

都市再生研究所 エネルギー合理化委員会
平成 16 年度調査研究報告

概要版

平成 1 7 年 3 月

都市再生研究所

概要版目次

I	研究の目的	1
II	研究の概要	2
第1章	蓄熱式ヒートポンプシステムの性能評価と有効性研究	2
1-1	蓄熱式ヒートポンプシステムの導入意義	2
(1)	蓄熱式ヒートポンプシステムとは	2
(2)	蓄熱式ヒートポンプシステムの導入意義	2
1-2	蓄熱式ヒートポンプシステムの技術開発の動向および普及実績	3
(1)	ヒートポンプの高効率化の開発動向	3
(2)	ヒートポンプの普及実績	3
(3)	蓄熱式ヒートポンプシステムの開発動向	3
1-3	エネルギー性能・環境保全性能の評価	3
(1)	蓄熱システムの運転性能実績の評価	3
(2)	統計データによる地域冷暖房の運転実績の評価	4
1-4	普及拡大による社会的効果の分析	4
(1)	今後の市場分析	4
(2)	エネルギー・環境問題に対する効果	4
(3)	その他の社会的効果	4
1-5	普及に向けた課題と方策	5
第2章	蓄電システムの性能評価と有効性研究	
2-1	蓄電システムの導入意義	6
(1)	蓄電技術を取り巻くエネルギー・環境問題等の動向	6
(2)	蓄電システムの導入意義	6
2-2	蓄電システムの技術開発動向等	6
(1)	蓄電技術の開発動向	6
(2)	蓄電技術の普及実績	7
(3)	関連支援制度	7
2-3	蓄電システムの導入効果	7
(1)	定置用蓄電技術の導入効果	7
(2)	蓄電技術を利用した移動体（電気自動車）の導入効果	8

2-4. 蓄電技術の普及による将来イメージ	8
2-5. 蓄電技術の普及に向けた課題の整理	9
第3章 高効率全電化住宅システムの性能評価と有効性研究	
3-1. 高効率全電化住宅の概要	10
(1) 全電化住宅とは	10
(2) 高効率全電化住宅システムの導入意義	10
3-2. 高効率全電化住宅の開発動向・普及実績	10
(1) システム開発動向	10
(2) 普及動向	11
3-3. エネルギー性能・環境保全性能の評価	11
3-4. 普及拡大による社会的効果の分析	11
(1) 普及拡大の見通し	11
(2) 省エネルギー・環境保全性効果	11
(3) その他社会的効果	11
3-5. 高効率全電化システムの普及に向けた課題の整理	12
第4章 エネルギー・環境評価手法に関する研究	13
4-1. エネルギー・環境評価手法に関する研究意義	13
4-2. 国内外のエネルギー・環境評価手法の実態把握	13
(1) 一次エネルギー換算及び環境評価（CO ₂ 換算）に関する実情	13
(2) 再生可能エネルギー（自然エネルギー）の取扱い	14
(3) 建築物の環境評価手法の実情	14
4-3. わが国のエネルギー・環境評価制度の課題整理	14
(1) 地球環境問題などの国際的な動きから見た課題	14
(2) 利用者などから見た課題	15
(3) 今後のエネルギー・環境政策の方向性からみた課題	15
4-4. 今後の社会状況を踏まえたエネルギー・環境評価の考え方	15
(1) 一次エネルギー換算の考え方	15
(2) 環境評価手法の考え方	15
(3) 省エネルギー法など関連法制度での取扱い	15
4-5. エネルギー・環境評価の課題の整理	16

I 研究の目的

京都議定書（COP3：気候変動に関する国際連合枠組条約京都議定書）の二酸化炭素排出量削減目標達成に向けた実現可能な地球温暖化対策として、「蓄熱式ヒートポンプシステム」に寄せる期待は大きなものがある。平成9年に改組された蓄熱普及のナショナルセンターである(財)ヒートポンプ・蓄熱センターの働きにより、蓄熱システムは全国で着実に普及が進みつつあるものの、地球温暖化対策への喫緊の対応として国を挙げてその普及を速やかに促進させる必要がある。また、電力ピークの平準化に対応するため、蓄熱と同様に夜間の電力を蓄え、これを昼間に活用する蓄電技術が進歩し、実用段階に入りつつある。蓄電システムも電力設備の稼働率向上や効率的運用により、エネルギーの有効利用に貢献する。

本研究では、これらのシステムを最も有効に活用するため、システムの適用箇所、適用方法、適用に伴う効用等を明確化し、その上でシステムの導入を推進するための規制のあり方と誘導策等を検討する。更に、これらのシステムを一体的に組み込んだ高効率全電化住宅のあり方や普及促進策を調査・研究する。また、これらのシステムを普及する際に確立しておくべき「エネルギー・環境評価手法」についても検討を行う。

以上により、蓄熱式ヒートポンプシステム、蓄電システム、高効率全電化住宅の普及を加速するための具体的制度反映を行うことを目的とする。

第1章 蓄熱式ヒートポンプシステムの性能評価と有効性研究

- ・ 運転実績データを基に省エネルギー効果やCO₂排出削減効果等の性能実態を評価
- ・ 普及拡大による社会的効果の評価、更なる普及拡大に向けた課題と方策の検討

第2章 蓄電システムの性能評価と有効性研究

- ・ 定置型、電気自動車用など移動体についての蓄電システムの技術開発動向
- ・ 運転実績データなどを基にエネルギー負荷の平準化による効果等を評価
- ・ 蓄電技術の普及による将来イメージ
- ・ 普及拡大に向けた課題と方策の検討

第3章 高効率全電化住宅システムの性能評価と有効性研究

- ・ 高効率全電化住宅システムの省エネルギー効果やCO₂排出削減効果等の性能実態を評価
- ・ 普及拡大による社会的効果の評価、更なる普及拡大に向けた課題と方策の検討

第4章 エネルギー・環境評価手法に関する研究

- ・ 国内外におけるエネルギー・環境評価手法の実態把握
- ・ わが国のエネルギー・環境評価制度における課題の整理
- ・ 今後の社会状況を踏まえた評価手法の考え方について検討

