

平成 5 年 度

新エネルギー・産業技術総合開発機構委託業務成果報告書

先進型セラミックガスタービンの研究開発

社 会 適 合 性 研 究

平成 6 年 5 月

NEDOBIS

E88002

74
68
—
NEDOBIS 図書・資料室 法人 日本ファインセラミックス協会



010016094-4

平成 5 年 度

新エネルギー・産業技術総合開発機構委託業務成果報告書

先進型セラミックガスタービンの研究開発

社 会 適 合 性 研 究



平成 6 年 5 月

社団法人 日本ファインセラミックス協会

先進型セラミックガスタービンの研究開発
社会適合性研究
目 次

はしがき	1
1. 研究目的	1
2. 調査研究の概要	1
まえがき	10
第1章 コージェネレーションシステム関連の諸制度	14
1.1 料金の仕組み	14
1.1.1 電 気	14
1.1.2 都市ガス	35
1.1.3 石 油	45
1.2 関連法規	46
1.2.1 電気事業法	47
(1) 法体系	47
(2) 主任技術者の選任	48
(3) 特定供給	49
(4) 系統連携技術要件ガイドライン	50
(5) 自家発補給電力について	51
(6) 分散型電源からの余剰電力購入について	51
1.2.2 ガス事業法	53
1.2.3 消防法	53
(1) 危険物の貯蔵所、取扱所の設置許可申請	53
(2) 指定数量	54
(3) 常用発電機と非常用発電機の兼用	54
1.2.4 建築基準法	55
1.2.5 高圧ガス取締法	55
1.2.6 労働安全衛生法	56

1.2.7 熱供給事業法	56
1.2.8 大気汚染防止法	56
1.2.9 騒音規制法	60
1.2.10 振動規制法	60
1.3 必要資格	62
1.4 申請手続	66
1.4.1 計画段階	66
1.4.2 許認可申請段階	66
1.4.3 製作・施工段階	73
1.4.4 完成段階	73
1.4.5 運用段階	73
1.5 コージェネレーションシステムに関する助成制度	75
1.5.1 財政投融資	75
1.5.2 税 制	75
1.5.3 その他	75
 第2章 コージェネレーションシステム導入促進のための諸制度の問題点と提言	 77
2.1 エネルギーに関する行政監察結果について	77
2.2 セラミックガスタービン普及に関する制度的提言	79
 第3章 可搬式発電装置の潜在市場量の推定	 81
3.1 適応範囲	81
3.1.1 可搬式発電用再生式2軸セラミックガスタービンの概要	81
3.1.2 可搬式発電装置の概要	83
3.1.3 可搬式発電装置の仕様等	84
3.1.4 可搬式発電装置の市場	89
3.1.5 可搬式発電装置以外での市場	89
3.2 要求性能	97
3.3 概念設計	101
3.3.1 システム構成	101
3.3.2 性能予測	103

3.4 生産実績と潜在市場性の推定	104
3.4.1 生産実績	104
3.4.2 潜在市場性の推定	116
3.5 経済性、省エネ効果、環境負荷低減効果の検討	117
3.6 今後の課題	120
 第4章 産業用エネルギー需要実態アンケート調査のまとめ	121
4.1 電気需要、熱需要の実態	121
4.1.1 各種エネルギー原単位、全負荷相当時間、熱電比の整理	121
4.1.2 プロセス用熱需要の供給蒸気圧・温度範囲	128
4.1.3 エネルギー需要動向の整理	129
4.2 C G S、余剰エネルギー場外送出に対するユーザーの認識	141
4.2.1 C G Sに対するユーザーの認識	141
4.2.2 余剰エネルギーの場外送出に対するユーザーの認識	146
 第5章 海外技術調査	150
5.1 調査目的	150
5.2 調査概要	151
5.3 調査結果	153
5.3.1 第18回複合材料およびアドヴァンストセラミックス年会・展示会	153
5.3.2 ペンシルバニア州立大学	159
5.3.3 スターレットハウジング社	166
5.3.4 ハーバードコージェネレーションマネジメント社	169
5.3.5 サンノゼ州立大学	173
5.3.6 カリフォルニア大学デービスキャンパス	176
5.4 総 括	182
 第6章 まとめ	185
 資料編	187

はしがき

本報告書は、新エネルギー・産業技術総合開発機構（N E D O）より、社団法人日本フ
ァインセラミックス協会が平成 5 年度に受託した「先進型セラミックガスタービンの研究
開発（社会適合性）」に関する調査研究をまとめたものである。

1. 研究目的

コージェネレーションシステム及び可搬式発電等に用いるセラミックガスタービン
システムの各種特性（性能、排気ガス、騒音、振動、メンテナンス、多種燃料適合性
等）、適合法令、及び環境保全性等の周辺条件に基づき、様々な利用分野における社
会との適合性について検討し、セラミックガスタービンに係わる制度上の周辺条件を
中心として、その省エネルギー性、経済性などの社会適合性についての検討・評価を
行い CGT-CGS の実用化、普及促進の為の指針を与える。

2. 調査研究の概要

2.1 要 旨

産・官・学の有識者による委員会および分科会を組織し、コージェネレーションシ
ステムに係わる制度上の周辺条件を中心として、その省エネルギー性、経済性、環境
保全性などの社会適合性についての検討・評価を行った。

また、可搬式発電等の分野に C G T を適用した場合の、利用形態、市場規模等につ
いてデータの収集・整理を行い、潜在市場量、経済性、省エネルギー性等の推定を行
うとともに、コージェネレーションシステムの実施先進国であるアメリカにおいてコ
ージェネレーションシステムの現状及びセラミックス材料の研究開発状況等の調査を
行った。

あわせて、ユーザーの実態を知る為、産業用エネルギー需要の実態アンケートより
ユーザーのコージェネレーションシステムに対する認識等を取りまとめた。

この調査のうち可搬式発電等の分野の潜在市場量の推定、経済性、省エネ効果、環
境負荷低減効果について要旨を記す。

a) 可搬式発電等の分野の潜在市場量の推定

可搬式発電用 2 軸セラミックガスタービン（C G T）はディーゼルエンジンを上回
る機関熱効率、低公害性、燃焼多用性などの特徴を有しており、ディーゼルに代わる
将来の動力源として有望である。また、出力範囲や負荷条件が異なっても柔軟に対応

出来る特性を有することから、多岐な用途に使用が可能と考えられる。以下に用途別の生産量から推定した潜在市場量を表1に示す。

これより300kW級CGTの市場規模は17万台、CGTの潜在市場を200～500PSと考えると、その規模は45万台となる。

表1 CGT予測市場規模

300kW級 CGT市場							
用 途	100PS	200PS	300PS	400PS	500PS	700PS	総 計
	199PS	299PS	399PS	499PS	699PS	1000PS	
陸用機関	53437	13277	6301	4414	547	613	78589
舶用機関	2089	1552	1365	1099	932		7037
自動車用機関	802055	239833	161523	17687			1221098
鉄道車両用機関				173			173
レンジ毎生産台数	857581	254662	169189	23373	1479	613	1306897
CGT潜在市場							

※ 陸用機関には可搬式発電装置、土木・建設機械分を含む

b) 経済性、省エネ効果、環境負荷低減効果の検討

年間稼動時間を2,000時間とし、運転時間中のエンジン負荷率を70%として300kW級CGTの経済性の検討を実施した。燃料は、灯油が使用できるものとし、その価格を40円/1として計算した。その結果を表2に示す。

これより、エンジン1台当たり、熱効率の差から燃料低減額として30.8万円の経済効果がある。

現在ディーゼル機関に対して最も厳しい東京都の規制値は、ガスタービンに対する規制値の2倍を許容しているが、ディーゼル機関もガスタービンと同一の規制値とするため低NOx燃料を使用したとして、NOx低減の経済換算とした。これもほぼ30.8万円で、合計61.6万円の経済効果があることになった。

表2 300kW級エンジンの経済効果

項 目	単位	1台当たりの値	記 号	参照式
エンジン出力	PS	400		
ディーゼルEng. 燃料使用量	kl/年	111.3	A	①
CGT 燃料使用量	kl/年	103.6	B	②
エンジン間での燃料使用量低減分	kl/年	7.7	C	A-B
ディーゼル 低NO _x 化燃料使用量増加分	kl/年	7.7	D	③
低NO _x 化を含む燃料使用量低減分	kl/年	15.4	E	C+D
エンジン間での燃料代低減額	万円/年	30.8	F	C×40
ディーゼル 低NO _x 化燃料使用量増加額	万円/年	30.8	G	D×40
低NO _x 化を含む燃料代低減額	万円/年	61.6	H	F+G

式① $400 \times 0.7 \times 0.159 \times 2000 \div 0.8 = 111300$

式② $400 \times 0.7 \times 0.148 \times 2000 \div 0.8 = 103600$

- * 負荷率=70%
- * ディーゼル機関熱効率=39% (=0.159kg/PS-h)
- * CGT機関熱効率=42% (=0.148kg/PS-h)
- * 稼働時間 2000時間/年
- * 使用燃料 灯油 (比重 0.8)

式③ $400 \times 0.7 \times 0.011 \times 2000 \div 0.8 = 7700$

- * ディーゼル機関のNO_x 値が、114ppm(at 13% O₂・東京都規制値) からガスタービン規制値35ppm(at 16% O₂)なみの 56ppm(at 13% O₂) に低減させるにともない燃費は20g/100ppmの割合で悪化をすると考える。
燃費の悪化は 0.011kg/PS-h が見込まれる

C G T 潜在市場および300kW C G T 市場における年間エンジン生産馬力を使用し、試算した省エネ効果と経済効果を表3に示す。表に示すように省エネ効果として低NO_x化を含む燃料使用量がC G T 潜在市場において自動車以外（その他）で約3億1／年、自動車で約44億1／年である。

同様に東京都の規制値を使用して環境負荷低減効果を算出した。表4に結果を示すようにNO_xの排出量低減効果は自動車以外（その他）で6,570トン／年、自動車で8,090トン／年である。

表3 C G T 潜在市場を考えた経済効果

項 目	単位	300kW級C G T市場		C G T潜在市場	
		発電機他	自動車用	発電機他	自動車用
エンジン生産台数	台／年	7666	161523	28181	419043
エンジン生産馬力	万PS／年	268	5496	894	11304
ディーゼルEng. 燃料使用量	億ℓ／年	7.457	152.926	24.876	314.534
C G T 燃料使用量	億ℓ／年	6.941	142.346	23.155	292.774
エンジン間での燃料使用量低減分	億ℓ／年	0.516	10.580	1.721	21.760
ディーゼル 低NO _x 化燃料使用量増加分	億ℓ／年	0.516	10.580	1.721	21.760
低NO _x 化を含む燃料使用量低減分	億ℓ／年	1.032	21.160	3.442	43.520
エンジン間での燃料代低減額	億円／年	20.64	423.2	68.84	870.4
ディーゼル 低NO _x 化燃料使用量増加額	億円／年	20.64	423.2	68.84	870.4
低NO _x 化を含む燃料代低減額	億円／年	41.28	864.4	137.68	1740.8

* 発電機他の欄には、可搬式発電機、土木・建設機械、船用機関などを含む

表 4 C G T 潜在市場を考えた環境負荷低減効果

項 目	単位	300kW級 C G T 市場		C G T 潜在市場	
		その他	自動車	その他	自動車
エンジン生産台数	台／年	7666	161523	28181	419043
エンジン生産馬力	万PS／年	268	5496	894	11304
ディーゼルEng. NO _x 排出量	トン／年	3940	80790	13140	166170
C G T NO _x 排出量	トン／年	1970	40390	6570	83090
NO _x 排出量低減効果	トン／年	1970	40390	6570	83090

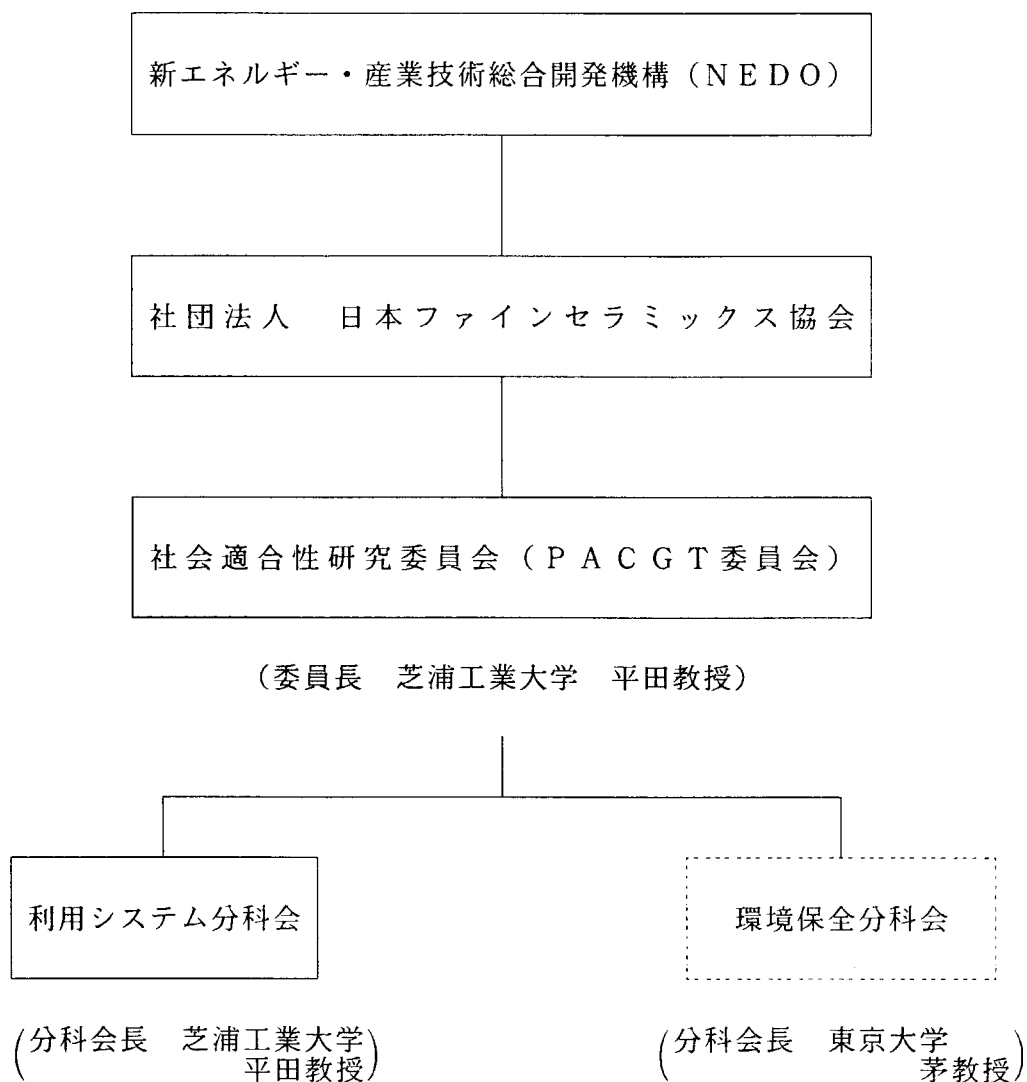
C G T 潜在市場におけるエンジンが全て C G T に変わったと想定し経済性、省エネ効果、環境負荷低減効果を表 5 に示す。エンジン・機械装置の耐用年数を 7 年間、すなわち前表の 7 倍の値とした。

表 5 省エネ効果、経済性、環境負荷低減効果

項 目	単位	300kW級 C G T 市場		C G T 潜在市場	
		その他	自動車	その他	自動車
エンジン台数	万台	5.4	113.0	19.7	295.0
エンジン生産馬力	万PS	1900	38500	6300	79000
ディーゼルEng. 燃料使用量	億ℓ／年	52.9	1071.3	175.3	2198.2
C G T 燃料使用量	億ℓ／年	49.2	997.2	163.2	2046.1
ディーゼル 低NO _x 化燃料使用量増加分	億ℓ／年	3.7	74.1	12.1	152.1
燃料使用量低減分	億ℓ／年	7.4	148.2	24.2	304.2
燃料代低減額	億円／年	296	5928	968	12168
NO _x 排出量低減効果	万トン／年	1.38	28.27	4.60	58.16

2.2 研究体制

この調査研究は、下記の通り本委員会の下に利用システム分科会と環境保全分科会の二つの分科会を設け調査研究を実施しているが、本年度は、利用システム分科会のみ活動に絞り、本報告書をまとめた。



2.3 委員の構成

委員会および分科会の委員には、下記の各界の有識者に参加して戴き構成した。

社会適合性研究本委員会（P A C G T 委員会）

氏 名	所 属 及 び 役 職 等	
平 田 賢	芝浦工業大学 システム工学部	教授
茅 陽 一	東京大学 工学部 電気工学科	教授
石 福 昭	早稲田大学 理工学部 建築学科	教授
永 田 勝 也	早稲田大学 理工学部 機械工学科	教授
丹 羽 富士雄	埼玉大学 大学院 政策科学研究科	教授
紺 谷 和 夫	機械技術研究所 エネルギー部	部長
清 水 浩	国立 環境研究所 地域環境研究グループ	総合研究官
大 内 日出夫	資源環境技術総合研究所 温暖化物質循環制御部	部長
能 瀬 弘 幸	航空宇宙技術研究所 原動機部	部長
久 保 勝 司	名古屋工業技術試験所 機械部	部長
丹 羽 鼎	(財)石油産業活性化センター	常務理事
大 西 博 康	中央電力協議会 技術開発部	部長
佐 藤 幹 夫	(財)電力中央研究所 横須賀研究所 発電システム部	室長
北 川 三 郎	(社)日本ガス協会 技術開発部	部長
垣 田 行 雄	(財)日本システム開発研究所	常務理事
村 尾 元 朗	(株)日建設計 東京環境事務所	所長

利用システム分科会

氏 名	所 属 及 び 役 職 等
平 田 賢	芝浦工業大学 システム工学部 教授
内 山 芳 忠	機械技術研究所 エネルギー部 研究課長
波 江 貞 弘	船舶技術研究所 機関動力部 蒸気動力研究室 室長
佐々木 暁	中央電力協議会 技術開発部 副部長
久 松 暢	(財)電力中央研究所 横須賀研究所 発電システム部 主査研究員
菊 地 謙 一	東京ガス(株) トータルエネルギーシステム部 部長
本 田 国 昭	大阪ガス(株) 都市圏営業部 営業技術チーム マネージャー
三 崎 仁 郎	石川島播磨重工業(株) 技術本部 部長
渡 辺 昭 男	川崎重工業(株) 汎用ガスタービン事業部 技術部 担当部長
伊 藤 高 根	(財)日本自動車研究所 C G T 開発室 主席研究員
伊 藤 吉 幸	ヤンマーディーゼル(株) 技術研究所 課長
小 澤 由 行	高砂熱学工業(株) 総合研究所 参与
村 尾 元 朗	(株)日建設計 東京環境事務所 所長
井 原 元一郎	日本コージェネレーション研究会 調査部長
老 松 和 俊	(財)日本システム開発研究所 環境システム研究室 室長
藤 田 誠 己	西芝電機(株) パワーシステム事業部 部長
坂 下 茂	(株)前川製作所 E・M・B 気熱技研 次長補
中 田 信 夫	(株)荏原製作所 環境・風水力事業部 副部長
鮫 島 康 郎	京セラ(株) 総合研究所 研究企画課 副参事
岡 本 寛 己	N K K 総合材料技術研究所 第1プロセス研究部 課長
渡 辺 正 一	日本特殊陶業(株) 中央研究所 主査
山 本 力	日本ガイシ(株) 研究開発本部 開発企画部 主任部員
山 本 一 夫	新菱冷熱工業(株) 都市設備部 企画課 課長

2.4 委員会・分科会活動経緯

本年度の「社会適合性研究」の委員会及び分科会の活動の開催状況は、下記の通りである。

第1回 本委員会

日時：平成5年8月23日（金） 10:00～12:00

議題：①平成4年度研究成果について

②平成5年度実施計画について

第1回 利用システム分科会

日時：平成5年8月23日（金） 10:00～12:00

議題：①平成4年度研究成果について

②平成5年度実施計画について

第2回 利用システム分科会

日時：平成5年10月5日（火） 13:30～15:00

議題：①平成5年度実施内容の検討及び執筆担当の決定

第2回 本委員会

日時：平成5年10月5日（火） 15:30～17:00

議題：①平成5年度実施内容の検討

第3回 利用システム分科会

日時：平成5年12月15日（水） 10:00～11:00

議題：①「エネルギーに関する行政監察結果報告」に関する検討

②平成5年度実施内容の検討及び執筆担当の決定

第4回 利用システム分科会

日時：平成6年2月9日（火） 10:00～11:30

議題：①平成5年度報告書内容の報告

第3回 本委員会

日時：平成6年3月16日（水） 10:00～12:00

議題：①平成5年度報告書内容の報告

第5回 利用システム分科会

日時：平成6年3月16日（水） 10:00～12:00

議題：①平成5年度報告書内容の報告

まえがき

1994年3月末の時点で、日本のコージェネレーションも、1697事例、電源設備容量にして280万kWとなった。日本の全電源設備容量の約1.5%に相当しており、ようやく無視できない量に成長してきたことは、ひとえに関係各位のご努力によるものであり、心からの敬意を表したい。特に'93年度は、前半期だけで昨年度1年分の導入量に匹敵しており、景気停滞のなかで特筆に値する。

'93年1月、電気事業連合会が「新エネルギー等分散電源からの余剰電力購入について」を発表した。これを受けて電力各社は独自の連系条件および購入電力単価を定めて公表した。平日昼間はkWhあたり11～12円、夜間は4.5円程度の購入単価となっているが、このことは象徴的な出来事である。追いかけるように、通商産業省は大規模コージェネレーションを中心とした「環境調和型エネルギーコミュニティ」構想を打ち出し、年間50億円ほどの予算を用意して、1プロジェクトあたり事業費の15%、6億円／年を上限とする補助金によって事業の推進が図られることになった。日陰の存在であった日本のコージェネレーションもほぼ完全に認知されたといえよう。

さらに決定的なことは、'93年8月4日に総務庁が発表した「エネルギーに関する行政監察結果」と、それに基づく関係省庁への勧告である。かゆいところに手が届くような、まことに的確な指摘がなされており、これまでコージェネレーション関係者が各方面に陳情を繰り返してきた規制緩和の要望がほとんど盛り込まれている。小型コージェネレーションに対する型式認定制度の導入、資格者の外部組織への委託、非常用との共用認定などの他に、核心に触れるのが特定供給の見直しである。勧告では「通商産業省は、現行の特定供給の拡大に対するニーズ、自家用発電設備の効率的活用、一般需要家の利益保護等広範かつ多様な視点を十分勘案し、一般電気事業者による余剰電力の買取りの実施状況、効果を踏まえ、特定供給の在り方について総合的に検討すること」となっているが、この検討の中に、是非次のような問題も含めて考えて頂きたい。

通商産業省はコージェネレーションの普及を促進するため、1987年に電気事業法の特定供給規定を一部緩和し、建物のオーナーがコージェネレーションを導入したとき、1建物の中に限って、その電力をテナントに販売することができるようにした。つまりオーナーとテナントの間に“特定”の関係があると認めたのである。

一方で、1991年12月、建設省建築審議会が建築物群、地区等の省エネルギー推進のためにコージェネレーションを導入すべきことを答申したのを受けて、最近、住宅・都市整備公団が都市再開発団地などにコージェネレーションを導入する事例が増えてきた。その場

合に業務棟の方には電気を販売することができても、一般住宅棟の方はテナントが不特定であるとの理由で電気を売ることは認められていない。このような都市再開発や地域熱供給においては、先の規制緩和の精神をもう少し拡大して、熱の供給区域には電力も供給できるようにすれば省エネルギーがさらに進む筈である。その場合供給する電力は、直流や高周波、VVVF（可変電圧・可変周波数）など、系統電力と競合しない特殊な電力とする。それに見合った電気器具を開発しなければならないが、家電品の中で、エアコンやルームクーラーは直流かVVVF、電気洗濯機や乾燥機、皿洗器、電気釜の類は高圧、電磁調理器は高周波などそれぞれの用途に適した電力があろう。系統電力は照明やテレビなど情報機器に用いる。つまり系統電力のコンセントの周辺にこれら特殊電力のコンセントを配置するのである。もちろん経済性との兼ね合いで、これら特殊電力のうち、どれを選んで供給するかについては充分検討しなければならない。

この地域限定供給電力は系統電力ほどの供給責任を負わず、例えば機器のメンテナンスや故障の際には送電を停止するような供給契約にしておく。高齢化社会が進むと、厨房は電磁調理器になるだろうし、各室ごとの個別空調が要求されよう。それらの用途には、系統電力ほどの信頼性の高い高級な電力は必要がない。この電力をあえて「地域限定中質電力」とよぶことにする。水道にも上水、中水、下水の区別があるように、この中質電力は、地域熱供給の熱配管のかわりにエネルギーを電線で送るだけのもので、系統電力と直接競合する性質のものではないと考えるのである。

新宿西口地域の地域冷暖房システムは、冷水配管に数百億円を要したそうである。日本のような地価の高い条件下で、熱供給配管、特に冷房用の冷水配管は経済性を圧迫する主要因である。電線でエネルギーを電力の形で送り、地元でヒートポンプで熱に変える方がエネルギー輸送コストは少ないであろう。そもそも「熱」は、それも暖冷房や給湯のような常温に近い熱は、エネルギーの形態のなかでも最も低質・低級のエネルギーであり、これの輸送や貯蔵にコストをかけることは、経済性の上で基本的に難しい。特に蓄熱システムは、なかなか経済的に成り立ちにくいのである。必要な分だけ電気の形で送って、オンサイトで熱に変えるほうが経済性が良いだろう。コージェネレーションで発生した熱はどうするのかと言われるだろう。蒸気で送るのである。蒸気ならば配管費も少なくてすむ。地域の中で、大型のビルなどでは、この蒸気で吸収式冷凍機を駆動してオンサイトで冷水を造り冷房する。小型のビルや住宅の空調は、この中質電力で戸別に行く。このようなシステムを普及させることによって、夏冬の空調用電力負荷を肩代わりしピークカットに貢献できるだろう。

コージェネレーションの普及を推進するためには、以上のような制度上の周辺整備のほ

かに、技術開発をさらに一步進めなければならない。セラミックガスタービンのような先端的な技術開発ばかりでなく、現状のコージェネレーション技術もまだまだスタートしたばかりである。技術開発のポイントは二つある。コストダウンと信頼性の更なる向上である。

最近行われたある調査では、パッケージタイプの150kW級コージェネレーションシステムのコスト構成の一例として、エンジン12%、発電機6%、発電機盤7%、電力切替盤15%、パッケージ製作費30%、電気工事12%、配管・据付工事12%、現地検査6%となっている。この例でもわかるように、現行コージェネレーションのハードウェアそのものには、誘導発電機の採用とかりレの簡素化などのほかは、なかなか抜本的なコストダウンの余地は見だし難いが、手続きや規制に関係するソフトウェアがらみの部分や、現場における周辺工事の部分には、簡素化や標準化を図ることによって、まだまだコストが下げられる余地がありそうである。現在のシステムは、小さなパッケージタイプのものでも一品生産的な要素が残っており、発注者側の要望に応じて、現場あわせのような作業が多い。結局、エンジンや発電機などの本体よりも、周辺工事や、官庁手続きなどの工数部分で、コストが上がっているのが実態である。このあたりは、発注者側にも問題がありそうである。発注者側が慎重になるあまり、ハードウェアがオーバークオリティになりがちな面もある。折角、アドバンスコージェネレーション技術研究組合などの研究成果も挙がり、パッケージ化も進んだ筈であるが、標準品を現場に運んですぐ翌日から使えるような状況には、なかなかならないのである。仕様書を規格化するだけでもかなりの前進である。将来のJIS化を目指して、太陽電池、風力、燃料電池とともにコージェネレーションシステムの標準化の作業も進んでいる。欧米に較べると、kWあたりのイニシャルコストが平均1.5～2倍であるが、これは日本国内産製品の大半に共通する現象であるからやむを得ないのかもしれない。しかし、少なくとも20%程度以上のコストダウンを目指して努力を続ける必要があるだろう。

次に、信頼性の問題であるが、早くから実用化の進んだ欧州では、ガスエンジンでメジャーオーバーホール間隔が150,000時間を超えるものが現れ始めた。回転数や平均有効圧力などにあまり無理をせず、余裕を持った設計にしている。ガスタービンでも天然ガス燃料の場合にはメジャーオーバーホール間隔96,000時間が普通となり、ひと昔前とは全くの様変わりである。天然ガスという燃料がいかに質のよい燃料であるかがわかる。日本ではまだこんなに長時間回った例はないだろうが、逆に日本では全て内輪に、充分使いきらずに安全を取りすぎるきらいがないだろうか。このへんにもコストアップ要因がありそうだ。

規制緩和の一環で、電気事業法の一部が改正され、10,000kW未満のガスタービンの定期

点検がやり易くなる。即ち、現場で開放せず工場で点検が可能となり、点検中は同型の代替品で置き換えることが出来ることになる。大変結構なことであるが、もう一步進めて、代替品で置き換えるだけでなく、飛行機のジェットエンジンのように同型品と完全に交換してしまうところまで認めて欲しい。そのようになれば、メンテナンス済みの同型品を常時工場にスタンバイさせておくことが出来、メンテナンスに要する時間は現場での取り替え時間だけとなりコストダウンにつながる。

コストダウンと信頼性の両方に関係することであるが、有資格者の問題がある。電気主任技術者、ボイラ・タービン主任技術者などの資格を持つ運転要員を配置することが出来ない地方自治体や中小企業などが、例えばスーパーゴミ発電やリパワリングなどを推進しようとするときの大きな阻害要因である。電気主任技術者のほうは、電気保安協会などに委託する途が開かれているが、ボイラ・タービン主任技術者のほうは未だそのような途が開かれておらず、有資格者の絶対数も少ない。なんらかの便法を至急に検討して貰いたい。将来はこれらすべてを包含したコージェネレーション主任技術者のような新しい資格を設けて、一人で全てを兼ねられるような方策を検討すべきであろう。

以上はコージェネレーション一般についての提案であるが、セラミックガスタービンに限れば解決すべきいくつかの技術的な課題がある。セラミックスは確率論的に破壊の可能性を持っている。つまり信頼性の問題であるが、メジャーオーバーホール間隔が96,000時間というガスタービンが相手では、なかなか太刀打ちできまい。また環境適合性の問題も残っている。高温化を狙えば必然的に NO_x の排出は増大する方向である。タービン入口温度が 1500°C を超すと急激に NO_x が増えてくるが、300kW級では大型の脱硝設備を付けるわけにはいかないだろう。またセラミックスでは水噴射や蒸気噴射も難しいだろう。どうしても燃焼技術で対応することになるだろうが、燃焼器の中に 1500°C を超える部分をなるべく作らないように均一に燃やす技術の開発が必要となろう。おそらく触媒燃焼方式などを採用することになるのではないか。ちなみに著者は天然ガスを燃料とする一般のガスタービン、ガスエンジンについては、 NO_x の問題は解決済みと考えている。

300kW級セラミックガスタービンの社会適合性研究分科会の平成5年度報告書をまとめるにあたり、「まえがき」としていくつかの提案をさせて頂いた。大方の識者のお目にとまれば幸いである。そしてこれらの提案のいくつかでも実現に近づくことを望んでいる。

平成6年3月

先進型セラミックガスタービン
社会適合性研究
委員長 平 田 賢

1.1 料金の仕組み

1.1.1 電 気

I. 合理的な料金設定の要請と決定原則

1. 電気料金決定の三原則

(1) 原価主義の原則

電気事業は公益事業であり、かつ地域独占の形で電気の供給を行う事業であることから、その料金は電気会社に過大の利潤をもたらすものであってはならないし、また、その反面、適性健全な経営遂行を不可能にするようなものであってはならない。

したがって、料金は「電気事業が能率的な経営のもとに、お客さまに良好なサービスを提供するために必要な原価」という、企業の恣意性のない客観的な基準によって決定されるべきである。これが「原価主義の原則」と呼ばれるもので、いわゆる政策料金とは異なって、供給原価という客観的な数値に基づいて料金が決められているので、計算根拠が明確であり、電気の使用者間の公平を保ち、また恣意的な独占利潤の余地をなくすることができる。すなわち、電気料金の決め方として、もっとも望ましい方法だといえる。

ところで、この原価主義をさらに掘り下げてみると、「総括原価主義」と「個別原価主義」の二つに分かれる。

「総括原価」というのは、簡単にいえば、電気を供給するのに必要な発電から販売にいたるすべての費用に事業報酬を加えたものをいうが、この総括原価と電気料金収入とが見合う必要があるというのが、総括原価主義の原則である。つまり「電気事業は、能率的な経営のもとにおいてお客さまに良好なサービスを行うために必要とする原価を補償するものでなければならない。」という原則であって、この原則を貫くことによって「電気事業の健全な発達」と「使用者利益の保護」という二つの要請が調和されるわけである。

電気料金は、さらに各需要種別間および各電気の使用者間に不公平にならないように供給電圧、電気の仕様様などの負荷の特性を適切に反映する基準に基づいて合理的に配分された個別の原価に準拠して、公正妥当に決められる必要がある。つまり、各需要種別の原価に、その料金が見合う必要がある。これを個別原価主義の原則という。

以上の二つが原価主義であり、公益事業料金の基礎原理ともいうべきものである。

「公正報酬の原則」、「電気の利用者に対する公平の原則」という他の二つの原則も、原価主義を忠実に守ることによって達成されるのであって、広義に解釈すれば、この二つはいずれも原価主義のなかに含まれると考えることもできる。したがって、原価主義の原則は、電気料金の決定の最も大きな支柱であるといえる。

(2) 公正報酬の原則

電気は生活や産業の必需品であるから、その料金はできるだけ安いことが望ましいが、電気事業もひとつの企業である限り、企業リスクを補償し、資金の調達を円滑に行うために一定の報酬が必要である。

このため、事業の報酬は総括原価の構成要素として料金原価に織り込まれている。報酬は一般企業の場合は利潤であって、景気の変動、企業経営のやり方等によって上下の振幅があるのが通常であり、電気事業に比べて企業リスクが大きい反面、高収益をあげることも可能である。これに対して電気事業の場合は、公益事業料金としての性質上、利潤が大きければ、独占事業としてお客様の犠牲において不等な利益をあげたことになり、また利潤がなければ、資本を食いつぶすことになって、企業としての健全性を失うこととなる。したがって、事業の報酬は公正でなければならない、ここに公正報酬の原則が成立する。

この公正報酬は、電気事業が合理的な発展を遂げるのに必要な資金を調達し、その支払利息や配当金等を賄うもので、具体的には、現在、真実かつ有効な電気事業資産の価値に対して、適正な報酬率を乗じるというレートベース方式が採られている。

(3) 電気の利用者に対する公平の原則

電気事業の公益性および供給の独占という特質上、それぞれのお客さまに対する料金は公平でなければならない。

電力会社が営業政策上、特定の需要種別について、あるいは特定のお客さまに対して、特別の料金を適用することが許されるとすれば、お客さま全体の利益を確保することがきわめて困難になる。電気の利用者に対する公平の原則は、このような意味で電気料金設定の根本理念の一つにあげられている。この原則を誠実に実施するためには、各需要種別に適正な原価分配を行い、これに従って料金を客観的に定め、定められた料金は、それぞれのお客さまに対して無差別に適用することが必要となる。すなわち、電気の利用者に対する公平の原則は、原価主義を厳正に貫くことによって確保されるものといえることができる。また、電気の利用者に対する公平の原則を尊重する

ことによって、原価主義そのものが適性に運用されることにもなる。

2. 電気事業法第十九条（供給規程）

電気料金決定の三原則を盛り込んだ電気事業法第十九条は、電気事業者が電気を供給する場合に、料金その他の供給条件について供給規程を定め、通商産業大臣の許可を受けなければならない旨を定めるとともに、通商産業大臣が認可する際の基準について規定している。

電気事業法第十九条（供給規程）

- 1 一般電気事業者は、電気の料金その他の供給条件について供給規程を定め、通商産業大臣の許可を受けなければならない。これを変更しようとするときも、同様とする。
- 2 通商産業大臣は、前項の認可の申請が次の各号に適合していると認めるときは、同項の許可をしなければならない。
 - 一 料金が能率的な経営の下における適正な原価に適正な利潤を加えたものであること。
 - 二 料金が供給の種類により定率または定額をもって明確に定められていること。
 - 三 一般電気事業者及び電気の使用者の責任に関する事項並びに電気計器その他の用品及び配線工事その他の工事に関する費用の負担の方法が適性かつ明確に定められていること。
 - 四 特定の者に対して不等な差別的取扱いをするものでないこと。

このように、法第十九条第1項は、供給規定の特定、ならびにその変更の際には通商産業大臣の認可を受けることを義務づけている。

電気の供給サービスは、きわめて多数のお客さまを相手に行われ、しかもそれらのお客さまの電気の使用状況は多種多様である。また、電気は生産即消費という特性を持つために、発電所とお客さまとを結ぶ複雑かつ大規模な供給設備を必要とし、さらにはそれぞれのお客さまの電気の使用が、他のお客さまの使用と密接な関連を有するなどの特色をもっている。

したがって、電気の供給条件は著しく複雑となり、個々の取引きのつど需給両者が協議して契約内容を決めることが困難なため、料金その他の供給条件を定型化して、多くのお客さまに無差別公平な供給サービスを行う必要がある。

すなわち、

- ・複雑な取引の大量、迅速かつ円滑な遂行への要請
- ・公益性、独立性と電気の使用者の利益の確保ならびにその公平な取扱いの必要性を満たすために公平の原則、原価主義の原則に則って設定される契約約款が「供給規定」である。

電気事業法が、電気事業者に供給規程の設定を義務づけ、またその設定、変更に当たって、通商産業大臣の許可を要することとしたり、その内容をお客さまに周知させるため、公表義務を課しているのは、これらの事情を反映したものである。

一方、お客さま側もごく一部の例外（需給調整契約のお客さまなど）を除いては、供給規程以外の供給条件によることはできず、そこに記載された一連の契約条項に拘束されることになる（この拘束性を供給規程の付従性という）。

法十九条第2項は、供給規程の設定認可についての基準を明示したものであるが、第一号中「能率的な経営」とは、一般電気事業者が、その独占性のうえに安住して経営が安易に流れ、合理化を怠ることがないように、事業者としてなすべき企業努力を払った場合の経営を前提として、料金の適不適を判断する趣旨のものである。

また、「適正な原価に適正な利潤を加え」とは、料金算定に当たって、過去の実績および合理的な将来の予想等を基礎として算出した発送変電費、供給販売費および一般管理費の適正な額に、事業の健全な発展にとって必要な資金を調達できる程度の適正な支払利息ならびに配当金等を賄うための報酬を加えることをいう。つまり、電気料金を決める場合の基本的な考え方が、ここに要約されているわけである。

第四号の「特定のものに対して不等な差別的取扱いをするものでないこと」とは、供給規程が一般のお客様に対する電気の供給を全面的に規制するものであるため、供給区域内のすべてのお客さまに対して公平・平等でなければならないことを定めたことである。ただ、これは特定のお客さまに対する不当な差別を禁じたものであって、正当な理由に基づいて一般的に差別をつける場合、たとえば、お客さまの使用状態の相違によって料金その他の供給条件に合理的な差を設けることを否定するものではない。

Ⅱ. 電気料金決定のプロセス

電気料金の算定に当たっては、まず第一に、需給計画、設備計画、資金計画等の前提となる諸計算に基づく総括原価の計算、第二に、個別原価計算による需要種別ごと

への総括原価の配分がなされ、第三に、各需要種別の原価をもとにして供給規程の契約種別ごとの料金率が決定される。

なお、この料金率の設定の前に、あらかじめ適切な料金制度について検討しておく必要がある。これを展開すると図1.1-1のとおりである。

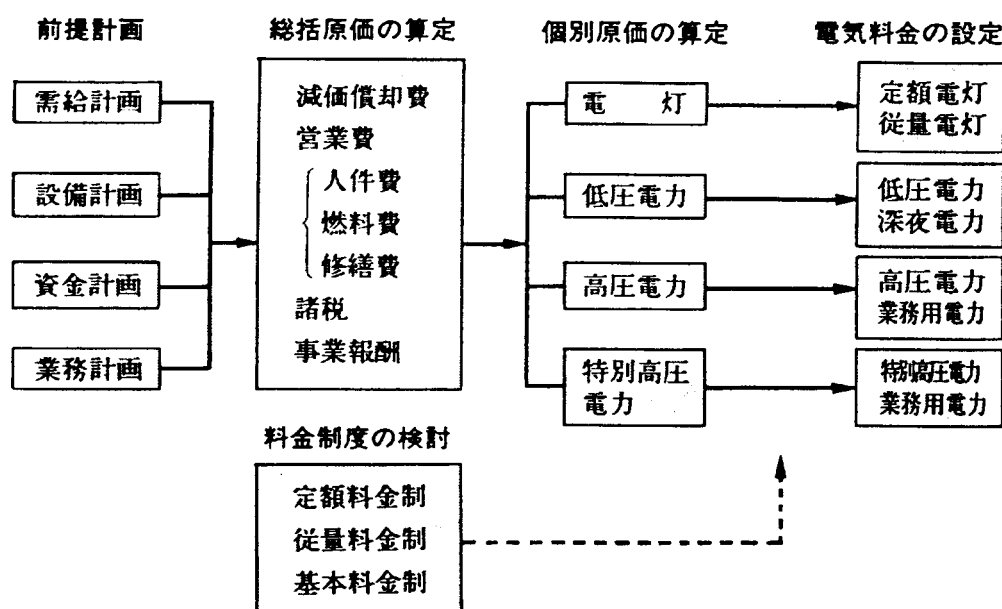


図1.1-1 電気料金算定のプロセス

以上のように、電力会社が「原価主義の原則」等の料金決定の三原則に則って料金を算定したのち、供給規程を定め、その認可を受けるべく通商産業大臣に申請する。

通商産業大臣は、この申請を受理すると、申請内容が妥当であるかどうかを十分審査するため、申請人から厳密なヒアリングを行う一方、必要に応じて申請した会社に対して経理関係を中心とした監査を行う。

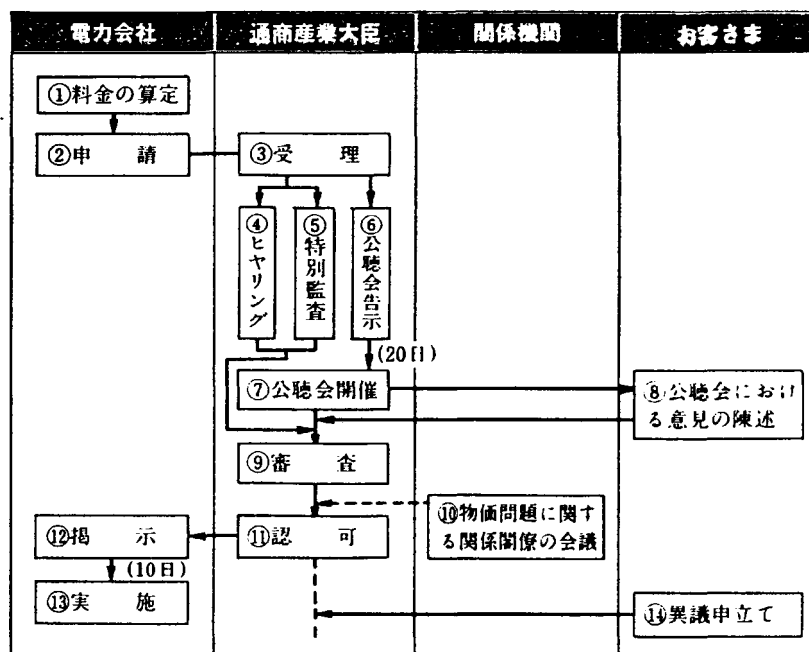
続いて、申請内容について可能な限り公正かつ適正に判断するため、法定の手続きを経て「公聴会」を開き（電気事業法第百八条）、利害関係人をはじめ、学識経験者などの第三者から広く意見を聞いたうえで、審査を続ける。

そして申請料金が法（電気事業法第十九条第2項）に適合していると認めたときは、認可することになっている（なお、最近の料金改定の際には、消費者代表を含めた識者で構成される「物価安定政策会議」、さらには「物価問題に関する関係閣僚の会議」にも諮られたうえで認可されている）。

供給規程が認可されると、電力会社は認可された料金（供給規程）を、実施する10日前から本店・支店・支社・営業所などの電力会社の店頭に掲示したうえで、実施する

ことになっている。

電気料金設定手続きは以上のとおりであるが、これを図示すると図1.1-2のようになる。



注) ()内の日数は、法律で定められている最小限必要な日数を示す。

図1.1-2 電気料金実施までの手続き

Ⅲ. 総括原価

電気を供給するためには、発電、送電、変電、配電の設備のほか、本社等の一般管理の設備を必要とし、これらの投下資本を回収するために減価償却費が発生する。また、それらの設備を運転・保守するために人件費、燃料費、修繕費等が必要となってくる。さらにお客さまと電気の需給契約を結び、供給したあと検針、集金するまでの営業、料金関係の販売費用がかかる。

また、事業活動を総括するための本社その他の事業費、さらに事業税、固定資産税、法人税等の諸税、卸電気事業者等から電力を購入する場合の料金等が加わる。これらの費用の合計のうえに事業報酬を加えたものが、「総括原価」と呼ばれるものである。

ところで、借入金に対する支払利息はともかく、資本金（株式）に対する配当までも、その予定された額を費用に含める原価計算のやり方は、一般企業の場合には考えられないことである。

一般の企業では、

$$(\text{総収益}) - (\text{総費用}) = (\text{利潤})$$

という関係になるが、電気事業においては、

$$(\text{総収益}) = (\text{総括原価}) = \text{適正費用} + \text{公正報酬 (事業報酬)}$$

という関係のもとに価格設定を行っている。一般企業でいう「利潤」をも含めた価格設定をする理由は、先に「原価主義」のところで述べたとおりであるが、逆にいえば、電気事業においては、「利潤」も含めた料金規制が行われていることを意味する。

なお、料金改定は、先行き（原価算定期間という）の予想原価をもとにして行われるが、原価算定期間は三年を原則とし、原価要素の変動の状況に応じて三年未満の期間をとることもできている。電気料金のように、料金改定の及ぼす影響が広範囲であり、かつ大きいことを考慮すると、原価算定期間は、原価要素の変動が適確に想定できれば、料金を長期に安定させるためには、長いほどよいといえる。

しかし、昭和49年や55年の石油危機下のような特殊な事態においては、燃料費をはじめ、原価要素の変動が激しく、適確な想定が困難であるとして、一年という短い原価算定期間をとっている。

さて、総括原価の算定に当たっては、原価算定期間において、お客さまがどのくらい電力を消費するのか、それに対してどのように供給、サービスを行うかという諸計画が必要となる。

すなわち、需要想定、工事計画、資金計画、燃料計画、業務計画等であるが、これらは電気エネルギーを生産し、お客さまに供給するまでの一切の事業活動を効率的に完遂するための諸計画として、実績および合理的な将来の予想に基づいて、適性に策定されている。

こうした諸計画に基づき、円滑に電気を供給するために必要な原価を算定するわけであるが、総括原価の算定は、減価償却費、人件費、燃料費等、その構成要素たる各費用を積上げて行っている。

IV. 個別原価計算（総括原価の配分）

1. 個別原価計算とは何か

料金の基礎になる総括原価が、人件費・燃料費・修繕費等の営業費、減価償却費、諸税および事業報酬から成り立っていることは、先に説明したとおりであるが、実際にお客さまから徴収する電気料金は、電灯・低圧電力・高圧電力・特別高圧電力の需

要種別の原価に基づいて料金率が決められている。

このように、各需要種別の原価を決めるためには使用電圧による原価差、使用条件による原価差に応じて総括原価を各需要種別に配分し、それに基づくことが必要である。

すなわち販売される電力は、お客さまの受電電圧・負荷の形態・使用量等によって供給原価が変化するため、これらの事情を十分考慮した適正な方法により総括原価を需要種別に配分しなければならない。このため、次に述べるように総括原価を場所別に整理し、さらにこれを固定費・可変費・需要家費の別に区分したのち、需要種別に配分する方法をとっている。

このように総括原価を電灯・低圧電力・特別高圧電力などの需要種別に配分するための計算手続きを個別原価計算と呼んでいる。

電気を商品としてみた場合、直接肉眼でとらえることができず、スイッチを入れると自由に使用できるので、一見して、いっどこで使っても原価は同じように思われるが、詳細に検討すれば、その供給に要する原価は負荷の特性によって著しく異なっている。

これは供給電圧・供給場所・供給方法等により、発電・送電・変電・配電・販売等の原価の負担方法が異なるからである。この点をもう少し詳しくわしくみるために、電気の流れについて発電所からお客さまにいたるまでのモデル経路を図示すると図1.1-3のようになる。

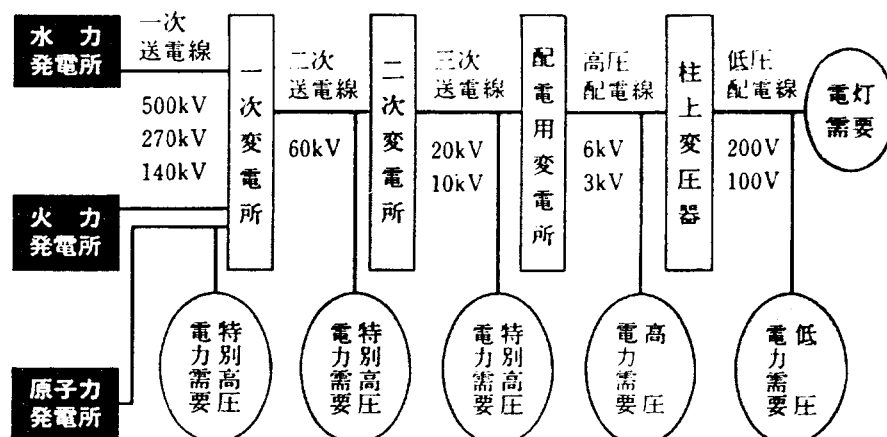


図1.1-3 モデル系統図

図1.1-3に例をとると、6万ボルトの特別高圧需要は、一次変電所から直接供給されるので、二次変電以下の原価はかからず、高圧需要は、柱上変圧器の設置および低圧配電に要する原価は不要である。また、発電所からお客さまに供給する間に電力ロスがあるが、その損失率は供給電圧が高ければ高いほど、送電距離が短ければ短いほど少ないので、同じ電力量を電灯需要に送る場合と、特別高圧需要に送る場合とを比較すると、電灯需要の場合のほうが、より多くの発電電力量を必要とする。

以上は需要種別間に原価差がある一例であるが、このほかにもいろいろと供給条件の差異があるので、個別原価計算においては、これらの要素を含め需要種別ごとに原価配分を行って負担の公平を図っているのである。

ところで、需要の内容を見ると非常に複雑で、個々のお客さまごとに使用状態が異なっているので、厳密に考えれば個々のお客さまにそれぞれの原価が配分されなければならないことになる。しかしこれは極論であって、現在約6600万軒もあるお客さまの一軒一軒に原価の配分を行うことは事実上不可能である。したがって、実際には供給電圧、負担の特性等から見た共通点を考慮して、全てのお客さまを適切なお客さま群、すなわち需要種別に分け、その種別に対して原価を配分する。そして、その配分された原価を基準とし、さらにそれぞれの特性に基づく供給条件を考慮して、各種の料金率が決定されるのである。

なお、現行個別原価計算上の需要種別は、電灯・低圧電力・高圧電力・特別高圧電力の四種類である。これは、負荷の特性と使用電圧を基準とした区分であって、供給規程上の契約種類は、これをさらに細分化したものである。

2. なぜ電灯と電力で料金が違うのか

電灯と電力に料金差が生じる理由は、

①電気独特の生産、販売上の特性

発電所からお客さまにいたるまでの間に送電線、変電所、配電線等の一連の段階的な輸送経路を必要とし、しかも生産と消費が同時に行われて貯蔵できないこと。

②需要側の負荷形態の差異（電気の使い方）

の二つの面から捉えることができるが、さらにそれぞれ二つの理由に細分される。

(1) 電気の輸送経路の差異

需要種別によって電気の輸送経路が異なることは、図1.1-3の電力系統モデルで示したとおりであるが、このように電気の輸送経路が異なることから、次の二つのこと

がいえ。

①供給設備のコストが異なること

住宅用の電気（電灯）は、発電所から一次、二次、配電用変電所を経て、高圧配電線にいき、さらに柱上変圧器を通過してお客さまに供給される。つまり、電灯のお客さまはあらゆる供給設備を使用するため、それらの設備の原価をすべて分担することになる。

これに反して、高圧以上で供給を受ける電力のお客さまは、受電電圧が高くなるほど供給設備と距離が少なくて済み、したがって、使用しない設備のコスト相当分だけ料金が安くなるわけである。

②送電ロスに差があること

輸送経路を通過する途中で、電線を流れる電気の一部が熱となって失われる（送電ロス）。このとき失われる電気の量は、電圧の高低および距離によって左右されるので、低電圧で送電距離の長いお客様ほどロスが多くなる。

電灯のお客さまは送電距離が長くなることから（図1.1-3参照）最もロスが多く、したがって、同じ1キロワット時を消費する場合でも発電電力量が多くなり、そのため燃料費などの電力量原価が増えるのみならず、ひいては発電設備自体も余分に必要になり、その分だけ料金が高くなる。

(2) 負荷形態の差異

負荷形態（電気の使い方）の差異としては、次の二つがある。

①負荷率が異なること

負荷率というのは、最大需要電力と平均電力の比をいい、使用状態によって著しく異なる。負荷率が異なる場合、消費電力量が同じであっても最大需要電力に相違が生じるから、供給設備のコストが異なってくる。

これを例にあげて説明すると、一日の消費電力量が同じ2400キロワット時であっても、一時間の最大需要電力が100キロワットならば負荷率は100パーセント、最大需要電力が200キロワットならば負荷率は50パーセントである。この二つの需要に供給する場合、負荷率100パーセントの需要家には100キロワットに供給設備を準備すれば足りるが、負荷率50パーセントの場合には、二倍の200キロワットの供給設備が必要となり、したがって、供給設備の原価が大きく異なってくる。

一般的にあって、電灯は夕刻から初夜にかけて集中して使われる傾向にあるために負荷率は低く、電力は昼夜比較的ムラなく使われるので負荷率は高い。

②一軒当たりの使用量が異なること

検針、調定、集金等の費用（需要家費）は、電灯でも電力でもお客さま一軒当たりではあまり変わらないが、これを使用電力量（キロワット時）当たりでみると、需要規模の小さい電灯のお客さまにとってはかなりのウェイトを占め、一方、使用電力量の多い電力のお客さまに対しては、きわめてわずかなものとなる。

以上述べたように、電灯は電気の供給設備が多く必要なこと、電気のロスが多いこと、負荷率が低いこと、需要家費が割高につくことなどにより、電力よりも高い料金となるのである。

