとして、インターネットなどを通じて電気料金に関する情報提供を行う。現在でも「過去 1 年間の各月の電気料金」を開示するサービスは一部が始まっている。更に、各需要家の電力使用状況をきめ細かく把握することにより、需要家の負荷平準化の認識を確保することが出来る。

今月の推定電気料金の計算

電気料金課金状態のリアルタイム表示、

電気使用状況の公開

(c) 需要家への省エネ情報提供

電力会社が顧客サービスとして、インターネットなどを通じて個別の顧客に省エネルギー・負荷平準化に関する情報提供を行うことにより、需要家は負荷平準化に対する認識が増加し負荷平準化に貢献する。各需要家の電力使用状況をきめ細かく情報提供することにより、従来の代表的な負荷データに基づいた電力利用提案ではなく、各需要家の使用実態に基づいた省エネシミュレーションによる電力利用改善のコンサルティングができ、説得力がある。

エネルギー診断サービス

エネルギー消費分析

省エネコンサルティング

(3) 助成・補助金制度

負荷平準化による昼間 夜間への負荷移行に供する負荷平準化機器は、地球温暖化防止に関する温室効果ガス排出量削減目標達成に役立つため、公共性は高いと言えるが、ビジネスとして成立しないことも一部で見られる。その理由は直接的には機器の導入費、維持費が高いことに有る。需要家は負荷平準化よりも省エネに注力するため、省エネと負荷平準化が一体とならない機器、量産の初期段階でマーケットの需要が成熟していない機器は需要家への導入が遅れがちとなり、国・電力会社の助成・補助金制度への取り組みが重要となる。既に実施されているものとして

政策面では高効率機器等の導入促進のための各種助成措置

税制面では産業・業務用分野を対象に、省エネルギーや電力負荷平準化に資する取得に対し、一部税控除ないし特別償却の認証制度

融資面では産業・業務・家庭分野を対象に日本開発銀行などの政府系金融機関を通じての省エネルギー設備の取得に対する特利融資

また電力会社は下記を実施している。

(a) 氷蓄熱空調機の助成期間の延長

氷蓄熱空調システム設置補助金制度、エネルギー需給構造改革投資促進税制は平成 12 年度までとなっており、平成 10 年度の氷蓄熱式空調機の採用率実質数%から見て、以降の継続的な助成をお願いしたい。

(b) 氷蓄熱式冷凍、冷蔵ショーケースへの助成金拡大現状普及促進のための助成措置はなく、氷蓄熱式空調機と同様な助成制度を新設願いたい。

メーカーへの奨励金制度

蓄熱式エアコンの導入勧奨さらに、強力に推進するため、

国による需要家、メーカー、電力会社に一定の条件下に補助金、融資、税控除付与の継続

現在、炭素税などの環境税の議論が成されているが、これが成立した場合は、上記助成金に充当するような対策が考えられる。

(c) 住宅用太陽光発電導入基盤整備事業

住宅用太陽光発電システムの更なる普及拡大の為、「地方公共団体協力応募用」枠の拡大と増額をお願いしたい。

理由は現状の住宅用太陽光発電導入基盤整備事業の個人向け補助は、kW 当り 35.2 万円との差額の 1/2 で、概略全体の 1/3 の補助率となっている。この枠を適用し実施する地方公共団体の数を増やすと共に補助額を増額していただきたい。

(d) 産業等用太陽光発電フィールドテスト事業

産業等用太陽光発電システムの更なる普及拡大の為、補助率の増額と税優遇措置の向上をお願いする。理由は現状の補助率は 1/2 で、税額控除は 7%となっている。設備の減価償却期間を短縮する為、補助率を 2/3～3/4 に上げ、税優遇措置として、特別償却を 50%、税額控除を 10～20%に上げていただきたい。また「10kW ユニットの組合せで標準化」とユニットが 10kW に限定されているが、システムによってはこれが申請の阻害要因となる場合がある。ユニット容量の限定を外しもっと柔軟にしてほしい。