Ⅱ 研究の概要

第1章 蓄熱式ヒートポンプシステムの性能評価と有効性研究

1-1. 蓄熱式ヒートポンプシステムの導入意義

(1) 蓄熱式ヒートポンプシステムとは

蓄熱式ヒートポンプシステムとは、熱需要の少ない時間帯に蓄熱し、ピーク時間帯に放熱するシステムであり、負荷の平準化を可能とする。熱回収ヒートポンプなどで、実際の需要と違う時間帯に回収した排熱を、蓄熱槽に蓄熱することで必要なときに利用することができる。

そのメリットは、①熱源機器容量の低減によるインシヤルコスト削減、②夜間電力の利用による負荷平準化とランニングコスト削減、③熱源機を高負荷率で運転することにより機器効率が向上、④冷熱源を夜間に運転することにより機器効率が向上、⑤排熱や未利用エネルギーを無駄なく有効利用、火災時は消防用水、災害時は生活用水として活用可能、等である。

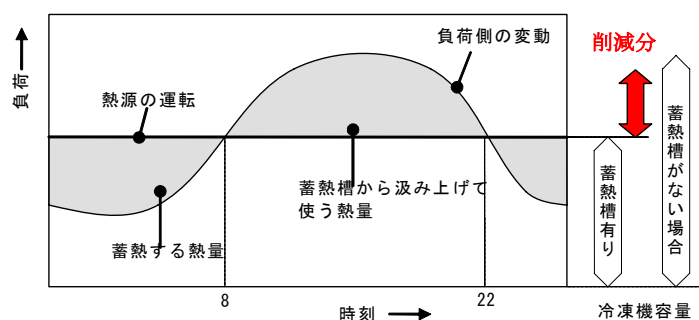


図2.1 蓄熱方式ヒートポンプシステムのイメージ

(2) 蓄熱式ヒートポンプシステムの導入意義

蓄熱式ヒートポンプシステムの導入意義としては以下が考えられる。

①省エネルギーと地球温暖化防止

高効率ヒートポンプの技術開発の進展や、蓄熱システムと未利用エネルギーや熱回収システムを組み合わせた高効率システムの普及は、省エネルギーとCO₂排出量の削減に非常に有効である。

②電力負荷平準化

蓄熱システムは、需要家側で取り組める電力負荷平準化の方策として普及しており、今後も一層の普及促進と高効率ヒートポンプと組み合わせることで、更なる高効率化が期待される。

③都市環境の改善

大気熱や未利用エネルギーを有効に利用できる高効率ヒートポンプは、ヒートアイランドや大気汚染などの都市環境問題を解決する有効な手段のひとつとして期待される。

④都市再生・都市防災への貢献

蓄熱システムは、熱回収ヒートポンプと組み合わせることで、都市におけるエネルギーの融通

に寄与しており、都市再生の中でも明確に位置づけることで、エネルギーの効率的な活用が期待される。また、蓄熱槽は、コミュニティタンクとして活用することで、都市防災機能の強化も期待される。

1-2. 蓄熱式ヒートポンプシステムの技術開発の動向および普及実績

(1) ヒートポンプの高効率化の開発動向

近年、ヒートポンプの技術開発が急速に進んだ結果、空調用・給湯用両面で、数多くの高効率ヒートポンプが実用化の段階に至るようになった。①COPの向上、②自然冷媒機種の開発、③部分負荷性能の向上、④省スペース化等が実用化され、更なる高効率化やコストダウン、省スペース化等に向けて、現在ヒートポンプの開発が進められている。

(2) ヒートポンプの普及実績

個別方式を含めた過去10年間の空調用熱源機器は、電動駆動式エアコンが出荷台数ベース、金額ベース共に約90%を占めている。中央熱源方式では、出荷台数ベースで電気方式が約70%、ガス方式が約30%となっている。金額ベースでは、電気方式が約53%、ガス方式が約47%となっている。

(3) 蓄熱式ヒートポンプシステムの開発動向

蓄熱式ヒートポンプシステムの近年の開発テーマとしては、より多くの熱量をより少ないスペースで蓄えるための「高密度化」に関する技術と、蓄放熱・熱生産を状況にあわせて自在にコントロールする「制御性」に関する技術がある。

1-3. エネルギー性能・環境保全性能の評価

(1) 蓄熱システムの運転性能実績の評価

①晴海アイランド地区熱供給施設

晴海アイランド地区は、19,060m³の温度成層型蓄熱槽と高効率ヒートポンプシステムを採用した熱供給施設である。実績値による試算では、熱源システムの一次エネルギー換算COPは1.19、熱源機単体のCOPは5.1(補機込みで約4.3)と推計される。その際の熱量の年間夜間移行率は76%に達し、単位熱量あたりのCO₂排出量は熱供給事業便覧で推計した全国DHC平均の60%減となる。

蓄熱空調システムの採用により、非蓄熱システムに比べ施設全体で一次エネルギーを約21.2%削減していると考えられ、実績値による試算では、1次エネルギー消費量は約30,000GJ/年、CO₂排出量では約910t-CO₂/年、単位熱量では7.2g-CO₂/MJ、それぞれ削減したことに相当する。

②幕張新都心ハイテク・ビジネス地区熱供給施設

幕張新都心ハイテク・ビジネス地区は、下水処理水熱源ヒートポンプと熱回収型ヒートポンプシステムを採用した熱供給施設である。実績値による試算では、従来型の空気熱源の熱供給施設

と比較して、冷熱製造電力の約7%、温熱製造電力の約33%を削減している。また、蓄熱式熱回収システムにより、温熱供給をほぼ100%冷房排熱の熱回収により供給しており、非熱回収方式に比べ、温熱製造電力のを31.7%を削減している。実績値による試算では、システム全体の消費電力を、従来型の空気熱源の熱供給施設に比べ約9%の削減しており、1次エネルギー換算COPは1.29を達成し、全国でもっとも効率が高くなっている。