V. 料金制度

料金原価は、総括原価計算から個別原価計算を経て需要種別ごとに配分され、これに準拠して契約種別毎の料金率が定められ、供給規程に盛り込まれるのであるが、その場合に適切な料金制の裏付けがなければ、個々のお客さまの料金額は料金原価に見合うものでなくなってしまう。つまり、電気料金を具体的にお客さまに適用し、料金原価を合理的に回収するための制度が料金制である。

1. 料金制の基本形式

料金制には、理論上も実際上も種々の形式であるが、基本的には定額料金制、従量料金制、基本料金制の三つの形式に分けることができる。

(1) 定額料金制

定額料金制は、電灯のワット数あるいは機器の容量によって料金を決める制度であって、毎月の料金額は使用電力量の多い少ないにかかわらず、一定している。これは料金制としては最も古く、また素朴なもので、単純明快な点が長所であるが、使用状態の多様なお客さまに適用すると、不公平な結果が生じたり、電気の浪費を助長したりする欠点があるため、使用状態がほぼ等しく、しかも計器をつけて計算することが経済的でない、きわめて小規模のお客さまのみに適用されている。

(2) 従量料金制

定額料金制と対照的に、使用電力量のみによって料金を計算するのが従量料金制である。歴史的には、低額制のあとでその欠陥を補うために発達したものである。その最も単純な形が、いわゆる単純従量制で、使用量にキロワット時単価を乗じて料金額を決めるものである。使用量に比例して料金額を決める点で定額制よりは合理的であるが、極端な例でいえば、使用量がゼロの場合には料金額もゼロとなって、供給原価

を回収できないことになる。したがって、普通は使用電力量が一定量以下の場合に支払うべき最低料金を別に定めて、その欠点を補うことが行われている。これを最低料金制といい、供給規程では従量電灯甲がこれに当たる。

(3) 基本料金制（二部料金制）

基本料金制は、需要高（キロワット）に対応する基本料金と、使用量（キロワット時）に対応する電力量料金を組み合わせて料金額を決める方法で、現在最も一般的に用いられている。料金原価は、先に「個別原価計算」で述べたように、キロワットに比例する固定費と、キロワット時に比例する可変費およびお客さま軒数に比例する需要家費の三原価要素に分かれる。

したがって、キロワットに比例する固定的な基本料金と、キロワット時に比例して毎月変動する電力量料金の二本建てで料金額を決める基本料金制は、原価構成に忠実かつ合理的な料金制度といえる。（これを二部料金制ともいう）。

また、基本料金制の場合、負荷率が高いほどキロワット時当たりの単価は割安となるので、負荷率の改善にも役立つ料金制であるといえよう。

基本料金制をさらに分けると、契約電力を基準に基本料金を算定する狭義の基本料金制と、実測された最大需要電力を基準に基本料金を算定する需要電力料金制（デマンド料金制）とがある。

デマンド料金制では、毎月の最大需要電力がそのまま料金化されるので、ピーク抑制の効果が期待できるが、反面、月ごとの需要変動が少なく、年間を通してフラットに使用する負荷平準化に有効な需要が、かえって割高になってしまうことや、月々の基本料金が変動することによる固定費の回収に問題があるという点で、狭義の基本料金制より劣っている。そのため、わが国では、すべて狭義の基本料金制によっている。

なお、高圧電力甲および500キロワット未満の業務用電力のお客さまに対しては昭和63年7月以降、順次毎月の最大需要電力を実測する実量制が導入されているが、これは当月を含む過去1年間の最大需要電力をその月の契約電力としているもので、狭義の基本料金制の一種ともいえるものである。

2. 現在の電気料金制度の特徴

(1) 負荷平準化のための料金制度

電力需給面についてみると、わが国はこれまで電源多様化を積極的に推進しつつ、二度にわたる石油危機を克服し、安定的な電力供給を確保してきたが、近年では中長

期的視点に立った供給力の安定的確保とともに、電力供給コスト低減のための一層の努力が、電気事業者に強く要請されるところとなっている。この点については、昭和62年3月の電気事業審議会料金制度部会中間報告でも指摘されている。

ところで、電力供給力は第一次石油危機以降、石油火力より経済性のある原子力を主力に、LNG（液化天然ガス）、石炭等の石油代替電源の開発によって確保されているが、とくに原子力は、在来の石油火力に比べ資本費は高いものの燃料費が安いいため、稼働率が高いほど経済性を発揮する特性をもっている。

一方、電力需要の動向をみると、季節間の需要変動だけでなく、一日のうちでも昼夜間の需要格差が拡大の方向にあり、特に夏期の午後に発生する年間最大電力は尖鋭化の一途をたどるなど、このような負荷率の悪化傾向は、冷房需要など低負荷率の需要の相対的な増加によって、今後ともいっそう強まっていくことが懸念されている。

こうした状況の下で電力供給コストの低減を実現していく一つの大きなポイントは、負荷平準化の努力によって負荷率の改善を図り、原子力などの電源設備等の効率的な開発、運用を可能にしていくことであり、それが非常に大きな意味を持つことになる。

料金制度面では、先に述べた季節別料金制度の採用や、需給調整契約の拡充など、従来から負荷平準化のための各種の対策を講じてきているが、こういった指摘を踏まえ、制度面からのより一層の工夫によって負荷平準化を図っていく必要がある。

ここでは、負荷平準化のための料金制度として需給調整契約や、62年3月の料金制度部会中間報告を踏まえて導入された、季節別時間帯別電力・時間帯別電灯などについて説明する。

①需給調整契約制度

（一）需給調整契約とは

電気は貯蔵できないという特性から、電気の供給設備は負荷の重い時間に対応できるように建設し、維持、運用していかなければならない。

電気事業が安定した電力の供給が図れるよう、供給設備の建設に最大限の努力を傾注するのは当然の責務であるが、同時に、負荷の平準化によって設備の効率化を図るべく消費者の協力のもとに、電気の合理的、経済的な使用を促進することも、電力コスト軽減の観点から重要である。

需給調整契約制度とは、こうした電力使用の工夫、換言すれば、需要の調整によって供給設備の削減および有効利用を図り、それによって生じた供給原価の削減分を、調整の度合いに応じて電気料金の削減という形でお客さまに還元する制度であ

る。

この需給調整契約電力の算定は、①供給規程料金（一般のお客さまに適用する料金）の算定方法に準じて行うこと、②公平であること（需給調整契約のお客さまと一般のお客さまおよび需給調整契約のお客さま間）を基本原則としている。また、実施に当たっては、電気事業法第二十一条ただし書の規定に基づき、お客さま一軒ごとに通商産業大臣の認可を受けて適用されている。

なお、現在の需給調整契約という呼称は、かつての「特約」という名称が、何か特別扱いをしているような契約のイメージが強くなり、誤解を与えるおそれがあることから、制度の実態をより適切に示すよう、その名称を改める必要があると、昭和54年3月の電気事業審議会料金制度部会の中間報告の中で示されたことから、54年10月に改められたものである。

（二）需給調整契約の体系

現在の需給調整契約制度の原型は、昭和28年から翌29年にかけて各電力会社で採用された。その後、今日にいたるまで各電力会社の電源構成、あるいは需要構造の変貌に応じて、各社各様に制度の工夫を重ね、種々の拡充・改善が図られてきた。

各電力会社における需給調整契約制度は、供給の力の構成や産業構造といった各社の需給構造の実態に応じてその内容に若干の差がみられるが、主な制度としては年間調整契約制度、随時調整契約制度、計画調整契約制度、蓄熱調整契約制度があげられる。

a. 年間需給調整契約

（1）時間帯別調整契約

大口産業用需用と対象とし、主として尖頭時、昼間時間帯における負荷抑制や夜間への負荷移行を促進することを目的とした契約で、一日を時間帯別に区分するとともに、季節も夏季（7～9月、北海道は上期（4～9月））とその他季（夏季以外）に区分し、時間帯別にきめ細かく料金が定められている。

契約電力は、季節別、時間帯別に需給両者協議のうえ定められ、その値は一般的に尖頭時＜昼間＜夜間の順とされる。

適用に際しては、夜間率向上の義務付けや年間に達成すべき夜間率、深夜率をあらかじめ契約するとともに、実績夜間率が契約値に満たない場合には、夜間率未達補償というペナルティーが課せられている。

(ii) 負荷曲線別調整契約

大口産業用需要を対象とし、需給両者協議の上あらかじめ定めた日負荷曲線を電力会社が通告することにより、負荷を調整することを目的とした契約で、時間帯別の日負荷曲線を定め、きめ細かく料金が定められている。

b. 随時調整契約電力

主として、大口産業用需要を対象とし、電力需給に応じて負荷の調整を行うことを目的としており、おおむね次のように分類されている。

(i) 瞬時調整契約

需給緊急時に即時に大幅な負荷調整を行うことを目的としており、電力会社からの通告もしくはリレー装置によって即時にしゃ断を行う。

(ii) 緊急時調整契約

瞬時調整契約と同目的の契約であるが、負荷調整は、原則として実施の当日に電力会社からの事前通告により行われる。

(iii) 通告調整契約

瞬時調整契約と同目的の契約であるが、負荷調整は、原則として実施の前日に電力会社からの事前通告により行われる。

c. 計画調整契約制度

主として、大口産業用需要を対象とし、夏季の重負荷時(日)に計画的に負荷を低減し、これにより負荷率の向上や供給設備の効率の運用を図ることを目的としており、おおむね次のように分類されている。

なお、本制度は、平成4年度に長期の調整力を一層評価するよう制度の拡充を実施するとともに、名称を全面改正している。

(i) 夏季休日契約

大口産業用需要を対象とし、計画的に夏季の重負荷日に操業を休み、日曜日、盆休み等の軽負荷日に操業を振り替えることにより負荷を調整する契約である(新たな休日の設定による負荷抑制も対象としている。)

労働環境の変化や景気変動の影響を受けて調整力が大幅に変化することから、長期的に安定した調整力を確保するために、契約の長期化や契約継続年数に依りて割引料金を段階的に設定する等の制度拡充、変更を実施している会社もある。

(ii) 夏季操業調整契約

大口産業用需要を対象とし、大型プラントの定期検査、設備補修等を計画的に

夏季の重負荷時に行うことにより、連続して負荷を調整する契約である。

(iii) ピーク時間調整契約

業務用需要を含めた大口需要を対象とし、冷房需要の調整や昼休み時間の変更等により、夏季のあらかじめ計画した時間に毎日一定量の負荷を調整する契約である。(長時間調整可能なものは、一定期間だけでも対象としている会社もある)

他の計画調整契約と異なり、業務用需要での調整が期待できる制度となっている。

d. 蓄熱調整契約制度

空調、給湯、冷水等の熱需要を対象として、蓄熱槽とヒートポンプまたは冷凍機等を組み合わせ、昼間に使用する冷温熱を夜間に蓄熱運転することによって昼間の負荷を夜間に移行し、負荷率の改善や供給設備の効率的運用を図ることを目的としている。業務用需要に適用する業務用蓄熱調整契約と、産業用需要に適用する産業用蓄熱調整契約の2種類がある。

他の需給調整契約制度は、契約電力500kW以上の需要に限定しているが、蓄熱調整契約は、高圧電力以上で供給しているすべての需要を対象としているのが特徴であり、蓄熱技術の進展や熱需要の広がりを背景に、近年大幅に加入数が増加している。

②季節別料金制度

季節別料金制度は、夏季ピークの尖鋭化を背景とし、54年3月の電気事業審議会料金制度部会の中間報告を踏まえて、55年4月から採用された料金制度である。

この制度は、需要が集中する夏季と、その他の季節との間に供給原価の差を反映した料金格差を設けることによって、需給調整効果を期待するものであり、現在、深夜電力など一部の契約種別を除く電力需要の電力量料金に料金格差が設定されている。具体的には、毎年7月1日から9月30日までの期間を夏季とし、その期間の電力量料金は夏季以外の期間に対して10パーセント割高となっている。なお、夏季以外の期間の料金は、季節別料金制度を採らなかった場合の料金より低く設定されており、年間を通してみれば両者の料金水準は等しくなっている。

また、本制度は電灯需要には適用されていないが、それは現行の三段階料金制度が実質的に季節別料金制度的機能を有していることや、導入した場合には、料金制度がきわめて複雑化することなどの理由によるものである。

③深夜電力

深夜電力は、通常の電気需給契約が、常時24時間供給を前提にしているのに対し、タイムスイッチにより通電時間を深夜のみ（おおむね午後11時から午前7時までの8時間）に限定し、比較的低廉な料金で提供するのが特徴で、主として家庭用に使われる蓄熱式電気温水器が対象となっている。それ故に深夜電力は、深夜の需要増加をもたらし、ロードカーブの改善に大きな効果をあげている。

昭和59年7月から新たに第2深夜電力が設定・実施されているが、これは近年、電気温水器について機種が多様化、改善が進められており、その中で通電時間の短い温水器が開発されたことや、一方で電力需要の昼夜間格差が一層拡大する傾向にあり、一日のうちとりわけ午前4時頃を中心とする四～五時間、いわゆる深々夜時間帯は夜間のうちでもとくに需要が落ち込んでいることなどの実態を受けて、一層の負荷移行や負荷造成を図る観点から行われたものである。

第2深夜電力は、通電時間が深夜のみに限定されていることは、従来と同様であるが、通電時間数を深々夜時間帯である午前1時から午前6時までの5時間に限定しており、これまでの深夜電力の通電時間である8時間よりも短く、料金も深々夜時間帯の供給原価を反映して、従来の深夜電力より低位な水準に設定されている。

なお、通電制御型電気温水器に対して、料金を割引する制度についても同時に実施されてるが、これは、電気温水器に内蔵されているマイコンの機能により、通電開始時間を制御し、通電時間が深々夜時間帯に移行される点に着目して採用されたものである。

④季節別時間帯別電力

季節別時間帯別電力は、62年3月の電気事業審議会料金制度部会中間報告を踏まえ、高圧電力乙および特別高圧電力のお客様を対象に、選択制で63年1月から試行的に導入されているものである。

季節および時間帯別区分は、夏季（7～9月）、その他季、昼間（午前8時から午後10時）、夜間の二季節二時間帯（一部の会社では、夏季にピーク時を設定）と、前述した需給調整契約に比べ簡明な制度となっているが、これは、季節別時間帯別電力が、負荷移行が期待できる一般のお客さまを広く対象として試行的に導入されたためである。

⑤業務用夜間率調整契約

業務用電力は、事務所ビルや百貨店に代表されるように、一部を除き季節・時間

帯に応じた負荷調整・移行などは産業用に比べ難しいと考えられるが、可能な範囲内での負荷移行を期待し、負荷移行マインドの醸成を図ることは必要である。

このため、63年11月から導入されたのが、業務用夜間率調整契約で、契約電力が500キロワット以上の業務用電力のお客さまのうち、年間の総使用電力量に占める夜間（午後10時から翌日の午前8時）の使用電力量の比率が30パーセント以上となるお客さまを対象として、同じく選択制で導入されている、30パーセントを超過した電力量について、20パーセント低廉な料金が適用されることとしている。

⑥時間帯別電灯

家庭用需要に対する負荷平準化のための料金制度としては、すでに述べた深夜電力があるが、今後、民生用需要の高い伸びが予想されるなかであって、家庭用分野での負荷移行への積極的取組みが一層重要となってきた。このため、平成2年11月から時間帯別電灯が選択制で、試行的に導入された。

料金制度は、家庭用需要に適用するため、なるべく簡明なものである必要があり、時間帯区分は昼間（午前7時から午後11時）、夜間の二時間帯とされた。

(2) てい増料金制度

①三段階料金制度

昭和49年6月以降、従量電灯乙・丙の電力量料金に三段階料金制度が採用されている。これはナショナル・ミニマムの考え方を導入し、一ヵ月の使用電力量のうち生活必需的と考えられる最初の120キロワット時まで、次の130キロワット時（設定当初は80キロワット時）まで、およびこれを越える部分の三段階に区分して、それぞれ比較的低い料金、ほぼ平均的な料金、供給原価の上昇傾向を反映した料金が適用されるものである。このように、格差のある料金率を何段階か設け、あらかじめ設定した使用量区分に、それぞれの料金率を適用して料金を算定する方法は、わが国の水道料金においても採られており、また外国の電気料金制度のなかでも、一部で古くから採用されている。

②特別料金制度

特別料金制度とは、過去の二段階料金制をベースに、業務用電力、低圧電力、高圧電力、特別高圧電力の各契約種別の基本料金および電力量料金に適用されたもので、過去の実績に基づいて、お客さま個々に与えられた基準電力をもとにして、契約電力または使用電力量のうち、基準電力または基準電力量を越えない部分については、一般料金を適用し、基準電力または基準電力量を越える部分については、供

給原価の上昇傾向を反映した特別料金を適用するというものであった。この料金制度は、高騰する原価の実態を料金制度に適切に反映させ、合わせてエネルギーの効率的利用を図るため、昭和49年6月の料金改定から採用された。

しかし、62年3月の料金制度部会では、三段階料金制度の項でも触れたとおり、供給原価上昇傾向の大幅な緩和状況にかんがみれば、原価の実態に則しこれを料金制度に反映していくことが必要であるとしたうえで、制度の積極的緩和、とくに特別料金制度は、解消することが望ましく、お客様に対する影響等を総合的に勘案し、段階的に格差率の縮小等を図っていくことが適当である、との中間報告がなされた。

これを受けて各電力会社は、63年1月の料金改定で格差率を、それまでの25パーセントあるいは30パーセントから10パーセント（北陸電力は35パーセントから15パーセント）へ縮小し、引き続き、元年4月の料金改定で本制度は廃止されるに至っている。（北陸電力は格差率を7パーセントに縮小）

(3) 自家用発電設備に対する補給のための料金制度

前述のとおり、電気料金は電気の使用形態等を踏まえた細かな契約種別ごとに決定されているが、自家用発電設備によって電気を使用する需要家が自家用発電設備の検査、補修または事故により生じた不足電力の補給にあてるために供給を受ける電気については、自家発補給電力という契約種別が適用される。

したがって自家発補給電力は、常時は電力会社から受電せず、自家用発電設備の検査、補修等においてのみ受電するものであるという点において常時契約種別と異なり、また、その使用が臨時的であるとはいえ、事故時等その時期や時間をあらかじめ特定できないことから臨時電力ともその特性を異にする。このように、自家発補給電力は他の契約種別とその性格が大きく異なっているので、電気料金面での取扱いも他と異なったものとなっている。

自家発補給電力の料金の仕組みは概略次の通りである。

①基本料金

基本料金は、高圧電力または特別高圧電力の該当料金の10%を割増ししたものが適用されるが、全く電気の供給を受けない場合は電気を使用する場合の該当料金の10%を割増ししたものの20%とする。

②電力量料金

電力量料金は、その1月の使用電力量により、次の通りとしている。

a. 定期検査または定期補修による場合は、高圧電力または特別高圧電力の該当

料金の10%を割増ししたものを適用する。

b. a 以外の場合は、a において適用される電力量料金の25%を割増ししたものを適用する。

産業用需要については、大規模な需要家を中心に、生産工程上発生するプロセス蒸気、廃熱、副生ガス等の有効利用を目的として、自家用発電設備が設置されてきた。こうした需要家の自家用発電設備の検査、補修、または事故により生ずる不足電力の補完用の料金制度として、従来から、供給規程において、自家発補給電力が用意されていた。

一方、民生用需要についても近年、ホテル、事務所等において、自家用発電設備により発電を行い、その排熱を空調・給湯用として利用するシステム、いわゆるコージェネレーションシステム等の自家用発電設備が増加し、これら業務用分野の自家用発電設備の検査、補修または事故により生ずる不足電力の補給にあてるための料金制度を設定する必要が生じてきた。

このような状況を踏まえ、昭和61年8月に9電力会社において、業務用自家発補給電力が設定され、現在に至っている。

出典：「市民の新電気料金」電気料金問題研究会編著（電力新報社）

平成3年3月25日

「電気供給規程の理論と実務」電気供給規程研究会編著（日本電気協会）

平成4年9月24日

VI. 分散型電源（自家発）からの余剰電力の購入

電力各社は、平成4年3月末、自家発からの余剰電力購入基準を発表し、平成4年4月から実施している。

これはいままで述べた、供給規程に基づく販売時の電気料金の仕組みとは性質を異にするものであるが、概略つぎのとおり。

1. 購入基準の考え方

(1) 太陽光・風力発電

できるだけ協力する観点から、今後の技術開発により商用化が図られるまでの間、お客様へ販売する電力量単価により購入。

(2) 廃棄物発電

電力会社の火力発電コストを目安とした評価により購入。

① 安定的なもの

- ・ 平日昼間時間帯・・・「火力発電燃料費相当」＋「火力発電固定費相当」の評価
- ・ その他の時間帯・・・「火力発電燃料費相当」の評価

＊「安定的」の条件の例（次の a， b をともに満たすもの）

- a. 昼間時間帯（休日等を除く午前 8 時～夜 10 時）において余剰電力の平均が 1,000 kW 以上、または余剰電力の変動が 20% 以内
- b. 3 年以上の安定供給が保証されるもの

② 「①」以外の場合

- ・ 「火力発電燃料費相当」の評価

(3) 燃料電池、コージェネ等

廃棄物発電に準じた評価により購入。

2. 電力各社の購入単価

(円/kWh)

太陽光発電・風力発電 (一般家庭 (= 従量電灯) の場合)			廃棄物発電・燃料電池・コージェネ等			
			安定的なもの		それ以外のもの	
			平日昼間	そ の 他	平日昼間	そ の 他
北海道	一律 2 段料金を適用	(28.06)	9.90	4.40	6.50	4.40
東 北	〃	(25.28)	10.00	4.40	6.30	4.40
東 京	3 段料金から適用	(26.32 → 23.85 → 17.80)	12.50	4.20	6.60	4.20
中 部	〃	(24.79 → 22.54 → 16.59)	10.70	4.50	5.90	4.50
北 陸	一律 2 段料金を適用	(24.25)	9.70	4.20	6.20	4.20
関 西	〃	(25.39)	11.00	4.50	6.40	4.50
中 国	〃	(27.89)	10.30	4.50	6.10	4.50
四 国	〃	(26.69)	9.60	4.10	5.90	4.10
九 州	3 段料金から適用	(27.40 → 24.90 → 18.73)	10.80	4.70	6.20	4.70
沖 縄	一律 2 段料金を適用	(25.34)	10.00	4.70	6.40	4.70

注：2 段料金，3 段料金については、V，2，(2)，① 三段階料金制度の項参照

1.1.2 都市ガス

I. 料金決定原則と料金算定

1. 料金決定の3原則

ガス事業法は第1条において、法の目的として「ガス事業の運営を調整することによって、ガスの使用者の利益を保護し、及びガス事業の健全な発達を図る」ことを規定し、さらに同法17条でガス料金のあり方を定めており、この中で、いわゆるガス料金決定の3原則が示されている。

(1) 原価主義の原則

ガス事業法ではガス料金について「料金が能率的な経営の下における適正な原価に適正な利潤を加えたものであること」と定めている。この考え方は、「総括原価主義」とよばれ、この総括原価と料金収入とが一致するように、ガス料金を設定しなければならない。また、実際のガス料金は需要群毎に設定されており、需要群毎の使用条件の差異に基づく原価の差を、ガス料金に公正に反映させる「個別原価主義」もあわせて求められている。

(2) 公正報酬の原則

ガス事業を円滑に遂行するためには一定の報酬を担保する必要がある、公正な事業報酬が総括原価の要素として料金原価に織り込まれている。適正利潤（事業報酬）の決め方としては、事業者の実態に応じて算定した支払利息額、配当金、利益準備金の合計を報酬額とする「積み上げ方式」がかつては採用されていた。現在ではガス事業の運営に真に必要な「有効かつ適正な投資額（レートベース）」に公正な報酬率を乗じて求めるレートベース方式が適用されている。この方式では事業資産の価値によって報酬額が客観的に決定されるので、事業者は与えられた報酬額の枠内において利息、配当金、利益準備金を確保せねばならず、この面から資金調達上の創意工夫へのインセンティブを事業者に与えることができる。

(3) 需要家に対する公平の原則

適正な原価により同一需要種別毎に定められた料金は、どの需要家にも不当に差別的に取扱うことなく一律に適用されるべきことをいう。この公平性とは「あくまで実質的な公平を意味し、正当な理由に基づいて、料金、その他の供給条件に合理的な差別を設けることまでも否定するものではない。」（ガス事業法解釈例規集）とされている。すなわち公平の原則は原価主義を厳正に貫くことによって確保され、また、需要家に対する公平の原則を遵守することによって原価主義そのものが適正に運用され

ることとなる。

2. 料金算定プロセスとガス料金実施までの手続き

(1) ガス料金の算定

具体的なガス料金の設定は、以下の手順で行われる。

①基本計画の作成

ガスを生産し供給するのに必要な原価を算定するために、その前提となるガス販売計画、ガス生産計画、設備計画、人員計画等の諸計画を作成する。

②総括原価の算定

基本計画に基づき、「ガス料金算定要領」（昭和32年2月5日付け通産省の通達）の考え方に沿って、原材料費、労務費、修繕費、その他経費、減価償却費、事業報酬、控除項目（収入）などを会計勘定科目別に算定する。

③個別原価の算定

総括原価を各需要種別の原価に配分することを「個別原価計算」という。「個別原価計算」は、勘定科目毎に積算されている総括原価を、費用の発生要因別に組替えを行い（この手順を「機能別原価」の算定という）、これを需要の負荷の特性を反映した適切な配賦基準により需要種別に配分することによって算定される。（完

全配賦原価）

④料金表の作成

①～③によって算定された需要種別の原価に基づき、それぞれの料金表を作成する。

(2) ガス料金実施までの手続き（供給規程料金）

ガス料金実施までの手続きは図1.1.2-1の通りであり、ヒアリングや監査、公聴会等を経た上で申請内容が妥当と認められてはじめて認可される。

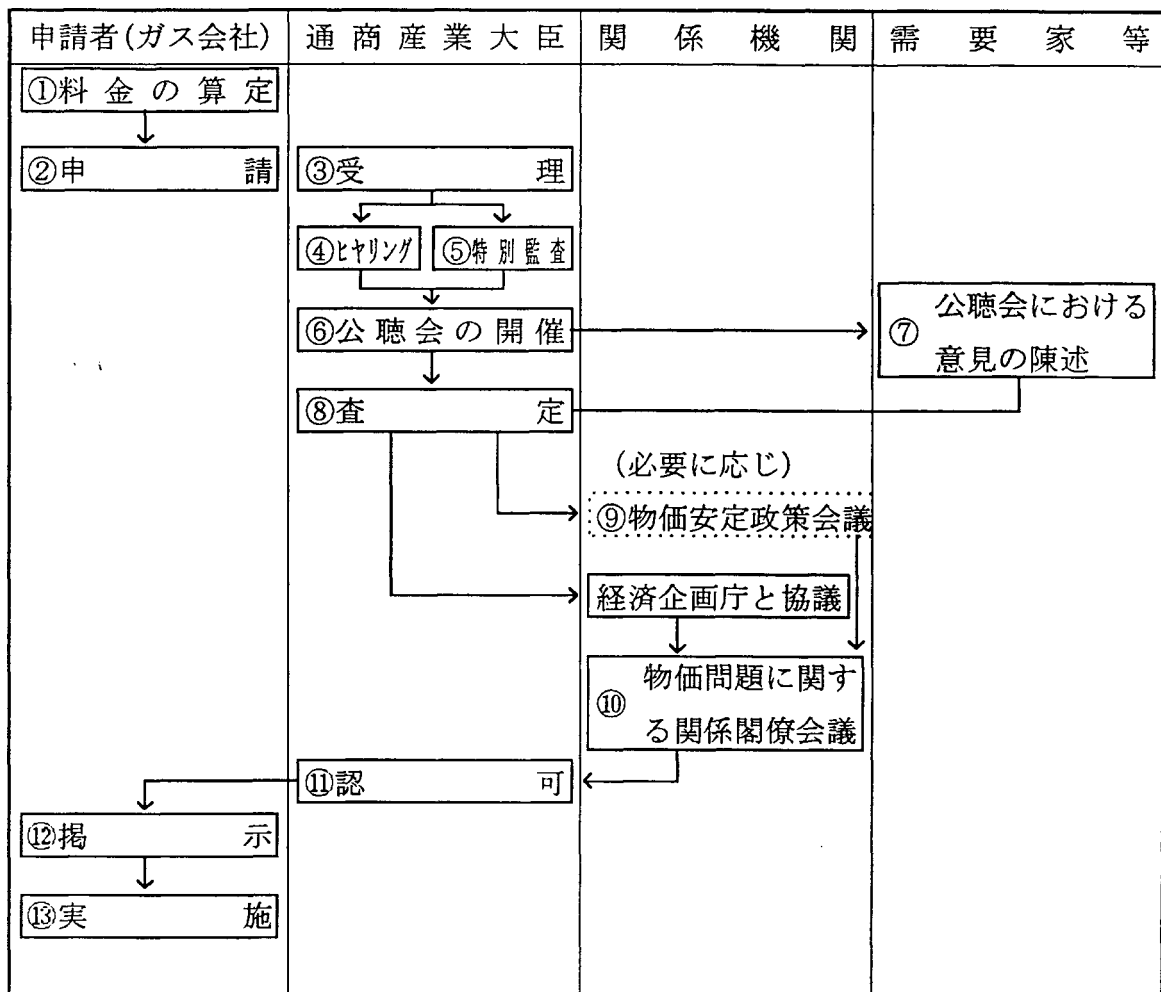


図1.1.2-1 料金改定実施までの手続き

(参考) 図は、大手3社の場合の取扱である。経企庁との協議等の取扱については、下記のとおり、ガス事業者に応じて差がある。

- ① 6大都市に係るもの（東京、大阪、東邦）物価問題関係閣僚会議付議
- ② 需要家戸数15万以上の都市に係るのもの（西部、広島、北海道、仙台市営、北陸）事前協議
- ③ 需要家戸数10万以上の都市に係るもの（京葉、日本）事前連絡
- ④ その他 事後連絡

注1. 47.7.20物価担当官会議申合せによる。

2. ①については、物価安定政策会議（経企庁長官の諮問機関）に付議されることが通例。

Ⅱ．都市ガスの料金制度

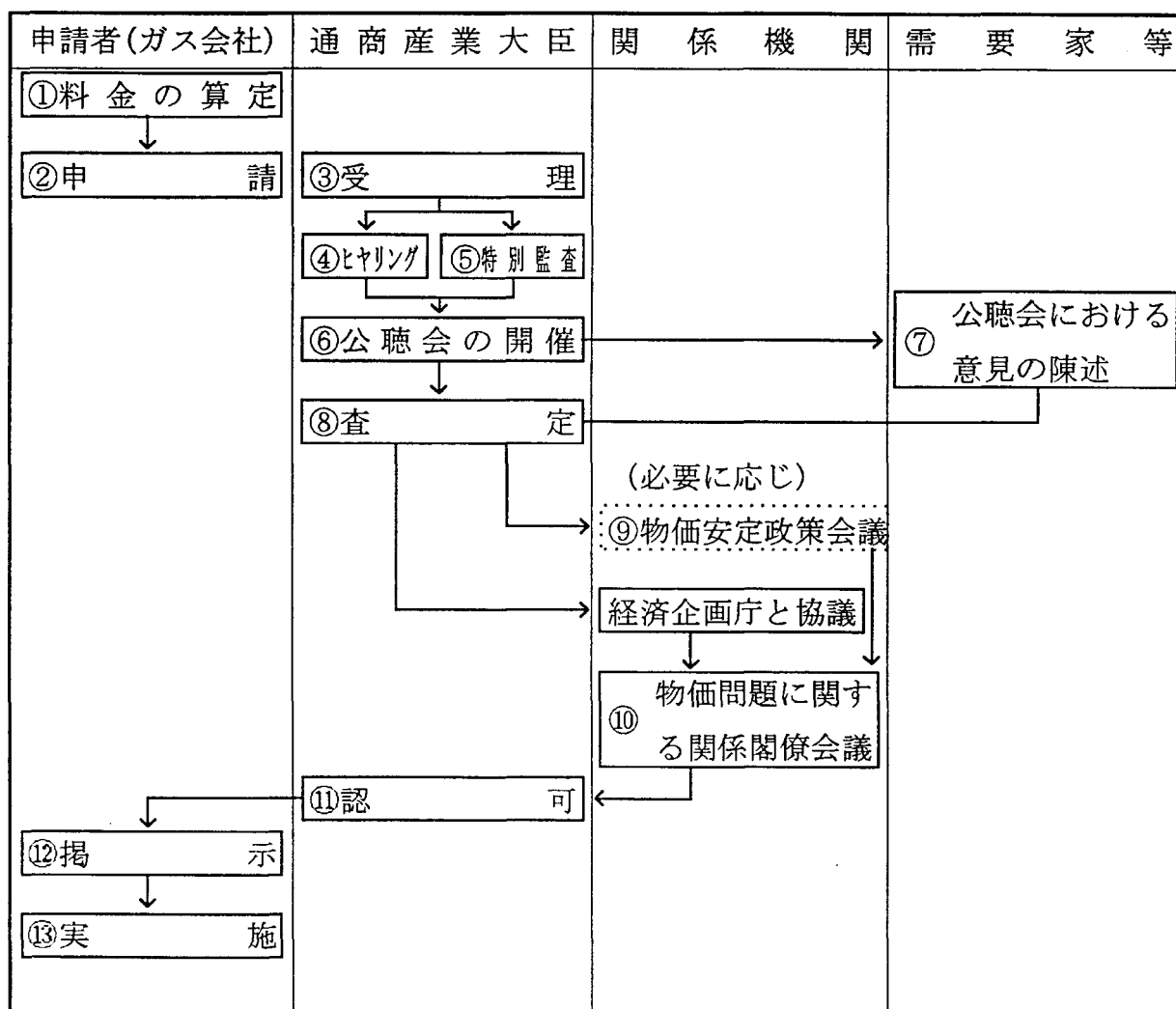
1．都市ガス料金の決定要素

(1) 都市ガスの原価構成

以上述べてきたように、都市ガス料金の単位当りの平均料金水準は、公正報酬率規制に基づく総括原価により決定され、需要種別の料金水準は完全原価配賦方式による個別原価計算によって決定される。このように、現行の都市ガス料金規制は公正報酬率規制と完全原価配賦方式を基本的な枠組みとしている。

LNGを原料とした製造・供給体制における費用構成要素とその発生要因を見ると表1.1.2-1の通りである。

表1.1.2-1 都市ガス事業の費用（原価）の作成



(2) 負荷特性による料金水準の差

これらを発生要因からみると、以下の四類型に分けることができる。

- ①主に年間のガス送出量に応じて決定される費用
- ②主に冬期（12月～3月）のガス送出量に応じて決定される費用
- ③主にピーク時間当りのガス送出量に応じて決定される費用
- ④主に需要家件数に応じて決定される費用

都市ガス製造・供給設備の設備稼働率が高まるほど都市ガスの単位供給量当りガス原価は低くなるが、都市ガスの原価構成からわかるように、設備の稼働率は都市ガス需要の季節的・時間的変動や需要家1件当り需要量などの負荷特性により影響を受ける。都市ガスの原価水準、料金水準の決定要素として特に重要な負荷特性は以下の3つである。

表1.1.2-2 負荷特性と定義式

負 荷 特 性	定 義 式
季 節 負 荷 率	$(\text{年間需要量の1か月平均}) \div (\text{冬期の1か月平均需要量})$
設 備 稼 働 時 間	$(\text{年 間 需 要 量}) \div (\text{1時間当り最大ガス流量})$
1 件 当 り 需 要 量	$(\text{年 間 需 要 量}) \div (\text{需 要 家 件 数})$

これらの負荷特性の良好な需要ほど単位当りの料金水準が低くなる。したがって、例えば家庭用需要と大口産業用需要とを比較すれば、大口産業用需要は家庭用需要よりも季節変動が極めて小さく設備稼働時間も非常に長い良負荷需要であり、1件当り需要量も格段に大きいことから、料金水準が家庭用よりも低くなっている。

2. 一般料金の体系

我が国の都市ガス料金は、供給規程料金（一般料金）と負荷調整契約料金の二種類に大別される。供給規程料金はガス事業法第17条に基づき認可される供給規程に定められる料金、負荷調整契約料金はガス事業法第20条ただし書きに基づき認可される料金である。

このうち、一般料金で採用されている料金体系には、最低責任使用量付区画別逓減料金制（最責付ブロック料金制）と複数2部料金制とがある。大手4社および地方事業者10社が複数2部料金制を採用し、それ以外の230事業者は最責付ブロック料金制

を採用している。

(1) 最責付ブロック料金制

ガスメーターの大きさに応じて最低責任使用量を定め、その範囲では料金を定額とし、それを超える使用量については使用量に応じて単位料金を通減させる料金体系。この料金体系は使用量の大きな部分ほどより安い単位料金の適用を受けるので良好な負荷の需要を獲得でき、また最低責任使用量の料金収入でサービス提供に必要な費用を回収できるという利点がある。その反面、特に最低責任使用量部分の料金と原価との対応関係が不明確という指摘を受けていた。

表1.1.2-3 最低責任使用量付き区画別通減料金制

(最低料金)	0 ～ 8 m ³	690円	昭和53年大阪ガス 一般料金（早収） 供給ガス：6C (4,500Kcal)
～m ³ まで	～ 400m ³	48.53円/m ³	
	～ 800m ³	48.18円/m ³	
1m ³ につき	～8,000m ³	47.58円/m ³	

表1.1.2-4 最低責任使用量付き区画別通減料金制

0 ～ 7 m ³	690円	昭和53年東京ガス（東京地区等） 一般料金（早収） 供給ガス：6B (5,000Kcal)
～ 360m ³	49.75円/m ³	
～ 720m ³	49.42円/m ³	
～7,200m ³	48.84円/m ³	
～7,200m ³	47.64円/m ³	
7,200m ³ 超	45.56円/m ³	

(2) 複数2部料金制

使用量を基準として複数の需要群に区分し、それぞれ毎に基本料金と従量料金を設定する料金体系。使用量の多寡に関係なく基本料金と従量料金が一定である単一2部料金と比較し、複数2部料金制では使用条件の差による原価差がより料金に反映される。なお昭和63年の導入に際して、その前の単一2部料金導入時と同様、少量需要区分の基本料金が据え置かれ、原価との対応関係に歪みを残したままとなっている。

表1.1.2-5 複数2部料金

料金表の種類	1か月の使用量	基本料金	従量料金
料金表A	0 m ³ から 25m ³ まで	690円	138.42円/m ³
料金表B	25m ³ から500m ³ まで	1,165円	119.42円/m ³
料金表C	500m ³ をこえる場合	6,410円	108.93円/m ³

現行大阪ガス一般料金（早収）

供給ガス：13A（11,000Kcal）

表1.1.2-6 複数2部料金

A	同 上	690円	127.29円/m ³
B	同 上	1,170円	108.09円/m ³
C	同 上	6,890円	96.65円/m ³

現行東京ガス（東京地区等）一般料金（早収）

供給ガス：13A（11,000Kcal）

3. 負荷調整契約制度

（1）負荷調整契約制度の趣旨

1で述べたように、ガス需要の負荷と原価の関係は、ガス需要の季節的格差が少ないほど、設備稼動時間が長いほど、1件当り使用量が多いほど単位当り原価が低減する構造にある。仮に、ある一つの需要に対するサービスだけを提供しているガス事業者間で比べた場合、夏冬の季節格差、日間の時間格差が小さい需要を持つガス事業者の方が、より小さいガスの製造・供給設備ですみ、設備が効率的に使われ、その結果平均原価が低くなることがわかる。

実際のガス事業では、図1.1.2-2に示すようなガス供給方式によって複数の負荷の異なった需要群にガスの供給を行っているが、より負荷の良い需要のウエイトを高めることにより、全体の負荷が改善されることが明らかである。負荷調整契約制度は、一般需要と比較して格段に大規模で良好な負荷を持つ需要を創出し、ガス事業全体の負荷変動をできるかぎり平準化し、設備全体の有効利用を高めることによってガス原価抑制を図る見地から運用されている制度である。

当制度については昭和62年の都市熱エネルギー部会答申でも、柔軟かつ積極的な活用を更に進めるべきであると指摘されている。

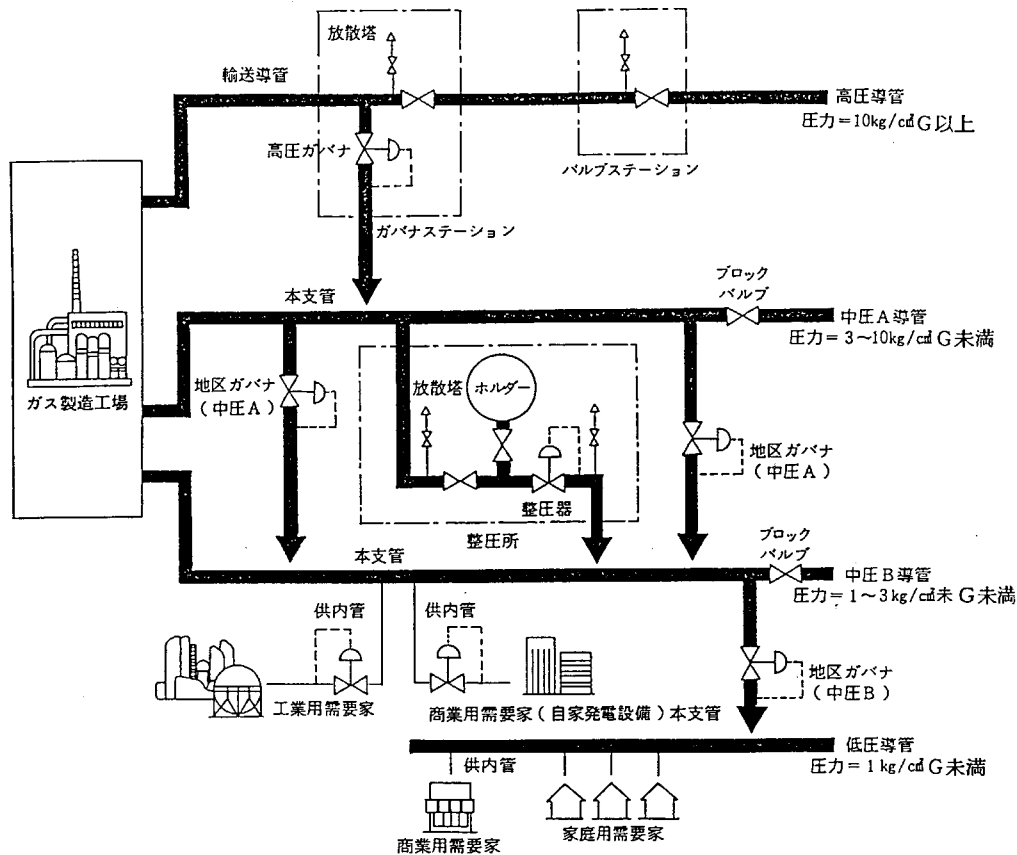


図1. 1. 2-2 都市ガス供給モデル系統図

(2) 負荷調整契約制度の運用

負荷調整契約はガス事業法第20条ただし書きの規定に基づき認可される。ガス事業法第20条ただし書きは、ガス事業者に特別の事情がある限り、供給規程以外の供給条件によるガスの供給を認めるもので、負荷調整契約は、良好な負荷の需要の創出による平均原価の引下げという主旨が「特別の事情」にあたるとされ、供給規程によらない供給条件として認められているものである。実際の適用にあたっては、法律を補完する「通達」の形で具体的な基準が定められ、これに従って運用されている。

(3) 負荷調整契約の現状

負荷調整契約料金の算定方法は、供給規程料金の算定方法に準じて原価計算を行うこと、適正な報酬を含むこと、公平であること（負荷調整契約需要家と一般需要家間、負荷調整契約需要家間）、を基本原則としている点では供給規程料金と変わりはない。

料金体系としては、定額基本料金、流量基本料金、契約昼夜間基本料金、従量料金の4部料金が一般的である。この4部料金は一般料金（供給規程料金）に比べて複雑な体系であるが、原価をより忠実に料金に反映させるために採用されている。

現在大手事業者を中心に運用されている負荷調整契約には、時間帯別契約、空調用契約、高負荷中圧専用需給契約がある。

①時間帯別契約

ガス需要の特性から生じる負荷変動（季節負荷変動、時間負荷変動）の平準化を図ることを目的とした制度であり、冬期ピーク時からオフピーク時への負荷移行、また昼間から夜間への負荷移行を図ることを趣旨としている。主な適用対象はボイラー、加熱炉などの産業用・業務用需要である。

a 時間帯別 A 契約

冬期（12月～3月）の午後6時～午後9時の使用量制限（1日の使用量の20%以下）、その担保のため流量調整装置を有する機器であること、年間負荷率条件（75%以上）が適用条件となっている。昭和59年10月に導入され、主として業務用のボイラー等の需要に適用されている。

b. 時間帯別 B 契約

1時間当たり最大使用量、流量倍率（設備稼働時間）、月平均使用量、年間負荷率に条件が設定されているほか、年間契約量の70%以上を引き取ることが定められている。昭和51年10月に導入され、大口業務用や産業用のボイラー、加熱炉、溶解炉等の需要を中心に適用されている。

c. 時間帯別 C 契約

適用条件として1時間当たり最大使用量、流量倍率、年間負荷率、年間引取量に加え、冬期の尖頭負荷時間帯（午後5時～午後10時）の使用量制限（1日の20%以下）や冬期の1日当たり最大調整量（供給削減量）条件（昼間使用量の30%以上）が適用される。また供給圧力が中圧以上に限られ、さらに冬期に供給削減に応じられる需要であることが適用条件である。昭和53年1月に導入され、時間帯別 B 契約適用需要よりもさらに規模の大きな産業用ボイラー需要等に適用される。

②空調用契約

オフピーク時間帯の需要創出により負荷変動の平準化を図ることを目的としている。主にビル冷房用・暖房用需要に適用されている。

a. 空調用夏期契約

4月～10月の冷房用需要を対象とする契約であり、空調用熱源機のエネルギー源としてのガス需要に適用される。昭和51年10月に導入された。

b. 空調用 A 契約、空調用 B 契約

年間を通じた空調用需要を対象とする契約であり、空調用熱源機のエネルギー源としてのガス需要に適用される。適用に際しては流量倍率、年間負荷率、年間引取量の条件が課されるほか、空調用 B 契約は供給圧力が中圧以上に限られる。空調用 A 契約は昭和63年 1 月、空調用 B 契約は昭和61年 6 月に導入された。このうち空調用 B 契約は空調用 A 契約よりも規模の大きな空調需要に適用される。

c. 小型空調機器専用需給契約

ガスエンジンヒートポンプ方式および小型吸収式のエネルギー源としてガスを使用する空調機器を対象とする。平成元年 4 月に導入され、業務用の小規模空調需要を中心に適用件数が拡大している。

③高負荷中圧専用需給契約

L N G の導入促進を図る観点から新たな料金制度の必要性の提言を行った昭和54年 3 月の都市熱エネルギー部会答申を受けて、昭和55年 4 月の料金改定に際して導入された制度。L N G 導入による脱石油・石油代替への寄与、良負荷・大量需要の獲得による設備稼働率の向上、およびそれによる全体の平均費用の引下げ、一般需要家の負担軽減を図る目的で運用されている。（なお、制度の名称が当初の「産業用 L N G 契約」から昭和63年 1 月に「高負荷中圧専用需給契約」に変更された。）

高負荷中圧専用需給契約の適用に際しては、3 年間以上の長期引取保証があること、契約年間引取量が契約年間使用量の90%以上であること、年間負荷率が90%以上であること、契約年間使用量が100万 以上であること、事故などの緊急時に一般需要家に先 んじて供給カットに応じること、という厳しい条件が適用される。

高負荷料金は個別需要家毎の供給条件に対応した原価に基づいて個別に設定される。また、一般需要家への悪影響を避けるために、原料である L N G 価格の変動に応じて料金が変動する原料費調整条項が適用されている。

Ⅲ. その他

ガス事業法の改正について、平成 6 年 1 月28日に通産相の諮問機関、総合エネルギー調査会の都市熱エネルギー部会で次のような提言がなされた。

「当面年間200万立方メートル以上(11, 000kcal / m³換算)の大口需要については、現行の料金認可制を改め、当事者間の自由な料金設定方式の導入を促す。また、需要家のエネルギー選択の機会拡大、供給者の新たな事業機会の創出というニーズを踏まえ、大口需要向けガス供給について、供給区域を設定しなければ事業を行えない従

来の事業規制を緩和することを求めた。そのため、一般ガス事業者以外の事業者も供給区域を設定せずに、事業に参入する方策や、供給区域が設定されていない地域、および他の一般ガス事業者の供給区域内でも供給を行うことができる方策が適当だとした。」

1.1.3 石油

石油製品は、原油から同時に一定割合で生産される連産品で、各製品はそれぞれ特定の需要分野を有し、独立の市場を形成している。

連産品である結果として、各製品別に原価を一義的に確定することは困難であるため、一般に総合原価主義を採用して、各製品の原価を算出している。総合原価の構成要素の主なものとしては、原油のCIF価格、関税、石油税、精製費、精製費、備蓄費、販売管理費、輸送費等が挙げられる。

なお、各製品原価の算出に当たっては、連産品であることから、製品の市価によって原価が按分されるため、1975（昭和50）年12月に設定された標準額が、その原価に影響を与える結果となっている。

石油製品の販売価格には、このほか、精製のための自家燃料、輸入石油代金支払いのための金利負担、精製元売り会社の利益、石油製品販売企業の諸経費、マージン、ガソリン税、軽油引取税などの石油消費税、一般の消費税等が含まれる。

1.2 関連法規

コージェネレーションシステムを導入する場合、適切な計画・建設および運用等を行うためには種々の法規制の適用を受ける。コージェネレーションシステムは近年急速に普及しだした比較的新しい設備であることから、関連法規も未整理のまま多岐にわたっている。その状況を図1.2-1に示す。

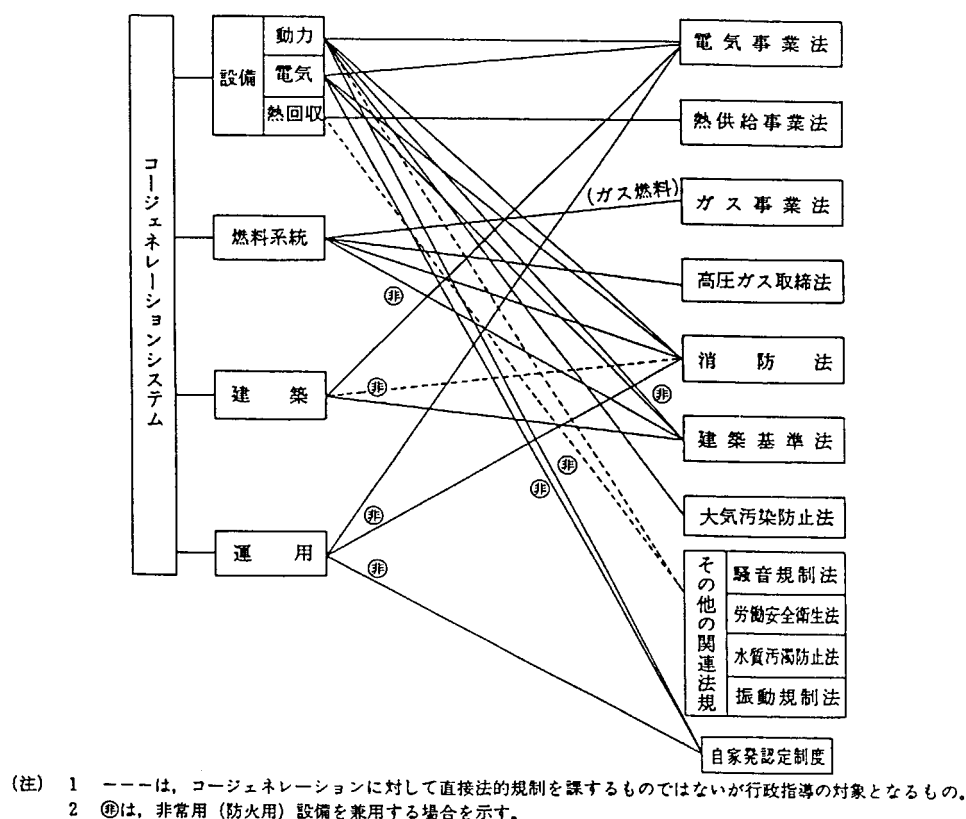


図1.2-1 コージェネレーション関連法規と規制対象

図1.2-1 からわかるように、その法規制は必ずしもコージェネレーションシステム用として確立されてなく、また規制内容も大容量機を対象としたものが多い。

このことから、昭和61年5月29日に報告された「コージェネレーション運営基準検討委員会報告書」をもとに資源エネルギー庁を中心として関係部門がコージェネレーションシステム普及の観点から法規の見直しを逐次実施し、規制の緩和を行うとともに主に環境保護のため、一連の規制等も新たに加えられた。

一方、今回のセラミックガスタービンに関しては、特にセラミックの部分について

の試験方法をはじめとして基準、規制が存在せず、今後、他のものと整合を図りつつそれらの整備、確立が望まれる。

1.2.1 電気事業法

(1) 法体系

この法律は、主として事業認可や料金認可等の電気事業に対する事業規制と、発電所、変電所、需要設備等の電気工作物の保安確保のための規制を内容としており、コージェネレーション設置者は、主に自家用電気工作物としての規制を受ける。コージェネレーションシステムにおいて発電をとまなう場合は、最も関係の深い法律となる。

同法の法体系は、図1.2-2 のようになっているおり、そのうち、コージェネレーションシステム関連は自家用電気工作物（自家用の発電所）として以下のような規制を受ける。

- ・ 工事計画の認可等（電気工作物の維持、技術基準適合等）
- ・ 検査（使用前検査、熔接検査、定期検査等）
- ・ 運転および保守管理（保安規程、定期検査、立入検査等）
- ・ 主任技術者の選任

