

分散型電源の普及促進のための調査報告書

平成 1 5 年 6 月



社団法人日本電機工業会

分散型電源技術専門委員会

目 次

項目	ページ
第1章 分散型電源をとりまく環境	1
第2章 分散型電源に係わりのある社会動向調査	5
2.1 現状の社会動向調査のまとめ	5
2.2 各省庁におけるエネルギー政策	5
2.3 企業（電力会社・ガス会社・エネルギー会社等）の動向調査	6
2.4 地方公共団体等	12
2.5 需要家	17
2.6 海外動向	19
2.7 研究会・調査会等の動向	21
第3章 分散型電源の普及促進に向けた助成・規制緩和策	26
3.1 太陽光発電	26
3.2 風力発電	30
3.3 燃料電池	34
3.4 その他（低公害車など）	35
第4章 分散型電源の技術動向	40
4.1 化石燃料発電	44
4.1.1 ガスタービン、マイクロガスタービン	44
4.1.2 ディーゼルエンジン・ガスエンジン	46
4.1.3 燃料電池	49
4.2 自然エネルギー発電	53
4.2.1 太陽光発電	53
4.2.2 風力発電	58
4.2.3 小水力発電	63
4.2.4 バイオマス	64
4.3 電力貯蔵技術	66
4.3.1 フライホイール	66
4.3.2 S M E S	67
4.3.3 二次電池（鉛、NaS、RF）	68
4.3.4 電気二重層コンデンサ	70
第5章 分散型電源のシステム構築技術と評価	72
5.1 複合型設置技術	72

5.2 社会的・経済的效果の評価法	81
第6章 分散型電源の経済性試算と評価	83
6.1 経済性試算の計算諸元	83
6.2 試算結果	98
6.3 経済性試算の結論	112
第7章 社会への要望（まとめにかえて）	118
7.1 地域内融通型電力供給体制の構築の提案	118
7.2 地域内融通型電力供給体制／システム実現のための諸提案	121

第1章 分散型電源をとりまく環境

新エネルギー等による分散型電源は、環境負荷が小さく資源制約が比較的少ない国産エネルギー、石油代替エネルギーとして、（１）循環型経済社会の構築、（２）エネルギー自給率の改善、（３）負荷率の改善に貢献することに加え、雇用の創出に資するなどのさまざまな意義を有している。以下に上記三つの項目について説明する。

（１） 循環型経済社会の構築

発展途上国を中心とした急激な人口増加とコスト優先の経済発展は、化石エネルギーを中心としたエネルギーの大量消費を生んでいる。これにより CO_2 、 SO_x 、 NO_x は増加し続け温暖化や酸性雨による森林減少などの地球環境破壊が進んでいる。この状態では地球環境破壊を抑えるには経済の発展を抑制しなければならない、経済（Economy）、エネルギー(Energy)、環境(Environment)はトリレンマの関係にあり、負の循環に陥っている（図1-1 参照）。

そこで地球環境と調和した緩やかな経済発展が必要である。すなわち、自然エネルギー、未利用エネルギーの活用、排熱の有効利用などのエネルギー消費形態の改善により CO_2 、 SO_x 、 NO_x は増加を抑制し、地球環境を守ることができる。これにより経済の持続的な発展も保証され、正の循環が成り立つ。エネルギー消費形態の改善には太陽光や風力発電、廃棄物やバイオマス発電、マイクロタービンや燃料電池システムによるコージェネレーションなどのいわゆる分散型電源の普及が必要である。

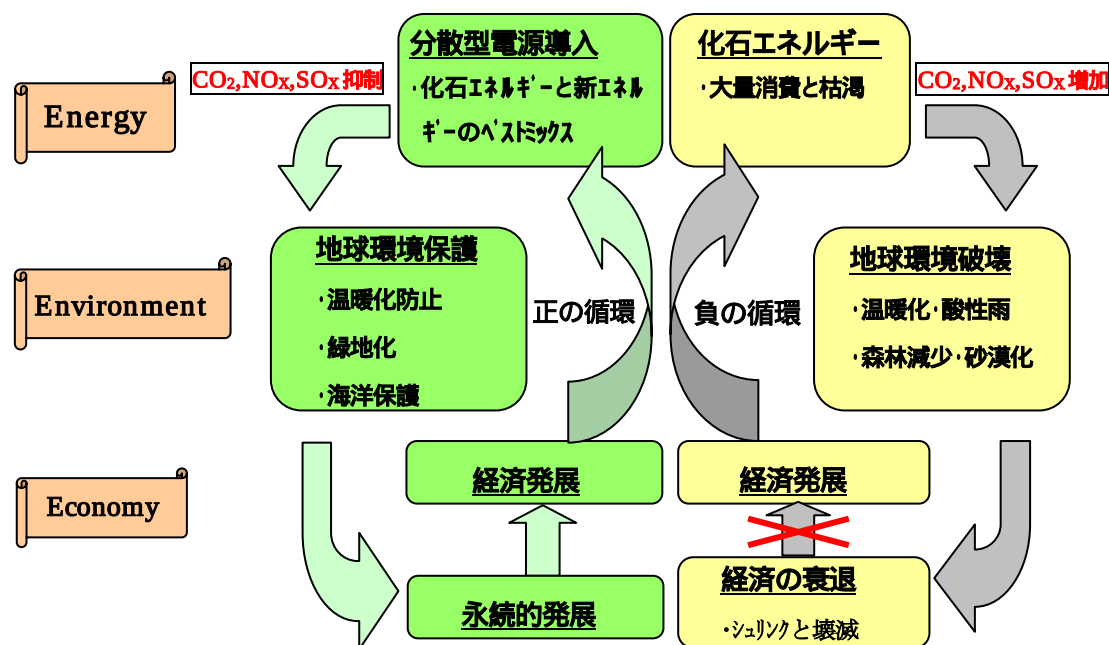
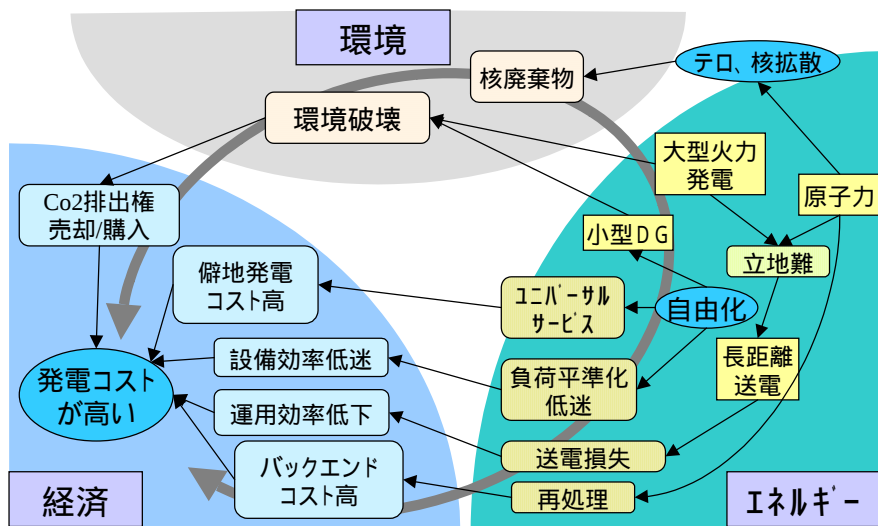


図1-1 エネルギー、環境、経済のトリレンマと解決策

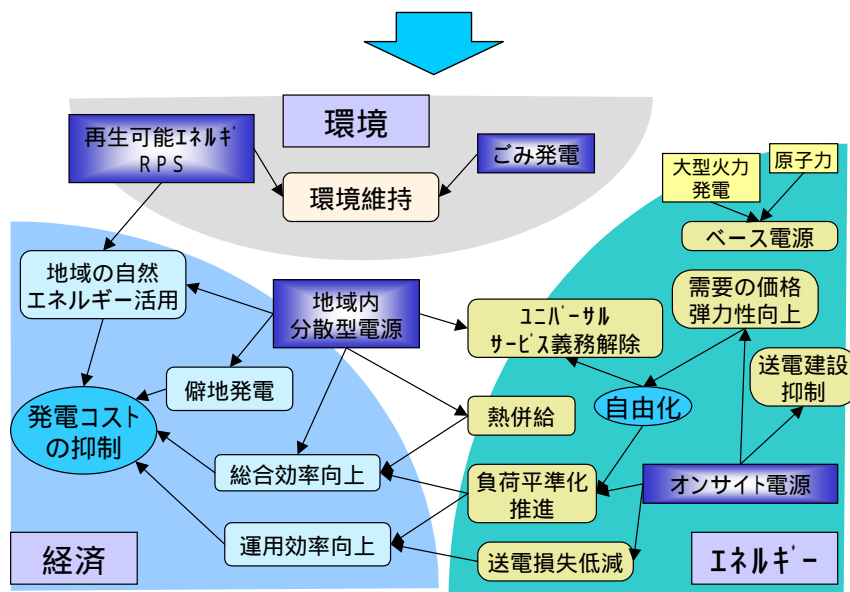
経済（Economy）、エネルギー(Energy)、環境(Environment)の3要素からなる先進国の問題をまとめたものを図1-2に示す。先進国では環境破壊への配慮や、エネルギーの供給には、ある程度の安定が図れているが、コスト高への圧迫が顕著である。これに対して、再生可能エネルギー

ギー、分散型電源、オンサイト電源、ごみ発電の普及は、問題解決に大きく寄与すると期待される。

図1-3には開発途上国の問題点をまとめる。トリレンマスパイラルが顕在化している状況は、先進国同様、再生可能エネルギー、分散型電源、オンサイト電源、ごみ発電の普及によって解消に導くことができると期待されている。

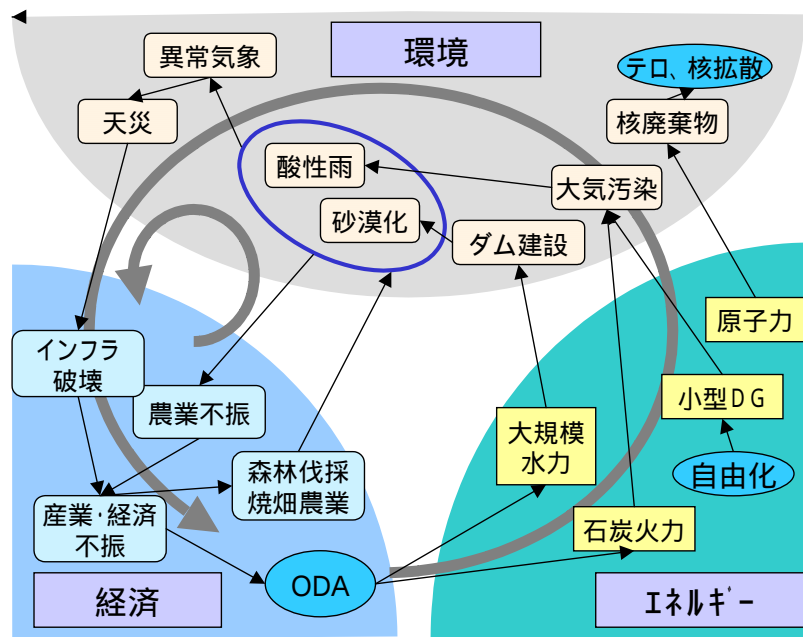


先進国におけるトリレンマ(コスト高への連鎖)

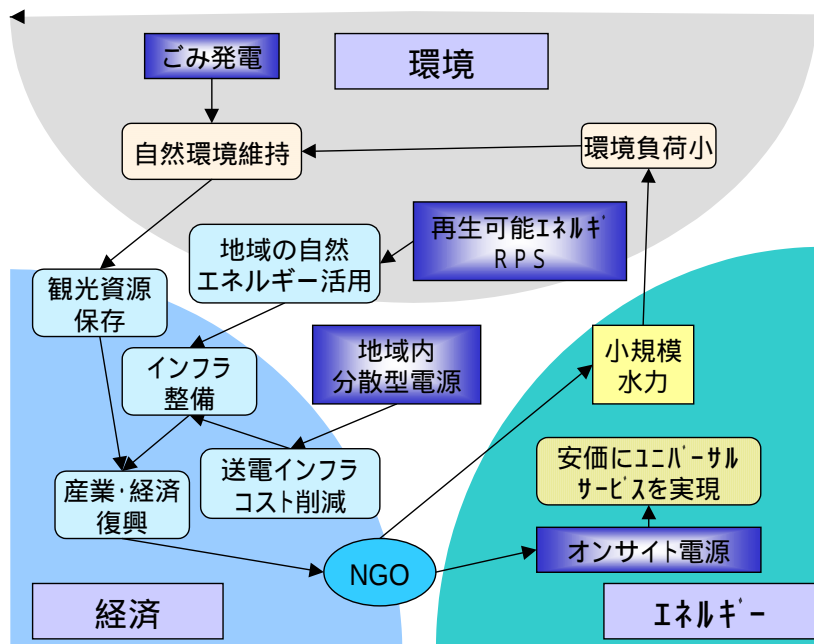
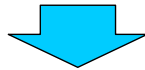


先進国におけるトリレンマの解消

図1-2 先進国における問題



開発途上国におけるトリレンマのスパイラル



開発途上国におけるトリレンマの解消

図 1-3 開発途上国における問題

(2) エネルギー自給率の改善

我が国のエネルギー自給率は 20%（水力+地熱+その他=4% 原子力 16%）と諸外国に比べ低く供給構造は脆弱である（図 1-4 参照）

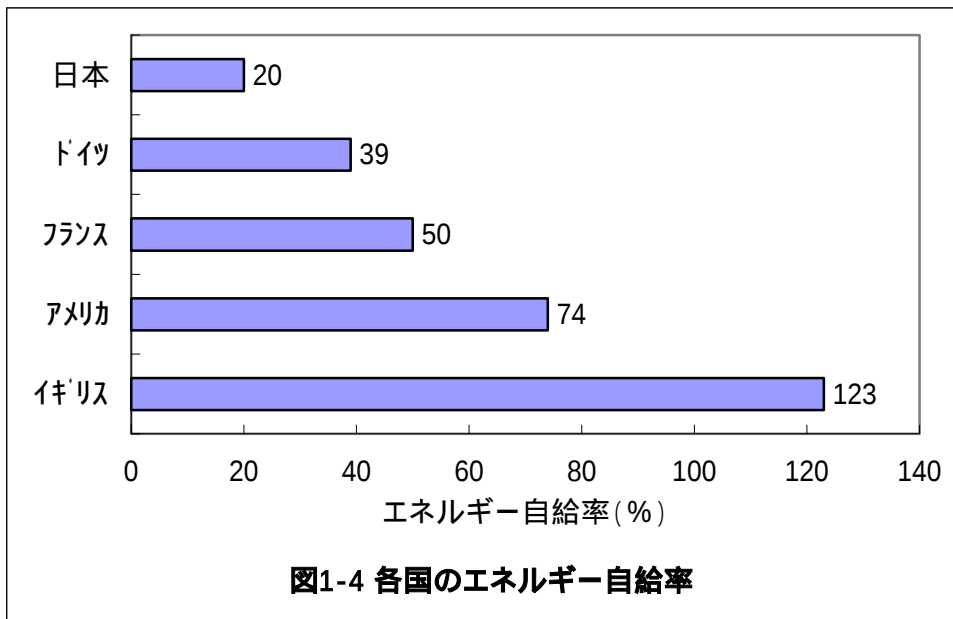
ドイツ 39%、フランス 50%、アメリカ 74%、イギリス 123% (エネルギー自給率 1999 年)

<出典：ENERGY BALANCES OF OECD COUNTRIES, 2001(OECD/IEA)>

また、エネルギー供給の過半を占める石油の中東依存度は 80 年代後半以降増加傾向で推移しており 1999 年は 85%を超える状況となっている。

国のエネルギー施策上、分散型電源によるエネルギー源の多様化と各エネルギーによるベストミックスを実現することが重要となってきた。

<出所：経済産業省「エネルギー生産・需給統計」



(3) 負荷率の改善

電力の需要が急激な伸びを示さない限り電力自由化の流れの中で、電力会社は大規模な投資（新たな発電所及び送電網の建設）をできるだけ押さえ、現有設備の有効利用（負荷率の向上）を図る方向を打ち出している。

分散型電源は電力会社の大規模集中型電源に対し、電気の需要家に近いところに設置する電源設備であり、負荷率向上を手助けする設備として、蓄電設備と同様に今後の活躍が期待されている。

この負荷率の向上することにより電気をより安価に供給でき、かつ CO₂ の排出削減（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)) も実現できる。

このように新エネルギー等による分散型電源は大きな意義があり積極的に導入されて行くべきであるが、経済性等の面でまだ開発要素を残している。不断のコスト削減努力とともに、電力会社との系統連系技術、蓄電技術との組合せによる利用率向上・使い勝手の向上等更なる開発努力が必要である。

しかしながら、分散型電源の内、経済面からでビジネスとして成り立たない方式については、地球温暖化防止に関する温室効果ガス排出削減に役立つ程度に応じ、国・電力会社の助成・補助金制度への取組みが重要となる。

これらを合わせ行い一層の導入促進を進めて行く。

第2章 分散型電源に係わりのある社会動向調査

2.1 現状の社会動向調査のまとめ

分散型電源を取り巻く社会動向として、エネルギー、環境、経済のトリレンマとその解決策が重要なかぎを握っていることが先に述べられている。このような社会の流れは、取り上げる課題も多く広範囲な分野にかかわるため、分散型電源として取りまとめられた資料はその例を見ない。そこで、私達の社会のなかで分散型電源の普及に係わりのある社会動向を調査し、全体を把握する資料としてその動向を取りまとめた。

取り上げた分野は、我が国における、電力会社、ガス会社、エネルギー会社、地方公共団体、需要家および海外動向などである。また研究会・調査会等の動向も整理した。

2.2 各省庁におけるエネルギー政策

表 2.2-1 各省庁におけるエネルギー政策（一部）：ホームページより抜粋

省庁	内容
経済産業省	先進的省エネ設備を導入する自治体に対する支援
	エネルギー使用合理化事業者支援
	地域新エネルギー導入促進
	新エネルギー事業者支援
	住宅用太陽光発電システム導入促進
	住宅用太陽熱高度利用システム導入促進
	クリーンエネルギー自動車等導入促進
	太陽光発電技術研究開発
	産業等用太陽光発電フィールドテスト事業
	集中連系型太陽光発電システム実証研究
	革新的温暖化対策技術プログラム
	環境負荷を最小化させる代替フロンの開発など温室効果ガス削減技術の開発・普及など
	エコタウン事業の推進(民間企業のリサイクル施設の建設費に対する助成など)
	循環型(ごみゼロ)経済システムの構築に向けたプログラムの推進
	民生用エネルギーマネジメントシステムの導入促進
	高効率給湯器の導入支援
	燃料電池の技術開発・実証試験など
資源エネルギー庁	導入補助の拡充(住宅用高度太陽光/熱利用システム、クリーンエネルギー自動車等)
	電力分野における新たな市場拡大措置
	地方公共団体、民間事業社が実施するモデル的な事業に対する支援
	公的部門等における新エネ設備・機器の率先的導入
	基礎的・基盤的技術開発の推進(長期的な選択肢拡大)
	実用化技術開発の推進(コスト低減、性能・利便性向上等)
	フィールドテストを通じた信頼性向上、標準化の推進
	供給インフラ等の整備推進(系統連系対策の検討、クリーンエネルギー自動車燃料インフラの整備等の推進)

省庁	内容
	供給ポテンシャルの発掘、顕在化(風況調査・データベース整備、熱需要調査等)
環境庁	脱温暖化社会を目指した地域における対策の強化
	地球温暖化に関する調査研究の推進
	循環型社会形成の推進
	リサイクル制度の整備と着実な実施
	ゴミゼロ型社会の形成のための基盤整備等
国土交通省	地球環境問題への対応
農林水産省	地球温暖化防止のための森林整備、木材の循環利用の促進等
	生ゴミなど有機性資源のリサイクル、農薬等環境負荷低減のための技術開発等
文部省	特に大々的には謳っていない
厚生労働省	特に大々的には謳っていない

2.3 企業（電力会社・ガス会社・エネルギー会社等）の動向調査

ここでは分散型電源関連の市場に参入している各企業の動向についてまとめる。

分散型電源と関連した市場は、①分散型電源機器の開発・製造・販売と、②分散型電源を利用したサービス（エネルギーソリューションサービス）に大別できる。前者はメーカーが主であるが、将来の新エネルギーや自然エネルギーの実証検討という立場から電力会社やガス会社も積極的に参入している。後者は、実際に分散型電源を活用してサービスを提供すること業で、メーカー以外にも、商社、電力会社の子会社（マイエナジーやシーエナジーなど）やガス会社、IPP、計測機器など多数の企業が参入している。

発電する電源ではないがエネルギーを蓄積する機器（蓄熱空調機器や温水器、電池電力貯蔵機器など）も分散型電源と密接に関連する。特に分散型電源の廃熱を利用したコージェネ機器は蓄熱空調や温水器とのシステム化が検討されている。また電池電力貯蔵機器は電力のピークシフトに対する解決策として期待され、電力会社や電池メーカーによって盛んに検討されている。

以下、これらの参入企業の動向を業界別に記述する。なお、これらの参入企業の一覧を、業界別と市場別にまとめて、表2.3-1に示す。

1) 電力会社

電力会社は分散型電源を主に、i) 負荷率の向上、ii) 設備投資抑制という見地から導入を進めている。これらは主に蓄熱空調機器や深夜電力温水器の普及拡大を中心に実施されてきた。また、蓄電池を利用した電力貯蔵機器の開発にも注力している。

これらに加えて、iii) 需要家に対する宣伝及び環境対策、という側面を併せ持つ、太陽光発電などの自然エネルギー型の分散型電源も積極的に導入を進めている。自然エネルギー型の分散型電源は、自社の設備として保有するだけでなくグリーン電力制度などを設立し、普及拡大に積極的な姿勢をアピールしている。

さらに、完全に既存の発電所と競合するマイクロタービン発電等の分散型電源についても子会社を設立して積極的な参入を図っている。これには親会社の売上を減殺しても子会社を含めた、iv) グループ利益の最大化、という戦略による。このような子会社には、東京電力ではマイエナジー、中部電

力ではシーエナジー、関西電力には関電 GASCO、等があり、先発の IPP（独立発電事業者）や ESCO 各社とシェアを争っている。

なお東京電力の子会社、日本自然エネルギー株式会社は、出資金を募って風力発電所等を建設して出資者に独自のグリーン証書の発行等を行っており、将来的には CO₂ の排出権取引に伴う業務への進出を目指しているものと考えられる。

電力会社の動向については、その一覧を**表 2.3-2** 及び**表 2.3-3** にまとめる。

2) ガス会社

ガス会社のなかでは東京ガスがもっとも分散型電源分野に積極的で、ガス利用のエネルギーソリューションの拡大を目指している。子会社を設立せず、直接社内エネルギーソリューション事業部を中心に電力供給事業に積極的に進出している。現在までに特定規模電気事業、特定電気事業、発電事業・卸電力販売事業、電力取引業務まで進出している。またコージェネ受託事業やマイクロタービンの設置から運転・管理業務、ESCO 事業、コージェネ、燃料電池など電力供給を超えたエネルギーサービスにも積極的な展開を図っている。

大阪ガスは、子会社のガスアンドパワーが、主に ESCO 事業を中心に手がける。将来は分散型電源を活用した地域冷暖房供給事業にも進出の予定。

その他のガス会社は、マイクロタービンを中心にガスコージェネレーションシステムの普及拡大に努めている。また東京ガス、大阪ガス、東邦ガスは、天然ガスを利用した家庭用燃料電池システムの開発をメーカーと共同で手がけている。

これら、ガス会社の動向を**表 2.3-4** に示す。

表 2.3-1 分散型電源関連参入企業の動向

		分散型電源機器の開発・製造・販売													エネルギーソリューション		
		分散型電源関連										蓄エネルギー関連			サービス		
		太陽光 発電	風力 発電	小水力 発電	波力 発電	地熱 発電	燃料 電池	廃棄物 発電	バイオ 発電	ガスエンジン 発電	マイクロタービン 発電	蓄熱空調 (エアコン等)	温蓄熱 (温水器等)	電池 電力 貯蔵	コージェネ 運用	ESCO サービス	DSM ESP 機器
電力会社関連	北海道電力	○	◎	○	○		○	○		○	○	◎	◎	○	○	○	
	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	◎	◎		○		○	○		○	○	◎	◎	○	○		
	電源開発		○	○		◎	○	◎		○	○			◎			
ガス会社関連	ガス協会						○			○	○				○		
	東京ガス						◎			◎	◎				◎		
	大阪ガス						◎			◎	◎				◎		
	東邦ガス						○			◎	◎				◎		
	西部ガス						○			◎	◎				◎		
エネルギーサービス会社関連	日本ファシリティソリューション											◎			◎	◎	◎
	マイエナジー									◎	◎						◎
	シーエナジー																◎
	関電 GASCO									◎	◎	○			◎	◎	◎
	ガスアンドパワー									◎	◎				◎	◎	◎
	エネサーブ									◎	◎				○		◎
	ダイヤモンドパワー														○		◎
	エネット														○		◎
	イーレックス														○		◎
	サミットエナジー														○		◎
	オンサイトパワー										◎				◎		
ゼネコン、エンジニアリング会社関連	NTTファシリティーズ	◎	○	○			◎			◎	◎				○	◎	
	山武ビルシステム														◎	◎	◎
	オーク・エルシーイー															◎	○
	荏原製作所	○								◎	◎	◎	○		◎	◎	
	トーエネテック	○															○
	新日鉄									◎	◎	◎			◎	◎	
	日本鋼管									◎	◎						
	東芝プラント建設									○	◎	◎			◎	◎	
	千代田化工建設									◎	◎				○	◎	
メーカー関連	旭硝子																○
	大王製紙																
	丸紅																
	サニックス																
	コスモ石油																
	三菱電機	◎					○			○	◎	◎	○		◎	◎	◎
	日立製作所										◎	◎			◎	◎	
	東芝	◎					○										
	富士電機	◎					◎			○	◎	◎					◎
	明電舎	◎					○										
	シャープ	◎															
	京セラ	◎											◎				
	三洋電機	◎					○			◎		◎	○				
	昭和シェル	◎															
	三菱重工						◎					◎					○
	日本電池	◎												◎			
	ユアサ	◎												◎			
	新神戸電機													◎			
	石川島播磨重工						○	◎						◎			

◎は実際に事業展開中、又は大幅な投資を実施中、○は研究・開発中、又は導入検討中

表 2.3-2 電力会社動向調査（北海道、東北、東京、中部、北陸）

項目	北海道電力	東北電力	東京電力	中部電力	北陸電力
分散型電源・新エネルギー開発に関する方針及び重点課題	①分散型電源関連 ・熔融炭酸塩形燃料電池の不純物反応機構に関する研究（PEFC に石炭ガスの活用） ・マイクロガスタービン実証運転（米国キャプストーン社製導入） ②新エネルギー関連 ・太陽エネルギー利用住宅の研究（主に太陽熱エネルギーの活用） ・エンドユーザーにおける新エネルギーの受容性研究（消費者が望む電力価格と自然エネルギーの導入要請のバランスなどを評価） ・自社風力発電設備 6 基 1580kW ・風力発電プロジェクトの募集（風力発電が系統に大量に導入されたときの影響を検証、幌延町、江差町、稚内市の計 3 件、57,000kW 導入）	①分散型電源関連 ・MG T・固体高分子形燃料電池の実証試験 ・MG T コージェネレーションシステムをユアテック 人材開発センターに導入。（導入設備：三菱電機製防音型コージェネシステム パッケージ「マイクロエコターボ MTG-28」） ②新エネルギー関連 ・風力発電実証実験（青森県竜飛崎に平成 4 年 3 月に 2 7 5 kW 風力発電基地「竜飛ウィンドパーク」を設置） ・大規模風力発電入札制度（平成 13 年度より、大規模風力発電〔2,000kW 以上〕からの電力購入に際して入札制度を実施） ・太陽光発電システムの研究（10 事業所〔計 95kW〕にて運転、これまで発電特性や信頼性・コスト等の評価研究を実施、今後は分散型電源が配電線等の電力系統に及ぼす影響について検討）	① 分散型電源関連 ・マイクロガスタービンの実証試験研究（飲食店やスーパーに設置する際の技術面、環境面、経済面の検証） ・固体高分子形燃料電池(PEFC)の基礎評価 ・固体酸化物形燃料電池(SOFC)の評価（SOFC は、ガスタービンと組合せることで、著しく高い効率の発電システムを実現できる可能性有り。） ②新エネルギー関連 ・事業用風力発電入札制度（平成 13 年度より、2,000kW 以上の大規模風力発電設備からの電力購入に入札制度を導入） ・市民団体との連携による独自の太陽光発電導入普及施策の実施（2000 年まで、NEF と別枠）	①分散型電源関連 ・マイクロガスタービンの基礎評価 ・燃料電池の基礎評価（熔融炭酸塩形、固体高分子形） ② 新エネルギー関連 ・事業用風力発電入札制度（平成 13 年度より、2,000kW 以上の大規模風力発電設備からの電力購入に入札制度を導入）	①分散型電源関連 ・マイクロガスタービンの基礎評価 ・燃料電池の基礎評価（熔融炭酸形、リン酸形） ②新エネルギー関連 ・事業用風力発電入札制度（平成 13 年度より、2,000kW 以上の大規模風力発電設備からの電力購入に入札制度を導入）
負荷率の向上及び省エネルギー関連	・寒冷地型蓄熱式ビル空調システム（北海道型の蓄熱式ビル空調システム） ・低温度の未利用水熱源を利用できる新型熱交換器の開発（高効率なヒートポンプの有効活用で氷点下付近の水熱源から効率的に採熱を行う技術） ・蓄熱型暖房設備の研究	・電力貯蔵用ナトリウム硫黄電池の実証運転 ・お客さま設置用 NAS 電池の実証試験（200kW 級の NAS 電池を設置、2001 年 10 月より、日本ガイシ（株）、（株）ユアテック、東北発電工業（株）、通研電気工業（株）と共同でお客さま設置用 NAS 電池の実証試験開始予定）	・新冷媒エコ・アイスminiの開発（ランニングコスト低減と環境性向上のためオゾン破壊係数ゼロの新冷媒 R410A を採用） ・NAS 電池の低コスト化や付加機能（平成 13 年に 15 万円/kW のコストを実現、非常用発電機能や無停電電源機能を付加したシステムをお客さま先に試験的に設置）	・オンサイト型電池電力貯蔵システムの開発（密閉型鉛蓄電池で 30kW 級システムを開発、運転試験評価を実施） ・エネルギー使用形態の変化などが配電線に与える影響調査（高効率照明やインバータ機器の導入、蓄熱システム、ガス空調システムやコージェネレーションシステムの普及を想定し、配電線ピーク電力の将来予測と設備投資影響を調査） ・電気二重層キャパシタを用いた電力貯蔵装置の要素開発	・電力貯蔵用 NaS 電池システム（100kW×8 時間、最大出力 200kW、平成 12 年 11 月から高圧顧客構内に設置し、利用技術の研究に着手。一般顧客への設置は、全国初）
グリーン電力制度等	①北海道電力グリーン電力基金 運営：はまなす財団 ②NPO 法人北海道グリーンファンドとの連携、浜頓別町に市民風力発電所（1000 kW）が稼動（2001 年 8 月）	①東北電力グリーン電力基金 運営：(財)東北産業活性化センター	①東京電力グリーン電力基金 運営：(財)広域関東圏産業活性化センター ②日本自然エネルギー(株)（独自のグリーン証書制度）	①中部電力グリーン電力基金 運営：(財)中部産業活性化センター	①北陸電力グリーン電力基金 運営：(財)北陸産業活性化センター
エネルギーソリューション事業		・ESCO 事業（2000 年 12 月、エネルギー全体をマネジメントする「東北エネルギーサービス株式会社」を設立）	・オンサイト発電サービス事業（(株)マイエナジーによる自家発電一括サービスの実施） ・ESCO 事業（日本ファシリティ・ソリューション（株）	・総合エネルギーサービス事業（シーエナジー設立、ニーズに最適なエネルギーシステムを提供）	

◎各社ホームページより作成

表 2.3-3 電力会社動向調査（沖縄、九州、四国、中国、関西、電源開発）

項目	沖縄電力（株）	九州電力（株）	四国電力（株）	中国電力（株）	関西電力（株）	電源開発（株）
方針 開発重点課題 （分散型電源）	1.新エネルギー・環境関連・電力貯蔵 ・エネルギー有効利用の研究開発 *風力発電 集合型風力発電システム制御技術 風車性能の比較 変動抑制技術 *太陽光発電システムの運転特性 蓄電池の有効性、寿命 ピークカット運転評価 *電力貯蔵 NaS 電池の評価試験	1.コスト低減のための技術 2.九電グループ収益力向上技術 *MGT 発電設備の実用性評価 *高性能可搬式セラミックコーティング装置、廃棄物発電に適用、効率向上 3.電力安定供給・環境保全技術 *NaS 電池電力系統への適応性 4.将来に向けた技術 *大容量リチウムイオン電池の開発 *各種燃料電池性能確認と評価 固体高分子形、固体酸化物形 *高温超伝導コイルの開発（SMES）	1.電力貯蔵による負荷平準化技術 *超伝導フライwheel電力貯蔵システム *住宅用等分散型蓄電システム 2.エネルギーの効率的利用 *エネルギーに関する各種情報調査 *MGT の実証試験 *風力発電の立地点選定 3.燃料電池発電システム *副生水素有効利用システム実用化 *熔融炭酸塩形燃料電池の開発 *小型燃料電池システムの研究 4.太陽光発電システム *太陽光発電システム実証及び調査 *海外調査プロジェクト実施 5.水素エネルギー・システムの導入 施策 *地域共生水素システムの開発 *水素利用電力貯蔵システム・新規 負荷創出技術	1.設備投資抑制と業務効率化 2.新たな事業領域の開拓 *MGT の運転実証試験 *熔融炭酸塩形燃料電池 検証試験 3.地球環境保全とエネルギー・ 資源 の有効利用 *太陽光・風力発電と系統連系 4.電力安定供給と信頼性向上 *NaS 電池設備の運転特性 5.顧客ニーズ対応・地域社会貢 献	1.品質の高い魅力ある商品 *高圧・大容量コンデンサによ る 瞬低対策装置 *瞬低・非常用レドックスフロ ー電池 *自然冷媒ヒートポンプ給湯機 2.徹底したコスト低減・生産性 向上 *ガスタービン吸気フィルタの 効率化 3.地球温暖化防止をはじめと する環境負荷低減対策 *電気自動車用リチウムポリマ ー電池 4.グループ利益の最大化 *MGT を用いたエネルギー診 断技術 *MGT・ガスエンジンの実証試 験 *LNG を活用水素製造・供給技 術	1.環境整備事業(資源リサイク ル) *バイオマス発電 *高効率廃棄物発電 2.エネルギーシステム支援事 業 *コージェネレーションシステ ム 3.社会基盤整備事業 *民間資本活用型インフラ整備 事業（PFI 事業） 4.自然エネルギー・新エネルギ ー事業 *風力発電 *マイクロ水力発電 *燃料電池 *MG T（マイクロガスタービン）発電
負荷率の向上	経営効率化計画 負荷平準化の推進 負荷率の向上を目指す *蓄熱システムの普及拡大 エコアイスの普及促進 *電気温水器の普及拡大 *エコベンダーの普及拡大 *マスメディアを通じた負荷平準化 啓蒙活動の推進 *提案型コンサルティング活動の強 化	経営効率化への取組み 負荷平準化対策の推進 負荷率の向上を目指す *蓄熱システムの普及拡大 エコアイスの普及促進 *電気温水器の普及拡大 *エコベンダーの普及拡大 *負荷平準化料金メニュー普及促 進 *提案型コンサルティング活動の 強化	「よんでん効率化計画」負荷平準化 を推進、負荷率60%以上を目指す *顧客に喜ばれ負荷平準化に役立 つ電気メニューの多様化 *深夜需要や負荷移行の機器開発 温水器・エコアイス・蓄熱給湯・床 暖 *負荷平準化用機器・システムの開 発 蓄熱・蓄電技術活用機器・システ ム *負荷平準化の顧客理解促進	電力供給コストの低減を目指 し 負荷率向上へ取組みを強化 *電気料金メニューの多様化 *氷蓄熱式空調システム（エコ アイス） *エコベンダー	お客様の協力を得て進める取 組み 負荷平準化機器の開発・普及促 進 *電気温水器 *氷蓄熱式空調システム(エコ アイス) *エコベンダー	顧客の視点に立ち、エネルギー の安定供給・コスト低減・環境 負荷低減システムを構築 1.事業家可能性調査 2.アドバイザー事業 3.省エネルギーサポート事業 *エネルギーサービス会社ファ ーストエスコへの参加 4.プラント業務管理支援シス テム 5.民間資本活用型インフラ整 備 事業（PFI 事業）
グリーン電力	沖縄グリーン電力基金 (財)南西地域産業活性化センター 対象：風力・公共太陽光発電 全国の風力発電	九州グリーン電力基金 (財)九州地域産業活性化センター 対象：風力・公共太陽光発電 全国の風力発電	四国グリーン電力基金 (財)四国産業技術振興センター 対象：風力・公共太陽光発電 全国の風力発電	中国グリーン電力基金 (財)中国産業活性化センター 対象：風力・公共太陽光発電 東北電力の風力発電	関西グリーン電力基金 (財)関西産業活性化センター 対象：風力・公共太陽光発電 全国の風力発電	
エネルギーソリ ューション事業						

注1）：動向調査の内容は各電力会社のホームページ（2001.12.初旬）よりピックアップ

表 2.3-4 ガス会社動向調査

項目			日本ガス協会	東京ガス	大阪ガス	東邦ガス	西部ガス
研究開発の取組 (分散型電源関係分)			天然ガスは、CO ₂ 、NO _x 、SO _x の排出量が少ないクリーンなエネルギーとして、地球環境保全のためにも非常に適したエネルギー →技術開発基本計画 ・天然ガス利用技術の高度化 他 2 件 →高効率利用による用途拡大 ・PEFC を用いた家庭用コージェネレーションシステム等の技術開発 ・天然ガスコージェネレーションシステムの多様化 (マイクロガスタービン等) ・燃料電池の開発 他 3 テーマ	天然ガス高度利用の促進 →・家庭用燃料電池システム ・マイクロタービン関連技術 ・高効率コージェネレーションシステム 他 4 テーマ	エネルギーの新用途開発 →・コージェネレーション機器の高効率化・低 NO _x 化 ・天然ガス自動車、燃料電池に関する技術開発 ・家庭用コージェネレーションプロジェクト部の設置	・ガスコージェネレーションシステムの普及促進 ・家庭用途の燃料電池の実用化開発 ・りん酸形燃料電池の普及拡大	環境を守るための研究開発 →・天然ガスを燃料とする新しいコージェネレーションシステムの開発 ・低 NO _x ガス機器の開発
開発状況; プレスリリース 状態を 示す	燃料電池	産業用		・2001/5 連系用インバータを開発 (30～200kW)		・2001/6 PAFC 100kW 器実証中	○PAFC 1000kW 器実証中
		家庭用		・2001/10 1kW 器用燃料処理装置 開発	・2001/10 PEFC 1kW について バートと共同研究開始	○1kW 器開発中	○200kW 器実例紹介 (GTと組合せ)
	マイクロ ガスタービン	産業用 小 型		・2001/1 290kW評価開始	〔平成11年度より継続 28kW、75kW、290kW〕	・2001/6 290kW 器商品化 ・2001/7 80kW 器開発中	
	ガスエンジン コージェネレーション	産業用 家庭用		・2001/5 6kW 器開発	従来(平成10年頃)より 500kW 器、270kW 器 9.8kW 器を検証あるいは発売	・2001/9 1kW 器テスト開始	・2001/10 280kW 器実例紹介 ・2001/9 1kW 器テスト開始

@各社ホームページより作成 @ 1. 各社の取組は、ガス協会の大枠に合致。 @ 2. MGT、FC は、新型開発より用途開発、ノウハウ収集で、技術熟成の時期かと推測。

2.4 地方公共団体等

2.4.1 背景

1979 年オイルショックを背景に省エネルギー法が整定されている。1990 年代初頭から環境問題に対する意識の高まりとともに、新エネルギーならびに地球温暖化に関する法律が制定された。

1997 年の新エネ法では、新エネルギーとして 12 の項目を列挙し、取り組むべき項目を掲げている。1997 年京都会議における COP3 の批准は、環境問題に対する国の施策に大きな影響を与え、これに先立つ新エネルギー利用等の促進に関する基本方針は、地方自治体のエネルギービジョンの作成を促進した。また、2000 年の新エネルギー地域活動支援事業費補助金は NPO の支援を目的として制定された。

1) 新エネルギーに関する法律・施策等

1995 年 地域新エネルギービジョン策定等事業補助金

1997 年 地域新エネルギー導入（普及）促進対策費補助金

1997 年 6 月 20 日 新エネルギー利用等の促進に関する特別処置法施行令（新エネ法）

1997 年 9 月 19 日 新エネルギー利用等の促進に関する基本方針（閣議決定）

1997 年 11 月 19 日 エネルギー使用者に対する新エネルギー利用等に関する指針

1997 年 新エネルギー事業者支援対策費補助金

2000 年 新エネルギー地域活動支援事業費補助金

2) 地球温暖化に関する法律・施策等

1979 年 エネルギーの使用の合理化に関する法律（省エネ法）

1990 年 地球温暖化防止行動計画

1994 年 長期エネルギー需給見通し改定

1997 年 12 月 気候変動枠組条約第 3 回条約国会議（COP3）

1998 年 6 月 長期エネルギー需給見通し改定

1998 年 6 月 地球温暖化対策推進大綱（閣議決定）

1998 年 エネルギーの使用の合理化に関する法律（省エネ法）改正

1999 年 11 月 8 日 地球温暖化対策の推進に関する法律

2.4.2 地方自治体の現状

新エネルギー利用等の促進に関する基本方針（閣議決定）には、新エネルギー利用に関する地方自治体の講ずべき処置が記載されており、多くの自治体がこの方針にもとづき地域新エネルギービジョンを策定している。**表 2.4-1**には都道府県の新エネルギー政策に対する代表例を示す。現在、市町村レベルで地域新エネルギービジョン策定を実施している自治体は 245 を数える。このうち、発電の対象は太陽光・風力発電がほとんどであると考えられ、ハイブリッド分散型電源について言及したものはない。市町村レベルでは、エネルギー供給業者として活動している自治体がある。また、企業と共同で経営を行うケースもある。

2.4.3 NPO の現状

市民団体の運動を支援する目的で 1998 年 3 月に NPO 法が制定された。NPO 活動は 1990 年代に

急速に普及している。現在日本での民間活動団体は約 88,000、NPO として法人格を認められているものは、5000～6000 あり、このうち環境問題に関与する団体は 1/4 くらいである。しかし、ほとんどは自然環境を守る活動やリサイクル活動を行うものであり、新エネルギー利用にかかわるものはわずかであると思われる。分散型電源にかかわる活動としては、太陽光、風力発電等の自然エネルギーを普及させようとしている運動がある程度である。

各自治体の NPO への関心は高いものの、予算的には政令指定都市で一億円程度である。

地方自治体および NPO が、環境（自然エネルギー）問題に取り組んだ活動の具体的な例を表 2.4-2 に示す。なお、表 2.4-2 は平成 13 年以降の活動内容である。地方自治体が、売電を行う事業の主体となる例は少ない。また、NPO が売電に取り組む例は極めて少ない。

1 つの団体での経済規模は限られるため、発電を事業として取り組むには補助金等の支援が不可欠である。

2.4.4 分散型電源導入推進のための検討事項

1) 地方自治体の役割

地方自治体が分散型電源を導入するケースとしては、当該自治体関連施設への導入や企業への直接的支援などが一般的に考えられる。しかしながら、それらの施策は国からの交付金の増額を必要とし、構造改革を迫られている昨今の政治情勢の中では、従来型の交付金の増額は好ましいものではない。

したがって、従来とは異なる手法により導入する手段を検討する必要がある。その 1 つとして、地域特性に応じた新エネルギー導入の推進が考えられる。詳細は、後述するが、地域特性に応じた新エネルギー導入の推進を進め、地域社会に根ざした電源のあり方を検討すること望まれる。