(4) ESCO 事業の促進

わが国では、現在、電力会社が顧客サービスの一環として、省エネ・負荷平準化の啓発、PR 活動を行っているが、米国では、所有者に代わってエネルギー効率化のための事業をパッケージとし、節約できたエネルギーコストで、そのための費用を回収するエネルギー・サービス会社 (ESCO) が登場してきた。ビジネスとしての採算が見込める DSM 事業については、競争原理に基づく市場が形成されることを支援し、規制緩和の進展と共に推進母体を電力会社から ESCO 業者へ移行すると思われる。そこで、新規事業としての ESCO 事業の立ち上げをバックアップする制度の確立が必要と考える。

7.2.3 環境評価手法の導入

負荷平準化機器の今後の導入・普及促進は環境問題の解決を重視して国、地方公共団体から段階的に一般企業へと移行することが、社会教育的な観点からも重要であると考え。ここでは導入対象機器が各中央省庁、地方自治体の公共建物を経て、第一種/第二種エネルギー管理指定工場等へと順次導入していく過程の導入ストーリーを分散電源(太陽光発電)の例で示

す。公共建物へ実際に導入した場合、導入効果を広報活動すること、更に積極的には社会教育的な面から各公共体への環境評価指数を導入し、さらにこの考えを広く全業種の企業に広げていくことを提案する。

負荷平準化機器の導入の必要性の背景としては

- (1) 97 年 12 月に決議された地球温暖化防止会議(COP3)の確実な推進
- - - - CO₂等の 2010 年までに 90 年比 6 %低減
- (2) 98 年 6 月に改定、発表された長期エネルギー需給見通しの積極推進
94 年 12 月に策定された「新エネルギー導入大綱」の迅速な実現
- (3) 99 年 4 月より施行される「省エネ法改正」によるエネルギー政策の取り組み推進
- (4) 企業管理として「ISO14001」の認証取得が急増している。

等が挙げられる。これらの観点から環境問題を実現することを最優先とし(a)各中央省庁、地方自治体の公共建物、更にはその効果を広く知らしめることにより、(b)省エネ法関連による特定管理指定工場への導入義務化、更にこれに付随する教育効果としての(c)業務用ビル、その他工場への導入が期待される。

上記の(a)(b)(c)を太陽光発電を例にシミュレーションする。

(a) 省エネ法関連による特定管理指定工場への導入義務化シミュレーション

省エネ法関連による特定管理指定工場への導入

公共施設(学校他、5000 ヶ所) 【案 1】各 30kW 以上の新エネ利用を義務化する。

第一種エネルギー管理指定工場(1200 万 kWh/年以上使用の工場：約 3500 工場)

【案 2】電力使用料の 2%以上の新エネ利用を義務化する。

1200 万 kWh の 2%：24 万 kWh/年 太陽光発電 240kW に相当

第二種エネルギー管理指定工場(600 万 kWh/年以上の使用工場：約 9000 工場)

【案 3】電力使用料の 1%以上の新エネ利用を義務化する。

600 万 kWh の 1%：6 万 kWh/年 太陽光発電 60kW に相当

その他工場(5000 ヶ所)

業務用ビル(5000 ヶ所)

【案 4】各 30kW 以上の新エネ利用を義務化する。

【案 1】 + 【案 2】 + 【案 3】 + 【案 4】の総合容量

= 30kW × 5000 + 240kW × 3500 + 60kW × 9000 + 30kW × 10000 = 183 万 kW となる。

これは、2.1 項に述べる 1996 年から 2010 年までの電力負荷率改善目標の 11%に相当するもので多大きな効果が予想される。また環境負荷低減効果は燃料節減効果とCO₂削減効果に算定され

燃料節約効果(原油換算)

240L/年 × 183 万 kW = 44 万 kL/年

CO₂削減効果(火力発電所仮定)