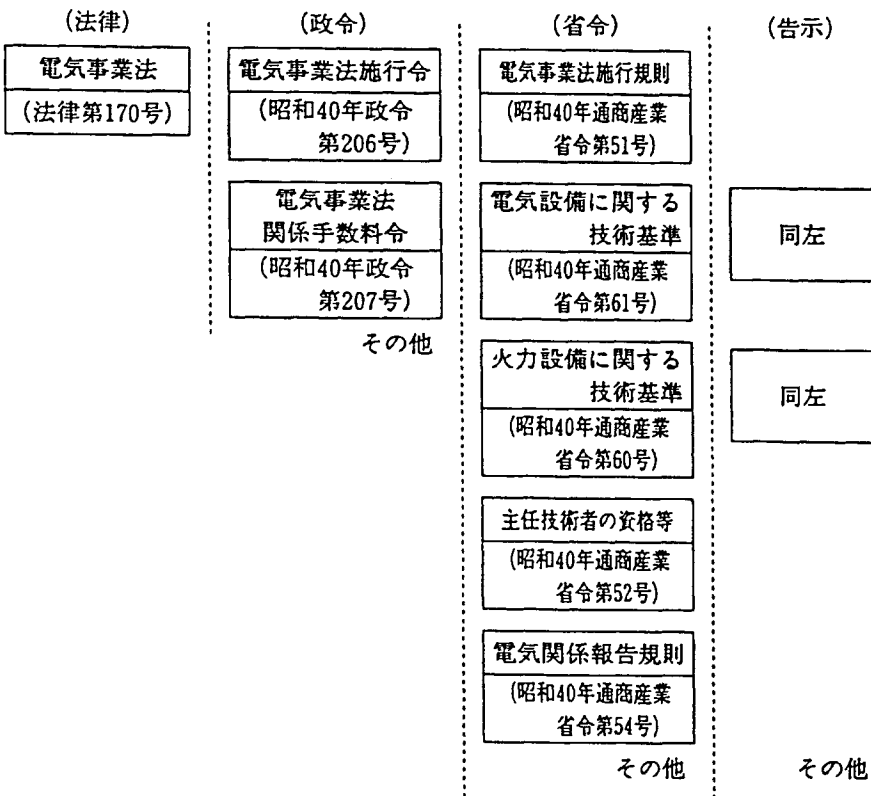


図1.2-2 電気事業法関連の体系

これらの主要条文は、表1.2-1 に示すとおりで、この内、技術基準は電気工作物の工事計画認可の基準および検査の合格基準であるとともに、電気工作物の維持基準である。

なお、一般電気事業者以外の者の電気供給は原則的に認められていないが、ある条件を

満たせば後述のように電気事業法第17条1項いわゆる特定供給の許可申請が行える。

表1.2-1 コージェネレーションと電気事業法

項 目	電 気 事 業 法
導 入 お よ び 設 計	法66条（自家用電気工作物） 施規66条（※1） 法74, 48条（準用－電気工作物の維持） 火力技術基準省令・告示（※2） 電気技術基準省令・告示（※3） 溶接技術基準省令（※4） 法49条（技術基準適合命令）
許 認 可 等	法70, 71条（工事計画） 施規70～72条（※1） 法17条第1項（特定供給）
検 査	法74, 43, 44条（準用－使用前検査） 施規73条（※1） 法46条（溶接検査） 施規44, 45, 47, 49, 51, 52条（※1）
運転および保守管理	法72条（主任技術者） 施規77～80条（※1） 法74, 57条（準用－主任技術者の義務） 法74, 52条（準用－保安規程） 施規76条（※1） 法74, 47条（準用－定期検査） 施規74条（※1） 法107条（立入検査）

- (注) ※1 電気事業法施行規則（昭和40年通商産業省令第51号）
 ※2 発電用火力設備に関する技術基準を定める省令（昭和40年通商産業省令第60号）
 ※3 電気設備に関する技術基準を定める省令（昭和40年通商産業省令第61号）
 ※4 電気工作物の溶接に関する技術基準を定める省令（昭和45年通商産業省令第81号）

（2）主任技術者の選任

本法では、自家用電気工作物を設置しようとするものは、その工事、維持および運用に関する保安の監督をさせるため、通商産業省で定めるところにより主任技術者免状の交付を受けている者のうちから主任技術者を選任し、通商産業大臣（一般的には所轄通商産業局長、以下同じ）に届け出なければならない。したがって、選任された者は、自己の責任範囲内のすべての電気工作物の保安の監督を行うことになる。

しかし、昭和63年5月2日付、通商産業省告示191号、192号により不選任制度が設けられ、500kW未満の発電所については指定機関による業務委託が認められることになった。

(3) 特定供給

電気事業は、電気が一般国民の生活や産業にとって不可欠なことから、公益事業の中でも公共性が高い事業とされ、制度的に地域独占が容認されている。反面、これらに対する種々の公益事業規制も課せられている（法第4条、第18条）。

一般電気事業者以外の者の無秩序な電気の供給事業を規制することにより、電力設備の重複を避け、電力の供給秩序を維持する観点から、

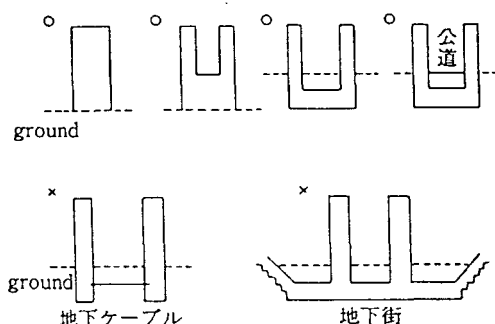
- ・同一地方公共団体の他部門への電気の供給
- ・出資等により密接な関係を有する者に対する電気の供給
- ・コンビナートの構成会社相互間のように、生産工程等において密接な関係を有する者相互間における電気の供給
- ・自己の社宅に対する電気の供給

に該当するものが、いわゆる特定供給（法第17条）の許可申請が行えるものとされたが、現状では十分な適用がなされていない。さらに、昭和62年11月1日の資源エネルギー庁公益事業部開発課長通達（「電気事業法第17条第1項の許可申請について」62公開第8号）により、一の建物の所有者が当該建物内の需要に応じて行う電気の供給についても同様の許可申請が行えるとした。一の建物の概念を図1.2-3に示す。

〈定 義〉

建物構造ならびに使用実態において、一体性をなす建物単位。

仮に複数の棟が、地上もしくは地下で連結されている建物については、連結部分が、もっぱら各棟間の通行の用に供される等、各棟の利用上必要不可欠な場所に限定し、地下街等公衆の通行の用に供されるものは除くものとする。



(出典) 分散型電源系統連系技術指針 (社)日本電気協会

図1.2-3 「一の建物」の概念

したがって、資本的、人的関係のない場合でも、一の建物内であれば、通商産業大臣の許可を受ければ特定供給が可能となった。

なお、平成元年11月16日付資源エネルギー庁公益事業部開発課需給班事務連絡（「電気事業法第17条第1項の許可申請について」元公開第11号）により、所有者の概念が緩和され、下記の条件を満足すれば「建物一括運営管理者」でも電気事業法第17条第1項の許可申請が行えるようになった。

建物一括運営管理者の条件

a. 当該建物の運営・管理を一括して行っていること。

建物を一括運営・管理しているとは、次のいずれにも該当する場合をいう。

- ・所有者から、建物全体を賃借していること。
- ・所有者から、動力、防災面等の管理を含め、建物全体の運営・管理を全面的に任されていること。
- ・すべてのテナントとの賃貸契約の当事者であること。

b. 一般電気事業者から一括受電を行い、各使用者に配電していること。

（４）系統連系技術要件ガイドライン

自家用発電設備を電力系統に連系する場合の技術要件として、昭和61年5月のコージェネレーション運営基準検討委員会の報告に基づき、昭和61年8月に通商産業省資源エネルギー庁公益事業部長通達として「コージェネレーション設備等の系統連系に関する技術要件ガイドライン」が通知された。

その後、数回にわたり技術要件の緩和および追加等が行われ現在の設備状況は、表1.2-2のとおりである。また、その概要は、表1.2-3に示す。

なお、昭和61年8月に策定された「コージェネレーション設備等の系統連系に関する技術要件ガイドライン」に対して、日本コージェネレーション研究会から「コージェネレーションの系統連系技術要件ガイドライン解説書」が発刊されていたが、これを発展的に継承するものとして平成4年5月30日に社団法人日本電気協会より「分散型電源系統連系技術指針（JEAG9701-1992）」として発刊され、その後、系統連系技術要件ガイドラインの整備、改正に対応し、平成6年1月31日に改訂版（JEAG9701-1993）が発行されている。

表1.2-2 系統連系技術要件ガイドラインの整備状況

商用系統の種類		逆潮流の有無	
		無 し	有 り
特別高圧送電線	回転機	昭和61年 8 月作成	
	直流発電設備	平成 2 年 6 月作成	
スポットネットワーク配電線	回転機	平成 3 年10月作成	ネットワークの特性上逆潮流はしない。
	直流発電設備		
高圧専用線	回転機	昭和61年 8 月作成	
	直流発電設備	平成 2 年 6 月作成	
高圧一般配電線	回転機	昭和61年 8 月作成	平成 5 年 3 月作成
	直流発電設備	平成 2 年 6 月作成	
低圧配電線	直流発電設備	平成 3 年 3 月作成	

(注) 回転機：回転機を用いたコージェネレーション等の自家用発電設備

直流発電設備：直流自家用発電設備で逆変換装置を介して電力系統と連系される自家用発電設備

(出典) 分散型電源系統連系技術指針 (社)日本電気協会

(5) 自家発補給電力について

コージェネレーションシステムは、定期点検・補修時または事故時に備え、一般電気事業者からの自家発補給電力を確保することが必要となる場合がある。

このため、産業用には「自家発補給電力」、業務用には「業務用自家発補給電力」という制度が設けられている。

(6) 分散型電源からの余剰電力購入について

電気事業連合会は、平成4年1月22日付「新エネルギー等分散型電源からの余剰電力購入について」にて太陽光発電、風力発電ならびに燃料電池発電および廃棄物発電等の自家用発電からの余剰電力の購入について発表し、環境にやさしいこれらの発電の普及促進に協力するむね述べられている。

これを受けて電力各社は、独自の連系条件および電力単価を定めて公表した。その電力単価については、前掲の表のとおりである。

表 1.2-3 系統連系技術要件ガイドラインの概要

格付項目	技術的要件	設 備		対 策	
		高圧配電系統	低圧配電系統	特別高圧送電系統	低圧配電系統
1. 接続容量	○ 自家用発電設備の運転により系統の設備能力に余裕を有すること ○ 系統電圧を適正範囲に維持すること ○ 配電系統の電圧が 101±6 V、202±20 V 送電系統、SNW系統の場合： 変動幅が±1～2%程度 ○ 送電系統、SNW系統の場合： 変動幅が±1～2%程度 ○ 送電系統、SNW系統の場合： 変動幅が±1～2%程度 ○ 送電系統、SNW系統の場合： 変動幅が±1～2%程度	原則として2,000kW未満 逆潮流なし	原則として10,000kW未満 逆潮流なし	逆潮流あり	逆潮流なし
2. 電圧変動	○ 系統電圧を適正範囲に維持すること ○ 配電系統の電圧が 101±6 V、202±20 V 送電系統、SNW系統の場合： 変動幅が±1～2%程度 ○ 送電系統、SNW系統の場合： 変動幅が±1～2%程度 ○ 送電系統、SNW系統の場合： 変動幅が±1～2%程度	自動負荷遮断装置の設置（左記対策が不可能な場合は、配電線の増設または専用線） 同期発電機：制動抵抗付きの使用。 自動同期検定装置の設置 送電線：限流リアクトル等の設置（左記対策が不可能な場合は、配電線の増設、専用線または同期発電機の設置） 自動式逆変換装置：自動的にとれる機能のものを使用 他動式逆変換装置：限流リアクトル等の設置（左記対策が不可能な場合は、配電線の増設、専用線または自動式の採用）	自動負荷遮断装置の設置 同期発電機：制動抵抗付きの使用。 自動同期検定装置の設置 送電線：限流リアクトル等の設置（左記対策が不可能な場合は、配電線の増設、専用線または同期発電機の設置） 自動式逆変換装置：自動的にとれる機能のものを使用 他動式逆変換装置：限流リアクトル等の設置（左記対策が不可能な場合は、配電線の増設、専用線または自動式の採用）	必要に応じ自動電圧調整装置等の設置 同左 同左 同左 同左	同左 同左 同左 同左 同左
3. 保護協調	○ 事故（送電系統内事故、配電線事故、上位系統事故）時または緊急時等の系統制約時に発生協調が円滑に実行されること ○ 事故時の自動開断を可能にするため、発電設備の容量に制約されていることを確認すること	短絡・地絡・空電圧異常検出用線電圧、逆電力線電圧、周波数低下検出装置等の設置 総括無電圧降下装置の設置	ネットワーク変圧器二次側に短絡・地絡・空電圧異常検出用線電圧、逆電力線電圧、周波数低下検出装置等の設置 全回線過電流を行う逆電力に付しては、系統連系遮断動作までプロテクタ動作検出動作を遅延し、全回線逆電力検出に対しては、時間をもって発電機を解列する	高圧配電系統（逆潮流なし）と同様に高圧配電系統（逆潮流あり）と同様に 高圧配電系統（逆潮流あり）と同様に	同左 同左 同左 同左
4. 短絡容量	○ 系統の短絡容量が他の需要家の遮断時の短絡容量を上回らないこと	限流リアクトル等の設置（左記対策が不可能な場合は、異なる低圧配電系統への連系） 同期発電機、他動式逆変換装置：力率改善コンデンサの設置（ただし、進み力率とならないように制御）	限流リアクトル等の設置 同期発電機、他動式逆変換装置：力率改善コンデンサの設置（ただし、進み力率とならないように制御）	同左	同左
5. 力率	○ 高圧以上：連系点における力率が85%以上かつ進み力率とならないこと 低圧：発電設備の力率が95%以下とならないこと	同期発電機、他動式逆変換装置：力率改善コンデンサの設置（ただし、進み力率とならないように制御）	同期発電機、他動式逆変換装置：力率改善コンデンサの設置（ただし、進み力率とならないように制御）	同左	同左
6. 高調波	○ 他の需要家への影響を考慮して高調波管理を行う必要がある	逆変換装置：本体（フィルタクターを含む）の高調波発生率の電圧変動率を5%、最大5%以下とする	逆変換装置：本体（フィルタクターを含む）の高調波発生率の電圧変動率を5%、最大5%以下とする	同左	同左
7. 連系体制	○ 緊急時に迅速かつ的確な連絡および復旧が行われること	電力会社と自家用発電設備設置需要家の間に緊急連絡体制の確立および復旧体制の確立	電力会社と自家用発電設備設置需要家の間に緊急連絡体制の確立および復旧体制の確立	同左	同左

※その他
○ 上記要項は原則的なものであり、実際の運用にあたっては、電力会社の規定に準拠することとする。
○ 自家用発電設備の設置、保守、運用については、電力会社と十分協議を行い協議を要すること。
○ スラットネットワーク配電系統を除く22（33）kV以上の配電系統への連系については、高圧配電系統、特別高圧送電系統の場合に準じて個別に検討することが必要である。
（注） ケーブルは、実質的な運用は個別協議による。
（出典） （社）日本電気協会「分散型電源系統連系技術指針」（一部訂正）

1.2.2 ガス事業法

ガス事業法は、「ガス事業法」および「ガス用品の製造および販売事業」を主たる規制対象としており、「ガスの使用者」についての規制はほとんどない。

コージェネレーションシステム設置者は、ガス事業法上「ガスの使用者」に該当するので、コージェネレーションシステム設置者に対する直接の規制は皆無といっていよい。

しかし、コージェネレーションシステム設備の場合に限らないが、中圧以上のガスが供給される場合、超高層建物に設置される場合あるいは地下街等に設置される場合等には、自動ガス遮断装置またはガス漏れ警報機の設置が義務づけられているので注意すること。

また、昭和61年5月29日の「コージェネレーション運営基準検討委員会報告書」に基づき、昭和61年12月、社団法人日本ガス協会において「高圧ガス消費機器安全技術指針」（JGA 指-A01-86）が取りまとめられ、高圧ガス消費機器に関する設計・製作・設置および保守管理のガイドラインとして活用されることになった。

1.2.3 消防法

コージェネレーションシステムにて一定数量以上の灯油、重油あるいは潤滑油を使用する場合は、その貯蔵や取扱いについて本法の規制を受ける。

また、非常電源設備としての自家発電設備も消防法の規制を受けるので、燃料の種類を問わず設置する発電機が非常電源を兼用するコージェネレーションシステムを導入するに際しては、消防当局とよく協議することが必要である。

（1）危険物の貯蔵所、取扱所の設置許可申請

石油を利用したコージェネレーションシステムは、一般に指定数量以上の危険物を貯蔵または取り扱うため、貯蔵所、取扱所の設置（変更）許可申請を表1.2-4 に従って行わなければならない（法第11条）。

また、設置許可申請の内容を表1.2-5 にまとめて示す。このほかにガス使用の場合も同じであるが、火を使用する設備等の設置の届出がボイラーを設置する場合に必要となる（各地方火災予防条例により異なる）。

表1.2-4 危険物の貯蔵・取扱に関する申請先

当該地域の消防の有無		申 請 先
消防本部	消 防 署	
有	有	市町村長
有	無	都道府県知事
無	無	同 上

表1.2-5 設置許可申請の内容

区分	提出先	申請者	提出時期	提出部数	適用範囲		取扱資格者
					製造所	危険物貯蔵所設置許可申請書	
	所轄消防署または消防本部	事業者 工事正副 着工前各1名	30日		指定数量以上 灯油指定数量 1,000ℓ A重油指定数量 2,000ℓ 潤滑油 6,000ℓ		
	同上	同上	許可後	同上	同上	タンク完成検査前検査申請書	
	同上	同上	検査前	同上	指定数量以上	製造所 危険物貯蔵所完成検査申請書	
	所轄消防署	同上	検査前	同上	1日の貯蔵取扱量が指定数量の1/5以上指定数量未満	少量危険物貯蔵取扱所届出書	
	所轄消防署または消防本部	同上	完成後	同上	屋外タンク貯蔵所：指定数量以上 屋内タンク貯蔵所： 地下タンク貯蔵所： 一般取扱所： 指定数量の30倍を超えるものおよび引火点40℃未満（灯油用）の危険物	危険物保安監督者選任届出書	甲乙種危険物取扱者

(2) 指定数量

石油類は、本法では第4類の危険物に分類され、性状や引火点によって表1.2-6に示すように第1石油類から第4石油類に細分される。各分類の指定数量を超えて貯蔵、取り扱う場合には、本法による許可が必要である。

なお、指定数量は建物全体で規制されるため注意する必要がある。

表1.2-6 危険物の指定数量

性状	引火点(℃)	例	指定数量(ℓ)
第1石油類	液体	21未満 アセトン、ガソリン他	200
第2石油類	液体	21以上 70未満 灯油、軽油他	1,000
第3石油類	20℃で液状	70以上 200未満 重油、スロート油他	2,000
第4石油類	20℃で液状	200以上 ギヤ油、シムター油他	6,000

(3) 常用発電機と非常用発電機の兼用

現時点では、常用発電機と非常用発電機を兼用する場合の下記に示すような技術基準が消防法にはなく、また地域により消防署の技術基準が異なる必要がある。したがって、計画に際しては、所轄の消防署と協議を十分に行う必要がある。

① 非常時の燃料の種類と貯蔵容量

② 兼用機の設置台数と設置容量

③ その他

1.2.4 建築基準法

コージェネレーションシステムと本法との関連については、次の2点である。

- ① 燃料の貯蔵（法第48条）
- ② 非常用発電機

燃料の貯蔵については、用途地域内における危険物の貯蔵または処理に供する建築物を制限している。

また、非常用発電機の規制は、同法には特にないが、消防法には詳しく定められているので、主として消防法の規制を受けることになる。

1.2.5 高圧ガス取締法

高圧ガス取締法は、次のガスに関する製造、販売、移動、消費等について規制している。

- ① 圧力* が $10\text{kg}/\text{cm}^2 \cdot \text{G}$ 以上のガス
- ② 圧力* が $2\text{kg}/\text{cm}^2 \cdot \text{G}$ 以上のアセチレンガス
- ③ 圧力* が $2\text{kg}/\text{cm}^2 \cdot \text{G}$ 以上の液化ガス
- ④ 温度 35°C において圧力が $0\text{kg}/\text{cm}^2 \cdot \text{G}$ を超える液化シアン化水素、液化ブロムメチル等

（注 *：常用温度をいう。）

したがって、コージェネレーションシステムの燃料として、液化石油ガス、 $10\text{kg}/\text{cm}^2 \cdot \text{G}$ 以上の圧縮天然ガス等を使用する場合には、①、③に該当し、その貯蔵量に応じ、表1.2-7のように貯蔵、消費について本法の規制を受ける。

最近、コージェネレーションシステムを常用－非常用兼用型として使用し、非常時の燃料として液化石油ガス、圧縮天然ガス等を使用するケースが出てきているが、このような場合にもその貯蔵量に応じて同法の規制対象となる。

また、ガスタービンを使用するコージェネレーションシステムの場合で燃料ガスを圧縮する場合は、①の製造に該当するが、一般的には電気工作物として電気事業法の適用を受けるので本法の適用外となる。

表1.2-7 高圧ガス貯蔵量と規制概要

高圧ガス取締法		内 容
液化石油ガス 保安規則	一般高圧ガス 保安規則	
液化石油ガス	圧縮天然ガス	
1.5kg以下	0.15m ³ 以下	規制なし（法第15条）
1.5kg超～ 3,000kg未満	0.15m ³ 超～ 300m ³ 未満	貯蔵の基準（法第15条）
3,000kg以上	300m ³ 以上	・高圧ガス貯蔵所に該当し、知事の許可が必要（法第16条）。この他各種の基準有（法第18～21, 36, 37, 63条） ・特定高圧ガス消費施設に該当し、知事への届出が必要（法第24条の2）。特定高圧ガス取扱主任者の選任が必要（法第28条）。この他各種の基準有（法第24条の3, 4, 5, 法第27, 28, 32, 35-2, 36, 37, 63条）

1.2.6 労働安全衛生法

労働安全衛生法からみた場合、コージェネレーションシステム設備のうち、ボイラー及び圧力容器の取扱いに関して規制を受けることがある。この場合、設置届、検査、ボイラー技士の選任等が必要となるので注意を要する。

1.2.7 熱供給事業法

コージェネレーションシステム設置者の大半は、熱供給事業者でないため同法の対象とはならないが、コージェネレーションシステム設置者が、熱供給事業を行う場合は、本法の適用を受ける。

なお、コージェネレーションシステム設置者が、熱供給事業者とならない場合であっても、熱供給を行うための導管で省令で定めたものを道路等公衆の通行する場所に設置する場合には、同法の保安上の規制第20条（熱供給施設の維持）、第21条（導管の工事計画の事前届出）の規定が準用されるので注意が必要である。

1.2.8 大気汚染防止法

本法は、工場または事業所の施設および自動車より発生する

- ① ばい煙
- ② 粉じん
- ③ 自動車排ガス

についての規制であり、コージェネレーションシステムもばい煙を発生するものとし

て、規制の対象となる。ただし、ガス工作物および電気工作物に該当するばい煙等の発生施設については、大気汚染防止法による届出等の規定は適用が除外され、各事業法の相当する規定の定めるところによるとされている。

(1) 適用法規の区分

各事業所別の適用法規区分については、表1.2-8 のとおりである。

(2) 適用対象設備

法規制の対象となる設備については、表1.2-9 に示す。

表1.2-8 適用法規の区分

	事業所の区分	ガスタービンおよびディーゼル機関の用途	
		発 電 用	そ の 他
ガス事業者	製 造 所	電 気 事 業 法	ガ ス 事 業 法
	供 給 所	電 気 事 業 法	ガ ス 事 業 法
	本社・営業所 そ の 他	電 気 事 業 法	大気汚染防止法
ガス・電気事業者以外		電 気 事 業 法	大気汚染防止法

- (注) 1 製造所、供給所に設置されるものでも、ガス工作物、電気工作物に該当しない設備(例：事務所の空調用)は大気汚染防止法により届出する。
 2 大気汚染防止法の適用除外とならない規定(排出基準、ばい煙測定等)は、大気汚染防止法が適用される。

表1.2-9 対象設備

対象設備	燃焼能力
ガスタービン ディーゼル機関	燃料の燃焼能力が重油換算1時間あたり 50リットル以上であること。
ガ ス 機 関 ガソリン機関	燃料の燃焼能力が重油換算1時間あたり 35リットル以上であること。

(3) 排出基準

ガスタービンとディーゼル機関については、昭和63年2月より、またガス機関とガソリン機関については、平成3年2月より規制が施行された。その排出基準値、既設設備等の猶予期間等は、表1.2-10～12に示すとおりである。

なお、東京都、大阪府などの自治体においては、各々の状況に応じ、さらに厳しい指導基準を独自に定めているので、注意する必要がある。なお、NO_x 排出に関する指導基準値の概要を表1.2-13に示す。

表1.2-10 ガスタービン

区分	用途	設置規模等		窒素酸化物	硫黄酸化物		ばいじん(g/Nm³)		総量規制基準 (SO _x , NO _x)	燃料規制
				(ppm)	排出基準	特別排出基準	排出基準	特別排出基準		
既設	常用	排出ガス量	1万Nm³/h未満	当分適用せず	当分適用せず		当分適用せず		総量規制の対象施設 H3.2.1から適用	H3.2.1から適用
			1万Nm³/h以上	当分適用せず	現在、定められている基準 (K値規制) H3.2.1から適用	適用せず				
	非常用	規模を問わず		当分適用せず	当分適用せず		当分適用せず		対象施設から当分除外	当分適用せず
新設	常用	気体	排出ガス量	設置年月日	現在、定められている基準 (K値規制)	現在、定められている基準 (K値規制)	0.05	0.04	総量規制の対象施設 H3.2.1から適用	H3.2.1から適用
		燃料	4.5万Nm³/h未満	H元.7.31以前設置						
		燃料	"	H元.8.1以降設置						
		燃料	4.5万Nm³/h以上	(新設のもの全て)						
		液体	4.5万Nm³/h未満	H元.7.31以前設置						
		燃料	"	H3.1.31以前設置						
		燃料	4.5万Nm³/h以上	H3.1.31以前設置						
	非常用	規模を問わず		H3.2.1以降設置	70					

- (注) 1 窒素酸化物の排出基準は、使用燃料・排出ガス量（定格運転時の実際の排出ガス量）の各区分に応じ、設置時期ごとに異なる数値が定められている。
- 2 硫黄酸化物については、有効煙突高さに応じて許容排出量を定めるK値規制方式である。既設（排出ガス量1万Nm³の常用施設）も対象。
- 3 特別排出基準とは、施設集合地域の新設施設に適用される、より厳しい基準である。
- 4 ばいじんおよび窒素酸化物については、過剰空気による希釈防止のため排ガス中の酸素濃度を標準酸素濃度に換算する方式を採用しているが、これに使用する標準酸素濃度は16%である。
- 5 燃料規制は、使用する液体燃料中の硫黄含有量の規制を行うものであり、都道府県知事が地域ごとに定める。

表1.2-11 ディーゼル機関

区分	用途	設置規模等		窒素酸化物 (ppm)	硫黄酸化物		ばいじん (g/Nm³)		総量規制基準 (SO _x , NO _x)	燃料規制
					排出基準	特別排出基準	排出基準	特別排出基準		
既設	常用	排出ガス量	1万Nm³/h未満	当分適用せず	当分適用せず		当分適用せず		総量規制の 対象施設 H3.2.1から 適用	H3.2.1から 適用
			1万Nm³/h以上	当分適用せず	現在、定め られている 基準 (K 値 規制) H3.2.1から 適用	適用せず				
	非常用	規模を問わず		当分適用せず	当分適用せず		当分適用せず		対象施設から当分除外	当分適用せず
新設	常用	シリンダ内径：設置年月日							総量規制の 対象施設 H3.2.1から 適用	H3.2.1 から適用
		400mm以上	H元7.31以前設置	当分の間1,600	現在、定め られている 基準 (K値規制)	現在、定め られている 基準 (K値規制)	0.10	0.08		
			H元8.1以降							
			H3.1.31以前設置	当分の間1,400						
			H3.2.1以降設置	当分の間1,200						
	400mm未満	S.63.2.1以降設置 (新設のもの全て)	950							
	非常用	規模を問わず		当分適用せず	当分適用せず		当分適用せず		対象施設から当分除外	当分適用せず

- (注) 1 窒素酸化物の排出基準は、シリンダ内径の各区分に応じ、設置時期ごとに異なる数値が定められている。
2 硫黄酸化物については、有効煙突高さに応じて許容排出量を定めるK値規制方式である。既設(排出ガス量1万Nm³の常用施設)も対象。
3 特別排出基準とは、施設集合地域の新設施設に適用される、より厳しい基準である。
4 ばいじんおよび窒素酸化物については、過剰空気による希釈防止のため排ガス中の酸素濃度を標準酸素濃度に換算する方式を採用しているが、これに使用する標準酸素濃度は13%である。
5 燃料規制は、使用する液体燃料中の硫黄含有量の規制を行うものであり、都道府県知事が地域ごとに定める。

表1.2-12 ガス機関・ガソリン機関

				H3.2.1 施行日	H3.8.1	H5.2.1	H.6.2.1
既 設	SOx	総量規制基準			より6か月間の適用猶予 大気汚染防止法第13条第2項に	(総量規制)従前どおり	
		排出基準				K値規制(総量規制)従前どおり	
	NOx	総量規制基準				燃料換算係数：3.0～ 6.0 施設係数 C：7.0～17.0	
		排出基準	S63.1.31 以前に設置			適用猶予	当分の間 2,000ppm
			S63.2.1～H3.1.31 までに設置			当分の間 2,000ppm	
ばいじん	排出基準			0.05g/m³ _N			
新 設	SOx	総量規制基準			(総量規制)従前どおり		
		排出基準			K値規制(総量規制)従前どおり		
	NOx	総量規制基準			燃料換算係数：3.0～6.0 施設係数 C _i ：5.0		
		排出基準	H3.2.1～H6.1.31 までに設置		当分の間1,000ppm		
			H6.2.1 以降に設置		—		600 ppm
ばいじん	排出基準			0.05g/m³ _N 特別排出基準0.04g/m³ _N			
非常用施設	SOx			新設・既設とも当分の間 〔排出基準 総量規制基準 特定工場の規模に関する基準等の適用猶予〕			
	NOx						
	ばいじん						

(出典) 産業公害.Vol.27.No.1(1991)

1.2.9 騒音規制法

騒音規制法からみた場合、コージェネレーションシステム設備が直接規制を受ける設備に該当しておらず、規制対象とはならない。

ただし、設備に付帯する補機で、空気圧縮機および送風機で原動機の定格出力が7.5 kW以上のものは、本法の規制の対象となるので注意を要する。

1.2.10 振動規制法

振動規制法においては、コージェネレーションシステム設備は直接規制を受ける設備に該当しておらず、規制対象とはならない。

ただし、設備に付帯する補機で、圧縮機で原動機の定格出力が7.5kW 以上のものは、本法の規制対象となるので注意することが必要である。

表1.2-13 ガスタービン・ガスエンジン等に関するNO_x 対策指導要綱等の策定状況とその概要

番号		(大防法)		1	2	3	4	5-1	5-2	6-1	6-2	7	8	9	10	11	12	13-1	13-2	14-1	14-2	15-1	15-2	16	17	
自治体		国	福島県	新潟県	千葉県	東京都	神奈川県		横浜市		川崎市	静岡県	清水市	愛知県	名古屋市	三重県	大阪府		大阪市		兵庫県		神戸市		尼崎市	
施行日	施行日	63. 6.10	55. 5. 6	60. 5. 1	58. 4. 1	1. 2. 1	53. 3.31	1. 2. 1	52. 8. 1	1. 6. 1	63. 2. 1	63. 2. 1	63. 9. 1	62. 7.13	54. 2. 1	54.10. 1	1. 2. 1	57.11. 1	1. 2. 1	57.11. 1	63. 9. 8	59.10. 1	1. 4.10		63.11.10	
	G/T	63. 2. 1	63. 2. 1	60. 5. 1	63. 2. 1	1. 2. 1	63. 2. 1	1. 2. 1	63. 3. 1	1. 6. 1	63. 2. 1	63. 2. 1	63. 9. 1	62. 7.13	1.10. 1	2. 2. 1	4. 4. 1	1. 2. 1	4. 4. 1	1. 2. 1	63. 9. 8	63.10. 1	1. 4.10		63.11.10	
	G/E	3. 2. 1	3. 2. 1	-	3. 2. 1	1. 2. 1	3. 2. 1	1. 2. 1	3. 4. 1	1. 6. 1	3. 2. 1	-	-	62. 7.13	1.10. 1	3. 2. 1	4. 4. 1	3. 2. 1	4. 4. 1	3. 2. 1	3. 2. 1	3. 2. 1	1. 4.10		63.11.10	
規制方式		濃度	濃度	濃度	総量	濃度	総量	濃度	総量	濃度	濃度	濃度	濃度	総量	総量	濃度	総量	濃度	総量	濃度	総量	濃度	総量	濃度	総量	
工場対象規模 (重油換算等)		-	-	-	2kℓ/h	-	4kℓ/h	-	*4	-	0.15× 10 ⁴ * kcal/年	-	-	-	500ℓ/h	500ℓ/h	-	1kℓ/h	-	1kℓ/h	-	排ガス 4万 Nm ³ /h	-	25ℓ/h	-	
対象設備・規模 重油換算 (ℓ/h)	G/T	50	50	10万kW	50	50	50	50	50	-	50	-	50	50	50	50	30	30	30	30	50	50	25	25	50	
	D/E	50	50	3000kW	50	5	50	50	50	7.5kW	50	50	50	50	20	50	30	30	30	30	50	50	25	25	50	
	G/E	35	35	-	35	5	35	35	35	7.5kW	35	-	-	50	10	35	30	30	30	30	35	35	25	25	50	
排出基準 (ppm) 換算	G/T	1000 kW	294 (70)	235 (56)	79 (60 O ₂ =5)	282	150	212	147 (35)	147	-	87 (0.16g /1000 kcal)	-	185 (150 O ₂ =4)	(50 O ₂ =実O ₂)	140	285	150	270	150	270	294 (70)	360	252 (60)	(7500h) 252	210
		500 kW	2494 (950)	1995 (760)	-	2494	300	1979	289 (110)	300	-	87 (0.16g /1000 kcal)	1969 (750)	222 (180 O ₂ =4)	(500 O ₂ =実O ₂)	420	581	300	1944	300	1944	2494 (950)	2377	1838 (700)	503	500
	D/E	100 kW	-	-	-	-	1000	-	-	-	289 (110)	-	-	-	-	550	-	300	-	300	-	-	-	1838 (700)	640	-
		500 kW	600 (600)	480 (480)	-	446	200	297	200 (200)	200	-	87 (0.16g /1000 kcal)	-	-	(500 O ₂ =実O ₂)	200	237	200	270	200	270	600 (600)	282	600 (600)	302	300
	G/E	100 kW	-	-	-	-	300	-	-	-	300 (300)	-	-	-	-	330	-	200	-	200	-	-	-	600 (600)	384	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
適用対象	新設	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	既設	○	×	×	○	×	○	×	○	×	○	×	×	×	○	○	*2 ×	○	*2 ×	○	○	○	○	○	*2 ×	

*1 換算は16m³=10ℓであるが、ガスエンジンについては熱量換算である。
また、施設にかかわらず横浜市、大阪府、大阪市、三重県は熱量換算である。

*2 ガスエンジンについてのみ適用あり。

*3 ()内 O₂ の指定がない時は、G/TはO₂ 16%、D/EはO₂ 13%、G/EはO₂ 0%での数値。

*4 ばい煙発生施設又は特別指導施設(試験設備等)がある。

1.3 必要資格

適切なコージェネレーションシステム設備の運用を行うために種々の法定資格者が必要となる。その主なものについて、次に示す。

a. 電気事業法

・電気主任技術者

免状の種類	保安の監督をすることができる範囲
第1種電気主任技術者	すべての電気工作物の工事，維持，運用
第2種電気主任技術者	電圧17万V未満の構内設置の電気工作物の工事，維持，運用 電圧10万V未満の構外設置の電気工作物の工事，維持，運用
第3種電気主任技術者	電圧5万V未満の構内設置の電気工作物の工事，維持，運用 電圧2万5,000V未満の構外設置の電気工作物の工事，維持，運用（ただし出力5,000kW以上の発電所を除く）

電気主任技術者は、当該事業場の規模に相応した電気主任技術者免状の交付を受けている者のうちで、原則としてその事業場の従業者から選任し、通商産業大臣に届け出なければならない（法第72条）。

なお、電気主任技術者は、原則として二つ以上の事業場または設備の電気主任技術者を兼任することはできないが、特別の理由により通商産業大臣が認めた場合に限り兼任することができる（法第77条）。

さらに、電気主任技術者免状の交付を受けていない者であっても、定められた条件を満たす場合は、通商産業大臣に申請し許可を受ければ電気主任技術者に選任できる（法第72条、施第79条）。

ただし、発電所の場合は、出力500kW 未満に限られる（通達40公局第593 号）。

また、昭和63年4月より需要設備（P）については1,000kW 未満、小規模発電所（G）（内燃力機関、ガスタービン、燃料電池、水力）については500kW 未満の場合は、指定機関（電気保安協会、電気管理技術者協会）に電気主任技術者業務を委託することにより不選任とすることができる。

この場合、 $P + G < 1,000\text{kW}$ 、 $P < 1,000\text{kW}$ 、 $G < 500\text{kW}$ のすべてを満たす必要があるので注意すること。

これをまとめると表1.3-1 のようになる。

表1.3-1 電気主任技術者の選任方法（発電設備）

	発電設備	
	出力500kW以上	出力500kW未満
有資格者の選任 (届 出)	主任技術者免状の交付を受けている者のうちで、原則として従業者の中から選任する。	
有資格者の兼任 (兼任承認)	特別の理由により通産大臣の承認を受けた場合には主任技術者の兼任ができる。	
無資格者の選任 (個別許可)	不 可	主任技術者免状の交付を受けていない者であっても通産大臣の許可を受ければ主任技術者に選任できる。
電気主任技術者の 不選任→委託	不 可	電気工作物の工事、維持および運用の保安上支障がないと認められる場合に限る。

・ ボイラー・タービン主任技術者

免許の種類	保安の監督をすることができる範囲
第1種ボイラー・タービン主任技術者	汽力設備、ガスタービン使用原動力設備及び原子力設備の工事、維持、運用
第2種ボイラー・タービン主任技術者	圧力60kg/㎤未満の汽力設備、ガスタービン使用原動力設備、及び原子力設備の工事、維持、運用

本資格については、委託制度はない。

電気事業法において発電所に必要な主任技術者をまとめると表1.3-2 のようになる。

表1.3-2 発電所の区分と主任技術者の選任

発電所の区分	原動機の種類	主任技術者の選任
内 燃 力 発 電 所	ガスエンジン、ディーゼルエンジン	電気主任技術者
汽 力 発 電 所	蒸気タービン	電気主任技術者およびボイラー・タービン主任技術者
ガスタービン発電所	ガスタービン	
燃 料 電 池 発 電 所	燃料電池	電気主任技術者およびボイラー・タービン主任技術者 ^(注)

(注) ボイラー・タービン主任技術者は、改質器の最高使用圧が1kg/㎤以上のものに限る。

b. エネルギーの使用の合理化に関する法律

・エネルギー管理士

免状の種類	エネルギー管理者の選任基準(人数)
電気管理士	電気の使用量が年間1,200万kWh以上, 2億kWh未満 1人
	〃 〃 2億kWh以上, 5億kWh未満 2人
	〃 〃 5億kWh以上 3人
熱管理士	(コークス製造業, 空気供給業, ガス供給業, 熱供給業)
	燃料の使用量(原油換算)が年間10万kl未満 1人
	〃 (〃) 〃 〃 以上 2人
	(前項以外のもの)
	燃料の使用量(原油換算)が年間 3,000kl以上, 2万kl未満 1人
	2万kl以上, 5万kl未満 2人
	5万kl以上, 10万kl未満 3人
	10万kl以上 4人

c. 消防法

・危険物取扱者

免状の種類	管理・監督ができる範囲
甲種危険物取扱者	すべての種類の危険物
乙種危険物取扱者	免状に指定された種類の危険物 (種類) 具体的な品名の例 第1類 過酸化水素 第2類 硫黄, りん 第3類 カーバイド 第4類 ガソリン, 灯油, 軽油, 重油, 潤滑油, 絶縁油 第5類 セルロイド屑, ニトロ化合物 第6類 硝酸
丙種危険物取扱者*	ガソリン, 灯油, 軽油, 第3石油類(重油, 潤滑油および引火点130℃以上), 第4石油類, 動植物油類

(注) * 自ら取り扱うことはできるが無資格者の立会や保安監督者にはなれない。

d. 大気汚染防止法

・大気関係公害防止管理者

免状の種類	管理・監督ができる範囲
大気関係 第1種 公害防止管理者	大気汚染防止法に規定する有害物質を発生するばい煙発生施設で, 排出ガス量が1時間あたり4万m ³ 以上の工場
大気関係 第2種 公害防止管理者	大気汚染防止法に規定する有害物質を発生するばい煙発生施設で, 排出ガス量が1時間あたり4万m ³ 未満の工場
大気関係 第3種 公害防止管理者	硫酸酸化物および, ばいじんのみを発生するばい煙発生施設で, 排出ガス量が1時間あたり4万m ³ 以上の工場
大気関係 第4種 公害防止管理者	硫酸酸化物および, ばいじんのみを発生するばい煙発生施設で, 排出ガス量が1時間あたり1万m ³ 以上4万m ³ 未満の工場

e. 騒音規制法

- ・騒音関係公害防止管理者

免状の種類	管理・監督ができる範囲
騒音関係 公害防止管理者	騒音発生特定施設に該当しないため選任は不要である。 (発電所の補機で送風機, 空気圧縮機等で7.5kW以上は対象となる)

f. 振動規制法

- ・振動関係公害防止管理者

免状の種類	管理・監督ができる範囲
振動関係 公害防止管理者	振動発生特定施設に該当しないため選任は不要である。 (発電所の補機で圧縮機等で7.5kW以上は対象となる)

g. 労働安全衛生法

- ・ボイラー技士

免状の種類	管理・監督ができる範囲
特級ボイラー技士	すべてのボイラーの取扱作業
1級ボイラー技士	取り扱うボイラーの伝熱面積の合計が、500㎡未満（ただし貫流ボイラーのみの場合は500㎡以上も含む）の取扱作業
2級ボイラー技士	取り扱うボイラーの伝熱面積の合計が、25㎡未満の取扱作業

1.4 申請手続き

コージェネレーションシステム設備の設置または変更する場合、関連する法手続きが多岐にわたるため、遺漏、遅滞のないように行わなければならない。

コージェネレーションシステム設備の設置または変更のための申請、届出事項の概要を表1.4-1 に示す。

1.4.1 計画段階

コージェネレーションシステム設備で発電を行うものは、電気事業法の規制を受ける。

この場合、手続きの流れは、図1.4-1 に示すとおりであるが、計画段階においては、下記の用意が必要となる。なお、電力会社の電力系統と連系して運用する場合には、電力会社の承諾が必要であり、同承諾書の写しを「工事計画書」に添付しなければならないので、できる限り早い時期に電力会社へ申し込むことが必要である。

- ① 電気主任技術者の選任
- ② ボイラー・タービン主任技術者の選任
- ③ 保安規程の作成
- ④ 電力会社への系統連系の申込み（電力系統と連系して運用する場合）

この他、場合によっては、「エネルギー管理士」（エネルギーの使用の合理化に関する法律）、「ボイラー技士」（労働安全衛生法）等の選任が必要となる。

1.4.2 許認可申請段階

計画段階が過ぎてコージェネレーションシステム設備の設置が決定されると着工に間に合うよう諸手続きを行う必要がある。その主なものについては、次のとおりであるが、先にも述べたが、電力会社の電力系統と系統連系して運用する場合には「工事計画書」に電力会社の承諾書の写しを添付する必要があるので、その交渉期間を十分考慮しておくことが必要である。

（1）電気主任技術者の選任届

すでに需要設備等が設置されている場合において、電気主任技術者が選任されているときは、その資格が新設される内燃力発電所に適合する場合は新しく選任する必要はない。

しかし、ガスタービンあるいは燃料電池発電所を設置する場合は、既設設備に対す

表1.4-1 関連法令と届出概要

●必ず届出が必要 ○条件により届出が必要 △電気事業法へ手続移管

法令	届出書類	内燃力機関		ガスタービン	燃料電池		適用	届出先(窓口) ^(※)	届出時期	備考	関連条項(参考)
		500kW以上	100kW以上・500kW未満		500kW以上	500kW未満					
電気事業法	工事計画(変更)認可申請	●		●	●		・発電所の設置 ・発電設備の設置 ・設置工事以外の主要変更工事	通商産業局長(発電課)	着工40日前程度	・局への事前説明および電力会社への説明も必要 ・振動・騒音規制法および大気汚染防止法に係わる手続も包含する	法70, 71条(工事計画) 施規 70条(認可等) " 71条(事前届出等)
	工事計画(変更)届出		●			●	"	" (")	着工30日前	"	"
	保安規程変更届	●	●	●	●	●	・点検内容、単線結線図等の変更	" (発電課、施設課)	・工事計画のともなう場合は申請届出前 ・上記以外は運転開始前		法74条3項(保安規程の準用) 施規76条(保安規程)
	中間工程検査申請			●		●	・ガスタービンの車室の下半部の据付け完了した時点で受検	通商産業局長(発電課) 発電設備技術検査協会理事長	・中間工程検査の20日前	・10,000kW以上のガスタービン ・10,000kW未満のガスタービン	法74条1項(使用前検査の準用) 施規73条(使用前検査)
電気事業法	完成検査	●	○	●	●	●	・全工事が完了し、予備試験で性能確認後受検 ・容量、仕様等の条件により検査省略されることがある。	通商産業局長(発電課) 発電設備技術検査協会理事長	・検査の1か月前	・10,000kW以上のガスタービン ・10,000kW未満のガスタービン ・ガスエンジン	
	試験使用届出書	○	○	○	○	○	・系統連系の場合等で使用前検査(完成検査)の合格前に試験使用する必要がある場合	通商産業局長(発電課)	試験使用前	電力会社にも説明	
	ボイラータービン主任技術者			○	○		・ガスタービンの新設 ・改質器の圧力が1kg/cm ² 以上のもの	" (")	工事計画認可申請前	・資格者がいない場合は許可主任技術者(主任技術者選任許可申請が必要)	法72条(主任技術者) 施規55条(監督の範囲) " 77, 78, 79, 80条(選任等)
	電気主任技術者	○	○	○	○	○	・不選任事業所(1,000kW未満の需要設備、500kW未満の発電所)で、500kW以上の発電所となる場合 ・ガスタービンの工事中 ・燃料電池の工事中	" (施設課)	工事計画認可申請届出前	・5,000kW未満第1・2・3種免許 ・5,000kW以上第1・2種免許	

表1.4-1の続き

法令	届出事項	内燃力機関			ガス	燃料電池		適用	届出先(窓口)	届出時期	備考	関連条項(参考)
		500kW以上	100kW以上 500kW未満	100kW未満		500kW以上	500kW未満					
労働安全衛生法	排熱ボイラー設置届(報告)	○	○	○	○			発電用以外で同法施行令で定められたボイラー(小型ボイラー)は設置報告	所轄労働基準監督署長	設置届:30日前 設置報告:あらかじめ	・発生システムの1/2以上が発電用に供される場合は電気事業法の適用	ボイラー・圧力容器規則 1条(定義) 10条(ボイラー設置届)
	排熱ボイラー落成検査申請	○	○	○	○			ボイラーの設置および変更時(ただし検査省略の場合もある)	"	検査の1か月前		91条(小型ボイラー設置報告) 14条(ボイラー落成検査)
	第二種圧力容器設置報告	○	○	○	○			同法施行令で定義された容器(2kg, 0.04m ³ 以上)	"	事後	・始動用エアータンク、昇圧用ガス圧縮機のスナッパータンク	85条(第二種圧力容器設置報告)
要条件ガイドライン	ガイドラインに関する説明書	○	○	○	○	○	○	一般電気事業者の電力系統へ連系する場合・ガイドラインに適合する説明・一般電気事業者との協議内容についての説明	通商産業局(発電課)	工事計画の届出・申請時	工事計画書に添付	
	事前協議資料	○	○	○	○	○	○	系統連系にあたって一般電気事業者と事前に協議するため必要資料	電力会社(支店または営業所)	計画段階		
公害関係	振動規制に関する届出	△	△		△	△	△	指定地域内に7.5kW以上の圧縮機の設置	通商産業局長(発電課)	工事計画(変更)に含めて届出	始動用空気圧縮機(7.5kW以上) 昇圧用ガス圧縮機(")	・振動規制法
	騒音規制に関する届出	△	△		△	△	△	指定地域内に7.5kW以上の空気圧縮機の設置	"	"	始動用空気圧縮機・送風機(7.5kW以上)	・騒音規制法
	大気汚染防止に関する届出	△	△		△		△	・国の規制対象のガスタービン(重油換算50t/h以上) ・地方自治体の指導対象のガスエンジン、ガスタービン	"	"		・大気汚染防止法 ・各地方自治体の指導要綱
	公害防止協定	○	○	○	○	○	○	・地方自治体(県、市)と公害防止協定を締結している事業所に設置する場合	地方自治体の長(公署担当)	あらかじめ	・締結内容に準ずる(総量規制等)	

(注) 電気事業法に基づく燃料電池発電所の届出先はすべて通商産業大臣(発電課)で、その写を通商産業局長(発電課)へ提出する。
(出典) (社)日本ガス協会「コージェネレーション設備の設置に係わる手続案内(1)」(今回一部訂正・追加)

表1.4-1の続き

法令	届出書類	内燃力機関			ガスタービン	燃料電池		適用	届出先(窓口)	届出時期	備考	関連条項(参考)
		500kW以上	100kW以上-500kW未満	100kW未満		500kW以上	500kW未満					
消防法	発電設備設置届	●	●	●	●	○	○	・火災予防条例により「火気を取り扱う設備」として届出	所轄消防長または消防署長	設置5日前 (地域によっては3日前)	・消防用設備着工届と兼ねる	火災予防条例等 44条(発電設備)
	危険物貯蔵所・取扱所設置許可届	○	○	○	○			予備燃料・助燃剤としての液体燃料が指定数量の1/5以上	所轄市町村長または都道府県知事	着工前		法11条(危険物の届出)
	少量危険物貯蔵・取扱届	○	○	○	○			液体燃料・潤滑油類が指定数量未満で指定数量の1/5以上	所轄消防署長	あらかじめ		火災予防条例等 46条(少量危険物等)
	消防用設備等設置届	○	○	○	○			発電設備が防災用発電設備と兼用	所轄消防長または消防署長	完工後4日以内		法17条(消防用設備の届出) 施規31条
	液化ガス貯蔵・取扱い開始届	○	○	○	○			予備燃料としてのLPGの貯蔵量が300kg以上	所轄消防長または消防署長	あらかじめ		法9条の2(LPGの貯蔵、取扱)
高圧ガス取締法	高圧ガス貯蔵所設置許可申請	○	○	○	○	○		予備燃料としてのLPG, CNG等の貯蔵量が300m ³ 以上(LPGは10kgが1m ³),ノースランN ₂ ガス300m ³ 以上	都道府県知事 (計量保安課)	着工前		法16条(貯蔵所設置許可) 法17条(完成検査)
	特定高圧ガス消費届	○	○	○	○	○		予備燃料としてのLPG, CNG等の高圧ガスを300m ³ 以上(LPGは10kgが1m ³)を貯蔵し、消費する場合、ノースランN ₂ ガス300m ³ 以上	" (")	消費開始20日前		法24条の2(特定高圧ガス消費届出) 法28条(取扱主任者届出)
建築基準法	建築確認申請	○	○	○	○	○	○	・コージェネレーション設備の建築物の建築 ・発電設備を建築基準法上の防災負荷(排煙設備、非常照明等)の予備電源として兼用	建築主事の確認後 都道府県知事 (建築課)	着工前		第6条(確認申請) 施規1, 2条(申請、通知の様式) 施規4条 (工事完了届の様式)

る電気主任技術者とは別に工事用としての電気主任技術者が必要となるので注意を要する（電施第77条）。

（２）ボイラー・タービン主任技術者の選任

ガスタービンあるいは燃料電池（改質器の最高使用圧力が $1 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{G}$ 以上のものに限る）発電所の工事・維持・運用に必要である（電施第77条）。

（３）保安規程の届出（変更届出）

保安規程は、自家用電気工作物の設置者が、電気工作物の工事、維持および運用に関する保安の確保を目的として、主任技術者を中心とする電気工作物の保安管理組織、保安業務の分掌、指揮命令系統など、いわゆる社内保安体制と、これら組織によって行う具体的保安業務の基本的事項を定めるものである。

したがって、新しく電気工作物を設置する場合などのように事業場内の電気工作物を変更したときは、設備に適合するように保安規程を変更して届け出なければならない（電法第74条）。

（４）工事計画認可申請

本申請は、認可を要する設備を設置する場合に必要となるもので、次の設備が対象となる。この場合、認可書が交付された後でなければ、着工してはならない（電施第70条）。

- ① ガスタービン発電所あるいは発電設備の設置
- ② 5,000kW 以上の内燃力発電所あるいは発電設備の設置
- ③ 500kW 以上かつ改質器の最高使用圧力が $1 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{G}$ 以上の燃料電池発電所あるいは発電設備の設置

（５）工事計画届

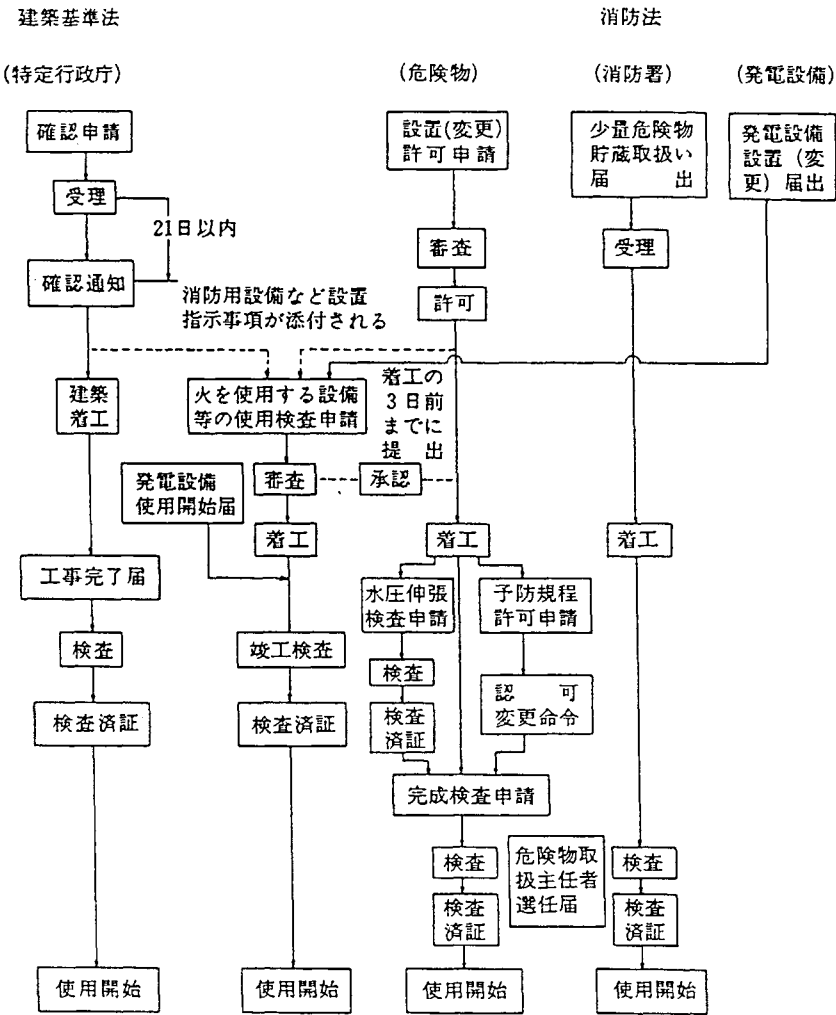
本届出は、上記認可申請以外の設備を設置する場合に必要となるもので、次の設備が対象となる。この場合、本届出の内容に不備がなければ、受付日から30日後に着工できる（電施第71条）。