2) NPO の役割

分散型電源導入を地方自治体で推進するにあたり、事業の推進は自治体が行い、実質的な担い手は NPO とすることが望まれる。NPO は、非営利活動を行うため、企業の場合と違い利益を出さなくても良いし、利益が出ても株の配当を払う必要がないなど、経済性を重視する企業の活動に比べ、活動の制約が少ないので、新エネルギー関連の分散型電源の導入を進めやすいと思われる。また、NPO を活用した活動を促進するためには、環境に貢献することを評価するしくみが必要と思われる。NPO のインセンティブは利益ではないので、環境への貢献度や CO₂削減への評価を与え、インセンティブにするような仕組みが必要と思われる。

3) 地域コミュニティ分散型電源の開発推進

地域コミュニティ分散型電源は、各地の特色を生かした小系統の開発を行うものである。地方の活性化を促す施策を検討する。そのためには、地域コミュニティ分散型電源のパイロットプラントを各地に建設し、地域に根ざした電源供給のあり方を検討する。

<例>

- | | |
|----------|----------------|
| (1) 離島 | エネルギー単価低減、環境保全 |
| (2) 山間僻地 | エネルギー輸送設備費の低減 |
| (3) 過密都市 | ゴミ問題、大気汚染 |
| (4) 農村 | 廃棄物処理、 |

4) 地方自治体と **NPO** による地域コミュニティー分散型電源の推進

活動の主体としての自治体と、実働の担い手としての **NPO** の組合せで上記地域コミュニティー分散型電源を実現する。現在新エネルギーはコスト的に高く、企業活動では採算の確保は難しいので非営利活動による分散型電源の導入促進を図る。

表 2.4-1 地方自治体の環境問題への取り組み

自治体	東京都	大阪府	京都府	北海道	神奈川県	福岡県
構想	東京エネルギービジョン	エコエネルギー都市・大阪計画	京都新エネルギービジョン	北海道省エネルギー・新エネルギー促進条例	神奈川県クリーンエネルギー活用基本方針	福岡県地球温暖化対策推進大綱
基本方針	・ 持続可能な都市活動の維持 ・ 将来世代への責任 ・ 都市の特性を活かしたエネルギーの利用	地球温暖化対策	エネルギーの安定供給の確保 地球温暖化防止対策	限りある資源の将来への引継ぎ 北海道内で自立的に確保できるエネルギーの利用拡大	クリーンエネルギーの積極的な導入 エネルギーの効率的な利用の推進	(1) 県独自の対策の推進により排出量の削減目標達成に努める。 (2) 進捗状況の定期的確認、適宜見直し等を行う。 (3) 既存の事業、施策についての温暖化対策の観点から見直しと新たな取り組みを展開する。
施策	1. エネルギーの有効利用・効率化 ・ 都民の省エネルギー行動の促進 ・ 省エネルギー型住宅の建設促進 ・ 事業者の省エネルギー行動の促進 ・ 都市交通の円滑化 ・ 自動車交通量が抑制される街づくりの推進 ・ 都市熱源ネットワークの推進 2. 新エネルギーの導入・活用 ・ 都民の新エネルギー導入促進 ・ 太陽光発電等の新エネルギーの導入に対する支援 ・ 市民活動の促進 ・ 都民や団体等の太陽光発電システム設置の支援 ・ 都が率先して実行すべき施策 ・ 公共施設の建築・改築における太陽光発電等の導入 3. 非常時のエネルギー確保 ・ 非常用電源・新エネルギーの導入 ・ 非常時に備えた非常用電源の導入や燃料の備蓄。医療施設等の電源としての新エネルギーの導入	1. 省エネルギーの徹底 2. 未利用エネルギーの有効利用 3. 新エネルギーの積極的導入	1. 北部地域 太陽・海水温度差・風力等の再生可能エネルギーの活用 2. 中部地域 太陽エネルギー・可燃ごみ・家畜廃棄物・林産廃棄物のリサイクル型エネルギーの活用 3. 南部地域 太陽エネルギー、都市廃熱等のリサイクル型エネルギー及びコージェネレーション等の従来型エネルギーの新利用形態の活用	1. 省エネルギーの推進 2. 新エネルギーの開発・導入	1. 県施設等への計画的導入 2. 市町村・民間への導入促進	1. 二酸化炭素排出抑制対策の促進 (1) ライフスタイルの見直しの促進 (2) 森林整備・緑化等の推進 (3) インフラ整備等による二酸化炭素排出抑制型社会の形成 ・ 自然・未利用エネルギーの活用 (4) 廃棄物排出抑制の推進 2. 二酸化炭素以外の温室効果ガスの排出抑制対策の推進 3. 総合的な取り組み (1) パートナシップによる取り組みの推進 (2) 事業者の自主的な取り組みの推進 (3) 財政的支援による普及 (4) 推進体制の整備 (5) 国、他の自治体との連携・協力 (6) 研究開発の推進 (7) 国際協力の推進
設置実績					クリーンエネルギー施設の導入施設件数（平成 10 年度末現在） 太陽光発電 847 件（太陽電池時計、道路標識等を除く） 太陽熱利用 83,504 件 風力エネルギー7 件 廃棄物エネルギー41 件 コージェネレーション 133 件	

表 2.4-2 地方自治体・NPO 活動状況

年	月	事業主体	分類	発電種別	活動内容	備考
13	9	岩手県	地方自治体	風力発電	稲庭高原 660kW×3 基完成、9 月 11 日より売電開始	
13	8	三重県	地方自治体	風力発電	青山高原 風車 20 基建設を承認	
13	6	滋賀県草津市	地方自治体	風力発電	本州最大の風力発電機（直径 70m）完成	
13	3	長崎県大島村	地方自治体	風力発電	風車 29 基建設へ	
13	1	北海道グリーンファンド	NPO	風力発電	浜頓別に風力発電所建設	
12	12	福島県天栄村	地方自治体	風力発電	750kW×4 基完成	
13	10	兵庫県中小企業家同友会	コンソーシアム	太陽光発電	太陽光発電の普及促進事業に取り組む	
13	7	福島県	地方自治体	太陽光発電	県独自の太陽光発電普及支援制度創設を検討	
13		福島県いわき市	地方自治体	太陽光発電	いわきニュータウンに「太陽光発電集中システム」を構築	
13		神奈川県横浜市	地方自治体	太陽光発電	小雀浄水場に太陽光発電システム完成	
13		滋賀県大津市	市民組織	太陽光発電	石山市民発電所 5.22kW	

2.5 需要家

温暖化対策（CO₂削減対策）としての各業界の取組みを以下にまとめた。

業種	CO ₂ 削減目標 (2010 年度の 1990 年度に対する削減率)	目標達成への主な取組み					内 容
		コージェネ	分散型電源			未利用エネ	
			太陽光	風力	燃料電池		
ガス	- 都市ガス製造・供給工程におけるガス単位体積当たりのCO₂排出原単位を1 / 3 程度に抑制 - LP ガス貯蔵出荷基地における消費エネルギー原単位を 7% 以上削減	○			○		民生・運輸部門への貢献として、コージェネレーション、燃料電池などの分散型電源の普及による CO₂ 排出削減
電気機器	製造段階における生産高 CO₂ 原単位を 25%改善		○	○	○	○	高効率機器・設備導入 新エネルギー、未利用エネルギー利用機器・設備の導入
紙・パルプ	製品当たり購入エネルギー原単位を 10%削減	○					- パルプ廃液(黒液)の活用 - コージェネレーションの積極的導入 - 熱損失の防止と廃熱の回収利用 - 省エネルギー型生産設備 - 燃料合理化と代替エネルギー利用
機械	- 製造工程から排出される CO₂ を原単位当たり年 1%以上削減 - CO₂排出量原単位を 1997 年度比で 13%削減 - 生産工場で発生する CO₂ 排出量を 20%以上削減 - 工作機械生産金額当たりのエネルギー使用量を 1997 年度比 6%削減	○				○	- コージェネレーションシステムの導入 - 新エネルギー、未利用エネルギーの利用促進 - エネルギー効率および設備稼働率の向上 - グリーン購入の推進 - 発電設備(自家発電設備)の導入 - 電力の需給調整
輸送機器	生産工場から排出される CO₂ 排出量を 10%削減	○					- コンプレッサー・空調設備・機器効率の改善 - プロセスの合理化 - コージェネ等、排出エネルギーの回収 - 省エネ技術の相互啓発、共有 - ボイラー効率・蒸気供給効率向上 - リジェネバーナー導入 - ポンプ型インバーター化
建設	- 住宅ライフサイクルの各段階において削減し、CO₂排出量を同等レベルに維持 - 建設工事段階で発生する CO₂ 量を 12%削減 - 床面積当たりのエネルギー消費量を同等レベルに維持		○	○			- 環境に配慮した工法の採用、熱帯材の使用削減等について、ライフサイクル各段階毎のガイドラインを検討・作成するとしている。 - 新エネルギーの開発の促進
化学・繊維	- エネルギー原単位を 10%削減 - 製薬企業の CO₂ 排出量を同等レベル以下に抑制	○					- 排出温冷熱利用等による、排出エネルギーの回収 - 省エネタイプ設備機器への転換 - コージェネシステムの導入、省エネ運転管理強化 - 環境マネジメントシステムの運用強化による省エネ活動の推進
鉄鋼・金属	- エネルギー消費量を 10%削減。他にエネルギー消費量の 1.5%に相当する量の廃プラスチックの高炉等への利用を図る。 - 生産工場における銅・アルミ電線のエネルギー使用量を同等レベルに抑制。また、光ファイバーケーブルの生産長当たりのエネルギー原単位を 35%削減。 1995 年度比でエネルギー原単位を 10%改善 - 製造エネルギー原単位を 1995 年度比で 7.5%削減					○	- 排エネルギー回収設備の普及率向上 - エネルギー回収・効率化などの設備改善の推進 - 生産設備の効率化の促進 - 未利用エネルギーの近隣地域での活用 - 自家発電設備の効率向上

業種	CO ₂ 削減目標 (2010年度の1990年度に対する削減率)	目標達成への主な取組み					
		コージェネ	分散型電源			未利用エネ	内 容
			太陽光	風力	燃料電池		
石油・石炭	- 製油所エネルギー消費原単位を10%削減 - 石油製品の輸送における燃料消費量を9%削減 1995年度に対する、石灰採掘過程におけるメタンガス回収量を44%向上 - 電力使用量を58%削減 - 木材使用量を71%削減	○					- 廃熱回収 - 石油コージェネレーション普及推進 - 規模縮小と操業現場の集約、採掘機械などの改良および技術開発による効率化
造船・重機	エネルギー消費量を原単位で10%削減						
通信	CO₂原単位を25%以上向上					○	- 高効率機器の導入促進 - 新エネルギー、未利用エネルギーの利用促進
鉱業	- エネルギー原単位を非鉄金属は12%、フェロニッケルは5%削減 - 石灰石生産工程におけるエネルギー原単位を6%削減	○					- 電力消費の削減(省エネタイプの生産設備の開発と工程の短縮など) - コージェネの導入促進
窯業	- 生産工程におけるエネルギー使用量を10%削減 - セメントの製造用エネルギー原単位を3%低減 - 製造工程におけるCO₂排出量およびエネルギー使用量を10%以上削減						- 省エネ設備の普及促進 - 産廃燃料の使用拡大 - 工場内ガス燃料のLNG化
ゴム	エネルギー原単位およびCO₂総排出量を1990年レベルに維持	○					- 電動機の回転制御 - 廃棄物の有効利用 - コージェネレーションの導入 - 都市ガスの導入
食品	- ビール工場におけるビール生産時のCO₂排出量を6%削減 - CO₂排出量を20%低減 1997年度のエネルギー原単位をベースに、2002年度までは年率0.5%、それ以降2010年度までは年率1.0%ずつ削減。 - CO₂排出原単位を6%削減 - エネルギー原単位を同等レベルを維持 - エネルギー使用量を2%以上削減 - CO₂排出原単位を5%以上削減	○	○	○	○		- コージェネレーションシステムの導入 - 新エネルギーの導入
商業	店舗におけるエネルギー消費原単位を同等レベルに維持						- クリーンエネルギーの利用 - 省エネ設備機器の優先導入
陸運	低公害車の導入を2004年に1996年時点での台数の3倍とする						
空運	航空燃料の使用により発生するCO₂を生産単位当たり10%削減						
海運	輸送単位当たりのCO₂排出量を約10%削減						

経団連のホームページの「経団連環境自主行動計画フォローアップ結果」より抽出

2.6 海外動向

これまでのところ国内における分散型電源の導入された現状を取りまとめ、社会動向への係わりを明らかに出来た。ここでは、国内の社会動向と同じような整理ができないため、政策、法令、助成制度を中心として海外の諸動向をホームページにて入手できるレベルで情報を整理し、各動向の概要を一覧表とした。そこから分散型電源の参考となる普及への仕組み、提言を取りまとめた。

海外では、新たな新エネルギーなどの普及に向けて、先ず、施策を整備し、そこから係わりのある補助金、税制などが取り上げられている様子がうかがえる。さらに、環境保護やグリーン関連へと展開している。一部ではあるが、雇用の創出、就業機会を取り上げていることは社会環境の変化に対応する新たな扉と考えたい。

海外における新エネルギー導入に係わる政策、法令、助成制度と普及への仕組みについて

(出典 : NEDO ホームページ・1999.03 版をもとに、概要を作成し一覧表とした)

国名	政策 / 法令 / 助成制度	参考となる普及への仕組み、提言など
アメリカ	公益事業規制政策法(1978) (Public Utility Regulatory Policy Act : PURPA)	施策、電力買取
	エネルギー政策法(1992)	施策、環境保護
	気候変動行動計画(1993.10 発表) (The Climate Change Action Plan : CCAP)	環境保護、市場開拓、雇用の創出
	持続可能なエネルギー戦略 (1995)	施策
	連邦エネルギー管理プログラム	資金(場所)支援
	百万ソーラールーフ構想	市場開拓
カナダ	エネルギー効率向上・代替エネルギープログラム	施策
	再生エネルギー戦略(1996)	税制改革、市場開拓、グリーン電力
イギリス	非化石燃料使用義務 (Non Fossil Fuel Obligation : NEFO)	資金支援、市場インセンティブ
ドイツ	第3次エネルギー研究・エネルギー技術プログラム (1990.2 発表)	開発施策
	再生可能エネルギー発電電力の公共電力網への供給法 (1991 制定、95 改正)	施策、電力買取
	再生可能エネルギーの利用に関する経済省省令 (1995.8)	補助金、低利融資
	海外市場開発援助	技術援助
フランス	5年計画(コホレトプランニング)	環境対策、税制優遇
	住宅・商業建築の熱量規制(1975、1998 改正)	規制
	EOLE2005(風力発電プログラム)	補助金、税制優遇
	大気の大質とエネルギーの合理的利用に関する法(1996)	市場開拓
イタリア	国家エネルギー計画(1988) (Piano Energetico Nazionale : PEN)	施策、補助金
中国	十五計画期 (第10次5ヶ年計画 2001～2005年:エネルギー政策)	施策
	2000～05年新エネルギーと再生可能エネルギー産業の発展計画の要点(2000)	環境保護、市場開拓、雇用の創出
オランダ	国家環境政策計画(1989,90,94) (National Environmental Policy Plan : NEPP)	施策、市場開拓
	省エネ計画 (1990 発表)	施策
	電力法 (1998 成立、1992 施行)	電力買取、市場開拓
	新電力法、再生可能エネルギーアクションプラン(1998 年)	施策、規制緩和
	燃料に対する環境税	環境税
	エネルギー規制税	エネルギー税
	導入補助金	補助金

国名	政策 / 法令 / 助成制度	参考となる普及への仕組み、提言など
スウェーデン	新エネルギー政策法・1990 年エネルギー行動計画(1988)	施策
	エネルギー政策法案(1991)	施策
	バイオ燃料使用促進法案-1992	施策
	環境対策法案-1993	施策
	エネルギー政策に関する法案(1997)	施策、補助金
	税制	環境税、市場インセンティブ
	その他	施策、環境整備
EU	JOULE 計画 (Joint Opportunities for Unconventional or Long-term Energy Supply)	施策
	THRMIE 計画 (Promotion of Energy Technologies for Europe)	施策
	ALTENER 計画	施策、財政支援、開発
	SAVE 計画 (Special Action for Various Energy Efficiency)、SAVEII 計画	施策、課金、投資
ケニア	地熱発電の開発・導入に対する資源探査	施策、税制優遇

出所：資源エネルギー庁編「新エネルギー便覧」、1995 年 3 月、1996 年 3 月

新エネルギー・産業技術総合開発機構ホームページ「新エネルギー海外情報」

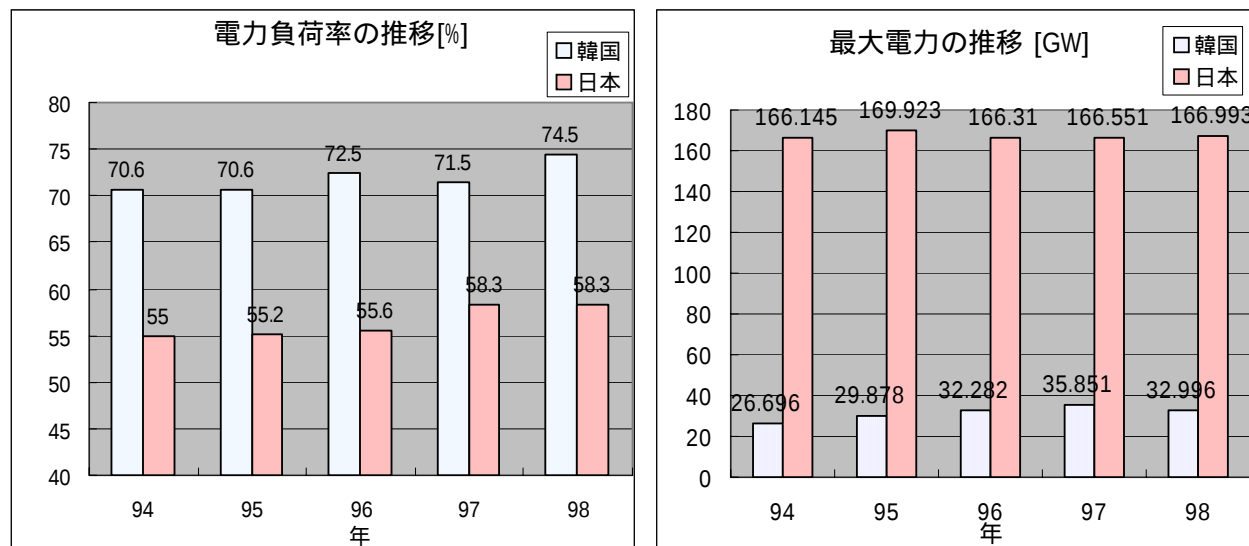
出典：平成 10 年度調査報告書 NEDO-P-9811

新エネルギー技術開発関係データ集作成調査（廃棄物発電、太陽熱利用、地熱発電、クリーンエネルギー自動車、石炭液化・ガス化および新エネルギー関連動向）

(財) 日本エネルギー経済研究所ホームページ

韓国における分散型電源普及・高負荷率維持について

韓国は高負荷率で知られている。そこで実績データを調べた。



韓国内の法制度について、調査したところ、下記の記述があった。

出典：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中間報告

③法制度等の見直し

蓄熱式空調システムやガス冷房の普及拡大に当たっては、現在の技術レベル等を踏まえれば、現行法規制の合理化や、普及拡大の意義を踏まえた導入促進のための制度改善といった法制度等の見直しを進めることが重要である。

本年4月に開催された第26回総合エネルギー対策推進閣僚会議において、政府一体となって電力負荷平準化対策に取り組むとの観点から、以下の現行法制度等の見直しに取り組むべきこととされたところであり、既にその一部につき所要の措置が講じられているが、政府においては、これらの事項を始めとする電力負荷平準化に資する法制度等の見直しに引き続き積極的に取り組むことが必要である。

なお、韓国では、一定の要件を充たす新・増・改築の建築物については冷房負荷の一定量以上を蓄熱式空調システム又はガス冷房により賄うことを義務付ける規制的措置が導入されている。かかる規制的措置の我が国への導入を検討するに当たっては、負荷平準化推進の必要性に関する国民的コンセンサスの形成や、ディマンド・サイドにおける負荷平準化対策が経済的・物理的に可能性が高いものであることといった環境整備が図られることが前提条件であり、従って、当面、蓄熱式空調システム及びガス冷房に係る導入インセンティブの拡充、国民的理解促進活動の強化、現行法制度等の見直しといった取組に努めることとし、その効果を見極めた上で、将来的に再度検討することとするのが適当である。

2.7 研究会・調査会等の動向

2.7.1 ねらい

研究会や学会で分散型電源に関するテーマがどの程度取り上げられているかを調査することで、世の中の動向を知ることができる。ここでは分散型電源の文献数の増加傾向や、また、同時期の各分散型電源に関する文献数の比率などを調査し、時間軸及び面的に動向を調査した。

また、代表的な学会について、ホームページを検索し、分散型電源に関して活動内容や特徴を調査した。

2.7.2 文献数による調査結果

1) 各分散型電源文献の割合

各分散型電源について、年別の文献数を調査した。検索は科学技術振興事業団のJOISで、データベースは科学技術全分野に関する文献情報で1981年以降のものである。従って、ここでは学会の論文や研究会の報告書だけでなく、専門雑誌の記事、メーカーの技報なども含む。また、検索は2002年7月20日に実施した。

各分散型電源の構成比（2001年）を表2.7-1と図2.7-1に示す。太陽光発電、燃料電池、風力発電の上位3つが文献数で突出しており、これらで全体のほぼ90%を占める。

残りの約10%内に地熱、ゴミ、小水力発電やマイクロタービンがある。

表 2.7-1 各分散型電源関係文献件数の構成比

単位: %

西暦	太陽光発電	風力発電	燃料電池	マイクロガスタービン	地熱発電	ゴミ発電	小水力発電	合計
2001	31.1	17.2	39.6	6.3	2.5	1.5	1.8	100

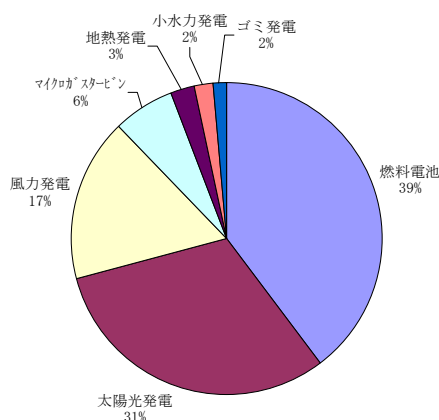


図 2.7-1 各分散型電源文献件数の構成比(2001 年)

2) 最近の動向

表 2.7-2 に各分散型電源文献数の年毎の推移を、図 2.7-2 にそのグラフを示す。燃料電池、風力発電が年々増加している。太陽光発電については 1999 年に一旦減少したが、2000 年には増加に転じている。このように上位ベスト 3 が増加傾向にあるので、分散型電源全体についても増加傾向にあり、1995 年から 2001 年の最近 6 年間で 1245 件から 2592 件に倍増している。

一方少数派の分散型電源について、スケールを拡大すると図 2.7-3 のようになる。マイクロタービンと小水力発電が増加傾向にあり、他の地熱、ゴミ発電は横ばい状態である。特に、マイクロタービンは 1997 年には零件であったのが、2000 年には 65 件、2001 年には 164 件と急激に増加しており、最近脚光を浴びていることが明確に反映されている。

表 2.7-2 各分散型電源関係文献件数の年代別推移

西暦	太陽光発電	風力発電	燃料電池	マイクロガスタービン	地熱発電	ゴミ発電	小水力発電	合計
1995	622	146	350	0	84	27	16	1245
1996	597	158	396	0	77	25	17	1270
1997	661	220	406	0	90	43	7	1427
1998	791	250	504	1	84	48	12	1690
1999	733	277	587	9	74	48	27	1755
2000	918	404	884	65	87	43	44	2445
2001	805	446	1026	164	64	40	47	2592
全体	10008	2831	6833	239	1472	306	283	21972

(注 1)太陽光発電は「太陽光発電」or「太陽発電」or「太陽電池」で検索。

(注 2)ゴミ発電は「ゴミ発電」or「廃棄物発電」

(注 3)対象は日本国内及び日本語文献

(注 4)全体の期間は 1981 年から 2001 年

(注 5)バイオマス発電は 2000 年度 4 件、全体でも 27 件と少ないので省略。

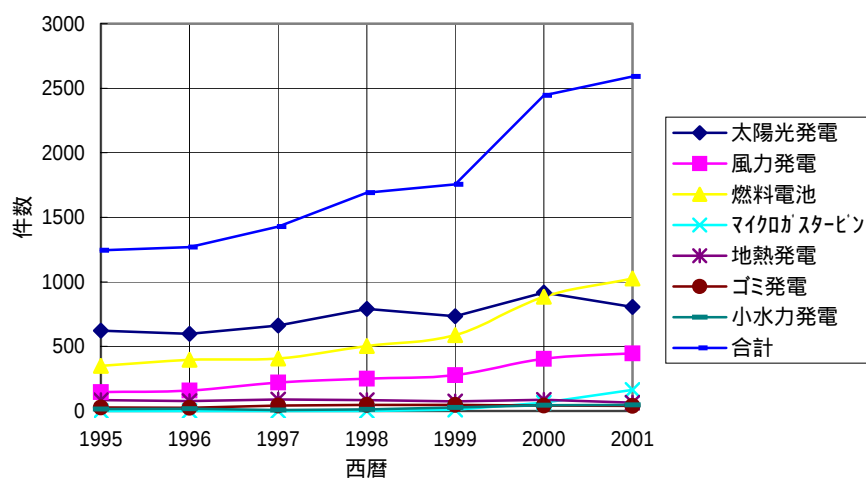


図2.7-2 各分散型電源文献件数の推移

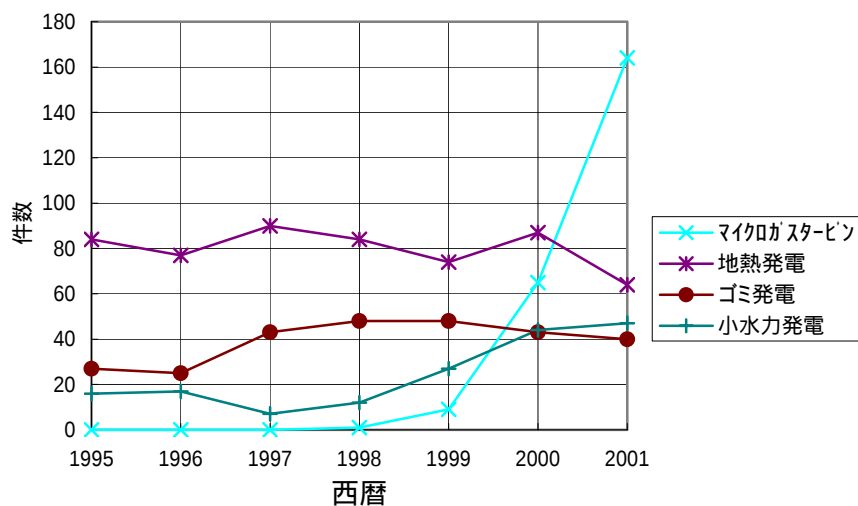


図2.7-3 各分散型電源文献件数の推移(下位4種類)

2.7.3 学会の活動内容

各学会の活動内容について 2002 年 2 月 20 日時点のホームページの内容で分散型電源に関する内容を抽出した。その一覧を表 2.7-3 に示す。以下各学会の特徴を述べる。

(1)電気学会 電力・エネルギー部門

再生可能エネルギー（太陽光、風力、水力など）や未利用エネルギー（ごみ発電など）、燃料電池さらにその周辺技術を取り上げる新エネルギー・環境研究会を開設しており、総合的にエネルギー問題に取り組んでいる。また、保護リレーシステム研究会では分散型電源の系統連系に関する検討など実用化に向けた検討もなされている。

講演会、見学会については毎年 8 月に開催される部門大会でテクニカルツアーを実施している。

(2)日本機械学会

マイクロタービンに関して研究分科会が 2 つ開設され、重点的に取り組んでいる。

(3)エネルギー・資源学会

分散エネルギーシステムに関する調査研究を実施しており、調査範囲は海外まで及んでいる。また、分散型電源についての特別講座を実施し啓蒙活動にも重点を置いている。

(4)電気設備学会

調査研究については風力発電について 2 テーマ実施しており、風力発電設備の見学会も実施している。

本学会は今回調査した 4 学会の内最も分散型電源に関する啓蒙活動を行っている。分散型電源に関して 4 つの講演会、講習会を実施しており、特に風力、太陽光発電については計画から設計・施工までの内容になっているのが特徴的である。

2.7.4 まとめ

分散型電源に関する科学技術に関する文献の数を年別に見てみると、最近 6 年間で 1245 件から 2592 件と倍以上増加しており、関心の高さが伺える。

太陽光発電、風力発電、燃料電池がメインであり、文献の数は 2001 年で全体のほぼ 90%を占めている。

1998 年には 1 件しかなかったマイクロタービンに関する文献が 2001 年には 164 件になり、昨今の関心の高さを繁栄している。

学会の活動内容については、電気学会の電力・エネルギー部門が分散型電源に関して最も広い範囲を網羅して調査研究を行っている。一方、啓蒙活動については電気設備学会が最も熱心に活動している。

表 2.7-3 各学会の活動内容 (注)1

項 目	電気学会 (電力・エネルギー部門)	日本機械学会	エネルギー・資源学会	電気設備学会
方 針 設立目的	我々の生活に必須の電力やエネルギーに関して極めて古い分野から最新分野までカバーする。	機械及び機械システムとその関連分野に携わっている	エネルギー・資源に関する諸問題を総合的に解決する。	電気設備に関する調査研究、標準の調査および立案などを行う。
研究会活動 (分散型電源関係)	1、新エネルギー・環境研究会 再生可能エネルギー利用技術 (太陽光、風力、水力、海洋エネルギー等) エネルギー変換、貯蔵、利用技術 (燃料電池、MHD 発電、蓄電池等) 省エネルギー技術、未利用エネルギー利用技術 (廃熱利用発電、ごみ発電等) 環境保全技術 (炭酸ガス分離・固定等) エネルギー技術評価 (エネルギーシステム解析等) 2、保護リレーシステム研究会 配電系統及び自家用受変電 設備の保護 分散型電源連系系統の保護 その他 4 項目 3、燃料電池次世代システム 技術調査専門委員会 毎年 8 月に開催される学会の期間に	1、超小型ガスタービン利用分散型 エネルギーシステム研究分科会 2、資源循環、環境親和型熱・エネルギーシ ステムのインテリジェント化に関する調査研究 分科会 3、ガスタービン・燃料電池利用小型 分散型エネルギーシステムに関する研究 分科会	1、分散エネルギーシステムに関する 調査研究	1、東北地方の自然エネルギーに 関する調査研究 2、街づくりにおける風力発電利用に 関する調査研究 3、エネルギー総合管理技術に関する 調査研究
講演会 見学会など	テクニカルツアーが開催される。		1、世界貿易センタービル (太陽光発電施設・ガスタービンコージェネ) 2、特別講座 分散型技術のライフサイクル評価 コージェネレーションシステムの最適計画法 分散エネルギーシステムに関するヨーロッパ 調査報告	1、コージェネレーションシステム講習会 2、講習会「マイクロガスタービンのしくみと 導入例 3、講演会「燃料電池開発の現状に ついて」 4、講習会「風力発電設備、太陽光 発電設備の計画・設計と施工」 5、見学会 久井榊原風力発電施設 たちかわウインドファーム 柳津西山地熱発電所

注 1) : 動向調査の内容は学会のホームページ (2002.2.20 時点) より分散型電源関連内容をピックアップ

第3章 分散型電源の普及促進に向けた助成・規制緩和策

(市場育成、普及に向けて取り入れられている助成策、規制緩和策)

分散型電源システムの市場育成が望まれているが、補助金などの助成策拡大や設置場所や安全性などの規制緩和が広がれば、さらなる広がりが期待できると思われる。助成策や規制緩和といっても多くの分野に係わりがあり、簡単に取りまとめることはできないので、分散型電源にとって身近なシステムである風力発電、太陽光発電、燃料電池を具体的な導入事例として取り上げて、その概要を整理した。

風力発電や太陽光発電、燃料電池などの事例をもとにした分散型電源への展開としては、それぞれの施策や措置について、実施主体となる JEMA やメーカなどとの係わりとしてまとめた。

具体的な措置として、リスク軽減、優遇、強制、規制緩和、経済性などの項目を取り上げた。取り上げた項目を分散型電源の各事例へ展開するには詳細なる検討が必要であり、分散型電源の種類や規模、用途によって展開されることを期待したい。

3.1 太陽光発電

1) 太陽光発電の市場育成、普及に向けて取り入れられている助成策、規制緩和策

2001 年 7 月現在

項目	助成制度名	対象者	内 容	問合せ
補助事業	地域新エネルギービジョン策定等事業	地方公共団体又は地方公共団体の出資に係る法人	補助率： 調査費用などに対して、定額(100%)	NEDO 新エネルギー導入促進部
	住宅用太陽光発電導入基盤整備事業	個人、住宅団地供給者等、地方公共団体(「地方公共団体協力応募用枠」)	1kW 当り 12 万円 (10kW 未満)	NEF 導入促進本部 太陽光発電部
	新エネルギー事業者支援事業	民間企業等 新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法第 8 条第 1 項の規定に基づく認定を受けた事業者(太陽光発電については定格出力 100kW 以上が条件。)	補助率：1/3 以内	NEDO 新エネルギー導入促進部
	地域新エネルギー導入促進事業	地方公共団体、第三セクター、地方公共団体自らの負担を伴う事業	補助率：1/2 以内または 1/3 以内(導入促進)、 定額(限度額 2 千万円) (普及啓発促進)	NEDO 新エネルギー導入促進部

項目	助成制度名	対象者	内 容	問合せ
	新エネルギー地域活動支援事業	NPO 法人、公益法人、民間団体等	補助率：1/2 以内	NEDO 新エネルギー導入促進部、NEF 導入促進本部太陽光発電部
	公共施設等用太陽光発電フィールドテスト事業	地方自治体、民間団体、企業等	(募集は終了)	NEDO 新エネルギー導入促進部
	産業等用太陽光発電フィールドテスト事業	民間企業、地方公共団体を含む各種団体等	補助率：1/2	NEDO 新エネルギー導入促進部
	環境を考慮した学校施設(エコスクール)の整備推進に関するパイロットモデル事業	都道府県または市町村	補助率：1/2(新增築)、1/3(改築、大規模改修)、 定額(調査研究経費)	文部科学省大臣官房 文教施設部、初等中等教育局施設助成課、経済産業省 新エネルギー対策課
	私立学校エコスクール整備推進モデル事業	学校法人	補助率：1/3 以内	文部科学省高等教育局私学部私学助成課、経済産業省 新エネルギー対策課
	石油製品販売業構造改善対策事業(災害対応型給油所普及事業)	揮発油販売業者等	太陽光発電設備に対して補助率 1/3(上限 17,333 千円/箇所) (参考)コージェネ・貯水槽にも 1/5 の補助(上限 5,000 千円/箇所)有り。	経済産業省 資源エネルギー庁 石油部流通課
	中心市街地等商店街・商業集積活性化事業	商店街振興組合、事業協同組合、街づくり会社等	補助率：1/4～1/2	経済産業省中小企業庁 経営支援部商業課
	環境共生住宅市街地モデル事業	地方公共団体、都市基盤整備公団、地域振興整備公団、地方住宅供給公社、民間事業者等	補助率： 国から 1/3、 都道府県から 1/3	国土交通省住宅局 住宅生産課、 都道府県
	次世代都市整備推進事業	都市機能が集積しているか又は集積が見込まれる都市、都市基盤整備公団、 地域振興整備公団等	補助率： 国から 1/3、 都道府県から 1/3	国土交通省 都市局 都市政策課 区画整理課および、都道府県

項目	助成制度名	対象者	内 容	問合せ
	都市公園事業費補助	地方公共団体	補助率：設備費の 1/2 以内	国土交通省 都市局公園 緑地課
	港湾環境整備事業費補助	地方公共団体	補助率：設備費の 1/2 以内	国土交通省 港湾局 環 境整備課
	社会福祉施設等施設整備費	地方公共団体、社会福祉法人等	補助率：1/2	厚生労働省
	地域防災拠点施設設備モデル事業	地方公共団体	補助率：1/2（限度額 2 億 5000 万円）	国土交通省防災局震災対 策課
融 資 ・ 債 務 保 証	地域エネルギー開発利用発電事業利子補給事業	地方自治体、 民間企業、組合等	・ 融資額：4 億円以下 ・ 償還：10 年以内 ・ 利率：長期貸出最優 遇金利に 0.5% / 年を 加えた利率から利子補 給率を減じた利率で融 資。 ・ 利子補給率... 年利 〔(契約時の借入金利) ÷ 2〕%（ただし上限 3%）	NEF 導入促進本部業務部
	新エネルギー利用等債務保証	民間企業等	債務保証対象比率： 90%、 債務保証枠：基金の 15 倍、 保証料：年 0.2%	NEDO 新エネルギー導入促進部
	住宅金融公庫の環境共生住宅割増融資	個人（住宅金融公庫の マイホーム新築融資利 用者）	割増融資額：50～300 万円/戸 返済：10～35 年 利率：2.8% / 年（175 ㎡以下）、又は 3.4% / 年（175 ㎡超）	住宅金融公庫
	石油代替エネルギー・ 新エネルギー導入促進 関連融資（電気事業新 規参入関連融資）	出力 150kW 以上の太 陽光発電システム設置者	金利：1.80%、 融資比率：40%	日本政策投資銀行本店 環境・エネルギー部
	国民生活金融公庫の環 境対策貸付	中小企業者	融資額：7200 万円 償還：15 年以内 利率：2.2% / 年	国民生活金融公庫

項目	助成制度名	対象者	内 容	問合せ
	中小企業設備近代化資金制度による融資	中小企業者（従業員100人以下）	融資額：設置費の50%以内 償還：7年以内 利率：無利子	都道府県 商工課など
	農業近代化資金のうち未利用資源活用施設資金	農業者、農協、農業団体	融資額：設置費の80%以内 償還：15年以内 利率：各市町村の利子補給率で異なる	農林水産省経済局近代化資金課
	エネルギー貸付	石油代替エネルギー設備設置者、石油代替エネルギー供給者	利率：1.6% 融資限度額：7.2億円 / 1.2億円	中小企業金融公庫
税制	エネルギー需給構造改革投資促進税制(国税)	青色申告を提出する個人または法人	7%相当額の税額控除、または取得価額の30%相当の特別償却	各経済産業局
	地域エネルギー利用設備に係る固定資産税の課税標準の特例措置（地方税）	事業を営む個人または法人	課税標準額を 5/6 に減額（3年間）	各市町村

3.2 風力発電

1) 風力発電の市場育成、普及に向けて取り入れられている助成策、規制緩和策

2001年3月現在

項目		名 称	対 象 者	助 成 制 度	問合せ
補 助 金	調 査	風力開発フィールドテスト事業(終了) [風況精査] (1995年～1999年)	地方公共団体 民間団体	全額補助	NEDO
		風力発電フィールドテスト事業 [風況精査] (新規：2000年開始)	地方公共団体 民間団体	全額補助	NEDO
		地域新エネルギービジョン策定等事業 (1995年開始)	地方公共団体	定額補助	NEDO
	事 業	風力開発フィールドテスト事業(終了) [システム設計、設置・運転] (1995年～1999年。設置した年度の翌 年以降4年間共同研究実施)	地方公共団体 民間団体	補助率 1/2	NEDO
		風力発電フィールドテスト事業 [システム設計、設置・運転] (2000年～)	地方公共団体 民間団体	補助率 1/2	NEDO
		地域新エネルギー導入促進事業 (1997年開始)	地方公共団体 第三セクター	5,000kW 未満：補助率 1/2 以内 5,000kW 以上：補助率 1/3 以内 普及啓発事業 定額補助 (限度2,000万円)	NEDO
		新エネルギー事業者支援対策事業 (1997年開始)	民間事業者	事業費一部補助 (1/3 以内) 債務保証 (90%)	NEDO
		新エネルギー地域活動支援事業 (2000年開始)	営利を目的と しない民間団体	補助率 1/2 以内	NEDO
		新エネルギー草の根支援事業 (新規：2001年開始)	認定 NPO 民間団体	補助率 1/2 以内	NEDO
		地域地球温暖化防止事業(新規：2001年 開始)	地方公共団体 地方公共団体と 連携する民間	補助率 1/2	NEDO
	融 資	地域エネルギー開発利用発電事業普及 促進利子補給制度 (1994年開始)	地方公共団体 組合等 民間団体	4億円以下利子補給率 :(借入金利÷2)%(上限3%)	NEF
		石油代替エネルギー・新エネルギー導入促進関連 融資 (1997年開始)	事業者	融資比率 工事の40% 金利 2.15%	日本政策 投資銀行

項目	名 称	対 象 者	助 成 制 度	問合せ
税 制	エネルギー需給構造改革投資促進税制 [国税] (1993 年開始)	青色申告を行う 個人または法人	7%の税率控除(資本金 1 億 円以下の法人に限る)30%の 特別償却	経済産業 省
	ローカルエネルギー税制[地方税] (1988 年～2001 年)	個人または法人	課税標準額が 5/6	市町村

2) 風力発電建設に関する法的手続

法的な手続については、風車の規模、立地地点の各種規制状況などによって異なるが、20kW 以上の風車を建設する場合には、電気事業法に定める手続を実施する必要がある。ここでは電気事業法に関する手続と、これまでに主として対象となった法手続について、その概要を下表に示す。

2001 年 7 月現在

関係法	概要	窓口
電気事業法	風車の規模が 500kW になると各種の届け出や申請が必要となる。また、風車規模が 1000kW 以上になると電気主任技術者を選任しなければならない。	各経済産業局
②建築基準法	建築基準法では高さが 15m 以上の木柱、鉄柱、鉄筋コンクリート製の柱、その他これに類する工作物の建設にあたっては、建築確認申請を実施する必要があるが、風車の場合、実施しているケース（要請があった場合）と実施していないケースの両者がある。	市町村
③道路交通法	風車の運搬時に車両の積載重量、大きさもしくは積載方法が制限を越える場合には許可が必要となる。 また、風車の据付工事等において道路を使用する場合には、所轄警察から認可を得る必要がある。	車両の出発地の警察 (所轄警察)
④航空法	風車のロータ回転による最高到達点が 60m を超える場合には、最高点以上の航空標識ポールを設置し、昼間障害標識および低高度航空障害灯を設置するか、運輸省航空局の指示に従い、風車本体に航空障害対策を施す必要がある。	運輸省航空局

関係法	概要	窓口
⑤農地法	農地又は採草放牧地に風車を建設する場合には農地転用に関する許認可申請を行う必要がある。申請先は右の通り。 申請には地権者、森林組合、農業共同組合などの同意書が必要となる。ただし、第 1 種農地は原則として転用は認められない。	転用面積が 2Ha 以下の時は都道府県知事、 2Ha 以上の場合には農林水産大臣
⑥農業振興地域の整備に関する法律	風車の建設地点が農用地区に指定されている場合、国又は地方公共団体が行う事業を除き、当該市町村を經由して都道府県知事に許認可申請を行わなければならない。農地転用届けは農業振興地域整備計画の変更申請書に事業内容を付し、市町村へ提出する。	市町村
⑦自然公園法	自然公園に風車を建設する場合には、対象地域に応じた規制に従い許認可を受けなければならない。対象となる指定地域は国立公園、国定公園、県立自然公園。 ただし自然公園（普通地域を除く）における風車の建設は困難なことが多く実績は少ない。	国立公園 （普通地域を除く） は環境庁長官 その他は 県知事

3) 風力発電システム導入事例

2001 年 7 月現在

目的		システム名称		設置箇所
①	農・漁業用	①	あわびの養殖栽培漁業センター	北海道上ノ国
		②	農業活性化センター	愛媛県瀬戸町
②	資源リサイクル用	①	資源化センター（内電源、太陽光とのハイブリット）	東京都板橋区
		②	出雲市衛生処理場	島根県出雲市
③	道路・駐車場等の融雪用等	①	稚内（サハリンの見える丘）公園内施設用	北海道稚内市
		②	道の駅かぜの丘（駐車場の融雪用）	岩手県遠野市
		③	中山トンネル付近の融雪用 （建設省東北地方建設局）	福島県猪苗代町
④	灌漑用水のポンプアップ用	①		沖縄県南大東村
		②		沖縄県宮古島 (沖縄総合事務局)