(2) 統計データによる地域冷暖房の運転実績の評価

平成16年度熱供給事業便覧によると、蓄熱式ヒートポンプシステムである電気式地域冷暖房は、省エネ性・環境性能に優れており、CO₂排出量で比較すると、全国平均値が67.0g-CO₂/MJであるのに対し電気式の平均値は35.1g-CO₂/MJ（約48%削減）という試算結果となった。

1-4. 普及拡大による社会的効果の分析

(1) 今後の市場分析

建築設備情報年鑑・竣工設備データによると、事務所ビルでは、5,000m²以下ではHPパッケージシステム、30,000m²以上では直焚き吸収式冷温水機と地域冷暖房が主流となっている。10,000m²から30,000m²前後について、空冷電動チラーの採用比率は約2割、直焚き吸収式冷温水機は約5割となっている。某県の建築面積フローベースで見ると全体の約12%（非居住用途の約33%）、全国のストックベースで見ると約19%を占めており、採用比率の小さい10,000m²以上の物件で高効率な蓄熱式ヒートポンプシステムを普及させることが重要である。

また、ESCO事業など包括的なエネルギー事業も有望な市場として期待されており、ストック市場に対する普及チャネルの多様化が期待できる。

ただし、資源エネルギー庁の試算（2030年のエネルギー需給展望）では、ヒートポンプによるエネルギー削減量が30万kL/年であるのに対し、コージェネレーションシステムの普及による削減量は2030年度までに約570万kL/年とされており、ヒートポンプはその優れた運転実績に比べ現状の評価が極めて低く、適正評価によるPRが必要である。

(2) エネルギー・環境問題に対する効果

日本全国の業務用空調熱源機器をすべて蓄熱式ヒートポンプシステムに切り替えた場合、消費エネルギー削減量は198,310TJ/年となり、業務部門全体の消費エネルギー（2,011,230TJ/年）の約10%を占める。また、この場合のCO₂の削減量は1,201万t-CO₂/年となり、2010年の追加対策による削減目標1,100万t-CO₂/年を超える効果がある。

(3) その他の社会的効果

晴海トリトンスクエアの19,060m³の蓄熱槽は、災害時に確保すべき給水量の約90,000人分にあたり、周辺地域を含めた災害時用水源としても有効となる。

1－5．蓄熱式ヒートポンプシステムの普及に向けた課題と方策

	普及に向けた課題	課題に対する方策提案
技術面から見た課題	省スペース化 →建築計画との詳細な調整が必要 →戸建住宅や都心部・ストック市場への導入困難	高密度蓄熱媒体の開発 更なる省スペース化のための研究開発 水蓄熱システムへの政策的インセンティブ付与 →水蓄熱は、必要スペースは大きくなるが最も高効率であり、容積率緩和などの優遇措置を設ける価値がある。
	軽量化 →リニューアルで氷蓄熱不採用の理由は荷重対応	高密度蓄熱媒体の開発 更なる軽量化のための研究開発
	寒冷地対応 →寒冷地では冬季の暖房能力向上が重要となる	地中熱源・地下水利用・下水処理水利用技術の普及 →ヒートアイランド対策にも有効（特に都心部）
	運用管理能力の改善 →水蓄熱運用不備の原因は管理人の知識不足	運転管理人に対する教育制度の拡充 蓄熱運転代行サービスなどの高度運用支援事業の展開 →省エネチューニングの推進
事業面から見た課題	ユーザー導入コスト負担の軽減 →電力料金の値下がり回収年数が長期化 →蓄熱システムのイニシャルコスト高 →ユーザー評価の厳格化（基準回収年数3年）	機器の低コスト化 インセンティブ付与 →高効率システム普及への優遇措置・規制緩和
	蓄熱ヒートポンプシステムに対する認知不足 →政府報告書でも評価されている例が少ない →他システムも含め、運転実態に関する性能検証が不徹底	ユーザー・行政へのPR →蓄熱ヒートポンプシステムの高効率運転実績をPR →分散エネルギーとして都市再生に有効であることをPR →蓄熱とヒートポンプを個別に数値化しPR
	競合システムとの差別化 →小規模物件で優位なHPパッケージとの性能比較 →大規模物件で優位な冷温水発生機との性能比較	適正評価の実施・検証 →詳細なシミュレーションに基づく性能検証
法制度面から見た課題	氷蓄熱機器 →氷蓄熱は参入企業が多く、定格性能・運転実績にも差がある。 →氷蓄熱は運転モードが多様であるため、COPと運用実態が対応していない場合もある。	適正な評価手法の確立 →氷蓄熱機器向けの詳細な評価基準の整備 効率のよい支援先選定方式への変革 →高効率運転の実績が豊富な機器に対する集中的な支援の実施
	補助制度 →単年度事業の補助金制度は設計施工スケジュールと合致しない	使いやすい補助制度・税制優遇の拡充 規制緩和 →高圧ガス保安法の規制緩和

第2章 蓄電システムの性能評価と有効性研究

2-1. 蓄電システムの導入意義

(1) 蓄電技術を取り巻くエネルギー・環境問題等の動向

最大需要電力は2001年度をピークに2003年度までは減少しているが、1990年度に比べると17%増となっている。また、夏季昼間の冷房需要の急増を要因として夏季最大需要電力が尖鋭化し、2001年度の年負荷率は58.6%と1960年代の70%近い値に比べると、かなり低くなっており、電力負荷平準化対策の推進が課題となっている。

業務部門と家庭部門のエネルギー源別の最終エネルギー消費をみると、電力の伸びが大きく2002年度のエネルギー消費量は1990年度に比べ1.5倍程度あり、今後も保有機器の増加や大型化の傾向は続くと予想され、省エネルギーが大きな課題である。

一方、地震をはじめとした災害の多発による防災への対応、安定的で品質の高い電力の供給、エネルギーコスト・光熱費削減のための割安な深夜電力の活用など、蓄電技術に対するニーズは高まっていると考えられる。