- ① 100kW 以上5,000kW 未満の内燃力発電所あるいは発電設備の設置
- ② 500kW 未満かつ改質器の最高使用圧力が $1 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{G}$ 以下の燃料電池発電所あるいは発電設備の容量

（６）発電設備設置届

本届出は、消防法火災予防条例準則（第44条）に基づいて行うものであり、ガスタービンおよび内燃力発電設備が対象となっている。燃料電池発電設備については、各

自治体で取扱いが異なるのでその地域の消防署に事前に相談するのが適切である。消防法および建築基準法の手続フローを図1.4-2に示す。



(出典) (社)日本ガス協会「コージェネレーション設備の設置に係わる手続案内(1)」

図1.4-2 消防法・建築基準法手続フロー

1.4.3 製作・施工段階

(1) 使用前検査申請

着工後、下記の設備については、工程中検査を受けなければならないので、事前に本申請を行うこと。検査希望日があるならば、できる限り早期に申請するのがよい（電施第73条）。

① ガスタービン発電所

ガスタービンの車室の下半部の据付けが完了したとき。

作動用空気加熱器の本体の組立てが完了したとき。

② 燃料電池発電所

容器、熱交換器または改質器の組立てが完了したとき。

(2) 試験使用届

本届出は、コージェネレーションシステム設備を電力会社の電力系統と連系して試験する場合に、事前に行うものである。当然のことであるが電力会社とも十分に連絡しあった後に連系することが必要である。

(3) 発電設備使用開始届

試験に先立って所轄の消防署へ届け出ること。

1.4.4 完成段階

(1) 使用前検査申請

試運転を行い所定の性能を確認した後、使用前検査を受けるために申請するものである。使用前検査において、工事計画書に記載された内容と相違なければ、合格証が交付される。これによって正式に運用開始ができる。

1.4.5 運用段階

使用前検査に合格し運用を開始した後、特別な事由により届け出るものを除き、定期的に行わなければならないものは、次のとおりである。

(1) ばい煙量等測定報告（電報第4条）

大気汚染防止法で規程するばい煙発生施設に該当する電気工作物は、下記のとおり報告を行うこと。

- ① 排出ガス量が4万 $\text{N m}^3/\text{h}$ 未満かつ排出ガス中の硫黄酸化物の量が10 $\text{N m}^3/\text{h}$ 未満の発電所においては、年2回報告書を提出すること（毎半期の最終月の翌月末

日)。

- ② ①以外の発電所においては、年4回報告書を提出すること（毎4半期の最終月の翌月末日）。

(2) 自家用発電所運転4半期報（電報第4条）

出力500kW以上の発電所に適用し、年4回報告する（毎4半期の最終月の翌月末日）。

(3) 定期検査

コージェネレーションシステム設備のうち、下記の発電所については、電気事業法施行規則第74条に基づき定期的に整備を行い検査を受けて合格しなければならない。

① ガスタービン発電所

対象機器は、ガスタービンおよび作動用空気加熱器で、検査時期は、1年を経過した日の前後1月を超えない時期とする。

なお、出力が1万kW未満のものについては、「小型ガスタービン発電設備に係る定期検査等の運用について」（昭和63年5月27日 公益事業部発電課長通達）に、自主保安の充実、定期検査の時期の延長が可能となった。

定期検査の時期については、年間運転時間、設計条件等に応じて決定され、最大で5年、起動回数1千回まで延長が可能となり、その間は設置者の自主点検に委ねることとされた。

② 燃料電池発電所

対象機器は、改質器（内径が200mmを超えかつ長さが1,000mmを超えるものおよび内容積が0.04m³を超えるものであって、いずれも最高使用圧力が1kg/cm²・G以上のもの）で、検査時期は、1年を経過した日の前後1月を超えない時期とする。

電気工作物に関する保安体制を図示すると図1.4-3のとおりである。

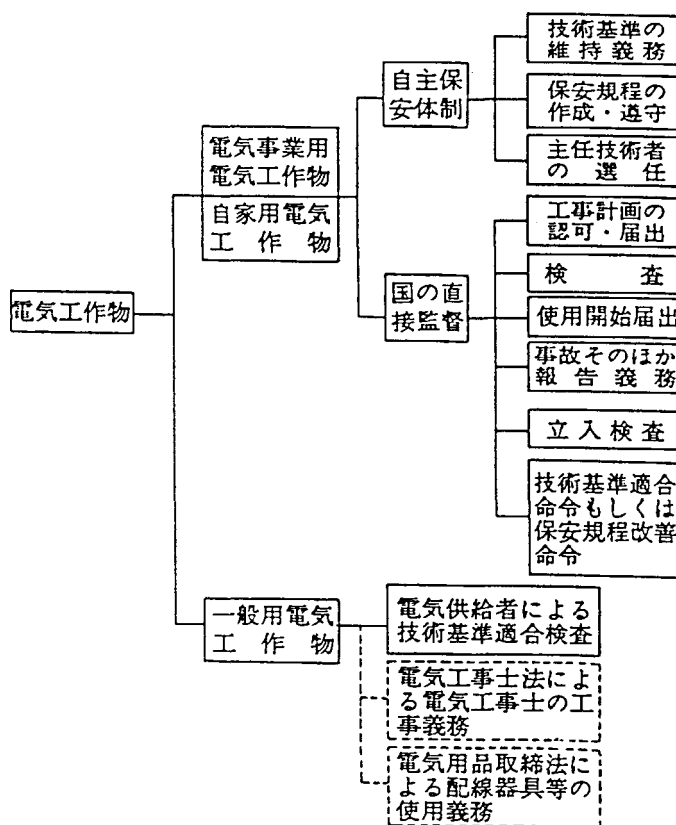


図1.4-3 電気工作物に関する保安体制

1.5 コージェネレーションシステムに関する助成制度

脆弱なエネルギー供給構造を有する我が国が、経済・社会の安定的な発展と国民生活の向上を実現するためには、エネルギーの安定供給の確保を図ることが必要不可欠である。このため、国においては、石油の安定供給の確保、石油代替エネルギーの開発導入の促進および省エネルギーの推進を柱とする総合エネルギー政策を強力かつ計画的に推進されている。

このうち省エネルギーについては、従来から金融・税制上の助成措置が進められており、その概要は、表1.5-1 に示すとおりである。

1.5.1 財政投融资

コージェネレーションシステムに対する金融上の助成措置は表1.5-1 に示すが、複数の融資を重複して利用することはできない。

1.5.2 税 制

コージェネレーションシステムに対する税制上の助成措置は表1.5-1 に示すが、これ以外にもコージェネレーションシステム設備本体に対する助成措置ではないが、公害防止用設備に対しての「特別償却制度」もある。

1.5.3 その他

コージェネレーションシステム設備本体に対する助成措置ではないが、日本開発銀行において「大気汚染防止法」、「水質汚濁防止法」等各種の法令・地方自治体の条例あるいは地方自治体との間で締結された公害防止協定等を守るために設置する公害防止設備などの環境対策施設を対象として融資を行っている。

表1.5-1 コーजेネレーションシステム普及促進のための助成措置

制 度	主 な 運 用 対 象	内 容
エネルギー需給構造改革投資 促進税制	熱併給型動力発生装置 (コージェネレーションシステム、ガスエンジン・ボイラ・システム等)	① 取得価格の7%税額控除(当期法人税額の20%を限度)又は、30%の特別償却のいずれかを選択 ② 適用期間(平成4年4月1日～平成8年3月31日)
財 政 投 資	日本開発銀行 エネルギー利用高度化 「地方都市天然ガス導入 促進」	貸付条件 ① 金 利 4.25% (平成5年10月1日現在。以下同じ。) ② 融資比率 40% ③ 貸付期間 15年以内 ④ 適用期間 平成6年度まで
	「エネルギー 環境調和型地域整備」	① 金 利 4.60% ② 融資比率 40% ③ 貸付期間 10年以内
	北海道東北開発公庫 「エネルギー 環境調和型地域整備」	① 金 利 4.60% ② 融資比率 70% ③ 貸付期間 10年以内
	中小企業金融公庫 (1) 石油代替エネルギー資金 (2) 省エネルギー資金	① 金 利 代エネ資金 代エネ割合40%以上……4.15% 代エネ割合20%以上……4.60% 省エネ資金………4.60% 2.7億円以内 ② 貸付限度額 代エネ資金 15年以内(うち据置き2年) ③ 貸付期間 省エネ資金 15年以内(同 上)

第2章 コージェネレーションシステム導入促進のための諸制度の問題点と提言

2.1 エネルギーに関する行政監察結果について

’93年8月4日、総務庁が「エネルギーに関する行政監察結果」を発表し、これに基ずく大幅な規制緩和を通産省など関係4省庁に勧告している。以下にコージェネレーションに関係のある項目を抜粋する。（注：原文のまま）

- （1）通産省は、長期エネルギー需給見通しとともに国の電力政策や電気事業者による電源開発等を推進していく上での基本的指針となっている長期電力需給見通しをより一層的確なものとするため、最近における電力需給の動向、経済成長率の見通し、地球温暖化問題についての国際的動向、省エネルギー施策等の政策効果等を十分に勘案しつつ、その見直しについて検討する必要がある。
- （2）通産省は、（i）電力の供給力を確保する見地から、自家用発電設備設置者の余剰電力等を積極的に活用する方策について検討すること、（ii）従来型のコージェネレーション・システムからの余剰電力の購入を公に表明していない一般電気事業者に対して、余剰電力の購入を積極的に推進するとともに、その購入に当たっては取引方法のより一層の透明性の確保を図るよう指導すること、及び（iii）コージェネレーション・システム設置者等からの電力購入について、夏季（昼間）の電力需要のピーク時における売電を促進する方策を検討するよう一般電気事業者を指導すること。
- （3）通産省は、現行の特定供給の拡大に対するニーズ、自家用発電設備の効率的活用、一般需要家の利益保護等広範かつ多様な視点を十分勘案し、一般電気事業者による余剰電力の買取りの実施状況、効果を踏まえ、特定供給の在り方について総合的に検討すること。
- （4）通産省は、技術革新の進展等を踏まえ、内燃力発電設備の設置に係る事前届出を不要とする自家用電気工作物の範囲の拡大、ガスタービンの定期検査時における代替タービンの運転に係る届出及び使用前検査の省略を行うこと等、より一層の自家用発電設備に係る規制緩和を図ること。
- （5）自治省及び通産省は、可燃性ガスの貯蔵に係る取扱について協議を行い、自治省は、その結果を踏まえて、引き続きガスを燃料とする自家用発電設備が消防法令の基準に適合するか否かについて検討を加えた上、自家用発電設備の非常電源設備としての設置基準の作成について検討すること。
- （6）通産省は、自家用発電設備設置者の売電の実態等を把握するとともに、発電

部門における卸電気事業者及び自家用発電設備設置者の一般電気事業者への電力供給機能の活用・活性化を図る見地から、卸電気業に係る各種規制の在り方について検討すること。

(7) 通商産業省は、太陽光発電に係るシステムのトータルコストの引下げを図るため、周辺機器等について、製造メーカー等との緊密な協力の下で、製造コストを低廉なものとするための標準化を図るとともに、太陽光発電設備の設置者等に対する支援措置の拡大等を検討すること。

(8) 通商産業省は、定期検査業務の合理化等を図る観点から、汽力発電設備及びガスタービン発電設備に係る定期検査業務の指定検査機関への委譲範囲の拡大について検討する必要がある。

(注：現行の出力10MW未満を30MW程度まで拡大することを例示)

(9) 通商産業省は、都市ガスのエネルギーとしての重要性の拡大を踏まえ、都市ガスの安定供給、天然ガス化の促進、LNGの貯蔵・輸送施設の計画的整備等を図る観点から、20年程度の長期的視点に立った都市ガスの需要量、原料の供給量等に関する見通しの策定について検討する必要がある。

(10) 通商産業省は、我が国における天然ガスの供給基盤（注：LNG基地、パイプライン等）の整備及び一般ガス事業者の天然ガス導入を促進する観点から、一般ガス事業者相互あるいは一般ガス事業者以外の事業体との協調による天然ガスの合理的な供給基盤の整備方策を早急に検討すること。その際には、LNGの貯蔵、気化、輸送等を行う事業主体に対する事業規制及び保安規制の在り方並びに必要に応じた資金面などでの適切な助成措置について検討すること。

(11) 前項の検討状況を踏まえ、一般ガス事業者に対し供給基盤に係る整備計画や都市ガス原料の天然ガス化に向けた計画を策定するよう指導すること。

(12) 都市ガスのエネルギーとしての重要性の増大にかんがみ、地方一般ガス事業者について、その経営基盤を強化することによりスケールメリットの発揮、保安体制の確立等を図るため、例えば、小規模事業者の協業化、共同組合方式の導入、事業の譲渡等を含め、供給基盤の強化方策を検討すること。

(13) ガス事業分野における公的規制の緩和によるエネルギー間の競争条件の整備を図る観点から、一般家庭等の小口需要家の利益を損なわないことを前提として、価格について強い交渉力を有する大口需要家について料金制度の見直しを行うこと。また、これに対応した事業規制の見直しを検討すること。

- (14) 電力需要の負荷平準化、特に、夏期に需要がピークとなる電力のガス体エネルギーへの転換を推進する上で有効な手段であるガス冷房の積極的な普及促進を図るため、資金面などでの支援策の一層の拡充、一般家庭向けガス冷房料金の新設等の方策を検討すること。
- (15) ガス事業に係る現行制度について、広域天然ガスパイプラインネットワークの進展等に伴うガスの製造・輸送・供給の分業化の進展等、ガス事業を取り巻く今後の状況の変化を踏まえ、事業規制及び保安規制の在り方を検討すること。
- (16) ガス体エネルギーの供給・販売事業に係る行政運営の総合性・整合性の確保を図るため、ガス事業及び液化石油ガス販売に係る所管部局間の情報交換・連携を一層緊密化するとともに、体制面も含め、両事業に係る行政運営の在り方について検討する。

これらの指摘は、具体的、かつ正鵠を得ており、この勧告の実現が望まれる。

2.2 セラミックガスタービン普及に関する制度的提言

本分科会では上記勧告について、セラミックガスタービン普及に関するいくつかの補足意見を審議したので以下に列記する。

2.2.1 勧告4項 自家用発電設備に係わる規制緩和

- (1) 勧告4項のガスタービン定期検査時における代替タービンの規制緩和はセラミックガスタービン普及にとって重要である。セラミックス部分は入念な検査また慎重な組立が必要となると考えられ工場持ち込み整備することが従来に増して必要となるため、型式認定制にして同一形式のタービン交換を速やかに行えるようにする。具体的には定期検査期間中、代替機をリース契約で使えるようにし、定期検査手続きの簡略化する。

また、定期検査時以外のタービン交換について、航空機用GTと同様に完全に代替機と交換が可能となるための制度的な検討を行う。

- (2) 電気設備技術基準56条は技術員が当該発電所において常時監視をしない発電所は施設してはならないとしているが、監視制御技術の進歩にあわせ、少なくとも1万kW未満のガスタービンについては常時監視方法としないことができるようにする。
- (3) ガスタービン自家発にはボイラタービン主任技術者選任が必要とされている。将来的にはガスエンジンやディーゼルエンジンと同様に選任不要とし、当面は委託制度

や選任許可条件の緩和を図る。

2.2.2 勧告2項 自家発設置者からの夏季（ピーク）の売電の促進

ガスタービン吸気冷却用蓄熱システムの設置に対する補助・優遇制度

発電用ガスタービンの設置状況は自家発148万kW、事業用154万kWである。（1992年現在） アメリカ／リンカーン電力の事例として、深夜電力により氷蓄熱を行い、昼間ピークにガスタービン吸入空気を冷却し、ガスタービン出力を増加させたことが報告されている。夏季32℃の空気を20℃まで冷却するとガスタービンの出力増加は10％程度が見込める。日本全国の約300万kWの発電用ガスタービンのすべてに適用されると30万kWに相当する電力となる。

蓄熱システムによるガスタービン出力増加はピーク時供給力に寄与するだけではなく、負荷平準化にも寄与できるので、ガスタービン自家発設置者における蓄熱システム投資にたいして補助・優遇制度を検討すべきである。

2.2.3 勧告3項 特定供給の在り方

- （1）数ヶ所に工場が離れている企業や電鉄会社等において、コージェネレーションを集約化して高効率の機関を置けるように電力会社の送電線を有料で利用できる託送制度の導入の是非等について検討する。
- （2）都市再開発や地域熱供給においては、熱の供給区域には地域限定の400V動力あるいは直流、高周波を地域限定の中質電力として供給する制度を検討する。これは、上水道に対する中水道と同様な考え方に基づく。

第3章 可搬式発電装置の潜在市場量の推定

3.1 適応範囲

3.1.1 可搬式発電用再生式2軸セラミックガスタービンの概要

可搬式発電装置は、土木・建設現場の作業用・照明用の電源や災害地等での非常用電源等に広く利用されている。

可搬式発電装置に要求される特性としては、

- ・ 頻繁な移設に対処するため、軽量・小形であること
- ・ 負荷範囲が広く、部分負荷での運転頻度が高いため、部分負荷での機関熱効率が高いこと
- ・ 稼働性を高めるため、50Hzと60Hzの切替えが容易であること

などがある。これらの要件に適合するガスタービンとして、回転蓄熱式熱交換器を装着する2軸式を採用した。エンジンの断面図を図3.1.1-1に、主要目を表3.1.1-1に示す。

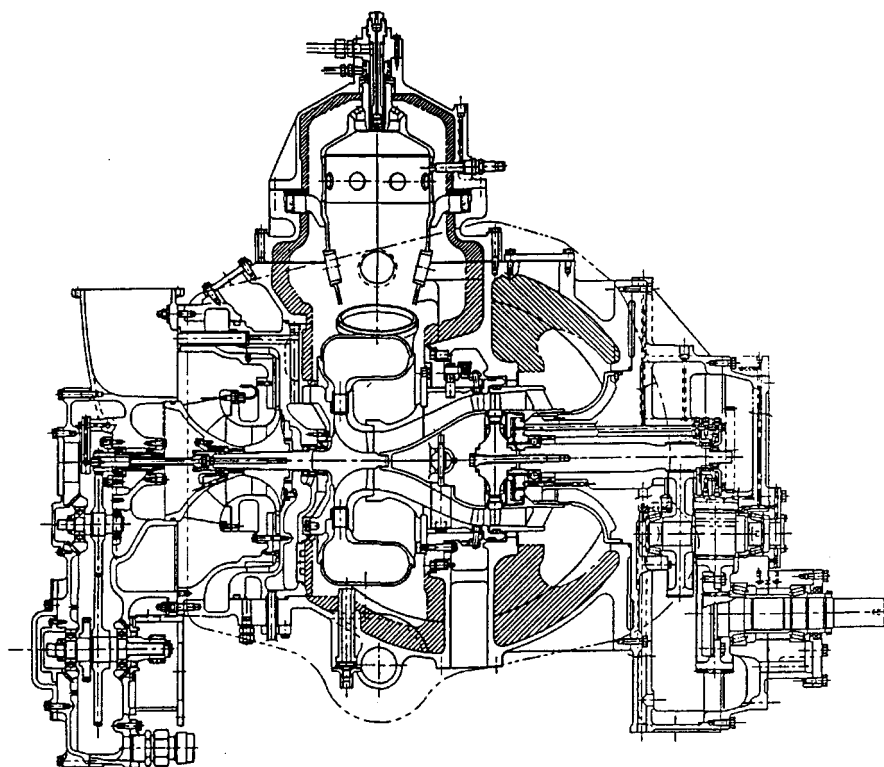


図3.1.1-1 CGT 303 縦断面図

表3.1.1- 1 C G T 3 0 3 主要目

項 目		単 位	諸 元	備 考
機 関 形 式		—	再生開放二軸式	
最 大 出 力		kW(PS)	300(408)	*
出力軸回転速度		rpm	3000/3600	
外 形 寸 法		mm	約 1620L×860W×1270H	
機 関 乾 燥 重 量		kg	約500	
使 用 燃 料		—	石油系燃料油、ガス	
使 用 潤 滑 油		—	合成基油	
圧 縮 機	形 式	—	単段遠心式	
	寸 法	mm	174.5	外径寸法
	回転速度	rpm	55000	
ガスゼネレータ- タービン	形 式	—	単段ラジアル式	一体形
	寸 法	mm	162.6	外径寸法
	回転速度	rpm	(圧縮機と同じ)	
出力タービン	形 式	—	単段軸流式	翼別体形
	寸 法	mm	230	外径寸法
	回転速度	rpm	32500/39000	
燃 焼 器	形 式	—	単筒缶形	
	寸 法	mm	1820×377L	Dは70mmφ
熱交換器	形 式	—	回転蓄熱式、2コ	機関両側に配設
	寸 法	mm	6100×717	コア寸法
	回転速度	rpm	20	
減 速 機	形 式	—	平行歯車式	
	減 速 比	—	10.8	
制 御 方 式		—	電子式	

*出力軸回転速度 3600rpm時

標準大気状態における定格出力 300kW、タービン入口温度(=TIT)1350℃を設計点とした。熱交換器の効率は、従来の実績に照らし92%を、また圧縮機の圧力比は 4.5と選定することにより、設計点における機関熱効率を42%と見込むことができる。

ガスゼネレータにおいて、圧縮機は一段遠心式を採用し、これを駆動するタービンはラジアル式としている。燃焼器は単筒缶形とし、燃焼器からガスゼネレータタービンに到る通路として、円環式のスクロールを用いた。

出力タービンは、軸流式を採用し、出力タービンノズルは可変式とした。負荷に応じて開口面積を変化させることにより、部分負荷での機関熱効率を高めるようにしている。出力タービンは、ガスゼネレータタービンに比べて入口ガス温度が低いため、翼がセラミックスでディスクが金属のいわゆるハイブリッド構造を採った。

熱交換器は、小形でしかも高い温度効率が得られる回転蓄熱式とし、作動ガスの流通損失を低く抑えるため、エンジンの両側に2個配置した。

上記の基本設計にもとづき機関熱効率の予測計算を行った。出力タービンノズルの

開口面積を変化させ、T I Tを1350℃に保持できれば、広い負荷範囲で40%以上の高い機関熱効率を達成し得ることが予測された。

3.1.2 可搬式発電装置の概要

我が国で使用されている可搬式発電装置は、レジャー用等の極小形のものを除き、電気事業法に基づいて日本内燃力発電設備協会（内発協）が定めた「可搬式発電設備の認定規定」（S60.9 制定）による技術的事項の認定基準を満足する必要がある、現在市販されている装置はすべてこの基準による審査に合格したものである。

可搬式発電装置は一般に防水と遮音を兼ね、装置全体をカバーするエンクロージャが装備してあり運搬・設置・保管等を容易にしている。これらの装置の使用形態は、目的地までトラックで運搬し荷台上でそのまま使用したり、仮設基礎上へ設置するものが大半であるが、中大型のものではトレーラーに装備されているものもある。また大形建設現場において基礎工事機械（バイプロハンマー等）の電源として使用される中大型の装置では、ウエイト代わりに機械の一部として組込まれて使用されているものもみられる。

可搬式発電装置の用途は多岐にわたるが、これを利用形態に応じて分類すると以下の二つに大別され、搭載するエンジンに対する要求特性が相違する。

1 Aタイプ（フルロード重視）

災害地等で使用される非常用発電装置を対象とする。遠隔地への迅速な移設を容易とするため、装置は軽量・小形化が要求される。

この場合、装置は被災したネットワークの復旧に要する期間、長時間連続使用される。使用中、装置はその目的上、最大限の電力供給が要求され、多くは連続したフルロード運転が行われる。従って搭載されるエンジンは、フルロード運転が主体となるため、最大出力時に重点を置いた高効率化が望まれる。

2 Bタイプ（パートロード重視）

建設工事現場等で使用される常用発電装置を対象とする。この場合、装置の連続運転時間は、作業者の就労時間に対応した比較的短いものではあるが、累計の稼働時間は非常用に比べて著しく長い。また使用中、負荷側機器の種類、容量が多様であり、しかも、これらの使用が断続的であるために装置の負荷範囲は広く、またその変動も

大で、エンジンは耐久性の面で厳しい条件で使用されることになる。エンジンはパートロードでの運転が稼働の主体となるため、機関熱効率の向上は、最大出力時よりむしろ部分負荷時に重点を置く必要がある。

以上の如く、可搬式発電装置はその用途に応じて要求されるエンジン特性が異なるが、Bタイプ用途が多いことから、Bタイプに主眼をおいて開発された商品が両用途向けに供給されている。

3.1.3 可搬式発電装置の仕様等

1) 寸法・重量

可搬式発電装置はその使命上、運搬が容易でなければならず、ユーザーからは装置の軽量・コンパクト化が最も強く要望されている。このため製造メーカ各社共、高性能・高効率なエンジン、発電機及び付属機器搭載により極力軽量・コンパクト化に努力している。

装置の大きさの代表特性として、各社主要商品の梱包容積および乾燥重量の比較例を図3.1.3-1、-2に示す。いずれも防音型のカatalog値である。

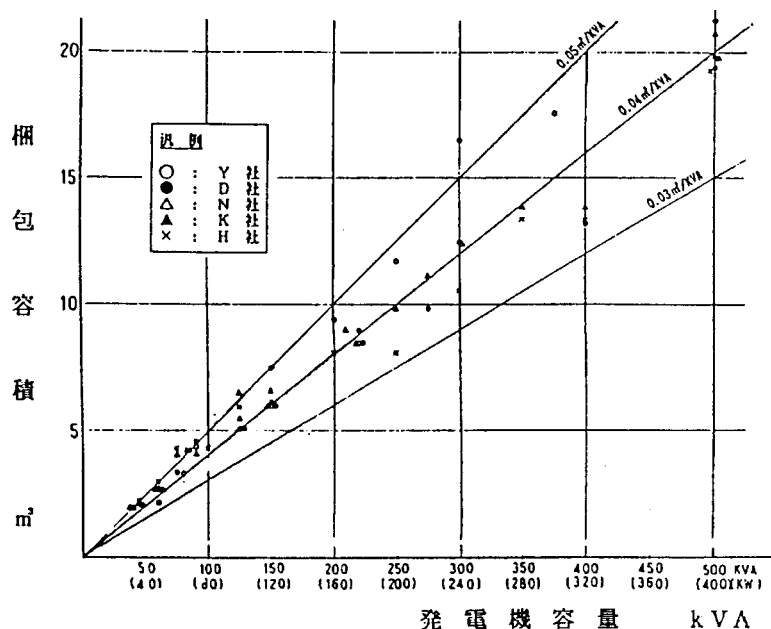


図3.1.3-1 防音型可搬式発電装置の梱包容積例

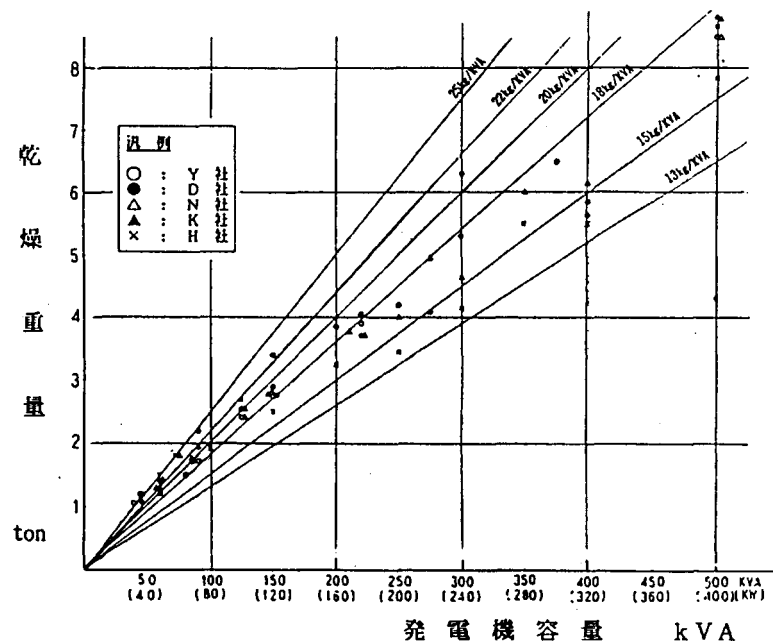


図3.1.3-2 防音型可搬式発電装置の乾燥重量例

2) 騒音・振動

可搬式発電装置は、近年特に市街地の住宅密集地帯の建設現場で使用される場合があり、昼夜を分かつ稼働されることがあることから、騒音・振動や排ガスの点で低公害化が強く求められる。又、大規模建設現場における騒音対策型工法の動力源として用いられることも多く、今日の低騒音型機械の普及になったものと考えられる。

建設省による昭和52年の調査では普通型の発電装置が大半を占めていたが、昭和62年の調査では殆どが低騒音型となっている。標準型と低騒音型の騒音レベルの比較を図3.1.3-3に示す。

◇ 低騒音型・低振動型建設機械指定制度について

近年、民間を中心として数多くの環境対策型建設機械が開発され、建設現場においても広く使用されてきた。建設省では、さらにこれら環境対策型建設機械の普及を促進し、建設省直轄事業に積極的に導入することによって、建設事業全体の環境改善を計ることを目的として、昭和52年度より、騒音対策仕様で販売されている建設機械のうち、騒音レベルがある限度以内におさまっているものを騒音対策型建設機械として、建設機械損料算定表に掲示した。さらに昭和58年6月には、これを発展させ、「低騒音型・低振動型建設機械指定制度」を創設し、一定の要件を満たしたものを低騒音型

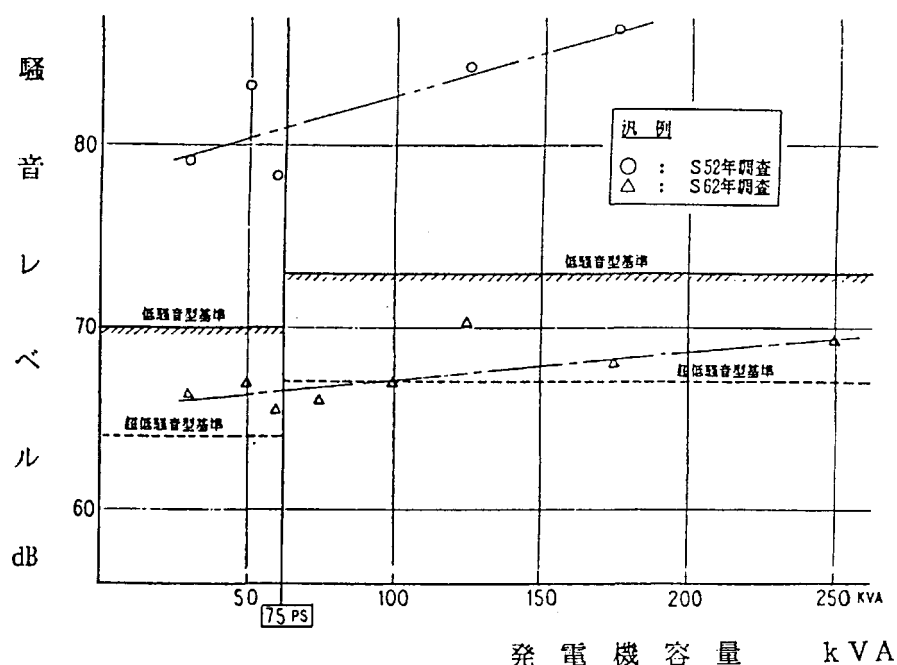


図3.1.3-3 可搬式発電装置の騒音レベル

建設機械として指定し、これらを建設工事に積極的に導入の促進策を講じた。

この制度は、低騒音型建設機械としての定義、位置づけを的確にするとともに、請負工事機械経費積算要領との連携により、低騒音化技術の開発経費を適正に積算に反映することによって、研究開発の促進と低騒音型建設機械の普及を図るものである。

低騒音型建設機械の指定は、「低騒音型・低振動型建設機械指定要領」に基づいて行われる。この指定要領では、低騒音型および低振動型建設機械を指定することになっているが、当面は低騒音型建設機械の指定のみを行っており、主として騒音苦情の多い基礎工，土留工，とりこわし工，掘削工などに使用される建設機械を対象としている。

指定の要件としては、指定要領の中に、

- ①騒音又は振動が標準的な建設機械と比較して相当程度低減されたものであること
- ②価格が妥当なものであること
- ③供給が適切に行われるものであること

の3条件が示されており、指定のための具体的な騒音判定基準は指定要領運用中に定められている。また、これにより指定された建設機械はその都度公表されている。

これにより低騒音型建設機械の普及台数は、平成4年12月時点で約71万台にのぼり、指定された機種は、平成5年9月時点で20機種，2174形式である。

建設現場で使用する可搬式発電装置も当然この制度の対象機械であり、その騒音判定基準を表3.1.3-1（及び前掲図3.1.3-3）に示す。

表3.1.3-1 低騒音型可搬式発電装置の騒音判定基準

{ 単位 騒音レベル : dB(A)
定格出力 : PS }

	旧基準値 (S58年 6 月)			新基準値 (S63年12月～)		
	定格出力	騒音レベル	測定条件	定格出力	騒音レベル	測定条件
低騒音型	P < 75	70	ハイアイドル 定格回転速度	P < 75	70	無負荷定格 回転速度 [60Hz]
	75 ≤ P < 140	73				
	140 ≤ P < 210	76				
	120 ≤ P	79		75 ≤ P	73	
超低騒音型	—————			低騒音型の基準値より 6 dB(A) 低い騒音レベル (但し、65dB(A) 以下になるものは65dB(A) とする)		
(注) 騒音レベルは、機側 7 m、4 方向エネルギー平均値とする						

3) 耐久性

現在市販されている可搬式発電装置については各社とも耐久性に関する明確な規定はないが、建設業界の慣例として要求されている一般的なオーバーホール間隔の目標は、次の如くである。

発電機容量	メジャーオーバーホール間隔	マイナーオーバーホール間隔
200KVA 未満	6 0 0 0 H	3 0 0 0 H
200KVA 以上	9 0 0 0 H	4 5 0 0 H

4) 経済性

建設工事全体の経済性向上の観点から他の建設機械と同様に、可搬式発電装置についてもそのイニシャルコスト（購入価格）及びランニングコスト（燃費）の低減に対する要求は年々強くなってきている。各社の代表的機種の種類および燃料消費量例を図3.1.3- 4, 5 に示す。

なお各社とも使用燃料はディーゼル軽油を使用しているが、経済性の点から A 重油使用をオプション対応で可能にしている。

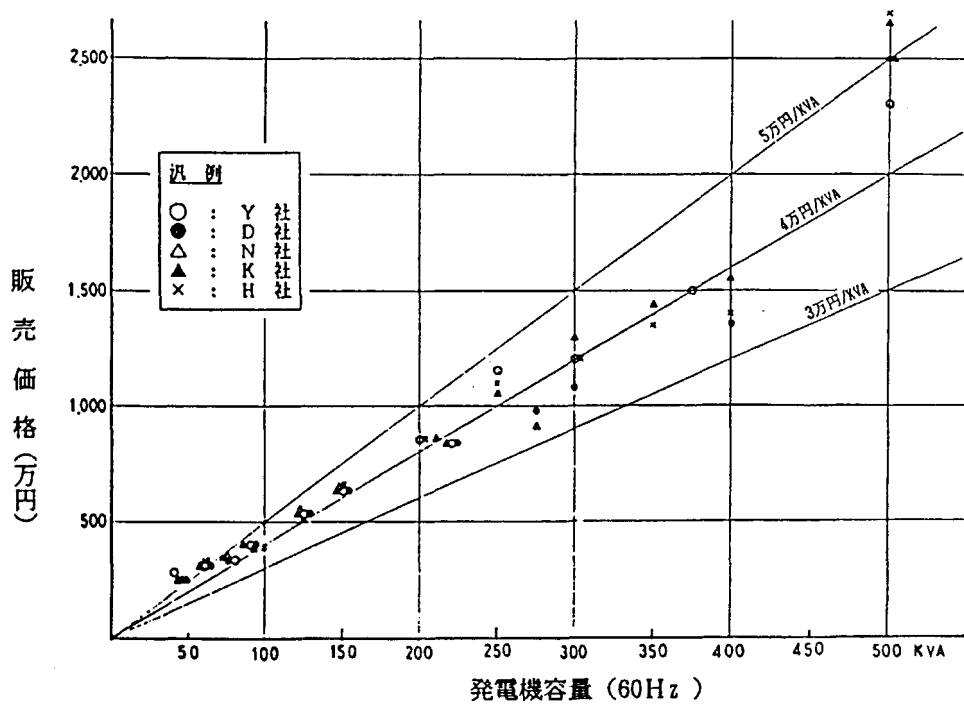


図3.1.3-4 防音型可搬式発電装置の価格例

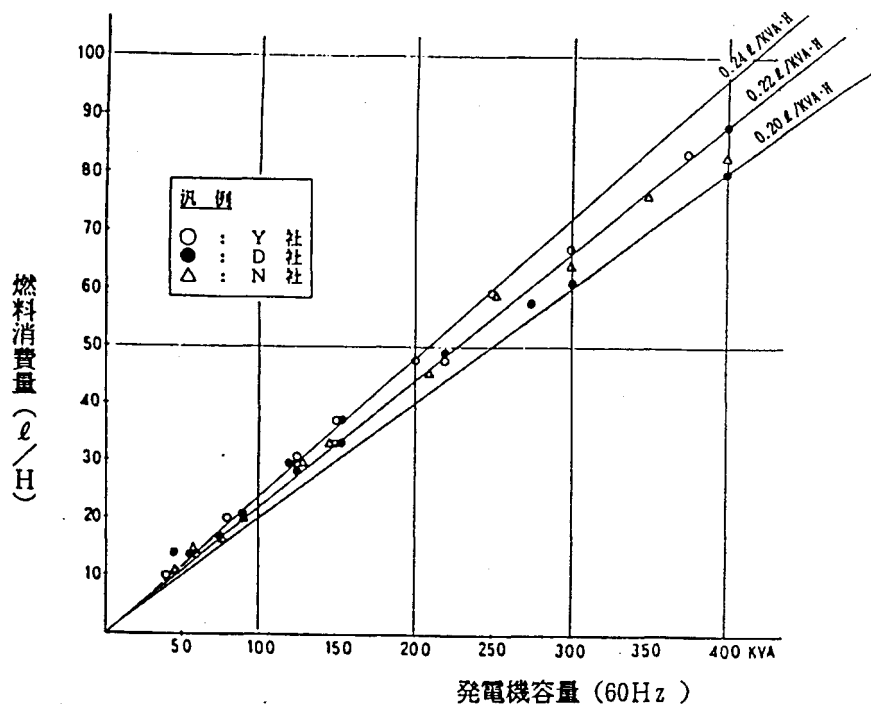


図3.1.3-5 防音型可搬式発電装置の燃料消費例

3.1.4 可搬式発電装置の市場

現在、可搬式発電装置の動力源としては、すべてディーゼルエンジンが使用されている。しかし、前項で説明したC G Tは、これらのディーゼルエンジンを上回る機関熱効率、低公害性、燃料多様性などを目標としており、これが実現できればディーゼルエンジンに代わる将来の動力源として有望となる。

また可搬式発電装置は、土木・建設工事現場の諸電源用途が大半であるが、その特性を活かして電力負荷の変動が大きい用途分野への進出も可能となる。

- 〔例〕
- ① ビル・工場等の冷暖房装置電源のピークカット用
 - ② スキー場、ゴルフ場の照明・設備機械駆動用
 - ③ 自家発電装置の定期点検期間用
 - ④ 港湾工事等作業船の照明・諸機械の駆動用

3.1.5 可搬式発電装置以外での市場

可搬式発電用として開発されている二軸式C G Tは、出力範囲や負荷条件が異なっても対応出来る柔軟性を有することから、表3.1.5-1 に示す多岐な用途にも使用可能と考える。

表3.1.5-1 C G Tの新規市場

利 用 分 野		利 用 可 能 な 機 械
移動用	建設機械	・掘削機械（油圧ショベル、クローラクレーン） ・トラクター（ブルドーザー、積込機械） { ショベルトラック ・運搬車（重ダンプトラック、キャリア） ・クレーン
	小型船舶	・商工船 ・プレジャーボート ・高速旅客船
	自動車	・トラック ・ダンプトラック ・トレーラトラクター ・バス
	鉄道車輛	・気動車 ・機関車 ・発電車 ・リニアモーターカー（補助電源）
定置用	排水機場	・ポンプ
	機械駆動	・コンプレッサー 他

以下に現在使われている機械・装置におけるディーゼル機関の使用状況を示す。

1 土木・建設機械

ここで対象とする土木・建設機械は、統計上でエンジン出力をある程度特定できる機械に限り、エンジン出力が概略100 P S以上とした。

・掘削機械

ショベル系掘削機で油圧式と機械式（クローラクレーン等）に分類される。

これらに搭載されるディーゼルエンジンの出力を図3.1.5-1, 2に示す。

・トラクター

ブルドーザー，積込み機械等に分類される。これらに搭載されるディーゼルエンジンの出力を図3.1.5-3～5に示す。

・運搬機

重ダンプトラック（オフロード用），ダンプキャリアに分類される。これらに搭載されるディーゼルエンジンの出力を図3.1.5-6, 7に示す。

・クレーン車

ディーゼルエンジンの出力を図3.1.5-8に示す。

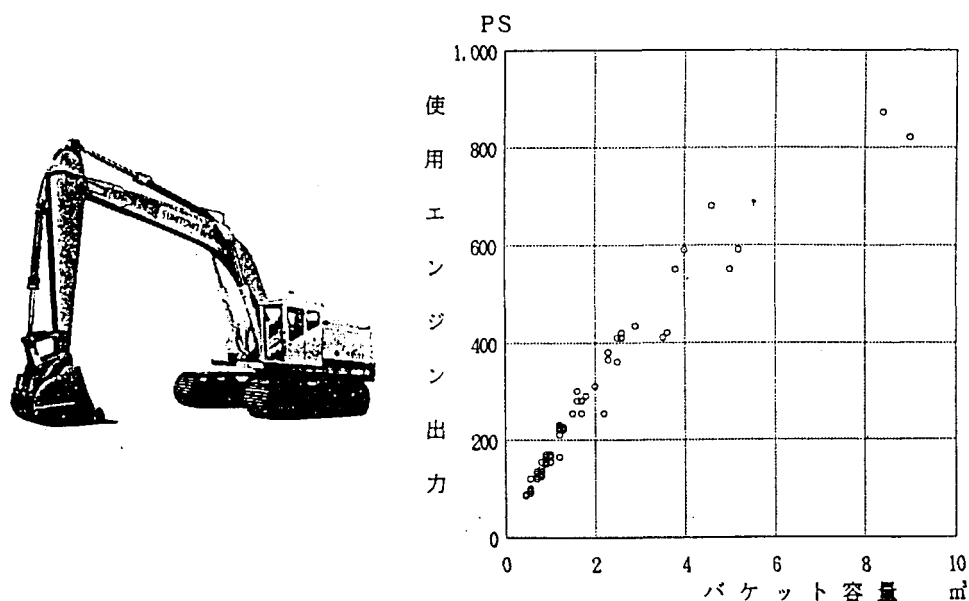


図3.1.5-1 油圧ショベルのエンジン出力

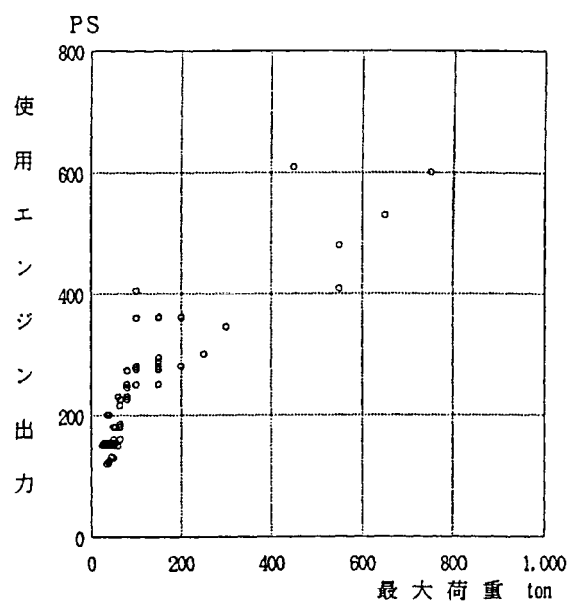
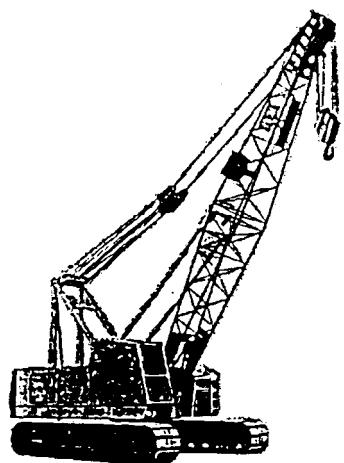


図3.1.5-2 クローラクレーンのエンジン出力

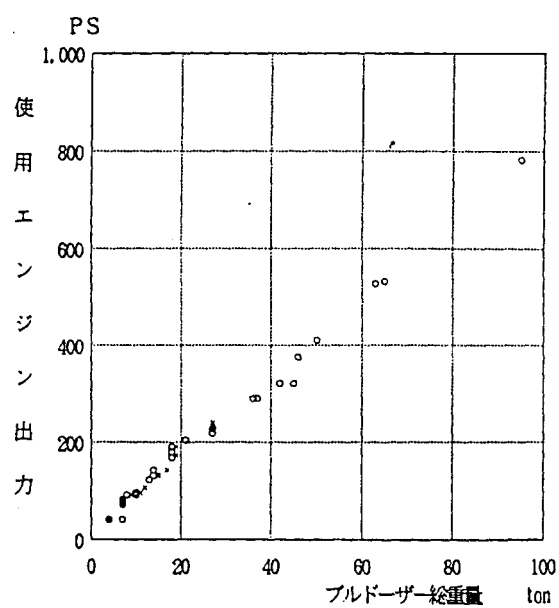
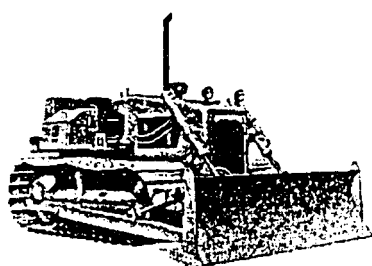


図3.1.5-3 ブルドーザーのエンジン出力

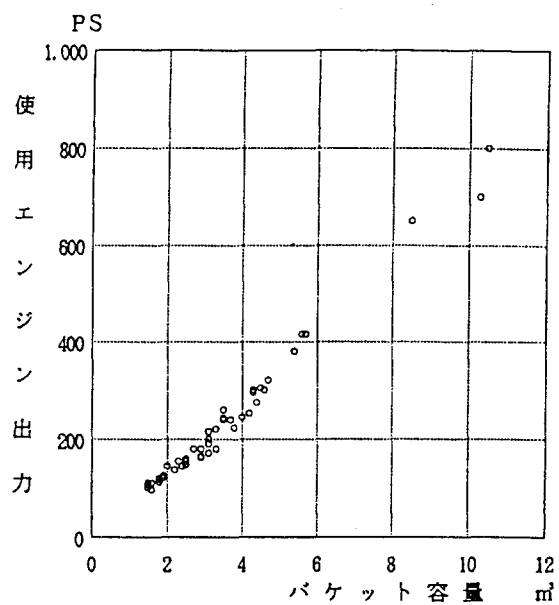
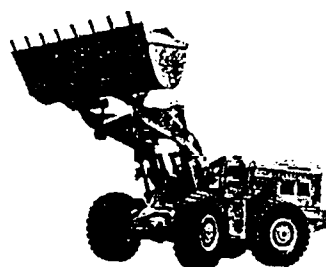


図3.1.5-4 ホイルローダのエンジン出力

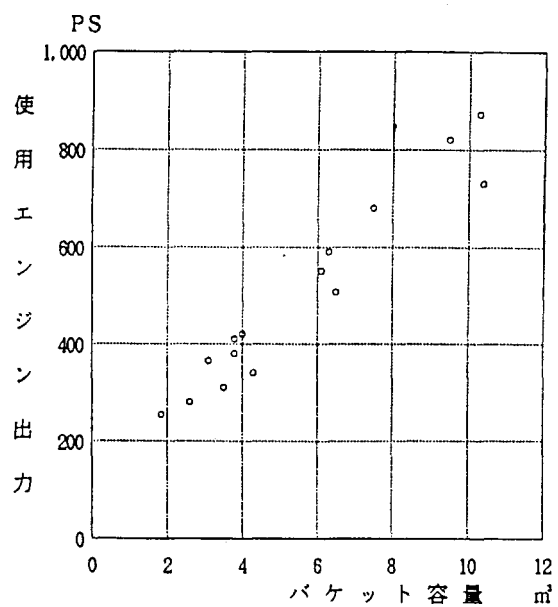
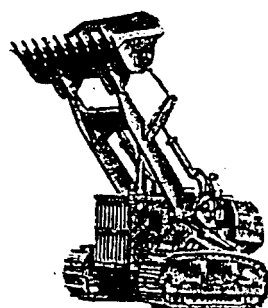


図3.1.5-5 ローディングショベルのエンジン出力

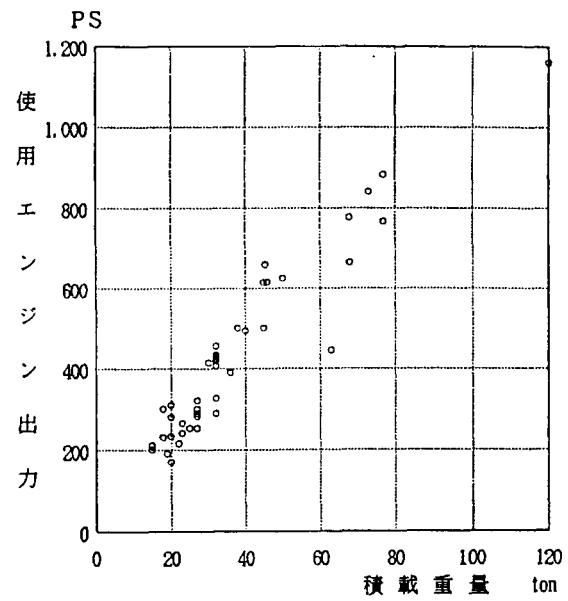
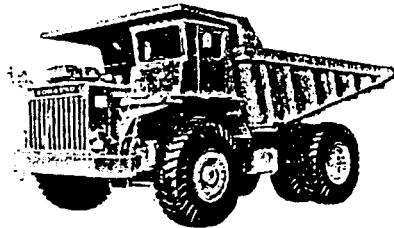


図3.1.5-6 重ダンプトラックのエンジン出力

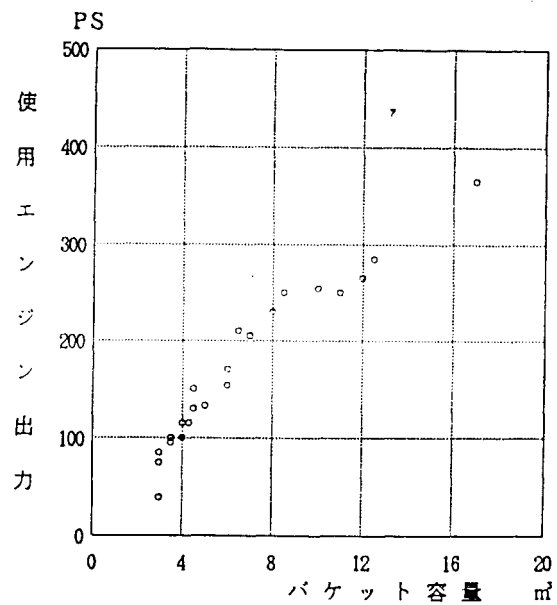
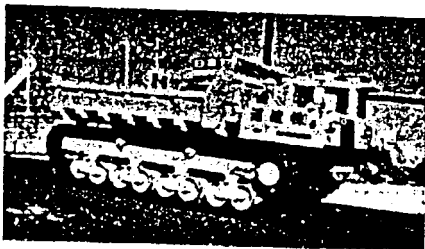


図3.1.5-7 ダンプキャリアのエンジン出力

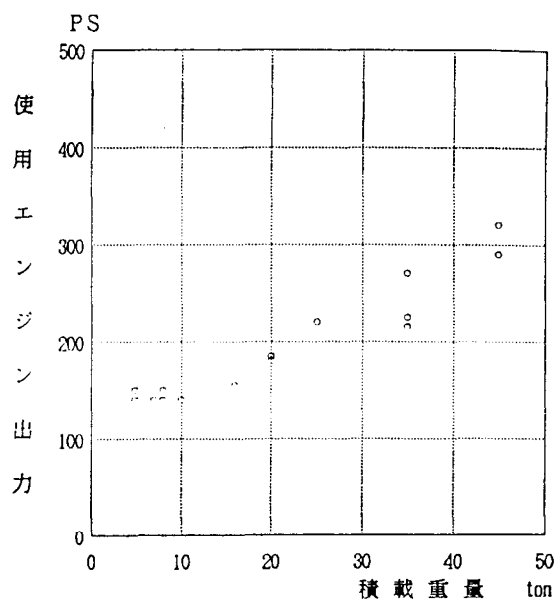


図3.1.5-8 ラフターレンクレーンのエンジン出力

2 小型船舶

現在開発中のCGT技術は、エンジン一台あたり出力 500PS程度と考える。

高速船においては、大出力機関1台を搭載するのではなく、軽量高出力機関2～4台を搭載している例もあり、一隻あたり2000PS級の船舶には適応できると考えられる。

3 自動車

・トラック

1992年に陸運局へ新規登録されたトラックのエンジン出力毎の登録台数を調査した結果を図3.1.5-9に示す。最大 500PS程度までのディーゼルエンジンが使用されている。トラックの積載量と使用ディーゼルエンジン出力の関係を図3.1.5-10～12に示す。