目的		システム名称		設置個所
⑤	ゴルフ場	①	平和観光開発、白河メドウ・ゴルフ・倶楽部	福島県天栄村
		②	土佐山田ゴルフクラブ	高知県土佐山田村
⑥	シンボル用	①	市彰山の錨山電飾施設 (太陽光発電とのハイブリッド)	兵庫県神戸市
⑦	公園・遊園地用	①	白橋大橋	北海道室蘭市
		②	旧秋田空港跡地	秋田県秋田市
		③	エネルギー資料館	群馬県企業局
		④	砂丘の公園	茨城県波崎町
		⑤	宮川公園内、民間と NEDO の共同研究施設	神奈川県三浦市
		⑥	しずおか風トピア街道	静岡県御前崎町
		⑦	松任海浜公園	石川県松任市
		⑧	野市動物公園に隣接 (高知県企業局)	高知県野市町
		⑨	椿ヶ鼻ハイランドパーク内電源として温泉 加熱等	大分県前津江村
		⑩	三井グリーンランド	熊本県荒尾市
⑧	教育・研修施設用	①	小学校用電源 (エコ・スクール制度の適用例)	北海道えりも町
		②	立川町自然実習館用電源	山形県立川町
		③	自然エネルギー広場 (足利工業大学)	栃木県足利市
		④	(関東国際学園) 学園内電源	千葉県勝浦町
⑨	展示用	①	北海道電力原子力 PR センター (とまりん館)	北海道泊村
		②	東北電力 (竜飛ウインドパーク展示館)	青森県竜飛崎
		③	TEPCO 新エネルギーパーク	千葉県富津市
		④	中部電力 (浜岡原子力館)	静岡県浜岡町
		⑤	中国電力日置ウインドパーク	山口県日置町
		⑥	九州電力 (野間岬ウインドパーク展示館)	鹿児島県笠沙町
		⑦	NEDO / 沖縄電力 (沖縄エネピア・アイランド 構想)	沖縄県宮古島

3.3 燃料電池

1) 燃料電池の市場育成、普及に向けて取り入れられている助成策、規制緩和策

2001 年 7 月現在

	制度名	対象者	助成措置	窓口
補助金	ニューサンシャイン計画	国立研究所 民間企業	528 億円(2000 年度)	経済産業省
	水素利用クリーンエネルギーシステム技術	NEDO,(財)エネルギー-総合工学研究所,企業/大学/国立研究所など	16.59 億円(2000 年度)	経済産業省
	燃料電池普及基盤整備事業	NEDO,(財)日本自動車研究所,日本ガス協会,企業(6 社)など	13.5 億円(2000 年度)	経済産業省
	燃料電池の実用化に向けた基盤事業,技術開発の推進	全 7 テーマ	119.4 億円	資源エネルギー庁 新エネルギー対策課
	地域新エネルギー導入促進事業	地方公共団体又は その出資に関わる法人	補助率 1/2 以内 又は 1/3 以内	NEDO 新エネルギー導入促進部
	新エネルギー事業者支援事業	民間企業等	補助率 1/3 以内	NEDO 新エネルギー導入促進部
融資	①新エネルギー・自然エネルギー開発融資	燃料電池設備	融資率：40% 貸付利率：2.0%	日本政策投資銀行
	②石油代替エネルギー資金	燃料電池設備	貸付限度額:7.2 億円 貸付利率：2.0%	中小企業金融公庫
税制	エネルギー需給構造改革投資促進税制 (法人税・所得税の特例)	個人又は法人	7%相当額の 税額控除	税務署

2) 燃料電池に関する現行の法規制

2001 年 7 月現在

関係法	概要	窓口
電気事業法	(第 43 条第 1 項施工規則、第 52 条第 1 項) 燃料電池は事業用電気工作物に該当し、電気主任技術者の選任が必要。	各経済産業局
	(火技 省令第 35 条) 燃料電池発電設備の燃料ガスを通じる部分は、不活性ガス等で燃料ガスを安全に置換できる構造としなければならない。	

関係法	概要	窓口
②消防法	(危険物の規制に関する制令第1条別表) 常設型貯蔵所における危険物の取扱い、設備、量、体制、予防、消火、救急についての規定。	
	(条文番号不明) 燃料電池は非常用発電装置としては認められていない	
③系統連系がトラン	連系協議の義務と連系のための保護基準、高調波流出量を規定。	

3.4 その他（低公害車など）

低公害車市場の育成、普及に向けて取り入れられている助成策、規制緩和策を表3.4-1に示す。

表 3.4-1 低公害車市場の助成策、規制緩和策

2001年7月現在

制度名		対象者	助成措置	窓口
施策元 経済産業省	①クリーンエネルギー自動車普及事業（1998年度～） ・電気自動車の普及 ・天然ガス自動車自家用充填設備 ・充電スタンドの整備	地方公共団体、法人、個人	・既存車差額 1/2 ・燃料供給設備 定額	NEDO／ ・日本電動車両協会 ・日本ガス協会 ・エコステーション推進協会
	②電気自動車用高性能電池の開発（1992～2001年度）リチウム電池の研究開発	リチウム電池電力貯蔵技術研究組合／（法人）	・研究開発 100%	NEDO
	③地域新エネルギー等導入促進事業（1997年度～） ・新エネルギーの大量集中導入	地方公共団体	・導入 補助率 1/2 ・促進 定額	NEDO
	④高効率クリーンエネルギー自動車の開発（1997年度～2003年度） ・ガソリン、軽油以外の燃料を用いる自動車の開発	日本自動車研究所／（法人）	・研究開発	NEDO
	⑤燃料電池普及基盤整備事業の検討（2000年度～2004年度） ・自動車、コージェネ向け固体高分子燃料電池の普及基盤の整備、標準化の検討	（詳細不明）	（調査）	NEDO

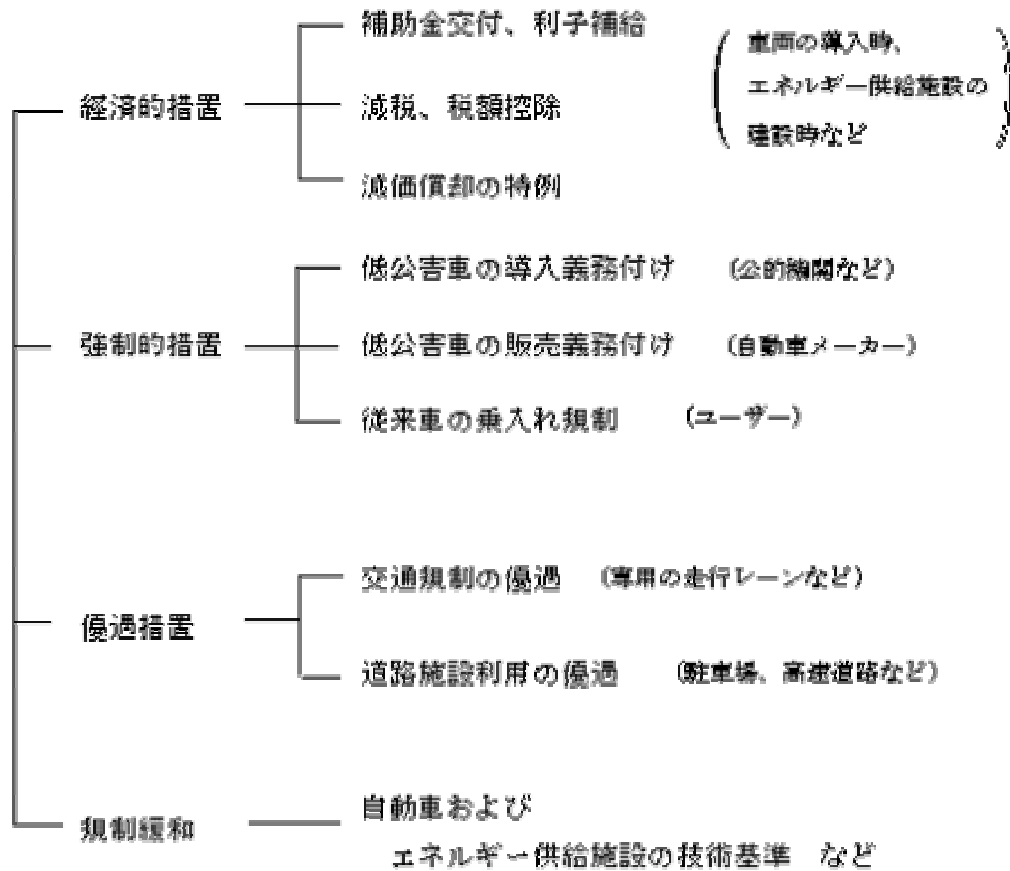
制度名		対象者	助成措置	窓口
	⑥高効率燃料電池システム実用化等技術開発(2000年度～2004年度) ・固体高分子燃料電池自動車の評価、試験装置の技術開発	(詳細不明)	・研究開発	NEDO
環境省	①低公害車大量普及制度基盤確立調査(1998年度～) ・大量普及の制度作り	(詳細不明)	(新型ハイブリッド車に係る所得税及び法人税並びに自動車取得税の特別措置を新設する。)	
	②低公害車普及推進事業費補助(1996年度～) ・特定地域への補助	地方公共団体	・既存車差額 1/2	
	③大気環境パトロールカーの購入補助(公害監視調査等補助金) ・低公害車の導入	地方公共団体	・公害防止計画地区: 基準額の 1/2 ・その他地域: 基準額の 1/3	
	④公害健康被害補償予防協会の環境改善事業(低公害車普及事業、低公害車普及助成事業) ・低公害車の導入	地方公共団体	(車種毎に基準額がある。普及事業、助成事業があり、それぞれの補助率が変わる。)	
国土交通省	① 次世代低公害車技術評価事業(1998年度～) ・液化天然ガス(LNG)自動車、ジメチルエーテル自動車、燃料電池自動車等の現在開発段階にある低公害車について、技術指針の策定、試作車の技術評価、次世代低公害車に対応した新たな審査・検査基準の整備を図る	(詳細不明)	(税制へ展開)	
税制	■ 国税	青色申告をする個人事業者又は法人	特別償却 30% 取得価格額の 7% (納税額の 20%) の特別税額控除	

制度名		対象者	助成措置	窓口
税制	地方税 ・自動車取得税の軽減措置	個人又は法人	・電気自動車の自家用 5%→2.3%、業務用 3%→0.3% ・ハイブリット [※] 乗用車 5%→2.8% ・充電スタンド [※] に対しては固定資産税の特例、特別土地保有税の非課税	*1
	③低公害車の導入に対する低利財政投融資		・日本開発銀行 特利 3%、融資比率 40% ・北海道・東北開発公庫 特利 3%、融資比率 70%	

*1 国土交通省ホームページでは、自動車税制のグリーン化について普及目的、税制の内容などが機種別に詳細な記載がある。

- (1) 2001.07 日本電動車両協会ホームページをもとに、経済産業省、環境庁、国土交通省、NEDOなどのホームページを開き、公開資料を参考にして概要を作成した。(一部解釈の相違があるかもしれないがご容赦願いたい。)
- (2) 助成制度などは、地方自治体などが個別に積極的な展開がみうけられるが、ここでは除いている。

(参考例) 低公害車の導入に向けた優遇措置、規制緩和策などの体系
(三菱総研 ホームページ 研究情報ステーションなどを参考)



1.自動車に関わる法律

道路運送車両法、道路交通法、道路運送法、道路・施設法

他

2.制度

自動車型式認証制度 : 新規に登録を受けるときの業務の効率化、対象となる公害防止などを定めている。(型式認証 : 自動車は、保安基準などの適合について審査を受け、指定又は承認を受けなければ運行することが出来ない。)

型式指定制度 : 保安基準などの適合性、生産の品質体制、完成検査体制などを審査する。(多数販売される自動車: 完成検査修了書 → 自動車製造者が検査業務を代行出来る。)

新型自動車届出制度 : 一台毎に保安基準の適合を検査する(少数車を対象)

安全対策制度

他

3.環境・安全として

排ガス規制、低公害車の指定(補助金対象として)

他

(参考資料) クリーンエネルギー自動車の普及事例

電気自動車、ハイブリッド自動車に対して既存車との差額の半額以内を補助すること業

平成 13 年度 補助対象車両の補助金上限額一覧

日本電動車両協会 ホームページより作成

車 名		形 式	補助対象車 車両本体 価格(円)	既存車車両 本体価格(円)	補助金 上限額(円)
電気自動車					
スズキ エブリイ EV		GD-DA52V(改)	3, 000, 000	913, 000	1, 000, 000
スバル サンバーEV		GD-TV1(改)	3, 000, 000	1, 029, 000	950, 000
ダイハツ ハイゼット EV		GD-S200V(改)	2, 900, 000	808, 000	1, 000, 000
トヨタ RAV4L EV		BEA11G-AWDHS	4, 950, 000	1, 738, 000	1, 600, 000
日産 ハイパーミニ		EA0	4, 000, 000	注)944, 000	1, 500, 000
ホンダ EVPLUS		ZA-1	9, 680, 000	1, 863, 000	3, 900, 000
アラコ エブリデーコムス		AK10E	685, 000	385, 000	150, 000
アラコ エブリデーコムス ロング		AK15E	785, 000	注)432, 000	170, 000
光岡 MC - 1EV	48V	ME1(001)	568, 000	385, 000	90, 000
	72V	ME1(002)	678, 000	385, 000	140, 000
ハイブリッド車					
トヨタ プリウス		ZA-NHW11-AEEEB	2, 180, 000	注) 1, 608, 000	250, 000
トヨタ エスティマ ハイブリッド	8 人乗り	ZA-AHR10W-MREGB	3, 350, 000	注) 2, 835, 000	250, 000
	7 人乗り	ZA-AHR10W-MFEGB	3, 380, 000	注) 2, 865, 000	250, 000
トヨタ コースターハイブリッド EV(EX)		KC-HZB50(改) -ZEDQM	14, 050, 000	4, 690, 000	4, 650, 000
トヨタ コースターハイブリッド EV(LX)		KC-HZB50(改) -ZEDNM	14, 050, 000	4, 690, 000	4, 650, 000
トヨタ コースターハイブリッド 幼児専用車		KC-HZB50(改) -BKDSM	13, 850, 000	4, 470, 000	4, 650, 000
日野 レンジャー (キャブ付シャーシ)		HF-FC1WJCH	9, 705, 000	4, 450, 000	2, 300, 000
日野 レンジャー(集配車)		HF-FC1WJCH	10, 805, 000	6, 180, 000	2, 300, 000
ホンダ インサイト	無段変速機	YA-ZE1	2, 180, 000	注) 1, 692, 600	240, 000
	5 速マニュアル	YA-ZE1	2, 100, 000	注) 1, 606, 600	240, 000

注) : 装備等調整後の価格。

上記の車両本体価格については、補助対象車は全国メーカー希望小売価格、既存車は東京地区メーカー希望小売価格をもとに算出。但し、東京地区での販売がない場合は販売対象地域の価格をもとに算出。エコ・ステーション対応の急速充電用コネクタを特別仕様で装着する場合には(電気自動車のみ)、その費用の 1/2 相当額を 1 万円単位

(1 万円未満切捨て) で当該補助対象車両の補助金額に上乗せ申請することを認める。

第4章 分散型電源の技術動向

分散型電源という用語は、従来の集中型電源の対概念として慣用的に使用されており、厳密な定義はない。そこで本稿では分散型電源の形態を大きく四つに分類し、その中で、現在、一般的に実用あるいは研究段階などにある分散型電源を抽出し、それらの特徴、現状、種類と構成、系統接続方式、導入事例などに焦点をあて技術動向として記述した。

4.1 化石燃料などを投入し発電する燃料発電型

- ・ガスタービン、マイクロガスタービン
- ・ディーゼルエンジン、ガスエンジン
- ・燃料電池

4.2 太陽光や風力などを利用し発電する自然エネルギー発電型

- ・太陽光発電
- ・風力発電
- ・小水力発電

4.3 廃棄物などを利用し発電する未利用エネルギー発電型

- ・バイオマス

4.4 蓄電池などによる電力貯蔵型

- ・フライホイール
- ・SME S
- ・二次電池（鉛、NaS、RF）
- ・電気二重層コンデンサ

なお表4.1-1に、各分散型電源の技術動向の概要を「分散型電源の種別とその特徴」としてまとめた。

表4.1-1 分散型電源の種別とその特徴（１／３）

	電源種別	特 徴	系統接続方式	容 量	設置コスト	熱利用	備 考
化石燃料などを投入し発電する燃料発電型	ガスタービン(*1)	・ 小形軽量 ・ 冷却水が不用 ・ 低振動・低騒音 ・ 蒸気としての排熱利用が可能	直接	3kW～50,000kW	17～13 万円/kW	・ 排ガスの直接利用 ・ 排ガスを廃熱回収 し て温水・蒸気として利用 ・ 廃熱回収により総合効 率～80%	設置コストは日本コ ジェネレーションセ ンター発表による
	マイクロタービン (*2)	・ 小容量ではあるが発電効率が高い ・ NOx ガスの排出量が極めて低い	インバータ	30kW～300kW	30～20 万円/kW	・ 排ガスの直接利用 ・ 排ガスを廃熱回収 し て温水・蒸気として利用 ・ 廃熱回収により総 合 効率 70～80%	設置コストはJEMA 調 査による
	ガスエンジン(*2)	・ 排ガスがクリーン ・ 熱回収が容易で総合効率が高い ・ メンテナンスが容易	直接	15kW～3,000kW	35～15 万円/kW	・ 排ガス・冷却水の熱回収 により温水利用が可能 ・ 廃熱回収により総 合 効率 70～85%	設置コストは日本コ ジェネレーションセ ンター発表による
	ディーゼルエンジ ン(*2)	・ 発電効率が非常に高い ・ NOx, 煤塵の排出量が多い ・ 往復動機関ゆえ振動・騒音が大きい	直接	15kW～10,000kW	35～13 万円/kW	・ 排ガス・冷却水の熱回収 により温水利用が可能 ・ 廃熱回収により総 合 効率 60～80%	設置コストは日本コ ジェネレーションセ ンター発表による
	燃料電池	・ 直接発電であり発電効率が高い ・ 排気中の窒素酸化物、硫黄酸化物が少ない ・ 運転騒音が小さい ・ 幅広い種類の燃料を使えるのでバイオガスなど 未利用エネルギーの活用にも役立つ	インバータ	PAFC 形： 50～200kW PEFC 形： 0.5～250kW	(PAFC) 70 万円/kW	・ 発電セルの反応で 生 じる高温水また は蒸気 をそのまま 利用 ・ 廃熱回収により総 合 効率 70～80%	設置コストは NEDO 「新エネルギーガイ ドブック」より

注(*1)：表4.1.2-1による。注(*2)：表4.1.1-2による。

表4.1-1 分散型電源の種別とその特徴(2/3)

	電源種別	特 徴	系統接続方式	容 量	設置コスト	熱利用	備 考
太陽光や風力などを利用し発電する自然エネルギー発電型	太陽光発電	- 環境負荷低減効果大、クリーンな発電方式 - 騒音がなく都市部・住宅などに普及 - 日照による発電量の変化が大きい - 小規模～大規模まで自由に設置 - 可動部分や高音高圧の部分がなく保守が容易、無人化が可能	パワーコンディショナー (インバータ) 低圧系統連系 (住宅用) 高圧系統連系 (施設・ビル用)	3kW～5kW (個人住宅用) 10kW～300kW (施設・ビル用)	住宅用 94 万円/kW 非住宅用 104 万円/kW	なし	設置コストは NEDO「新エネルギーガイドブック」より
	風力発電	- クリーンなエネルギー利用 - 無尽蔵にあるエネルギーの利用 - 夜間の発電も可能 - 出力変動が大きい - エネルギー密度が低い	直接／インバータ	マイクロ：1kW 未満 小形：1～20kW 中小形：20～500kW 中形：500～1000kW 大形：1,000kW 以上	24～37 万円/kW	なし	設置コストは NEDO「新エネルギーガイドブック」より
	小水力発電	- 中小規模の河川や農業用水などに適用可能 - 発電による CO₂ 等の発生はなくクリーンな発電方式	直接	1,000kW 以下	70 万円/kW	なし	設置コストは NEDO「新エネルギーガイドブック」より
未利用エネルギー発電型	バイオマス発電	- 生物体を構成する有機物から化学反応を利用して得られるエネルギー - 直接燃焼・生物化学変化・ガス化など様々な方式がある - CO₂ 発生は自然界においてバランスしている	直接／インバータ	50kW～数100kW	方式により多様	一部あり (化学変化で発生する熱の利用)	

表4.1-1 分散型電源の種別とその特徴 (3 / 3)

	電源種別	特 徴	系統接続方式	容 量	設置コスト	熱利用	備 考
蓄電池などによる電力貯蔵型	フライホイール	- 回転体が持つエネルギーを利用 - 短時間に大電力を放出することが可能	直接／インバータ	5kVA(10 秒)程度 ～500MVA (5 秒)程度 以上	10 万円/kW ～20 万円/kW	なし	
	SME S	- 超電導マグネットの電流が減衰しないのでエネルギー貯蔵効率が 高い - 充放電に伴う機械的摩擦や化学変化がないので寿命が長い	インバータ	1MW-3.6 秒など	— (実証段階)	なし	
	二次電池	①ナトリウム－硫黄電池 - エネルギー密度が高い - 電池の内部温度 300℃で使う ②レドックスフロー電池 - 電解液タンクを大きくすると充放電時間を延ばせる - 電解液の環境放出防止を考慮 ③改良鉛電池 - 量産技術が進みコストが抑えられる	インバータ	①, ②, ③共： 50kW～3MW	①, ②, ③共： 15～25 万円/kW, 3 ～8h	なし	
		④リチウムイオン電池 - 高い出力電圧と電流密度が得られ小形電気機器や自動車用に適す る ⑤ニッケル水素電池 - 水素吸蔵合金を使う、自動車用としての開発が行われている	インバータ	④, ⑤共： 10kW 程度	— (開発段階)	なし	
	電気二重層コンデンサ	従来のコンデンサに比べて静電容量が大きくメモリーバックアップ、自動車セルモータ用などに使われている	インバータ	集積したもので 1F～ 2, 000F	— (実証段階)	なし	

4.1 化石燃料などを投入し発電する燃料発電型

4.1.1 ガスタービン、マイクロガスタービン

a) ガスタービン

分散型電源に用いられるガスタービンには 航空機転用型と産業型があり、650 kW～7MW級が製品化され、20MW級の大容量機も開発されている。これらガスタービンは 通常、総合エネルギー効率を高めるため、タービンで燃焼した高温排ガスも有効利用するコージェネ(熱・電併給)設備の形態で導入されるが、5 年ほど前から蒸気需要が減り、この 3 年は熱電可変型が主流となっている。この熱電可変型ガスタービンにおいては、発生蒸気を燃焼器内に再注入することで余剰蒸気を有効利用し、発電出力(効率)の向上を図っている。また、最近では、電気主体(モノジェネ、安い電気)への要求も強く、発電効率の高い中型ガスタービンコンバインドの導入も増加している。上述の 20MW級ガスタービンではコンバインドサイクルシステムとしての需要が期待されている(ガスタービン 2 台と蒸気タービン 1 台の組合せで 50MW級、発電効率 約 50%)⁽¹⁾。

新規開発では 高効率で、かつ、環境にも優しいガスタービンを目指し、排ガスの排熱を利用する再生方式や排気ガス中の窒素酸化物(NO_x ガス)濃度を低くする希薄予混合燃焼方式(DLE:ドライローエミッション)の採用が増えている。また、ごみ焼却場から出る未利用蒸気のガスタービン注入システム(未利用エネルギーの有効利用)やバイオガス(メタン醗酵・消化ガス)によるガスタービン燃焼も推進されている。

300 kWセラミックスガスタービンの開発では 熱効率 42.1%を達成している(NEDO 委託研究)。また、近未来の高効率発電を実現する分散型電源として、燃料電池とガスタービンを組合せた発電システムの開発が米国などで始まりつつある。このシステムでは高温高压で動作する固体酸化物形(SOFC, 900～1000℃)と熔融炭酸塩形(MCFC, 600～700℃)の燃料電池が対象となる。数百 kW の小出力の場合は、後述のマイクロガスタービンとの組合せで 約 65% (LHV) の総合効率が期待されている⁽²⁾。

b) マイクロガスタービン

小規模分散型電源で、今後、市場性と環境性に優れるものとして、既存のガスエンジン以外にマイクロガスタービンと固体高分子形燃料電池(PEFC)がある。マイクロタービン分野においては、その発電機能とタービンは排熱利用(温水、蒸気、空調など)を組合せた小型・高効率のコージェネレーションシステムが実用化段階を迎えつつある。電力・ガスの部分自由化や地球温暖化防止・環境保全に端を発した省エネ・新エネ関連の技術開発・機器導入の流れの中で、小規模分散型電源としてのマイクロタービン・コージェネへの期待は大きい。

表 4.1.1-1 には 代表的なマイクロタービンの仕様を、**表 4.1.1-2** には マイクロタービンと他原動機のコージェネ環境特性を示す。このようなマイクロタービンには、排気ガスで給気を予熱する再生サイクル方式と希薄予混合燃焼方式の採用により、小容量発電ではあるが発電効率が高く、大気汚染源となる NO_x ガスの排出濃度も極めて低いという優れた特徴がある。また、空気軸受の採用により、通常の高速運転状態ではシャフトと軸受が非接触で回転し、かつ、軸受は空気で冷却されるので潤滑油が不要となり、グリース交換などのメンテナンスも不要となる利点がある。

表 4.1.1-1 代表的なマイクロガスタービンの仕様

システム メーカー	Capstone 社	Honeywell 社	Elliot 社	Turbec 社	トヨタ タービン アントン システム社
定格発電出力 (@ 15℃)	28kW 60kW	75kW	80kW	100kW	50kW 290kW
定格発電効率 (LHV)	26%	28.5%	25～30%	30%	15～20% (再生器なし)
NO _x (@15%O ₂)	9ppm	25ppm	15～25ppm	15ppm	35ppm (@16%O ₂) (290kW)
本体寸法 W×L×H(cm)	71×135×190 (28kW)	122×233×237	81×200×120	110×240×180	150×470×280 (290kW)
重量(kg)	950 (28kW)	1,540	850	2,000	1,100 (290kW)
騒音レベル (@1m)	80～85dB	80～85dB	80～85dB	70dB	85dB

- ・ Capstone, Honeywell, Elliot, Turbec の各社製は再生器付きで、小容量でも高い発電効率(26～30%)を有する。
- ・ Capstone, Honeywell 社製は 空気軸受を採用。
- ・ トヨタ タービン アントン システム社は 再生器なしで廃熱蒸気回収(50kW は再生器付きも開発)。
- ・ いずれも廃熱回収により、総合効率は 70～80%を達成している。
排ガスの直接利用、温水または蒸気で利用する場合がある：① 給湯利用、② 空調利用(デシカント空調機、吸収冷温水機など)、③ 生ゴミ乾燥利用、④ その他 加温・加熱利用
- ・ 防音対策が容易で 低騒音化が可能であり、現在 国内では騒音レベル 65dB(1m)程度に再パッケージしたものが販売されている。

表 4.1.1-2 マイクロタービンと他原動機とのコージェネレーション環境特性の比較

項 目		マイクロタービン	ガスエンジン	ディーゼルエンジン
容 量		30～300kW	15～3,000kW	15～10,000kW
主な燃料		都市ガス、プロパンガス、灯油	都市ガス	灯油、軽油、重油
発電効率		24～30%	30～35%	32～40%
総合効率		70～80%	70～85%	60～80%
環 境 性	NOxガス	<35ppm (@ O ₂ = 15%)	200ppm (@ O ₂ = 0%)	950ppm (@ O ₂ = 13%)
	SOxガス	都市ガス、プロパンガス：なし 灯油：<1ppm	なし	250ppm

[参考資料]

- (1) 熱産業経済新聞「IPPEX 2001」特集記事：座談会“分散型発電の新たな展開”(2001.12.5)
- (2) 笠木：高圧ガス、マイクロタービン小型分散エネルギーシステム, Vol.38, No.6, P.545～552 (2001.6)

4.1.2 ディーゼルエンジン・ガスエンジン

(1) 特徴

開発されてから既に 100 年以上の歴史を持つディーゼル・ガスエンジンは、発電用原動機としても古くから広く使われてきており、その熱効率の高さから小規模発電では今なお重要な地位を占めている。共に往復動の内燃機関ゆえ、両者共通の特徴としては下記が挙げられる。また、ディーゼル・ガスエンジンの特徴比較を表 4.1.2-1 に示す。

- 1) コンバインド化せずとも単体での発電効率が高い。
- 2) ガスタービンに比べ、吸入空気温度による出力・効率の変化が極めて小さい。
- 3) 往復動機関ゆえに騒音と振動が大きく、設置にあたり何らかの対応策が必要。
- 4) 始動停止が容易。連続運転はもとより DSS やピークカットなどにも対応可能。また、小容量機でも発電効率が比較的高く、運転台数制御で運用の最適化をはかる事が容易。
- 5) 軸受やピストンリングなど消耗部品点数が多く、メンテナンスに若干手が掛かる。
- 6) 発電効率が高いゆえに排熱のポテンシャルが低い傾向にあり、蒸気での熱回収も可能であるが温水での熱回収の方が容易。コージェネレーション用としては熱電比が小さい用途に向いている。

表 4.1.2-1 ディーゼル・ガスエンジンの特徴比較

項 目	ディーゼルエンジン	ガスエンジン	ガスタービン(参考用)
主な燃料	灯油、軽油、A～C 重油	都市ガス、LPG、消化ガス	都市ガス、灯油、軽油、A 重油
単機容量(*1)	10～15,000kW	1～5,000kW	3～50,000kW
発電効率	30～47%	25～42%	15～35%
コージェネ総合効率	～80%	～85%	～80%
排熱回収形態	排ガス：蒸気又は温水 冷却水：温水	排ガス：蒸気又は温水 冷却水：温水(*2)	排ガス：蒸気
排ガス温度	350～450℃	350～600℃	450～600℃
機関での低 NOx 対策	燃料噴射時期調整 水噴射	三元触媒 希薄燃焼	水噴射 蒸気噴射
NOx ガス	800～1300ppm (@ O ₂ = 13%)	100～2000ppm (@ O ₂ = 0%)	50～150ppm (@ O ₂ = 16%)
SOx ガス	燃料中の硫黄分による。	燃料中の硫黄分による。	燃料中の硫黄分による。
煤煙	燃料症状にもよるが、始動時、負荷急変時に出やすい。	少ない。	少ない。
振動	大きい。基礎の大型化や防振支持による対策必要。	大きい。基礎の大型化や防振支持による対策必要。	少ない。対策不要。
騒音	95～110dB(A) 低～中周波音。(*3)	95～110dB(A) 低～中周波音。(*3)	100～110dB(A) 高周波音。
吸気温度による運転出力変化	ほとんどない。	ほとんどない。	大きい。
管理に必要な資格(10kW 以上)	電気主任技術者	電気主任技術者	電気主任技術者 BT 主任技術者

注(*1)：大形 2 サイクル機関や事業用大形ガスタービンを除く。

注(*2)：沸騰冷却により低圧蒸気を回収可能な機種もある。

注(*3)：過給機付き機関は高周波音が増大する傾向あり。

(2) 現状

我が国におけるディーゼル・ガスエンジンによる発電は離島用、非常用をはじめとして古くからの歴史をもっているが、設置台数が急激に増加したのは第二次オイルショック後の 1980 年台になってからである。省エネ・環境問題への対応からコージェネレーション普及が提唱されるようになり、また関係官庁の規制緩和や税制上の優遇措置など対応環境も整備されていった事により、特にディーゼル・ガスエンジンを主機とする発電システムは発電効率の高さに加え、温水・蒸気での排熱回収も容易な事から民生用・産業用を問わず順調に設置実績を積み上げてきていると言える。

ディーゼルは環境問題の面から近年では産業用・民生用ともに地方での設置がほとんどである。ガスエンジンは都市ガス網が整備されている大都市圏での設置が中心で、オフィスビル、ホテル、病院、大型スーパー・ショッピングセンター、銭湯（健康ランド）、スポーツ施設など民生用の需要が多いが、環境問題に対する意識の高まりを反映してか最近では 3000～5000kW クラスの大型機が産業用に設置されるケースも出てきている。また、発電と給湯が可能な 10kW 未満の超小型ガスエンジンパッケージを家庭や小規模店舗に設置するケースも増加してきている。

(3) 種類と構成

1000kW クラス程度までは輸送・据付の容易さ、工期短縮などのメリットから All in One ないしは主要機器をワンパッケージにまとめた形が主流である。機関補機の構成はディーゼル・ガスでほとんど差がなく、燃料供給系統を除いてほぼ同様である。

ディーゼルの燃料油は燃料ポンプで圧送されたのち噴射ポンプより高圧で燃焼室に噴射され、ピストンの上昇によりシリンダ内で圧縮され高温となった吸気により自着火する。一方、ガスエンジンの燃料ガスは圧力調整された後、キャブレタにより空気と予混合されシリンダに吸入、あるいは空燃比制御装置で制御されるガス弁により吸気マニホールド近傍に（副室を有する場合は副室へも）導入され吸気と予混合しながらシリンダへ吸入され、スパークプラグで点火する方式が一般的である。いずれもガス会社の供給圧力が不足する場合はガス圧縮機により機関要求圧力まで増圧する必要がある。

冷却システムについては中小型機では機関直結ファン方式のラジエータ冷却が主流であるのに対し、大型機では冷却塔や電動ファン方式のラジエータを採用するケースが多い。

廃熱回収は排ガス系と冷却水系に分けられる。前者は排ガスボイラにより、後者は直接利用または熱交換器を介して熱回収を行う。

排気系統については騒音低減のため消音器が装備される。また、排ガス対策のため、中大型機関では外付けの脱硫・脱硝装置を追加装備するケースがある。前者は水マグ法、後者はアンモニアあるいは尿素による選択接触還元法が多く採用されている。

発電機は通常機関出力軸に直結され、機関と同じ速度で回転する。従って減速／増速ギヤなどによる機械損失はない。機関、発電機、発電量の各制御については個別の制御装置を用い、必要に応

じて総合的に操作監視を別の装置で行う方式が以前は主流であったが、近年はこれらを根本から統合した制御システムが開発されてきており、特にガスエンジンの小型パッケージに採用例が多くなっている。

(4) 系統接続方式

系統連係は通常、ガイドラインに沿って保護装置設置の上で **3.3kV** や **6.6kV** などの高圧系統に直接接続するケースが大部分である。近年は、**10kW** 以下の超小型機では機関を高効率で運転出来る回転数が高くなるため、**2 極**の同期発電機を使用しても **50** または **60Hz** に対応できないゆえ、これを打破すべくインバータ技術を利用した **AC-DC**、**DC-AC** 変換を介して単相 **100-200V** 系統へ接続するケースも出てきている。

(5) 導入事例

エンジン本体の開発に関しては、エンジンメーカーが固有の船用機関や車両用機関をベースに必要な改造・調整を加えて発電用機関として転用するケースが多いが、当初より発電用として開発される機関も出現している。発電システムとしての開発は従来より主としてエンジンメーカーのエンジニアリング部門で行われているが、最近は大手ガス会社と共同で小型ガスエンジンコージェネパッケージの開発を進めるケースも多くなっている。

各種報道機関を通じて発表されている最近の技術動向と導入事例を以下に挙げておく。

- 1) 超小型 GE パッケージ：大阪ガス+本田技研(**1kW**)、東京ガス+アイシン(**6kW**)、大阪ガス+ヤンマー(**9.8kW**)など **10kW** 以下の開発・販売がガス会社を中心に急速に進められている。**9.8kW** 機は既に実績が多数あり（数百台規模）、**1kW** および **6kW** 機については一般家庭やファーストフード店などと組んでフィールドテストを実施中。
- 2) 高効率化：ミラーサイクル+希薄燃焼（大阪ガス+三菱重工業、東京ガス+ヤンマー）による **300~500kW** クラスの高効率化が進んできており、一昔前の **3000~5000kW** クラスの発電効率に匹敵する **40%**前後の値をマークしている。既に一般向けに納入実績を挙げ、実運転を開始している機関もある。その他の高効率化テクノロジーとしては、セラミック断熱エンジン（いすゞ）、可変過給機による過給圧制御（三菱重工業）などがある。
- 3) 蒸気回収率向上：低圧蒸気による沸騰冷却熱回収（ヤンマー、CAT、Waukesha）が実用化され、すでに市場投入され実績も挙げている。
- 4) 保守保全：各種サービス：小型機の市場の広がりにつれ、発電設備だけではなく、インターネット・電話回線による監視・保守保全サポートサービスの売り込みにも各社力を入れてきており、実際に導入されるケースも増えてきているようである。

【参考文献】

- (1) 日本コージェネレーションセンター、コージェネレーション総合マニュアル（2000）
- (2) 三菱重工技報 Vol.26 No.4 (1989)、Vol.38 No.4 (2001)
- (3) 矢野経済研究所、300kW 以下の分散型発電システム市場の潜在需要予想（2000）
- (4) 空気調和・衛生工学 第 66 巻 第 11 号 (1992)

4.1.3 燃料電池

(a) 概要

燃料電池は外部から供給された燃料と酸素を触媒作用によって電気化学的に反応させ、燃料から直接的に電気エネルギーと熱エネルギーを取り出すエネルギー変換装置である。りん酸形燃料電池（PAFC）では天然ガス、LPガス、メタノール、ナフサ、ケロシンなどの燃料を改質器内で反応処理して水素を取り出す。カーボン粒子に付けた白金触媒に水素が触れると陽子 H^+ と電子 e^- に分離してアノード電極に電子を与える。陽子 H^+ は電解質膜を通り抜けてカソード側へ移動し、そこに導入した酸素及びカソード電極上の電子と反応して水を作る。熔融炭酸塩燃料電池（MCFC）では、カソード電極側で二酸化炭素、酸素、電子が反応して炭酸イオン CO_3^{2-} を生成する。そして炭酸イオンが電解質層を通り抜けてアノード側へ移動し、そこで水素と反応して二酸化炭素と水を生成して電子をアノード電極に残す。

表 4.1.3-1 燃料電池の種類

項目	りん酸形 PAFC	熔融炭酸塩形 MCFC	固体酸化物形 SOFC	固体高分子形 PEFC
電解質を通るイオン	陽子 H^+	炭酸イオン CO_3^{2-}	酸素イオン O^{2-}	陽子 H^+
電極材料	炭素繊維	ニッケル	セラミック	炭素繊維、導電性 プラスチック
運転温度	170～ 210℃	600～ 700℃	900～ 1,000℃	25～ 100℃
発電効率（LHV）	40～45%	45～60%	50～60%	35～45%
主な原燃料	天然ガス、LP ガス、メタノール、 ナフサ、ケロシン、水素、 消化ガス	天然ガス、LPガス、メタノール、 ナフサ、ケロシン、消化ガス、石炭 ガス		天然ガス、LPガス、 メタノール、 消化ガス、水素

(b) 特徴および現状

燃料電池は電気化学的な直接発電であり、発電効率が高く、排気中の窒素酸化物、硫黄酸化物が少なく、また運転騒音が小さいという特長がある。また、幅広い種類の燃料を使えるので、メタン発酵で得られるバイオガスの利用など、未利用エネルギーの活用にも役立つ。

(c) 容量範囲

現在長時間の連続運転が実証され、普及段階にあるりん酸形燃料電池は50～200kWの分散設置用が最も多く生産されている。近年、ハイブリッド自動車、家庭用分散型コージェネレーションに適用が可能となってきたPEFC固体高分子形では500W～250kWの容量の製品が作られている。

(d) 系統接続方式

燃料電池の直流出力をインバータを介して電力系統に連系する。燃料電池は取り出す電流を上げると電圧が下がる特性があるが概ね一定以上の電流で電圧が垂下する定電圧特性である。インバータは直流電圧を一定にし、電流を上げすぎない範囲で運転する。インバータ出力を重要負荷の無停電電源に使うシステムも開発されている。

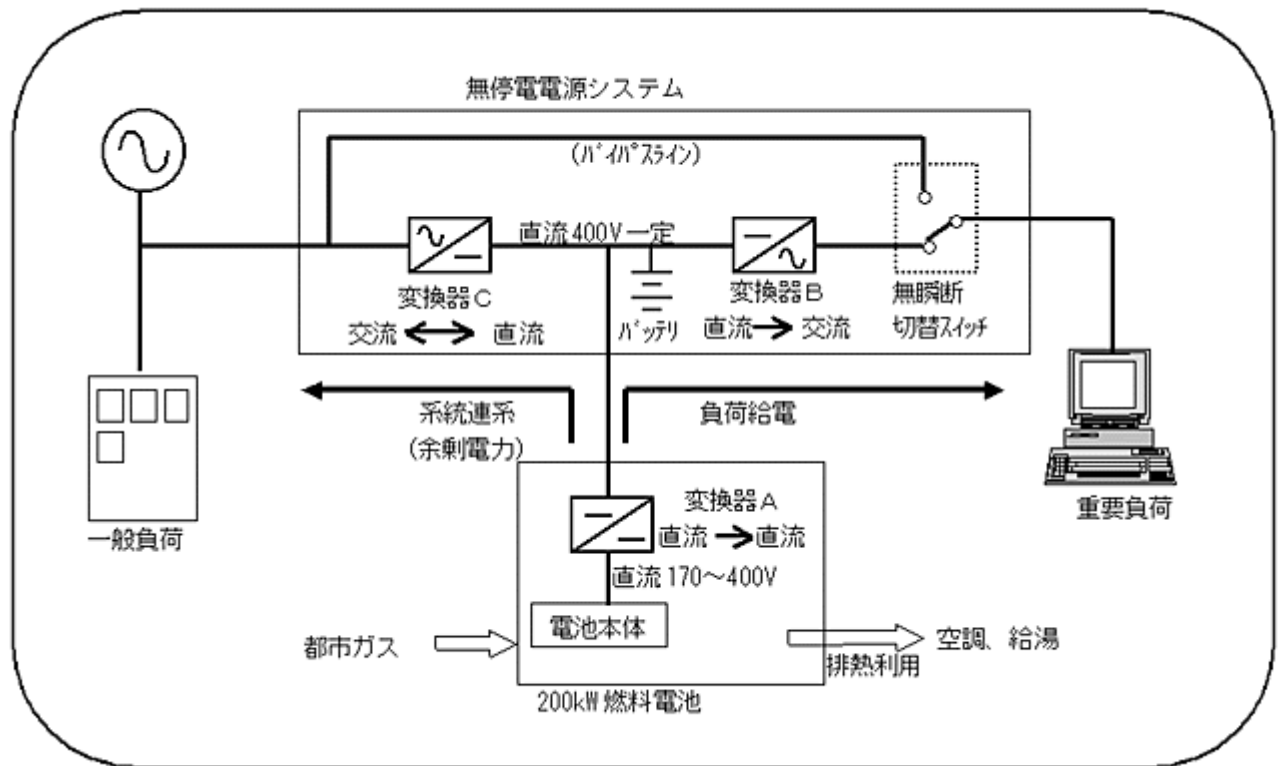


図 4.1.3-1 燃料電池と系統連系を組合せた無停電電源システムの例
（大阪ガス株式会社 ホームページから）

(e)適用事例

燃料電池の適用事例を以下に示す。

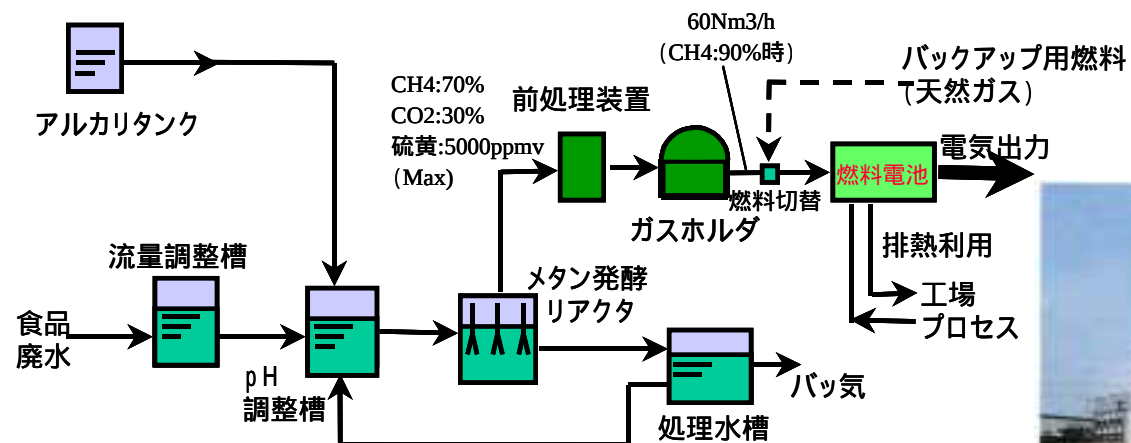
納入事例 (1)