0.19t-C/MWh × 183 万 kW = 34.8 万 t-C/年 となる。

(b) 負荷平準化機器導入を評価する社会環境作りの(環境評価指数)の提案

分散電源・負荷平準化機器の導入は電気料金換算/建設コストだけの比較でなく、将来の環境・エネルギー問題に貢献すると考えられる量、さらには次世代への教育的効果を含めた「環境評価指数」を定量評価することが重要である。

「環境評価指数」を定量評価する場合の例として

地球温暖化防止貢献指数

クリーンエネルギーの啓蒙、啓発貢献指数

省エネルギー貢献指数

負荷率改善による貢献指数

等が考えられ、総合環境評価指数 = $\quad + \quad + \quad + \quad$ の定量的評価を設定し、この数値に基づく各種優遇制度が受けられる社会制度の完備等が考えられる。優遇制度の例としては 建設時、分散電源増設時の補助金の増額、 補給電力契約、余剰電力契約の優遇 税制の優遇、 省エネ法に対する優遇措置、 ISO 認証制度の優遇認可等が考えられ 社会教育制度と合わせて整備をしていく必要がある。

8. まとめ

本報告書では日本電機工業会の立場から、電気事業の負荷率改善に資する技術動向や各種法令・制度のありかたを分析・調査し、具体的に電気機器の開発状況、将来動向、コスト目標、技術課題、普及促進のための施策、法規制、負荷平準化の効果等について実施した調査結果と、国内の関係機関に対する提案と要望をまとめた。

調査内容を踏まえた上で、検討した技術課題・開発と社会制度への提言を示した。以下にその要旨をまとめる。

(1) 技術課題・開発への提言

- ・2次電池については経済性の向上が最重要課題であるが、製品のコスト低減のみならず、システム全体の寿命向上を図る必要がある。
- ・蓄熱機器については氷蓄熱式空調機、電気温水器、省エネ型清涼飲料用自販機等、製品として独立すでに普及しはじめている。しかし、さらに効率向上と小型化が必要である。
- ・分散電源は燃料電池、太陽光発電、風力発電、自家発を取り上げ、その種別により個々の開発課題は異なるが、共通の課題として系統連系技術の確立も急務である。
- ・負荷誘導技術としては需要家の負荷制御の手法開発、屋内やセンターと需要家間の情報インフラの整備、家電機器制御用の各種アダプター／センサー開発、超静穏型家電機器の開発、待機電力削減技術の開発が重要である。

(2) 社会制度への提言

- ・2次電池については事業用電気工作物としての扱いから、一般電気工作物、または一部を自家用電気工作物として認知と、消防予防条例における規制緩和をお願いしたい。
- ・蓄熱機器では電気用品取締法が電気用品安全法へ改訂されるのに伴い、電気温水器を従来の甲種用品の指定から普通電気用品への指定に改定していただきたい。
- ・分散電源では燃料電池を一般電気工作物として扱い、太陽光発電では団地等での小規模共同発電にかかわる諸制度の簡素化することをお願いしたい。風力発電では障害灯の設置やタワーの着色に関する航空法等の見直し、系統連系ガイドラインにおける装置の簡略化、型式認定制度の導入が求められている。自家発電設備はコジェネレーションを含めて保守管理規則の緩和をお願いしたい。
- ・屋内情報インフラに関して、電力線搬送、RF無線の法規制の緩和をお願いしたい。
- ・電力会社に対するお願い
届け出制になった選択約款（電気料金制度）の充実と、オプション・メニューの拡大
需要家に対する各種エネルギー情報サービス（診断・分析・コンサル等）の充実
現在実施中の助成・補助金制度（氷蓄熱空調・氷蓄熱式ショーケース、住宅用/産業用太陽光発電）の更なる充実（期間延長、適用拡大、増額）
- ・省エネを事業として実現するESCO事業の立ち上げ支援を関係省庁をお願いしたい。
- ・電気機器のエネルギー効率に関する情報の提供のため、試験・認定制度を確立願いたい。
- ・省エネ法（エネルギー管理指定工場）の適用を拡大することをお願いしたい。
- ・負荷平準・省エネ機器に対して「環境評価指数」のような指標を導入し、啓発や定量評価に反映してほしい