・バス

大型バス（乗車定員30人以上）で、200～400PSのエンジンを搭載。

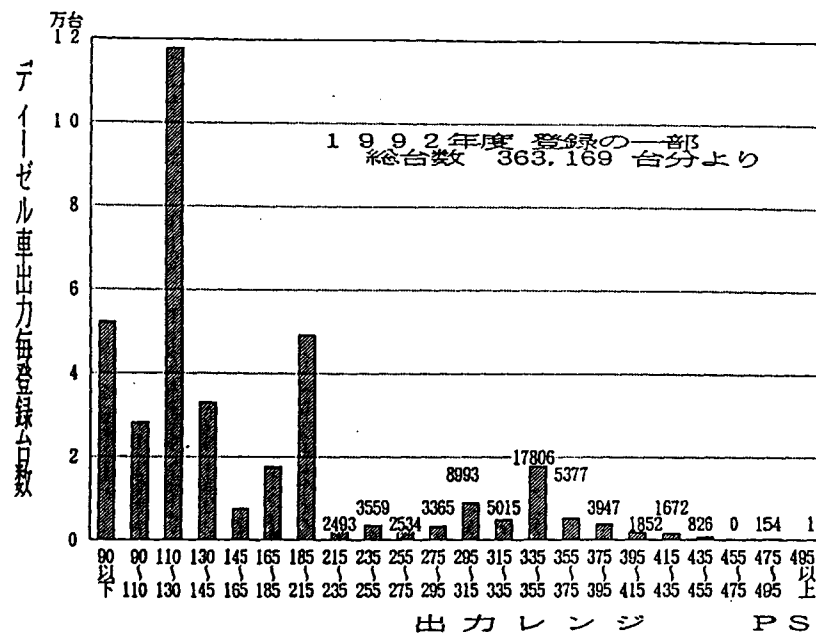


図3.1.5- 9 エンジン出力毎のトラック登録台数

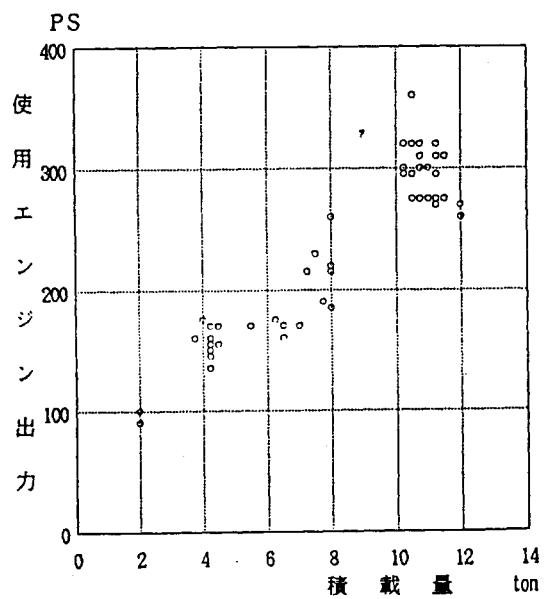
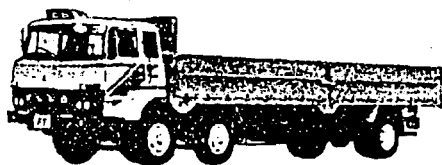


図3.1.5-10 トラックのエンジン出力

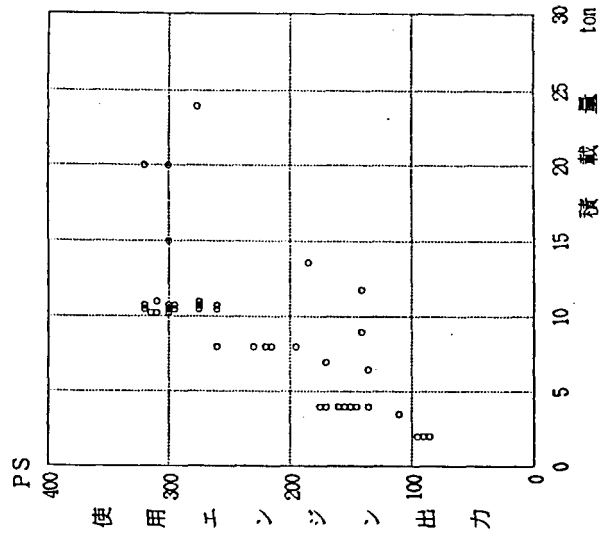
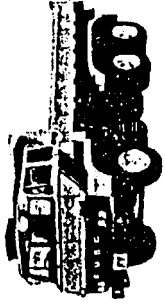


図3.1.5-11 ダンプトラックのエンジン出力

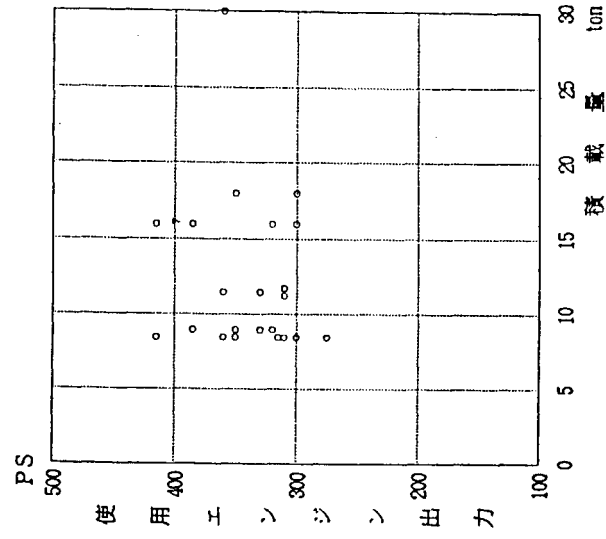
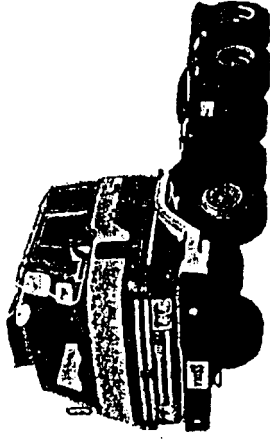


図3.1.5-12 トレーラトラックターのエンジン出力

4 鉄道車両

- ・気動車

180PS ～ 550PSのエンジンを使用している。通常は1台が搭載されている。

中には2台で700PSの仕様のものもある。

- ・機関車

500PS × 2台, 1100PS, 1100PS × 2台, 1250PS, 1350PS の仕様がある。

- ・電源車

340PS × 2台, 410PS × 2台, 430PS × 2台の仕様がある。

- ・リニアモーターカー（山梨実験線の構想）

補助電源として4両に1台の割合で350kWの発電装置を搭載予定。

3.2 要求性能（機械装置に要求される諸性能）

3.1.3項で記した可搬式発電装置に要求された事項

- 1 軽量・コンパクト
- 2 低騒音・低振動
- 3 耐久性
- 4 経済性

などは、建設機械、小型船舶、自動車、鉄道車両などあらゆる機械装置に共通して要求される事項である。ここでは、これ以外にガスタービン機関に期待される一般的な特性について記す。

1) 低エミッション

現在地球環境問題の高まりのなか自動車公害が問題しされ、ガソリン自動車はかなり厳しい排ガス規制を受けている。また現段階で規制の無い国内のディーゼル車も、車体重量2.5ton以上を対象として、1994年度より排気規制がスタートする。主要国の規制値を表3.2-1に示す。1994年度より施行される規制は、NO_xについて規制前の一般値をば半分に抑えようとするものである。

CGTにおいてもNO_x排出量 70ppm（現行法規制値）を研究目標値として研究を行っている。これを1994年度からの大型ディーゼル車の排気規制値と比較してみる。自動車に関する規制は、モード値で規制され排重率（g/HP-h）で表される。一方大気汚染防止法等による発電機駆動用内燃機関（例えばガスタービン機関）への規制は、

表3.2-1 主要国の大形ディーゼル車の排気規制ルール

単位は g/HP-h

地域・国	規制時期	NOx	CO	HC	PM	NMHC	対象車両	排気測定法	煙測定法
日本	現行	-n.a.-	-n.a.-	-n.a.-	-n.a.-	-n.a.-	車体重量 2.5トン以上	日本 13モード	日本 3条件
	1994 (直噴)	4.47	5.52	2.16	0.52	-n.a.-			
	(副室)	3.73	5.52	2.16	0.52	-n.a.-			
	(長期)	3.36	-n.a.-	-n.a.-	0.19	-n.a.-			
カリフォルニア	現行	5.00	15.50	1.30	0.25	1.20	車体重量 8500ポンド以上	EPA トランジェント	EPA 3条件
	1994	5.00	15.50	1.30	0.10	1.20			
アメリカ	現行	5.00	15.50	1.30	0.25	-n.a.-	車体重量 8500ポンド以上	EPA トランジェント	EPA 3条件
	1994	5.00	15.50	1.30	0.10	-n.a.-			
	1998	4.00	15.50	1.30	0.10	-n.a.-			
ヨーロッパ 共同体	現行	10.74	8.35	1.79	-n.a.-	-n.a.-	車体重量 3.5トン以上	EC 13モード	ECE R24
	1993.10 85kW以下	5.97	3.36	0.82	0.46	-n.a.-			
	85kW超え	5.97	3.36	0.82	0.27	-n.a.-			
	1996.10	5.22	2.98	0.82	0.11	-n.a.-			

エミッション濃度(ppm)で表されている。よって単純に比較することは出来ない。しかし、ディーゼル機関のNOx濃度は、一般的に定格点で最大値を示す傾向にあり、経験から1994年度からの規制値4.47g/HP-h(日本・13モード)は、NOx濃度に置き換えれば概略450ppm程度の値となると予想される。

ディーゼル機関とガスタービン機関では、その燃焼形態が異なるため排気ガス中の残存酸素濃度が異なる。基準残存酸素濃度へのNOx濃度値の換算は可能であり、基準残存酸素濃度O₂=0%への換算を図3.2-1に示す。この比較は、CGTとディーゼルエンジンが共に同じ熱効率の場合に成り立つ。

CGTの場合、残存酸素濃度16%での70ppmは、0%に換算すると294ppmとなる。ディーゼルエンジンの場合、残存酸素濃度13%での450ppmは、0%に換算すると1180ppmとなる。CGTの方が、ディーゼルエンジンに比較して約1/4の値になり、低公害機関と言える。

ディーゼル車の場合、加速時等に見られる黒煙も問題となっている。CGTにおいても液体燃料使用時にはすすの発生は避けられず、代替機関の可能性を高めるためには、先の低NOx排出特性と合わせてその特質を問われる点である。

また建設省は、国が直轄する工事に用いる建設機械に対し、エンジン出力10PS以上のものについて「排出ガス対策形指定制度」を平成9年度(1997年度)(トンネル内工事については平成8年度(1996年度)より実施)より導入を予定している。この制

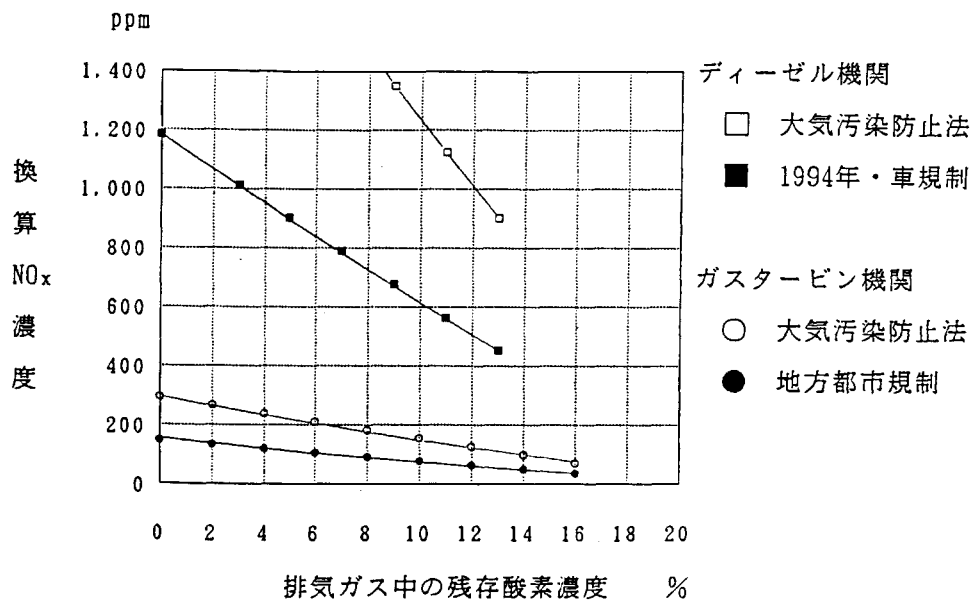


図3.2-1 基準酸素濃度によるNO_x換算

度の対象になるのは油圧ショベル、ブルドーザーなどだが、今後発電機セットやコンプレッサーなどにも拡大される可能性がある。

2) 負荷応答性

発電機セットに使用される場合、負荷0%から100%へ急激に変化することがある。これを100%負荷投入と言うが、この場合においても供給される電気周波数が一定に保たれることが望まれる。周波数が乱れても、速やかに所定の周波数に戻ることが要求されている。

高出力ディーゼル機関では、過給機が装着されていて、この急激な負荷変化に速やかな対応ができない。負荷がかかることにより回転数が低下し、ガバナーにより燃料噴射量は増加するが、過給機回転数が追従できず燃焼空気の不足が生じ、回転低下が大きく、その回復に時間がかかっている。

ガスタービン機関においては、圧縮機、タービンが高速で回転していて大きな慣性力を持っている。負荷変化に対する回転数の低下が少なく、また回復が早く、ディーゼル機関に比較して良質な電気を供給できる。

3) トルク特性

車両用機関の特性として問われる項目にトルク特性がある。搭載するエンジンの最大出力には限度があり、車両の発進が迅速に行えるかはエンジン低速時におけるトルクが定格出力点に比較しどれだけアップしているかで判断される。ディーゼル機関においては、燃料噴射ポンプの中にトルクバネあるいはアングライヒとの組み合わせ装置をもち、負荷増大にともない回転が下がってくると燃料噴射量を増し任意のトルク特性を得るようになっている。同一機関であっても機械の種類によって出力、使用回転速度、トルク特性等を変えて搭載されている。

エンジンの定格出力点のトルクにたいして最大トルク点でのトルクは、ディーゼル機関の場合120%程度であるが、この値が大きいほど車両・機械装置は扱いやすいと言える。

二軸式ガスタービン機関のトルク特性を図3.2-2 に示すが、ガスゼネレータタービン (GGT) を 100%で回転させたときのパワータービン (PT) をロックした状態 (0 rpm)のトルクは、定格点の200%にもなるのがわかる。このことは、ポンプ等を駆動する場合、クラッチあるいは流体継ぎ手を介さずにダイレクトに使用できることを意味し、装置の小型化を計ることができる。

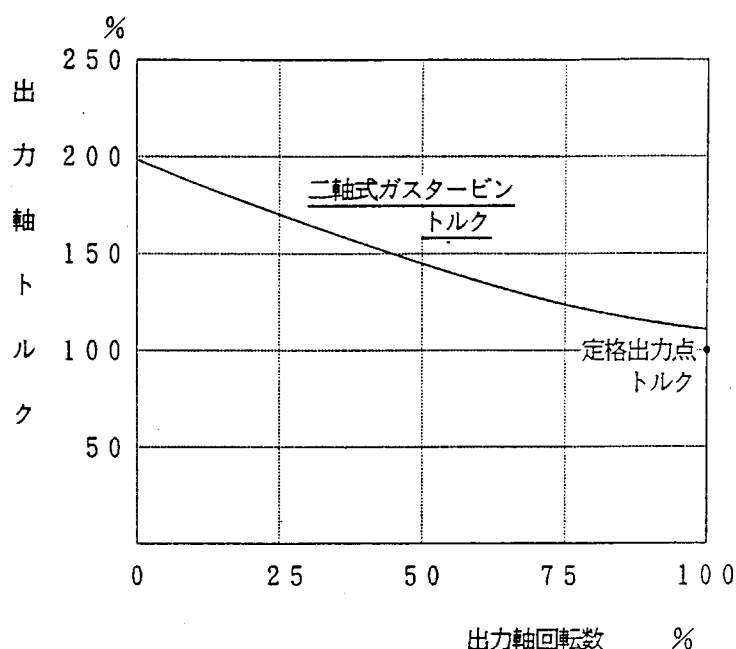


図3.2-2 二軸式ガスタービンのトルク特性

4) 取扱性と応答性

車両用エンジンは、発電装置用エンジンに比較して起動・停止回数が格段に多く、かつ比較的多くの人がオペレートすることが予測され、素人でも簡単に取り扱える操作性が要求される。

またエンジンの特性として、急加速、急減速および長い下り坂におけるブレーキ力（エンジンプレーキ）などの応答性が求められる。

3.3 概念設計

3.3.1 システム構成

1) 可搬式発電装置

C G T 3 0 3 を可搬式発電装置にセットした概念図を図3.3.1- 1に示す。

可搬式発電装置は一般的に防水と遮音を兼ね、装置全体をカバーするエンクロージャ構造となっている。カバー内部には、排気音および吸気音を消音するための消音器が設けられる。ガスタービンの場合、これらの消音器の抵抗によるエンジン性能の低下割合が大きい。性能確保のためには、ディーゼル機関の場合に比べて抵抗の少ない消音器が必要である。

可搬式発電装置の主な稼働場所は、現段階では主に土木・建設現場と考えられる。この現場は仕事の性質上、空気中に多量の粉塵がまっている環境と考えられる。

C G T にとっては、外部からの異物の飛び込みは最も嫌うところで、致命傷になりかねない。これを考えると吸気消音器は、単に消音効果を狙うのではなく、エアークリナーを兼ねた構造を考えたものでなければならない。

2) 車両用エンジンシステム

車両用エンジンとして使用する場合は、エンジンにクラッチ・ミッション、あるいはトルコンなどを装着して使用される。またメインの駆動軸以外にオルタネータ、油圧ポンプ、空調機器を駆動するための補機軸が必要となる。図3.3.1-2に車両搭載時の機関システムを示す。

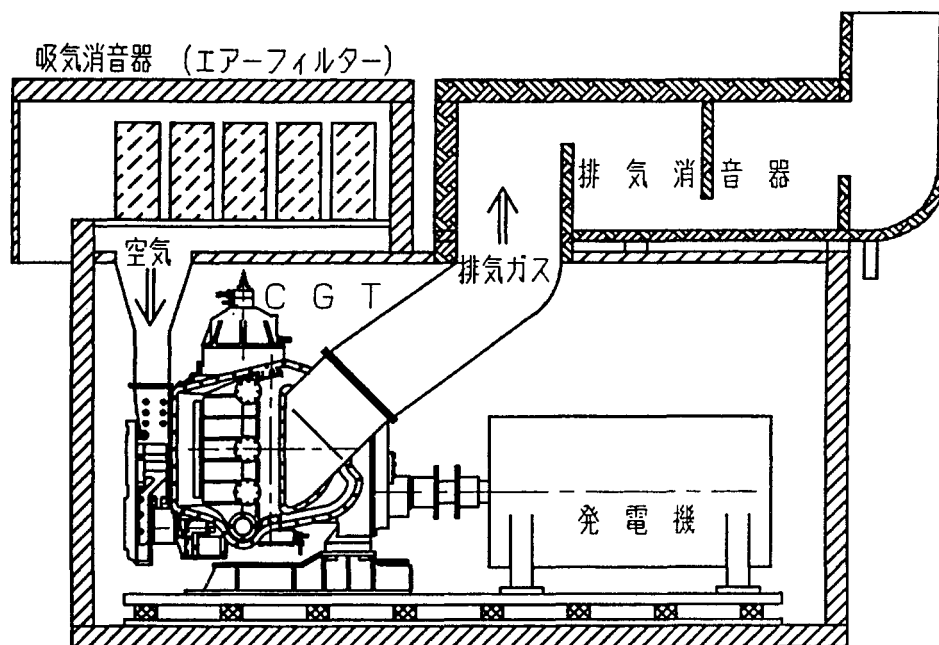


図3.3.1-1 予想されるCGT可搬式発電装置

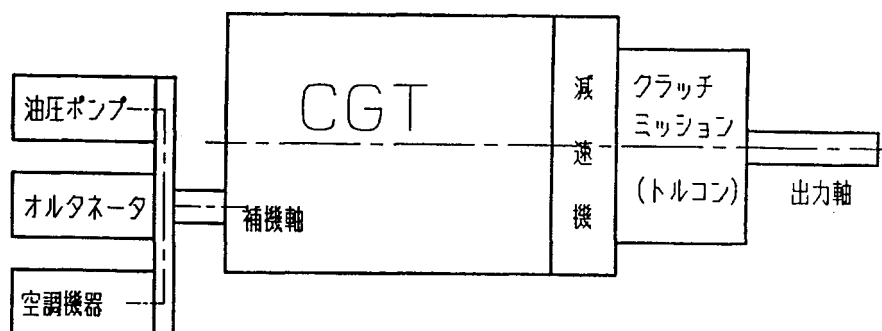


図3.3.1-2 車両搭載時の機関システム

3.3.2 性能予測

C G T 3 0 3 機関における機関熱効率の予測を図3.3.2-1に示す。負荷率35%以上の範囲で機関熱効率40%以上の値を示している。

高範囲において高効率を呈するのは、出力タービンノズルに可変式を採用しているためである。ガス温度を広範囲にわたって許容される最高温度（TIT=1350℃）で維持している。よってサイクル面からは高温で作動することから高効率となる。そして、負荷に対応して変化させるのは基本的にガス量（すなわちガスゼネレータ回転数が変化）だけで、負荷が低い場合においてはガスゼネレータ回転数は低い回転数で作動し、損失馬力が小さい。この両方により先の結果が得られる。

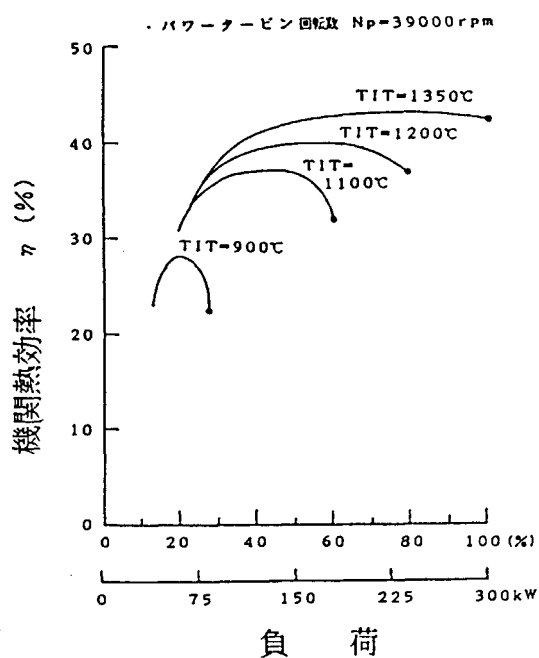


図3.3.2-1 予測される機関熱効率

3.4 生産実績と潜在市場性の推定

3.4.1 生産実績

1) 可搬式発電装置の生産実績

125～350 kVA（エンジン出力150～450PS）の可搬式発電装置生産実績を図3.4.1-1に示す。年間2000台の生産規模である。

発電機容量あるいはエンジン出力をさらに細分化した国内生産台数の統計値がなく、「セラミックガスタービンの研究開発・社会適合性研究」の平成元年度報告書に記載されているY社生産分の「容量別国内販売台数実績推移（第2.2.1-1表）」から、1990年における容量別生産台数を推定を試みた。

その結果を図3.4.1-2に示す。

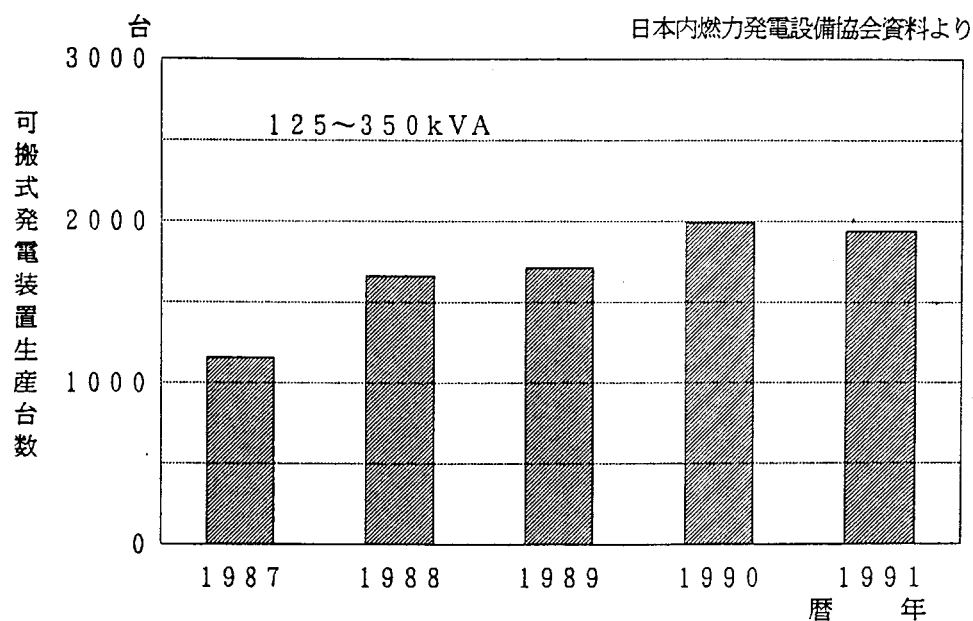


図3.4.1- 1 可搬式発電装置生産実績

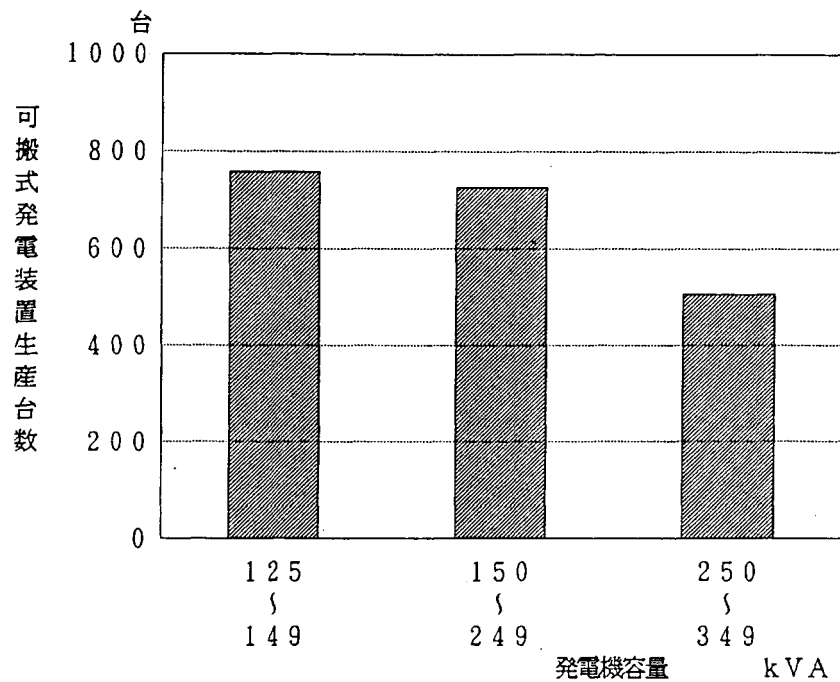


図3.4.1-2 可搬式発電装置出力別生産実績

2) 建設機械用エンジンの生産実績

土木・建設機械の生産実績は通商産業省大臣官房調査統計書「機械統計年報」において多岐にわたって記載されている。しかし、使用されているエンジン出力が例えば100PS程度以上と特定できるのは、先に図示（図3.1.5-1～8）した機械能力と搭載エンジン出力の関係のなかでも少ない。

ほぼ100PS以上の出力のエンジンを搭載している次の5形式の生産量を示す。

- 1 掘削機械・油圧ショベル（バケット容量 0.6m³以上）
- 2 掘削機械・機械式（クローラクレーン）
- 3 ブルドーザー（機械重量 10ton 以上）
- 4 積込機械・ローディングショベル（機械重量 10ton 以上）
- 5 ラフターレンクレーン

その歴年生産台数を図3.4.1-3～7に示す。しかし、エンジン出力レンジ毎における生産台数の統計はなく、ここでは100PS級以上のエンジンを使用している台数範囲と言うレベルに止め、出力レンジ毎の生産台数は、次の汎用陸用エンジンの所で記述する。

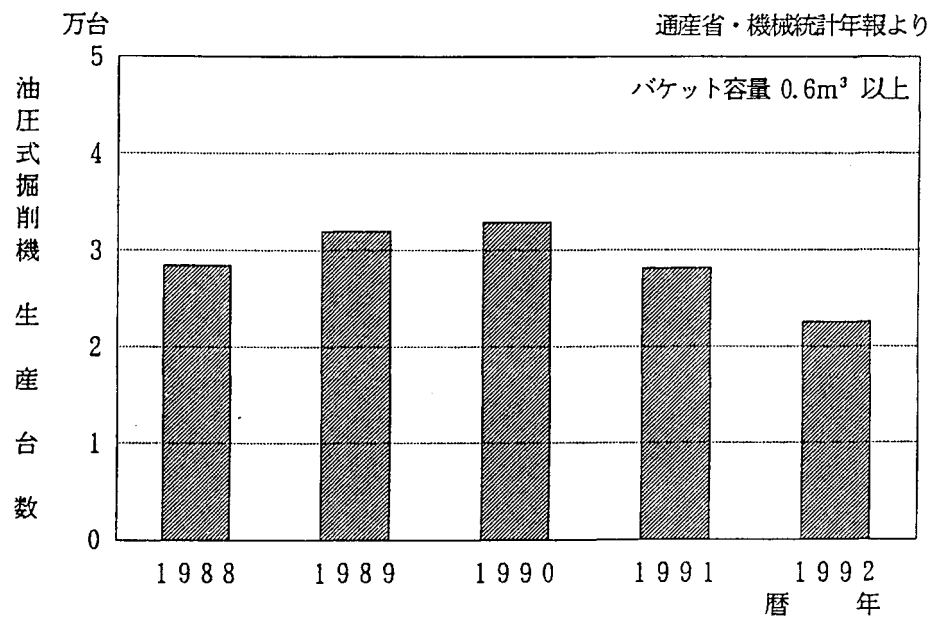


図3.4.1-3 建設機械生産実績①（油圧式掘削機）

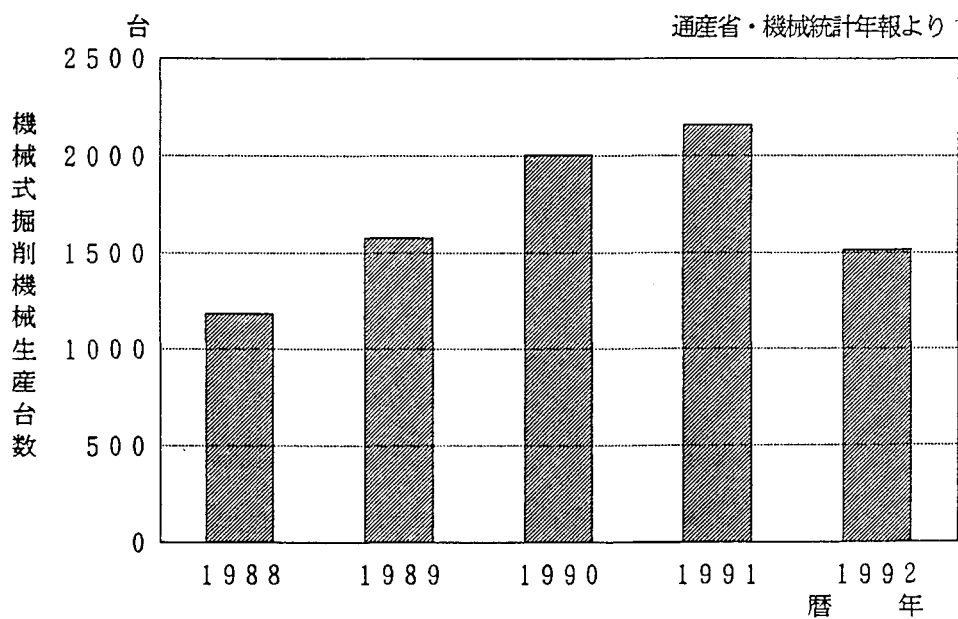


図3.4.1-4 建設機械生産実績②（機械式掘削機）

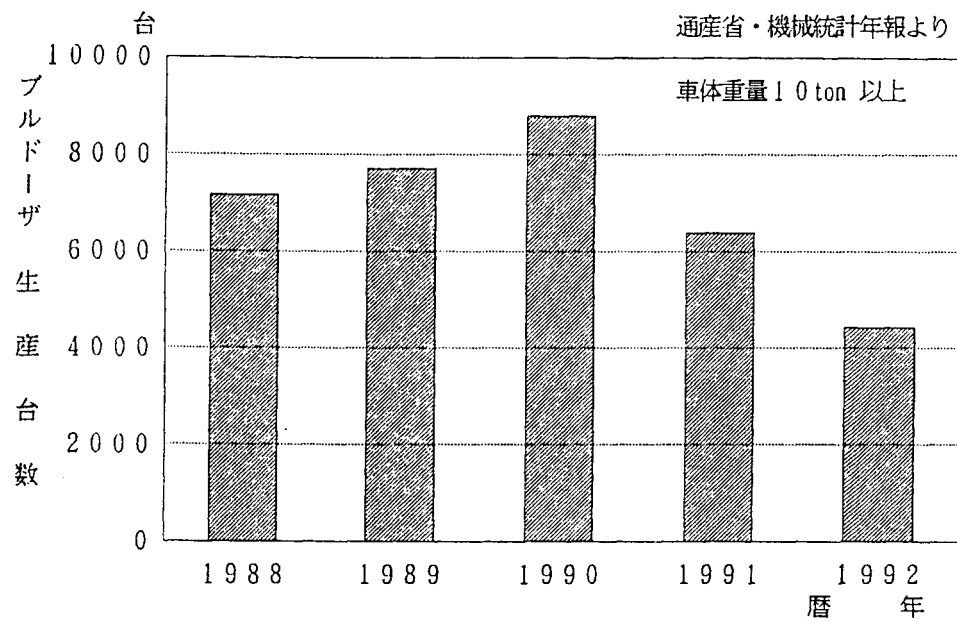


図3.4.1-5 建設機械生産実績③（ブルドーザー）

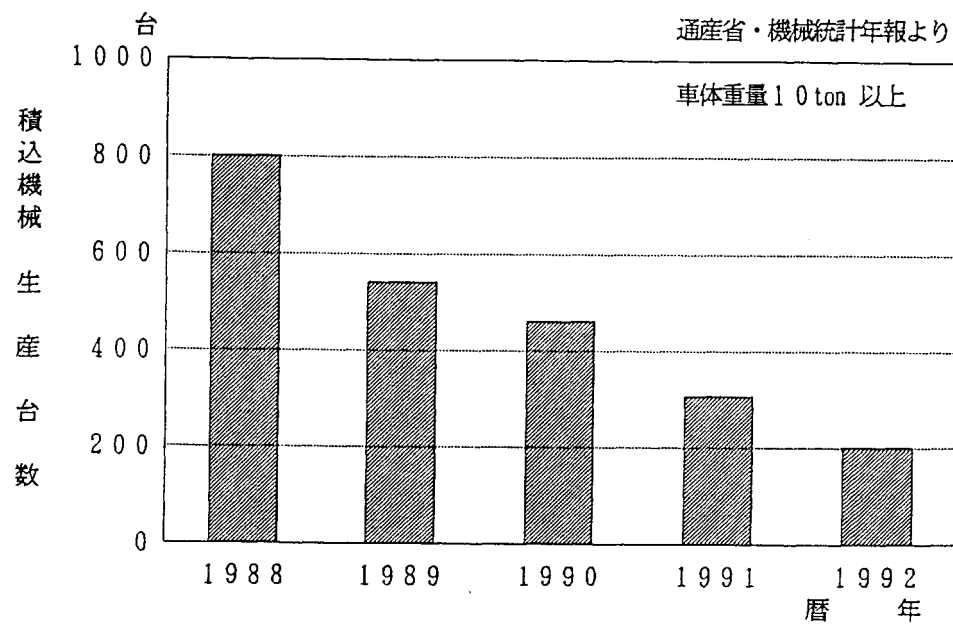


図3.4.1-6 建設機械生産実績④（積込機械）

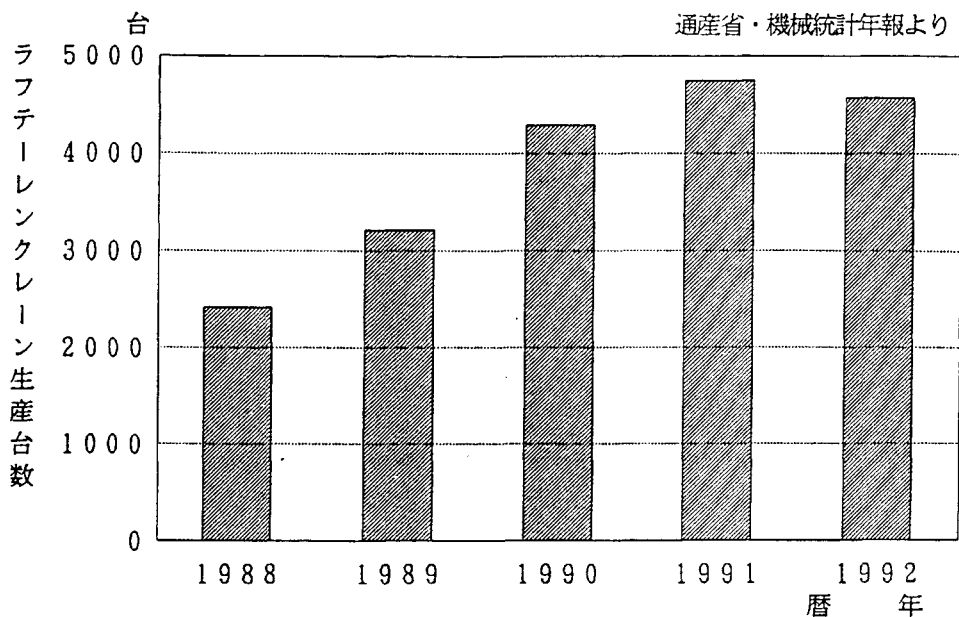


図3.4.1- 7 建設機械生産実績⑤（クレーン）

3) 汎用ディーゼル（陸用）機関の生産実績

先に「可搬式発電装置」および「土木・建設機械」の生産台数を示した。しかし、発電容量、積載重量、ショベル容量毎の詳細な生産台数は不明である。

これらに搭載使用されたエンジンは、通商産業大臣官房調査統計書「機械統計年報」には汎用内燃機関のうちのディーゼル機関として生産台数が記載されている。前記二種類以外に使用されているものも含まれているが、100PS 以上 500PS未満、500 PS以上の二項が各当する。汎用ディーゼルエンジン(100PS以上)の生産台数を図3.4.1-8に示す。この統計から 300kW級 C G T の市場規模を予測するのは乱暴であり、1991年における陸用内燃機関生産実績（（社）陸用内燃機関協会調査）を使用して、100PS毎の生産台数を推計した。

エンジン出力毎のエンジン生産台数を図3.4.1- 9に示す。

4) 小型船舶用エンジンの生産実績

船用ディーゼル機関の生産台数は、「機械統計年報」から図3.4.1-10に示すように毎年 3 万台ほど実績があるが、小馬力から大馬力まで全ての生産台数である。

国内における船用エンジン販売業者の協会において、シリンダ径 160mm以下のディ

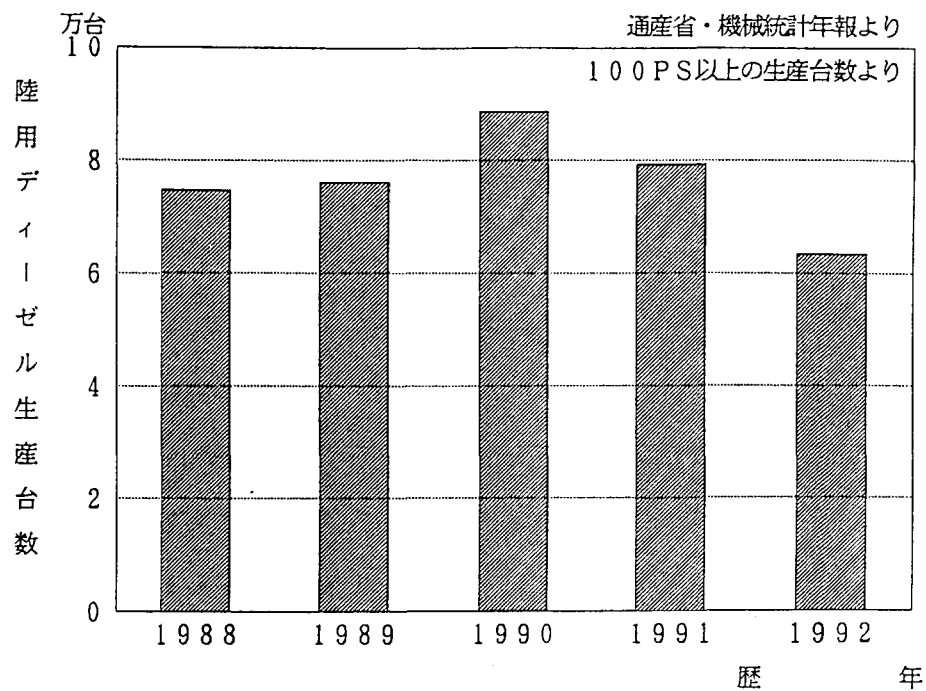


図3.4.1-8 汎用ディーゼル機関の生産実績(100PS以上)

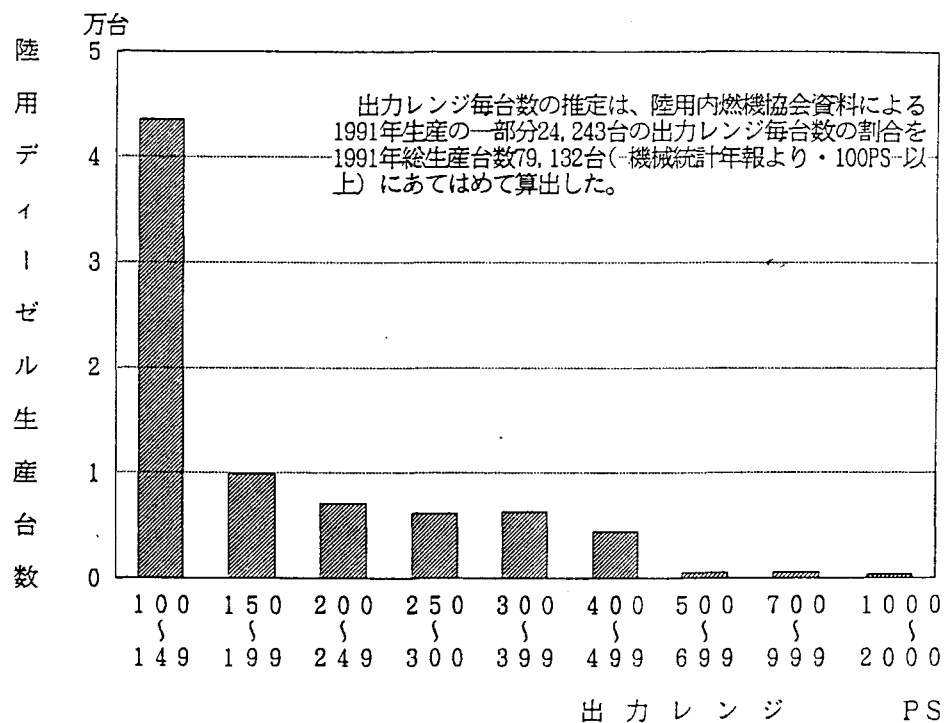


図3.4.1-9 汎用ディーゼル機関の生産実績(100PS 毎)

一ゼル機関の販売統計があり、これを先の図3.4.1-10に合わせ示した。この統計は、エンジン出力毎に販売台数をまとめてあり、1991年における出力別(100PS未満)

販売台数を図3.4.1-11に示す。

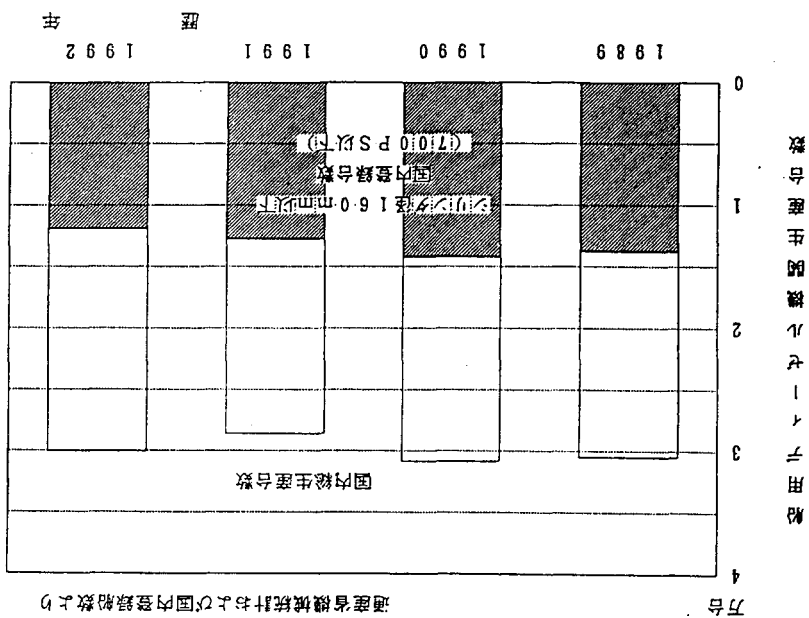


図3.4.1-10 小型船舶用エンジンの生産実績

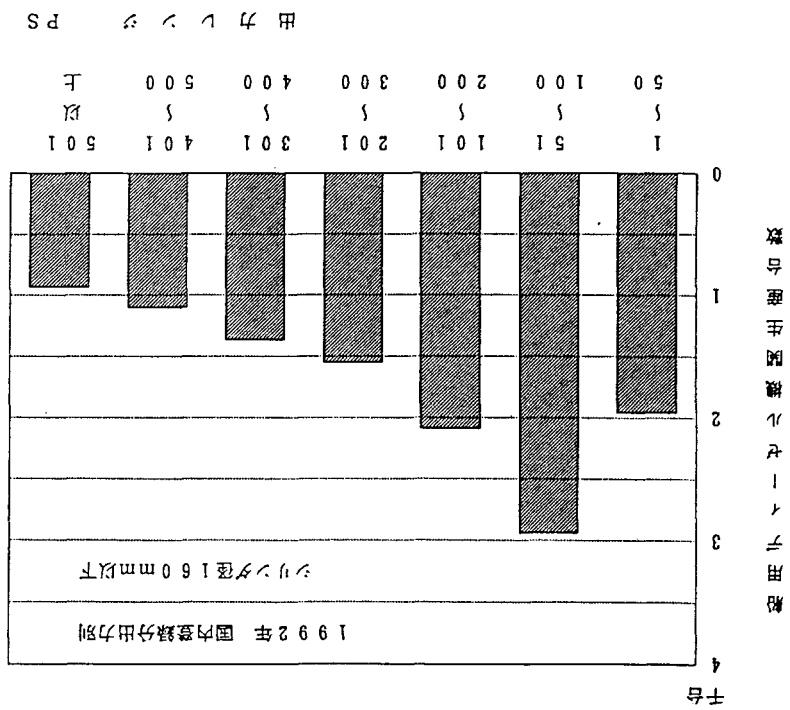


図3.4.1-11 小型船舶用エンジンの生産実績

5) 自動車生産実績

国内において生産される四輪自動車は、大きく乗用車、トラック、バスに分類されている。図3.4.1-12に生産統計分類の概念図、図3.4.1-13に四輪車の生産台数を示す。1991年度には、総計1300万台の生産を行っている。

この中で、現在研究中のC G Tの技術が活かせるエンジン出力範囲は、300kW 級からのサイズダウンあるいは幾分かのサイズアップのエンジンと考えられ、概ね 150kW (約200PS)から 400kW (約 550PS) までであろう。

この出力レンジのエンジンを搭載している自動車は、一般的にトラック、バスで、エンジン仕様は燃料経済性の面からディーゼルである。この部分をC G Tの応用可能分野としてその生産台数の概要を調査した。図3.4.1-14にトラックの生産台数を示す。トラックの生産台数は 250万台から 300万台の範囲でここ数年は減少ぎみであるが、ディーゼル車の台数は増加し、1991年度にはディーゼル車の割合は55%にまでなっている。図3.4.1-15にディーゼルトラック、バスの生産台数を示す。(1988年以前の統計には、小型バスのディーゼル車の区分けはない。)

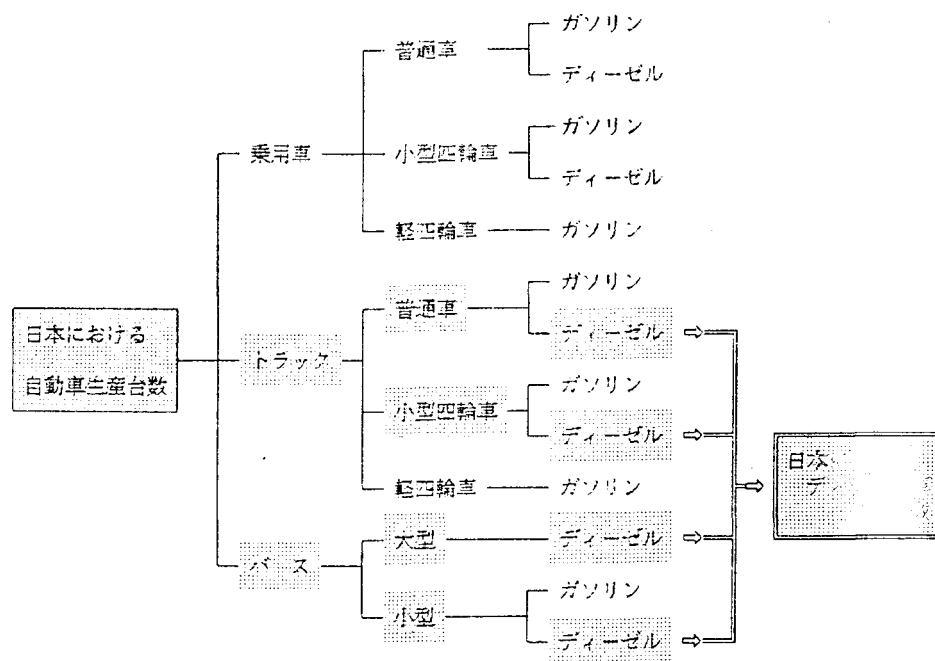


図3.4.1-12 四輪車生産統計分類概念図

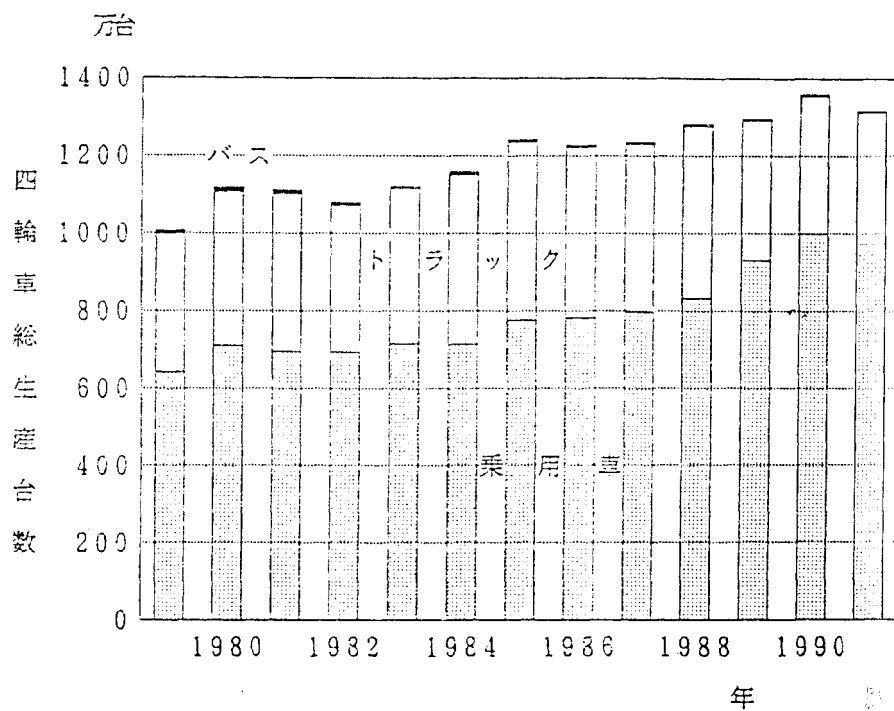


図3.4.1-13 四輪車総生産台数

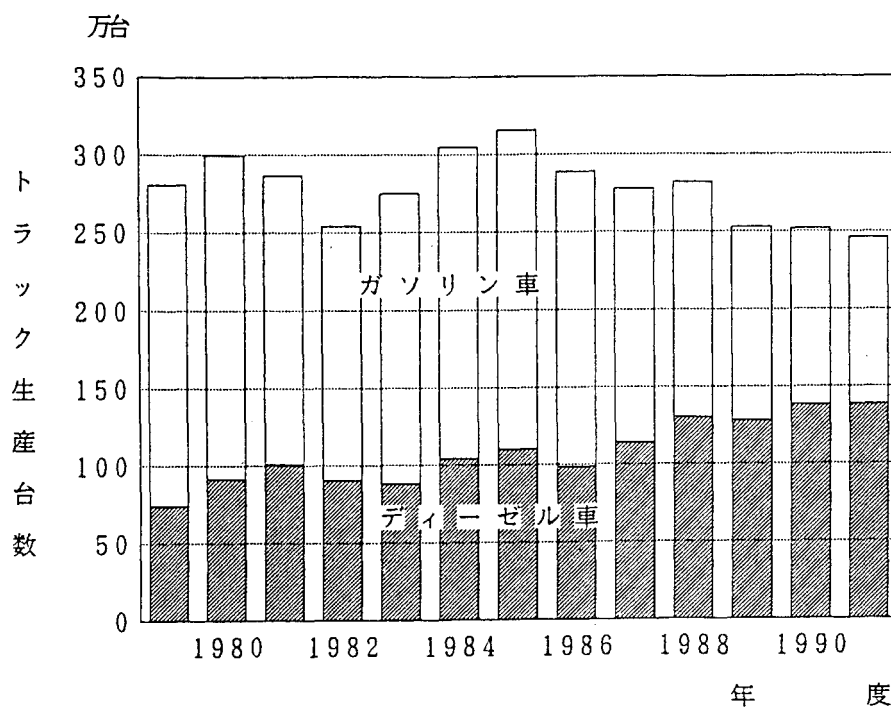


図3.4.1-14 トラックにおけるディーゼル車の割合

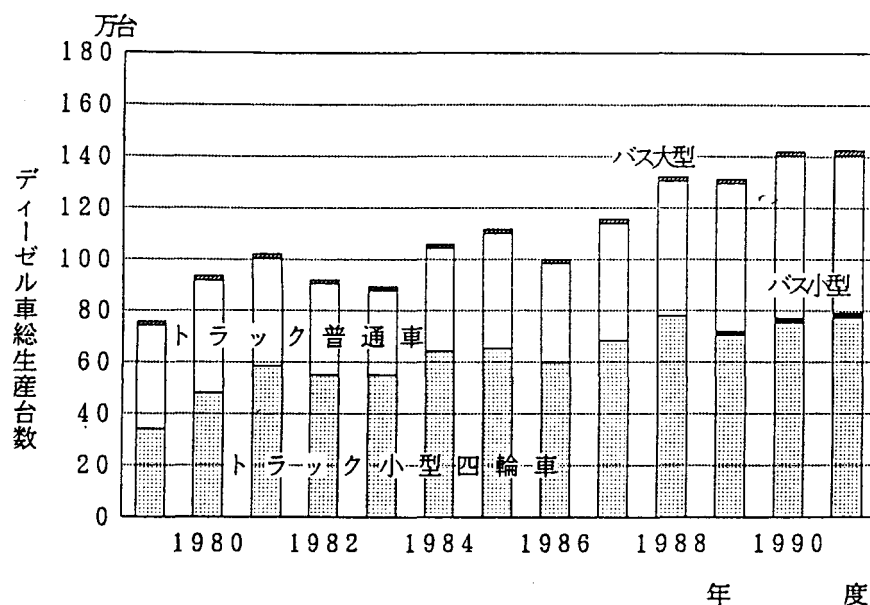


図3.4.1-15 ディーゼル車総生産台数

1992年度において陸運局へ新規登録されたトラック約 363千台の出力レンジ毎の台数を図3.1.5-9に示した。このエンジン出力毎の生産台数割合を1991年度に生産されたディーゼル仕様のトラックおよびバスに当てはめ、エンジン出力レンジ毎の生産台数としたものを図3.4.1-16に示す。この結果をほぼ 100PSステップにまとめたものを図3.4.1-17に示す。300kW級 C G T に各当する 295～ 395PSレンジの生産台数は16万台ある。C G T 潜在市場を 200～500PS の範囲と考えれば、自動車の分野における潜在市場規模は、約42万台となる。