客先名 : サッポロビール千葉工場

運転開始 : 1998年6月

千葉工場トータルエネルギーの約4%低減

原油換算にて663kl/年のエネルギー節減

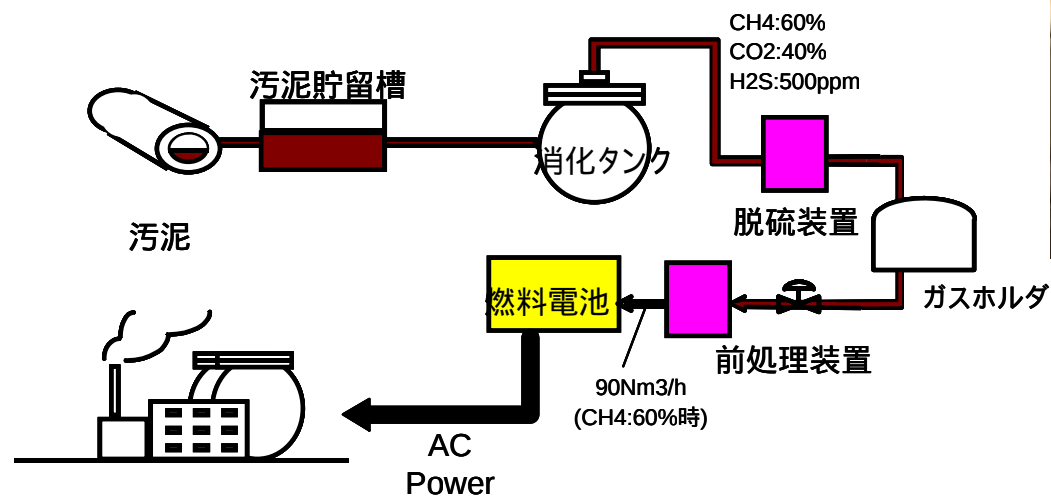


納入事例 (2)

客先名 : 横浜市北部汚泥センター

運転開始 : 1999年11月

年間約1900万円の電気料金の削減が可能。



4.2 太陽光や風力などを利用し発電する自然エネルギー発電型

4.2.1 太陽光発電

a) 太陽光発電システムの概要及び現状

太陽電池は、シリコン半導体等に光が当たると電気を起こす現象を利用し、太陽の光エネルギーを直接電気エネルギーに変換して発電する方法である。

太陽電池により発生した電力（直流）を利用して、使用される負荷に供給出来るようにしたシステムを太陽光発電システムという。

太陽電池の材料は現在、結晶系シリコン半導体が使用され、単結晶太陽電池、多結晶太陽電池が主流である。また今後期待される低コスト、高効率化を目指しアモルファス太陽電池等の種類がある。

太陽電池は最小単位のセルと呼ぶ 10cm～15cm 角の板状のものを数十枚直列に接続し、それらを、耐候性を考慮したパッケージに収納したものをモジュールという。この、モジュールを必要な発電電力に合わせて、直列、並列に組合せて大型パネル化している。

これを太陽電池アレイといい、各種の施設の屋上、屋根、壁、庇などに設置して使用する。

利用される形態等により、系統連系形（ビル、工場等の屋上、外壁、住宅等の屋根に設置した太陽電池の直流電力をパワーコンディショナで交流に変換し、商用電力系統と連系したもの）、独立型（昼間、太陽電池の電力を蓄電池などの二次電池に蓄え負荷に供給するもので、商用電力系統と連系しないもの）などに分類される。

我が国の太陽光発電は 1960 年代頃から導入され、主に無人灯台やマイクロ、無線テレメータ等の商用電源を引くのに困難な遠隔地など局地的な場所に独立型電源として利用されたのが始まりである。1973 年第一次オイルショックの後、国によるサンシャイン計画がスタートし、更に、1980 年には NEDO が設立され本格的な太陽光発電の研究が始まり、太陽光発電に関する各種の研究、開発、及びフィールド実験が進められた。

太陽光発電の本格的な導入は 1992 年に NEDO により公共用・産業用システムを対象としたフィールドテスト事業が開始され、更に、1994 年からは NEF による住宅用太陽光発電システムモニター事業の補助事業が実施されたことにより世界的に類を見ない飛躍的な伸びを実現している。

京都で開催された地球温暖化防止京都会議（COP3）以来本格的な取組みが推進されている CO₂ 削減対策など、昨今の地球環境問題や、一次エネルギーの約 80%を輸入に頼る日本におけるエネルギー問題等と絡まり、CO₂を排出しないクリーンな石油代替エネルギーとして、太陽光発電システムは、現在、最も注目、期待されている新エネルギーシステムである。

b) 太陽光発電の特徴

特 色	留 意 点
1. クリーンな発電方式である。	1. 発電が日射時間に左右される。
2. 部分や高温高压の部分がなく、保守が容易であり、無人化が可能である。	2. 大電力を得るためには広い面積を必要とする。
3. エネルギーは非枯渇エネルギーである。	3. 現状ではコストが高い。

特 色	留 意 点
4. モジュール構造のため量産性に富む。	4. 直流電力である。 (長所となることもある)
5. 必要に応じて小規模なものから大規模なものまで自由な設置が容易に出来る。	5. 場所は南面を中心にほぼ緯度と同じ斜角で設置されることが最適である。

資料：エネルギー導入ビジョン、（資源エネルギー庁編、通商産業調査会）

c) 系統接続方式

太陽光発電システムの導入形態を大きく分けると、系統連系形では、逆潮流接続方式が主流であり、経済産業省が支援をしている①NEF が補助事業を行っている低圧系統連系形の住宅用太陽光発電導入基盤整備事業（平成 14 年度から導入促進事業と名称改称）と NEDO が実施している、高圧系統連系形の産業等用太陽光発電フィールドテスト事業や、地域地域新エネルギー導入促進事業等である。

また、独立型では道路、交通標識用、換気扇、街路灯、通信用、観測用、海洋（灯台用等）などがあり、接続方式は直流、又は交流の負荷に太陽電池、蓄電池を接続して使用する。交流負荷の場合はインバータを必要とする。

d) 容量範囲

規模的には、個人住宅用連系型で 3～5 kW 程度、公共・産業用施設、商業用ビル等連系型で 10～300kW の太陽光発電システムが中心となっている。

独立型は無人灯台や無線テレメータ用電源など、数 W～数 100W が中心である。

人工衛星などの特殊な用途としても使用されている。

最近の公共・産業用太陽光発電システムの設置・導入形態は従来の陸屋根タイプ一辺倒から、大型化モジュール、採光型モジュール、建材一体型など多様化している。

これまでの太陽電池製造メーカーだけでなく、建材メーカー、住宅メーカー、ゼネコン、電源メーカーなど多くの分野が参入し市場拡大している。

e) 日本における太陽光発電設置導入量《参考》

表 4.2.1-1 から明らかなように我が国の 2000 年までの太陽電池累積導入量は約 32 万 kW である。

国策として 2010 年までに積導入目標が 482 万 kW となっており、今後、太陽光発電システムは本格的な普及段階になりつつある。

表 4.2.1-1 4 市場分野における太陽電池累積導入量

(単位：kW)

分野/用途	1992 年	1993 年	1994 年	1995 年	1996 年	1997 年	1998 年	1999 年	2000 年
独立形 住宅用	150	200	250	300	350	400	450	500	550
独立形 非住宅用	15,260	19,170	23,260	29,360	35,890	44,900	52,300	56,200	61,350
系統連系形 分散型	1,220	2,300	5,130	10,820	20,500	43,100	77,750	149,000	252,700
系統連系形 集中型	2,370	2,600	2,600	2,900	2,900	2,900	2,900	2,900	2,900
合計	19,000	24,270	31,240	43,380	59,640	91,300	133,400	208,600	317,500

資料：IEA-PVPS より

f) 世界の太陽光発電設置導入量《参考》

表 4.2.1-2 2000 年末現在の太陽光発電累積設置容量

国	独立型 住宅用 (kW)	独立型 非住宅用 (kW)	分散配置 系統連系形 (kW)	集中配置 系統連系形 (kW)	総設置 容量 (kW)	人口当 り総設置 容量 (kW)	2000 年の 設置容量 (kW)
オーストラリア	9,110	17,060	2,390	650	29,210	1.52	3,890
オーストリア	593	820	2,119	140	3,672	0.45	
カナダ	2,536	4,303	305	10	7,154	0.23	1,328
スイス	2,390	210	11,220	1,480	15,300	2.11	1,900
デンマーク	50	155	1,255		1,460	0.27	390
ドイツ	4,200	9,600	89,900	10,100	113,800	1.37	44,300
スペイン	5,900	1,100	600	1,480	9,080	0.23	
フィンランド	2,225	230	67	30	2552	0.49	250
フランス	7,416	3,307	608		11,331	0.19	2,210
英国	121	302	1,506		1,929	0.03	798
イスラエル	221	200	6	14	441	0.08	40
イタリア	5,240	5,890	1,155	6,715	19,000	0.33	520
日本	550	61,350	252,700	2,900	317,500	2.51	108,900
韓国	316	3,288	356		3,960	0.08	501
メキシコ	12,167	1,833	9		14,009	0.14	1,087
オランダ		4,080	8,499	180	12,759	0.8	3,564
ノルウェー	5,650	330	50		6,030	1.35	304
ポルトガル	484	176	268		928	0.09	84
スウェーデン	2,216	465	124		2,805	0.32	221
米国	43,500	55,200	28,100	12,000	138,800	0.5	21,500
合計	104,885	169,899	401,237	35,699	711,720	0.73	191,787

表 4.2.1-3 PV 電力システムの累積設置容量の推移 (kW)

国	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
オーストラリア	7,300	8,900	10,700	12,700	15,700	18,700	22,520	25,320	29,210
オーストリア	524	768	1,062	1,360	1,739	2,208	2,861	3,672	3,672
カナダ	960	1,240	1,510	1,860	2,560	3,380	4,470	5,826	7,154
スイス	4,710	5,775	6,692	7,483	8,392	9,724	11,500	13,400	15,300
デンマーク		85	100	140	245	422	505	1,070	1,460
ドイツ	5,619	8,900	12,440	17,790	27,890	41,890	53,900	69,500	113,800
スペイン	3,950	4,649	5,660	6,547	6,933	7,100	8,000	9,080	9,080
フィンランド	914	1,034	1,156	1,288	1,511	2,042	2,170	2,302	2,552
フランス	1,751	2,051	2,437	2,940	4,392	6,118	7,631	9,121	11,351
英国	173	266	338	368	423	589	690	1,131	1,929
イスラエル	100	120	150	180	210	265	308	401	441
イタリア	8,480	12,080	14,090	15,795	16,008	16,709	17,680	18,480	19,000
日本	19,000	24,270	31,240	43,380	59,640	91,300	133,400	208,600	317,500
韓国	1,471	1,631	1,681	1,769	2,113	2,475	2,982	3,459	3,960
メキシコ	5,400	7,100	8,820	9,220	10,020	11,022	12,022	12,922	14,009
オランダ	1,270	1,641	1,963	2,400	3,257	4,036	6,480	9,195	12,759
ノルウェー	3,800	4,100	4,400	4,650	4,900	5,150	5,404	5,726	6,030
ポルトガル	169	219	258	336	424	527	648	844	928
スウェーデン	800	1,040	1,337	1,620	1,849	2,127	2,370	2,584	2,805
米国	43,500	50,300	57,800	66,800	76,500	88,200	100,100	117,300	138,800
合計	109,891	136,169	163,834	198,626	244,706	313,984	395,641	519,933	711,720

資料：IEA-PVPS より

表 4.2.1-4 1999 年～2001 年における世界太陽電池生産量 (地域別)

地域	1999 年生産量		2000 年生産量		2001 年生産量		対前年伸び量 ・ 伸び率	
	(MW)	(%)	(MW)	(%)	(MW)	(%)	(MW)	(%)
日本	80.0	39.7	128.6	44.7	171.22	43.8	42.62	33.1
アメリカ	60.8	30.2	74.97	26.1	100.32	25.7	25.35	33.8
ヨーロッパ	40.0	19.9	60.66	21.1	86.38	22.1	25.72	42.4
その他の地域	20.5	10.2	23.42	8.1	32.62	8.4	9.2	39.3
合計	201.3	100	287.65	100	390.54	100	102.89	35.8

資料：PV News 2 月号及びその後の修正による。

※日本は 1999 年～2001 年まで 3 年連続して世界一の太陽電池生産国となっている。生産シェアは 40%を上回っている。

g) 太陽光発電システム設置事例

独立型



低圧連系型



複数台連系型



高圧連系型



4.2.2 風力発電

a) 特徴

風力発電は、自然エネルギーの一つである風力を利用している。風力は二酸化炭素や窒素酸化物を排出しないクリーンなエネルギーで、再生可能エネルギーとして無尽蔵にあるという長所と、風の状況によっては必要な時に出力が得られず、また、出力変動が大きい、エネルギー密度が低いといった問題点を有している。

風力発電の出力は、風速の3乗に比例するために、多くの発電量を得るためには出きるだけ風況の良いサイトを選定することが重要であり、風力発電に適した風況は年平均風速が約6 m/s以上で、乱れの少ない場所が望ましく、欧米に比べ複雑な山岳地形の多い日本では風向、風速の乱れが問題になることがある。

b) 現状

世界の風力発電は1990年代に入って急成長し、2002年末の導入量は31,234MWで、この内、ヨーロッパ地域が23,357MW(74.8%)、アメリカ地域が4,881MW(15.6%)、アジア地域が2,568MW(8.2%)と、これら3地域で全体の98.7%を占めている。

上位5カ国は、ドイツ(12,001MW)、スペイン(4,830MW)、アメリカ合衆国(4,645MW)、デンマーク(2,889MW)、インド(1,702MW)となっており、日本は10位で世界の1.2%に過ぎない（出典：WINDPOWER MONTHLY 2003.4）。

日本における風力発電は、サンシャイン計画（1993年度以降はニューサンシャイン計画）の下、主に、国、電力会社及びメーカーによる試験研究により始まった。近年、地球環境問題への関心の高まりとともに、特に、電力会社による余剰電力購入制度(1992年)や系統連系技術要件ガイドライン(1993年)、風力発電買取メニュー(1998年)などの支援制度の整備、あるいは1995年度から始まった風力開発(風力発電)フィールドテスト事業、新エネルギー事業者支援対策事業(施策年度：1997年度)、地域新エネルギー導入促進事業(同：1998年度)などの新たな助成制度の創設により、民間企業、地方自治体などの風力発電事業者によって導入が進んでいる。

日本の風力発電導入量の推移は、表4.2.2-1に示すように1997年以降急増し、1997年末に閣議決定された「新エネルギー導入大綱」の風力発電の目標値(2000年度に20MW)を超え、2002年末の推定値は、約334MWとされている。

c) 種類と構成

風力発電に使用する風車は、水平軸風車と垂直軸風車に分類される。現在の日本国内における大型発電用風車の殆どが水平軸風車で、この形式は風車の翼（ブレード）の回転軸が風向に対して平行に配置されておりブレードはプロペラ形式である。ブレードの数は2枚、3枚が一般的で、枚数の少ないほど回転速度が速くなる。垂直型は風向に対して回転軸が直角に配置されており、ダリウスやサボニウス形式があり、主に小型風車に使用されている。

代表的なプロペラ型風力発電設備の概念図を図4.2.2-1に示す。

風力発電設備は、風力エネルギーを機械的動力に変換するローター部(ブレード、ハブ、ローター軸)、ローター部から発電機へ動力を伝える伝達系(動力伝達軸、増速機)、発電機などの電気系(発電機、電力変換装置、トランス、系統連系保護装置)、システムの運転・制御を行う制御

系(出力制御、ヨー制御、ブレーキ)および支持・構造系(ナセル、タワー、基礎)から構成される。

また、プロペラ型の水平軸風力発電設備は、回転数の制御方法や、電気系の構成によっていくつかの種類がある。代表的な 3 種類の風力発電設備について、その特徴と構成を**表 4.2.2-2**に示す。

風車の出力制御としては、風速や発電機出力を検知してブレードのピッチ角を変化させて出力を制御するピッチ制御方式と、ピッチ角を固定してブレードの形状による失速現象により出力を制御するストール制御方式がある。

風車は、その定格容量から**表 4.2.2-3**のように分類することができる。これらの分類の内、小型風力の基準は、IEC(国際電気標準会議)で承認されているが、他の容量の風車は便宜的に区分されたもので、特に大型風車の基準は技術の進展とともに時代によって変わるものと考えられる。

d) 系統接続方式

電力系には風力発電の発電機出力を、電力会社の送電線の交流と直接つなぐ AC リンク方式と、風力発電設備の中で交流－直流－交流と変換して、電力の調整を行う DC リンク方式がある。この概念図を**図 4.2.2-2**に示す。

風力発電は、風況変動に伴って出力が変動することから、電力系統への連系が増大するにつれ、電力系統の運用が困難となり、周波数や電圧といった電力品質が悪化し、一般の需要家も影響を受けることが懸念される。

風力発電による電源が電力系統に連系される場合の問題点は、問題が波及する範囲に着目すると次のように整理される。

1) 電力系統全体に波及する問題

系統全体に波及する周波数変動問題は、出力変動の激しい電源が系統に多数連系されることによって発生が懸念される問題で、風力発電の普及拡大に伴って問題視されるに至ったもので種々対策がなされている。

2) 連系点の近傍で発生する問題

風力発電の連系規模や出力規模が大きくなると問題の程度や頻度は増大することが想定されるが、基本的には風力発電の連系そのものに起因する問題であり、電圧変動や保護協調上の問題は「系統連系技術要件ガイドライン」、高調波の発生問題は、「高圧又は特別高圧で受電する需要家の高調波抑制ガイドライン」および「家電・汎用品高調波抑制対策ガイドライン」に準じて対策が講じられている。

e) 事例

風力発電の事例として、NEDO「風力開発フィールドテスト事業(設置・運転)」で設置された事例及び北海道電力、東北電力、沖縄電力の事例を以下に示す。

1) NEDO「風力開発フィールドテスト事業(設置・運転)」の事例

NEDO「風力開発フィールドテスト事業(設置・運転)」で設置された 21 箇所の事例の主要データを**表 4.2.2-4**に示す。

2) 北海道電力の事例

北海道電力は、平成 5 年 11 月、泊村(ほりかつぶ発電所)で風車 3 基(Liva Calzoni 製 250kW、IHI 製 300kW、MHI 製 275kW)を、平成 11 年 12 月、幌延町(サロベツ発電所)で風車 2 基(Fuhrlander 製 250kW、Enercon 製 230kW)および平成 13 年 11 月、利尻町(利尻カムイ発電所)で風車 1 基(MHI 製 275kW)を設置し、風力発電に係る実証研究を行っている。

3) 東北電力の事例

東北電力は 1991 年、青森県津軽半島竜飛地区に風車(MHI 製 275kW)5 基、総出力 1,375kW からなる集合型風力発電基地「竜飛ウィンドパーク」を建設し、1992 年 4 月から本格的な実証試験を開始した。その後、1995 年 10 月に風車(MHI 製 300kW)5 基、風車(Enercon 製 500kW)1 基を追加して合計出力 3,375kW とし、現在稼動中である。

4) 沖縄電力の事例

沖縄電力は、西平安名岬の宮古風力発電実証研究設備において、平成 4 年 3 月と平成 5 年 3 月に風車(MHI 製 250kW)を各 1 基、平成 7 年 12 月に風車(NEG-Micon 製)を 3 基設置した。また、平成 10 年 8 月に宮古島七又地区の七又風力発電実証研究設備において 500kW 級風車(Enercon 製)と 600kW 級風車(Vestas 製)の各 1 基を設置した。

表 4.2.2-1 日本の風力発電導入量の推移

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
基数	6	7	20	29	36	50	61	75	115	177	251	284 (約 420)
累積設備 容量(kW)	798	898	2,639	4,439	5,330	8,987	12,261	16,064	30,934	69,684	136,509	160,745 (約 300,000)
伸び率 (%)	—	12.5	193.9	68.2	20.0	68.6	36.4	31.0	92.6	125.3	95.9	17.8 (約 120)

備考 設備容量は年末の値。ただし、2001 年は 9 月までの集計で、括弧内の数値は、年末の推定値。

[推定対象事業：さらきとまない(稚内)、トーマンパワー(東通村、浜頓別)、東北自然エネルギー(能代)、仁賀保、幌延町、江差町等]

出典：新エネルギー財団 平成 13 年度国内外における風力発電導入実態調査報告書、平成 14 年 3 月

表 4.2.2-2 代表的な風力発電設備の形式

分 類	特 徴
固定翼（ストール制御） ＋ 増速ギア ＋ 誘導発電機（AC リンク方式）	・ シンプルな構成で丈夫、安価 ・ 構造が簡単で信頼性が高い ・ 風速変動による出力変動が大きい ・ 系統並列時の突入電流が大きい ・ 増速ギアの騒音あり ・ ブレードの風切音がある
可動翼（ピッチ制御） ＋ 増速ギア ＋ 誘導発電機（AC リンク方式）	・ 定速型と可変速型がある ・ 風速変動による出力変動がやや少ない ・ 系統並列時の突入電流が大きい ・ 増速ギアの騒音あり ・ ブレードの風切音はやや少ない ・ 価格、信頼性は中位
可動翼（ピッチ制御） ＋ 同期発電機 ＋ インバータ（DC リンク方式）	・ 風速変動による出力変動が少ない ・ 可変速運転のため発電量が多い ・ 系統並列時に突入電流は発生しない ・ 増速ギアがないため、静かで信頼性が高い ・ ブレードの風切音が低い ・ 電気部品が多く、高価になりがち

表 4.4.2-3 定格容量からみた風車の分類基準

項目	マイクロ	小形	中小形	中形	大型
出力(kW)	1 未満	1～20 未満	20～500 未 満	500～1,000 未 満	1,000 以上

備考 風車の分類は、便宜的に分けたものである。

〔電気事業法〕

主任技術者・保安規程：1,000kW 以上は選任届出、1,000kW 未満は不選任承認届出

工事計画・使用前検査：500kW 以上は届出実施、500kW 未満は不要（低圧系、独立系の 20kW 未満は法的手続きは不要）

表 4.2.2-4 風力開発フィールドテスト事業（設置・運転）の主要データ

実施場所	平均風速 (m/s)	定格出力 (kW)	設備利用率 (%)	時間稼働率 (%)	データ収集期間	欠測年月
北海道 稚内町	7.3	225	32.7	85.6	99.6～00.2	
北海道 上ノ国町	6.9	500	37.8	82.7	99.1～00.2	99.8
岩手県 平泉・東山町	4.5	490	12.8	51.7	99.3～00.2	
群馬県 吉岡町	4.3	300	10.7	69.7	99.4～00.2	99.6
群馬県 能生町	6.0	225	29.0	71.3	99.10～00.2	
神奈川県 三浦町	5.3	400	17.9	81.3	99.3～00.2	
静岡県 大東町	4.2	230	17.7	84.3	99.6～00.2	
石川県 鹿島町	4.2	600	12.0	88.0	99.9～00.2	00.1
長崎県 小長井町	4.3	300	13.3	67.3	98.11～00.2	
熊本県 五和町	4.5	300	13.7	68.6	99.5～00.2	
宮崎県 北方町	5.2	750	16.1	64.4	99.6～00.2	

沖縄県 北谷町	4.3	490	11.8	66.0	99.7～00.2	
平 均	5.1	400	18.8	73.4		

出典：平成 11 年度調査報告書「風力開発フィールドテスト事業のデータ収集・解析」
NEDO-NP-9914 より作成。

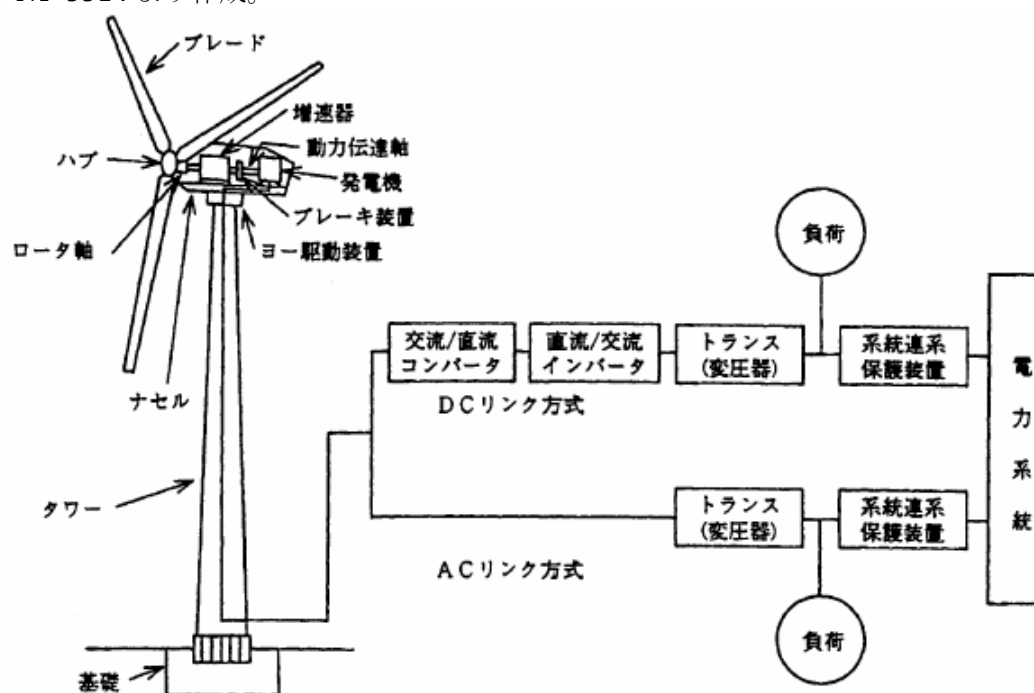


図 4.2.2-1 水平軸風力発電設備の概念図

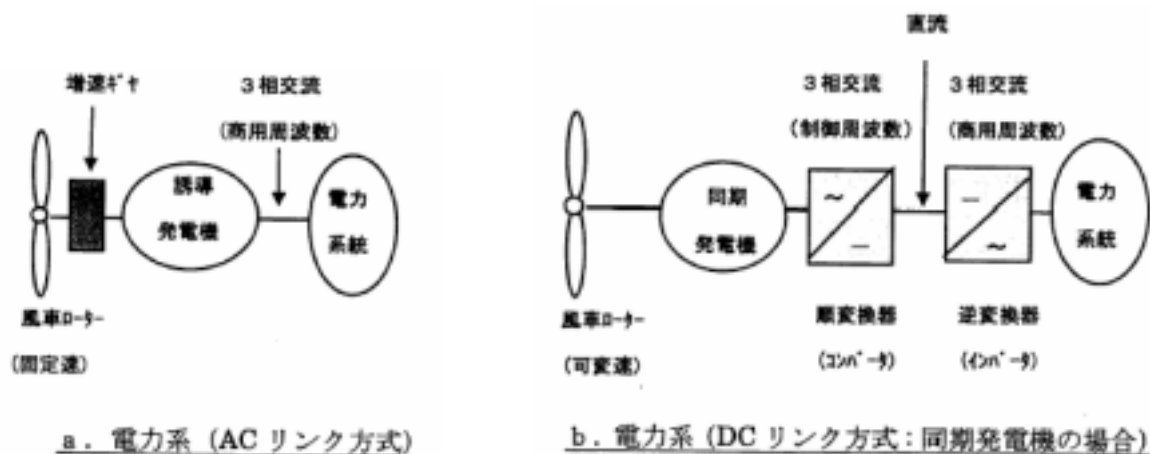


図 4.4.2-2 代表的な電力系

4.2.3 小水力発電

a) 水力エネルギーの利用状況

自然エネルギーの中でも 風力・太陽光に比べ エネルギー密度が高く、かつ、出力安定度や設備利用率の面からも格段に優れたものに水力がある。水力はクリーンで 再生可能な純国産エネルギーであり、現在 我が国において 水力発電は電力供給の約 10%を、また 電源設備としては全設備の約 20%を占め、エネルギー源として重要な役割を果たしているのみでなく、地球温暖化対策やエネルギーセキュリティの面でも大いに貢献している。しかし、水力発電は自然エネルギー(再生可能エネルギー)を利用しているとはいうものの、既に実用化段階のエネルギー源との認識のもと、1997 年施行の“新エネ法”では新エネルギーの導入対象には含まれず、開発も停滞しているというのが実状である。CO₂削減等の地球環境問題対策として 更なる非化石エネルギーの開発や導入促進が叫ばれる時代にあって、今後、水力エネルギー開発(利用拡大)の重要性を再認識する必要がある⁽¹⁾。

我が国の水力エネルギーで、技術及び経済面からみて開発可能なものとして、計 4,681 万 kW の包蔵水力エネルギーがあるが、このうち、出力で約 40%、地点で約 60%が未開発状態にあり、今後 開発の余地はまだ十分にある。小水力発電はこれまで 経済性からみて適用が進まなかった嫌いがあり、特に落差 10m以下、容量 100 kW 以下の小出力領域はほとんど手付かずの状態、水力エネルギーの有効利用がほとんど顧みられていなかった領域といえる⁽²⁾。

b) 今後の展開

これまでの水力発電の開発は 比較的経済性に優れた地点(大規模かつ好立地条件)から進められてきたが、今後は出力も小規模化することで、相対的に建設費がかさみ経済性も厳しくなると考えられることから、従来よりも更に小規模な地点においても適用可能な水車や経済性に優れた発電システム製品の開発、すなわち、単に発電装置のみでなく土木建設費をも含めた総合的なコスト削減が重要となる。

小水力発電の領域においては従来の河川を利用する水力発電(流れ込み式ダム、河川維持放流、砂防ダム等)以外に、農業用水路や生活用水、一般産業分野での“工場内冷却水の余剰落差(水圧)利用発電”や“工業用受水槽での余剰落差(水圧)利用発電”等のニーズが増えつつある。これらの分野では本来の電気事業用の場合よりも更に経済性を意識した製品開発、すなわち、より広範囲に適用できる標準発電装置の製品化(個々の発電容量には 必要に応じ、複数台の直列または並列運転の実施で対応可)と併せ、機器やシステムの簡素化、短期間償却等による低コスト化が必要となる。これらに用いられる水車には小型のペルトン、フランシス、クロスフロー、チューブラー、プロペラ(縦軸露出)等の方式があり、流量と落差により最適の容量、機種が選定される⁽³⁾。なお、これらの分野においては既存の水路や構築物を利用できる利点があり、従来の水力発電設備に比べ大幅な土木費低減が期待される。

近年、山岳地帯の沢の水や溪流、農業用水等を利用した 1~20 kW 級のマイクロ水力発電も見直されつつある。既存の流れ込み式水力発電の設備利用率は約 62%で、風力発電約 22%、太陽光発電約 12%に比べ格段に高く、流れの状況に応じて最適に選定されたマイクロ水力発電の場合には、約 70~90%の設備利用率が期待できる⁽²⁾。また、風力・太陽光等と水力のハイブリッド発電では、山小屋やハウス栽培等の電源や下水処理場の補助電源としての利用が期待され、

一部は実用化段階にある。

[参考資料]

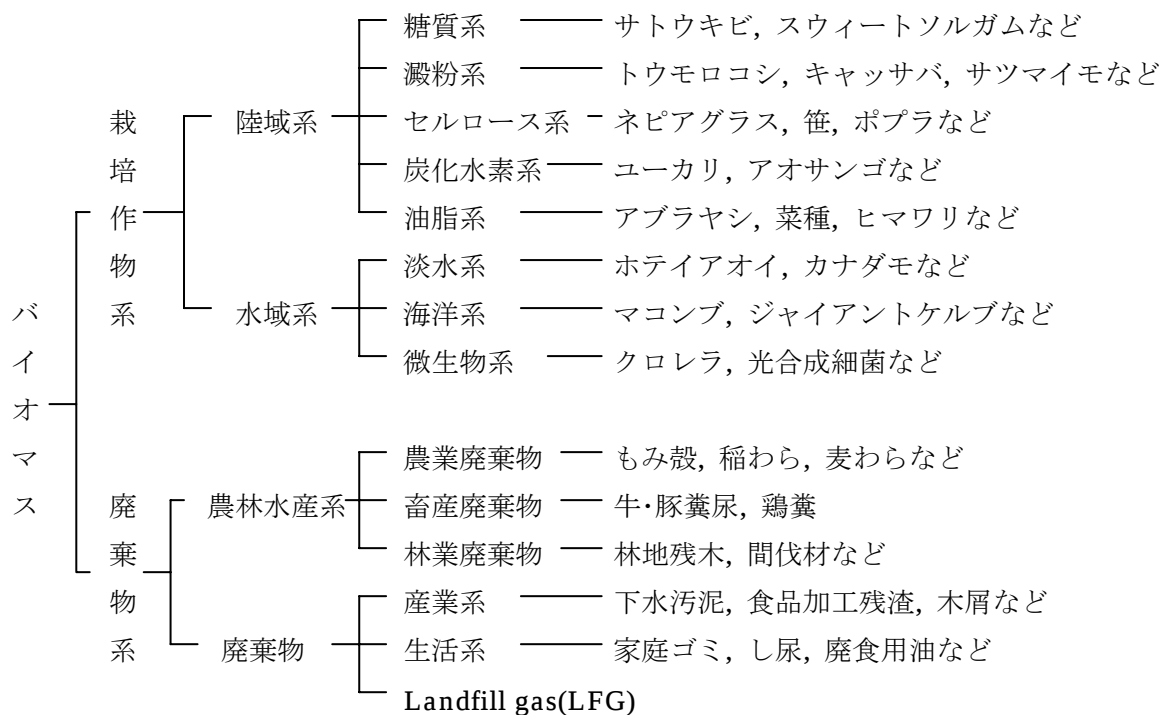
- (1) 神谷：明電時報,新たに見直されつつある自然の恵み 小水力発電,No.279,P.20～24(2001.10)
- (2) 小田,駒井：ターボ機械,低落差ユニット型マイクロ水力発電装置,Vol.30,No.3,P.148～154(2002.3)
- (3) 小賀：太陽エネルギー,太陽光発電と風力発電等のハイブリッド発電システム,No.139,P.25～31(2000.9)

4.3 廃棄物などを利用し発電する未利用エネルギー発電型

4.3.1 バイオマス

a) バイオマス資源と発電

“バイオマス(biomass)”という言葉は 生物量または生物現存量を表す生態学の学術用語で、図 4.2.4-1 に示すように 栽培作物系と廃棄物系の 2 種類に分類される⁽¹⁾。



(注) Landfill gas : ゴミ埋立地で発生するガス

図 4.3.1-1 バイオマス資源の分類

このようなバイオマスはいずれも元をたどれば“太陽エネルギーを貯えた生物体”であり、あらゆる植物や動物がこの範疇に入る再生可能なエネルギー源であり、収穫と再生のバランスが保たれている限り枯渇しないし、燃やしても大気中の二酸化炭素濃度を高めることもない。これらをエネルギーとして利用するためには何らかの変換技術が必要となる。変換技術としては、乾燥させて直接燃焼させる簡単な方法や微生物(バクテリア)を利用して発酵処理する方法、熱・化学反応によりガス化・液化燃料を生成する方法(メタン, メタノールの合成)などがある。

一方、エネルギーの利用形態からみた場合、バイオマスは木質系と食料系に大別される⁽²⁾。

・木質系：産業用丸太伐採時残渣、燃料用木材伐採時残渣、黒液、製材残渣、古紙、廃材など

・食料系：穀物収穫時残渣、サトウキビ収穫時残渣、バガス、家畜糞、生ゴミ、人糞など
スウェーデンやフィンランドなどの北欧では工場の残廃材や森林の伐採に伴う枝条・梢端などの残材を、タイやフィリピンなどの東南アジアでは もみ殻・木材チップ・サトウキビかすなどをかすなどを直接燃焼またはガス化・燃焼して発電する方式が、また、デンマークやドイツなどでは 畜糞・農産廃棄物・家庭ゴミなどをメタン発酵させバイオガス(消化ガス)を生成、地域暖房の熱源と小規模発電の燃料とする方式(バイオガスパラント)が定着し、バイオマス資源の有効利用が図られている。

一般に、バイオマス資源を 1 か所に大量に集積することは、その収集・輸送上困難な場合が多いので、必然的に地域分散型の小規模処理施設にならざるを得ない。バイオガス利用に関しては今後、単にボイラ用熱源としてのみでなく、小規模発電に適したマイクロガスタービンやマイクロガスエンジン、燃料電池などの小容量発電装置における燃料として大いに期待される。

b) メタン発酵消化ガス発電

微生物を利用したメタン発酵処理は、発生するメタンガスを燃料として利用することで電気と熱が同時に生産でき、バイオマスの有効なエネルギー変換技術の代表的なものとなっている。メタン発酵の対象物としては 下水汚泥、し尿汚泥、生ゴミ、家畜排泄物(家畜糞尿)、農産廃棄物、食品産業廃棄物、林産廃棄物などがあり、我が国におけるこれらの排出量は下水汚泥、家畜排泄物、し尿汚泥の順に多い。

・バイオマス排出量 [単位：万 t/年] (農水省 1997 年度調査)

下水汚泥：25,900、し尿汚泥：6,900、生ゴミ：5,200、家畜排泄物：9,400、

農産廃棄物：1,400、食品産業廃棄物：325、林産廃棄物：720

特に家畜糞尿は、1999 年に施行された“家畜排泄物法”によりその適正処理が義務付けられたことで全国的に処理施設の増加が目立ってきている。家畜糞尿のメタン発酵処理で発生した消化ガスの成分は、通常、メタン約 60%、二酸化炭素約 40%で 微量の硫化水素を含み、その発熱量は約 5,500kcal/

Nm³ で、都市ガス 6A 規格に相当する。

北海道の酪農学園大学に一昨年設置されたバイオガスパラントは日本初の実用規模研究施設で、乳牛 180 頭を主体とする家畜の糞尿や汚水(10m³/日)を横型円筒醗酵槽内で嫌気性バクテリアにより分解処理(37~38℃の中温醗酵で約 25 日間)することで、肥効性が高く、悪臭のない液肥に変換し、液肥タンクに貯留、適切な季節に圃場に施用する。醗酵処理の過程で生成するバイオガスは脱硝装置を経てガスホルダに貯え、ガスエンジン・コージェネ設備やガスボイラで電力や熱に変換して、プラントやキャンパス内で利用されている(3)。

なお、メタン醗酵の課題としては、醗酵後の消化液の処理がある。この消化液は臭気も低く、窒素・りん酸・カリなどの肥料成分を多く含むので 液肥として有効であるが、その利用にはこれを散布する農地を確保しなければならない。農地を持たない畜産家がそのまま河川などに放流するためには、更に活性汚泥法などの浄化処理を行う必要がある。

一方、下水汚泥・消化ガスによる発電は下水処理場のエネルギー自給率を向上させ、省エネルギー

ギー効果も高いが、我が国における現状は 消化ガス発生量 100 万 m^3 /年以上の大規模処理場を中心に約 20 か所で実施されているにすぎず、それ以下の中小規模処理場ではほとんど実施されていない。この理由として、従来から消化ガス発電に用いられてきたガスエンジンは その構造上、冷却水、潤滑油の管理等、日常の点検項目が多く、メンテナンス周期も短く維持管理に手間がかかることがあげられる。1999 年度版下水道統計によれば、消化ガスの利用状況は消化槽加温・ボイラ 38%、消化ガス発電 15%、焼却炉・脱臭炉など 11%、その他 3%で、未利用分(余剰ガス)が 33%もある。そこで 最近は、中小規模処理場を対象に燃料電池やマイクロガスタービンの導入も試みられるようになってきた⁽⁴⁾。

[参考資料]

- (1) 浅野：明電時報,マイクロタービンによるバイオガス発電システム,Vol.283,P.40～42,(2002.5)
- (2) 小賀：高圧ガス,再生可能エネルギーとの複合化環境調和型発電システム,Vol.38,No.6,P.553～559(2001.6)
- (3) 梅津：クリーンエネルギーレポート,酪農学園大学のバイオガスプラント,No.7,P.14～17(2000.6)
- (4) 戸田,溝渕：明電時報,マイクロタービンによる汚泥消化ガス発電システム,Vol.283,P.43～47(2002.5)

4.4 蓄電池などによる電力貯蔵型

4.4.1 フライホイール

a) 概要

フライホイール電力貯蔵装置は電気エネルギーをフライホイールの回転による運動エネルギーに変換して蓄積し、必要時に発電機を介して電気エネルギーとして取り出すものである。フライホイール電力貯蔵装置はモータ、フライホイール、発電機が共通の軸上で回転するフライホイール本体と、制御装置、開閉装置などからなる。フライホイールの回転軸は縦軸のものと横軸のものがある。モータが発電機を兼ねるものや、回転子がフライホイールを兼ねるものなど、設計により構成が異なる。フライホイールの構造や適用方法の違いを表 4.4.1-1 に示す。

表 4.4.1-1 フライホイール装置の構造・種類

項目	適用方法の違い
軸の方向	縦軸型、横軸型
フライホイール	発電機、モータ回転子の慣性モーメントでフライホイールを兼用する構造のもの、フライホイールが独立・別構造のもの
回転数	従来型縦軸：低速回転（ $\sim 400 \text{ N}^{-1}$ ）、横軸：高速回転（3, 600 N^{-1} ）、新型縦軸：永久磁石ロータ・高速回転（3, 600 $\sim$ 36, 000 N^{-1} ）
モータ駆動制御	巻線型誘導機二次抵抗制御、セルビウス回生制御、インバータ駆動制御
界磁制御	界磁巻線励磁、可変速二次励磁、永久磁石式界磁
出力の系統との接続	非連系型、連系型

b) 特徴および現状

一般にフライホイール電力貯蔵装置は、回転体が持つ運動エネルギーを電力として急速に取り出すことによって、短かい時間に大容量の電力を放出することが得意である。従って放出電力量 kWh あたりよりも放電電力 kW あたりの建設費が競争力を持つ。逆に言うと、二次電池電力貯蔵装置では 8 時間程度の放電時間を前提としているので kW あたりのコストが高くなる傾向にある。

c) 容量範囲

フライホイール本体、回転子の慣性モーメントの設計値を決めることにより必要な発電容量、蓄積エネルギーを得ることが出来る。製品としての実績は $5kW \times 10$ 秒から $52.5MW \times$ 約 5 秒のものがある。

d) 系統接続方式

フライホイール電力貯蔵装置の系統との接続方式は、駆動モータ入力を電力系統に接続し、回転軸を介して発電機、負荷を系統から絶縁する軸絶縁方式と、駆動モータ入力、発電機出力ともに電力系統に接続し、フライホイールからの放電電力が系統に戻る系統連系方式がある。軸絶縁方式は、フライホイール UPS 装置、核融合実験装置用フライホイール装置などであり、系統連系方式は、主に負荷変動抑制用のものである。

e) 適用事例

フライホイール電力貯蔵装置の小型のものではフライホイール型 UPS と呼ばれるものが製品化されており、 $5kVA \times 10$ 秒で縦軸、高速回転型である。大型のものでは 1983 年に作られた核融合実験用 $52.5MVA \times$ 約 5 秒で縦軸、低速回転型のものがある。電力系統に連系して電力需要の変動抑制として使っているものとして 1996 年に運転開始した $26.5MVA \times 60$ 秒のものが縦軸、低速回転型、可変速二次励磁式である。