(2) 蓄電システムの導入意義

蓄電システムの導入意義としては以下が考えられる。

- ・電力負荷平準化（年負荷率向上）のための供給側、需要側での電力貯蔵機能の最適配置
- ・太陽光発電、風力発電等の自然エネルギー発電の有効活用
- ・地震をはじめとした災害に対する防災機能の強化（非常用電源）
- ・瞬時停電、瞬時電圧降下等のない高品質な電力の確保
- ・割安な深夜電力の活用によるエネルギーコストの削減

2-2. 蓄電システムの技術開発動向等

(1) 蓄電技術の開発動向

電力貯蔵技術としての蓄電池は、ムーンライト計画で新型電池電力貯蔵技術と分散型電池電力貯蔵技術の研究が進められて以来、実用化に向けた開発が進んでいる。具体的には各種の電力貯蔵用新型二次電池が開発され、①ナトリウム硫黄電池（以下、NAS電池）、②レドックスフロー電池、③亜鉛・臭素電池、④鉛蓄電池などが既に実用化し、更なるコスト低減やコンパクト化等に向けて現在、各種蓄電池の開発が進められている。

移動体用蓄電池についても⑤リチウムイオン電池、⑥ニッケル水素電池の技術開発が進み、一充電あたりの走行距離が200km以上走行できる電気自動車も開発されている。

また、⑦超電導電力貯蔵技術（SMES）や⑧キャパシタなど新しいタイプの蓄電技術の開発も進められている。

(2) 蓄電技術の普及実績

定置型蓄電システムとしては、N A S 電池が実証実験による開発段階から普及段階に移行し、負荷平準化対策、非常用電源用途、瞬時電圧降下対策として浄水場、工場、大型店舗等に採用され、2004年11月末で、約84,000kW（国内）が稼動している。また、レドックスフロー電池は、平成12年以降、事務所ビル、大学、工場などでの導入実績がある。

一方、蓄電池を利用した移動体では、2003年3月時点でハイブリット車が90,875台普及しているが、電気自動車は5,600台の普及に留まっている。

(3) 関連支援制度

定置型蓄電技術に関連する支援制度として、経済産業省資源エネルギー庁による「先導的負荷平準化機器導入普及モデル事業」制度が設けられ、高い負荷平準化効果が見込まれる需要側設備として、電力貯蔵技術の普及に向けた国の支援も図られている。

一方、移動体蓄電技術に関する支援制度としては、経済産業省による「クリーンエネルギー自動車導入促進事業」制度により、電気自動車の購入および電気自動車充電設備（エコ・ステーション設備）に対する支援が図られている。

2－3. 蓄電システムの導入効果

(1) 定置用蓄電技術の導入効果

① 負荷平準化によるコスト低減効果

夜間に電力貯蔵、昼間に放電するピーク電力のシフトにより、契約電力の基本料金低減と昼夜間電力料金差を利用したコスト低減効果が得られる。また比較的規模の大きい施設では受変電設備の低容量化により、受変電設備費用の削減メリットを得る選択も可能となる。

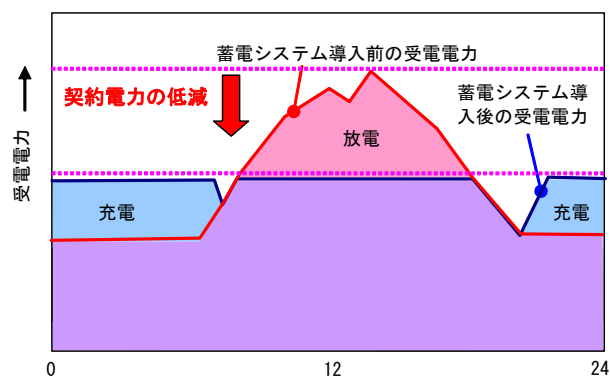


図2.1 システム導入による負荷平準化のイメージ

② 瞬時電圧低下防止効果

瞬時電圧降下が生じた際、系統電力から切り離して電池から重要負荷に電力を供給し、負荷側の電圧影響を回避することにより、安定的に高品質な電力を供給することが可能である。実際に半導体工場等の精密部品製造工場では、落雷等の停電に起因する瞬時電圧降下による

生産ライン停止対策として電力貯蔵施設が導入されており、その効果も実証されている。

③ 非常用電源対策

常時の電力負荷平準化を行いながら非常電源として必要な電力を常に確保しておき、停電時のスプリンクラーや非常用照明等の消防電力に充てる。併せて負荷平準化運転を実施することから、従来の非常用発電機と比較しても起動の信頼性が高い。

④ 自然エネルギーの貯蔵・出力平滑対策

風力発電などの自然エネルギーによる発電は、長周期から短周期まで出力変動することから、瞬時応答性に優れた電力貯蔵システムで出力変動を吸収し、負荷に対して安定的な出力を確保することが可能になる。

(2) 蓄電技術を利用した移動体（電気自動車）の導入効果

① 国のCO₂排出削減目標と電気自動車の寄与率

経済産業省総合資源エネルギー調査部会による2010年の電気自動車普及目標約11万台が実現した場合、同台数のガソリン車とのCO₂排出量の差は24.7万t-CO₂/年と試算される。これは、地球温暖化対策推進大綱（平成14年3月）運輸部門におけるクリーンエネルギー自動車の普及促進による省エネルギー対策量220万t-CO₂/年の約11%に相当する量である。

② 都心におけるNO_x排出削減効果

電気自動車は走行速度に係わらず走行中に排ガスを全く出さないことから、大気環境対策が重要な地域では、特にその導入効果が期待される。東京都区部で登録される軽自動車の10%（約5万台）が電気自動車に置き換えれば、25,500 kg/年のNO_x削減効果がある。これは、ガソリン軽自動車が150×10⁶ km走行した際に排出するNO_xに相当する。

2-4. 蓄電技術の普及による将来イメージ

蓄電システムの普及により個々の住宅・施設の電力品質維持・防災機能向上、電力ネットワークの信頼性向上、需要側での蓄電機能充実による供給側での大規模発電所の新設の補完、系統電力の負荷率の高い運用によるネットワーク全体での省エネルギー性向上などが期待される。