6) 鉄道車両用エンジンの生産実績

J R 各社において使用されている台数の総計を図3.4.1-18に示すが、気動車が約 3000輛、ディーゼル機関車が約800輛で、絶対量が少ないのがわかる。過去7年間の自動車新造台数を図4.1-19に示すが年間80台程度である。またディーゼル機関車にいたっては、過去7年間で1輛を新造しただけである。今後更新需要は見込めるであろうが、車両数の増加は期待出来ない分野であると考ええる。

東京・大阪間に21世紀初頭の運転をめざしてリニアモーターカー路線の建設の機運がある。リニアモーターカーは、磁気浮上式のため車内における電気を自給する必要がある。計画中の山梨実験線における試験車両では、4車輛に1台の割合で 350kWの

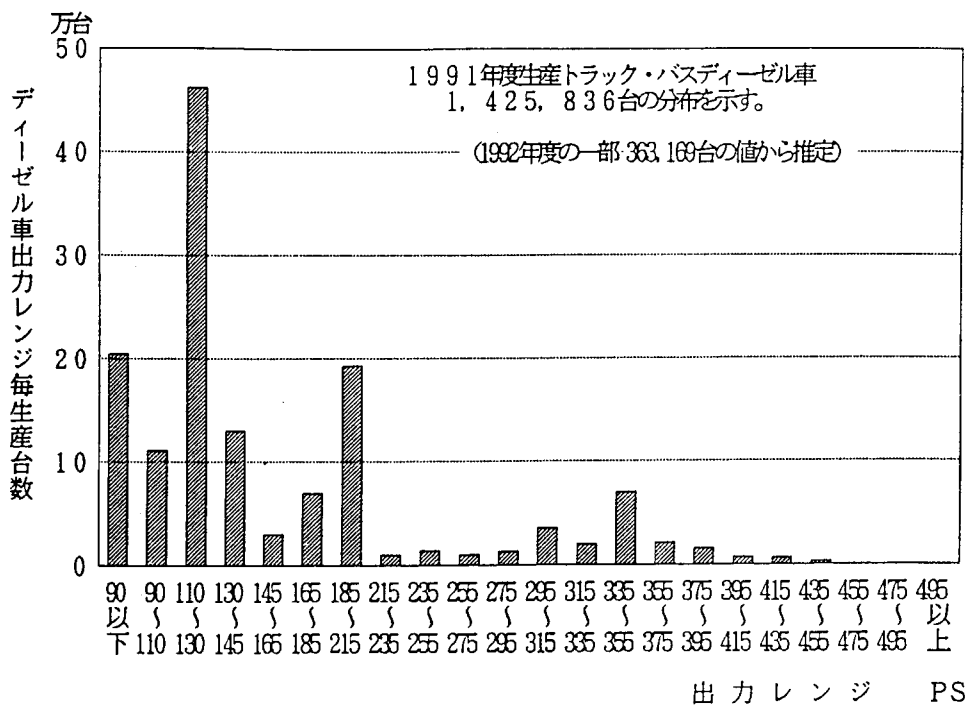


図3.4.1-16 ディーゼル車出力レンジ毎生産台数

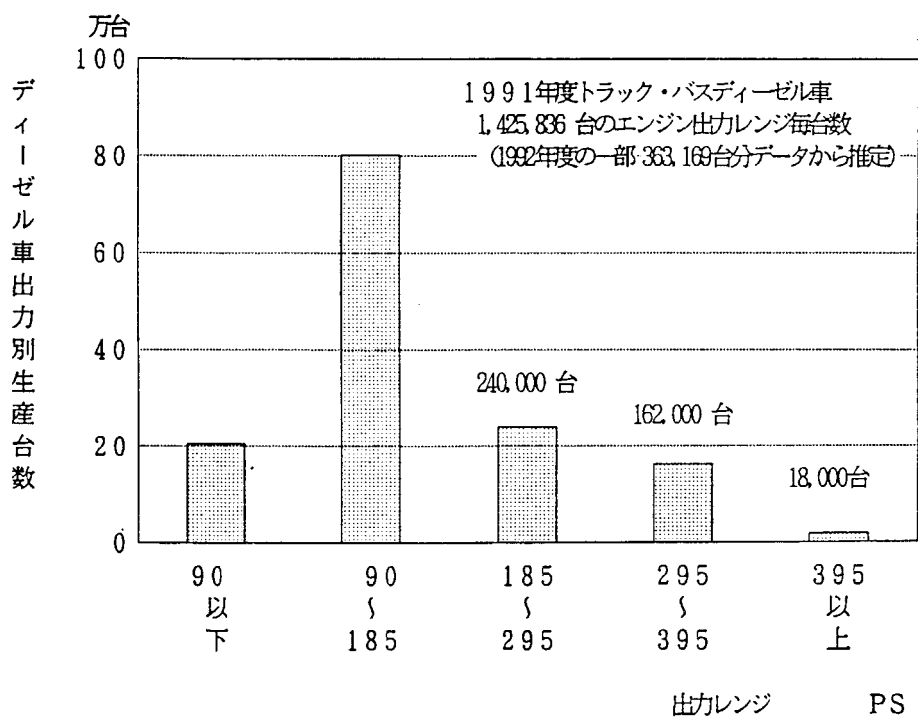


図3.4.1-17 ディーゼル車出力毎(100PSステップ)生産台数

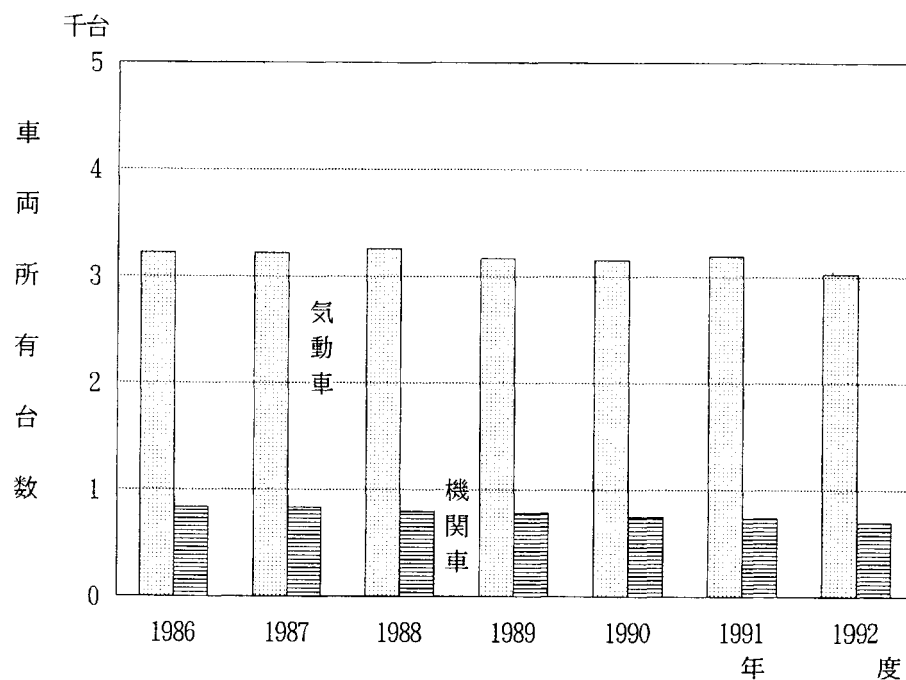


図3.4.1-18 JR各社が保有する車両台数

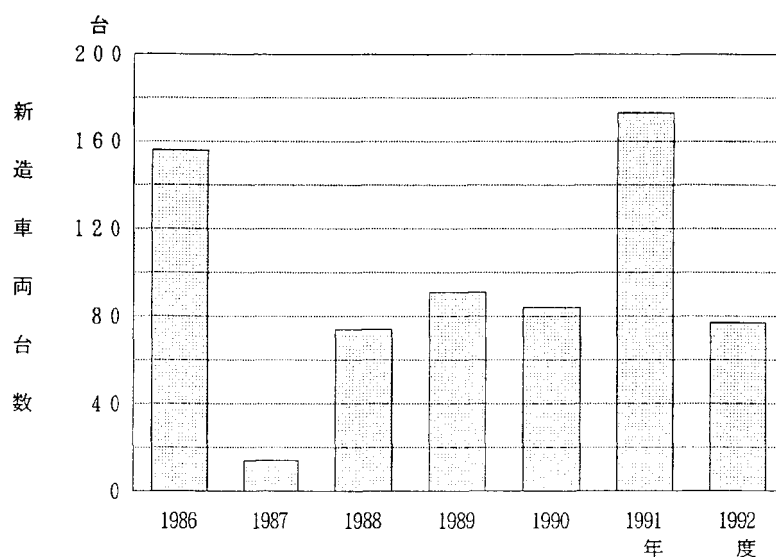


図3.4.1-19 気動車新造台数

ガスタービン発電機を搭載するとの情報を得ている。

これに基づき、東京・大阪間のリニアモーターカーに使用されるであろう台数の推定を行った。単純化して、現在新幹線で東京・大阪間を3時間を要しているが、1時間で走行可能と考え、新幹線と同一間隔で運行するならば、新幹線車両数の1/3で足りることになる。東海道・山陽新幹線の車両台数は、JR東海・西日本が所有している車両の約2530輛（16輛連結で158編成）である。これから使用が見込まれるガスタービン機関の台数は、約210台程度となる。

3.4.2 潜在市場性の推定

前項において各用途における生産実績，一部新規市場の可能性をみたがこの結果を表3.4.2-1にまとめて示す。300kW級C G Tの市場規模は、17万台，C G T潜在市場を200～500PSと考えると、その規模は、45万台となる。

表3.4.2-1 C G T予測市場規模

300kW級 C G T市場							
用 途	100PS 199PS	200PS 299PS	300PS 399PS	400PS 499PS	500PS 699PS	700PS 1000PS	総 計
陸用機関	53437	13277	6301	4414	547	613	78589
船用機関	2089	1552	1365	1099	932		7037
自動車用機関	802055	239833	161523	17687			1221098
鉄道車両用機関				173			173
レンジ毎生産台数	857581	254662	169189	23373	1479	613	1306897

C G T潜在市場
 $1221098 + 1365 + 5620 = 1228083$

* 陸用機関には可搬式発電装置，土木・建設機械分を含む

3.5 経済性、省エネ効果、環境負荷低減効果の検討

300kW級CGTの経済性は、年間稼働時間を2000時間とし、運転時間中のエンジン負荷率を70%として実施した。燃料は、灯油が使用できるものとしその価格を40円/1として算出した。その結果を表3.5-1に示す。

エンジン1台当たり、熱効率の差から30.8万円経済効果がある。

表3.5-1 300kW級エンジンの経済効果

項 目	単位	1台当たりの値	記 号	参照式
エンジン出力	PS	400		
ディーゼルEng.燃料使用量	kl/年	111.3	A	①
CGT 燃料使用量	kl/年	103.6	B	②
エンジン間での燃料使用量低減分	kl/年	7.7	C	A-B
ディーゼル 低NO _x 化燃料使用量増加分	kl/年	7.7	D	③
低NO _x 化を含む燃料使用量低減分	kl/年	15.4	E	C+D
エンジン間での燃料代低減額	万円/年	30.8	F	C×40
ディーゼル 低NO _x 化燃料使用量増加額	万円/年	30.8	G	D×40
低NO _x 化を含む燃料代低減額	万円/年	61.6	H	F+G

$$\text{式① } 400 \times 0.7 \times 0.159 \times 2000 \div 0.8 = 111300$$

$$\text{式② } 400 \times 0.7 \times 0.148 \times 2000 \div 0.8 = 103600$$

- * 負荷率=70%
- * ディーゼル機関熱効率=39% (=0.159kg/PS-h)
- * CGT機関熱効率=42% (=0.148kg/PS-h)
- * 稼働時間 2000時間/年
- * 使用燃料 灯油 (比重 0.8)

$$\text{式③ } 400 \times 0.7 \times 0.011 \times 2000 \div 0.8 = 7700$$

- * ディーゼル機関のNO_x 値が、114ppm(at 13% O₂・東京都規制値)からガスタービン規制値35ppm(at 16% O₂)なみの 56ppm(at 13% O₂)に低減させるにともない燃費は20g/100ppmの割合で悪化をすると考える。
燃費の悪化は 0.011kg/PS-hが見込まれる

現在ディーゼル機関に対して最も厳しい東京都の規制値でも、ガスタービンに対する規制値の2倍を許容している。もしディーゼル機関のNO_xをガスタービン並の規制値まで改善（燃料噴射時期の変更のみで対応）するとして、それに伴う燃料消費率の悪化をNO_x低減の経済換算とした。これもほぼ30.8万円で、合計61.6万円の経済効果があることになった。

前3.4項において取りまとめたCGT潜在市場および300kW級CGT市場における年間エンジン生産馬力を使用し、試算した経済効果と省エネ効果を表3.5-2に示す。

同様に東京都の規制値を使用して環境負荷低減効果を算出した。表3.5-3に結果を示す。

表3.5-2 CGT潜在市場を考えた経済効果

項 目	単位	300kW級CGT市場		CGT潜在市場	
		発電機他	自動車用	発電機他	自動車用
エンジン生産台数	台/年	7666	161523	28181	419043
エンジン生産馬力	万PS/年	268	5496	894	11304
ディーゼルEng. 燃料使用量	億ℓ/年	7.457	152.926	24.876	314.534
CGT 燃料使用量	億ℓ/年	6.941	142.346	23.155	292.774
エンジン間での燃料使用量低減分	億ℓ/年	0.516	10.580	1.721	21.760
ディーゼル 低NO _x 化燃料使用量増加分	億ℓ/年	0.516	10.580	1.721	21.760
低NO _x 化を含む燃料使用量低減分	億ℓ/年	1.032	21.160	3.442	43.520
エンジン間での燃料代低減額	億円/年	20.64	423.2	68.84	870.4
ディーゼル 低NO _x 化燃料使用量増加額	億円/年	20.64	423.2	68.84	870.4
低NO _x 化を含む燃料代低減額	億円/年	41.28	864.4	137.68	1740.8

*発電機他の欄には、可搬式発電機、土木・建設機械、船用機関などを含む

表3.5-3 C G T潜在市場を考えた環境負荷低減効果

項 目	単位	300kW級C G T市場		C G T潜在市場	
		その他	自動車	その他	自動車
エンジン生産台数	台／年	7666	161523	28181	419043
エンジン生産馬力	万PS／年	268	5496	894	11304
ディーゼルEng. NO _x 排出量	トン／年	3940	80790	13140	166170
C G T NO _x 排出量	トン／年	1970	40390	6570	83090
NO _x 排出量低減効果	トン／年	1970	40390	6570	83090

C G T潜在市場におけるエンジンが全てC G Tに変わったと想定し経済性、省エネ効果、環境負荷低減効果を表3.5-4に示す。エンジン・機械装置の耐用年数を7年間、すなわち前表の7倍の値とした。

表3.5-4 省エネ効果、経済性、環境負荷低減効果

項 目	単位	300kW級C G T市場		C G T潜在市場	
		その他	自動車	その他	自動車
エンジン台数	万台	5.4	113.0	19.7	295.0
エンジン生産馬力	万PS	1900	38500	6300	79000
ディーゼルEng. 燃料使用量	億ℓ／年	52.9	1071.3	175.3	2198.2
C G T 燃料使用量	億ℓ／年	49.2	997.2	163.2	2046.1
ディーゼル 低NO _x 化燃料使用量増加分	億ℓ／年	3.7	74.1	12.1	152.1
燃料使用量低減分	億ℓ／年	7.4	148.2	24.2	304.2
燃料代低減額	億円／年	296	5928	968	12168
NO _x 排出量低減効果	万トン／年	1.38	28.27	4.60	58.16

3.6 今後の課題

ガスタービンとは本来、多種燃料適応性、低騒音、低振動、低エミッション、冷却水不要等の多くの特長を持つ。しかしながら、従来の中・小型ガスタービンでは、熱効率がディーゼルエンジンに比べて低い。この課題を克服するために「先進型セラミックガスタービンの研究開発」を行っているが、近年の地球環境問題の高まりの中で、高効率化、エネルギー供給の多様化等の促進は以前にましてより積極的に推進する必要がある。

このような状況下、セラミックス化および各要素の特性改善によるエンジンの高効率化だけでなく、ガスタービンが本来有している特色をさらに活かした機関として育成するとともに、発電システム全体としての効率向上策の検討を加え、将来に備えるべきであろう。

・タービン直結型発電機の開発

現在のシステムにおいては発電機の回転数は概略 3600rpm以下であるため、タービンの回転数は数万rpm から減速されるが、減速機における機械損失は10～15kW程度あると予測される。タービンに直結して数万回転で使用可能な発電機が開発されれば減速機が不要になり、2 ポイント程度の効率向上につながる。この場合の周波数変換は、電気的な処理により対応する。

・多種燃料適応性

現段階では、セラミック部品へのFOD対策の面、および、低エミッション（低NOx）を目指す為に、天然ガスおよび灯油を用いて試験を行っている。

セラミックス化と低NOx化に目処がついた以降は、低発熱ガス燃料、アルコール等の多種燃料適応の研究が望まれる。

・CGTの製造原価低減

CGTの特長を社会で役立てるには、ディーゼル機関と同等なトータルコストにすることが必要である。現在のセラミック部品は高価なものである為、今後一層の低コスト化研究が必要である

第4章 産業用エネルギー需要実態アンケート調査のまとめ

平成4年度調査に実施した産業用エネルギー需要実態アンケート調査において収集された産業用エネルギー需要データを再整理するとともに、同アンケートにて回答が得られた過去及び今後のエネルギー需要動向、省エネ動向、さらに、コージェネレーションシステム及び所内の余剰エネルギーの場外送出等に対する認識についての特徴を取りまとめた。

4.1 電力需要、熱需要の実態

4.1.1 各種エネルギー原単位、全負荷相当時間、熱電比の整理

電力需要規模400kW～4,000kWの範囲にあり、かつ熱源設備を有する事業所について、従業員一人当たりの原単位として以下のエネルギー需要を業種別に平均した。

- ・電力需要規模[kW/人]
- ・熱源容量規模（発電用高圧蒸気ボイラーは除く）[Mcal/人・h]
- ・年間電力需要（発電電力含む）[MWh/人・年]
- ・年間熱需要（発電用燃料消費除く、排熱回収含む）[MWh/人・年]

さらに、以下のとおり全負荷相当時間、熱電比を業種別の平均とした。

- ・電力需要全負荷相当時間＝年間電力需要／電力需要規模[時間/年]
- ・熱需要全負荷相当時間＝年間熱需要／熱源容量規模[時間/年]
- ・設備容量ベース熱電比＝熱源容量規模／電力需要規模[/]
- ・年間需要ベース熱電比＝年間熱需要／年間電力需要[/]

各々の集計結果を表4.1-1にまとめる。なお、以降の表示において業種番号は表中の業種名を示すものとする。

（1）各種エネルギー原単位

図4.1-1～図4.1-4に電力需要規模、熱源容量規模、年間電力需要、年間熱需要原単位の業種別平均値を示す。

①電力需要規模原単位の特徴（図4.1-1）

電力需要規模原単位は、単独の1事業所で常時使用する電力のピーク需要kW（常用自家発電を含む）を従業員一人当たりの原単位として表したものである。原単位が最も高いのは石油であり、以下、原単位13kW/人を超えるものは、飲料、非鉄金属、紙・パルプと続く、それ以外は、鉄鋼が11kW/人を超えているものの、他全て

表4.1-1 各種原単位、全負荷相当時間、熱電比集計結果

業種 番号	業 種 名	有効設備数 件	設備容量原単位		年間需要原単位		全負荷相当時間		熱電比	
			電力需要規模	熱源容量規模	電力	熱	電力	熱	設備容量へース	年間需要へース
			kW/人	Mcal/人・h	MWh/人・年	Gcal/人・年	時間/年	時間/年	/	/
12	食 料 品	44	6.1	18.1	21.7	28.6	3926	1714	3.23	0.92
13	飲 料	18	14.3	91.4	38.7	80.7	3479	1261	7.47	2.12
14	繊 維	24	8.4	26.0	45.1	44.5	8329	1439	4.14	1.11
15	衣 服	3	2.0	6.7	5.1	3.9	2205	811	4.02	0.45
16	木 材	12	8.0	49.5	21.4	125.1	3058	2668	7.65	2.42
17	家 具	8	5.5	15.9	9.7	14.0	1584	896	3.31	0.96
18	紙・パルプ	2	13.3	45.5	98.6	165.9	7024	4194	4.16	2.13
19	出版印刷	18	4.5	4.5	11.5	2.2	3725	788	1.33	0.10
20	化 学	80	8.8	30.7	31.4	53.3	3466	1475	4.08	1.30
21	石 油	4	14.6	86.9	67.7	269.2	5057	2775	9.09	4.65
22	プラスチック	27	9.1	15.1	46.1	31.6	4999	1901	2.14	0.88
23	ゴム製品	17	6.0	14.0	24.2	22.7	3804	1780	2.86	1.09
24	なめし革	3	7.5	44.8	24.9	55.2	2987	1085	6.47	2.23
25	窯業土石	20	9.0	17.4	40.1	30.3	3988	2091	2.92	1.49
26	鉄 鋼	10	11.6	10.4	40.4	22.3	3755	4083	1.02	0.55
27	非鉄金属	7	13.5	14.1	67.6	13.2	5127	1264	1.38	0.23
28	金属製品	26	7.3	10.5	24.9	14.7	3573	1702	2.39	1.08
29	一般機械	43	4.5	6.0	8.8	2.4	3531	634	1.77	0.20
30	電気機械	86	3.9	6.3	12.2	2.4	3908	604	2.20	0.20
31	輸送機械	55	6.3	7.6	18.6	8.1	3601	1060	1.64	0.41
32	精密機械	20	3.5	3.3	5.7	2.0	2721	452	1.12	0.13
34	そ の 他	7	5.0	11.9	16.5	13.1	3924	933	2.89	0.87

注：電力需要規模400～4,000kWの範囲にあり、かつ熱源設備を有する事業所に限定。

10kW/人以下である。逆に、原単位の低いものは衣服、電気機械、精密機械等で何れも4kW/人以下である。相対的に素材産業の原単位は高く、組立加工産業は原単位が低い。

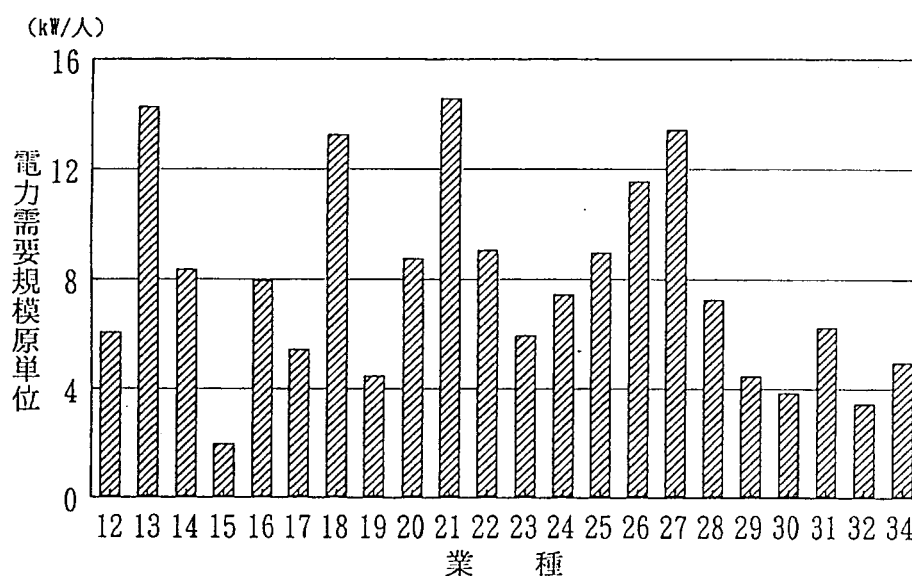


図4.1-1 電力需要規模原単位（従業員一人当たり）

②熱源容量規模原単位の特徴（図4.1-2）

熱源容量規模原単位は、単独の1事業所で有している蒸気、温水、排熱回収等ボイラーの容量の合計を従業員一人当たりの原単位で表したものである。ただし、蒸気タービン用等発電もしくは動力として使用される容量は除いてある。また、バックアップ、予備機等も含まれているため、容量的には過剰設備傾向である。原単位が最も高いのは飲料であり、90Mcal/人・hを超える。以下80Mcal/人・hを超えるものは石油のみであり、20Mcal/人・hのものが殆どを占めている。特に機械関係の組立加工業種はどれも10Mcal/人・h以下である。

③年間電力需要原単位の特徴（図4.1-3）

常用自家発による発電電力を含む年間電力需要量を従業員一人当たりの原単位として表したものである。原単位が最も高く、90MWh/人・年を超えるものは紙・パルプのみであり、以下60MWh/人・年を超える石油、非鉄金属と続く。電力需要規模原単位の高い飲料は40MWh/人・年以下となる。原単位の低いものは、衣服、家具、一般機械、精密機械等であり、何れも10MWh/人・年以下である。

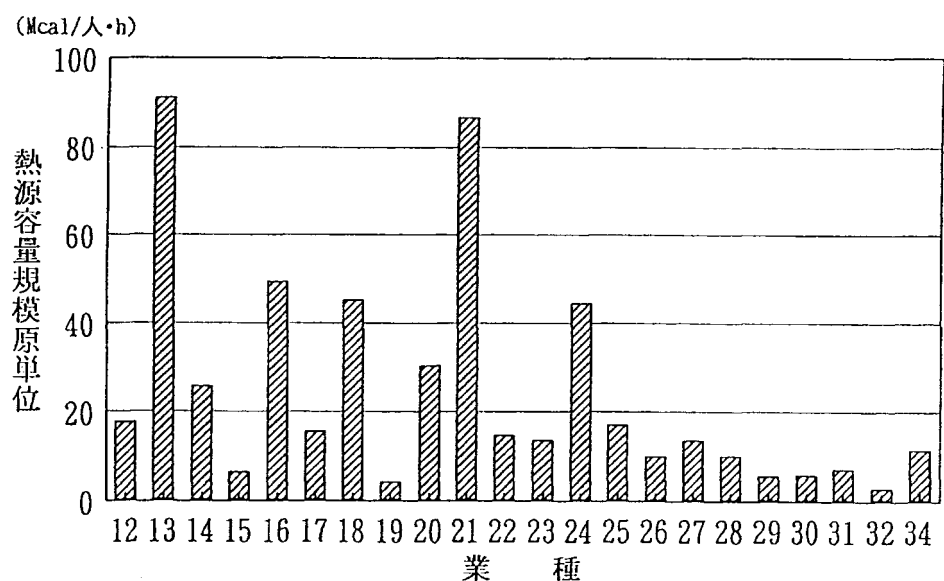


図4.1-2 熱源容量規模原単位（従業員一人当たり）

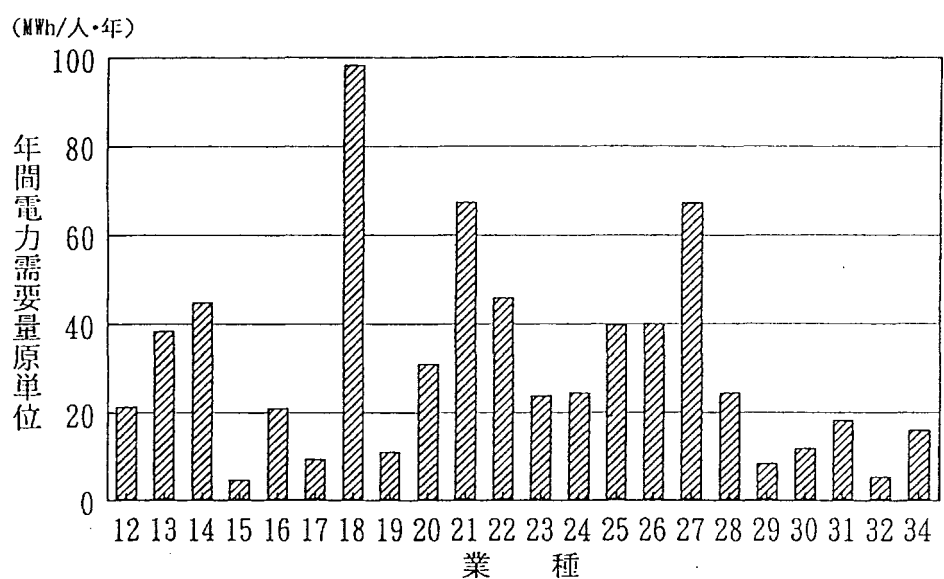


図4.1-3 年間電力需要量原単位（従業員一人当たり）

④年間熱需要原単位の特徴（図4.1-4）

蒸気、温水、排熱回収ボイラーより発生した熱を従業員一人当たりの原単位として表したものである。ただし、電力転換分の熱消費量は除外してある。原単位が最も高く260Gcal/人・年を超えるものは石油であり、以下、紙・パルプ、木材と続くが、何れも170Gcal/人・年以下である。殆どの業種が石油の1/5以下であり、特に衣服、出版印刷、機械関係の業種は10Gcal/人・年以下である。これらはプロセス用としての熱の使用が少ない業種である。

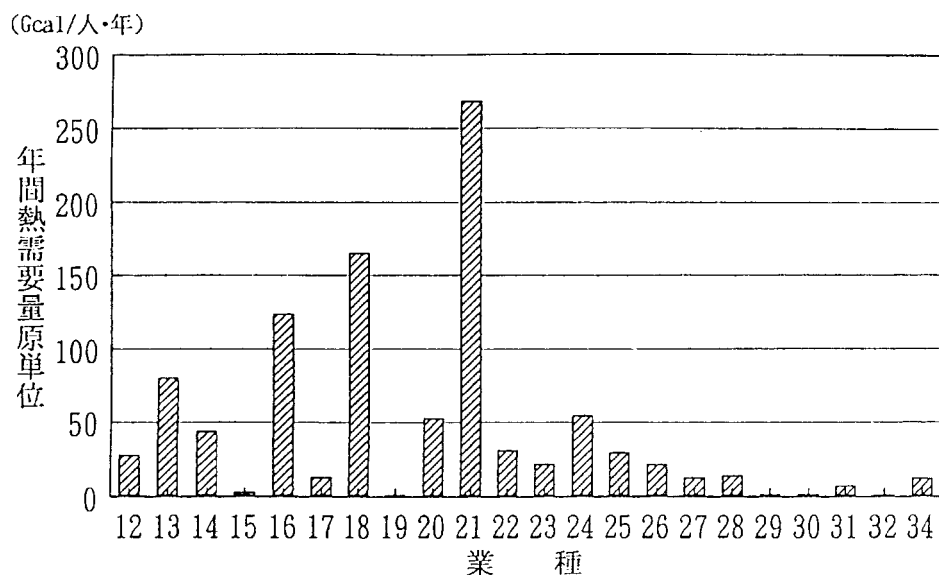


図4.1-4 年間熱需要量原単位 (従業員一人当たり)

(2) 全負荷相当時間

図4.1-5、図4.1-6に電力需要及び熱需要の全負荷相当時間の業種別平均値を示す。

①電力需要全負荷相当時間の特徴 (図4.1-5)

年間電力需要量を電力需要規模で除した全負荷相当時間を表したものである。概ね4,000時間/年前後が多い。殆どの事業所が24時間稼働である繊維は8,000時間/年を超えている。また、紙・パルプ、石油、プラスチック、非鉄金属等が4,000時間/年を超えている。これら業種は、稼働時間が長いこともさることながら、電力依存が高いことを示している。

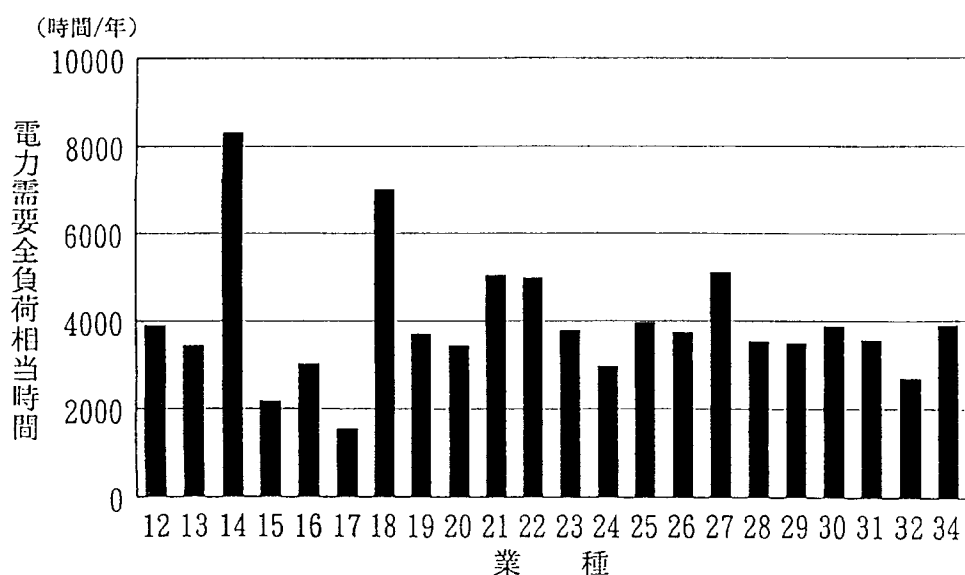


図4.1-5 電力需要全負荷相当時間

②熱需要全負荷相当時間の特徴

電力と同様、年間熱需要量を熱源容量規模で除した全負荷相当時間を表したものである。電力と同様、稼働時間が長い紙・パルプ、石油等は4,000時間/年を超えている。逆に電力では高かった繊維は1,500時間/年となっており、熱依存率は低くなっている。鉄鋼は紙・パルプと同様に全負荷相当時間が4,000時間を超えており、熱依存率が高い業種である。

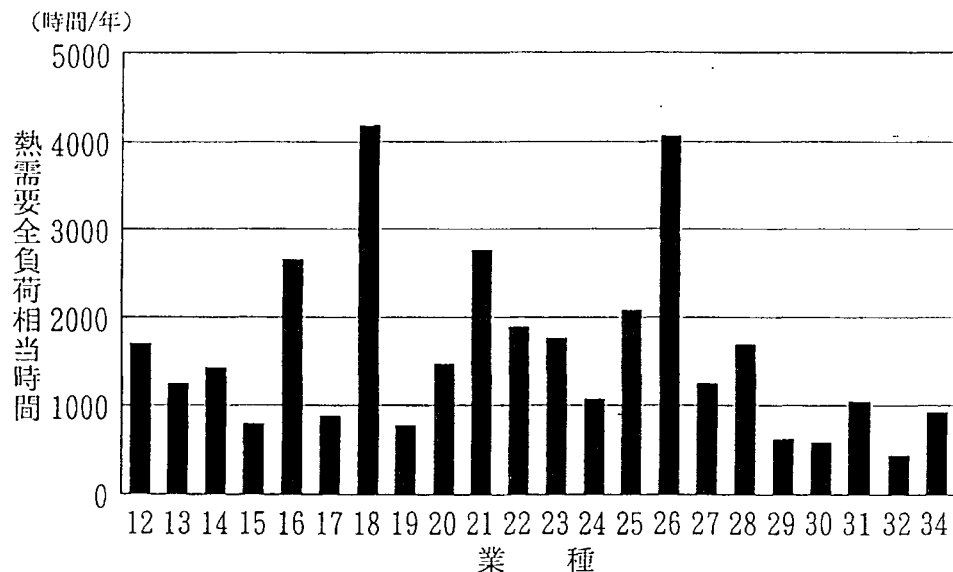


図4.1-6 熱需要全負荷相当時間

(3) 熱電比

図4.1-7、図4.1-8に設備容量ベース及び年間需要ベース熱電比の業種別平均値を示す。

①設備容量ベース熱電比の特徴 (図4.1-7)

熱源容量規模を電力需要規模(1kW=860kcal換算)で除した熱電比を表したものである。設備容量ベースの熱電比では石油が8を超えており最も高い。次いで飲料、木材、なめし革が6を超えている。なめし革等は個票数が少ないため、参考程度の扱いとなる。全体として、概ね4以下であり、特に低いものは鉄鋼、精密機械、非鉄金属、出版印刷等であり、1.5以下である。鉄鋼、非鉄金属等は直接加熱炉関係の設備は多いがボイラー等の熱源設備は相対的に少ない。

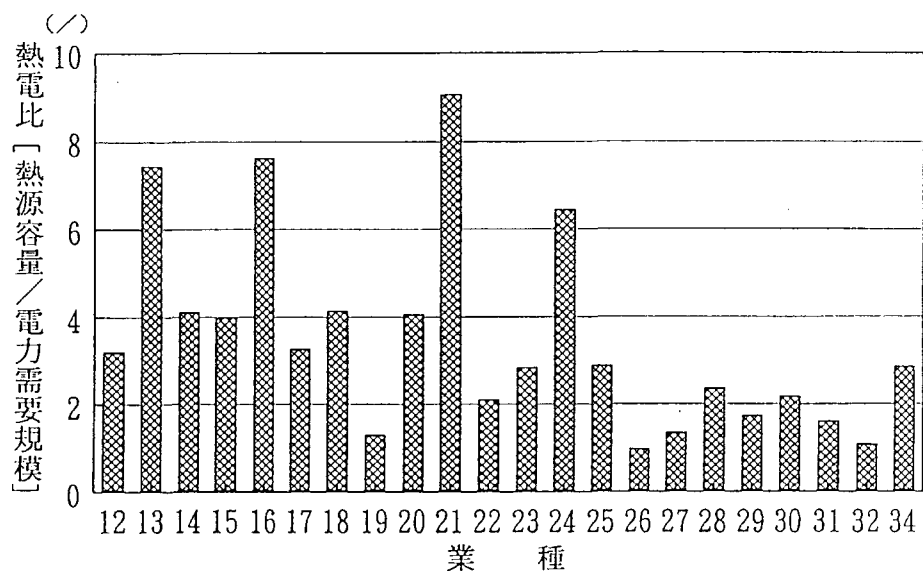


図4.1-7 設備容量ベース熱電比〔熱源容量規模／電力需要規模〕

②年間需要ベース熱電比の特徴（図4.1-8）

年間熱需要量を年間電力需要量（1kWh=860kcal/h換算）で除した熱電比を表したものである。傾向的には設備容量ベースと同様である。最も高いものはやはり石油で4.5を超えている。以下、飲料、木材、紙・パルプ、なめし革等が2以上である。逆に低いものは衣服、出版機械、非鉄金属、機械関係等が0.5以下である。

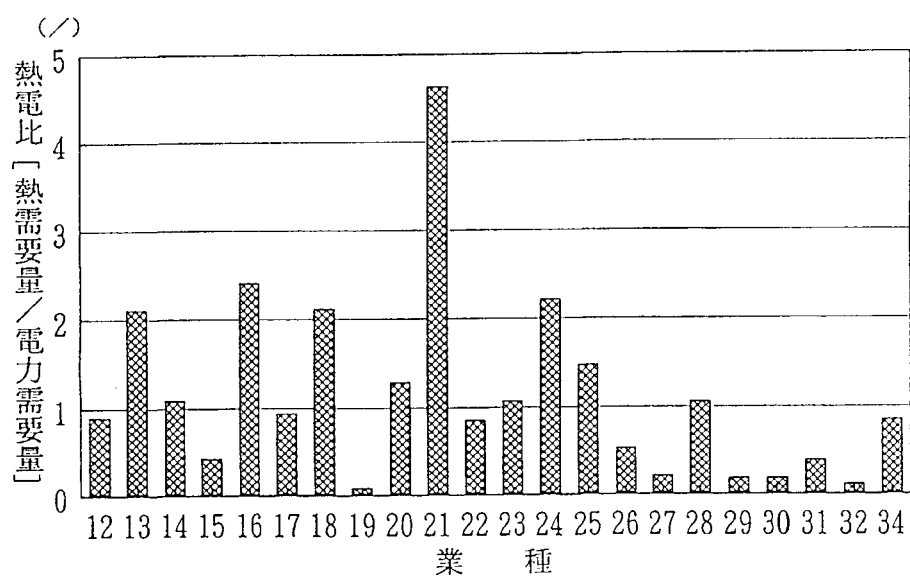


図4.1-8 設備需要ベース熱電比〔年間熱需要量／年間電力需要量〕

4.1.2 プロセス用熱需要の供給蒸気圧・温度範囲

図4.1-9、図4.1-10は表4.1-1で集計した各々の事業所における送出側蒸気圧力及び温水温度を業種別に最大値から最小値までの範囲を示したものである。発電用蒸気圧力は除かれている。25kg/cm²Gを超える蒸気圧力は、非鉄金属のみであり、それ以外の業種は全て20kg/cm²G以下である。使用している蒸気圧が比較的広い範囲（15kg/cm²G以上）にあるものは食料品、化学、プラスチック、窯業・土石、非鉄金属、輸送機械等であり、逆に狭い範囲（5kg/cm²G以内）にある業種は衣服、家具、紙・パルプ、なめし革等である。また、温水を使用している業種は全体の50%程度であり、温度も概ね80℃以下である。最低では40℃程度の温度で使用している事業所もある。

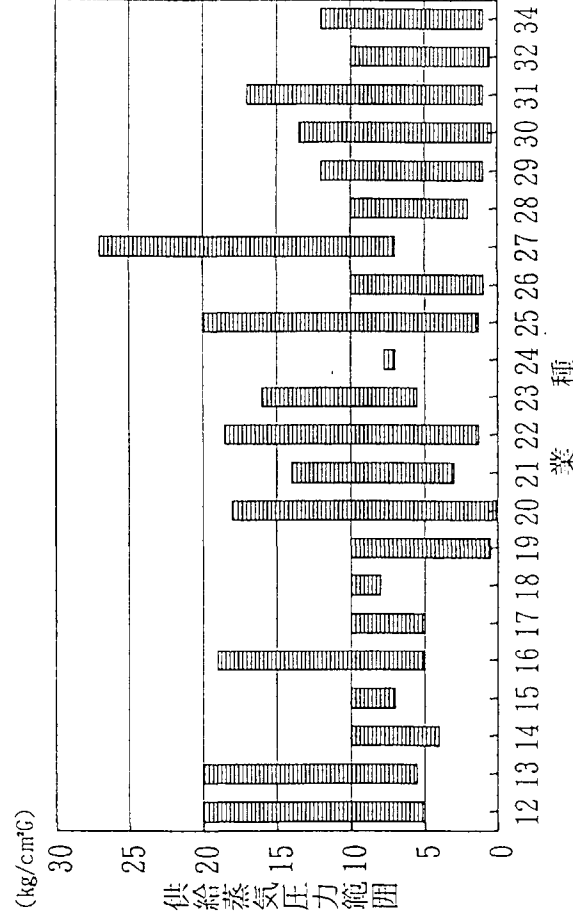


図4.1-9 プロセス用蒸気ボイラー供給圧力範囲

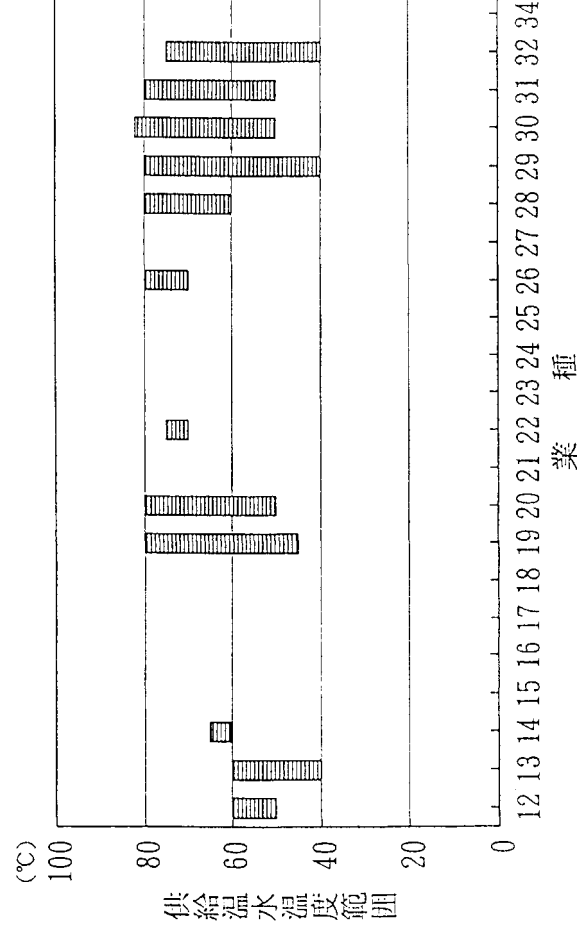


図4.1-10 プロセス用温水ボイラー供給温度範囲

図4.1-11は、蒸気圧力の範囲を3ランク（7kg以下、7kg超16kg以下、16kg超）に区分し、業種別に該当する事業所件数の構成比を示したものである。

全体では95%の事業所が16kg/cm²G以下であり、また、全体の約半数が7kg/cm²G以下である。蒸気圧7kg/cm²G以上の事業所数が50%以上を占める業種は、飲料、衣服、木材、紙・パルプ、化学、石油、プラスチック、ゴム製品等であり、他の業種は50%以上が蒸気圧7kg/cm²G以下の事業所である。

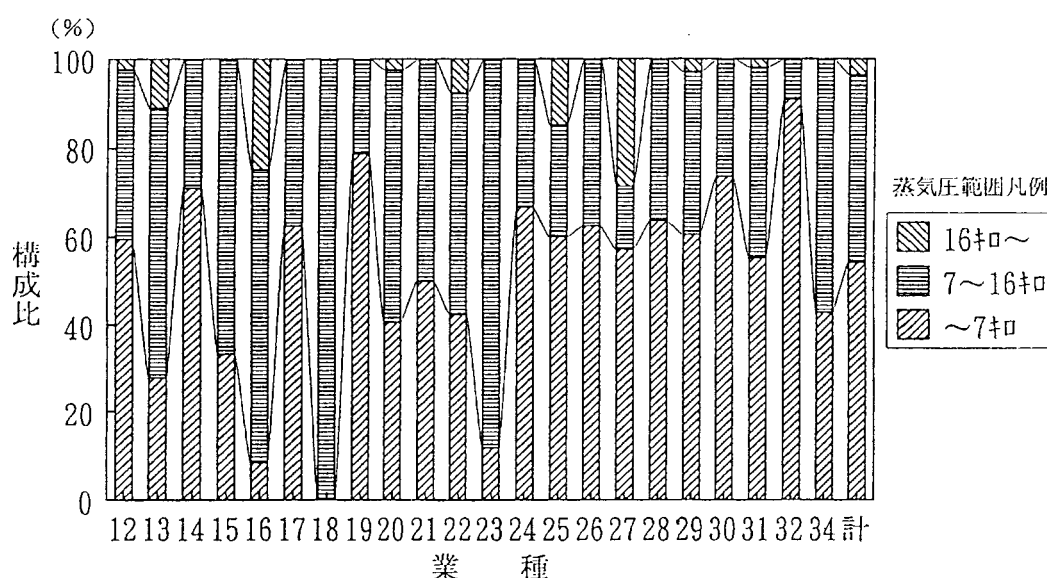


図4.1-11 供給蒸気圧力の構成比

4.1.3 エネルギー需要動向の整理

平成4年度産業用エネルギー需要調査において実施されたエネルギー需要動向に関する意識調査の設問内容は以下のとおり。

- ・設問1(1) 過去10年間の電力需要実績の伸び率(%)と主たる要因(記述式)
- ・設問1(2) 過去10年間の燃料需要実績の伸び率(%)と主たる要因(記述式)
- ・設問1(3) 過去10年間の省エネ効果の実績率(%)と主たる要因(記述式)
- ・設問2(1) 今後10年間の電力需要の予測伸び率(%)と予想される要因
- ・設問2(2) 今後10年間の燃料需要の予測伸び率(%)と予想される要因
- ・設問2(3) 今後10年間の省エネ効果の予測率(%)と予想される要因
- ・設問2(4) 今後の省エネ活動における弊害要因

表4.1-2に各々の設問に対する回答状況(有効回答件数、回答率)をまとめる。この回答率の高低は、各々の設問に対する認識度、関心度を示す指標となる。

表4.1-2 エネルギー需要動向に関する回答状況

業種 番号	業 種 名	回収件数 (件数)	設問1(1)		設問1(2)		設問1(3)		設問2(1)		設問2(2)		設問2(3)		設問2(4)	
			有効回答 (件数)	回答率 (%)	有効回答 (件数)	回答率 (%)	有効回答 (件数)	回答率 (%)	有効回答 (件数)	回答率 (%)	有効回答 (件数)	回答率 (%)	有効回答 (件数)	回答率 (%)	有効回答 (件数)	回答率 (%)
12	食 料 品	61	52	85.2	42	68.9	31	50.8	38	62.3	34	55.7	20	32.8	23	37.7
13	飲 料	29	20	69.0	15	51.7	17	58.6	19	65.5	17	58.6	17	58.6	17	58.6
14	繊 維	51	42	82.4	28	54.9	33	64.7	27	52.9	18	35.3	25	49.0	28	54.9
15	衣 服	6	4	66.7	4	66.7	2	33.3	3	50.0	3	50.0	3	50.0	3	50.0
16	木 材	17	10	58.8	5	29.4	8	47.1	11	64.7	4	23.5	7	41.2	13	76.5
17	家 具	11	7	63.6	3	27.3	4	36.4	7	63.6	2	18.2	3	27.3	2	18.2
18	紙・パルプ	25	22	88.0	17	68.0	21	84.0	18	72.0	15	60.0	17	68.0	17	68.0
19	出版印刷	32	30	93.8	6	18.8	6	18.8	22	68.8	6	18.8	10	31.3	12	37.5
20	化 学	139	116	83.5	93	66.9	89	64.0	101	72.7	85	61.2	74	53.2	76	54.7
21	石 油	28	18	64.3	15	53.6	13	46.4	18	64.3	15	53.6	13	46.4	13	46.4
22	プラスチック	71	53	74.6	27	38.0	35	49.3	39	54.9	24	33.8	31	43.7	32	45.1
23	ゴム製品	32	27	84.4	18	56.3	25	78.1	27	84.4	18	56.3	20	62.5	18	56.3
24	なめし革	4	2	50.0	2	50.0	2	50.0	2	50.0	0	0.0	1	25.0	3	75.0
25	窯業土石	94	78	83.0	55	58.5	61	64.9	62	66.0	42	44.7	57	60.6	56	59.6
26	鉄 鋼	59	42	71.2	28	47.5	35	59.3	37	62.7	22	37.3	29	49.2	38	64.4
27	非鉄金属	41	30	73.2	22	53.7	28	68.3	27	65.9	22	53.7	23	56.1	24	58.5
28	金属製品	101	80	79.2	36	35.6	49	48.5	79	78.2	40	39.6	42	41.6	47	46.5
29	一般機械	115	95	82.6	36	31.3	57	49.6	80	69.6	37	32.2	57	49.6	56	48.7
30	電気機械	225	194	86.2	93	41.3	122	54.2	169	75.1	77	34.2	113	50.2	110	48.9
31	輸送機械	186	158	84.9	100	53.8	104	55.9	128	68.8	79	42.5	88	47.3	84	45.2
32	精密機械	31	24	77.4	10	32.3	15	48.4	18	58.1	7	22.6	11	35.5	16	51.6
34	そ の 他	9	8	88.9	7	77.8	6	66.7	7	77.8	5	55.6	6	66.7	8	88.9
35	合 計	1367	1112	81.3	662	48.4	763	55.8	939	68.7	572	41.8	667	48.8	696	50.9

また、伸び率の範囲を以下のように区分し、各々の範囲における事業所件数の業種別構成比として表すこととする。

(1) 過去10年間のエネルギー需要の伸び率及び省エネ効果の実績率

①過去10年間の電力需要実績の伸び率と要因の傾向

図4.1-12は、電力増減実績率を図中凡例のように区分し、各々の範囲における事業所件数の業種別構成比を示したものである。業種全体では、増加傾向にあった事業所は90%あり、増加率10～50%の範囲が最も多く、全事業所の約40%を占める。減少傾向にあった事業所は全体の7%程度にすぎない。全体を通して、高増加率の範囲の構成比が高くなる傾向を示す業種は機械関係等である。