4.4.2 SMES

a) 概要

SMES (Superconductive Magnetic Energy Storage) は超電導体を巻いて作ったマグネットを冷却して超電導状態とし、このマグネットに直流電流を流してエネルギーを蓄え、インバータを介して電力系統に放電することによって電力エネルギーを貯蔵、放出する装置である。SMES システムは、超電導マグネット、マグネットを収納する断熱容器、マグネット冷却用の冷媒製造装置または冷凍機及び冷媒循環系、常温の大気中にある電流導体と低温のマグネットを電氣的に接続する電流リード、マグネットを電力系統と連系するための PCS (Power Conditioning System)、計測・制御・保護装置から構成される。

b) 特徴および現状

SMES は超電導マグネットに電力を蓄える時に、超電導マグネットでは電流による抵抗損

失がないので電力貯蔵のエネルギー効率が高い。（電流を蓄えた状態での外部の直流回路の電気抵抗分に依存する。）また充・放電を行う時に機械的摩耗や化学変化を伴わないのでマグネット本体の寿命が長いことが特徴である。

SME Sはマグネットの電流が変化する状態でも十分な超電導安定性を保つことが重要である。このために超電導線材・導体の性能、マグネットの製造方法、電流リードの大容量化などの開発が進み、放電電力と時間が1 MW―数秒程度の実証機が製作されるようになった。超電導材料としてニオブスズ化合物やニオブチタン合金を用いる安定なマグネットが開発された。これらのマグネットの冷却に使う液体ヘリウムは高価であり運転費に影響する。そこでより安価な液体窒素で超電導状態が得られる高温超電導線材・導体の開発が行われた。高温超電導材料はビスマスの酸化物を用いたものがある。今後は高温超電導マグネットを適用し、停電時の電源バックアップ装置などへの応用が考えられる。

c) 容量範囲

SME Sの代表的な定格は九州電力総合研究所で開発された1 MW―3.6秒（3.6 MJ）のものである。この装置は3個で1組のモジュールコイルを2組交互に並べて構成している。モジュールの組数を増やして並列に交流系統と接続することにより蓄積するエネルギーや出力を増やすことが可能である。

d) 系統接続方式

SME SはPCSを介して超電導マグネットと電力系統を接続する。この点では直流―交流変換を伴う太陽光発電、燃料電池発電、二次電池電力貯蔵などと同様であるが、電流が流れている状態の超電導マグネットは電流源であり直流を交流に変換するPCSは電流型インバータ、または電圧型インバータ+チョッパ―とする必要がある。いずれの方式でも、従来のPCSと同様に系統連系保護、単独運転防止などの分散型電源としての制御・保護を行わせることが可能である。また、系統安定化用のSME Sの研究をNEDOが進めている。

e) 適用事例

実用化したSME S装置として、1997年にAmerican Superconductor Corporation(ASC)がアメリカの化学工場、空軍のデータセンターに納入したものは低温超電導導体を使い、容量が3 MW、系統電圧が75%低下した場合に負荷の電圧を1秒間補償できる。南アフリカの製紙工場には直流電圧補償用として設置された。2002年6月に、同社とGE社は共同でカナダB. C.ハイドロ社向けに最大16 MVARの超電導式電圧補償装置を受注した。

4.4.3 二次電池（鉛、NaS、RF）

a) 概要

改良型鉛電池、NAS電池、レドックスフロー電池など、新型電池をパワーコンディショナー（PCS）を介して直流・交流変換して電力系統と接続し、電力貯蔵を行える技術の開発が進み、実用化、普及へ向けて検討が行われている。電力貯蔵の価値は以下が考えられる。

- ① 需要家の電力ピークカットによる電力基本料金の低減と瞬時電圧低下補償による経済効果
- ② 変電所のバンクトランスや送電線のピーク時の容量を補い、流通設備の増設を繰り延べして得られる経済効果
- ③ さらには発電所の運用を最適化して全体としての負荷率を向上させることによる経済効果

これらの効果を得るためにはシステムのコスト低減が重要であり、市場の拡大と量産化の相乗効果による価格低減が望まれている。

b) 特徴および現状

現在技術開発が行われている主な新型電池は以下である。エネルギー貯蔵密度、効率の向上が実用化のポイントとなる。リチウムイオン電池、ニッケル水素電池は主に、電気自動車用として開発が進められているが、自動車用に実用化され、大量生産されると価格が下がり、電力貯蔵用としても有望となる。

表 4.4.3-1 二次電池の種類、構造と特徴

No	電 池	構造と特徴
1	ナトリウム-硫黄電池	活物質として熔融ナトリウムと熔融硫黄をセラミックスの固体電解質を介して置く。単電池を真空容器中に入れて、活物質溶融のための温度 300℃を維持する。電池外部で電解質を循環する部分がなく、エネルギー密度が高い。
2	レドックス・フロー電池	イオン価が互いに異なるバナジウム水溶液を電池セルの隔膜を隔てて流し、隔膜で電荷を交換する。活物質の水溶液を流して使う電池であり、同じ出力電力の電池セルに対して電解質水溶液タンクを大きくすると充・放電時間を延ばせる。
3	亜鉛・ハロゲン電池	活物質として亜鉛と臭素、あるいは亜鉛と塩素の二溶液を隔膜を隔てて流し、隔膜で電荷を交換する。活物質の水溶液を流して使う電池であり、同じ出力電力の電池セルに対して電解質水溶液タンクを大きくすると充・放電時間を延ばせる。
4	改良型鉛電池	鉛電極と硫酸を使う鉛電池で、電極、電槽、隔壁などを改良し、電力貯蔵用としての放電深度、サイクル寿命、効率特性を向上させたもの。量産技術が進みコストが抑えられる。
5	リチウムイオン電池	コバルト酸リチウムと炭素をセパレータを介して挟み、炭素中をリチウムイオンが移動する。高い出力電圧と電流密度が得られ、小型電気機器に収納して使うのに適する。自動車用としての開発が行われている。

No	電 池	構造と特徴
6	ニッケル水素電池	水素吸蔵合金中に蓄えた水素と水酸化ニッケルをセパレータを介して挟んだ構造。セパレータ中を水素イオンが移動し電荷を運び、水素吸蔵合金に蓄えられたり、放出されたりする。自動車用としての開発が行われている。

c) 容量範囲

上記の 1、2 及び 4 の電池の容量範囲は、単電池を多数、直・並列接続して構成することにより最大で数MWまで設置可能である。5、6 の電池は直・並列の電圧・電流分担技術が確立すれば、将来、大容量が可能と考えられる。

なお、上記の 3 の電池は、現在、開発・製造されていない。

d) 系統接続方式

系統との連系は PCS を用いる。単独運転防止など系統との協調はインバータの技術として確立している。

e) 適用事例

これまでに建設された二次電池電力貯蔵システムとして以下の事例がある。

- | | |
|-------------|------------------------------|
| ①NAS 電池 | 変電所設置 6 MW×8 時間 |
| ②レドックスフロー電池 | 工場向け設置 3MW×1.5 秒／1.5 MW×1 時間 |
| ③亜鉛・ハロゲン電池 | 実証試験用 1 MW×8 時間 |
| ④改良鉛電池 | 実証試験用 1 MW×8 時間 |

4.4.4 電気二重層コンデンサ

a) 概要

電気二重層コンデンサは、電解液の中に活性炭の電極を入れたもので、活性炭の表面積が大きいので等価的に大きな極板面積が得られ、また活性炭の近くの電解液中に面状に分極イオンが並ぶことにより短い極板間距離が得られることの 2 つの効果により、従来の電解質と誘電体を用いる電解コンデンサに比べて大きな静電容量が得られる。近年ではコンデンサ単体あたり 330 F～2,000 F のものが作られている。

b) 特徴および現状

電気二重層コンデンサは従来のコンデンサと比べて静電容量が大きく、直流電力を蓄えることによりメモリー電源バックアップ、太陽電池応用機器の蓄電、自動車セルモータの起動などに用いられている。電気二重層コンデンサは内部抵抗が鉛蓄電池や従来型のコンデンサより高く、短時間に充・放電を繰り返す交流進相用や直流のリプル分除去用として使うと発熱し適さない場合がある。

c) 容量範囲

電気二重層コンデンサの容量は、コイン型のものが 0.01F～1F、素子を巻き重ねた構造のものが 1F～2,000F 程度である。

容量 2,000F のものは、定格電圧 2.3V であり、この状態で蓄えられるエネルギーは $0.5 \times 2,000 \times 2.3^2 = 5.2\text{kJ}$ である。また素子を 150 直列として 120V・36F (260kJ) の製品が発表されている。

d) 系統接続方式

通常、数 10 kW 以上の電力を出し入れする電力貯蔵システムに電気二重層コンデンサを適用した実用例は今のところ報告されていない。電気二重層コンデンサは、充・放電に際してコンデンサと同様の特性を示し、満充電状態から電流を取り出すのに従って、放電深度にほぼ比例して電圧が下がる。従って電気二重層コンデンサをインバータを介して系統と接続する場合には、電気二重層コンデンサとインバータの間にチョッパ回路を入れインバータの直流電圧を調節する。チョッパを使うことのほかは、系統との接続方式は二次電池を用いる電力貯蔵システムと同様である。

e) 適用事例

自動車スタータ電源、風力発電システムの出力電力変動補償用に電気二重層コンデンサを適用した事例が報告されている。

第5章 分散型電源のシステム構築技術と評価

5.1 複合型設置技術

分散電源の複数台設置する場合には、同一電源の複数台設置方式と異機種電源の複数台設置方式が考えられる。

a) 同一電源の複数台設置方式

同一電源（ガスエンジン・ディーゼルエンジンなど）を複数台設置して、負荷変動や熱負荷変動に合わせて運用したり、非常用の常用化などで重負荷時の買電量を抑制するなど、同一電源の複数台設置による分散電源の設置方式である。電源は原則としてそれぞれスタンドアローンで、起動／停止や負荷変動による相互の影響はないこととする。複数台設置することにより、ピークカットやメンテナンス性向上のメリットがある。

b) 異機種電源の複数台設置方式

異機種電源の複数台設置方式とは、電力供給を含むエネルギー供給システムと2次電池や蓄熱を含む異機種のエネルギー供給システムを複数台設置することによって相互のエネルギー供給システムの欠点や盲点を補間しあい、分散電源導入者の導入目的を達成する複合型のエネルギー供給システム（すべてのエネルギー供給システムが電力を供給する必要はない）である。本報告では、この異機種電源の複数台設置方式を「ハイブリッド型分散電源」と定義する。

自然エネルギーや従来発電、蓄電等のシステムを組合せたハイブリッド型分散電源システムとしては、表5.1-1に示す様な組合せが考えられ、実証研究を初めとする多くの実例がある。なお、表5.1-1以外の組合せも考えられるが、現状では実例が少ない。

表5.1-1 分散電源の組合せ

	太陽光 発電	風力 発電	燃料電池 発電	ディーゼル 発電	ガスタービン 発電	水力 発電	蓄電池
太陽光発電	—	○		○		○	○
風力発電	○	—		○			○
燃料電池発電			—		○		
ディーゼル発電	○	○		—			
ガスタービン発電			○		—		
水力発電	○					—	
蓄電池	○	○					—

このようなハイブリッド型分散電源システムの組合せを、表5.1-2に示す三つに分類して、その具体的な事例を紹介するとともに、5.2節では、ハイブリッド型分散電源の効果を評価する。

表5.1-2 ハイブリッド型分散電源の方式

方式	定義	代表的なシステム
①エネルギーを共有する方式	1つのエネルギー供給システムの中に、複数の分散型電源や熱供給システムなどが含まれて、ハイブリッド型分散電源を構築している方式である。他のエネルギー供給システムの燃料サイクルや熱供給を利用するものである。本方式では、原則としてハイブリッドシステムの一部が停止・出力変動などを行った場合に、他のシステムはこの影響を受ける。	コンバインドサイクル発電 燃料電池/ガスタービン 燃料電池(SOFC)/ 燃料電池(PEFC)
②個別のエネルギーを利用する方式	複数の異機種エネルギー供給システムがそれぞれスタンドアローンで設置される方式である。複数の燃料（または自然エネルギー）から発電や熱供給のハイブリッド化を行う。本方式では、個々のシステムが起動／停止や負荷変動を行っても、相互の影響はない。	太陽光／ディーゼル 太陽光/水力 太陽光/風力 風力／ディーゼル
③エネルギー貯蔵により平準化する方式	エネルギー供給システムと2次電池、蓄熱といったエネルギー貯蔵システムの組合せによってハイブリッド分散型電源を構築する方式である。本方式ではエネルギー供給が過剰な場合にエネルギー貯蔵装置にエネルギーを吸収（貯蔵）し、エネルギー供給が不足している場合にエネルギーを発生する。	太陽光/蓄電池 風力/蓄電池

以下に、それぞれの具体的な事例を紹介する。

5.1.1 エネルギーを共有する方式

a) 燃料電池＋ガスタービン発電

燃料電池とガスタービン発電の組合せとしては、さらに吸収式冷凍機と合わせたガスタービン吸気冷却システムが紹介されている。また熔融炭酸塩形燃料電池（MCFC）や固体酸化物形燃料電池（SOFC）等反応温度が非常に高い燃料電池については、ガスタービンと組合せた超高効率発電システムの開発が行われている。

1) 燃料電池によるガスタービン吸気冷却システム[1]

燃料電池は、エネルギー効率が高く省エネ性に優れ、かつ大気汚染の元になる窒素酸化物（NO_x）、硫黄酸化物（SO_x）を発生しない環境に優しい発電システムである。日清精油（株）と三菱電機（株）は、燃料電池から得られる蒸気排熱を利用してガスタービンの吸気冷却と組合せるシステムを製品化し、日清製油横浜磯子工場の 6000kW 級ガスタービン動力設備に適用した。

燃料電池とガスタービン吸気冷却の組合せは、燃料電池排熱の高度利用を図るシステムであり、燃料電池の持つ高効率特性と併せて、トータルとして効果的な工場省エネ、夏季電力デマンド削減（買電の平準化）が図れること、及び燃料電池の優れた環境性と、ガスタービン吸気

冷却の効果により、炭酸ガス排出量と NOx 排出量が削減されることが特長である。

日清製油横浜磯子工場に設置されたシステムでは、ガスタービンは 6000kW 級で、排ガスボイラにより定格 45t/h の蒸気を発生し、工場内の食品プロセスの熱源に利用されている。燃料電池は標準品として開発されている蒸気取出し 200kW リン酸形燃料電池である。燃料電池からは電池スタックの反応熱による高位排熱 (167℃スチーム) と、プラント排ガスから回収される低位排熱 (60℃温水) の 2 系統の排熱が得られ、これがガスタービンの吸気冷却とボイラ給水予熱に有効に利用される。燃料電池は効率と環境性の良さを生かすことを狙いに系統連系で運用され、ガスタービン側の運転状態にかかわらず連続運転が可能である。

燃料電池からの高位排熱蒸気は吸収式冷凍機の熱源に利用され、そこで製造された冷水を吸気冷却コイルに導きガスタービンの吸気冷却が行われる。燃料電池からの低位排熱温水及び吸収式冷凍ドレンはガスタービン排ガスボイラ及び既存ガスボイラの給水予熱に利用される。

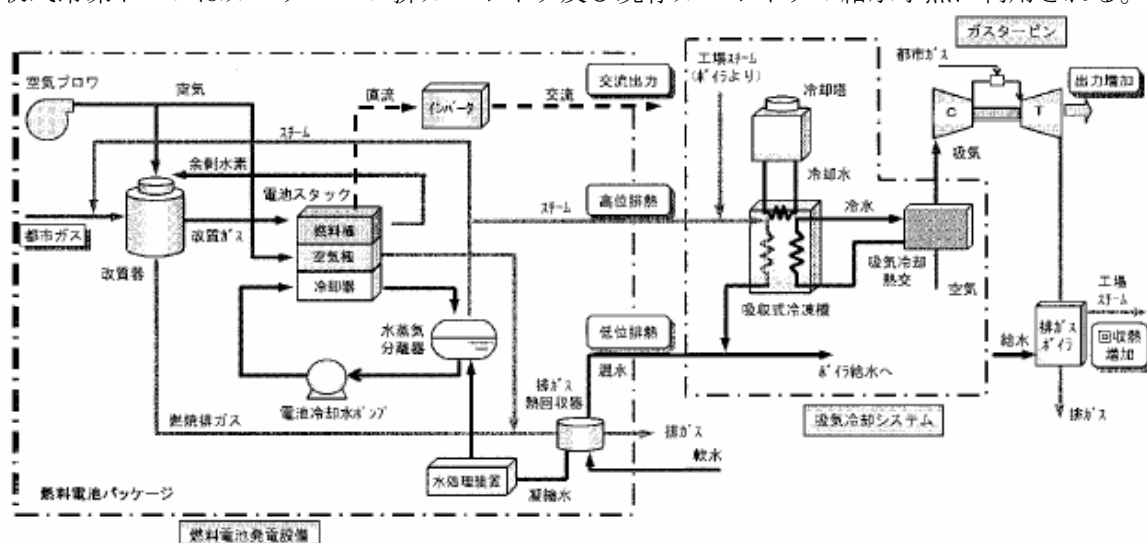


図 5.1-1 システム構成図 (燃料電池によるガスタービン吸気冷却システム) [1]

2) SOFC 加圧型ガスタービンハイブリッド発電システム [2] [3]

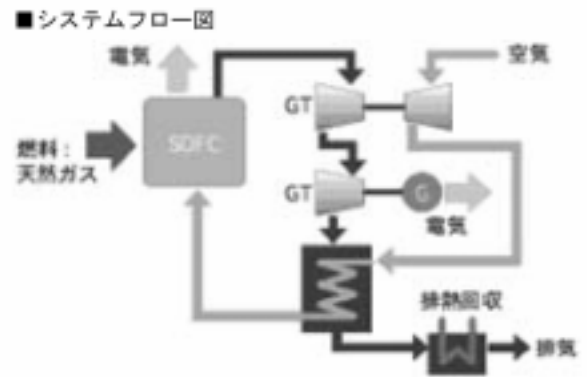
固体酸化物形燃料電池 (SOFC) とガスタービン発電を組合せたハイブリッドシステムは、米国エネルギー省 (DOE) の化学エネルギー局の燃料電池プログラムによる最新の画期的な技術である。このハイブリッドシステムは、Siemens Westinghouse の SOFC と、Ingersoll Rand (前 Northern Research and Engineering Corp.) のマイクロタービンを結合させたもので、加圧状態の SOFC からの高温高压排気がガスタービンに直接送られ発電される。

米国カリフォルニア州においては、このハイブリッドシステムにより、約 200 家庭に供給するに十分な約 190kW の電力を発電する。

この組合せによって、発電効率が今までにないレベルにまで押し上げられている。初期のテストデータでは約 53% という発電効率を示し、天然ガスによる燃料電池システムの性能としては世界記録とされている。技術改良によって発電効率は最終的に、小型のシステムで 60%、大型のシステムで 70% かそれ以上まで向上し得る。



米カリフォルニア州に設置



"PH800 SOFC-MTG Hybrid System for Southern California Edison by SIEMENS WESTINGHOUSE POWER CORPORATION – copyright Siemens Westinghouse Power Corporation, used with permission"

図 5.1-2 システム構成図 (SOFC 加圧型ガスタービンハイブリッド発電システム) [3]

5.1.2 個別のエネルギーを利用する方式

a) 太陽光＋風力 [4]

太陽光と風力の組合せは、夏場は太陽光、冬場は風力をメインにすることで、離島等遠隔地の独立電源として蓄電池と組合せれば、自然エネルギーを最大限に活用することが可能となる。

風力・太陽光 (PV) ハイブリッドシステムとしては、自然エネルギーを用いて環境負荷を抑えて環境改善を行うなどの事例もある。

筑波南第一工業団地では、団地内の各工場からの処理済み排水は、清明川に排出される前に調整池に流入する。この排水は環境基準に従って処理されているが、夏から秋にかけて池に藻類が成長し、アオコ、すなわち水の華が生じる。この水質を改善するため、日本電気精器 (株) は環境的にクリーンな風力と太陽光エネルギーを用いた風力・太陽光ハイブリッド発電システムを電源とする浄化システムを設置して、池の溶存酸素量の増大を図った。

浄化システムは電源部と曝気装置からなる。電源部は、2.7kW 垂直軸サボニウス形風車と 3.25kW 太陽光発電ユニットからなる風力・太陽光ハイブリッド発電システム、整流器、速度制御パッケージ、容量 5kW の可変周波数インバータおよび 250Ah バッテリーユニットで構成され、曝気装置は、高圧ブロア、曝気パイプおよびフィルタで構成される。

2.7kW サボニウス形風車は、ロータが 3 枚羽根、直径 4m、高さ 4m、で、カットイン、定格、カットアウトおよび耐風速は、それぞれ 2m/s、12m/s、20m/s、60m/s である。PV ユニットは設備容量 3.25kW、PV 面積 30m² である。曝気装置の多段式高圧ブロアは、このハイブリッドシステムを電源とする 3 相 200V、出力 2.2kW、回転数 1,500rpm のモータにより駆動される。

風力・太陽光ハイブリッド発電システム電源とした本プロジェクトの意義は、クリーンな自然エネルギーを用い、環境是正措置を原因とする環境負荷の増大をまったく招くことなく、環境の改善・修復ができることを示したことにある。

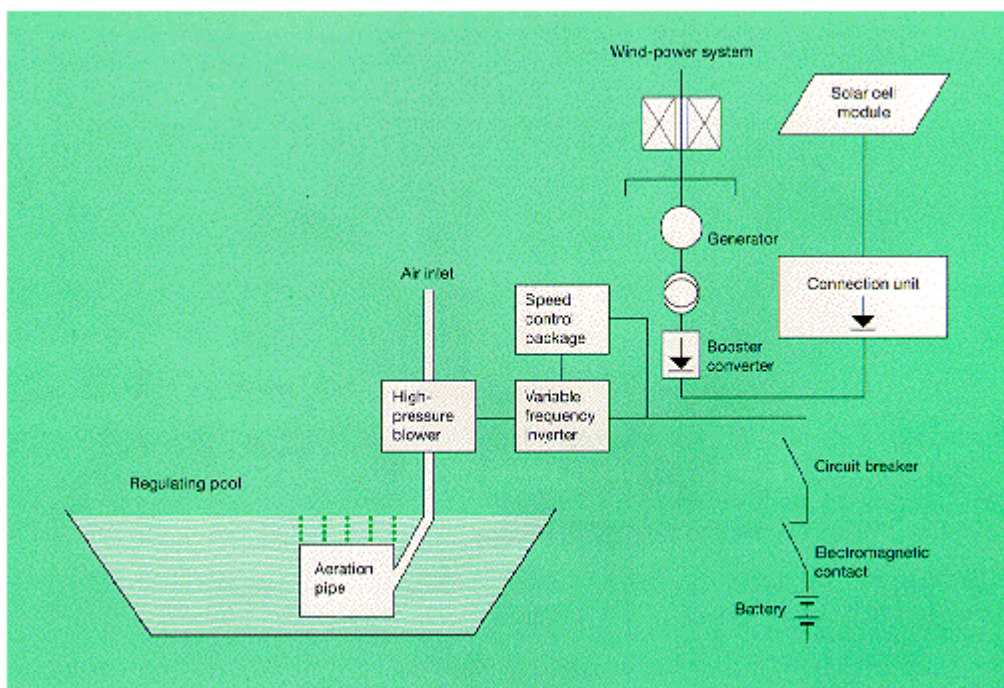


図 5.1-3 システム構成図 (風力・PV ハイブリッド電源による水質浄化システム) [4]

b) 太陽光+ディーゼル発電 [5]

太陽光とディーゼル発電の組合せは、昼間は太陽光、夜間はディーゼルと言うように相補関係を利用して、燃料費の節約を図れ、また独立系統の場合に有効である。

現在、離島等の遠隔地の多くはディーゼル発電機を電力源としているが、コスト高、燃料輸送の不安定性等の問題を抱えており、環境保全の面からもクリーンなエネルギー源である太陽光発電の導入が期待されている。このような状況の下、三菱電機(株)は、新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) からの委託により、沖縄電力(株)と共同で、沖縄県宮古島に独立電源用の太陽光発電・ディーゼル発電ハイブリッドシステムの実証設備を建設した。

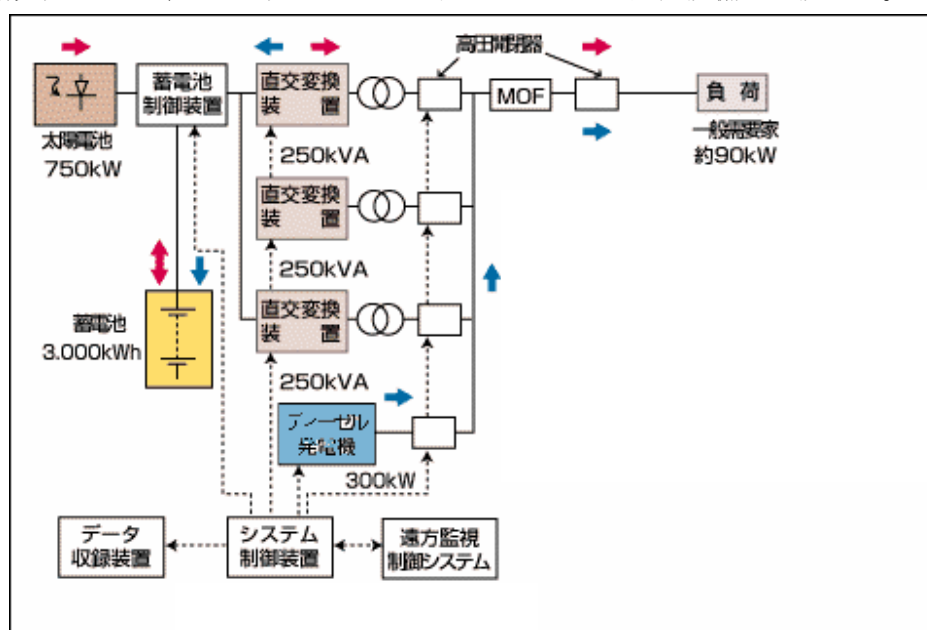


図 5.1-4 システム構成図(宮古島における太陽光発電・ディーゼル発電ハイブリッドシステム) [5]

沖縄県宮古島に建設した太陽光発電・ディーゼル発電ハイブリッドシステムは、年間平均電力約 90kW（ピーク時の電力需要は約 200kW）に対して太陽光発電（太陽電池 750kW、蓄電池 3,000kWh）を主電源、ディーゼル発電 300kW を補助電源として電力供給するハイブリッドシステムである。沖縄電力(株)の配電系統から分離・独立した約 250 軒の一般需要家に電力を供給している。

c) 太陽光+水力 [6]

太陽光と水力の組合せは、乾季と雨季が存在する地域には有効である。また昼間のピーク電力を太陽光でカバーすることで、その分をダムに貯蔵することもできる。

具体的な事例としては、NEDO の国際共同実証研究の一環として富士電機（株）とベトナム・エネルギー研究所との共同にて、GIA LAI 省 MANG YANG 県 TRANG 村に建設した太陽光マクロ水力ハイブリッドシステムがある。乾季と雨季が存在するベトナムにおいて太陽光発電とマイクロ水力発電の相補関係を利用したシステムである。

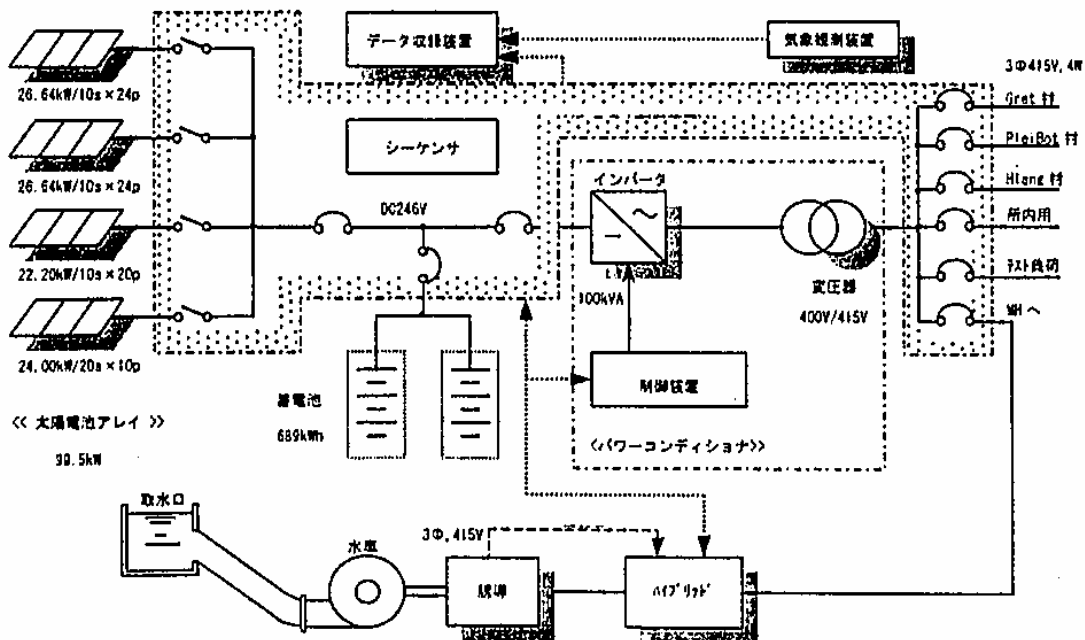


図 5.1-5 システム構成図（太陽光マイクロ水力ハイブリッドシステム） [6]

太陽光発電システムは日射条件に大きく影響される不安定な発電設備であるため、商用系統と連系するか、商用系統と連系が難しい所では蓄電池またはディーゼル発電機など比較的安定な電力供給システムとハイブリッド化して、夜間や無日照時の電力供給を確保するのが一般的である。本システムが設置された場所は日射量が豊富であると共に、年間を通じて比較的安定な水資源が得られる無電化の村である。この条件下において、蓄電池容量をできる限り小さくして経済性の高いシステムを構築するを目的に、村落への電力は基本的には太陽電池により発電し、適時蓄電池に蓄えた電気を放出しながら、蓄電池充電量がある一定量以下に低下した場合や急激に負荷が増大した場合には、マイクロ水力発電機を起動させて、バックアップ電

力の供給を行う。

本ハイブリッドシステムは 100kW 級の太陽光発電システム（PV システム）、25kW 級のマイクロ水力発電システム（MH システム）、約 690kWh の蓄電池、双方向インバータと制御装置を含むパワーコンディショナ、データ収録装置および気象観測装置等々から構成されている。

PV システムは、最大出力 111W の単結晶 Si モジュールを 10 枚直列にしたストリングスを 24 個並列接続したアレイ（計 26.6kW）2 セットと、20 個接続したアレイ（計 22.2kW）1 セット、および最大出力 120W の多結晶 Si モジュールを 20 枚直列に接続したストリングスを 10 個並列接続したアレイ（計 24kW）1 セットから構成されており、全体で 99.5kW の容量を有する。それぞれのアレイは過充電を防止するため、蓄電池の電圧を監視し、電圧に応じて 4 分割されたアレイ群のメイン回路を自動にオン／オフ制御するシステムとなっている。

MH システムは、PV システムとパワーコンディショナ出力の交流側で接続されており、MH システム起動時の発電機励磁電流はインバータを介して蓄電池から供給される。発電された電気は直接近隣の無電化の 3 つの村に供給されるとともに、蓄電池や太陽電池アレイからの電力供給が不足し残存容量が所定値以下に低下した場合には、インバータを介して蓄電池の充電にも使われる。

5.1.3 エネルギー貯蔵により平準化する方法

a) 太陽光＋蓄電池 [7]

太陽光と蓄電池の組合せは、独立電源としてあらゆる分野に適用され、送電線が整備されていない遠隔地では経済性が高いシステムになる。またピークカットシステムへの適用も可能である。

系統連系形太陽光発電システムは、太陽光から得られたエネルギーをパワーコンディショナで交流電力に変換し、系統と連系して電力の有効利用をはかっている。蓄電池を使用したハイブリッドシステムは、太陽電池と蓄電池、双方向制御型のパワーコンディショナから構成されており、従来の太陽光発電システムから構成をほとんど変更することなく実現できる。

蓄電池を使用したハイブリッドシステムは、学校、公共施設等における避難時の非常用電源として、またビルや工場設備等におけるピークカットおよび負荷平準化用として提案され、システムの導入が進められている。家庭用では時間帯別料金契約を利用し、深夜の安価な電気料金で蓄電池の充電を行ない、昼間の電気料金の高い時間帯に放電するシステムの検討が進められている。

1) 非常用電源システム

非常用電源システム（蓄電池を使用したハイブリッドシステム）は、停電などの非常時に専用負荷（ライフライン関係の負荷）に安定した電力を供給することが可能になる。

本システムは、通常時には太陽電池の発電電力を系統に供給し、停電時には蓄電池と太陽電池の双方から交流電力を非常負荷設備に供給する。したがって、日照の得られない時でも蓄電池からの放電により電力を供給することが可能である。

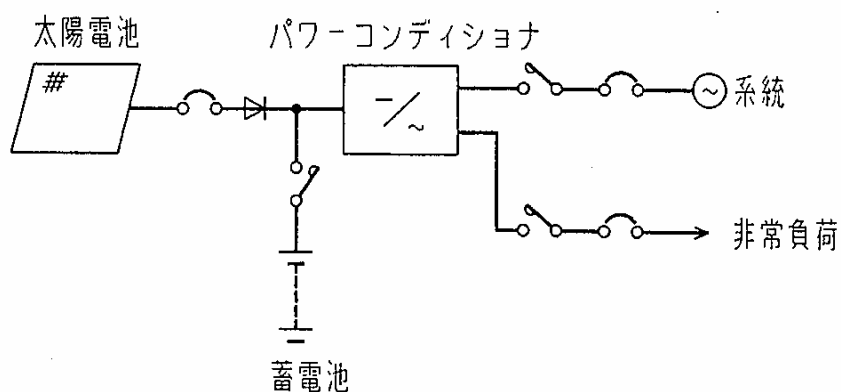


図 5.1-6 システム構成図 (太陽光と蓄電池を使用したハイブリッドシステム) [7]

2) ピークカットシステム

ピークカットシステムは、負荷電力が増加する時間帯に、太陽電池と蓄電池から直流電力を受け、パワーコンディショナから定格電力または必要な電力を供給する方式であり、実証設備として湘南工科大学で 100kW (50kW×2) のシステムが稼働中である。このピークカットシステムは、電力会社との契約電力を超えないようにデマンド監視を行ない、契約電力を低減するシステムである。

デマンド監視によるピークカット動作に入る前は太陽光発電システムとして動作し、蓄電池が放電状態に入るとパワーコンディショナは定格容量の 100kW を出力する。この時、太陽電池も日射量に応じた電力をパワーコンディショナに供給する。

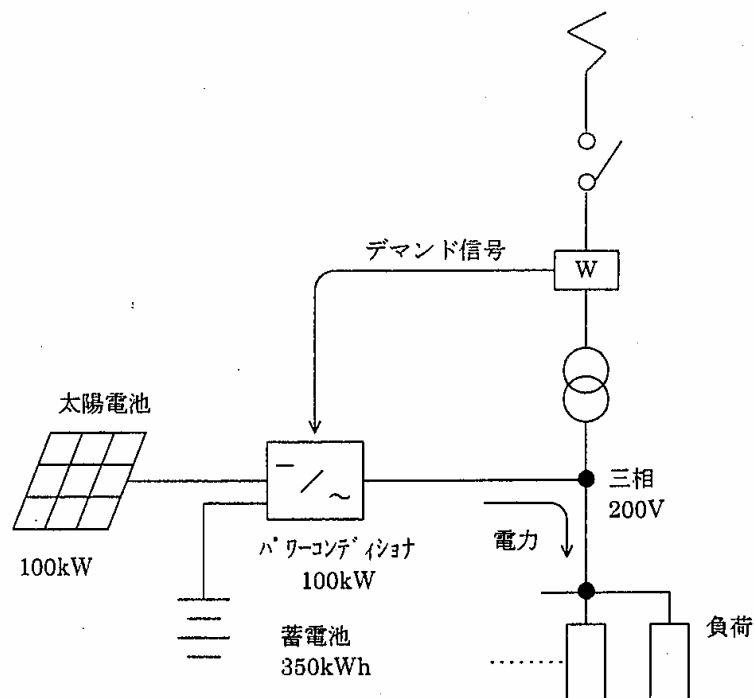


図 5.1-7 ピークカット機能付きシステム構成図
(太陽光と蓄電池を使用したハイブリッドシステム) [7]

b) 風力+ディーゼル発電+蓄電池 [8]

風力とディーゼル発電の組合せは、燃料輸送・貯蔵に問題があり、また送電線の建設が難しい離島、遠隔地などに適している。特に蓄電池も組合せた独立電源システムは技術的・経済的に価値の高いものと言える。

離島における電源供給においては、ディーゼルエンジンやガスタービン等の発電方式にその多くを依存しており、燃料の輸送や設備の保守などの点から、その発電コストは高いものになっている。このため自然エネルギーの利用が特に期待されているが、自然エネルギーは不安定という特性から、内燃機関による独立系統という離島への導入には独自の問題点も存在する。

これらの課題を解決すべく、離島用風力発電ハイブリッドシステムを開発し、沖縄県波照間島および多良間島に導入した。

離島用風力発電ハイブリッドシステムは、世界で多くの実績を持つドイツ **ENERCON** 社製 **280kW** 風力発電機を中心に、蓄電池装置、既設のディーゼル発電機および制御装置からなる。風力発電機は蓄電池の容量をできるだけ低減するために、単独でも出力変動の小さい可変速ピッチ制御方式の風車を採用した。蓄電池装置は **300kVA** の **IGBT** 変換器と鉛蓄電池より構成される。制御装置は風車出力に応じたディーゼル発電機自動起動、自動同期、自動停止、インバータによる風車出力平準化制御、電力補償制御などを行う。

蓄電池の容量は、風力発電の出力変動抑制機能、風力発電停止時の電力補償機能および電力需要のピークカット機能などを考慮し、波照間島で **400kWh**、多良間島で **600kWh** とした。

蓄電池による電力補償はこれまでも考案されてきたが、大きな蓄電池容量が必要であり蓄電池コストの面で困難であった。このため、風速急変時や事故時の風車出力変動による系統変動は、系統容量に頼るところが大きかった。今回のシステムでは、可変速ピッチ制御の風車を採用することで、風速変動による出力変動を従来機より小さくできるため、蓄電池の容量低減が可能となった。また、既設ディーゼル発電機を風車の出力や系統負荷に応じて自動起動、自動停止させることで、蓄電池量の最小化を実現するとともに、蓄電池による風車出力平準化効果によって、従来の概念を大きく更新する風車導入量を可能にした。

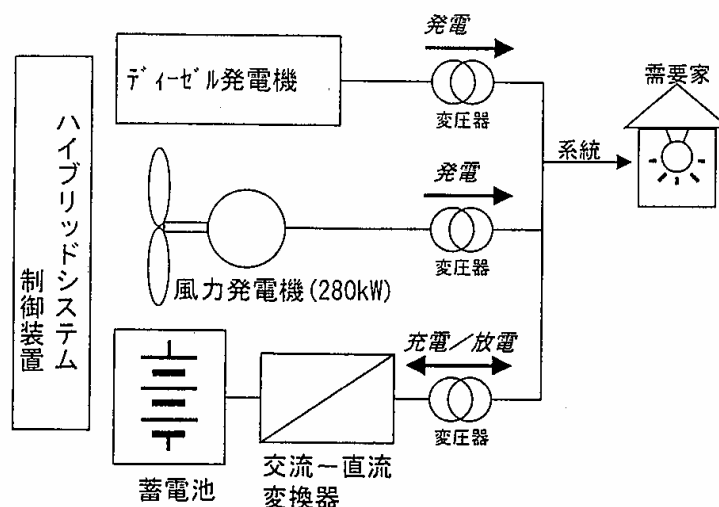


図 5.1-8 システム構成図（離島用風力発電ハイブリッドシステム） [8]

5.2 社会的・経済的効果の評価法

5.1で整理したハイブリッド型分散電源の設置方式の中で下記の項目に対して、各種組み合わせ効果を評価する。

(1) 経済性

(2) 環境性

評価結果を表5.2-1にまとめる。

表5.2-1 ハイブリッド型分散電源の社会的・経済的評価

ハイブリッド型分散電源		経済性	環境性	その他条件 (制約条件など)
種 類	具体例			
①エネルギーを共有する方式	燃料電池/GT	排熱の有効利用 高効率発電	燃料電池利用	
	SOFC/PEFC	超高効率発電		
②個別のエネルギーを利用する方式	太陽光/ディーゼル	燃料費低減 (昼間：太陽光、 夜間：ディーゼル)	自然エネルギー利用	立地条件が 限定される
	風力/ディーゼル	燃料費低減		
	太陽光/風力	ピークカット運転(蓄電池と組合せ)	自然エネルギーを最大限に利用(夏場：太陽光、冬場：風力)	
	太陽光/水力		自然エネルギーを最大限に利用(乾季：太陽光、雨季：水力)	
③エネルギー貯蔵による平準化方式	太陽光/蓄電池	ピークカット運転	自然エネルギー利用	
	風力/蓄電池			

①エネルギーを共有する方式は、排熱の有効利用や高効率発電が可能であり、経済性に優れたハイブリッドシステムである。今後の開発に期待する。②個別のエネルギーを利用する方式は、自然エネルギーを有効に活用でき、環境性に優れたハイブリッドシステムであるが、立地が離島などに限定される。③エネルギー貯蔵による標準化方式は、ピークカット運転による経済性向上の効果がある。実証済の技術の組合せであり、広く普及する可能性がある。第6章では、エネルギー貯蔵による標準化方式の代表的なシステムについて、経済性と環境性を定量的に評価する。

【引用文献】

- [1] (社)日本電機工業会 電機 (2000年3月号) 新・省エネルギーハイブリッドシステムの紹介「燃料電池とガスタービン吸気冷却を組合せた新発電システム」
- [2] NEDO 海外レポート (No.880, 2002.5.1) 「DOE が世界初の燃料電池ーガスタービン複合発電 (米国)」
- [3] 日本鋼管株式会社 (NKK) リーフレット「SOFC」
- [4] NEDO ホームページ・データベースサービス IEA (国際エネルギー機関) 関連データベース CADDET ブローシャー「TB041：風力・PV ハイブリッド電源による水質浄化システム」
- [5] 三菱電機技報 (1997年5月号) 「宮古島における太陽光発電・ディーゼル発電ハイブリッド

システム」

- [6] (社)日本電機工業会 電機(2000年2月号)新・省エネルギーハイブリッドシステムの紹介
NEDO 国際共同実証研究「太陽光マイクロ水力ハイブリッドシステム実証研究」
- [7] (社)日本電機工業会 電機(2000年5月号)新・省エネルギーハイブリッドシステムの紹介
「太陽光と蓄電池を応用したハイブリッドシステム」
- [8] (社)日本電機工業会 電機(2000年4月号)新・省エネルギーハイブリッドシステムの紹介
「離島用風力発電ハイブリッドシステム」

第6章 分散型電源の経済性試算と評価

6.1 経済性試算の計算諸元

6.1.1 需要家モデル

(1) 需要家モデルの選定

経済性試算を実施するにあたって、需要家エネルギー消費傾向の分析を行った。需要家のエネルギー消費は、消費容量や需要家の種類によって多種多様であるが、本章では、パターンの特徴が顕著に表れる代表的な7パターンの夏期モデルについて分析することとした。分析を行った需要家の種類を以下に示す。

- (a) インテリジェントビル
- (b) 庁舎
- (c) 病院
- (d) シティホテル
- (e) 集合住宅
- (f) ワンルームマンション
- (g) 一般戸建住宅地域¹⁾

¹⁾ 発電機、二次電池を一般戸建住宅地域のどこか1ヶ所にまとめて設置するという条件で計算

なお、(a)～(g)については、「建築の光熱水原単位」尾島俊雄研究室著 早稲田大学出版部 を出典とした。

(2) 需要家モデルの計算条件

経済性評価を行う具体的な需要家モデルを表 6.1.1-1 に示す。モデルは、各消費パターンに使用した出典文献内の複数のサンプルの平均的な床面積、電力需要より決定した。

表 6.1.1-1 需要家モデルの条件

No.	需要家モデル	床面積(m ²)	備考
1	インテリジェントビル	50000	
2	庁舎	25000	
3	病院	50000	
4	シティホテル	20000	
5	集合住宅	6000	約 59.8m ² ×100 室で計算
6	ワンルームマンション	6000	約 30m ² ×200 室で計算
7	一般住宅地域	—	120m ² ×200 戸程度の住宅地域