以上

氷蓄熱式空調システムの助成制度延長に関する要望書

1. 要望事項

電力負荷平準化を目的とした夜間電力を使用した氷蓄熱式空調システムエアコンの更なる普及促進のため、下記に示す現行助成制度の期間延長を要望致します。

氷蓄熱式空調システム設置補助金制度（現行制度は平成 12 年度まで）

エネルギー需給構造改革投資促進税制（現行制度は平成 11 年度まで）

氷蓄熱式空調システムの使用冷媒がオゾン層を破壊しない代替フロン（HFC）に概ね切り換わると共に、氷蓄熱式空調システムが市場浸透すると想定される平成 15 年度までの期間延長を希望します。

2. 要望の背景

我が国における電力負荷率の低下の要因は、夏季昼間に代表される冷房需要の急増によるものである。従って、電力負荷率を改善するためには冷房需要の移行が必要であり、移行の一手段である蓄熱式空調機は夜間電力を利用して蓄えた冷熱により昼間の冷房需要を賄うものであり、電力負荷率改善には極めて有効である。

電事審基本政策部会、負荷平準化小委員会中間報告では 2010 年における氷蓄熱式空調システムによる負荷平準化目標は 742 万 kW となっており、負荷率改善目標の約 43% を占めている。この負荷率改善目標値は、業務用空調機機器について物理的に設置可能な最大限のレベル（約 50%）まで代替が進むという前提での潜在量である。

氷蓄熱式空調システムの場合には、一般の空調機に対して氷を蓄えるための蓄熱槽が余分に必要となるため設備費の増加を伴う。このような背景のもと、氷蓄熱式空調システムの普及のための各種公的・電力助成制度が設けられ、氷蓄熱式空調システムの普及台数としては平成 10 年度は約 3000 台規模となった。更に平成 11 年度及び 12 年度の普及台数規模としては、それぞれ約 5000 台、10000 台程度と予想され各種助成制度により順調に伸長している。この平成 12 年度の普及予想台数は助成制度設定時の普及目標台数である約 20000 台に比べて少なく、普及目標台数を達成するためには現行助成制度の継続が必要である。

氷蓄熱式冷凍・冷蔵ショーケースシステムの

普及促進助成制度新設に関する要望書

1. 要望事項

電力負荷平準化を目的とした夜間電力を使用した氷蓄熱式冷凍・冷蔵ショーケースシステムの普及促進のため、氷蓄熱式空調システム同様の下記助成制度の新設を要望致します。

氷蓄熱式冷凍・冷蔵ショーケースシステム設置補助金制度

エネルギー需給構造改革投資促進税制

氷蓄熱式空調システム同様に適用期間としては、機器コスト低減並びに市場浸透基幹を勘案し、制度新設後約 5 年間を要望します。

2. 要望の背景

スーパーマーケットを初めとした食品店舗に設置される冷凍・冷蔵ショーケース関連の電力使用量は、空調用・照明用に比べて比率が高く電力使用量比率は 50～60%程度である。また、ショーケース関連の夜間消費電力は、ナイトカバーの設置や照明発熱負荷の減少により昼間の消費電力に対して 60%程度まで減少する。従って、氷蓄熱式空調システム同様に夜間電力を利用して冷熱を蓄えて、昼間の冷凍・冷蔵用需要を賄う氷蓄熱式冷凍・冷蔵ショーケースシステムは、電力負荷率改善には有効である。