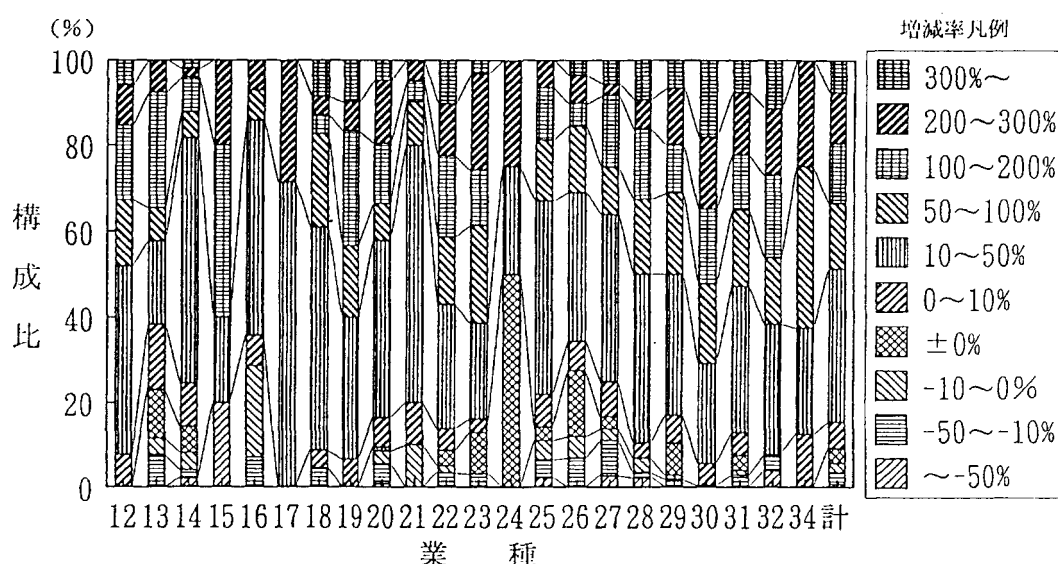


図4.1-12 過去10年間ににおける電力需要増減実績

また、図4.1-13は、増減の主たる要因を図中凡例に従って分類し、増減なしを境に+を増加、-を減少と分類し、各々の場合における主たる要因を業種別の構成比として示したものである。事業所単位での増減傾向を集計しているため、同業種でも事業所によっては増加、減少の意見が異なっている。

増加理由として第一に上げているものは、全体的には新規設備の導入・更新等であり、以下、生産量増加、プロセス変更と続く。家具、石油、窯業土石、鉄鋼、非鉄金属等は新規設備導入・更新よりも増産を電力需要増の理由として一番に取り上げている事業所が多い。

減少理由としては、合理化・効率化・管理強化等を第一に取り上げ、以下、生産

量減産・生産調整、プロセス変更と続く。食料品、石油、鉄鋼等では、減産・生産調整を第一の理由に取り上げている事業所が多い。

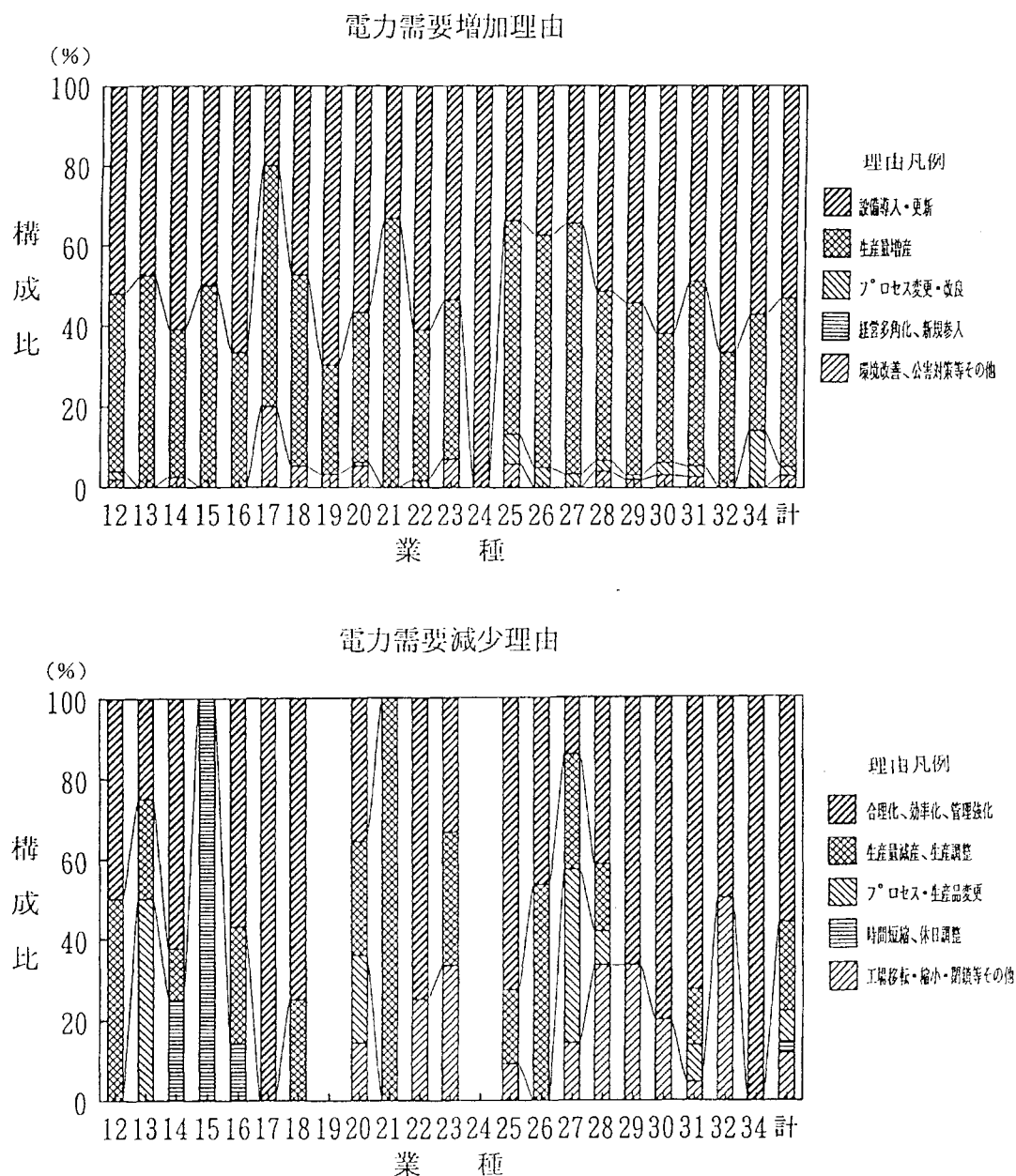


図4.1-13 過去10年間ににおける電力需要増減に主たる要因

②過去10年間の燃料需要実績の伸び率と要因の傾向

電力増減実績と同様に、燃料の増減実績を図4.1-14に、主たる要因を図4.1-15に示す。増加傾向にあった事業所は全体の約80%を占め、減少傾向にあった事業所は10%程である。50%以上の高増加傾向を示した事業所が半数を超える業種は食料品、衣服、出版印刷、プラスチック、ゴム製品、金属製品及び機械関係である。

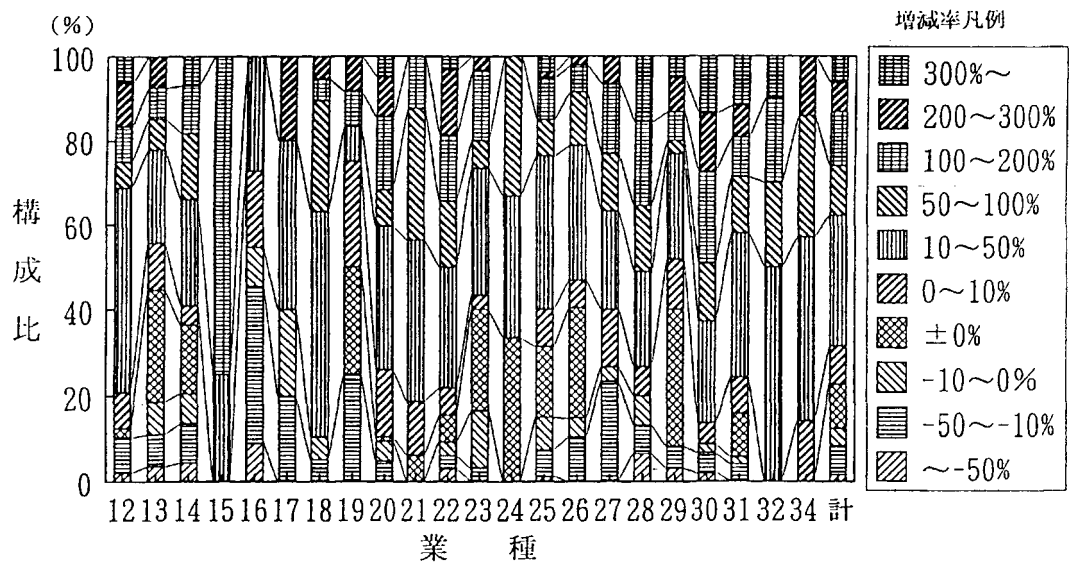


図4.1-14 過去10年間に於ける燃料需要増減実績

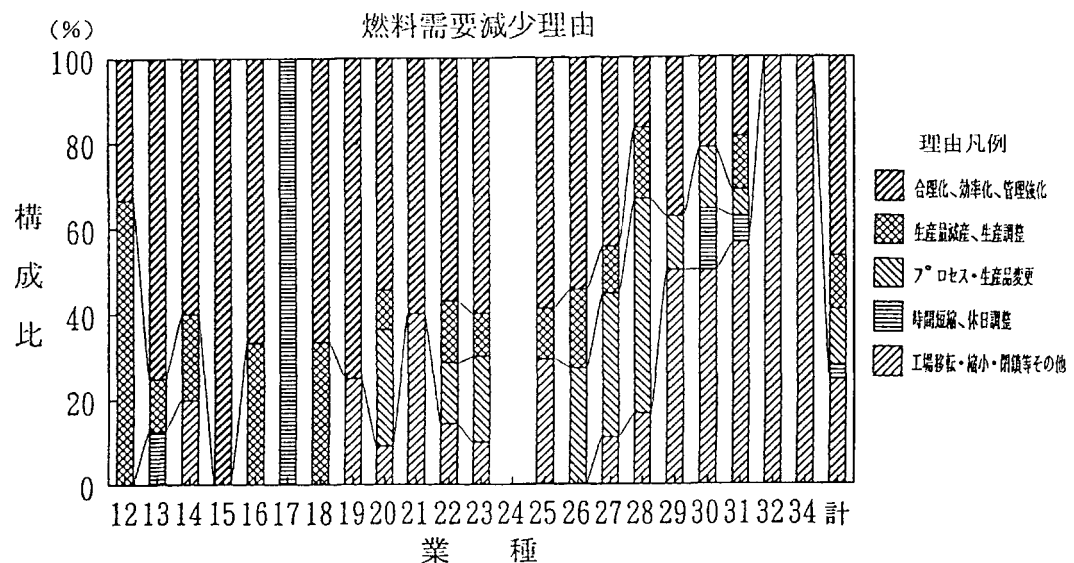
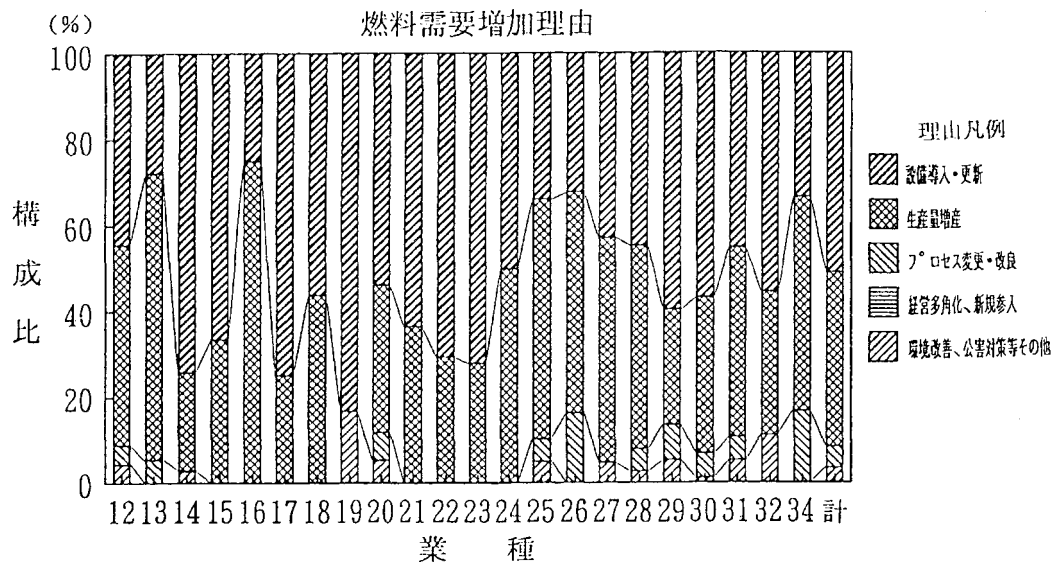


図4.1-15 過去10年間に於ける燃料需要増減の主たる要因

また、図4.1-15は、その主たる要因を電力需要実績と同様に示したものである。

増加理由として第一に取り上げているのは、電力と同様、設備導入・更新であり、次に増産としている。飲料、木材、窯業・土石、非鉄金属等は、増産を第一の理由に挙げている。

減少理由としては、全体では合理化・効率化・管理強化が第一であるが、特に機械関係の業種では工場移転・縮小・閉鎖等の理由が第一となっている。

③過去10年間の省エネ効果の実績率と要因の傾向

さらに、省エネ効果実績についても同様に図4.1-16、主たる要因を図4.1-17に示す。

省エネ効果としては、全体として概ね0～50%程までの範囲内にあり、殆どの業種の約半数の事業所が10～50%の範囲で省エネ効果を上げている。

省エネの要因としては、省エネ機器の導入よりも損失点検・排除等の無駄をなくすことが第一となっている。その中でも食料品、繊維、衣服木材、家具等は、比較的省エネ機器の導入による省エネ対策が主流となっている業種である。

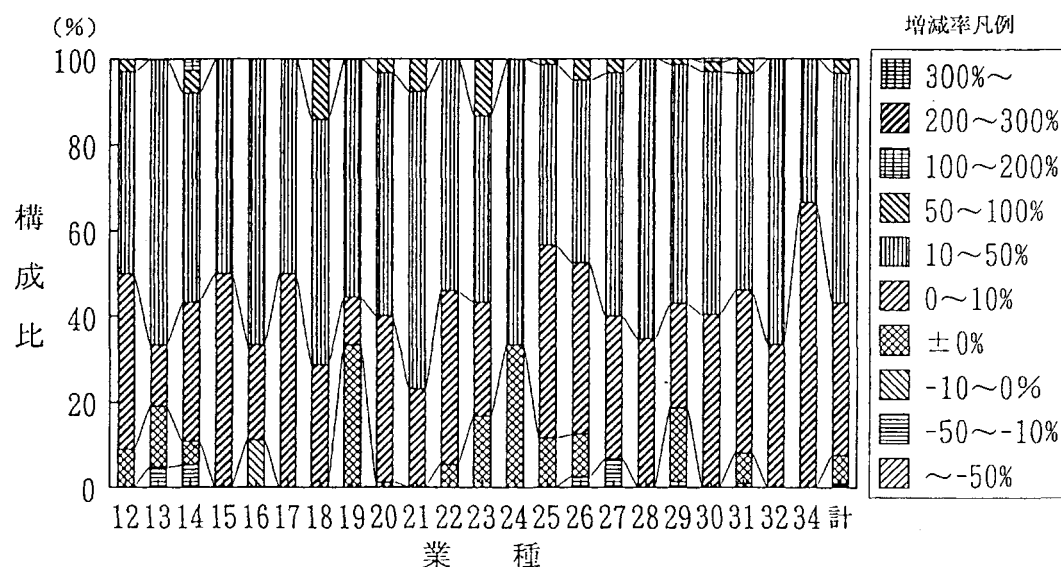


図4.1-16 過去10年間における省エネ効果の実績

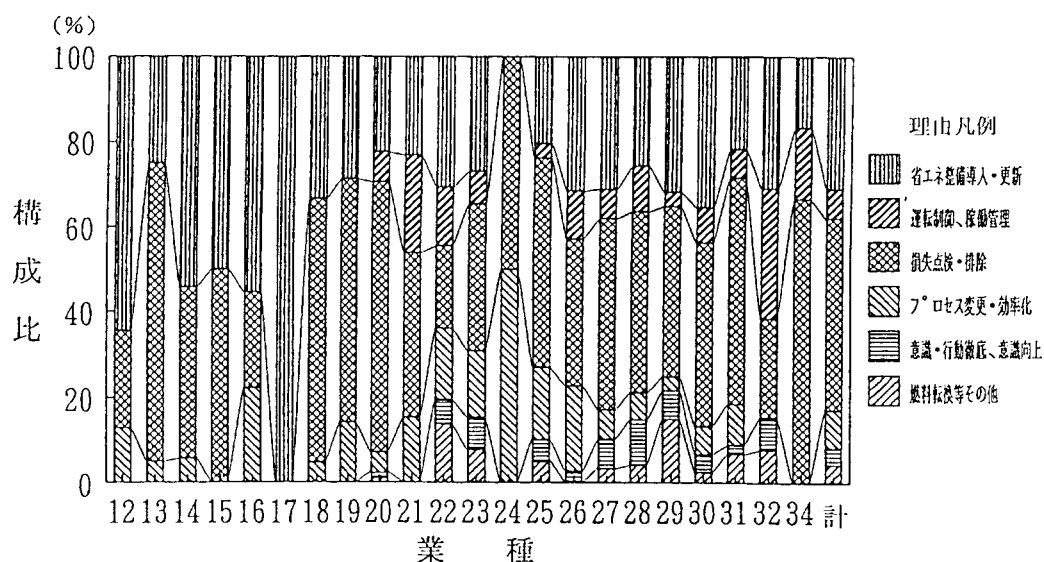


図4.1-17 過去10年間に於ける省エネ効果実績の主たる要因

(2) 今後10年間のエネルギー需要の予測伸び率及び省エネ効果の予測率

① 今後10年間の電力需要の予測伸び率と要因の動向

電力増減予測も過去の実績同様の範囲で区分を行い、各々の範囲における事業所件数の業種別構成比とする。図4.1-18に増減予測率、図4.1-19に増減予測の主たる要因予想を示す。

今後10年間の電力増減予測は、増加すると回答の得られた事業所は全体で90%程あり、逆に減少すると回答のあった事業所は3%程度に留まっている。全体では、増加率10～50%の範囲が最も多く、さらに、衣服、出版印刷、電気機械、精密機械等では増加率50%以上を予想する事業所割合も増えている。逆に減少を予測する事業所は殆どないが、繊維、木材、出版印刷、精密機械等の業種で減少を予測する事業所が僅かにある。

増加理由をみると、繊維、家具、輸送機械で設備導入・更新の見込みがあるものの、殆どが増産によるものとなっている。

また減少理由をみると、合理化・効率化・管理強化によるものが大部分を占めているが、食料品、繊維、出版印刷、プラスチック、窯業・土石、鉄鋼、輸送機械、精密機械等では、景気動向を含めた減産による影響が懸念されている。さらに、出版印刷、化学、ゴム製品、一般機械等では、工場移転・縮小・閉鎖等の影響も取り上げられている。図中空白で表されている業種は、減少予測がされていない業種である。

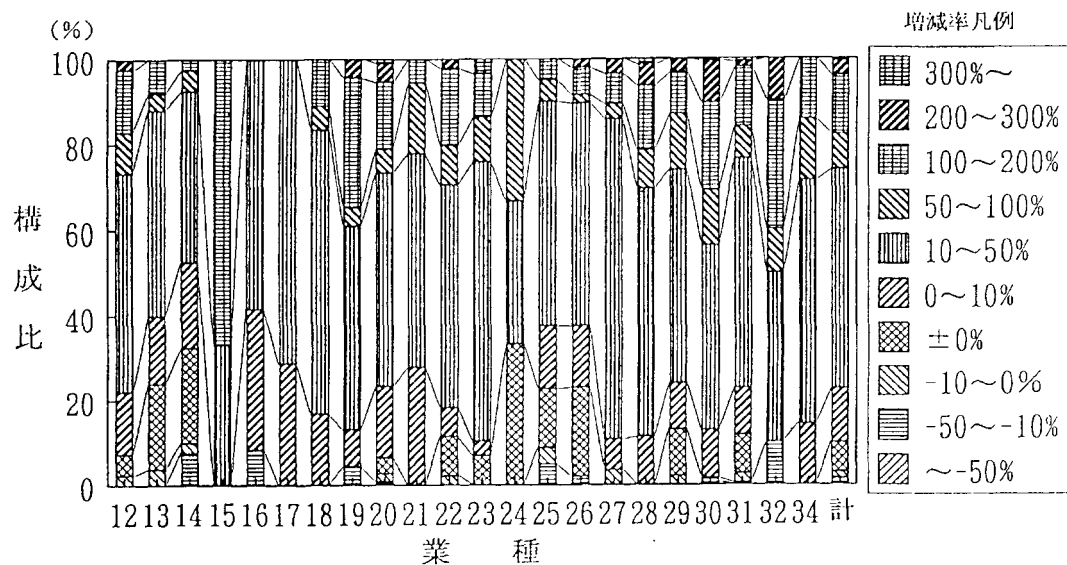


図4.1-18 今後の電力需要増減の予測

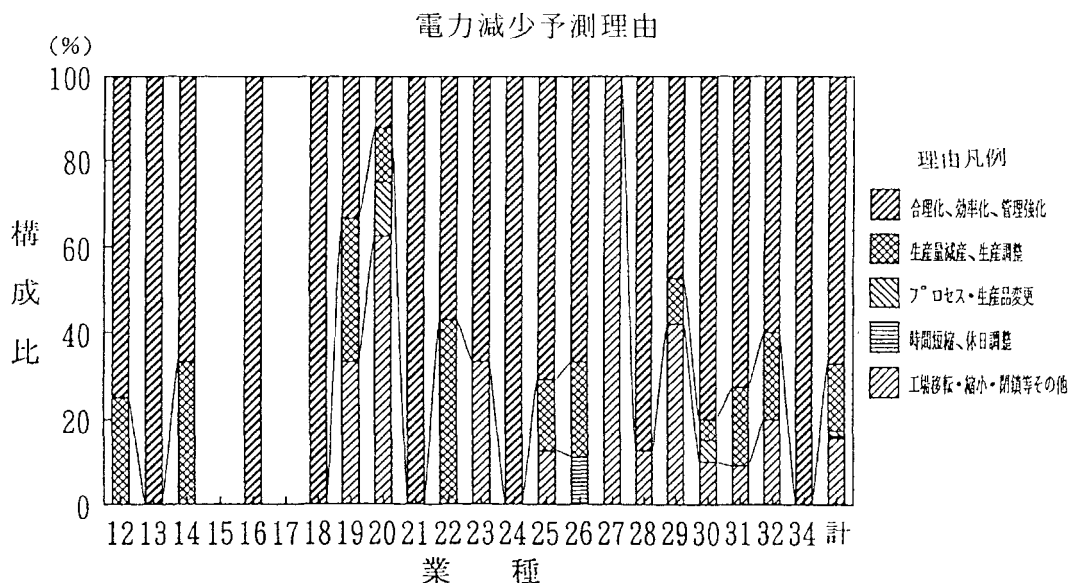
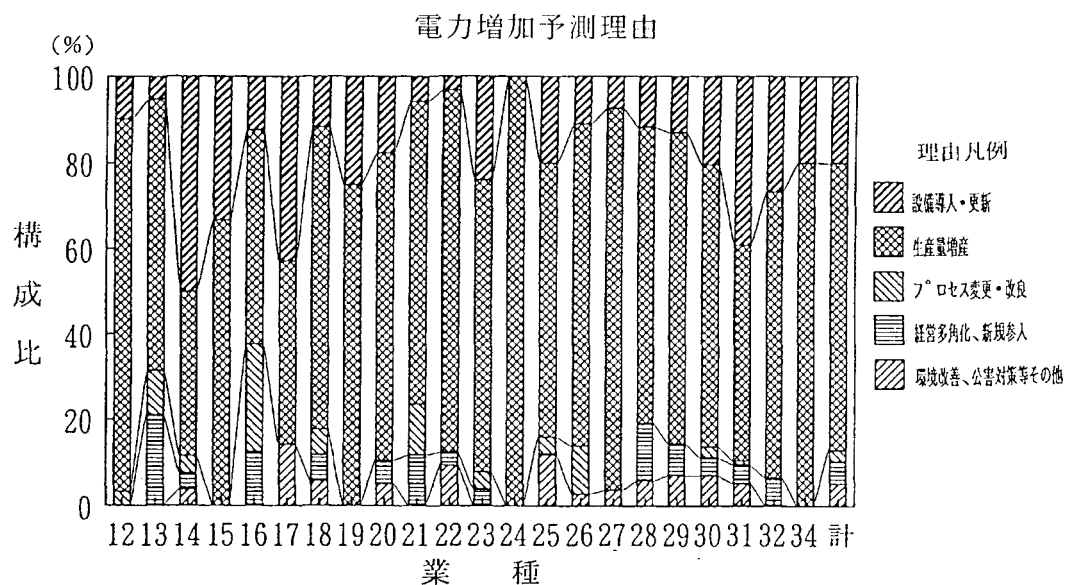


図4.1-19 今後の電力需要増減予測の主たる要因予想

② 今後10年間の燃料需要の予測伸び率と要因の動向

電力増減予測と同様に、燃料の増減予測を図4.1-20に、主たる要因の予想を図4.1-21に示す。

今後10年間の燃料増減予測は、増加すると回答の得られた事業所は全体で80%程あり、逆に減少すると回答のあった事業所は5%程度である。燃料も電力同様、増加率10～50%の範囲が最も多いが、増加率50%以上の事業所が30%を超えるような業種は衣服、金属製品、電気機械位である。

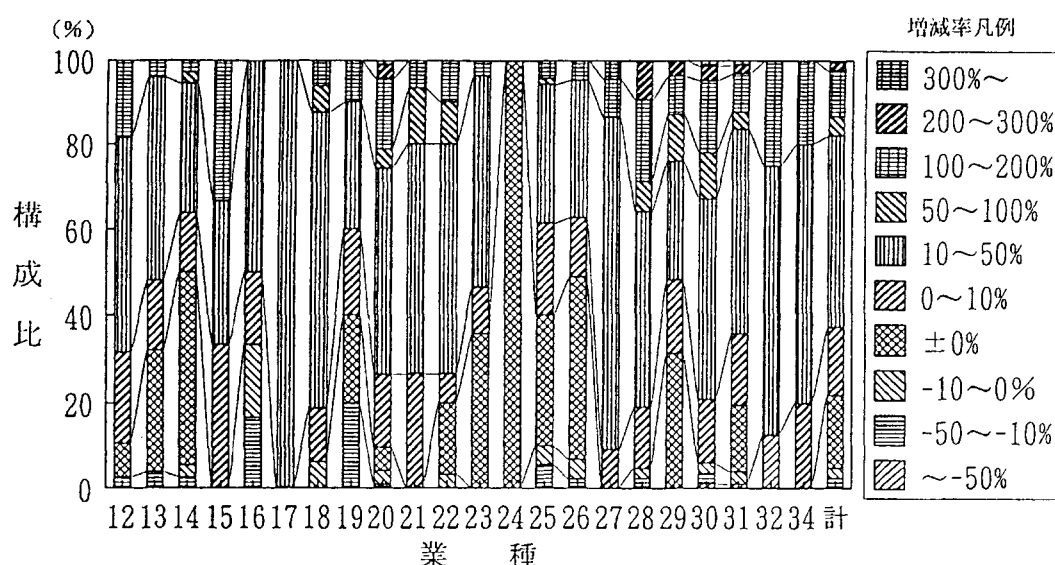


図4.1-20 今後の燃料需要増減の予測

増加理由は電力とは異なり、業種全体として設備の導入・更新と増産が同程度の回答割合にある。その中で、出版印刷、ゴム製品等は設備の導入・更新による影響が第一の理由となっている。また、環境改善・公害対策として燃料の需要が増加すると指摘している事業所も増えている。

減少理由は電力と同様、合理化・効率化・管理強化が第一で業種全体の60%を占めている。その中でも繊維、木材、化学、プラスチック、窯業・土石、鉄鋼等は、明確に生産量減を理由として打ち出している。

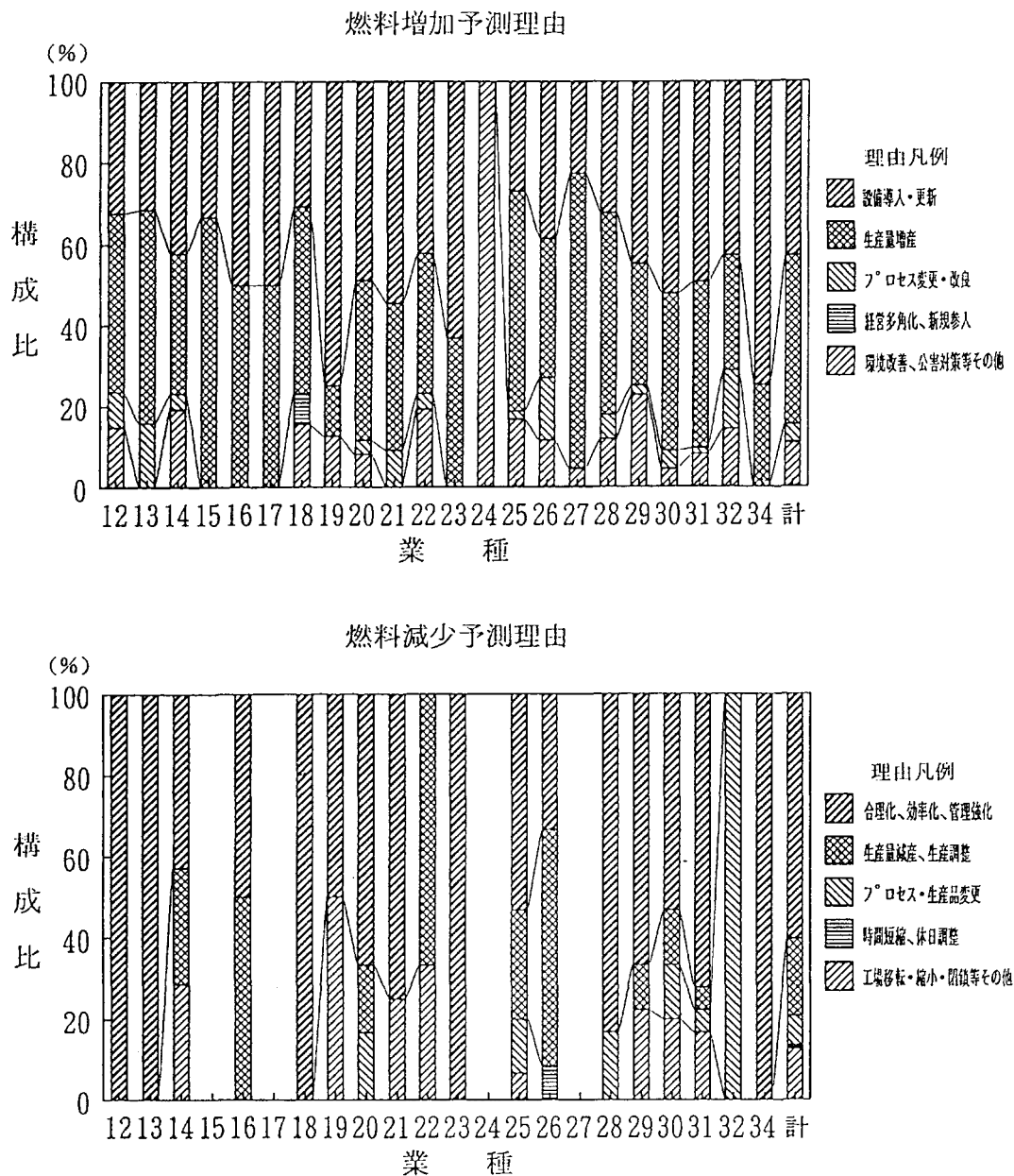


図4.1-21 今後の燃料需要増減予測の主たる要因予想

③今後10年間の省エネ効果の予測率と要因の動向

同様に、省エネ効果予測を図4.1-22、主たる要因の予想を図4.1-23に示す。

業種全体として、92%の事業所が今後省エネ効果が期待できると回答しており、その中でも省エネ率10～50%の範囲の事業所は業種全体の約半数を占めている。省エネ率10～50%の範囲で省エネ効果が期待できる事業所の割合が比較的多い業種は、衣服、紙・パルプ、出版印刷、化学、ゴム製品、金属製品及び機械関係である。

その要因としては、過去の実績同様、省エネ機器の導入よりも損失点検・排除等の無駄をなくすることが第一となっている。その中でも食料品、繊維、鉄鋼、一般機械、電気機械、精密機械などの業種では、今後、省エネ機器導入・更新を軸とした省エネ対策を考えている事業所が、その業種のなかで40%以上を占めている。

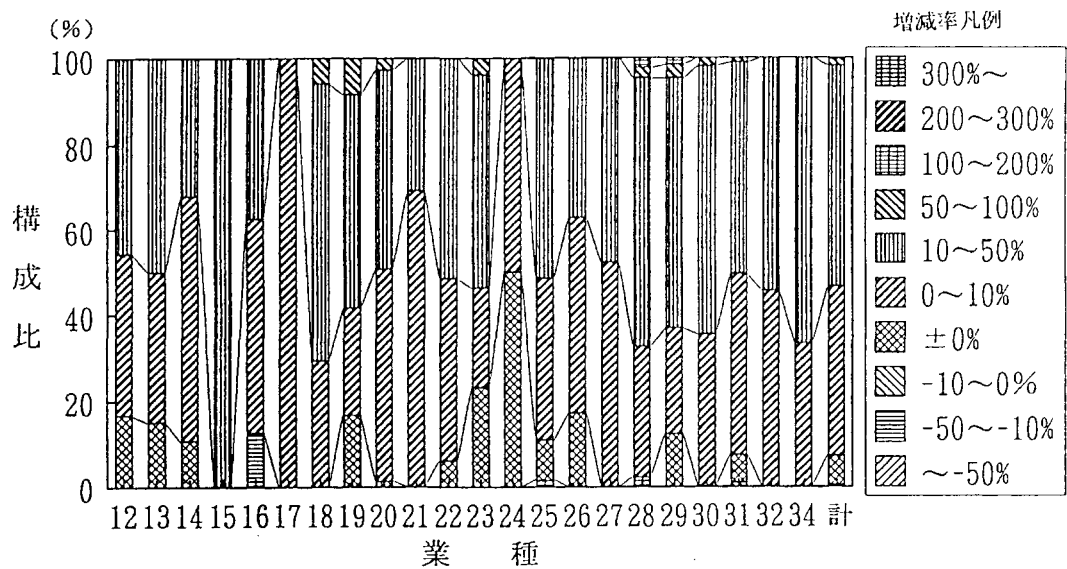


図4.1-22 今後の省エネ効果の予測

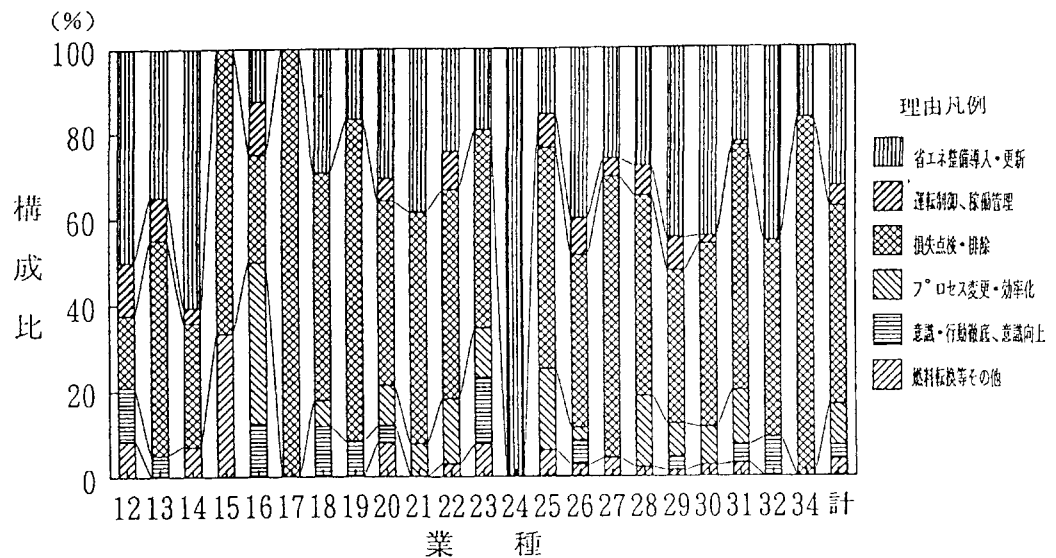


図4.1-23 今後の省エネ効果予測の主たる要因予想

④今後の省エネ活動における阻害要因

図4.1-24は、今後省エネを図る上で阻害要因となりそうな問題点を業種別に整理したものである。

第一に問題点として取り上げられているものは投資・コスト等の経済面であり、次いで技術面、環境対策面等问题点が続く。経済的問題を除いた場合、出版印刷、化学、石油、プラスチック、ゴム製品、窯業・土石、鉄鋼、金属製品及び機械関係等では、主として技術面での問題が省エネ対策の阻害要因となることを示している。

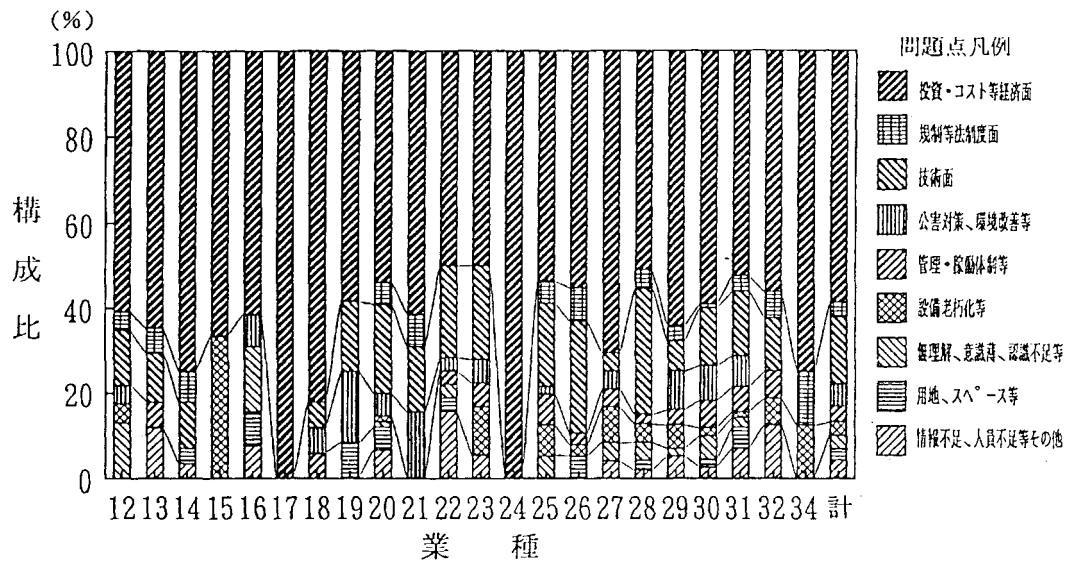


図4.1-24 今後の省エネに係る問題点

4.2 C G S、余剰エネルギー場外送出に対するユーザーの認識

4.2.1 C G Sに対するユーザーの認識

平成4年度産業用エネルギー需要調査において実施されたエネルギー需要に対する事業所の取り組み方に関する意識調査の設問内容は以下のとおり。

・設問1 コージェネレーションシステム（C G S）について

選択肢1：以前から関心あり

選択肢2：今後検討してみる価値あり

選択肢3：他の省エネシステムに関心がある

選択肢4：関心なし

選択肢5：その他

・設問2 発電設備導入予定について

選択肢1：導入直後もしくは建設中である

選択肢2：計画中である

選択肢3：現在F S段階である

選択肢4：予定なし

選択肢5：その他

回答件数と回答率及び選択件数と選択率を表4.2-1、表4.2-2に示す。

(1) コージェネレーションシステム（C G S）について

C G Sについての業種全体をまとめた意識を図4.2-1に、業種別の選択率構成比を図4.2-2に示す。有効回答件数1218件に対し、選択肢1及び2の合計は全体の57%（698件）に達し、C G Sに対する関心度の高さが伺える。また、約9%（112件）の事業所がその他の回答を選択しているが、その中には、自事業所で使用することは困難であると結論を出している事業所が多く、また、環境規制上導入不可との理由もある。業種別の傾向では、食料品、繊維、家具、化学、石油、プラスチック、ゴム製品、なめし革、窯業土石等が60%以上の事業所で高い関心度を示している。

表4.2-1 C G S についての意識調査に関する回答状況

業種 番号	業 種 名	回収件数 (件数)	有効回答数		選択肢 1		選択肢 2		選択肢 3		選択肢 4		選択肢 5	
			回答件数 (件数)	回答率 (%)	選択件数 (件数)	選択率 (%)	選択件数 (件数)	選択率 (%)	選択件数 (件数)	選択率 (%)	選択件数 (件数)	選択率 (%)	選択件数 (件数)	選択率 (%)
12	食 料 品	61	51	83.6	19	37.3	11	21.6	6	11.8	11	21.6	4	7.8
13	飲 料	29	28	96.6	8	28.6	5	17.9	6	21.4	4	14.3	5	17.9
14	繊 維	51	41	80.4	18	43.9	7	17.1	5	12.2	2	4.9	9	22.0
15	衣 服	6	5	83.3	0	0.0	2	40.0	0	0.0	3	60.0	0	0.0
16	木 材	17	17	100.0	4	23.5	3	17.6	2	11.8	6	35.3	2	11.8
17	家 具	11	10	90.9	0	0.0	7	70.0	0	0.0	3	30.0	0	0.0
18	紙・パルプ	25	24	96.0	9	37.5	4	16.7	4	16.7	2	8.3	5	20.8
19	出版印刷	32	25	78.1	4	16.0	7	28.0	6	24.0	7	28.0	1	4.0
20	化 学	139	122	87.8	47	38.5	24	19.7	15	12.3	19	15.6	17	13.9
21	石 油	28	23	82.1	13	56.5	4	17.4	1	4.3	5	21.7	0	0.0
22	プラスチック	71	63	88.7	23	36.5	17	27.0	6	9.5	7	11.1	10	15.9
23	ゴム製品	32	32	100.0	14	43.8	9	28.1	6	18.8	2	6.3	1	3.1
24	なめし革	4	4	100.0	1	25.0	2	50.0	1	25.0	0	0.0	0	0.0
25	窯業土石	94	83	88.3	25	30.1	27	32.5	10	12.0	17	20.5	4	4.8
26	鉄 鋼	59	54	91.5	19	35.2	10	18.5	7	13.0	10	18.5	8	14.8
27	非鉄金属	41	40	97.6	9	22.5	10	25.0	7	17.5	9	22.5	5	12.5
28	金属製品	101	83	82.2	20	24.1	24	28.9	9	10.8	25	30.1	5	6.0
29	一般機械	115	106	92.2	30	28.3	30	28.3	8	7.5	30	28.3	8	7.5
30	電気機械	225	203	90.2	61	30.0	60	29.6	31	15.3	43	21.2	8	3.9
31	輸送機械	186	168	90.3	43	25.6	54	32.1	14	8.3	42	25.0	15	8.9
32	精密機械	31	27	87.1	4	14.8	7	25.9	3	11.1	10	37.0	3	11.1
34	そ の 他	9	9	100.0	2	22.2	0	0.0	1	11.1	4	44.4	2	22.2
35	合 計	1367	1218	89.1	373	30.6	324	26.6	148	12.2	261	21.4	112	9.2

表4-2-2 自家発導入予定についての意識調査に関する回答状況

業種 番号	業 種 名	回収件数 (件数)	有効回答数		選択肢1		選択肢2		選択肢3		選択肢4		選択肢5	
			回答件数 (件数)	回答率 (%)	選択件数 (件数)	選択率 (%)	選択件数 (件数)	選択率 (%)	選択件数 (件数)	選択率 (%)	選択件数 (件数)	選択率 (%)	選択件数 (件数)	選択率 (%)
12	食 料 品	61	49	80.3	3	6.1	1	2.0	9	18.4	32	65.3	4	8.2
13	飲 料	29	28	96.6	2	7.1	3	10.7	0	0.0	23	82.1	0	0.0
14	繊 維	51	41	80.4	6	14.6	4	9.8	5	12.2	24	58.5	2	4.9
15	衣 服	6	6	100.0	0	0.0	0	0.0	1	16.7	4	66.7	1	16.7
16	木 材	17	16	94.1	1	6.3	1	6.3	3	18.8	10	62.5	1	6.3
17	家 具	11	10	90.9	0	0.0	0	0.0	1	10.0	9	90.0	0	0.0
18	紙・パルプ	25	23	92.0	4	17.4	4	17.4	3	13.0	11	47.8	1	4.3
19	出版印刷	32	26	81.3	2	7.7	1	3.8	1	3.8	22	84.6	0	0.0
20	化 学	139	120	86.3	8	6.7	6	5.0	17	14.2	84	70.0	5	4.2
21	石 油	28	24	85.7	4	16.7	1	4.2	2	8.3	15	62.5	2	8.3
22	プラスチック	71	64	90.1	2	3.1	5	7.8	6	9.4	49	76.6	2	3.1
23	ゴム製品	32	30	93.8	1	3.3	3	10.0	2	6.7	23	76.7	1	3.3
24	なめし革	4	4	100.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	4	100.0	0	0.0
25	窯業土石	94	80	85.1	3	3.8	4	5.0	8	10.0	60	75.0	5	6.3
26	鉄 鋼	59	54	91.5	1	1.9	1	1.9	5	9.3	43	79.6	4	7.4
27	非鉄金属	41	42	102.4	0	0.0	0	0.0	5	11.9	32	76.2	5	11.9
28	金属製品	101	83	82.2	0	0.0	3	3.6	4	4.8	72	86.7	4	4.8
29	一般機械	115	103	89.6	3	2.9	3	2.9	5	4.9	84	81.6	8	7.8
30	電気機械	225	203	90.2	6	3.0	8	3.9	22	10.8	154	75.9	13	6.4
31	輸送機械	186	159	85.5	7	4.4	5	3.1	11	6.9	122	76.7	14	8.8
32	精密機械	31	28	90.3	0	0.0	1	3.6	0	0.0	25	89.3	2	7.1
34	そ の 他	9	8	88.9	0	0.0	1	12.5	0	0.0	6	75.0	1	12.5
35	合 計	1367	1201	87.9	53	4.4	55	4.6	110	9.2	908	75.6	75	6.2

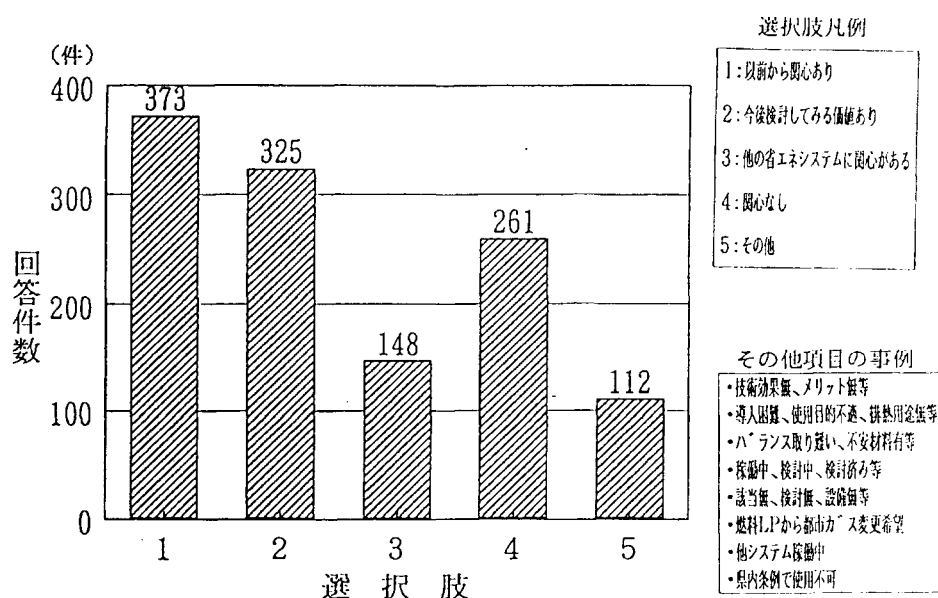


図4.2-1 CGSについての業種全体の意識

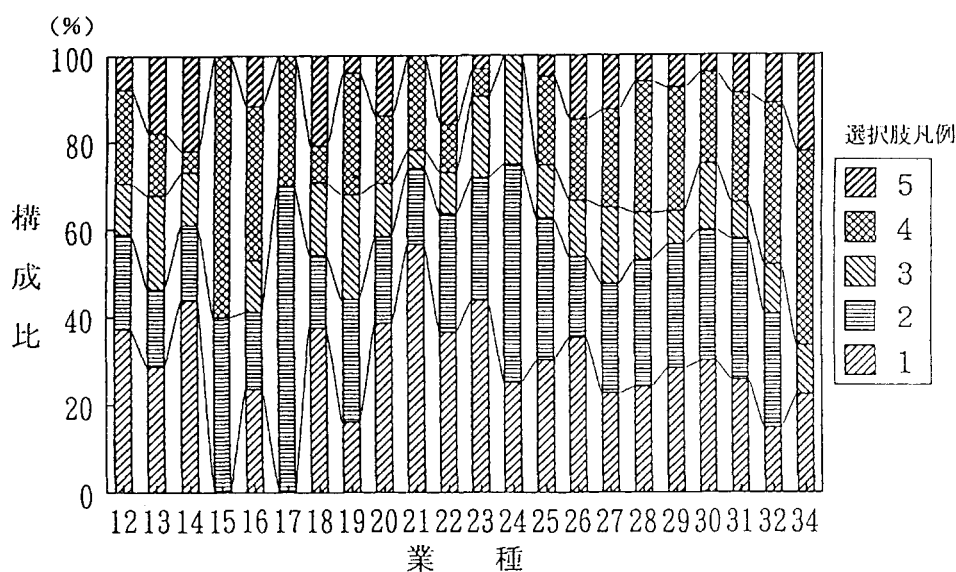


図4.2-2 CGSについての業種別選択率構成比

(2) 発電設備導入予定について

自家発電設備導入予定についての業種全体をまとめた意識を図4.2-3に、業種別の選択率構成比を図4.2-4に示す。有効回答件数1201件に対し、予定なしの選択肢4を選択した事業所は全体の76%（911件）に達しているが、18%（218件）は何らかのかたちで今後導入がなされる予定のある事業所である。また、約6%（75件）の事業所がその他の回答をしているが、その内容は、既に導入しているもの等もあるが、発電

設備に対する興味あり、導入を希望している事業所も多い。業種別 業種別の傾向では、食料品、繊維、紙・パルプに新規導入の意向が強く、具体的なシステム例としては、C G S 以外にも廃棄物を利用した焼却熱回収による発電システムを検討している事業所も多い。

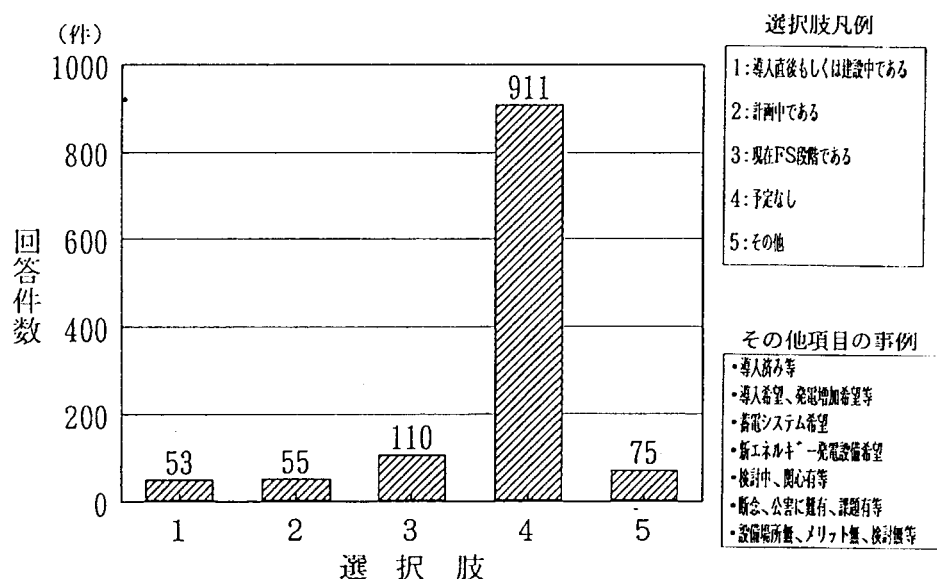


図4.2-3 自家発電導入予定についての業種全体の意識

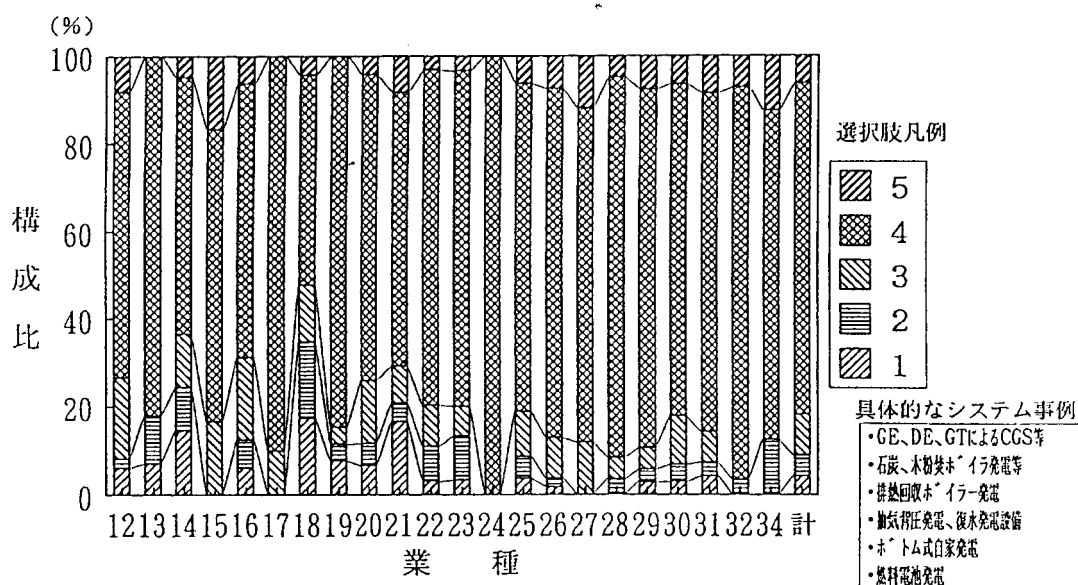


図4.2-4 自家発電導入予定についての業種別選択率構成比

4.2.2 余剰エネルギーの場外送出に対するユーザーの認識

同調査において実施された余剰電力・熱エネルギーの場外送出の可能性に対する意識調査の設問内容は以下のとおり。

・設問1 余剰電力・熱エネルギーの場外送出の可能性について

- 選択肢1：是非実施したい
- 選択肢2：経済性が見合えば実施したい
- 選択肢3：需要家がいれば実施したい
- 選択肢4：実施は考えていない
- 選択肢5：わからない

回答件数と回答率及び選択件数と選択率を表4.2-3及び図4.2-5、図4.2-6に示す。

余剰電力・熱の場外送出を是非実施したいと意向を持っている事業所は、有効回答件数1071件のうち、僅か1.2%（13件）にすぎないが、経済性が見合えば実施したい、需要家がいれば実施したいを含めると全体の21%（229件）となる。