なお、出典では、熱量を Mcal にて記載していたので、1Mcal=4.19MJ として換算するとともに、電力は、3.6MJ/kWh として電力量に換算した。

また、出典では、冷房用熱量・暖房用熱量・給湯用熱量及び電力（熱量）に分類されているが、本報告書では、冷房用熱量と暖房用熱量と給湯用熱量を合算して、熱使用量として定義した。

(3)需要家エネルギー消費傾向の分析結果

(a)インテリジェントビル

図 6.1.1-1 に、夏期におけるエネルギー消費のトレンドを示す。図内のデータは、床面積 1m² 当たりのエネルギー消費を 1 時間ごとに横軸を時間、縦軸をエネルギー消費量（原単位）として表示したものである。なお、1 日の各項目のエネルギー消費量(100%値)を表 6.1.1-2 に示す。

表 6.1.1-2 インテリジェントビルにおける 1 日の消費量(1m²当たりの 100%値)

	1 日の消費量(1m ² 当たりの 100%値)
熱使用量(MJ/m ² 日)	4.081
電力使用量(kWh/m ² 日)	0.538

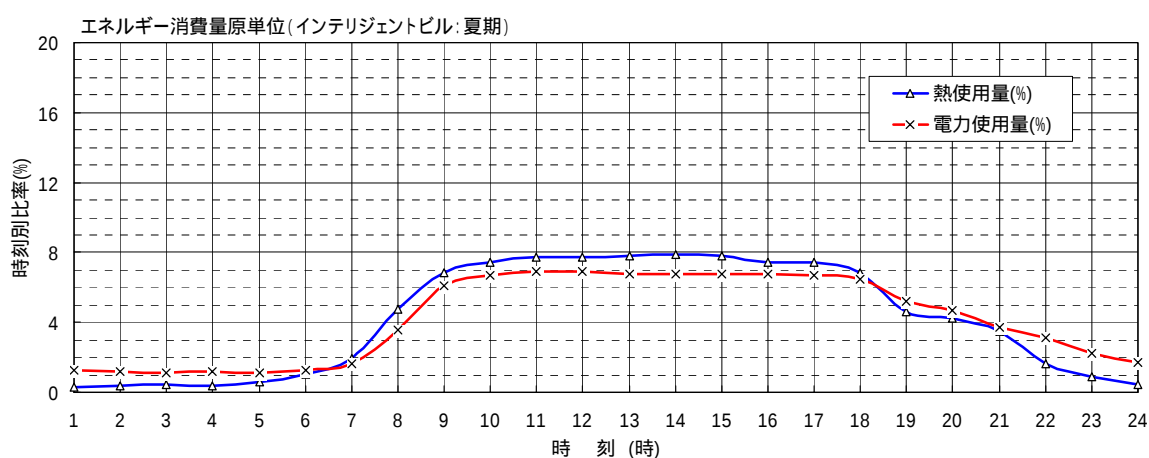


図 6.1.1-1 エネルギー消費量原単位のトレンド (インテリジェントビル:夏期)

インテリジェントビルのエネルギー消費の特徴は、昼間と夜間のエネルギー消費量が大きく違うことである。また、昼間の時間帯はほぼ一定の消費を保ち、オフィスアワーの間持続する。

図 6.1.1-1 に示した原単位を使用して、50000m²の高層中規模ビルの、実際のエネルギー消費を試算した。試算結果を図 6.1.1-2 に示す。

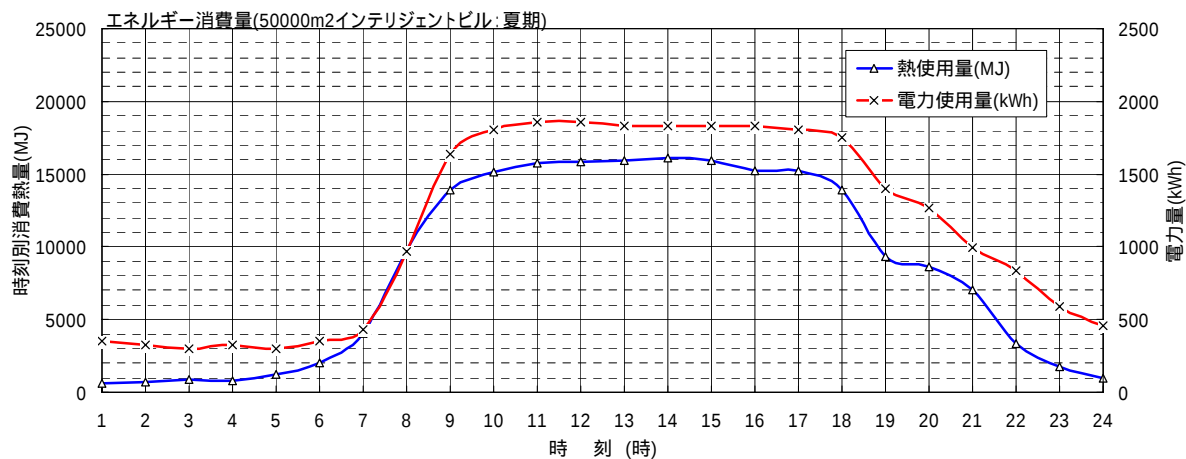


図 6.1.1-2 エネルギー消費量のトレンド (インテリジェントビル:夏期)

(b) 庁 舎

図 6.1.1-3 に、夏期におけるエネルギー消費のトレンドを示す。図内のデータは、床面積 1m^2 当たりのエネルギー消費を 1 時間ごとに横軸を時間、縦軸をエネルギー消費量（原単位）として表示したものである。なお、1 日の各項目のエネルギー消費量(100%値)を表 6.1.1-3 に示す。

表 6.1.1-3 庁舎における 1 日の消費量(1m^2 当たりの 100%値)

	1 日の消費量(1m^2 当たりの 100%値)
熱使用量(MJ/m^2 日)	4.747
電力使用量(kWh/m^2 日)	0.834

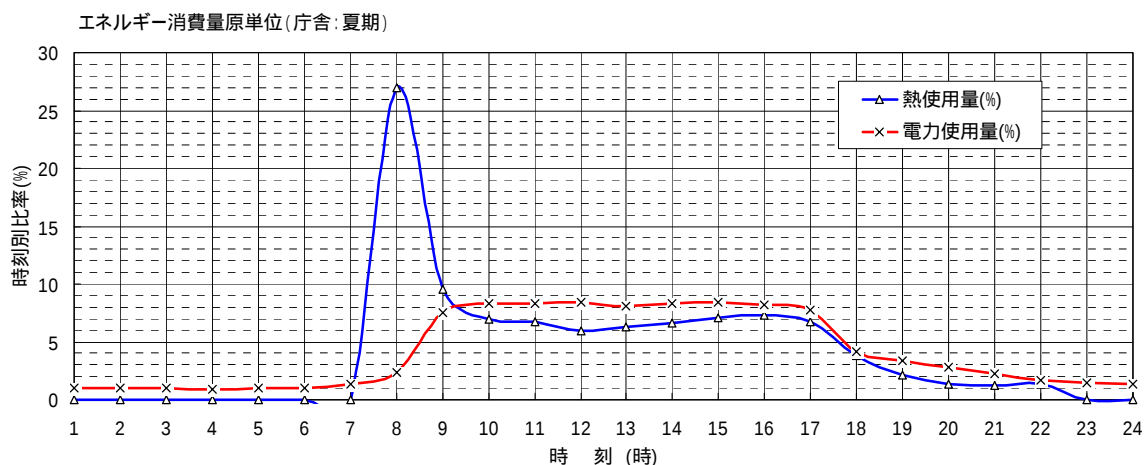


図 6.1.1-3 エネルギー消費量原単位のトレンド（庁舎：夏期）

庁舎のエネルギー消費の特徴は、昼間と夜間で電力消費が大きく違うことである。また、昼間の時間帯はほぼ一定の電力消費を保ち、オフィスアワーの間持続する。なお、朝の時間帯に熱使用量が集中している。

図 6.1.1-3 に示した原単位を使用して、 25000m^2 の高層中規模ビルの、実際のエネルギー消費を試算した。試算結果を図 6.1.1-4 に示す。

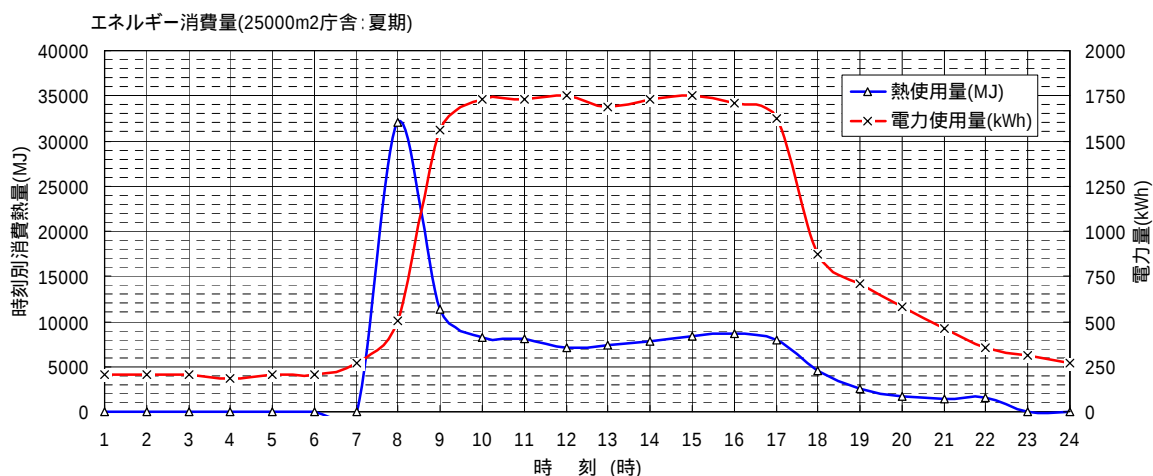


図 6.1.1-4 エネルギー消費量のトレンド（庁舎：夏期）

(c)病 院

図 6.1.1-5 に、夏期におけるエネルギー消費のトレンドを示す。図内のデータは、床面積 1m² 当たりのエネルギー消費を 1 時間ごとに横軸を時間、縦軸をエネルギー消費量（原単位）として表示したものである。なお、1 日の各項目のエネルギー消費量(100%値)を表 6.1.1-4 に示す。

表 6.1.1-4 病院における 1 日の消費量(1m² 当たりの 100%値)

	1 日の消費量(1m ² 当たりの 100%値)
熱使用量(MJ/m ² 日)	6.448
電力使用量(kWh/m ² 日)	0.324

エネルギー消費量原単位(病院:夏期)

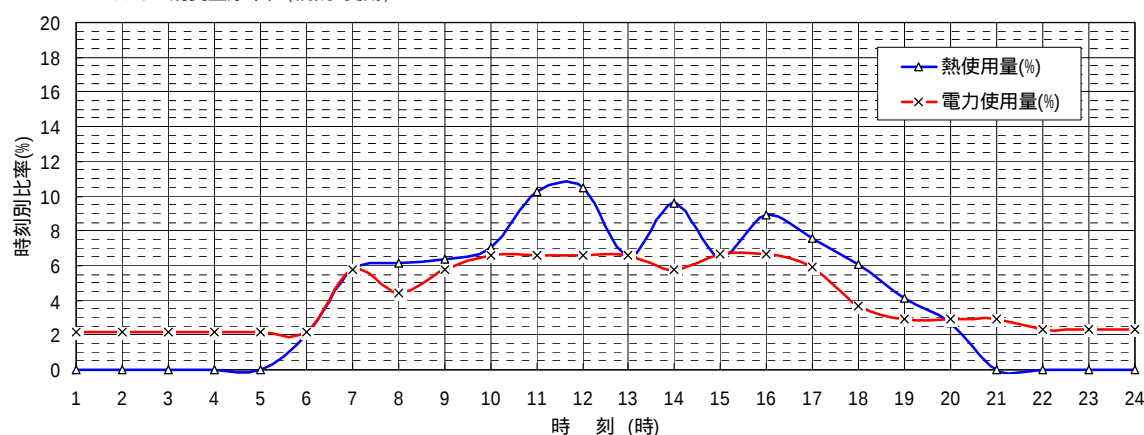


図 6.1.1-5 エネルギー消費量原単位のトレンド (病院：夏期)

病院のエネルギー消費の特徴は、昼間の熱消費が大きいことである。また、電力消費は昼間と夜間で電力消費が大きく違うことであり昼間の時間帯はほぼ一定の電力消費を保つ。

図 6.1.1-5 に示した原単位を使用して、50000m² の中規模病院の、実際のエネルギー消費を試算した。試算結果を図 6.1.1-6 に示す。

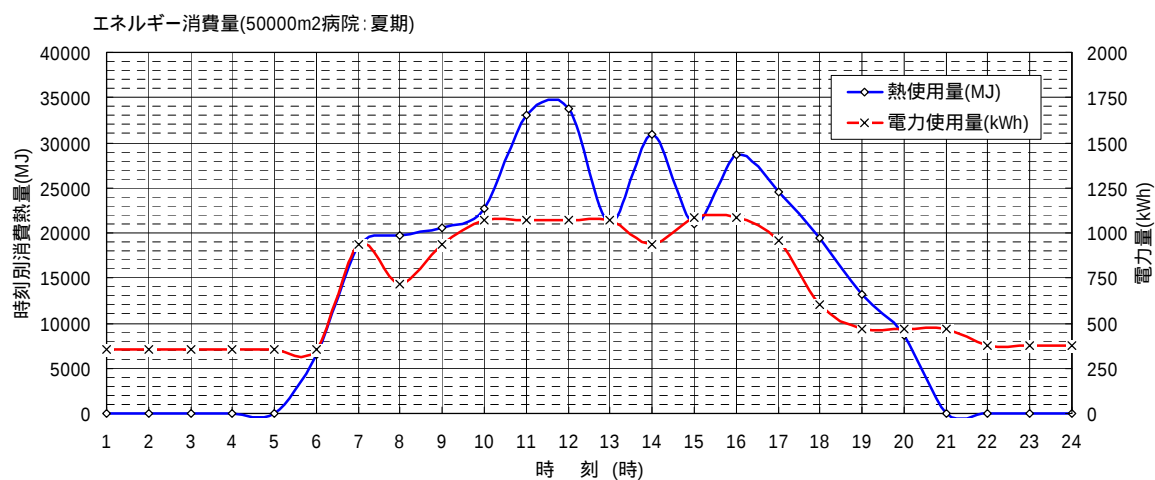


図 6.1.1-6 エネルギー消費量のトレンド (病院：夏期)

(d)シティホテル

図 6.1.1-7 に、夏期におけるエネルギー消費のトレンドを示す。図内のデータは、床面積 1m² 当たりのエネルギー消費を 1 時間ごとに横軸を時間、縦軸をエネルギー消費量（原単位）として表示したものである。なお、1 日の各項目のエネルギー消費量(100%値)を表 6.1.1-5 に示す。

表 6.1.1-5 シティホテルにおける 1 日の消費量(1m²当たりの 100%値)

	1 日の消費量(1m ² 当たりの 100%値)
熱使用量(MJ/m ² 日)	8,091
電力使用量(kWh/m ² 日)	0.503

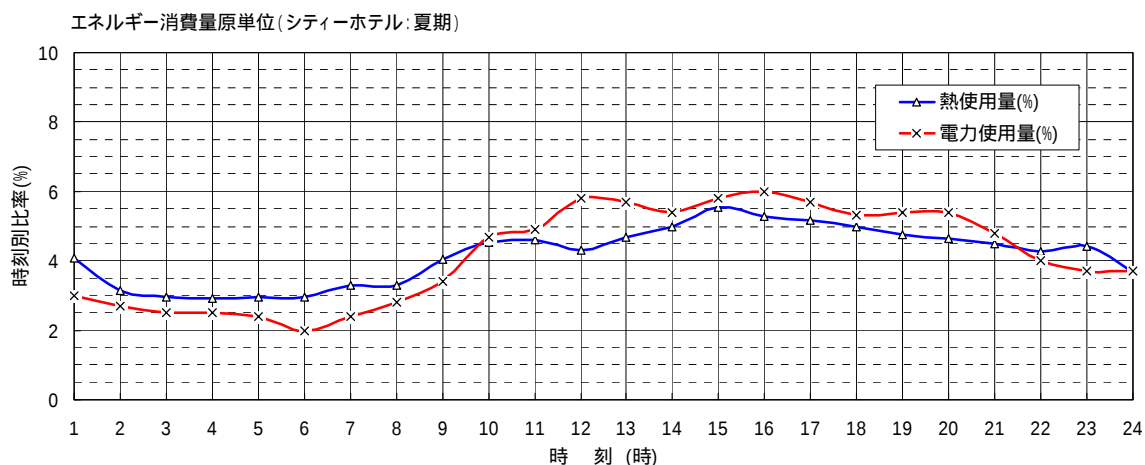


図 6.1.1-7 エネルギー消費量原単位のトレンド（シティホテル：夏期）

シティホテルのエネルギー消費の特徴は、深夜帯のエネルギー消費が大きく昼夜の差が小さいことである。

図 6.1.1-7 に示した原単位を使用して、20000m²の高層中規模ビルの、実際のエネルギー消費を試算した。試算結果を図 6.1.1-8 に示す。

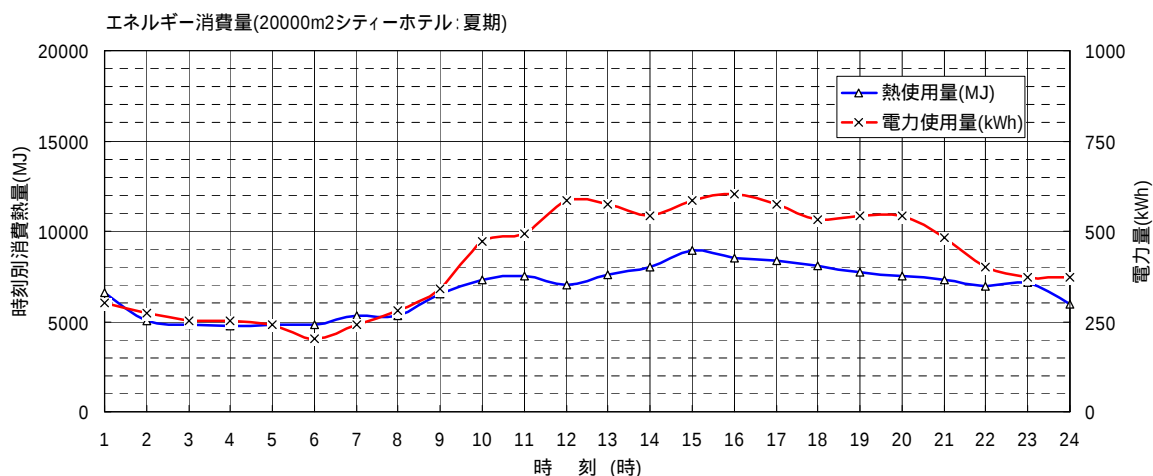


図 6.1.1-8 エネルギー消費量のトレンド（シティホテル：夏期）

(e)集合住宅

図 6.1.1-9 に、夏期におけるエネルギー消費のトレンドを示す。図内のデータは、床面積 1m² 当たりのエネルギー消費を 1 時間ごとに横軸を時間、縦軸をエネルギー消費量（原単位）として表示したものである。なお、1 日の各項目のエネルギー消費量(100%値)を表 6.1.1-6 に示す。

表 6.1.1-6 集合住宅における 1 日の消費量(1m²当たりの 100%値)

	1 日の消費量(1m ² 当たりの 100%値)
熱使用量(MJ/m ² 日)	0.645
電力使用量(kWh/m ² 日)	0.240

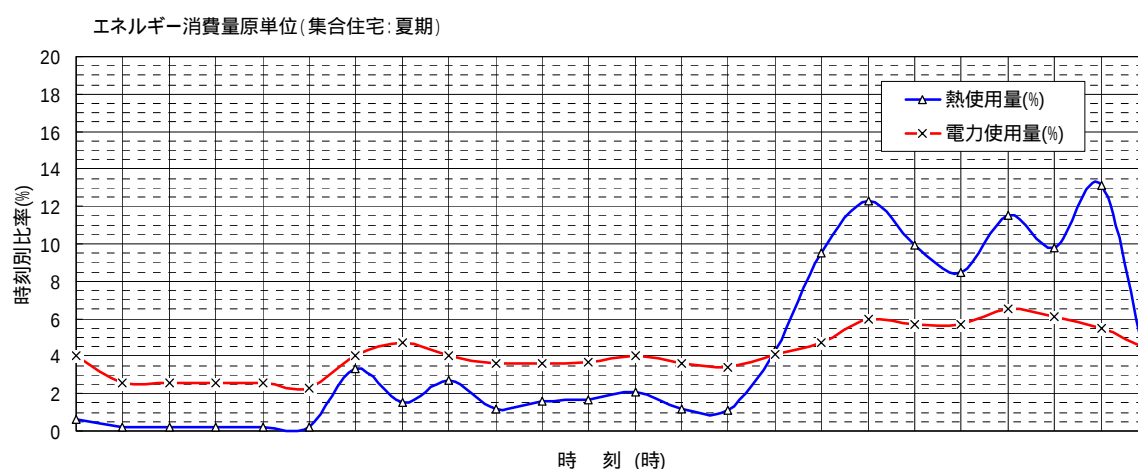


図 6.1.1-9 エネルギー消費量原単位のトレンド（集合住宅：夏期）

集合住宅のエネルギー消費の特徴は、エネルギー消費のピークが夕夜間帯にあることである。特に熱使用量は夕夜間に集中している。

図 6.1.1-9 に示した原単位を使用して、6000m² の高層中規模ビルの、実際のエネルギー消費を試算した。試算結果を図 6.1.1-10 に示す。

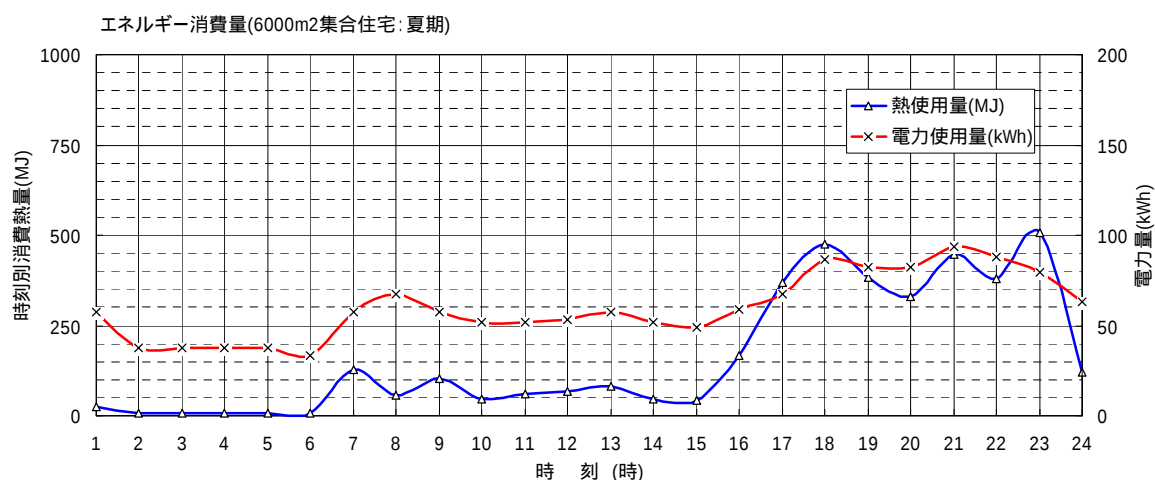


図 6.1.1-10 エネルギー消費量のトレンド（集合住宅：夏期）

(f)ワンルームマンション

図 6.1.1-11 に、夏期におけるエネルギー消費のトレンドを示す。図内のデータは、床面積 1m^2 当たりのエネルギー消費を 1 時間ごとに横軸を時間、縦軸をエネルギー消費量（源単位）として表示したものである。なお、1 日の各項目のエネルギー消費量(100%値)を表 6.1.1-7 に示す。

表 6.1.1-7 ワンルームマンションにおける 1 日の消費量(1m^2 当たりの 100%値)

	1 日の消費量(1m^2 当たりの 100%値)
熱使用量(MJ/m^2 日)	2.732
電力使用量(kWh/m^2 日)	0.232

エネルギー消費量原単位(ワンルームマンション:夏期)

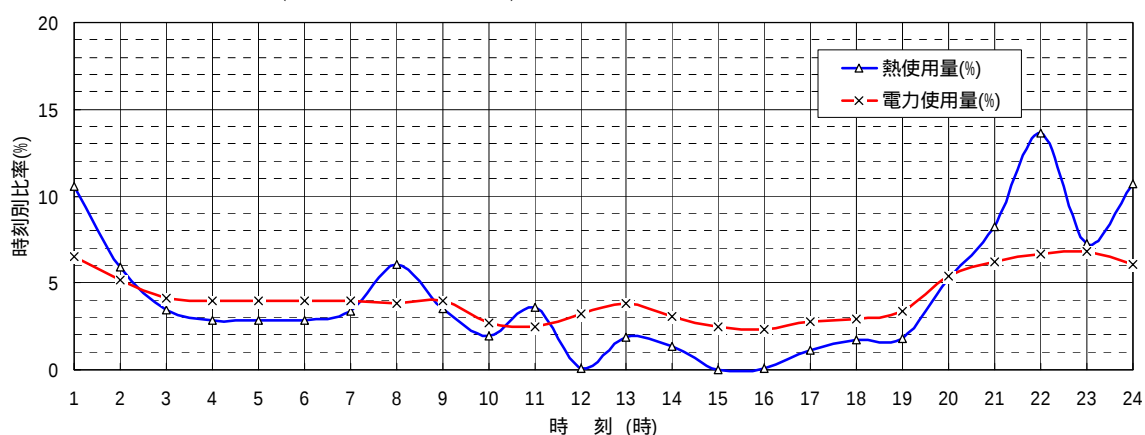


図 6.1.1-11 エネルギー消費量原単位のトレンド（ワンルームマンション：夏期）

ワンルームマンションのエネルギー消費の特徴は、昼間のエネルギー消費が非常に小さく、消費のピークが夕夜間帯にあることである。

図 6.1.1-11 に示した原単位を使用して、 6000m^2 の高層中規模ビルの、実際のエネルギー消費を計算した。計算結果を図 6.1.1-12 に示す。

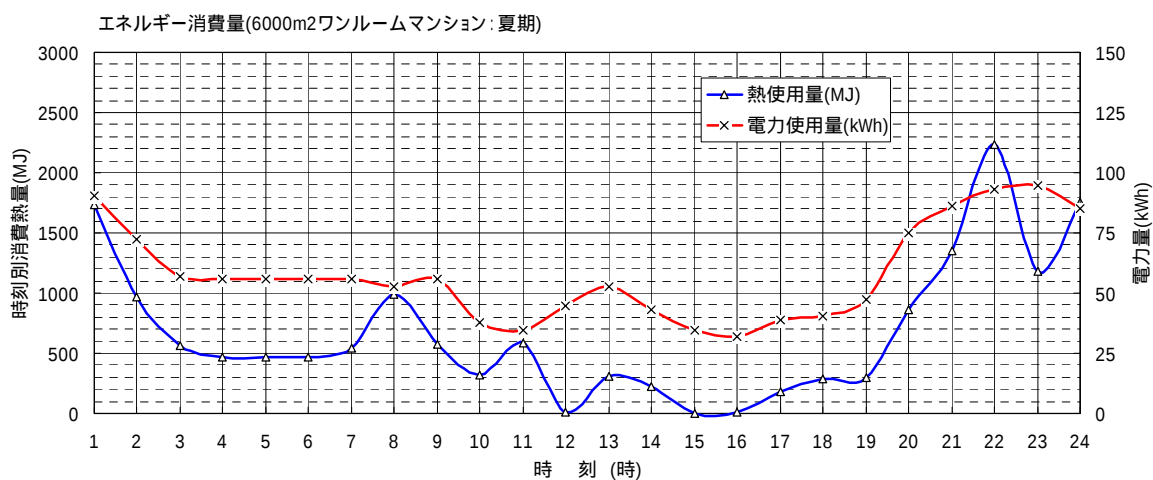


図 6.1.1-12 エネルギー消費量のトレンド（ワンルームマンション：夏期）

(g)一般住宅地域

図 6.1.1-13 に、夏期におけるエネルギー消費のトレンドを示す。図内のデータは、床面積 1m^2 当たりのエネルギー消費を 1 時間ごとに横軸を時間、縦軸をエネルギー消費量（原単位）として表示したものである。なお、1 日の各項目のエネルギー消費量(100%値)を表 6.1.1-8 に示す。

表 6.1.1-8 一般住宅地域における 1 日の消費量(1m^2 当たりの 100%値)

	1 日の消費量(1m^2 当たりの 100%値)
熱使用量(MJ/m^2 日)	0.980
電力使用量(kWh/m^2 日)	0.070

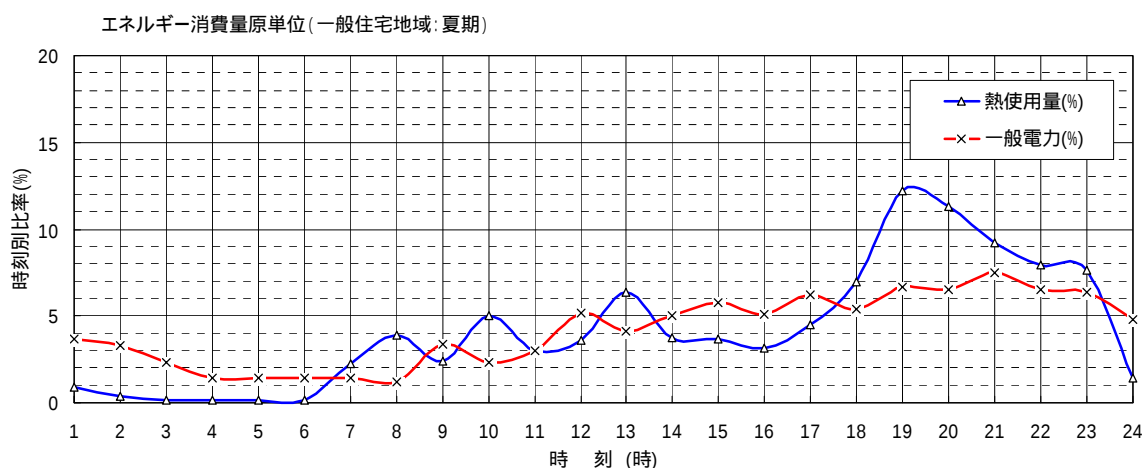


図 6.1.1-13 エネルギー消費量原単位のトレンド (一般住宅地域: 夏期)

一般住宅地域のエネルギー消費の特徴は、深夜におけるエネルギー消費が非常に小さく、消費のピークが夕夜間帯にあることである。

図 6.1.1-13 に示した原単位を使用して、床面積 24000m^2 程度 (約 200 戸分) の、実際のエネルギー消費を計算した。計算結果を図 6.1.1-14 に示す。

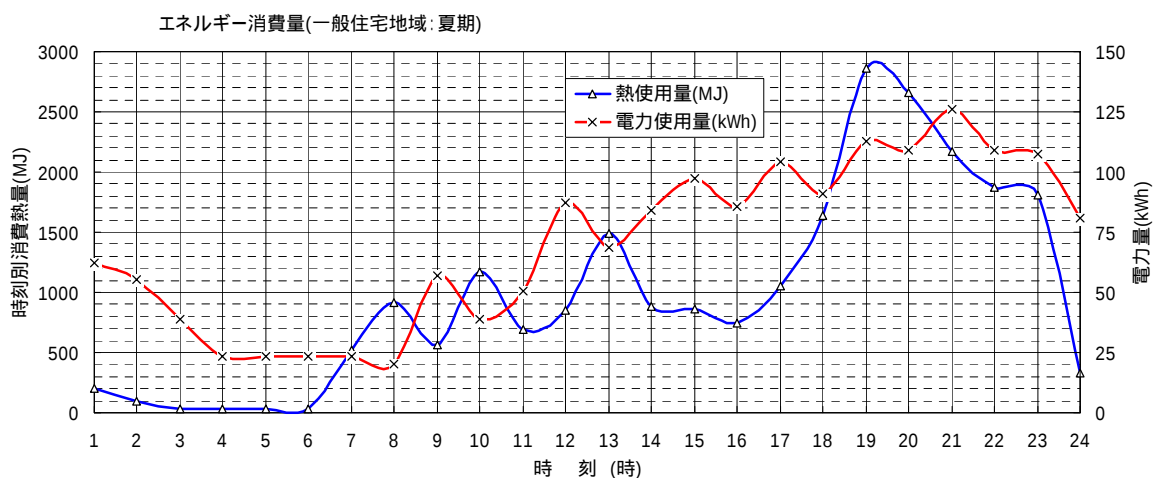


図 6.1.1-14 エネルギー消費量のトレンド (一般住宅地域: 夏期)

6.1.2 試算のための複合分散電源モデル

前項の分析結果を基に分散電源の複合設置方式の検討を行った

評価に使用した分散電源の複合設置の組み合わせを表 6.1.2-1 に示す。モデルケースに適用した電力料金は、深夜時間帯の電力料金が低く、昼間のピーク時が高い設定であることから、夜間にシフトした電力需要とピークカットによって設置メリットが生まれることから、全てのケースにおいて分散電源は発電設備と電力貯蔵設備の組合せとした。

なお、需要家別の電源や蓄電池設備の容量決定は、深夜時間帯の連続充電やピーク時間帯の連続放電、ピークカットに必要な発電容量、電源の一般的な容量などから、任意に決定することとした。

表 6.1.2-1 試算のための複合分散電源モデル

ケース No.	発電設備	電力貯蔵設備	備 考
ケース 0	なし	なし	すべて電力を購入し、ボイラにて熱供給した場合
ケース 1-1	化石燃料発電 (ガスエンジン)	なし	
ケース 1-2		2 次電池 (NaS・鉛電池)	
ケース 2-1	燃料電池発電	なし	
ケース 2-2		2 次電池 (NaS・鉛電池)	
ケース 3-1	自然エネルギー発電 (太陽光)	なし	
ケース 3-2		2 次電池 (NaS・鉛電池)	

表 6.1.2-1 に示す 7 ケースを、7 種類の需要家モデルに適用し、経済性評価と CO₂ 削減効果を試算することとした。

なお、化石燃料発電設備は、分散電源として現在最も採用実績が豊富なガスエンジンの採用を仮定し、自然エネルギー発電設備については、都市部の設置が容易な太陽光発電を仮定することとした。

また、2 次電池は、25kW 未満の小容量機については鉛電池を、100kW 程度の大容量機については NaS 電池を採用することとした。

図 6.1.2-1 にハイブリッド分散電源のイメージ図を示す。

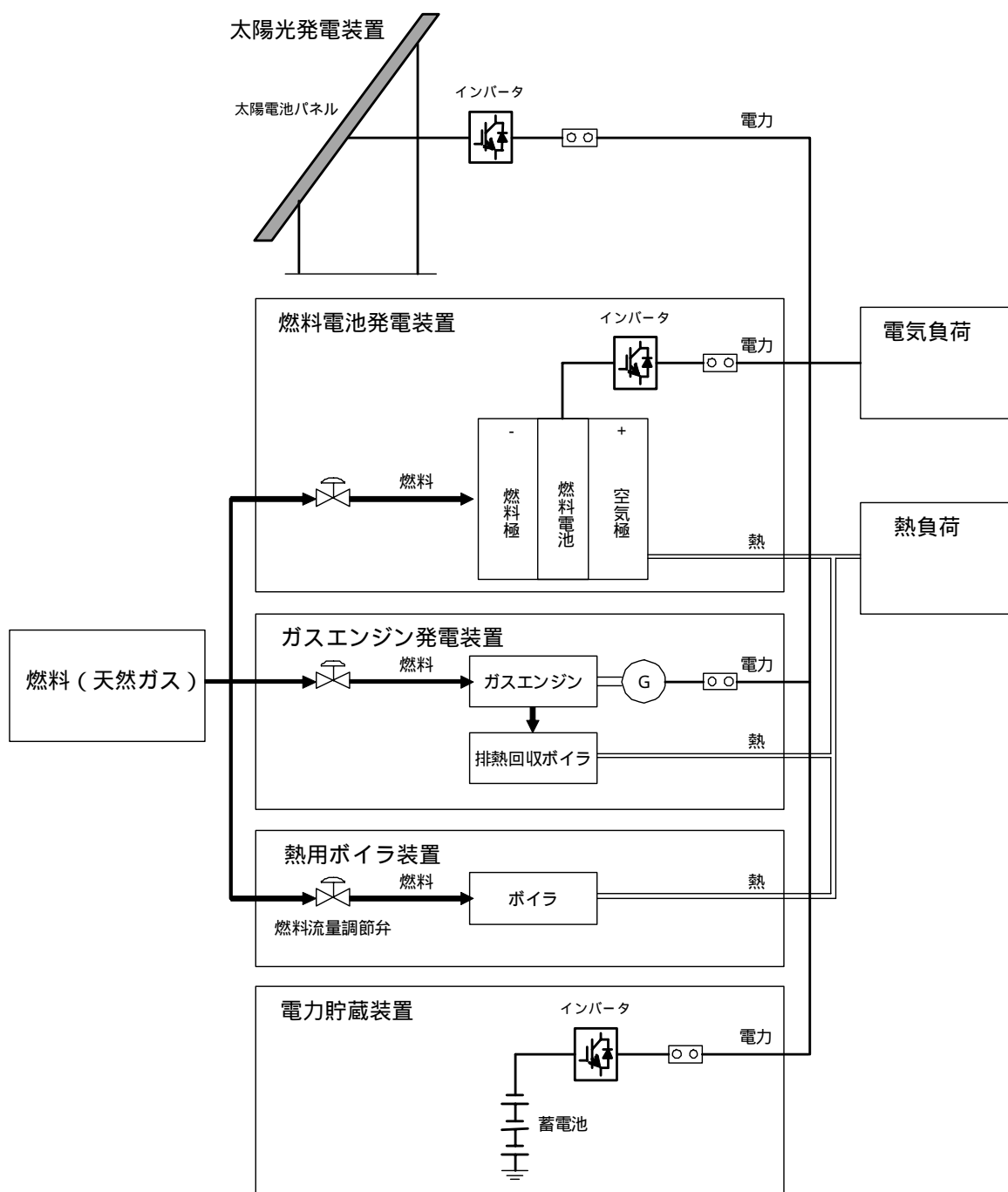


図 6.1.2-1 ハイブリッド分散電源のイメージ図

6.1.3 分散電源の性能諸元

複合分散電源モデルに適用する分散電源の性能諸元を以下に示す。

a) 化石燃料利用システム

- ・燃料は天然ガスとし、燃料費は60円/m³、エネルギー量は41.6MJ/m³
- ・方式はガスエンジンとし、発電効率は35%
- ・廃熱の熱利用率は40%としボイラー効率は85%とした
- ・熱量と電力量の換算は3.6MJ/kWhとした
- ・発電容量は30kW以上1000kW以下とした
- ・建設コストは30万円/kWと仮定した

建設コストは、新エネルギー・産業技術開発機構「新エネルギーガイドブック～入門編～」より、その他については、資源エネルギー庁総合資源エネルギー調査会新エネルギー部会(H13-1-31)より

b) 燃料電池システム

- ・燃料は天然ガスとし、燃料費は60円/m³、エネルギー量は41.6MJ/m³
- ・発電効率は35%
- ・廃熱の熱利用率は40%とした
- ・熱量と電力量の換算は3.6MJ/kWhとした
- ・発電容量は30kW以上500kW以下とした
- ・建設コストは70万円/kWと仮定した

建設コストは、新エネルギー・産業技術開発機構「新エネルギーガイドブック～入門編～」より、その他については、資源エネルギー庁総合資源エネルギー調査会新エネルギー部会(H13-1-31)より

c) 自然エネルギー利用システム（太陽光発電システム）

- ・方式は太陽光発電と仮定し建設コストは104万円/kW
- ・設備利用率は12%とした
- ・運転は、昼間10時間の一定出力連続運転とし、発生電力量が24時間定格運転を行った場合の電力量に対して設備利用率を乗じて平均出力kWhを求めた
- ・発電容量は100kW以下とした

建設コストは、新エネルギー・産業技術開発機構「新エネルギーガイドブック～入門編～」太陽光発電データより

d) 電力貯蔵システム (100kW 8 時間タイプ)

- ・建設コストは 25 万円 / kW × 1.25 倍 (NaS 電池相当)
インバータ効率、充放電ロスなどを考慮して容量を 1.25 倍した
- ・設置にかかる費用は建設コストを 15 年間で均等割りした
- ・電力貯蔵設備の保守費は以下の計算方法で算出した
保守費 (円/日) = 1 日の発生・吸収電力の総和 × 保守費の kW 単価
なお、保守費の kW 単価はインバータ等の保守点検費込みで 0.3 円 / kW と仮定した
- ・電力貯蔵の発生・吸収動作は、自家用消費で逆潮流なしとし、24 時間 (1 日) で
吸収量 × 0.8 = 発生量となるように任意に決定した (充放電ロス分を考慮)
- ・放電時間は連続 8 時間を最大とした
建設コスト、及び保守費は、JEMA 委員会により試算した

e) 電力貯蔵システム (25kW 以下 8 時間タイプ)

- ・建設コストは 40 万円 / kW (鉛蓄電池相当)
- ・設置にかかる費用は建設コストを年間稼働日 243 日として、耐用年数の 15 年間で均等割りした
- ・25kW の電力貯蔵設備の保守費は以下の値と仮定した
保守費 = 550 円 / 日 (200 千円 / 年)
上記保守費にはインバータ保守費も含む
なお、25W 未満の保守費はインバータ等家庭用太陽電池システムと同等と判断し、0 円 / 日と仮定した
- ・電力貯蔵の発生・吸収動作は自家用消費で逆潮流なしとし、24 時間 (1 日) で
吸収量 × 0.7 = 発生量となるように任意に決定した、なお、鉛電池では充放電に伴うシステム効率は概ね 70% である (蓄電池の充放電効率と変換器のロス分を考慮)
- ・放電時間は連続 8 時間を最大とした
建設コスト、及び保守費は、JEMA 委員会により試算した

f) 熱用ボイラ設備

- ・燃料は天然ガスとし、燃料費は 60 円 / m³、エネルギー量は 41.6MJ / m³
- ・ボイラ効率は 85% と仮定して上記エネルギー量より燃料消費量を計算した
- ・建設コストは化石燃料利用システムと同等と仮定し、さらに、kW を J に換算し
8.3 万円 / MJ と仮定した

熱は、分散電源なしでは、全て天然ガス焚きボイラ設備を利用し供給することと仮定した。また、コジェネ対応の分散電源を導入した場合は、電主熱従を基本とし発電機出力に対してコジェネの熱利用率及び排熱回収ボイラの効率を考慮した発生熱量を計算し、熱使用量がこの値を超えた場合は、超過分をボイラにて供給し、需要がこの値に達しない場合、不足分は排熱することと仮定した。燃料電池の熱利用についても同様とした。

6.1.4. 計算のための諸条件

経済性評価は、以下の計算条件にて行った。

- ・評価は1日当たりの費用及びCO₂排出量で比較した
- ・電源の運転時間 14h/日 (5000時間/年)
- ・建設単価の条件 運転年数15年、利子率4%と仮定した

$$\text{年経費率} = r / (1 - (1 + r)^{-n})$$

r : 利子率

n : 運転年数

より、年経費率=0.0899となる

これにより、建設単価は

$$\text{建設単価} = \text{建設コスト} \times \text{年経費率} \div \text{年間運転時間}$$

となる

- ・運転保守費 3.0円/kWh
- ・CO₂排出量は、電力が175g-C/kWh、都市ガスが143g-C/kWhとした

なお、電力料金の計算は、以下の条件にて行った。

【電力料金】

基本料金 (1ヶ月あたり) 1560円/kW

従量料金 (1時間あたり)	夏季ピーク	15円90銭/kWh (夏季平日 13:00~16:00)
	夏季昼間	14円70銭/kWh (7/1~9/30 8:00~22:00)
	その他昼間	13円65銭/kWh (10/1~6/30 8:00~22:00)
	夜間	6円05銭/kWh