電気事業審議会基本政策部会、電力負荷平準化小委員会中間報告では 2010 年における氷蓄熱式冷凍・冷蔵ショーケースによる負荷率改善目標（設置可能な潜在量）は 86 万 kW となっている。氷蓄熱式空調システムによる目標（742 万 kW）及び蓄熱式自販機による目標（100 万 kW）に比べ目標は低いものの、技術的には氷蓄熱式空調システムと同一であり、昼間の消費電力の約 20%を夜間にシフト可能である。

従って、電力負荷率改善に有効な氷蓄熱式冷凍・冷蔵ショーケースシステムを普及拡大するために、氷蓄熱式空調システム同様の助成制度の適用を要望する。また、冷凍・冷蔵ショーケースは空調システムとの併用されるケースが一般的で、夜間に蓄えた冷熱を昼間の冷凍・冷蔵または空調用への利用が可能であり、各種最適運転制御などの付加によりシステム効率の向上並びに夜間移行率の拡大に寄与できる。

要望・提案事項

1. 電気温水器

< 要望事項 1 >

近々、電気用品取締法が電気用品安全法に改訂されようとしている。電気温水器は電気用品取締法では甲種用品に指定されていて、改訂後は特定電気用品に指定される可能性が高いが、一般電気用品に指定して認定検査機関による適合性検査の義務付けを緩和していただきたい。

< 理由 >

電気温水器は他の電気製品と同等の危険性しかなく、事故例も極めて少ない。製造業者における検査・確認は他の電気製品と同じ効果を有しており、認定検査機関による適合性検査の必要性がない。

一般電気製品に無い、据え付け工事や付帯工事（配管・電気）が伴うことによる危険性に対しては有資格者による工事の義務付けで担保されている。仮に認定検査機関による適合性検査を実施しても本危険性への対策としては何ら有効性はない。

よって、特定電気用品への指定は合理的根拠がなく、一般電気用品として取り扱っていただきたい。

< 要望事項 2 >

電気温水器に対する助成制度を設けていない電力会社が 1 社あるが、全電力会社の実施を望む。

< 理由 >

電気温水器は現在 200 万台以上の市場ストックがあり、ボトムアップにより 0.5% の負荷率改善効果がある。しかしながら、ここ 10 年間は年間 20 万台を推移し、給湯市場のたかだか 6 % 程度にしかない。助成がなくなっていくと、この数字を維持することも難しくなる。

2. ヒートポンプ給湯器

< 要望事項 1 >

電気温水器は電力会社により助成制度が設けられている。ヒートポンプ給湯器も電気温水器と別立てのメニューで、金額も現在の電気温水器以上の助成制度を設けてほしい。

< 理由 >

現在、HP 給湯器は電気温水器と同じ扱いの助成となっているが、得られる熱量が同じでも、ヒートポンプは電気容量が小さいので実質電気温水器の 1/2 以下の助成金額となっている。（現行の助成制度は電気容量にそって段階的に金額がきめられている。）熱量に見合った金額にして欲しい。

HP 給湯器の CO₂ 排出量は電気温水器の約 1/3、他の熱源と比べても 1/1.5 ~ 1/3 となっていて環境性に優れていること。ランニングコストも電気温水器、石油給湯機の 1/2 以下、ガス給湯機の 1/5 ~ 1/9 以下でありユーザーメリットも大きい。よって、

新たな助成制度により電気温水器から HP 給湯器への転換をはかり、電気温水器並みの負荷率改善を維持するために、年間 60 万台以上の普及をめざす。
そうすれば、現在 HP 給湯器のネックであるイニシャルコストの高さも量産効果により解消し、より一層の導入促進となる。

< 要望事項 2 >

住宅金融公庫割増融資の見直し。HP 給湯器単体で「環境配慮型省エネルギー給湯設備設置工事」として割増融資対象にして欲しい。割増融資金額は 100 万円 / 戸程度を要望。

< 理由 >

現行は環境共生住宅割増しで「省エネルギー型設備設置工事」として 150 万円 / 戸の割増し融資が受けれるが、風呂加熱機能付きに限られ、しかも、暖・冷房装置と組合わせて初めて融資対象となり、非常に限定されたものである。