電気自動車の都心部での短距離移動としての積極的活用は、自動車用エネルギー消費量の低減、大気環境の改善に寄与する。特に公共交通機関の利便性が高い都心では、自動車利用の必要性の低さ、駐車スペースの確保や費用負担から、カーシェアリングなどの方策も有効であり、カーシェアリングの普及に併せ電気自動車の活用を進めていくことが考えられる。

今後、蓄電性能向上が実現すれば、住宅・施設での活用方法の多様化（高効率な負荷平準化策としての活用や自立型エネルギー住宅など）や、電気自動車の性能・利便性の向上（走行続距離、充電の利便性の向上）によるマイカー用途としての普及なども期待される。

2-5. 蓄電技術の普及に向けた課題の整理

	普及に向けた課題	課題に対する方策提案
技術面から見た課題	・蓄電池のコスト削減及び性能向上（高効率化・高密度化） → 施設・住宅での長期利用が可能となる耐久性向上 → 充放電ロスの縮小による高効率化、高密度化による小型化（定置用、自動車用とも） → 電気自動車における一充電当たりの充電時間の短縮、走行距離の長距離化、電池交換頻度の低減（電池の長寿命化）	・電池性能向上のための技術開発支援 → 蓄電池の性能向上、低コスト化に向けた技術開発の支援 ・新しい蓄電システム開発 → 防災、自立をコンセプトとした蓄電システムを組み込んだ防災対応型システムの開発支援 → 普及型の蓄電パッケージシステム（小型の防災、電力品質保証などの機能を持つシステム）の開発支援 → 維持管理が容易で安全性の高いシステム開発 ・運用最適化システムの開発 → 需要予測の向上、充放電パターンの最適化 → 瞬低や非常用対策時のシステム運用最適化 → 風力、太陽光を含めたシステム運用最適化
	・蓄電池を組み込んだ住宅システムの開発 → 住宅用などで設置可能な高効率でコンパクト・低コスト・メンテナンスフリーの蓄電システム	
	・需要側の蓄電システム利用技術の向上	
事業面から見た課題	・イニシャルコスト負担の軽減 → 非常用電源、瞬低対策としての必要性がない場合、イニシャルコストに対する負担感は大い。 → 電気自動車は車種が限られ、同クラスのガソリン車に比べて割高	・リース事業の展開 → イニシャルコスト低減を目的とした機器リース、電気自動車リース事業の積極的展開 ・蓄電システム用料金体系の創設 → 夜間蓄電調整契約など優遇措置 ・蓄電システムを組み込んだ標準プランの作成 → 普及にむけた住宅ユニット化、標準プランづくり → 太陽光、風力発電における蓄電システムの積極的導入 → 一建物における分散配置などの可能性 ・電気自動車の車種の多様化、および充電所などインフラ環境整備
	・ランニングコストの軽減 → 蓄電システムに特化した電力料金メニューがない（割引料金体系）	
	・設置スペースの確保 → 大容量蓄電池は、設置場所の確保が必要	
法制度面から見た課題・その他	・国策としての蓄電システムの普及目標が必要 → 蓄電システムの普及目標が不明確 → 個々の需要家にとっての負荷平準化の意味（訴求ポイントが不明確）	・社会的効用のPR → 蓄電システムの普及による負荷平準化のメリットの明確化とPR（電力供給者、住宅供給者、建設事業者との連携） ・蓄電システムの導入に対する社会的な位置づけの強化 → エネルギー政策の中での蓄電システムの役割（電力供給安定、品質維持など）の明確化 → 都市防災などの観点から、再開発地におけるバックアップ電源や共同蓄熱槽の設置義務化 ・高品質な自然エネルギー発電の普及 → 自然エネルギー発電の導入を行う場合、蓄電システムと組み合わせた高品質な電力が供給できるシステムに対する優遇、若しくは義務化 ・技術開発に合わせた規制緩和の促進、蓄電システムの導入支援 → NAS 電池に対する消防法規制の一層の緩和 → 大量普及の起爆剤としての導入支援（補助、税制優遇、容積率緩和など） ・都心における電気自動車導入の支援 → カーシェアリングなど自動車保有台数の削減（駐車スペースの削減）に寄与する事業における電気自動車導入に対する優遇措置 → 業務用電気自動車導入に対する補助等、ガソリン車等から電気自動車への誘導強化
	・系統の電力品質に影響を与えない発電システムの普及 → 風力発電、太陽光発電システムの普及拡大に伴う系統電力への影響懸念	
	・蓄電システムに対する一層の規制緩和 ・都市における大気汚染対策としての電気自動車普及促進の強化	

第3章 高効率全電化住宅システムの性能評価と有効性研究

3-1. 高効率全電化住宅の概要

(1) 全電化住宅とは

全電化住宅とは、家庭における暖冷房、給湯、照明・動力のすべての用途を全て電気で賄う住宅で、大気熱を利用した高効率給湯器であるCO₂冷媒ヒートポンプ給湯器や、直火を使用しない厨房機器であるIHクッキングヒーターなど、従来型住宅と比較して大きな特徴を有している。