電力料金は、月払いの基本料金は、基本料金を30日で除して1日当たりの基本料金分を計算し、それに1時間毎の従量料金を加算した。

以上をベースとして、計算に使用したパラメータを表6.1.4-1~表6.1.4-3に示す。

表 6.1.4-1 分散電源の評価に使用したパラメーター一覧（発電システム）

システム分類	機器種別	建設費 (万円/kW)	運転時間 (h/年)	建設単価 (円/kWh)	燃料消費 (円/kWh)	運転保守 (円/kWh)	発電単価 (円/kWh)
化石燃料	ガスエンジン	30	5000	5.4	14.8	3.0	23.2
	燃料電池	70	5000	12.6	14.8	3.0	30.4
自然エネルギー	太陽光	104	1000	93.5	0.0	3.0	96.5

- ・ 建設単価(円/kWh) = 建設費(万円/kW) × 年経費率 ÷ 年間運転時間(h)
 - ・ 燃料消費(円/kWh) = 電力熱換算(MJ/kWh) ÷ {エネルギー量(MJ/m³) × 発電効率} × 燃料単価(円/m³)
 - ・ 発電単価(円/kWh) = 建設単価(円/kWh) + 燃料消費(円/kWh) + 運転保守(円/kWh)
- 排熱利用は、熱利用効率 0.4、排熱回収ボイラの効率 0.85 として計算して発電機出力から換算した
- ・ 排熱量(MJ) = 発電出力(kWh) × 電力熱換算(MJ/kWh) ÷ 発電効率 × 熱利用効率 × 排熱回収ボイラの効率

表 6.1.4-2 分散電源の評価に使用したパラメーター一覧（熱エネルギー用ボイラ設備）

システム分類	機器種別	建設費 (万円/MJ)	運転時間 (h/年)	建設単価 (円/MJ)	燃料消費 (円/MJ)	運転保守 (円/MJ)	ボイラ単価 ¹⁾ (円/MJ)
化石燃料	ボイラー	8.3	8760	0.85	1.70	0.83	3.38

- ・ 建設単価(円/MJ) = 建設費(万円/MJ) × 年経費率 ÷ 年間運転時間(h)
- ・ 燃料消費(円/MJ) = 1 ÷ {エネルギー量(MJ/m³) × ボイラ効率} × 燃料単価(円/m³)
- ・ ボイラ単価(円/MJ) = 建設単価(円/MJ) + 燃料消費(円/MJ) + 運転保守(円/MJ)

表 6.1.4-3 分散電源の評価に使用したパラメーター一覧（電力貯蔵システム）

システム分類	機器種別	建設費(単価) (万円/kW)	寿命 (年)	出力 (kW)	建設費 (万円)	運転保守 (円/kWh)	費用償却費 (円/日)
電力貯蔵	二次電池(NaS)	31.25	15 (年稼動 365 日)	100	3125	0.3(円/kWh)	5708
	二次電池(鉛)	40	15 (年稼動 243 日)	25	1000	550(円/日)	2743
	二次電池(鉛)	40	15 (年稼動 243 日)	10	400	0(円/日)	1097

・建設費(万円)＝建設費単価(万円/kW)×出力(kW)

・費用償却費(円/日)＝建設費(万円)÷{寿命(年)×年間稼動日(日/年)}

運転保守費は機器種別により個別に加算

6.2 試算結果

分散電源の複合設置による需要家別の経済性試算及びCO₂削減量の試算を実施した。

(a)インテリジェントビル

表 6. 2-1 に、本需要家モデルに適用した分散電源の容量及び契約電力を示す。

表 6. 2-1 本需要家モデルに適用した分散電源の容量及び契約電力

ケース No.	発電設備容量(kW) ²⁾	電力貯蔵容量(kW)	契約電力 ¹⁾	試算結果
ケース 0	なし	なし	2000kW	表 6. 3. 1-1
ケース 1-1	ガスエンジン 1000kW	なし	1000kW	表 6. 3. 1-1
ケース 1-2	ガスエンジン 1000kW	2 次電池±100kW (Nas 電池)	900kW	図 6. 2-1 表 6. 3. 1-1
ケース 2-1	燃料電池 500kW	なし	1500kW	表 6. 3. 1-1
ケース 2-2	燃料電池 500kW	2 次電池±100kW (Nas 電池)	1400kW	図 6. 2-2 表 6. 3. 1-1
ケース 3-1	自然エネルギー 100kW	なし	1900kW	表 6. 3. 1-1
ケース 3-2	自然エネルギー 100kW	2 次電池±100kW (Nas 電池)	1800kW	図 6. 2-3 表 6. 3. 1-1

¹⁾契約電力は経済評価に使用した各ケースごとのグラフの買電量トレンドより推定した

²⁾エンジン、燃料電池の設備容量はグラフより推定した

試算結果のトレンドを図 6. 2-1 から図 6. 2-3 に示す。また全ケースの結果の一覧を表 6. 3. 1-1 に示す。

なお、自然エネルギー発電装置の太陽光パネルの単位面積あたりの発電量は 0. 1kW/m² とし、ビルの床面積を 1 フロアーあたり 2500m²、1 フロアーあたりの利用率を 0. 4 と仮定しそれらを乗じて装置容量を 100kW とした。

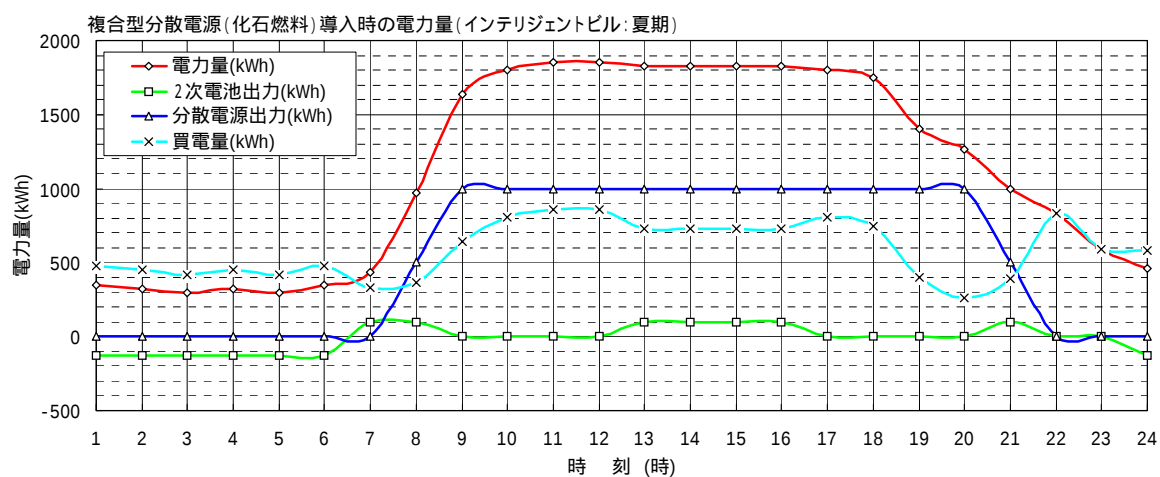


図 6.2-1 複合型分散電源導入時の経済性試算結果(ケース 1-2)

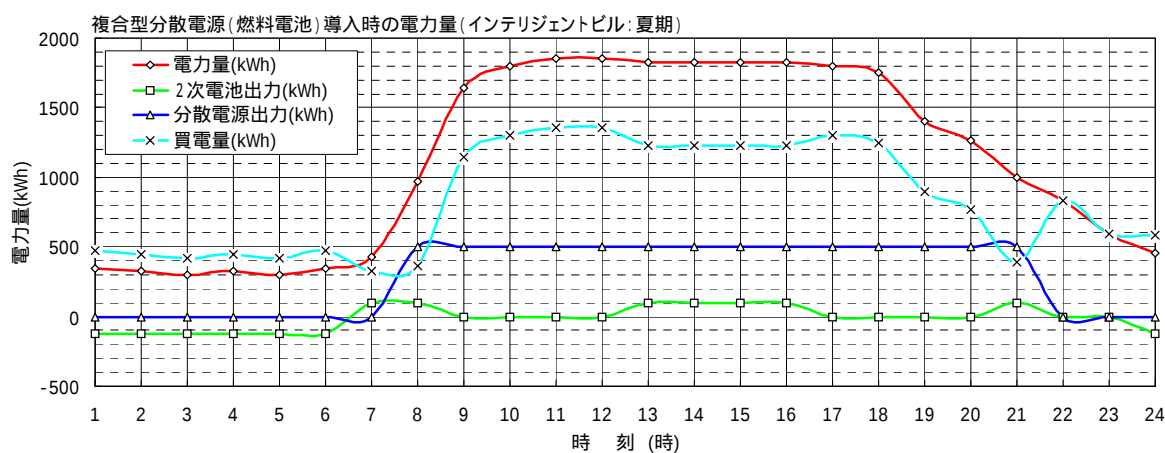


図 6.2-2 複合型分散電源導入時の経済性試算結果(ケース 2-2)

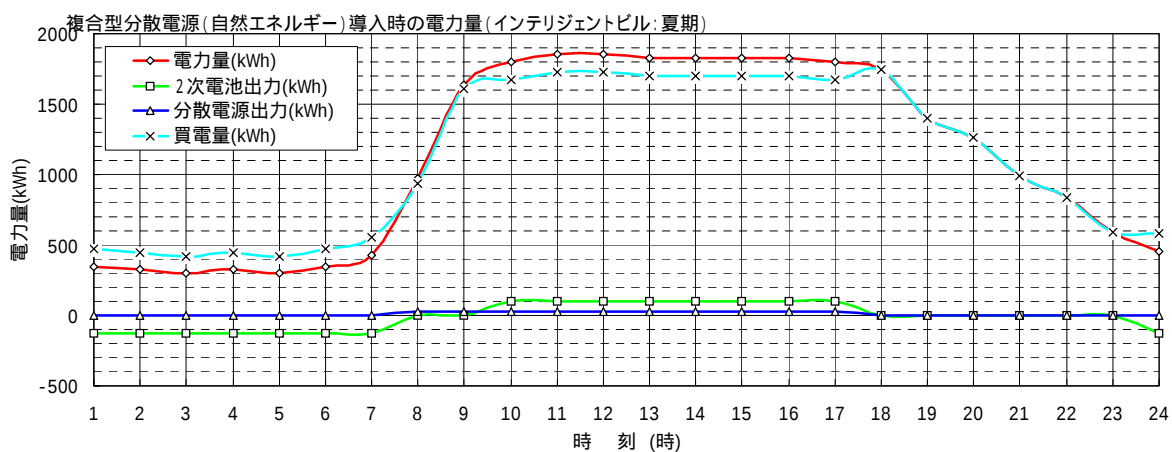


図 6.2-3 複合型分散電源導入時の経済性試算結果(ケース 3-2)

(b)庁 舎

表 6. 2-2 に、本需要家モデルに適用した分散電源の容量及び契約電力を示す。

表 6. 2-2 本需要家モデルに適用した分散電源の容量及び契約電力

ケース No.	発電設備容量(kW) ²⁾	電力貯蔵容量(kW)	契約電力 ¹⁾	試算結果
ケース 0	なし	なし	1800kW	表 6. 3. 1-2
ケース 1-1	ガスエンジン 500kW	なし	1300kW	表 6. 3. 1-2
ケース 1-2	ガスエンジン 500kW	2 次電池±100kW (Nas 電池)	1200kW	図 6. 2-4 表 6. 3. 1-2
ケース 2-1	燃料電池 500kW	なし	1300kW	表 6. 3. 1-2
ケース 2-2	燃料電池 500kW	2 次電池±100kW (Nas 電池)	1200kW	図 6. 2-5 表 6. 3. 1-2
ケース 3-1	自然エネルギー 100kW	なし	1800kW	表 6. 3. 1-2
ケース 3-2	自然エネルギー 100kW	2 次電池±100kW (Nas 電池)	1700kW	図 6. 2-6 表 6. 3. 1-2

¹⁾契約電力は経済評価に使用した各ケースごとのグラフの買電量トレンドより推定した

²⁾エンジン、燃料電池の設備容量はグラフより推定した

試算結果のトレンドを図 6. 2-4 から図 6. 2-6 に示す。また全ケースの結果の一覧を表 6. 3. 1-2 に示す。

なお、自然エネルギー発電装置の太陽光パネルの単位面積あたりの発電量は 0. 1kW/m² とし、ビルの床面積を 1 フロアーあたり 2500m²、1 フロアーあたりの利用率を 0. 4 と仮定しそれらを乗じて装置容量を 100kW とした。

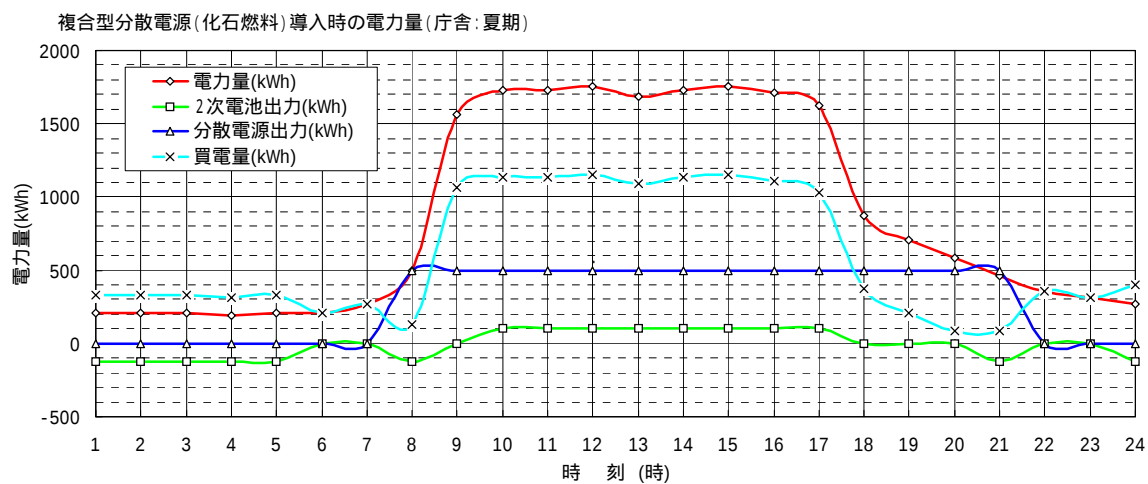


図 6.2-4 複合型分散電源導入時の経済性試算結果(ケース 1-2)

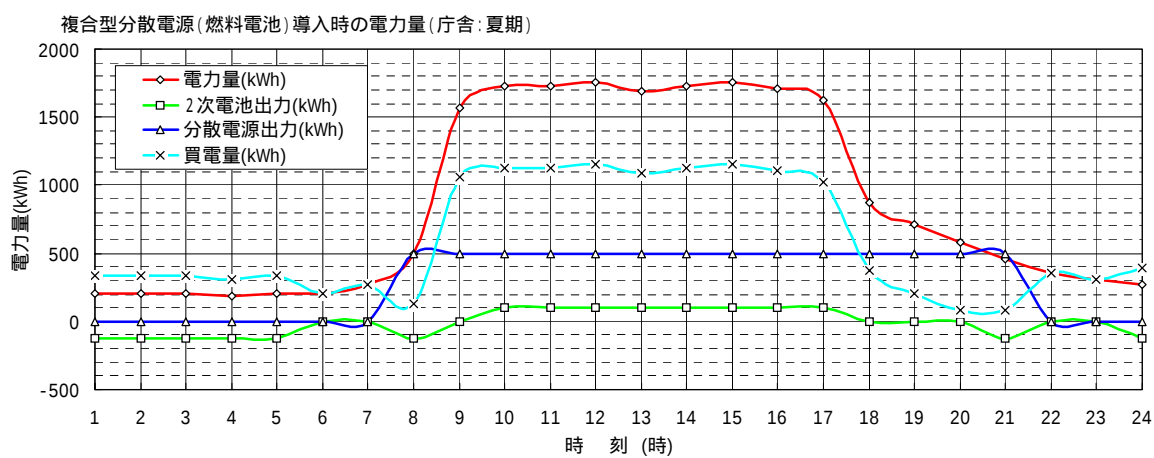


図 6.2-5 複合型分散電源導入時の経済性試算結果(ケース 2-2)

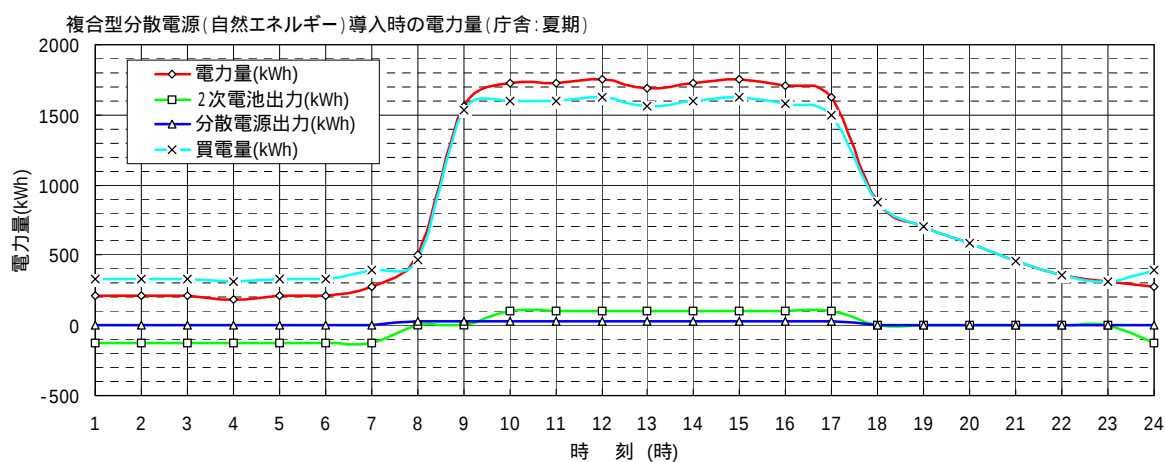


図 6.2-6 複合型分散電源導入時の経済性試算結果(ケース 3-2)

(c)病 院

表 6.2-3 に、本需要家モデルに適用した分散電源の容量及び契約電力を示す。

表 6.2-3 本需要家モデルに適用した分散電源の容量及び契約電力

ケース No.	発電設備容量(kW) ²⁾	電力貯蔵容量(kW)	契約電力 ¹⁾	試算結果
ケース 0	なし	なし	1100kW	表 6.3.1-3
ケース 1-1	ガスエンジン 500kW	なし	600kW	表 6.3.1-3
ケース 1-2	ガスエンジン 500kW	2 次電池±100kW (Nas 電池)	500kW	図 6.2-7 表 6.3.1-3
ケース 2-1	燃料電池 500kW	なし	600kW	表 6.3.1-3
ケース 2-2	燃料電池 500kW	2 次電池±100kW (Nas 電池)	500kW	図 6.2-8 表 6.3.1-3
ケース 3-1	自然エネルギー 100kW	なし	1100kW	表 6.3.1-3
ケース 3-2	自然エネルギー 100kW	2 次電池±100kW (Nas 電池)	1700kW	図 6.2-9 表 6.3.1-3

¹⁾ 契約電力は経済評価に使用した各ケースごとのグラフの買電量トレンドより推定した

²⁾ エンジン、燃料電池の設備容量はグラフより推定した

試算結果のトレンドを図 6.2-7 から図 6.2-9 に示す。また全ケースの結果の一覧を表 6.3.1-3 に示す。

なお、自然エネルギー発電装置の太陽光パネルの単位面積あたりの発電量は 0.1kW/m² とし、ビルの床面積を 1 フロアあたり 5000m²、1 フロアあたりの利用率を 0.2 と仮定しそれらを乗じて装置容量を 100kW とした。

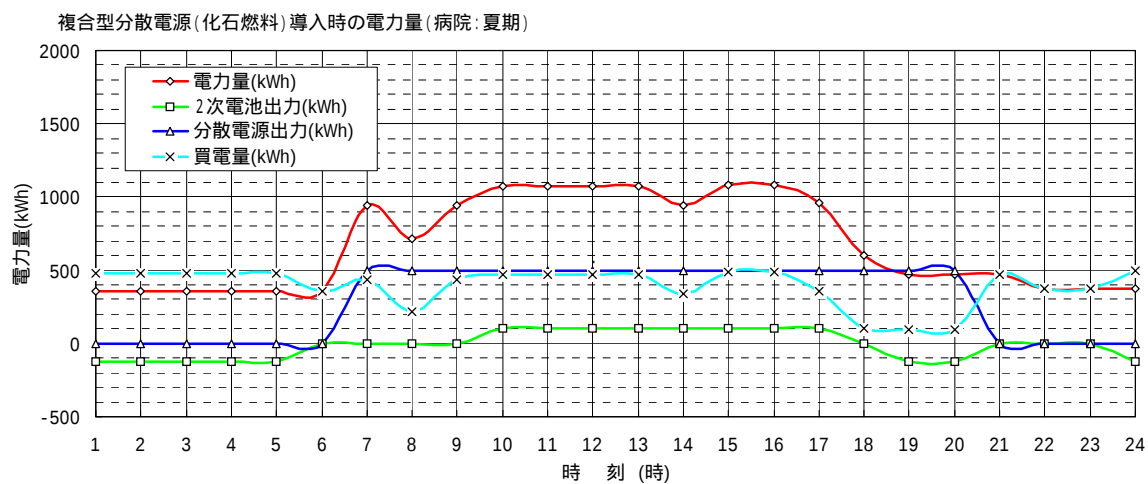


図 6.2-7 複合型分散電源導入時の経済性試算結果(ケース 1-2)

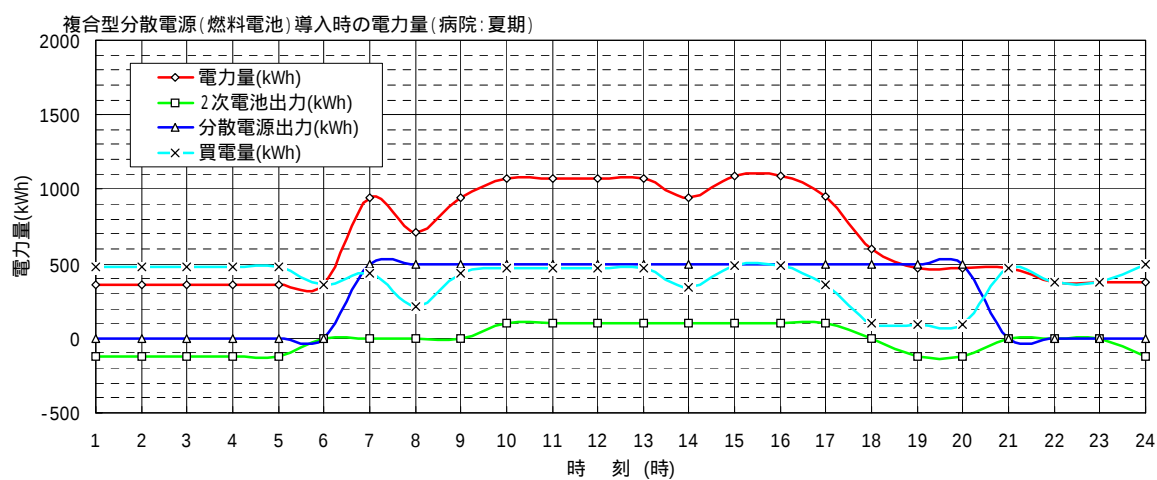


図 6.2-8 複合型分散電源導入時の経済性試算結果(ケース 2-2)

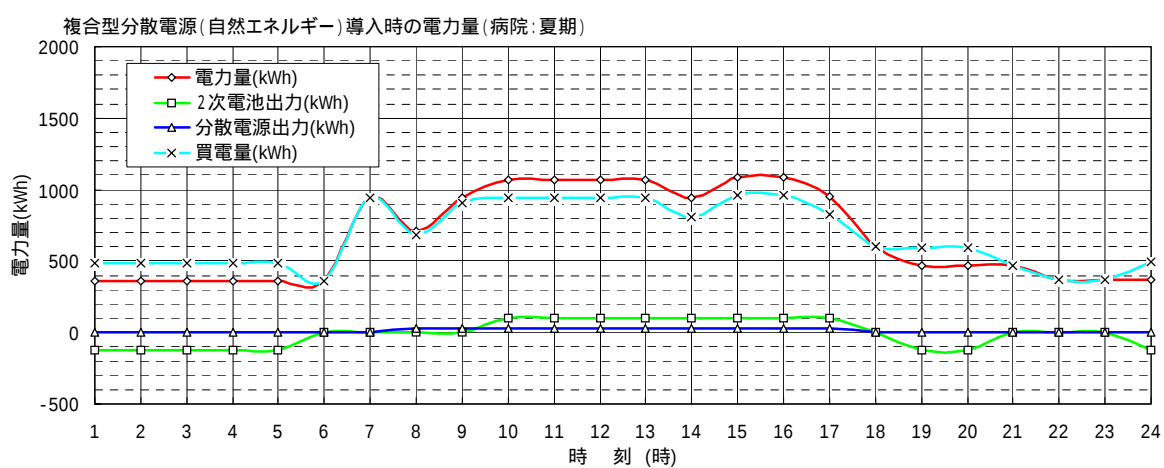


図 6.2-9 複合型分散電源導入時の経済性試算結果(ケース 3-2)

(d)シティホテル

表 6. 2-4 に、本需要家モデルに適用した分散電源の容量及び契約電力を示す。

表 6. 2-4 本需要家モデルに適用した分散電源の容量及び契約電力

ケース No.	発電設備容量(kW) ²⁾	電力貯蔵容量(kW)	契約電力 ¹⁾	試算結果
ケース 0	なし	なし	700kW	表 6. 3. 1-4
ケース 1-1	ガスエンジン 200kW	なし	500kW	表 6. 3. 1-4
ケース 1-2	ガスエンジン 200kW	2 次電池±100kW (Nas 電池)	400kW	図 6. 2-10 表 6. 3. 1-4
ケース 2-1	燃料電池 200kW	なし	500kW	表 6. 3. 1-4
ケース 2-2	燃料電池 200kW	2 次電池±100kW (Nas 電池)	400kW	図 6. 2-11 表 6. 3. 1-4
ケース 3-1	自然エネルギー 100kW	なし	600kW	表 6. 3. 1-4
ケース 3-2	自然エネルギー 100kW	2 次電池±100kW (Nas 電池)	500kW	図 6. 2-12 表 6. 3. 1-4

¹⁾契約電力は経済評価に使用した各ケースごとのグラフの買電量トレンドより推定した

²⁾エンジン、燃料電池の設備容量はグラフより推定した

試算結果のトレンドを図 6. 2-10 から図 6. 2-12 に示す。また全ケースの結果の一覧を表 6. 3. 1-4 に示す。

なお、自然エネルギー発電装置の太陽光パネルの単位面積あたりの発電量は 0. 1kW/m² とし、ビルの床面積を 1 フロアーあたり 2500m²、1 フロアーあたりの利用率を 0. 4 と仮定しそれらを乗じて装置容量を 100kW とした。

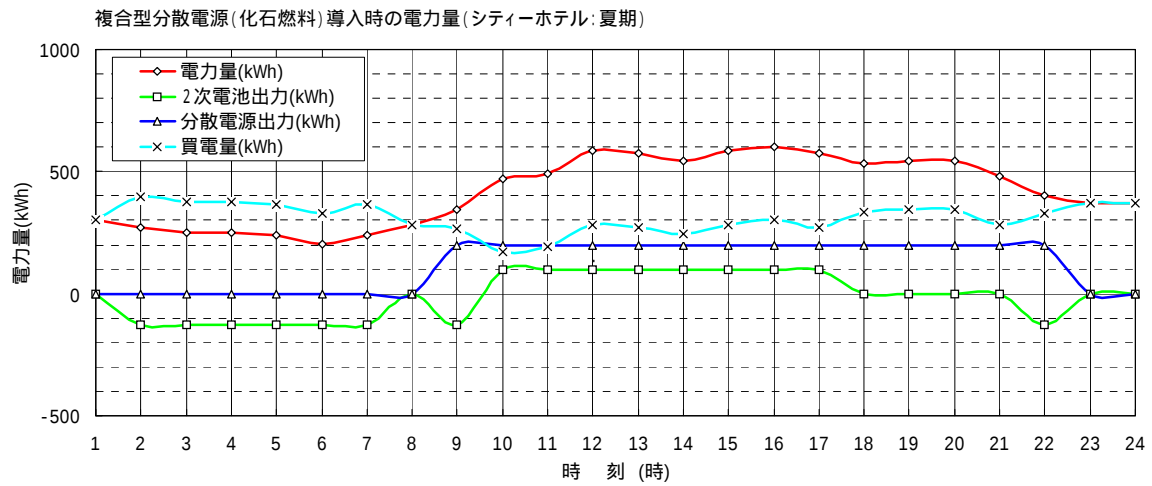


図 6.2-10 複合型分散電源導入時の経済性試算結果(ケース 1-2)

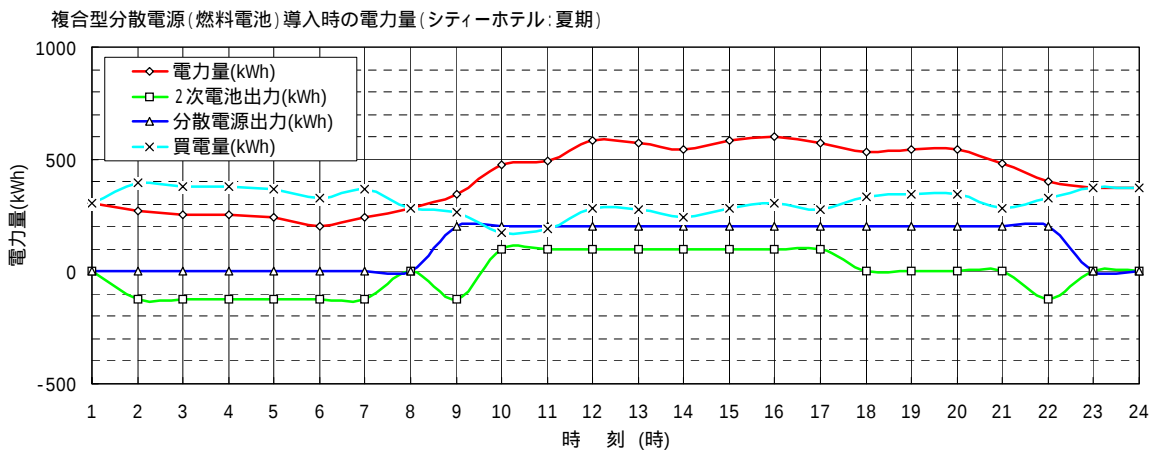


図 6.2-11 複合型分散電源導入時の経済性試算結果(ケース 2-2)

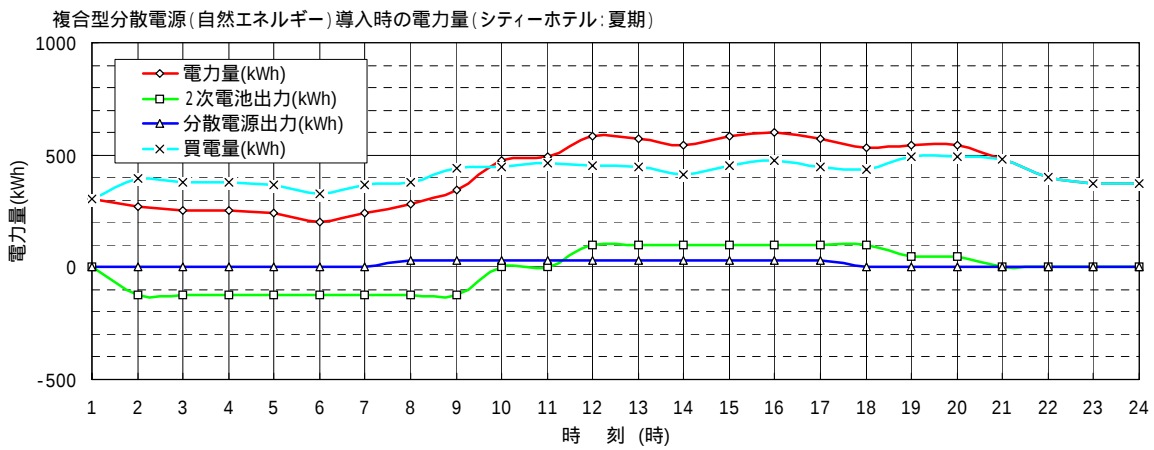


図 6.2-12 複合型分散電源導入時の経済性試算結果(ケース 3-2)

(e)集合住宅

表 6. 2-5 に、本需要家モデルに適用した分散電源の容量及び契約電力を示す。

表 6. 2-5 本需要家モデルに適用した分散電源の容量及び契約電力

ケース No.	発電設備容量(kW) ²⁾	電力貯蔵容量(kW)	契約電力 ¹⁾	試算結果
ケース 0	なし	なし	100kW	表 6. 3. 1-5
ケース 1-1	ガスエンジン 30kW	なし	70kW	表 6. 3. 1-5
ケース 1-2	ガスエンジン 30kW	2 次電池±10kW (鉛蓄電池)	60kW	図 6. 2-13 表 6. 3. 1-5
ケース 2-1	燃料電池 30kW	なし	70kW	表 6. 3. 1-5
ケース 2-2	燃料電池 30kW	2 次電池±10kW (鉛蓄電池)	60kW	図 6. 2-14 表 6. 3. 1-5
ケース 3-1	自然エネルギー 40kW	なし	100kW	表 6. 3. 1-5
ケース 3-2	自然エネルギー 40kW	2 次電池±10kW (鉛蓄電池)	90kW	図 6. 2-15 表 6. 3. 1-5

¹⁾契約電力は経済評価に使用した各ケースごとのグラフの買電量トレンドより推定した

²⁾エンジン、燃料電池、太陽電池の設備容量はグラフより推定した

試算結果のトレンドを図 6. 2-13 から図 6. 2-15 に示す。また全ケースの結果の一覧を表 6. 3. 1-5 に示す。

なお、自然エネルギー発電装置の太陽光パネルの単位面積あたりの発電量は 0. 1kW/m² とし、ビルの床面積を 720m² (約 60m²×12 戸) に対して共有スペースを考慮して 1. 3 倍し、1 フロアーあたり 1000m²、1 フロアーあたりの利用率を 0. 4 と仮定しそれらを乗じて装置容量を 40kW とした。

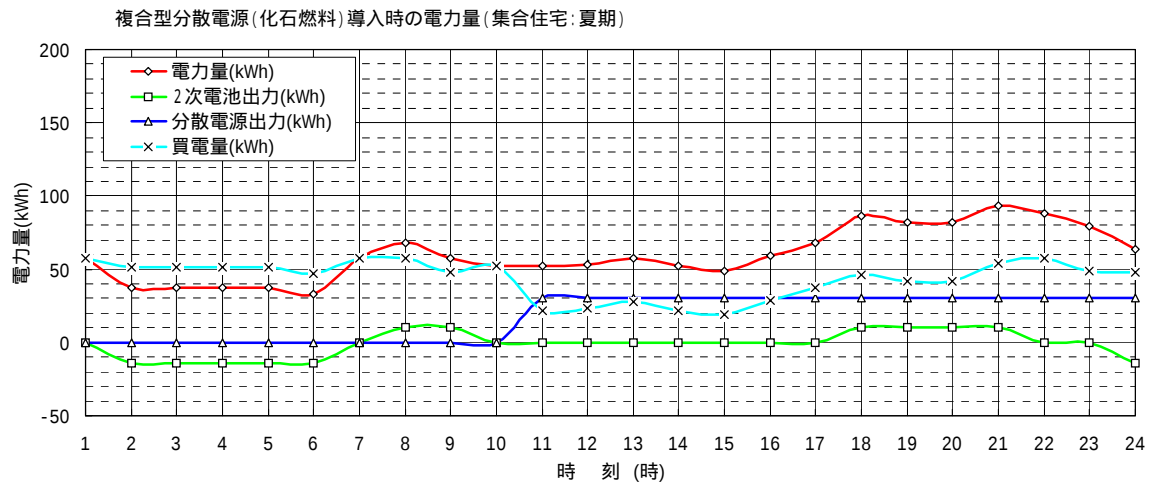


図 6.2-13 複合型分散電源導入時の経済性試算結果(ケース 1-2)

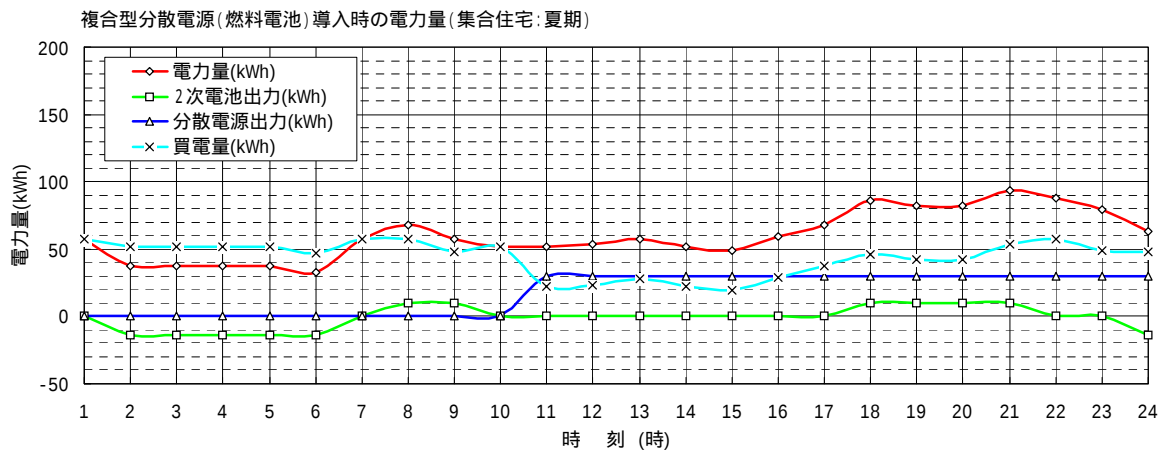


図 6.2-14 複合型分散電源導入時の経済性試算結果(ケース 2-2)

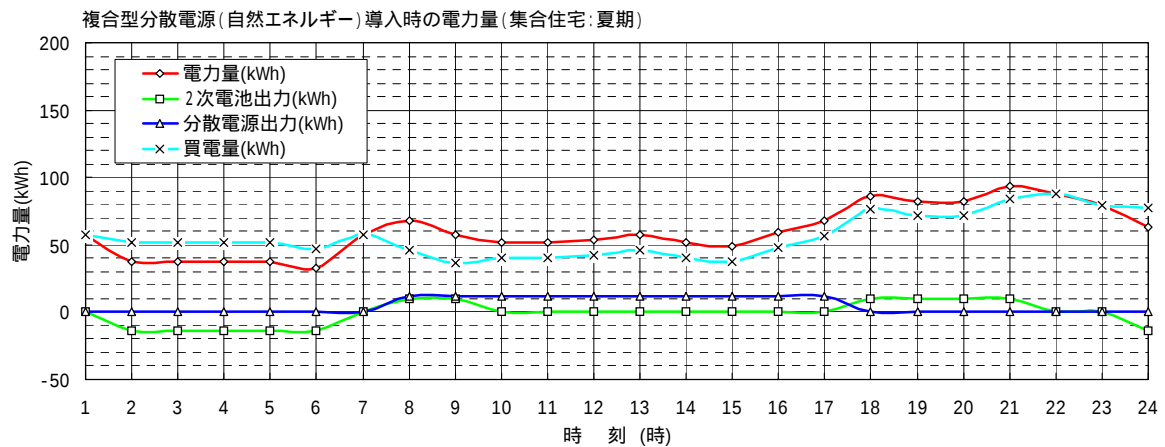


図 6.2-15 複合型分散電源導入時の経済性試算結果(ケース 3-2)

(f)ワンルームマンション

表 6.2-6 に、本需要家モデルに適用した分散電源の容量及び契約電力を示す。

表 6.2-6 本需要家モデルに適用した分散電源の容量及び契約電力

ケース No.	発電設備容量(kW) ²⁾	電力貯蔵容量(kW)	契約電力 ¹⁾	試算結果
ケース 0	なし	なし	100kW	表 6.3.1-6
ケース 1-1	ガスエンジン 30kW	なし	70kW	表 6.3.1-6
ケース 1-2	ガスエンジン 30kW	2次電池±10kW (鉛蓄電池)	60kW	図 6.2-16 表 6.3.1-6
ケース 2-1	燃料電池 30kW	なし	70kW	表 6.3.1-6
ケース 2-2	燃料電池 30kW	2次電池±10kW (鉛蓄電池)	60kW	図 6.2-17 表 6.3.1-6
ケース 3-1	自然エネルギー 30kW	なし	100kW	表 6.3.1-6
ケース 3-2	自然エネルギー 30kW	2次電池±10kW (鉛蓄電池)	90kW	図 6.2-18 表 6.3.1-6

¹⁾ 契約電力は経済評価に使用した各ケースごとのグラフの買電量トレンドより推定した

²⁾ エンジン、燃料電池、太陽電池の設備容量はグラフより推定した

試算結果のトレンドを図 6.2-16 から図 6.2-18 に示す。また全ケースの結果の一覧を表 6.3.1-6 に示す。

なお、自然エネルギー発電装置の太陽光パネルの単位面積あたりの発電量は 0.1kW/m² とし、ビルの床面積を 600m² (約 30m²×20 戸) に対して共有スペースを考慮して 1.3 倍し、1 フロアーあたり 800m²、1 フロアーあたりの利用率を 0.4 と仮定しそれらを乗じて装置容量を 30kW とした。

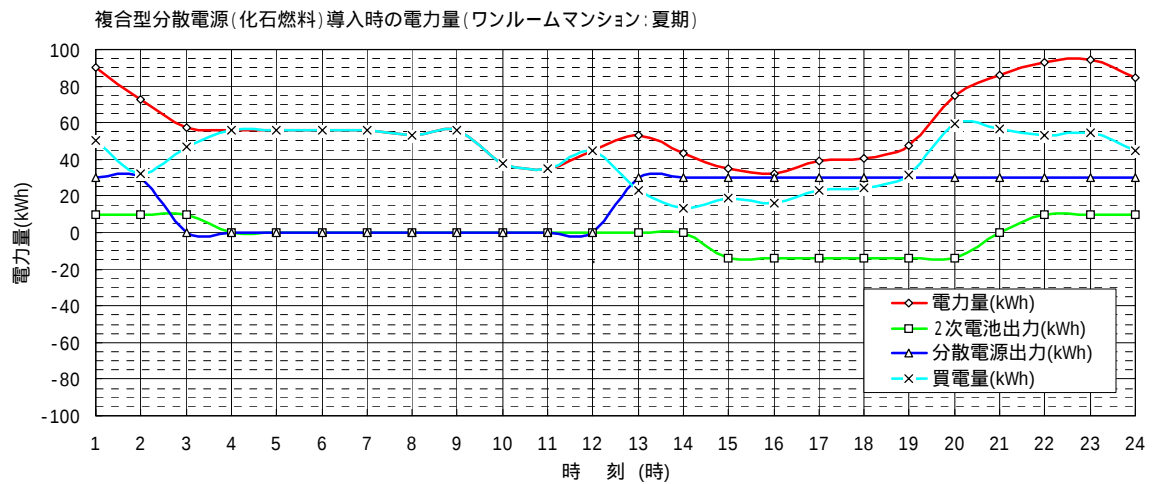


図 6.2-16 複合型分散電源導入時の経済性試算結果(ケース 1-2)

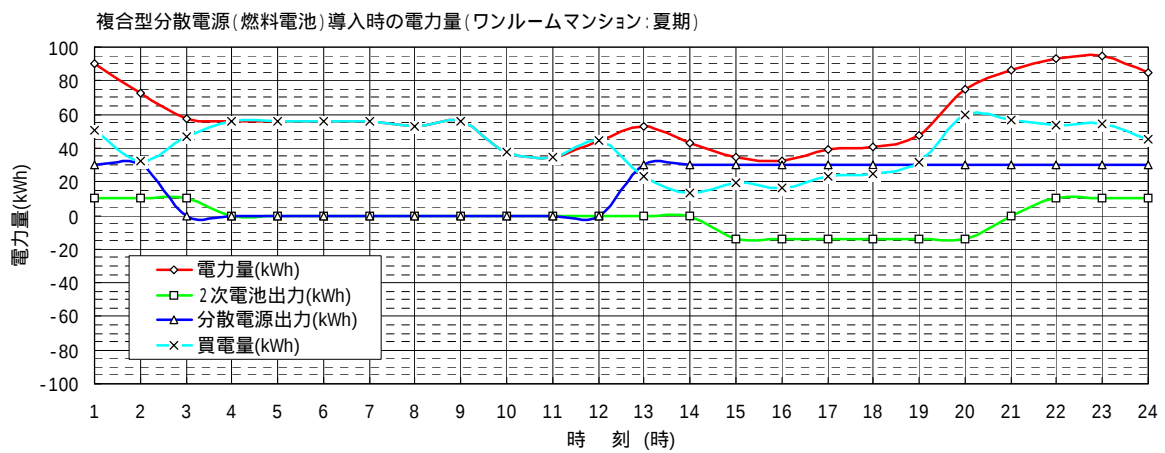


図 6.2-17 複合型分散電源導入時の経済性試算結果(ケース 2-2)