前述のように、HP 給湯器の CO2 排出量は他の熱原機の $1 / 1.5 \sim 1 / 3$ で非常に環境性に優れている。勿論省エネルギーでもあるので、HP 給湯器単体で「環境配慮型省エネルギー給湯設備設置工事」として割増し融資対象にして欲しい。

要望・提案事項

1. 太陽光及び風力発電等の分散電源

< 要望事項 >

分散電源の一般需要家への導入促進を図るため、省エネ法に定める第1種、第2種エネルギー-管理指定工場等に対する数値目標義務[具体例1]、または毎年平均1%の省エネ量算出の際に、新エネによる発電量を実際値よりいくらか上乗せすることにより、報告するエネルギー量を実質的な値より低くし省エネに関する負担を軽減させる措置[具体例2]を講ずる。

これにより新エネの導入数値目標または、省エネ、新エネの導入を相互に関係づけ、需要家に省エネ、新エネいずれかの選択の機会を提示し選択枠を拡大することができる。

[具体例1]

第1種エネルギー-管理指定工場に2%以上の新エネ利用を義務化する。

第2種エネルギー-管理指定工場に1%以上の新エネ利用を義務化する。

[具体例2]

第1種 / 第2種エネルギー-管理指定工場において消費電力1000kW、太陽光発電による発生電力100kW（1000kWの内数）とすると報告するエネルギー量は、本来900kWでこの1%分の省エネが求められるが、本提案では上乗せ分を100%（合計200%）として $1000\text{kW} - 100\text{kW} \times 2 = 800\text{kW}$ となりこの1%分の省エネが求められる。これにより新エネ導入が促進されることとなる。

< 理由 >（現状と課題）

H10年6月に省エネ法が改定され、第2種指定工場が制定された。

省エネ法では指定工場に対する1%数値目標を明確にしつつ、省エネ効果を追求する動きがある。一方、新エネ法については個々の指定工場等に対する数値的な導入目標値がなく目標管理が一般企業に浸透しづらい面がある。

省エネ法には「新エネによる発電量は全体のエネルギー使用量から削除される」という規定はあるものの、これは省エネについての指定工場への免除措置であり、これに新設備機器の導入分に見合う免除措置を積極的に取り込むことにより、省エネ、新エネが複合的に推進できる可能性がある。

本来、省エネの促進と新エネの導入は個別のものでなく相互に一体化して推進する企業、工場が多く、同一部署で計画される場合が多い。その目的は企業イメージの向上と実質的な省エネルギーによる経費削減にあるが両者はほとんど一体化して評価される場合が多い。

要望・提案書

< 要望事項 >

一般および中小需要家におけるエネルギーサービスの大規模実証試験を国家主導のもとに実現することを要望する。

< 理由 >

近年の省エネに対する取り組みは、ESCO 事業の創設や第 2 種エネルギー管理指定の法規等により、効果をあげつつあるが、1 軒あたりのエネルギー密度の低い一般需要家や中小ビル店舗においては十分な施策が講じられていない。一方エコネット等の屋内情報インフラの整備により、利便性や快適性を損なわないエネルギー制御が可能になりつつあるが、以下の点をクリアしないと普及するには至らないのが現実である。

- (1) 多くの事業者が参入できる屋内情報インフラの標準規格を確立し、広く普及させる機会を創出することが必要であること。
- (2) 統計を取れる程度に大規模な実証試験を実施し、そのエネルギー制御効果を実証するとともに、各要素技術の完成度を広く示すことが必要であること。
- (3) 中小ビルに於いてはその省エネに関する関心は高いものの、現状のエネルギー消費実績に関するデータが蓄積されていない。省エネ効果を事前に算定するためにも、大規模なデータを収集しておくことが必要であること。

以上の課題を解決するためには、一般需要家や中小ビル店舗を対象とした国家レベルの実証試験が必要である。