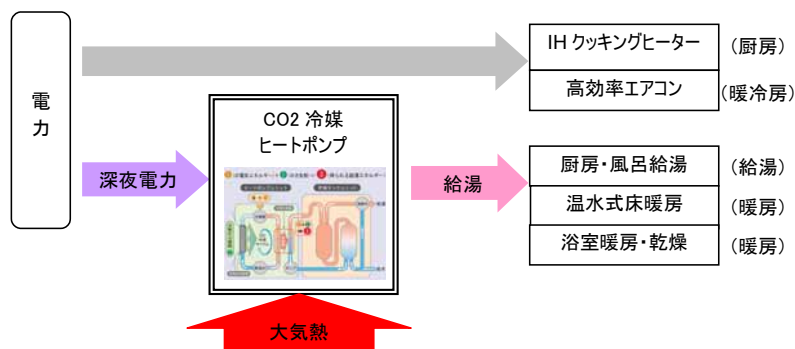


図3.1 高効率全電化住宅のイメージ

(2) 高効率全電化住宅システムの導入意義

表3.1 高効率全電化住宅システムの導入意義

省エネルギー・CO ₂ 排出削減	住宅の暖房、給湯、厨房用途では、依然として灯油・ガス等の燃焼系を主体とした機器使用が大部分を占めることから、需要側の全電化システム選択により相当程度の省エネルギー余地が見込まれる。 また全電化住宅に組み込まれるCO ₂ 冷媒ヒートポンプ給湯器をはじめとした高効率住宅システムの導入推進は、住宅分野のCO ₂ 排出削減に効果的な対策といえる。
エネルギーコスト（光熱費）の削減	全電化住宅システムの導入により割安な夜間電力の利用が促進され、省エネルギー効果とあわせて光熱費の大幅な削減効果が期待できる。
室内環境の向上	燃焼式の暖房機や厨房機器に比べて、室内の空気質がクリーンに保たれ、居住者の健康快適性の向上にも寄与する。
安全性の向上	高齢化に伴い単身の高齢者の増加も予想されており、燃焼器具をもたない全電化住宅の普及は、各家庭の安全性だけでなく、地域の安全性向上につながる。

3-2. 高効率全電化住宅の開発動向・普及実績

(1) システム開発動向

CO₂冷媒ヒートポンプ給湯器や高効率エアコン等、既に実用化しているが、更なる高効率化に向けた技術開発が進められており、CO₂冷媒ヒートポンプ給湯器ではCOP=4.0、高効率エアコン

ではCOP=6.0を超える機器が既に商品化されている。

(2) 普及動向

CO₂冷媒ヒートポンプ給湯器および電気温水器の出荷台数と平成12年度国勢調査に基づく世帯数をもとにした普及率は0.2%であり、今後の普及拡大余地は大きい。

一方、家庭用エアコンについては全世帯の9割近くに普及しているが、暖房用ファンヒーターの普及も広がっており、依然として冬期に燃焼系暖房機器が使用されているという実態がある。

3-3. エネルギー性能・環境保全性能の評価

機器効率等の実測データを参考に従来型住宅モデルと全電化住宅システムによる省エネルギー性、環境保全性、経済性についての比較を行った。

表3.2 試算結果による高効率全電化住宅の性能評価

一次エネルギー消費量削減効果	高効率全電化住宅の一次エネルギー消費量は、従来型住宅に対して戸建住宅で77%、集合住宅で85%と試算された。
CO ₂ 排出削減効果	高効率全電化住宅のCO ₂ 排出量は、従来型住宅に対して戸建住宅で72%、集合住宅で78%と試算された。
光熱費削減効果	光熱費は、戸建住宅119 千円/年戸、集合住宅91 千円/年戸で、従来型住宅での光熱費に対して戸建住宅で63%、集合住宅で67%と試算された。

3-4. 普及拡大による社会的効果の分析

(1) 普及拡大の見通し

国によるCO₂冷媒ヒートポンプ給湯器の普及目標(2010年目標)520万台を達成するには、今後2005～2010年の6年間で単純平均して毎年84万台(世帯)のペースで普及させる必要がある(2003年度の全国新設着工戸数117万戸の約7割)。一方、既存住宅ストック約4,400万戸の内、省エネルギー基準に適合する住宅の割合は約1割程度に留まっており、普及拡大の余地は大きい。

(2) 省エネルギー・環境保全性効果

520万台普及した場合、最終エネルギー消費量は原油換算で280万kLが削減される見込みである(地球温暖化対策推進大綱の民生部門需要側対策量1,910万kLの15%)。

同様にCO₂排出削減量を試算すると332万t-CO₂が削減される見込みである(地球温暖化対策推進大綱の民生部門需要側対策量8,350万t-CO₂の4%)。

(3) その他社会的効果

CO₂冷媒ヒートポンプ給湯器の貯湯槽は災害時の生活用水として機能することが可能であり、520万台の機器が普及することにより、2,200万人分(3日間)の生活用水が確保できる。

また、CO₂冷媒ヒートポンプ給湯器による大気熱回収効果も期待できる。

3-5. 高効率全電化システムの普及に向けた課題の整理

	普及に向けた課題	課題に対する方策提案
技術面から見た課題	・CO₂冷媒ヒートポンプ給湯器の省スペース化 →設置スペースの確保が困難な狭隘住宅への対応 ・機器の更なる高効率化・低コスト化及び新たな住宅システムの開発 →HEMS との組み合わせた省エネルギーシステムの開発 ・冬場における高効率エアコンの使用率向上 ・定格ではなく実使用下における高効率機器の性能実態把握	・新たなシステムの開発・機器の低コスト化に対する研究開発の推進 →貯湯槽小型化など省スペースタイプのCO₂HP 給湯器開発 →床下設置など建築との一体施工モデルの開発 →夏期エアコン排熱を利用した熱融通システムの開発 →地中熱ヒートポンプシステム利用の可能性や、太陽光発電・太陽熱利用と連携した高効率システム開発 →高齢者にも簡単に扱える HEMS システムの開発 ・第三者機関や公的機関による検証・公表制度の導入 →標準的使用を想定した「シーズン COP」表示制度の具体化 →全電化住宅の火災に対する安全性や室内環境の向上に対する評価
事業面から見た課題	・全電化住宅・高効率機器に対する認知度向上 →全電化住宅システムのPR →ランニングコストメリットの認識不足。 ・ストック市場での全電化促進 →特に既設集合住では電気負荷増加に対応した幹線電気設備の改修工事の発生が導入の障害	・効果的なPR 推進 →デベロッパーやユーザー（特に主婦層）を対象とした効果的なPR →ユーザーの生活スタイルに応じた導入メリットの分析サービス・説明 →燃焼を伴わない安全性・快適性の実証、CO₂HP 給湯器による防災性向上をユーザー・行政等へ積極的にPR ・大規模改修・建て替え・再開発等に伴う全電化住宅の導入支援 →環境負荷低減に資する改修に対する補助適用 →都心部での高効率機器導入による住宅付置制度の緩和 →再開発地区、都心共同住宅、高齢者向け優良賃貸住宅、特定優良賃貸住宅等での高効率機器導入に対する補助金優遇措置
法制度面から見た課題	・性能向上にむけた開発によって生じる新たな基準・規制に係わる問題への対応 ・ユーザー導入コスト負担の軽減、ユーザー・デベロッパーへインセンティブを与える補助・制度 →予算を超えると抽選となる現状の補助制度ではユーザーの導入インセンティブに欠ける。 ・高い省エネルギー性能をもつ工業化住宅での高効率機器の使用促進	・技術開発・性能向上に合わせた規制緩和等の促進 →宅内排出熱が少なく、燃焼系設備を持たない全電化住宅での換気基準緩和等 →CO₂HP 給湯器の加熱力アップに伴う高圧ガス法適用条件の緩和 →環境負荷低減効果の優れた全電化住宅に対する容積率緩和制度の周知徹底、建築審査など行政手続きの簡素化。 →高い安全性や環境性を有する設備を導入した住宅に対する各種割引制度、民間金融商品の拡充 ・使いやすい補助制度・税制優遇の拡充 →現状の補助率（現状、従来機器との差額1/2）を下げてでも全ての申請者に対する補助を行う →全電化住宅への高効率機器導入に対する固定資産税、所得税の軽減 ・工業化住宅への高効率機器導入誘導 →高い性能評価を受けた住宅への優先的な高効率機器購入補助