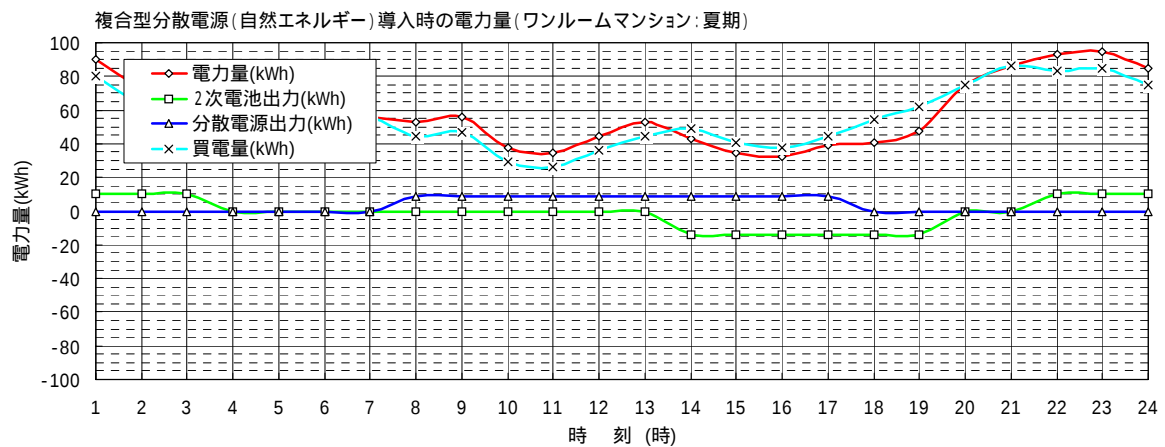


図 6.2-18 複合型分散電源導入時の経済性試算結果(ケース 3-2)

(g)一般住宅地域

表 6.2-7 に、本需要家モデルに適用した分散電源の容量及び契約電力を示す。

表 6.2-7 本需要家モデルに適用した分散電源の容量及び契約電力

ケース No.	発電設備容量(kW) ²⁾	電力貯蔵容量(kW)	契約電力 ¹⁾	試算結果
ケース 0	なし	なし	130kW	表 6.3.1-7
ケース 1-1	ガスエンジン 50kW	なし	80kW	表 6.3.1-7
ケース 1-2	ガスエンジン 50kW	2次電池±25kW (鉛蓄電池)	70kW	図 6.2-19 表 6.3.1-7
ケース 2-1	燃料電池 50kW	なし	80kW	表 6.3.1-7
ケース 2-2	燃料電池 50kW	2次電池±25kW (鉛蓄電池)	70kW	図 6.2-20 表 6.3.1-7
ケース 3-1	自然エネルギー 40kW	なし	110kW	表 6.3.1-7
ケース 3-2	自然エネルギー 40kW	2次電池±25kW (鉛蓄電池)	110kW	図 6.2-21 表 6.3.1-7

¹⁾契約電力は経済評価に使用した各ケースごとのグラフの買電量トレンドより推定した

²⁾エンジン、燃料電池、太陽電池の設備容量はグラフより推定した

試算結果のトレンドを図 6.2-19 から図 6.2-21 に示す。また全ケースの結果の一覧を表 6.3.1-7 に示す。

なお、自然エネルギー発電装置の太陽光パネルの単位面積あたりの発電量は 0.1kW/m² とし、200戸の住宅地域の 10%の家庭に 2kW の太陽光発電装置を設置したと仮定し、設備容量を 40kW と仮定した。

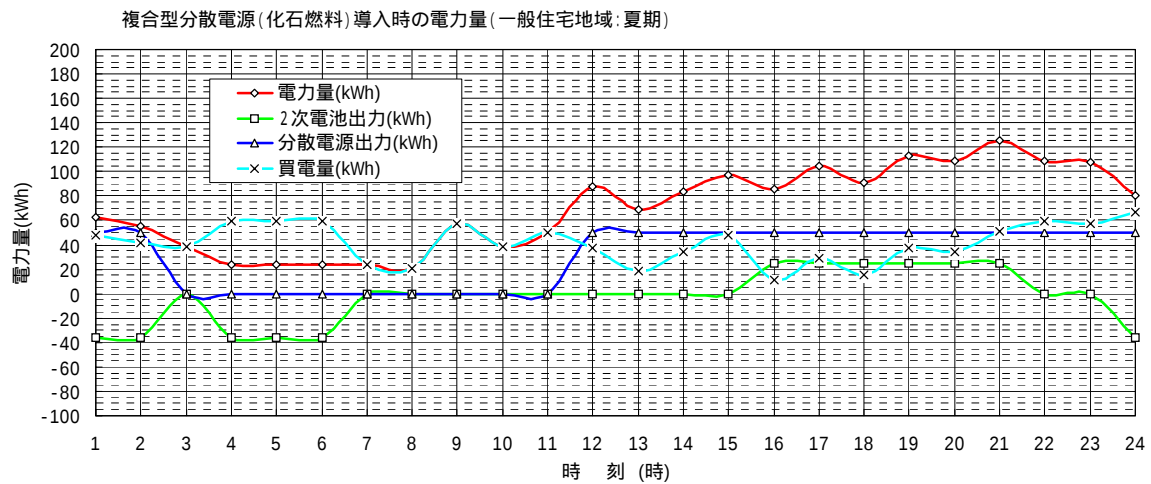


図 6.2-19 複合型分散電源導入時の経済性試算結果(ケース 1-2)

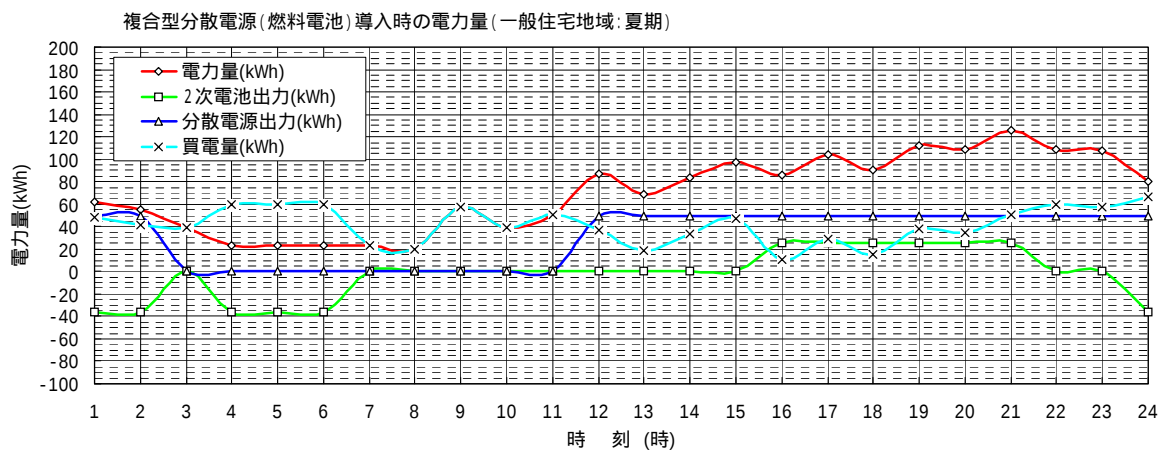


図 6.2-20 複合型分散電源導入時の経済性試算結果(ケース 2-2)

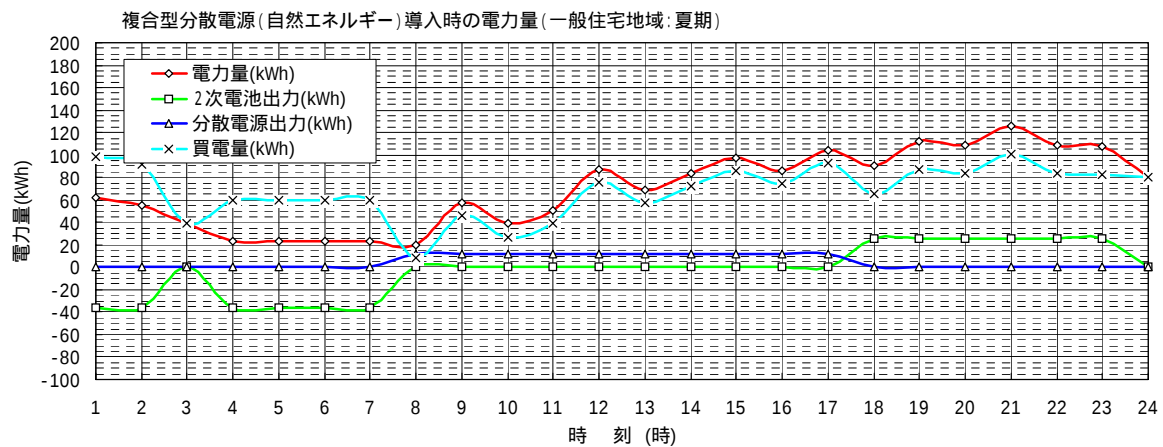


図 6.2-21 複合型分散電源導入時の経済性試算結果(ケース 3-2)

6.3. 経済性試算の結論

6.3.1. 経済性試算結果

ハイブリッド型分散電源導入時の経済性試算を行った。試算は夏期の 1 日のモデルを例題として採用した。試算結果の一覧を表 6.3.1-1～表 6.3.1-7 に示す。

表 6. 3. 1-1 経済性試算及び CO₂削減効果試算結果（インテリジェントビル：夏期）

ケース No.	買電量 (kWh/日)	電力費用 (円/日)	熱量費用 (円/日)	エネルギー費用計 (円/日)	CO ₂ 排出量 (kg-C/日)	エネルギー 費用比率	CO ₂ 削減量 (kg-C/日)
ケース 0	26900	478659	691540	1170199	4788	1. 00	0
ケース 1-1	13900	532359	537399	1069758	4536	0. 91	-252
ケース 1-2	14075	528728	537399	1066127	4567	0. 91	-221
ケース 2-1	19900	560159	608541	1168700	3542	1. 00	-1246
ケース 2-2	20075	556528	608541	1165069	3573	1. 00	-1215
ケース 3-1	26612	496879	691540	1188419	4737	1. 02	-51
ケース 3-2	26812	491737	691540	1183277	4773	1. 01	-16

表 6. 3. 1-2 経済性試算及び CO₂削減効果試算結果（庁舎：夏期）

ケース No.	買電量 (kWh/日)	電力費用 (円/日)	熱量費用 (円/日)	エネルギー費用計 (円/日)	CO ₂ 排出量 (kg-C/日)	エネルギー 費用比率	CO ₂ 削減量 (kg-C/日)
ケース 0	20850	390316	402215	792531	3711	1. 00	0
ケース 1-1	13850	421416	320530	741946	3576	0. 94	-136
ケース 1-2	14050	418437	320530	738966	3611	0. 93	-100
ケース 2-1	13850	471816	320530	792346	2465	1. 00	-1246
ケース 2-2	14050	468837	320530	789366	2501	1. 00	-1210
ケース 3-1	20562	413737	402215	815952	3660	1. 03	-51
ケース 3-2	20762	408595	402215	810810	3696	1. 02	-16

表 6. 3. 1-3 経済性試算及び CO₂削減効果試算結果（病院：夏期）

ケース No.	買電量 (kWh/日)	電力費用 (円/日)	熱量費用 (円/日)	エネルギー費用計 (円/日)	CO ₂ 排出量 (kg-C/日)	エネルギー 費用比率	CO ₂ 削減量 (kg-C/日)
ケース 0	16200	267285	1092690	1359975	2884	1. 00	0
ケース 1-1	9200	302710	1009691	1312401	2748	0. 97	-136
ケース 1-2	9400	299730	1009691	1309421	2783	0. 96	-100
ケース 2-1	9200	353110	1009691	1362801	1638	1. 00	-1246
ケース 2-2	9400	350130	1009691	1359821	1673	1. 00	-1210
ケース 3-1	15912	290705	1092690	1383395	2832	1. 02	-51
ケース 3-2	16112	287726	1092690	1380416	2868	1. 02	-16

表 6. 3. 1-4 経済性試算及び CO₂削減効果試算結果（シティホテル：夏期）

ケース No.	買電量 (kWh/日)	電力費用 (円/日)	熱量費用 (円/日)	エネルギー費用計 (円/日)	CO ₂ 排出量 (kg-C/日)	エネルギー 費用比率	CO ₂ 削減量 (kg-C/日)
ケース 0	10060	165379	548404	713783	1791	1. 00	0
ケース 1-1	7260	177819	515204	693023	1736	0. 97	-54
ケース 1-2	7460	179699	515204	690044	1772	0. 97	-19
ケース 2-1	7260	197979	536794	734773	1292	1. 03	-498
ケース 2-2	7460	194999	515204	710204	1328	0. 99	-463
ケース 3-1	9772	183599	548404	732003	1739	1. 03	-51
ケース 3-2	9972	180619	548404	729023	1775	1. 02	-16

表 6. 3. 1-5 経済性試算及び CO₂削減効果試算結果（集合住宅：夏期）

ケース No.	買電量 (kWh/日)	電力費用 (円/日)	熱量費用 (円/日)	エネルギー費用計 (円/日)	CO ₂ 排出量 (kg-C/日)	エネルギー 費用比率	CO ₂ 削減量 (kg-C/日)
ケース 0	1440	22817	13121	35938	256	1.00	0
ケース 1-1	1020	25202	8909	34112	248	0.95	-8
ケース 1-2	1058	25416	8909	34326	253	0.96	-4
ケース 2-1	1020	28226	8909	37136	182	1.03	-75
ケース 2-2	1058	28440	8909	37350	186	1.04	-70
ケース 3-1	1325	32185	13121	45306	236	1.26	-21
ケース 3-2	1363	32400	13121	45520	240	1.27	-16

表 6. 3. 1-6 経済性試算及び CO₂削減効果試算結果（ワンルームマンション：夏期）

ケース No.	買電量 (kWh/日)	電力費用 (円/日)	熱量費用 (円/日)	エネルギー費用計 (円/日)	CO ₂ 排出量 (kg-C/日)	エネルギー 費用比率	CO ₂ 削減量 (kg-C/日)
ケース 0	1392	20476	55550	76026	248	1.00	0
ケース 1-1	972	23745	51244	74989	240	0.99	-8
ケース 1-2	998	24803	51244	76047	244	1.00	-4
ケース 2-1	972	26769	51244	78013	173	1.03	-75
ケース 2-2	998	27827	51244	79071	178	1.04	-70
ケース 3-1	1306	27867	55550	83417	232	1.10	-15
ケース 3-2	1331	28942	55550	84492	237	1.11	-11

表 6. 3. 1-7 経済性試算及び CO₂削減効果試算結果（一般住宅地域：夏期）

ケース No.	買電量 (kWh/日)	電力費用 (円/日)	熱量費用 (円/日)	エネルギー費用計 (円/日)	CO ₂ 排出量 (kg-C/日)	エネルギー 費用比率	CO ₂ 削減量 (kg-C/日)
ケース 0	1680	28066	79747	107814	294	1. 00	0
ケース 1-1	930	33331	71132	104463	270	0. 97	-24
ケース 1-2	995	35167	106299	73842	281	0. 99	-13
ケース 2-1	930	38731	71132	109863	163	1. 02	-131
ケース 2-2	995	40567	111699	79242	174	1. 04	-120
ケース 3-1	1565	36394	79747	116142	274	1. 08	-20
ケース 3-2	1629	38996	118744	79079	285	1. 10	-9

6.3.2 まとめ

ピークカットを目的として分散電源を導入した場合の経済性評価において、コスト試算結果をまとめると以下のとおりである。

- (1) コジェネを導入した場合現状では多少のコストアップになる場合が多い
- (2) 蓄電設備とコジェネ設備の複合分散電源を導入した場合にコジェネ設備のみの場合と比較して買電量が大きな場合（インテリジェントビル・庁舎・病院・シティホテル等）はコスト的なメリットがある
- (3) 蓄電設備とコジェネ設備の複合分散電源を導入した場合にコジェネ設備のみの場合と比較して買電量が比較的小さな場合（集合住宅・ワンルームマンション・一般住宅等）はコスト的なメリットが出にくい

また、CO₂削減量に対しては、以下のことが言える。

- (1) コジェネ設備によりどのケースにおいても CO₂削減効果が得られる
- (2) コジェネを燃料電池発電にすることで大きな CO₂削減効果を得られる
- (3) 2次電池を導入した場合2次電池損失分により2次電池なしに比べて CO₂発生量が増加する

以上より、蓄電設備とコジェネ設備の複合分散電源を導入した場合に、コジェネ設備のみの場合と比較してコスト的なメリットがある場合があることがわかった。需要家の種類によるメリットの差は認められたものの、蓄電設備による総エネルギーコストは削減が可能である。エネルギー平準化に対する補助金などが検討された場合、複合型分散電源によって負荷平準化を行うことは、分散電源によるピークカットとともに相乗効果となり、エネルギー消費全体として環境負荷の低減となるばかりか、需要家のエネルギーコストの低減となる。

なお、環境への影響を考慮した場合には燃料電池の CO₂ 削減効果が大きいことがわかる。今後 CO₂ 取引等により CO₂ の排出量のエネルギーコストへの影響が加味されれば、コストメリットが生まれる可能性が大きい。

第7章 社会への要望（まとめにかえて）

新エネルギー等による分散型電源の導入には大きな意義があり、積極的に導入普及されてゆくべきであるが、以下のような壁があり、その普及は進んでいない。

- a) 化石燃料を使用した安価なディーゼル発電機で発電するようなモノジェネ以外、現行の電力料金体系の中では経済性の優位が分散型電源にはまだない。
- b) 社会的要請や、国際的な世論も高まっているが、個々人の支出増の犠牲に依存しては、大きな普及は見込めない。

一方、欧州諸国では、国策として分散型電源の普及が促進されている。諸外国の諸施策を要約すると“新たな新エネルギーなどの普及に向けて、先ず施策を整備し、そこから係わりの補助金や税制などが取り上げられている”様子がうかがえる。これは更に、環境保護やグリーンエネルギー関連の諸施策へと展開されている。また、一部の国ではあるが、雇用の創出や就業機会の拡充をもその普及目的として取り上げており、社会環境の変化への対応に対する新たな扉として検討に値する。欧米諸国はこれで得られた技術を新たな事業のデファクトスタンダードとして海外へ輸出している。分散電源の普及という観点では、我国政府も多くの助成を実施しているが、一層の普及のために各種規制の緩和及び見直しを含めた更なる支援が必要と考える。

JEMA として以上の状況を勘案した結果、分散型電源の普及促進にむけて、

再生可能エネルギーを電源とした地域内の融通型電力供給体制／システムの構築

を提案する。本システムの構築にあたっては、再生可能エネルギーを電源とする事で、環境にやさしく、複合型／ハイブリッド型の電源とする事で、系統にやさしい電源の構築を第一義とする。

7.1 地域内融通型電力供給体制の構築の提案

電力供給体制は、電源立地等の諸制約条件を考慮外とすると、需要地と発電地点が隣接していることが望ましい。この為、最近の技術の進歩を活用して、従来の電力系統拡充の歴史と逆の方向に電力系統を拡充してゆく事、即ち地域内融通型電力供給体制／システムを構成する事を提案する。本方式は図 7-1 (a) に示すように、遠隔地に大規模電源を建設し、需要地まで送電している現在の電力供給方式ではなく、基本的な考え方としては、地域内で必要な電気を供給する事を基本とし、不足分を大規模／中規模電源から供給する電力供給体制／システムを構築する事を目指すが、現実的には、ベース電力は従来どおり大規模電源より供給し、ピーク分及び変動分を地域内で供給できる電力供給体制を提案する。

具体的には、図 7-1 (b) に示すように、分散電源型と電力貯蔵設備（例えば電池）を組み合わせた地域内電力供給システムを構築する事を提案する。本システムの特徴は、環境にやさしい電源の構築及び系統にやさしい電源の構築にある。

“環境にやさしい電源”は再生可能エネルギーを利用する事で実現し、“系統にやさしい電源”は、電力貯蔵設備（例えば電池）に負荷のピーク分及び変動分を分担させる事で実現する。これに

より、

- ・ネットワーク型（大規模電源）の供給電力の平滑化をはかり、発電設備の利用効率を高める事
- ・遠距離送電による送電ロスを低減する事で、エネルギー利用効率の向上

を可能とし、最終的には CO₂削減目標の達成をはかる事ができる。

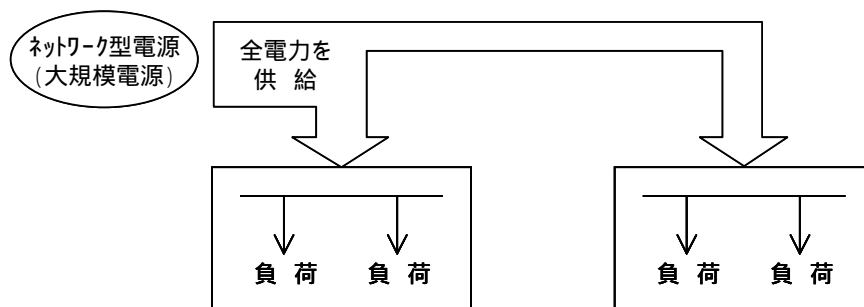


図7-1(a) 従来の電力供給システム

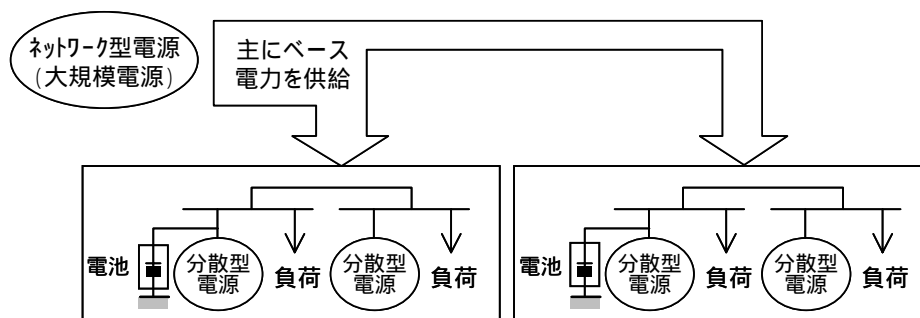
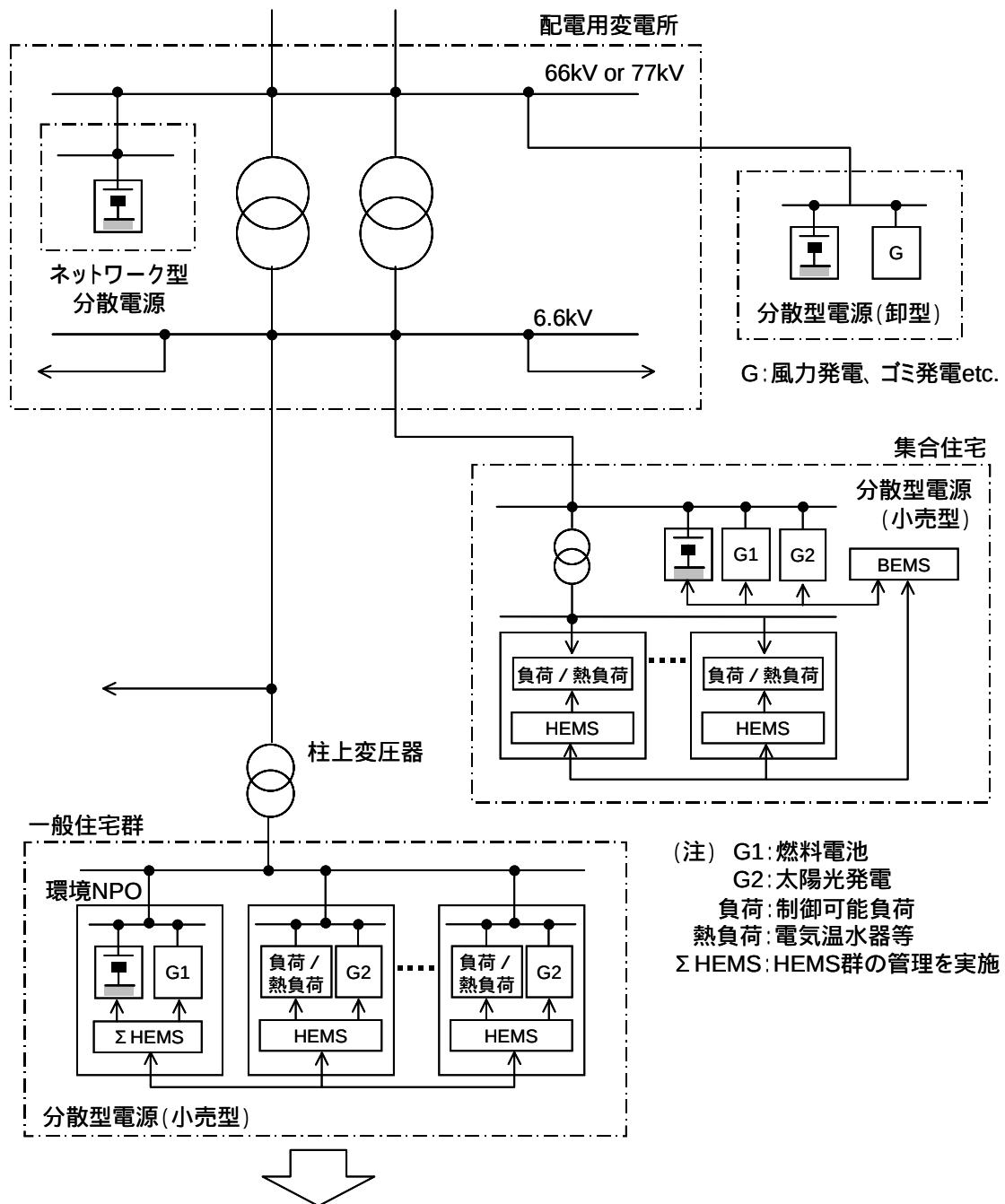


図7-1(b) 地域内融通型電力供給システム(提案システム)

図7-2は、地域内融通型電力供給システム（提案システム）の具体的な構成例とその実現のための課題をまとめたものである。



- 【課題】
- (1) 小規模需要家に対する小売託送の問題
 - (2) 託送料金の問題
 - (3) 電池からの逆潮の可否問題
 - (4) 再生可能電源の債権の問題
 - (5) 分散型電源を作る枠組の問題
 - (6) 分散型電源の制御方式に関する問題

図7-2 地域内融通型電力供給システムの具体例とその課題

7.2 地域内融通型電力供給体制 / システム実現のための諸提案

本提案の実現のためには、高効率で経済性の良い分散型電源の開発が第一義的な課題であるが、ここでは本提案実現のための社会制度面（規制緩和及び再規制）及び技術面での諸施策を提案する。

（１）蓄電池を使用した電力貯蔵システムの逆潮流許可の提案

最近、**Nas** 電池、鉛蓄電池、レドックスフロー電池（バナジウム電池）などを電力貯蔵媒体とした電力貯蔵システムの導入が増加する傾向にある。これらはいずれも、夜間の電力にて蓄電池を充電し、昼間の時間に放電するもので、商用系統と連系させ負荷平準化及び需要家のピーク電力低減に寄与している。これは貯蔵方式が異なるものの蓄熱システムでの熱貯蔵が電力貯蔵に変わったものと同等の効果があるといえる。

しかし、現在は電力会社が設置する設備以外は、蓄電池から系統への逆潮流は認められていない。そのため、システムを設計する上で蓄電池の放電時には、逆潮流防止の制御をするなど、複雑なシステム構成となるとともにコストアップの要素となっている。また、太陽光発電システム等の新エネルギー発電システムに併設した蓄電池についても、夜間の電力を利用したものについては逆潮流ができない状況にある。

しかし、基本的にこれら電力貯蔵システムは、電圧型電流制御方式のインバータを用いている関係で、蓄電池からの出力も逆潮流が可能になれば、システムがシンプルになると同時にコストも低下して適用範囲が増大し、負荷平準化あるいは電力需給がより安定化の方向に推移するものと考えられる。

そこで、次に示す条件に合致する

「再生可能電源と蓄電池を使用した電力貯蔵システムを組み合わせたものについては、逆潮流を可能とする事」

を提案する。

1. 需要家の使用電力以上の電力量を貯蔵しない。
2. 太陽光発電システムと同等の系統連係保護装置を有していること。
3. 昼夜間料金の差等による効果金額は、電気料金の範囲内であることとする。
4. 設置に際しては、設置場所のある地域の電力会社と協議するものとする。
5. なお、蓄電池の種類は特に限定されない。

なお、分散電源と逐電設備を組み合わせた地域内電力供給システムの経済性の試算例を添付資料に示すが、この試作によると両者の組み合わせで経済性を確保できる可能性がある。このため、まず本検討を更に進めるため、フィージビリティスタディーを実施する事を提案する。

（２）グリーン電力買取制度（グリーン料金制度と RPS 制度の混合システム）の導入提案

現在のグリーン料金制度は、図 7-3 (a) に示すように寄付的要素が強く、賛同者に対するインセンティブが小さい。一方、電力会社や特定電気事業者ら電力の小売事業者に対して一定量の再生可能エネルギー発電量の確保を割り当て、これを証書の形で取引する仕組みである RPS（再生可能エネルギー証書）制度が、03 年度にも導入される見通しになっているので、この制度を活用し、一般の需要家も再生可能電力の普及のため、個人ベースで再生可能電力を調達できる仕組み

を構築することを提案する。

この提案は、再生可能エネルギーの売買を発電事業者と一般電気事業者間のものとするのではなく、図 7-3 (b) に示すように一般の需要家も、直接再生可能エネルギーを購入できるようにする（購入先の明確化をも実現する）ものである。この時、発電単価の高い再生可能エネルギーを購入した需要家の経済的損失を補填するため及び再生可能エネルギーを中継した電力会社のために下記 b) 及び c) 項の制度を導入する。

a) 制度に参加できる需要家数を増やすために契約規模及び契約期間の見直しを提案する

制度に参加できる需要家数を増やすために、現在のグリーン電力証書システムは、大口需要家が対象のため、契約条件の規模が大きく（一般契約は、4 円/kWH で 100 万 kWH/年以上、小口契約は 4 円/kWH で 10 万 kWH/年以上）、また、契約期間も 15 年と長い。上記提案の導入にあたっては、小口及び一般需要家も参加が可能なように、契約規模を小さくするとともに契約期間も 1 年または年単位と短期間とする事を提案する。

b) 再生可能電力使用証書の発行と環境維持協力企業の認定を提案する

本使用証書は、図 7-4 (c) に示すような再生可能電力の使用状態を示すもので、企業もしくは個人はそのイメージアップのため、その数値を PR 等に使用できるようにする。国または地方自治体は、所定以上の再生可能電力を使用した企業を、環境維持協力企業として認定し認定証を発行する。使用量の認定や使用証書の発行方法は、別途検証する。

c) 再生可能電力使用証書は 2 種類発行

再生可能電力使用証書（調達用）と再生可能エネルギー証書（輸送用）の 2 種類の証書を発行する。図 7-3 (b) で例えば電力会社のように再生可能電力の調達者と輸送者が同一の場合は、両方の証書を獲得でき、図 7-3 (b) で調達者が需要家の場合には、証書（調達用）は需要家が、また証書（輸送用）は電力会社が獲得する。需要家が自家用に分散電源（再生可能エネルギーを利用）を設置する場合も、両証書を獲得する。この証書は売買可能とする。

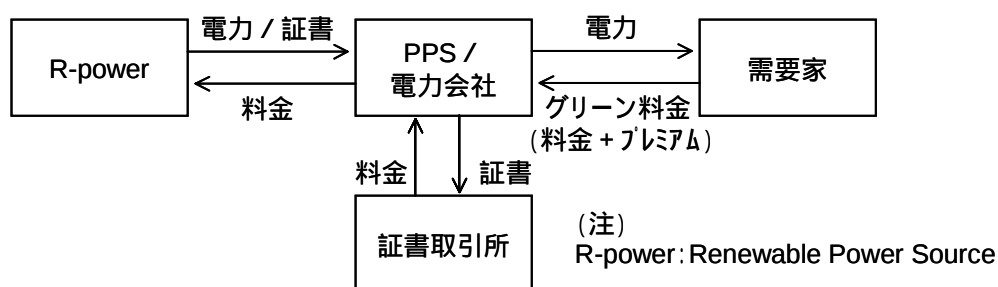


図7-3(a) 現在のグリーン料金制度とRPS制度

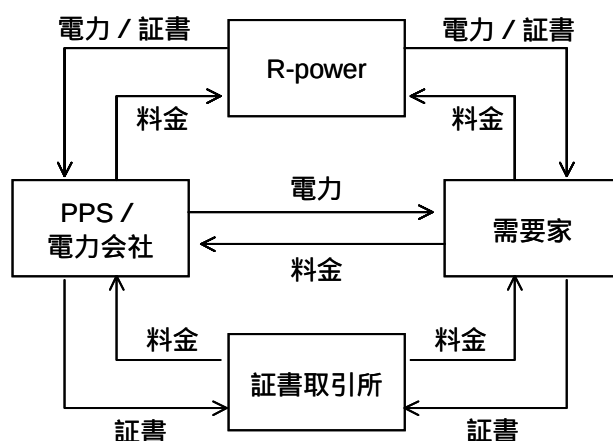


図7-3(b) 提案する需要家参加型RPS制度

月	月別出力実績 [kwh]
1 月	2000 kwh
2 月	2500 kwh
:	:
12 月	2200 kwh
合 計	30000 kwh

(a) A 風力発電所の発電実績

納入先	納入実績 (年間)
M 会社	2500 kwh
:	:
Z 会社	2000 kwh
合 計	30000 kwh

(b) A 風力発電所の納入実績

調達先	調達量 (年間)
A 風力発電所	2500 kwh
:	:
F 風力発電所	1000 kwh
G 風力発電所	2000 kwh
合 計	8000 kwh

(c) B 会社の調達先

図 7-4 再生可能電力使用証書 (調達用)

(3) 再生可能電源の立地促進に関する提案

- a) NIMBY (総論には賛成だが、電源立地点が自宅に近いとこれに反対する性癖) が強いと、需要地近郊の電源が普及しない。そこで地域単位内 (都道府県毎、市町村毎等) の消費電力の一定割合は、地域内で発電させるように地方自治体もしくは電力会社等に義務付ける。地方自治体は自身で設備を建設するか、民間企業または個人に対して補助を与える事で、この目標を達成する。
- b) 地域内電源の建設を容易にするため、ある一定の地域内の託送に関しては、託送料を減額する。例えば減額の程度は送電線ロスの見合い額とし、電力会社は減額分に相当する前述の証

書（輸送用）を受け取る。ある一定の地域内とは、例えば、一次変電所の変圧器の2次側の領域とか配電所変電所への供給範囲内とする。

（4）環境 NPO による再生可能電源建設及び運営を促進するための枠組みの提案

再生可能電源の量の確保のために、その建設と運用を担当する環境 NPO を活用する事とし、その設立の促進及び運営支援のための枠組みとして以下を提案する。

a) 環境 NPO の活動資金は、地方自治体及び各種団体の補助金及び寄付をベースとする。資金及び支援の提供者は下記が考えられる。

- ・地方自治体：補助金
- ・企業：寄付
- ・個人：寄付
- ・電力会社：環境 NPO からの電力の購入

b) 各組織の活動を図 7-5 に示す。

- i) 第三者機関：環境 NPO の監査と再生可能電源建設証書を発行する。
- ii) 地方自治体：補助金の交付
- iii) 企業：寄付に応じた建設証書を受け、これにより税金の控除を受ける。
- iv) 個人：寄付に応じた建設証書を受け、これにより税金の控除を受ける。
- v) 電力会社：再生可能電力を購入する事で、再生可能電力使用証書を得る。

c) 環境 NPO の活動を支援する枠組みとして、下記を提案する。

- i) 国（又は地方自治体）により再生可能電力を評価する第三者機関の設立及び運営をお願いしたい。（第三者機関はすべての提案に共通である。）
なお、第三者機関の役割は環境 NPO に対する監査及び再生可能電源建設証書を発行する事である。
- ii) 国及び地方自治体は、建設証書に基づき税制上の特典を付与していただきたい。
なお、環境 NPO の発電に対しても、（1）項の提案は適用される。
- iii) 電源設備の管理に関する基準を緩和していただきたい。

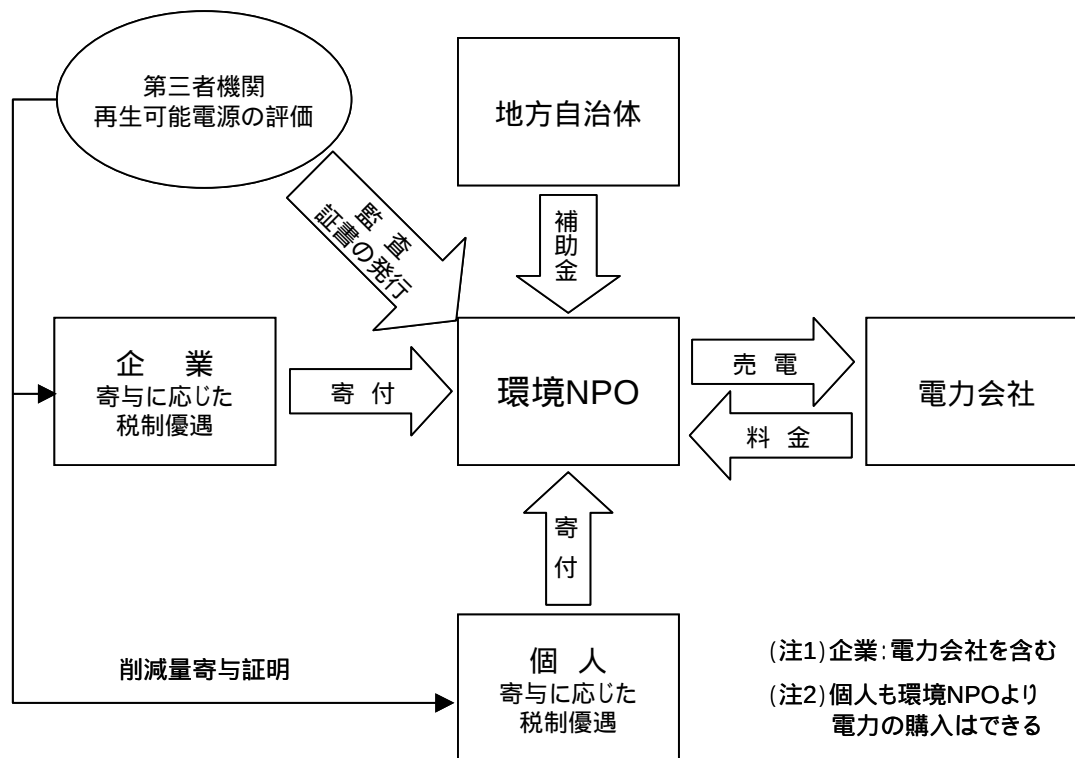


図7-5 NPOによる自然エネルギー利用促進のための仕組み

(5) バイオマス発電の普及のためのフィージビリティスタディーの提言

畜産・食品由来のバイオマス発電は、発電のみならず、畜産・食品廃棄物の有効利用、液肥・堆肥の供給を可能とし、またコージェネレーションによる電力・熱の発生で化石燃料を消費しないことなど、大きな資源の良循環と環境効果を生み出すものである。これまで、我国内でもフィージビリティスタディーや実証試験が実施されているが、下記の原因により十分な実現性や経済性が確認されていない。

- ・都市近郊での食品ゴミや家庭生ゴミをバイオマス化し、発電事業や熱供給事業をする場合、十分な量の食品ゴミや家庭ゴミの確保と異物の混入の問題
- ・食品ゴミ、家庭生ゴミや糞尿等からメタンガスを生成した後の残存生物の処理の問題
残存物は、窒素、リン酸やカリ等の作物の育成に必要な養分を多く含み、耕種農家や牧草地の化学肥料の代用として活用できる可能性があるも、臭気や水質汚染等の問題を含んでいる。しかし、国内の各分野で発生している生ゴミは、海外で生産された各種生産物の輸入品であり、これを焼却処理等で処理する事は、海外から国内へ一方的に栄養分が流入している事になる。この流れを軽減する事は、環境維持に重要なキーとなる。

以上より、

「バイオマス発電普及のための総合的な仕組みの構築を目的とした、フィージビリティスタディーの実施を提案する。」

ここでの検討事項は以下があげられる。

- ・農作物への影響調査の検討。
- ・生物的酸素要求量（BOD）が高く、メタン発酵が可能なゴミをそのまま環境へ放出する事を規制する方策の検討。
- ・食品ゴミや生ゴミ等からメタンガスの生成、その利用方法と残存物の農業肥料への還元等のリサイクルシステム構築の検討。
- ・国内の気候に適したバイオリアクタータンクの加温・保温システム、およびバイオ材料、条件と発酵効率に関する総合的な試験研究・開発助成の検討
- ・バイオマス発電を普及させるための枠組みの検討。

（６）中規模／大規模ビル外壁（表面）の30%以上は太陽光発電パネル設置の義務付けを提案

二酸化炭素増加による温暖化、フロンガスによるオゾン層破壊、SO_x、NO_x 等による酸性雨の発生など世界レベルの地球環境問題が深刻化している。更に、昨今わが国の主要都市において、都市中心部の気温が都市周辺の郊外地区の気温と比較して異常に上昇するヒートアイランド現象が顕著になりつつある。

ヒートアイランド現象は熱帯夜の増加、大量の空調機の使用による電力需要の増大、逼迫など等大きな問題となっている。一例として、東京都区部では夏期に気温が1℃低下すると約100万kWの電力の削減が見込まれる。また、大都市においては過去100年で平均気温が約2～3℃上昇しており、全国的にも夏期の電力需要の30%以上が冷房需要であり、気温変動による電力需要の変動が大きい。ヒートアイランド現象の原因としては、都市部における集中的なエネルギー消費による人工排熱量の増大、市街化の進行に伴う緑地の減少、水面、自然土のアスファルト、コンクリート化による緑被率の低下などが考えられる。

このような状況からヒートアイランド抑制に有効な対策として、再生可能エネルギー発電の適用や対策等による省エネルギー政策の適用があげられる。

- ・都市の緑化率を増加させることで気温の上昇を抑制する。
（緑化推進は日射量の多い場合に水分の蒸発散が活発になり都市の気候緩和が高まり、エネルギー供給システム（太陽光発電）との好環境が出来る。）
- ・太陽光発電パネルの設置により、建物の温度上昇を減少させ、冷房負荷を低減させる。
さらに、空調機の使用分を太陽光発電の電力で賄う事で、ピーク電力を削減できる。
（建物屋上に関しては、屋上の焼けこみ、照り返し防止、壁面については、日射遮蔽効果、更に窓面の日射遮蔽効果等による。）
- ・結果として再生可能エネルギーへの普及及び省エネルギー効果により環境負荷低減でき、地球温暖化の主要原因であるCO₂等の削減効果が期待できる。

以上のように今後益々増加すると予想されるヒートアイランド現象の抑制対策の観点から、韓

国の新築、増築、改装の建築物に蓄熱機器の設置が義務付けられたことを参考にして、

「わが国は、新築ビルの外壁の30%以上を太陽光発電パネルで覆うように義務付ける」

ことを提案する。この第一歩として提案する仕組みの効果影響等のフィージビリティスタディの実施を提案する。

当然のことながらビル所有者にメリットが出せるように、再生可能電力使用証書の発行対象とする。

《参考》 韓国では、一定の要件を充たす新・増・改築の建築物については冷房負荷の一定量以上を蓄熱式空調システム又はガス冷房により賄うことを義務付ける規制的措置が導入されている。
(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中間報告より)