第4章 エネルギー・環境評価手法に関する研究

4-1. エネルギー・環境評価手法に関する研究意義

省エネルギー法告示の一次エネルギー換算は、燃料と電気の原単位が個別に示されているだけで、コージェネレーションの評価の考え方が示されていない。

一次エネルギー換算やCO₂排出量に用いられている電力原単位は、全電源平均と火力平均が混在して使用されており、様々な矛盾を生み出している。

化石燃料の燃焼によって得たエネルギーを、大気熱を利用するヒートポンプに移行することは、再生可能エネルギーのひとつとして位置付けることができるのではないかと。

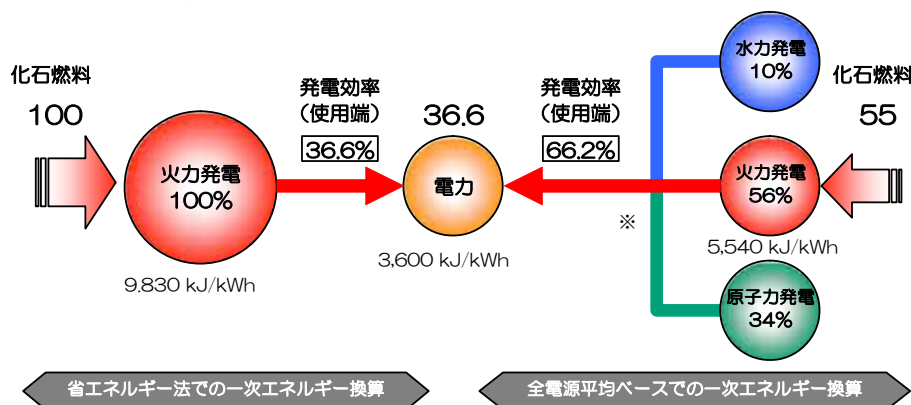
以上のような現状を踏まえて、国内外におけるエネルギー・環境評価手法の実態把握やそれを踏まえたわが国における課題の整理を行うとともに、今後の社会状況を踏まえた評価手法の考え方について研究する。

4-2. 国内外のエネルギー・環境評価手法の実態把握

(1) 一次エネルギー換算及び環境評価(CO₂換算)に関する実情

①わが国で使用されている一次エネルギー換算の原単位の現状

省エネルギー法においては、一次エネルギー換算値(9,830kJ/kWh)は火力発電のみで算出した使用端発電効率36.6%を使用している。一般電気事業者10社の合計では、使用端電力量1kWhあたりの化石燃料消費量は5,540kJ/kWhであり、省エネルギー法の換算値の約半分となっている。



※：2000年度電力10社合計データ

図4.1 電力の一次エネルギー換算値の考え方

②わが国で使用されているCO₂排出量の原単位の現状

環境省の定めたCO₂排出量の算出には、全電源平均ベースの数値が用いられており、日本経団連や国内トップメーカーでの環境に対する取組みにおいても、電力原単位は全電源平均ベースの数値が用いられている。ただし、一次エネルギー原単位は昼夜間の区別があるが、CO₂排出原単位には全日の値しかないのが現状である。

③コージェネレーションの評価

電力の一次エネルギー換算値・CO₂排出量原単位を、系統電源システムは全電源平均ベースで、コージェネ排熱の価値を等価総合発電効率で評価した場合、系統電源システムに比べ、コージェネは必ずしも省エネ・CO₂排出量削減には有効ではない。系統電力の発電効率には高位発熱量(HHV)を基準に、コージェネは低位発熱量(LHV)を基準に発電効率を算出しているためである。

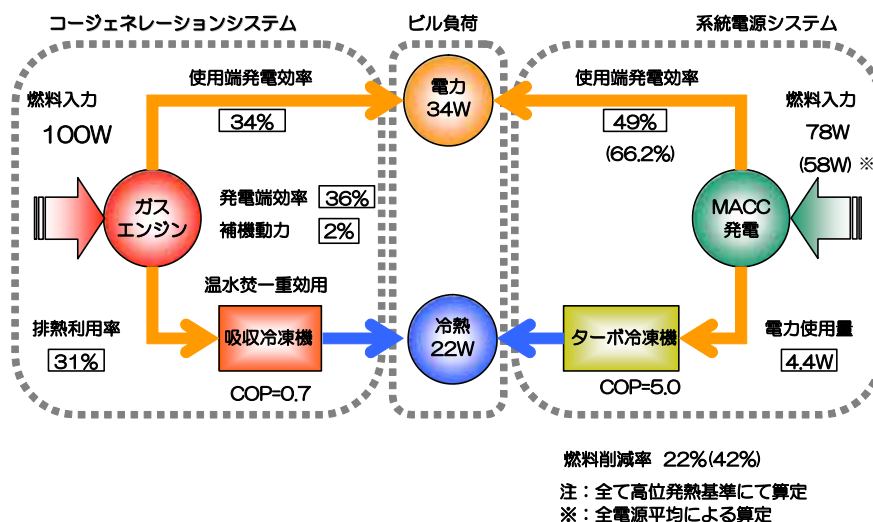


図4.2 システム電源システムとコージェネレーションシステムの化石燃料比較

(2) 再生可能エネルギー（自然エネルギー）の取扱い

新エネルギーは、コストや技術的な問題等様々な課題を有しており、発電分野については、RPS法の円滑な実施、太陽光発電の技術開発の加速化、風力発電の系統連系対策・立地規制調整により、目標達成の確実性を高めることが可能であると見込まれるものの、熱分野については、その導入が必ずしも順調に進んでいない分野もあり、目標を下回る可能性がある。

(3) 建築物の環境評価手法の実情

現在の環境評価手法は、①省エネ法による手法、②チェックリストによる手法、③定量化計算による手法、④総合評価による手法、に分類される。各々の評価手法には、評価項目の少なさ、データベースの整備、評価のフィードバックが困難、定性的な評価に留まる、などの問題がある。

4-3. わが国のエネルギー・環境評価制度の課題整理

(1) 地球環境問題などの国際的な動きから見た課題

平成15年度の温室効果ガス排出量速報値(環境省算定値)では1,336百万t-CO₂/年であり、COP3の基準年の温室効果ガス排出量は1,237百万t-CO₂/年に比べ約8.0%増加しており、削減目標の6%を加えると、173百万t-CO₂/年削減しなければならない。現行の対策では目標達成が難しい情勢で、追加対策の必要性が検討されている。

（２）利用者などから見た課題

①コミュニティタンク（蓄熱槽）による防災的価値による建築規制（容積率）緩和、②エコキュートの補助金を抽選ではなく全数交付とする、③IHヒーターの離隔距離の低減など、ユーザーに導入メリットがある法制の整備が必要である。

（３）今後のエネルギー・環境政策の方向性からみた課題

電力原単位算出根拠には評価対象によって算定方法や前提条件が異なるため、様々な矛盾が生じており、例えば、ガス冷房・コージェネの評価では、CO₂排出量削減の評価に火力平均の原単位を使用しているが、原単位が火力平均＞全電源平均であるため、削減量が過大評価となり実際の総排出量との整合が取れなくなっている。

省エネルギー法等、国で定めている一次エネルギー換算と、CO₂排出原単位の算定方法には矛盾点を無くすことが、適確にエネルギーの利用合理化を評価・検証する上で必要となる。

４－４． 今後の社会状況を踏まえたエネルギー・環境評価の考え方

（１）一次エネルギー換算の考え方

電気の発電端効率は1995年頃から向上しており、適正な時期・期間での一次エネルギー換算、CO₂排出原単位の公表が、中立的な評価につながると思われる。

また、平成17年度の省エネルギー法の改正では、熱と電気の区分を廃止し、エネルギーの一体的な管理を行うこととしている。この熱と電気の換算を行う際には、条件の統一された（全電源平均、昼夜間の分離等）原単位を算出して、公正な評価手法を明確化する必要がある。

（２）環境評価手法の考え方

エネルギー消費量、CO₂などの温室効果ガスだけでなく、NO_x、SO_x、排熱、騒音等も総合的に評価する必要がある。ただし、それを低減効果だけでエネルギーシステムの評価を行うと、現状の利便性や、建築物の室内環境・サービス機能が犠牲になる可能性があるため、一方で利用先になる建築物において総合的に評価する必要がある。

また、知的生産性・快適性などは定量評価が困難であるため評価しておらず、室内環境の質と知的生産性の相互関係を明らかにし、その影響を具体的に評価すべきである。

（３）省エネルギー法など関連法制度での取扱い

現行の省エネルギー法は罰則規定がない上に、一定規模以上は報告義務があるものの、既存の建物に対する規定がない。また、報告は電力やガスの現状の使用量と、前年度の比較を行うだけであり、設計段階との比較などの性能検証（コミッショニング）に関する規定がなく、自主的に行われているのが現状である。今後、優良ストックを増やすためには罰則規定や、高効率なものに対する優遇制度等は有効であると考えられる。

4-5. エネルギー・環境評価の課題の整理

	公正な評価に向けた課題	課題に対する方策提案
技術面から見た課題	原単位の不統一 →一次エネルギー、CO ₂ 排出量原単位の条件の矛盾 →ガス空調の矛盾のある評価	原単位の統一 →一次エネルギー・CO ₂ 排出量原単位の公正な条件整理 →整合のとれた公正な原単位の設定
	CO ₂ のみの環境評価	NO _x 、SO _x 、排熱、騒音を含めた環境評価 →LCCO ₂ での評価 →ヒートポンプのヒートアイランド対策効果 →電気システムの環境性
	戸建住宅の総合評価の未整備	戸建住宅用 CASBEE の開発 →全電化住宅システムの総合評価
	蓄熱式ヒートポンプシステム、蓄電システム、高効率全電化住宅システムの評価 →実務レベルのエネルギー消費モデル・プログラム	適切な評価手法の確立 →エネルギー源評価のためにツール作成 →部分負荷性能も含めた評価基準の整備
事業面から見た課題	建築物の総合評価 →省エネルギー・CO ₂ 排出量での評価 →生産効率（知的生産性・快適度等）と環境保全の相関性の欠如	総合評価 →CASBEE 等の総合評価手法による評価 →生産効率（知的生産性・快適度等）と環境保全に関する研究、方針の設定
	竣工後の性能評価 →現状はほとんどなされておらず不十分	竣工後の性能評価 →適切なコミショニングによる評価
法制度面から見た課題	電気に関する原単位の現状との乖離	電気に関する原単位の適正化 →適切な期間での電気に関する原単位の見直し、公表
	補助政策	補助政策の適正化 →成果の検証、申請時の査定の徹底 優良ストックの創出 →高効率システム普及への優遇措置・規制緩和