業種別で場外送出の意向が高いのは、繊維、家具、紙・パルプ、化学、石油、ゴム製品、窯業・土石、鉄鋼等であり、大規模事業所の多い業種が主となっている。

また、選択肢1～3を選択した229件の事業所のうちで、さらに需要先の有無と有りの場合の需要先の種類を以下のように設問している。

・設問2(1) 需要先の有無

- 選択肢1：可能性有
- 選択肢2：可能性無
- 選択肢3：わからない

・設問2(2) 可能性有の場合の需要先の種類

- 選択肢1：工場
- 選択肢2：ビル
- 選択肢3：住宅
- 選択肢4：その他

表4.2-3 余剰電力・熱の場外送出についての意識調査に関する回答状況

業種 番号	業 種 名	回収件数 (件数)	有効回答数		選択肢 1		選択肢 2		選択肢 3		選択肢 4		選択肢 5	
			回答件数 (件数)	回答率 (%)	選択件数 (件数)	選択率 (%)	選択件数 (件数)	選択率 (%)	選択件数 (件数)	選択率 (%)	選択件数 (件数)	選択率 (%)	選択件数 (件数)	選択率 (%)
12	食 料 品	61	46	75.4	1	2.2	7	15.2	1	2.2	31	67.4	6	13.0
13	飲 料	29	26	89.7	0	0.0	2	7.7	2	7.7	16	61.5	6	23.1
14	織 維	51	45	88.2	1	2.2	7	15.6	4	8.9	26	57.8	7	15.6
15	衣 服	6	5	83.3	0	0.0	1	20.0	0	0.0	2	40.0	2	40.0
16	木 材	17	13	76.5	0	0.0	0	0.0	0	0.0	11	84.6	2	15.4
17	家 具	11	8	72.7	0	0.0	2	25.0	0	0.0	4	50.0	2	25.0
18	紙・パルプ	25	24	96.0	0	0.0	10	41.7	3	12.5	9	37.5	2	8.3
19	出版印刷	32	18	56.3	0	0.0	0	0.0	1	5.6	12	66.7	5	27.8
20	化 学	139	115	82.7	2	1.7	16	13.9	14	12.2	69	60.0	14	12.2
21	石 油	28	23	82.1	0	0.0	6	26.1	1	4.3	14	60.9	2	8.7
22	プラスチック	71	52	73.2	1	1.9	6	11.5	5	9.6	37	71.2	3	5.8
23	ゴム製品	32	24	75.0	0	0.0	1	4.2	6	25.0	12	50.0	5	20.8
24	なめし革	4	4	100.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	3	75.0	1	25.0
25	窯業土石	94	76	80.9	2	2.6	15	19.7	8	10.5	38	50.0	13	17.1
26	鉄 鋼	59	48	81.4	0	0.0	9	18.8	9	18.8	23	47.9	7	14.6
27	非鉄金属	41	39	95.1	0	0.0	1	2.6	5	12.8	26	66.7	7	17.9
28	金属製品	101	62	61.4	0	0.0	4	6.5	2	3.2	37	59.7	19	30.6
29	一般機械	115	99	86.1	1	1.0	11	11.1	6	6.1	58	58.6	23	23.2
30	電気機械	225	176	78.2	4	2.3	16	9.1	12	6.8	113	64.2	31	17.6
31	輸送機械	186	135	72.6	0	0.0	9	6.7	8	5.9	79	58.5	39	28.9
32	精密機械	31	25	80.6	0	0.0	3	12.0	2	8.0	16	64.0	4	16.0
34	そ の 他	9	8	88.9	1	12.5	0	0.0	0	0.0	7	87.5	0	0.0
35	合 計	1367	1071	78.3	13	1.2	126	11.8	89	8.3	643	60.0	200	18.7

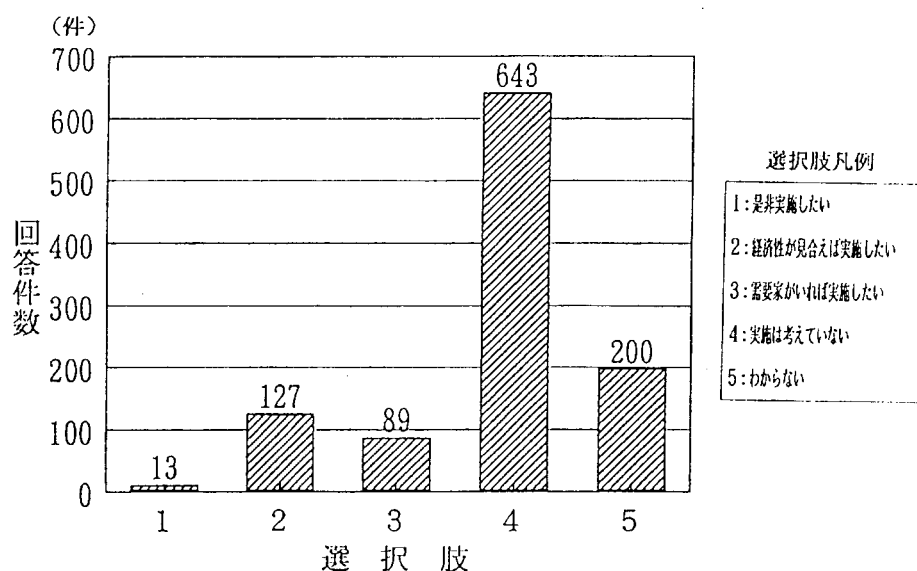


図4.2-5 余剰電力・熱の場外送出についての業種全体の意識

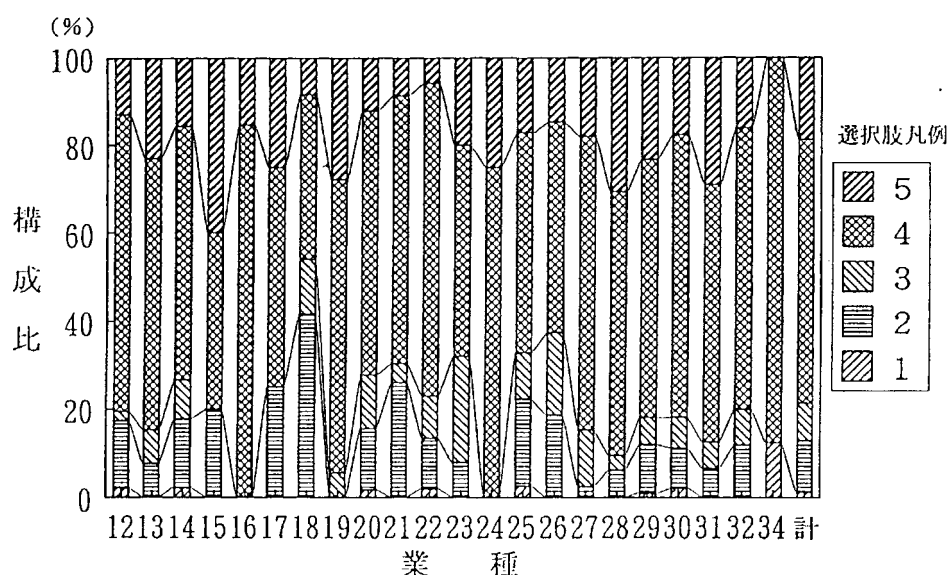


図4.2-6 余剰電力・熱の場外送出についての業種別選択率構成比

需要先の有無及び需要先の種類を図4.2-7に示す。

229件の事業所のうち、約24%（56件）の事業所が需要先の有無について可能性有を示している。その内容としては、近隣の工場に送出できると判断しているものが最も多く63%（35件）を示している。また、民生用建物であるビルや住宅に対して可能性があると判断している事業所も23%（13件）程ある。その他として、農業等への具体的な送出先の提案もなされているが、余剰電力の場合については電気事業者への売電の提案が最も多い。

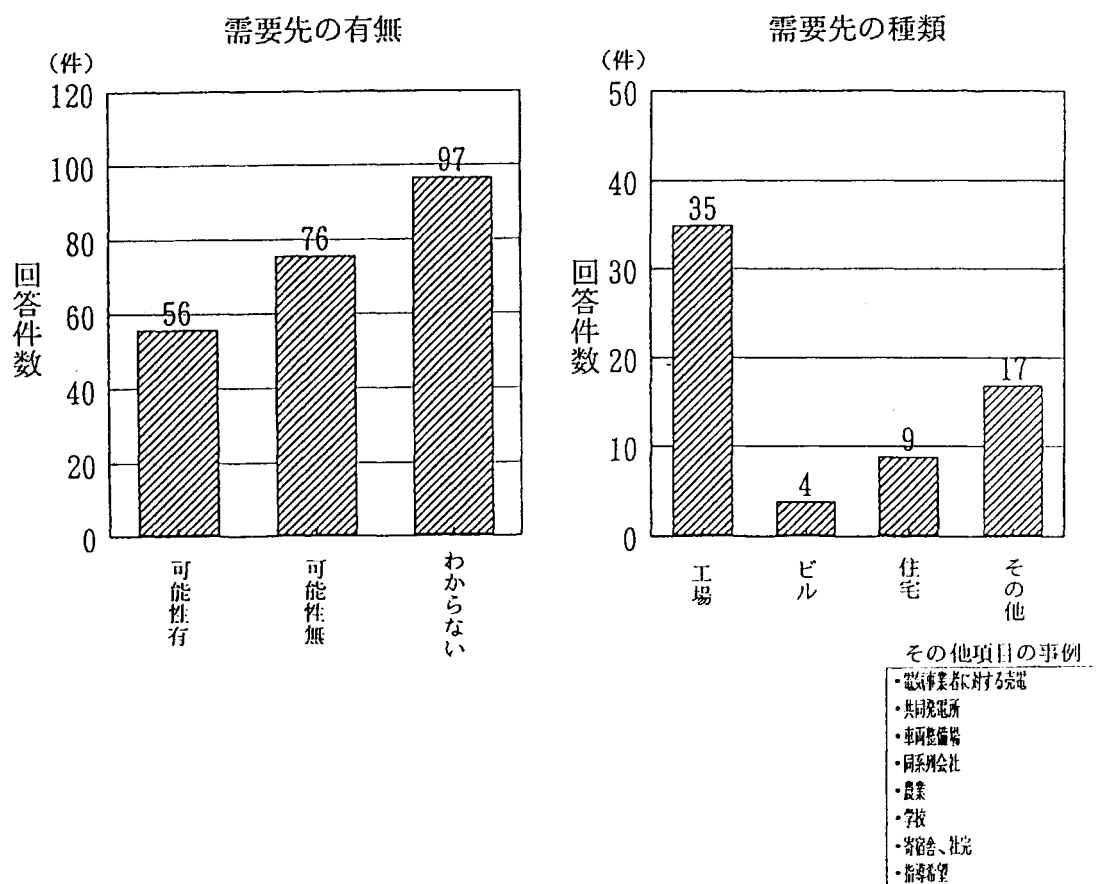


図4.2-7 余剰電力・熱の場外送出に可能性についての業種全体の意識

5.1 調査目的

豊かな生活を営むには、エネルギー源である電気および熱が不可欠である。そこで、人類の共通課題として、これまでにも、高効率なエネルギー発生技術について、そして、経済的で多様性に富む利用システム等の研究開発が、各国、各所で取り組まれてきたが、今日においては、限りある資源の節約、環境及び社会との調和を一層促進できる新たな技術革新が必要になってきている。

このような背景を踏まえ、現在、我国では通商産業省工業技術院において新エネルギー導入大綱を策定し、「ニューサロシサイ計画」が推進されている。「セラミックガスタービン技術開発プロジェクト」はその一貫であり、本プロジェクトは、コージェネレーションおよび可搬式発電等に適用される中小型ガスタービンエンジンの高効率化、低公害化および燃料の多様化を促進することにより、エネルギーおよび資源の節約と地球環境との調和を併せて図ることを目的として、昭和63年度にスタートした。

本プロジェクトは、(1)耐熱セラミック部材の研究開発、(2)要素技術の研究開発、(3)設計試作運転研究および(4)社会適合性研究の4つの研究開発プログラムを柱として推進されており、現在、T1T1200℃における実機運転、そして、上記研究成果の総合的な評価を基にして、最終段階（T1T1350℃）に向けての今後の研究推進の具体化に入ろうとしている。

高性能で高い信頼性を有するセラミックガスタービンを実現、有効利用を図るには、エンジン性能に係わる研究と社会適合性に関する研究との融合が不可欠である。特に、エンジンの性能および信頼性を左右する耐熱セラミック部材については、モノリシック材料ばかりでなくセラミック複合材料も含めた材料技術を総合的に捉え、高性能セラミックガスタービンへの適用の技術的可能性を調査・探索することが重要である。さらに、利用促進に関しては、将来、セラミックガスタービンをコージェネレーション等へ実用化するに当たっての利用システム、環境安全性、経済性等、つまり、社会適合性について幅広く、調査・検討することが必要となる。

そこで、複合材料の研究開発およびコージェネレーション利用技術については、一日の長のある米国を対象として、今回の調査団が編成された。幸い、The American Ceramic Society主催の複合材料／先端セラミック材料に関する研究集会（18th

Annual Conference and Exposition on Composites and Advanced Ceramics) が CoCoa Beachにおいて、1月9日～14日に開催されるので、この学会への参加を含めて調査日程が組まれた。

5.2 調査概要

5.2.1 調査日程

月 日	都市名	訪問先
1月8日／土	成田発 オーランド着	
1月9日／日	オーランド	DOEとの打合
10日／月	オーランド	18th Annual Conference and Exposition
11日／火	オーランド	on Composites and Advanced Ceramics
12日／水	オーランド	
1月13日／木	オーランド発 ステイカレッジ着	移動日
1月14日／金	ステイカレッジ発 ニューヨーク着	The Pennsylvania State University Department of Materials Science and Engineering
1月15日／土	ニューヨーク	資料整理
1月16日／日	ニューヨーク	資料整理
1月17日／月	ニューヨーク発 ボストン着	Starret Housing Corporation
1月18日／火	ボストン発 サンフランシスコ着	Harvard Cogeneration Management Company. Inc.
1月19日／水	サンフランシスコ発 サンノゼ→サクラメント着	San Jose University
1月20日／木	サクラメント発 サンフランシスコ着	University of California Davis Campus
1月21日／金	サンフランシスコ発	
1月22日／土	成田着	

5.2.2 調査団員

団長

久保 勝司 名古屋工業技術研究所 構造プロセス部 部長

副団長

鈴木 和雄 航空宇宙技術研究所 原動機部（燃焼器研究室）主任研究官

団員

上田 満治 新エネルギー・産業技術総合開発機構燃料・貯蔵技術開発室
副主任研究員

星野 昭史 川崎重工業株式会社 汎用ガスタービン事業部 製造部 部長

古賀 新 石川島播磨重工業株式会社 技術研究所
セラミックガスタービンプロジェクト部 課長

江籠 穂積 京セラ株式会社 総合研究所研究企画室

浦島 和浩 日本特殊陶業株式会社 中央研究所
酒井 均 NGK-LOCKE, INC. DETROIT OFFICE

湯澤 史明 大阪ガス株式会社 大阪エネルギー営業部都市エネルギーチーム
第1グループ チーフ

酒井 義 社団法人 日本ファインセラミックス協会企画部長

5.3 調査結果

5.3.1 第18回複合材料およびアドヴァンストセラミックス年会・展示会

18th Annual Conference and Exposition on Composites and Advanced
ceramics, Organized by The American Ceramic Society

(1) 特別講演

- Taking Ceramic Technology to Market: Examining the Full Range of company and External Resources Available, by R.E. Barks

米国において研究開発成果の商品化に対して問題があり日本との競争に遅れを取った。商品化のために研究開発成果の技術移転が大切であり、技術移転を円滑に進めるためにIntegrated Teamを組織し、マーケティング、研究開発、製造、営業の4部門が常にオーバーラップした形で製品化を進めるべきである。また、大学、国研、他企業、データベース等外部資源を利用することも開発期間の短縮、リスク低減に有効である。

- Advanced Ceramics: The Ceramics Producers' Prospective, by D.W. Fretag

USACA (United States Advanced Ceramics Association)は、ファインセラミックスの商品化を推進する政府主導の組織。複数年にわたるセラミックス部品実証プログラムの創生、Defence Production法案に対するファインセラミックス条項の創案、米国内ファインセラミックス分野への投資拡大、政府によるセラミックス部品調達の創生・拡大、セラミックス開発・商品化に対する税制上の優遇措置、国家プロジェクト参加企業に対する技術権利の法制化等ファインセラミックスの市場拡大に対し政府への大きな圧力団体としての活動を行っている。

- Advanced Ceramics: The User Community Prospective, by W. Werst

ユーザの立場からファインセラミックス商品化に対しての要望。

a. 価格：現状 > \$500/lb → \$10/lb

b. 標準化

c. データベース：Design Toolの欠如、データベースの整備必要

d. 信頼性：Batch Process 生産 → 連続プロセスの開発による信頼性向上

- Potential Application of Advanced ceramics in the Electric Utility Industry, by W. T. Bakker

電力関係の新技术開発案件

a. ガスタービン部品のセラミックス化：シュラウド部のセラミックス化、燃焼器のセ

ラミックスライニング

- b. ガスタービンに対する要求仕様：最低寿命25,000時間、10-20回の緊急停止、
100-500 回の起動停止、温度1200-1400℃

データベース：10,000時間クリープ破断強度(1100-1400)、低サイクル疲労、高
サイクル疲労、引張強度・ヤング率、破壊靱性値・S C G、ワイ
ブル係数、破壊確率計算、熱衝撃試験、保証試験

c. EPRI-GRI-GE-NIST-UDRIプログラム：Ceramic Shroud Component

Phase 1：1992-1997 材料特性調査、部品設計、熱衝撃試験、破壊確率計算、き
裂進展抵抗評価、設計変更

Phase 2：1996-1998 パイロットプラント燃焼器リグ試験

Phase 3：1998 フィールド試験

d. セラミック熱交換器：DOE Clean Coal Program

e. Solid Oxide Fuel Cell：鉛電池の2～3倍、電気自動車用

- National Institute of Standards and Technology Overview; Advanced Technology Program, Manufacturing Extension Partnership and Laboratory Based Program, by D. C. Cranmer

全米のR&D 予算\$150B／年、内45%が政府予算。軍事関連：65%、医療関連：15%、工業関係：0.5%。クリントン政権は民生技術への投資、軍事技術の民生移転、国研から民間への技術移転を推進する政策。新政策に伴い、MEP(Manufacture Extension Partnership)、ATP(Advanced Technology Program)等に予算配分される。

NISTの予算のうちATPの占める比率が現在の約30%から1997年までに50%、\$750Mに拡大される見込み。ATPは米国経済成長を促進するため、リスクの高い有望な技術の開発を援助するプログラム。研究開発内容は明確な技術・製品化の目標を持っている。

NISTセラミック部門：標準化、技術支援のための研究、ex. 製造コスト・信頼性等
経済成長に対する技術革新

- Cost Effective Ceramics Program, by R. B. Schultz and D. R. Johnson

1991年～1997の予定で実施。

a. 低コスト窒化ケイ素粉末の製造：\$10/lb、パイロットプラント 400hr運転目標

b. Advanced Ceramics Manufacturing Program:現状の1桁以上のコストダウン目標、歩留まり、N D E、Process Control、Intelligent Process等の開発

- c. Cost Effective Machining of Ceramics: MMC, CMCの加工、工具、高効率研削、加工プロセス、検査、高速・低損傷研削等の開発
- d. ガスタービン用セラミックスの開発：タービンロータ、シャフトの開発、
- e. 1983-1993年に実施された Ceramic Technology for Advance Heat Engine Programの成果は Hybrid Vehicle Program、New Generation Vehicle Partnership に活用される。

(2) 学術講演

・機械的特性

a. セラミックス／セラミックス複合材料の疲労とクリープ

Nicalon 繊維強化CAS、SiC、ガラス複合材料の疲労・クリープ現象のモデル解析に関する講演。Nicalon/CAS 複合材料の室温・大気中繰返し疲労強度の評価では、繰返し数依存性が顕著に確認された。モノリシックSiCと Al_2O_3 /SiC複合材料の高温繰返し疲労特性の評価では1400℃においても強度低下は小さく、材料間の差も小さい。材料によって疲労挙動がことなり、疲労試験方法の標準化、疲労データの蓄積および理論解析法の確立が必要である。

Nicalon/ Si_3N_4 複合材料のクリープ変形挙動は遷移クリープ挙動を示し、次いで除荷時に残留変位が回復する挙動が観察された。この挙動の解析に粘弾性解析手法が提案された。繊維強化複合材料は低応力での微小き裂、プルアウト、繊維界面での摩擦熱による劣化等多くの課題が残されている。

- #### b. Nicalon 繊維 3次元織物にCVIを行ったSiCマトリックス複合材の引張試験と曲げ試験を実施し、破壊に至るまでの変形挙動を調べ、引張試験では曲げ試験に比べて破断までのエネルギー散逸が大きいことを示した。 曲げ試験における圧縮面におけるバックリングによるもので、曲げ試験では正確な評価が出来ない。繊維強化複合材料の評価について、中空円管試験、熱サイクル試験、熱衝撃試験等が行われている。

酸化挙動評価では機械的特性の優れているCVI Nextel Reinforced SiC の酸化挙動を評価した。BNコーティングにより耐酸化性が改善されるものの、強度の低下が起こる。

- #### c. 繊維強化セラミックス複合材料の高靱化に対するキーポイントであるプルアウトを発現させるための繊維コーティング技術、マトリックス／繊維界面強度評価に

について討論がなされた。Nicalon繊維が多く利用されており、BN、C、Naとその複合タイプのコーティングが検討されており、CにBNを重ねたコーティングで優れた結果を得ている。Saltを用いると高温での腐食による劣化が起こる。

界面強度評価方法として従来の圧子圧入法に加えて新たな改良が試みられている。圧子の先端を平坦にすることで材料の圧入変形を防止した。Debonding Strength, Residual Axial Fiber Stress, Interfacial Shear Stressを見積もるために試験片を斜形とする工夫も行われていた。

・先端合成技術・プロセッシング

a. 金属-セラミック・セラミック-セラミック複合材料の合成

HFで酸洗した MoSi_2 にART(Advanced Refractory Technology)の $12\mu\text{m}$ 径/ $13.7\mu\text{m}$ 長、 $1\mu\text{m}$ / $7.5\mu\text{m}$ の2種類の β -SiCウィスカー、Starkの α -SiC粒子を添加した複合材料を合成した。 $100\%\text{MoSi}_2$ に対して $30\%\text{SiCw}$ 添加系で靱性が4.3と向上した。高温特性の改善が見込まれ、航空宇宙・自動車・構造部材用途に有望である。

MoSi_2 分散 Si_3N_4 系では、 MoSi_2 と Si_3N_4 が反応しないので高温強度改善の可能性がある。 1000°C にDuctile/Brittleの遷移点が存在する。 Si_3N_4 マトリックスに $5\mu\text{m}$ の MoSi_2 粒子を0~30vol%添加し、 MgO を焼結助剤に焼結した。 MgO は MoSi_2 に拡散していない。常温強度は 540MPa (Si_3N_4 : 660MPa)であるが、 1400 - 1500°C では 100MPa と Si_3N_4 の2倍を示した。酸化が抑制されている。

緻密なムライトを金属Al溶融体と反応させ、金属をセラミックス中へ含浸させることにより複合材を合成。 $1200^\circ\text{C} \times 8$ - 18Hr 、高圧Arガス中焼成。Alのが含浸を制御することによりNear Net Shapeに複合材が成形できた。微構造はAlがネットワーク状にマトリックス中に連続して存在。ヤング率は 300 - 350MPa 程度であるが、 $K_{IC}=6.4$ が得られた。軽量で摩耗率が低く、自動車用材料として応用を考えている。

$\text{Ni-40vol}\%\text{TiB}_2$ 焼結体をSelf Propagation Synthesis(SHS)によりAlを含浸させた。焼結体は $10\text{ vol}\%\text{TiB}_2$ を含有した AlNi となり、その他の相として Al_3Ni_2 および Al_3Ni を含む。Near Net Shape成形が可能で、摩耗率低く、潤滑性があることからシリンダライナとしての応用を考えている。SHS法は安価な製造方法である。

ゲルキャスト技術は複雑形状部品の成形に優れた成形法として開発され

た。成形体は粒子の凝集が無い、ポアのサイズが小さい、バインダーが均質分布、乾燥収縮が小さい等の特徴がある。グリーン強度はドライプレスの5-10倍、鋳込スリップキャストの2倍。

カーボン繊維強化窒化ケイ素の成形プロセスとしてコロイド状の窒化ケイ素粉末を繊維プリフォームに含浸し、次いでセラミック前駆体を繰り返し加圧含浸する方法を検討した。窒化ケイ素粉末と前駆体にポリシラザンを用いて成形体を作成し、緻密なマトリックスが得られることを確認した。

b. キャラクターゼーション技術

焼結体中の内部応力を高温でIn Situ測定するため、特別の光ファイバ(直径 $20\mu\text{m}$)を作成した。光ファイバはoptical grade のサファイアをコアとし、その外側に保護層としてSiC コーティングしてある。この光ファイバを加圧鋳込法により複合材に埋め込む技術を開発した。埋め込まれた光ファイバ中に外部から光を通過させ、その減衰を測定することにより、In Situ で内部応力を評価できる。現在、内部応力の測定分解能等の検討を行っている。

c. コーティング技術

艦載機にシリコンセラミック部品を応用した場合、海水含有雰囲気での高温使用となる。この場合、シリコンセラミックスの酸化保護膜となる SiO_2 が分解され、腐食が促進される。窒化ケイ素と熱膨張係数が最も近い Ta_2O_5 の熱CVDコーティングを実施した。短時間腐食試験では 1400°C まで保護膜として機能する。

サーマルバリアコーティング(TBC)を改良して、 $950\text{--}1050^\circ\text{C}$ で従来のTBCより2倍の寿命を有するコーティング技術を開発した。大気中プラズマ溶射の原料組成を順次切り替えて傾斜組成を形成することにより熱膨張のミスマッチを改善し、またレーザを用いて表面層を熔融処理し、クラック防止を実現した。

ムライトはSiCと熱膨張係数が近いが、従来のプラズマスプレーでは熱サイクルによるクラックが発生する。大気プラズマスプレーを改良して耐熱サイクル特性を改善した。

d. DOEのCFCCプログラム

DOEのCFCCプログラムの概要が説明された。

"Highlights of DOD Materials and Structures science and Technology", "Joint Service/Agency Reliance Materials Technology", "Joint Service/Agency Ceramics Program Overview Technology Panel for Advanced Materials,

High Temperature Materials Subpanel”, “Highlights Advanced Research Projects Agency Materials Science Program”

DODにおける材料開発研究の概要の説明がなされたが、冷戦構造が崩壊しクリントン政権における軍事予算見直し政策のなかで、軍用技術の民間移転が促進される流れにあり、DODの研究開発が民間との共同開発を模索している。

(3) パネルディスカッション

テーマ：“A Manufacturing Perspective on Marketing Sales and Research”

新製品の開発に対し、製造と市場調査・研究・販売との関係を検討し、Successful Business とはどの様にして達成されるか議論が行われた。

- ・ Marketingの立場：顧客のニーズが重要で、ニーズに合った製品開発が必要である。
- ・ R&Dの立場：製造側から見た研究開発のイメージは”象牙の塔”、“非現実的”、“時間が掛かり過ぎる”、“コストが掛かり過ぎる”、“本質的でない問題の解決に取り組みがち”...

製品開発の流れはResearch→Development→Commercialization→Salesとなるが、R&Dと後工程との間のコミュニケーションが不足しがちであることが問題。また、日本と米国における製品開発期間を比較し、開発チームの組織化を早めること、研究開発の方向付けの明確化が重要。これらを達成するために、

- *長期展望に立脚したR&D
- *各工程間のコミュニケーションを早期、頻繁に行う
- *製造側とR&Dとの相互教育(Cross Train R&D and Manufacturing)
- *R&Dは投資であり、単なるExpertとして扱わない
- ・ セールスの立場：ある製品についてモニターする場合、製造現場にいるその製品に最も惚れ込んでいる人間を探し出すことが重要。また、ビジネスにおいて重要なことは、1. 納期、2. 品質、3. 価格で、納期が75% 程度のファクターを占める。さらに、競争相手の 情報を常にキャッチしていることが大切。
- ・ 議論で印象的なことは、競争相手、比較対象が常に日本であり、ヨーロッパや他の地域の名前が挙がらないことであった。また、最近のR&Dの傾向として、Dの重要性が強調 されがちで、Rへの投資が削減されることを憂慮する意見もあった。

(4) DOE との打合

DOEシカゴ事務所技術部長Mr. Stephen WasloよりDOEが実施しているCSGT（定置式セラミックガスタービン）の研究開発について技術説明を受けた。

5.3.2 ペンシルバニア州立大学

The Pennsylvania State University, Department of Materials Science and Engineering.

(1) ペンシルバニア州立大学の概要

ペンシルバニア州立大学は、ペンシルバニア州西部のUniversity Park市に位置する学部生3万人、大学院生6千人からなる大学であり、政府および産業界からの受託研究数が米国でトップレベルにランクされる大学のひとつである。今回訪問した大学構内中央に位置するMaterials Science and Engineering研究所は地球・鉱物科学を前身とするもので1967年に設立された部門である。この研究所は、セラミックス科学(Ceramics Science)、燃料科学(Fuel Science)、金属科学・工学(Metals Science and Engineering)と高分子科学(Polymer Science)の4つの組織から成り、年間1000万ドルを超える援助金により充実した研究が行われている。特に、セラミックスの分野には約10名の教授が所属し、モノリシック材料、複合材料及びポーラス材料を始めとする多くのセラミックス材料について基礎・応用の両面から精力的に研究を行っている。また、ゾルゲル法やCVD法などのセラミックス粉末の合成から機械的特性評価までの多岐にわたる研究開発が行われている点でも特徴的であり、セラミックスの開発研究では米国でトップレベルの実力を有する大学である。

(2) 技術調査内容

セラミックス基複合材料やセラミックス繊維の機械的特性評価の研究を行っているR. E. Tressler教授およびD. J. Green教授の研究室と技術交換及び見学会を行なった。技術交換会では調査団の発表および同研究室の研究生・学生による発表会を行い、活発な質疑・討論を行うことができた。図5.3.2-1に発表会風景を示すとともに、発表及び質疑の概要を以下に概説する。

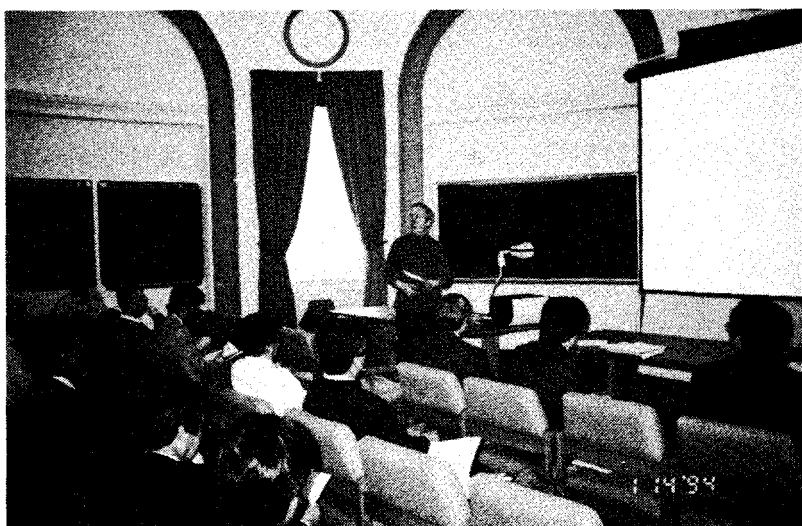


図5.3.2-1
発表会風景

a. 日本側からの発表

・国立名工研の研究概要（久保団長）

名古屋工業技術研究所の研究概要及びセラミックスの寿命予測、疲労挙動評価、加工損傷抵抗性の評価法に関する研究成果について説明した（図5.3.2-2）。大学側より、強度低下を生じさせない加工については閾値が存在するのかとの質問が出され、閾値は存在し、破壊靱性値と硬度等のパラメータから計算により推定できると回答した。

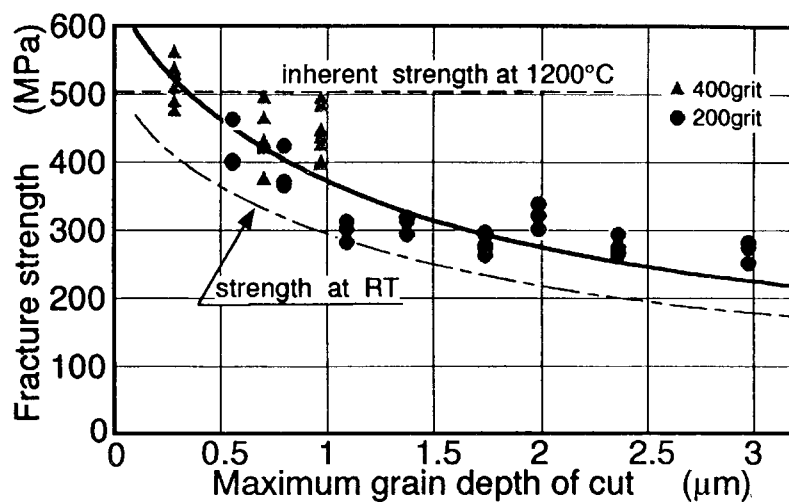


図5.3.2-2 Strength degradation of ceramics by machining

・300kWCGTプロジェクトの概要（酒井(義)団員）

日本で進行している300kW級セラミックスガスタービンプロジェクトの概要を説明し、セラミックス部品の紹介を行った。プロジェクトが3つある理由、セラミックスの材質および腐食に関する質問が出され、それぞれ回答した。

・窒化珪素材料の高靱化と高強度化（浦島団員）

日本特殊陶業で行っている窒化珪素材料の高靱化・高強度化の戦略について解説し、さらに日本での材料開発の現状について報告した。窒化珪素材料の特性値が非常に高いことに強い関心が示され、現在の目標値と高靱材・高強度材の使い分けについて質問が出された。また、高靱性材料での亀裂がジグザグに進展するのであるならば、加工面性状は高靱性材料の方が高強度材よりも悪く、チッピングしやすいのではないかと質問があったが、実際は逆で高靱性材料には加工損傷抵抗性、高信頼性といった多くの利点があることを示した。

- ・窒化珪素の高温特性 （江籠団員）

現在一般的に機械構造物材として使用されている窒化珪素材料、及び基本型CGTエンジン用として開発された材料について説明し、今後の開発動向としてパイロットCGT用窒化珪素材料、並びに目標レベル強度について発表した。（図5.3.2-3）

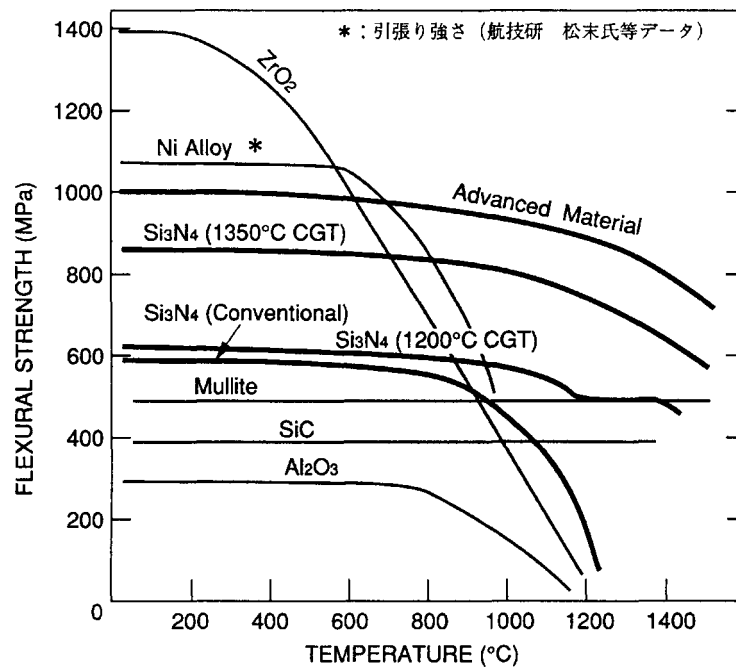


図5.3.2-3 STRENGTH OF MATERIALS AND TEMPERATURE

- ・セラミックスローターのフラクチャーマップ （酒井(均)団員）

高温疲労、クリープ等の材料特性と熱・応力解析データからターボチャージャーローターの破壊寿命と最大危険箇所の推定する方法(フラクチャーマップ)について解説した。図5.3.2-4に示すように計算値と実験値はよい対応を示し、本方法によりローターの破壊設計が可能になったことが示された。設計基準としては、どれくらいの破壊確率が適用されているのかとの質問がなされ、設計値の基準はなく部品によって異なる基準を採用していると回答した。

- ・ガスタービン部品における複合材料の研究成果 （古賀団員）

炭化珪素材料の欠点である破壊靱性値の改善方策としてウィスカー強化複合材料の研究成果について報告した（図5.3.2-5）。特性向上が見られているが実際にガスタービンエンジンで使用されているかとの質問に対して破壊靱性値がまだ不十分のためまだであると回答した。

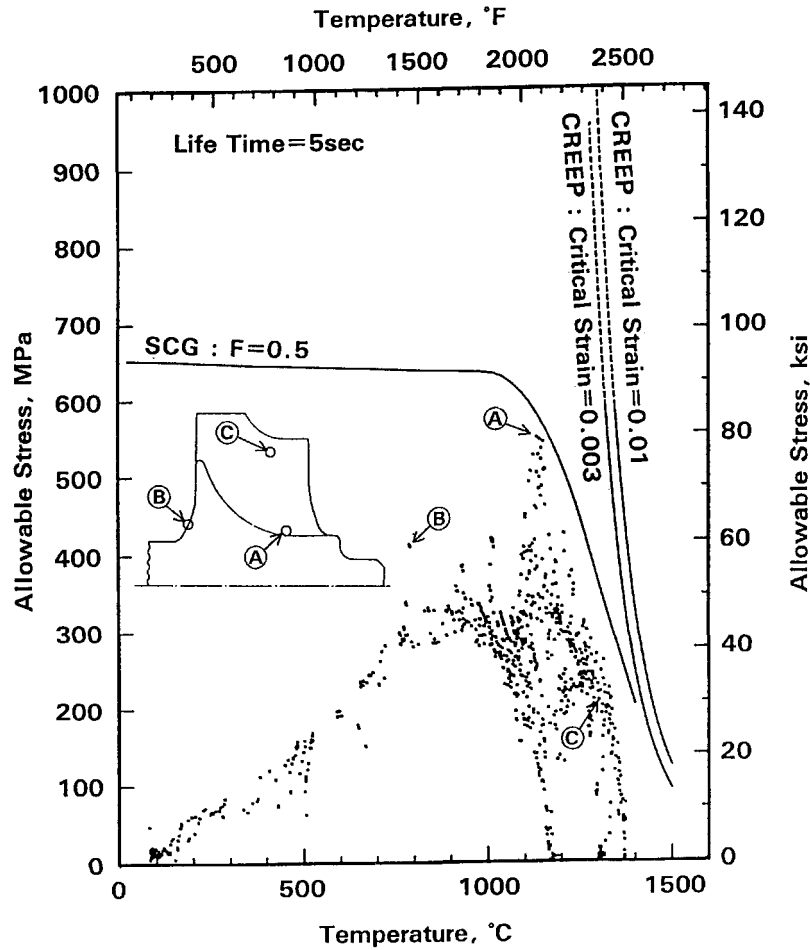


图5.3.2-4 涡轮转子部分加载条件下的断裂图
 涡轮进口燃气温度：1300℃
 涡轮尖速：750m/s

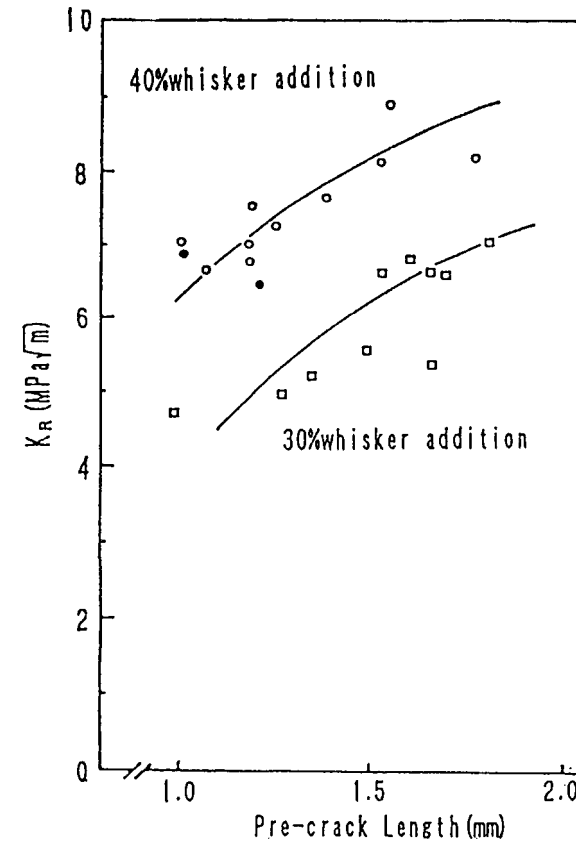


图5.3.2-5 纤维增强SiC陶瓷的R-曲线行为
 纤维增强SiC陶瓷由挤压工艺制成。

b. 大学側からの発表

・Thermomechanical stress analysis of radiant tubes. (Al Segal)

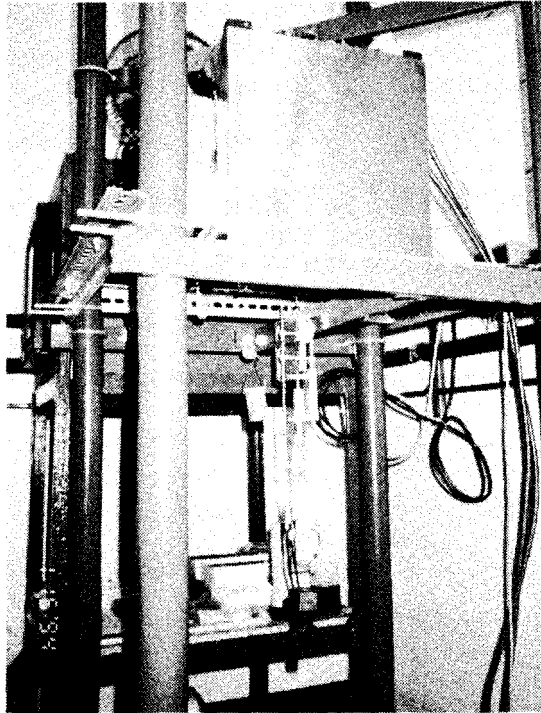
炭化珪素材料 2 種類(SCR B210, Hexaloy SA)の放射管(Radiant Tube)における熱衝撃試験および疲労挙動を評価した。熱衝撃試験は、直径80mm, 長さ1 mの管を使用した。外周にHeガスを流して冷却する方法を採用し、温度差1000℃を10秒程度で急冷させることが可能であった。結果を試験後の切り出し試験片(Oリング, Cリング)の強度から考察した。強度値をワイブルプロットすると、高強度部分は変化せず低強度部分のみが大きく強度劣化した。これは低強度品に存在する欠陥の大きさに熱衝撃の度合が変化することを示す結果であり、大きな材料を用いたことで顕著に傾向が現れたものと考えられた。この結果より、熱衝撃劣化の評価にはThermal/Elastic解析では不十分でありThermal/Elastic/Strength解析が必要であることを示した。試験後の破壊起源が管の外側か内側かとの質問に対して、熱衝撃が局部的であり応力分布が複雑となり両方で起こっていると回答した。見学时に実際の試料を見たところ焼結体中のシリコン金属が起源として作用しているのが観察された。

・Creep behavior of fibers. (Charles Lewinsohn)

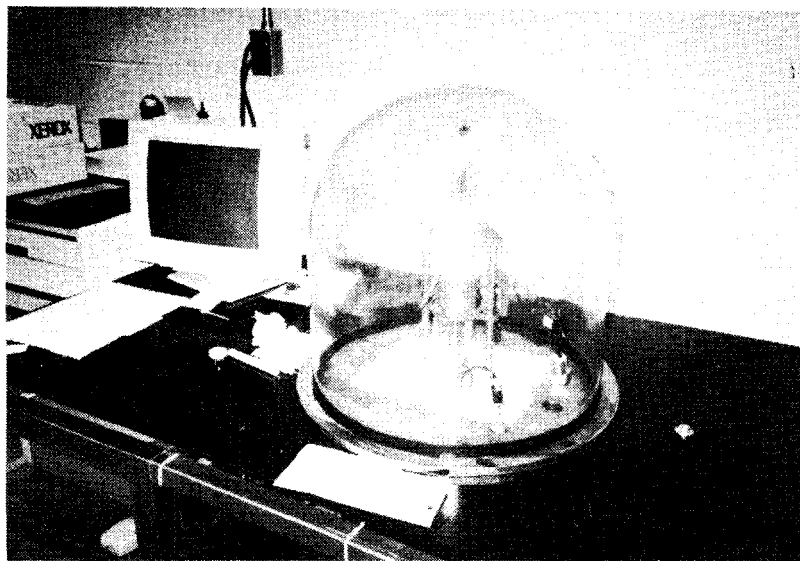
・TEM studies of ceramic fibers. (Lucille Giannuzzi)

炭化珪素繊維は酸化とクリープが使用上最も重要な特性となる。そこで、繊維の高温クリープ特性及び試験前後のTEM観察を行なった。材料はTextron社製のCVD法による β 型SiCとCarborundum社製の常圧焼結 α 型SiCを用いている。前者は外径142 μ mで炭素核に4層のSiCからなっていた。後者は、外径30 μ m、粒径2 μ mの繊維であった。図5.3.2-6(a), (b)に示すデッドウエイト方式及び圧力方式の測定装置を用い、大気中あるいは雰囲気制御下における高温クリープ挙動を測定した。繊維の取り付け方法は両端にシリカガラスを塗布し、これをベアリングボールを介して押さえる方式を採用していた。結果は、歪がべき乗則に従うクリープ挙動を示し、応力指数は1.1であった。このことより、拡散支配によるクリープであると考えた。クリープ特性は常圧焼結SiCの方が優れており、これは粒径が小さいことに起因していた。活性化エネルギーは550kJ/molであり、CVD-SiCの場合に雰囲気の影響で若干値が変化した。

TEMの観察からはCVD-SiCにおいて積層欠陥が多数見いだされ、拡散クリープ挙動を示唆するものであった。また、3重点にはCが析出、母相には炭化ホウ素の析出も観察された。



(a) デッドウェイト方式



(b) 圧力方式

図5.3.2-6 高温クリープ挙動測定装置

・ Interfacial studies of fiber composites. (Dong Beall)

ガラスマトリックス(LAS:ランタン/シリケート)/Nicalon SiC 繊維複合材料の界面の研究を行なっている。繊維強化複合材料の場合、繊維のプルアウトが靱性向上に大きく寄与する。即ち、界面のせん断強さを制御する(弱くする)ことが重要となる。そこで、以下のコーティングを検討していた。①BNコーティング(酸化後に酸化ホウ素になる)、②揮発性コーティング(界面にボイドを生成し弱くする)、③多孔性コーティング(例えば多孔性ジルコニア)、④マイカのコーティング(方向性を制御する事により弱い界面を容易に作製できる)、⑤カーボン(C)コーティング(ボロン(B)を添加することでCを安定化させ、熱処理後でもC層が存在できるようにしている)このコーティングでは強度が185MPaから505MPaに向上している。以上、種々の界面制御法を検討していたが現在のところ実用化に耐えうる程度の技術にはまだ至っていない。

c. 研究施設見学

技術交換会の後、研究室の設備を見学した。R. E. Tressler教授の研究室を主体に見学したが大学研究機関としては評価・計測装置を多数有しているのが注目された。例として(1)室温から高温でのヤング率の測定装置、(2)繊維用マイクロインデンテーション装置、(3)繊維用のクリープ測定装置等が上げられる。これら装置は手作りのものが多く、独自の工夫がいたる所に見られ、研究内容に高いユニーク性がもたらされていた。

(3) まとめ

今回訪問したペンシルバニア州立大学は、基礎的研究はもちろんのこと実用化を重視した研究も推進している大学であり、産業界と強い協力関係で研究を進めていることを感じた。研究の対象は、モノリシックよりはむしろ繊維強化複合材料との印象が強く、米国におけるセラミックス分野の研究の流れをここでも感じ取ることとなった。しかしながら、技術交換会では互いに異なる材料であるためになごやかな中にも突っ込んだ質問が飛び交い意義のある交流ができた様に思う。また、施設見学ではセラミックスの評価研究で知られるTressler教授の試験装置を細部にわたって見ることができ、非常に有益な情報が得られた。同研究室の今後の研究成果が非常に期待される印象を強く感じた。

5.3.3 スターレットハウジング社

Starret Housing Corporation

(1) 訪問先の概要

1974年にニューヨーク州が建設した46棟、5,881世帯、26,000人の大規模賃貸住宅団地に電力、温水及び冷水を供給する会社で、地元の電力会社と系統連携をしない独立したシステムとして運営されている。

団地の一世帯当りの占有面積は55~100m²であり、付属設備としてコミュニティセンター、学校、ショッピングセンター等があり、敷地面積は153エーカーである。

(2) 技術調査内容

a. 設備概要

燃料としては天然ガスを主体にし1年間に電力64,000千kW、冷温水77,000千gallonを供給している。

空調については夏は冷水、冬は温水に切替える2パイプシステムで行っており、その総延長は約6マイルである。

ボイラーは4台所有しているが熱の最大負荷が230,000 b/hrであり容量的には3基で十分まかなえる。

図5.3.3-1に設備系統図を、図5.3.3-2運転パネルを示す。

ボイラー 4 基

蒸気発生量 110,000 lb/hr

熱効率 82.5%

燃料 天然ガス、No. 6 Oil

製造会社 Combustion Engineering, Inc.

復水蒸気タービン発電機 2 基

6,000kW, 4,160V, 3φ 60Hz

製造会社 General Electric Company

デュアル・ディーゼル発電機 3 基

2,000kW, 4,160V/2,400V 3φ 60Hz

燃料 天然ガス、No. 2 Oil

製造会社 Nordberg Div. of Rex Chainbelt, Inc.

蒸気タービン冷凍機 3 基

2,382H p

製造会社 York Division Borg-Warner Corp

デュアル熱交換器 2 基

67.5MM B H

製造会社 Cochrane Division/Grane Co.

クーリング タワー 1 基

30.1kg/min

製造会社 The Marley Compay

b. 運転及びメンテナンス

外注はほとんどせず、自社の施設でメンテを実施している。1974年以来、部分的な停電も入れて16時間程度の休止であり信頼性は高い。

年間平均熱効率は55～56%であるが年に4週間程度全く冷暖房が不必要な時期があり、その場合は37%位である。

(3) まとめ

1979年に起こったニューヨーク大停電に際しては、当団地のみが停電からまぬがれており、当社の独立システムの特徴が生かされている。また、メンテナンスを自社で行い、高い信頼性で電気、熱等エネルギーの安定供給行なっている。

コージェネレーションプラントにおいては、信頼性が何より重要であり今後、CGTを実用化してゆく上でCGTの信頼性の確立することが大切である。

入手資料

Equipment Summary

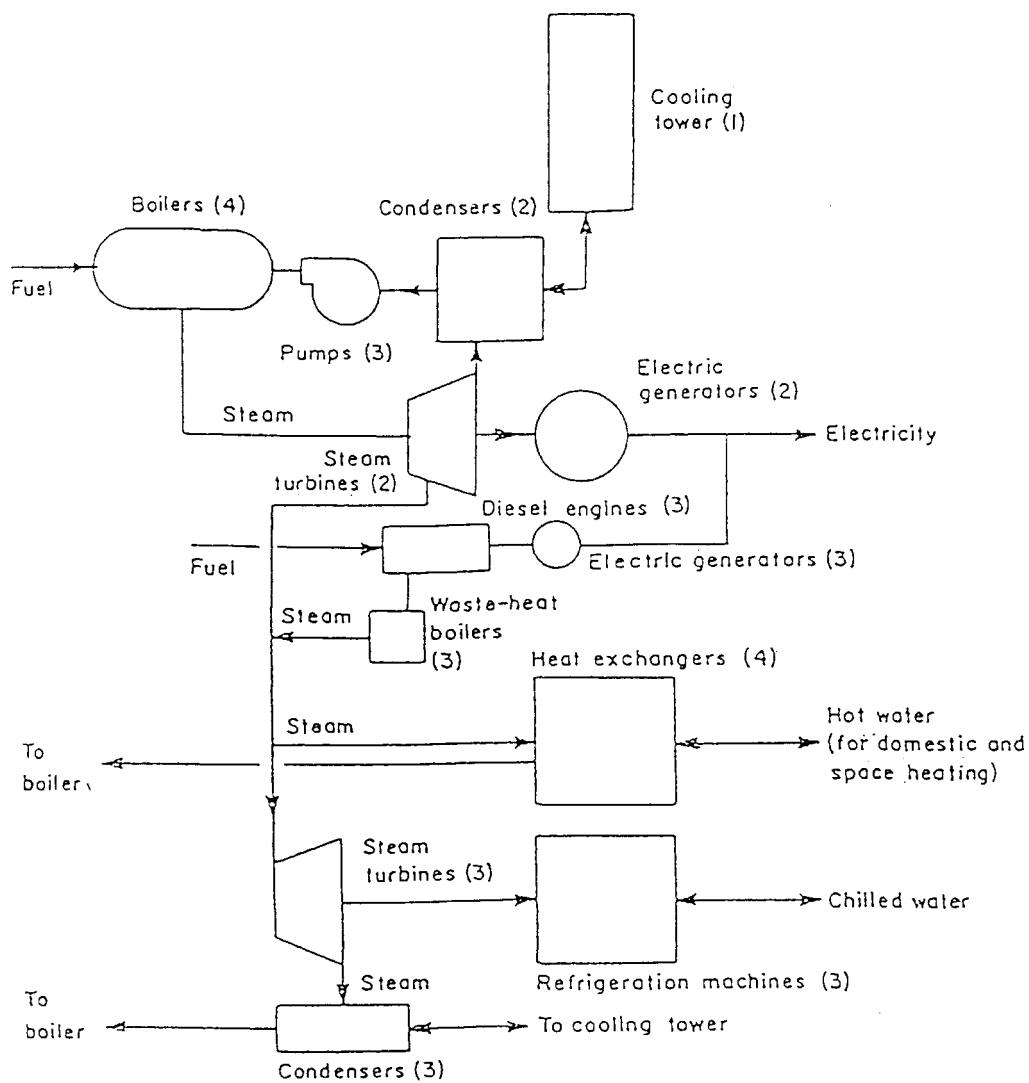


図5.3.3-1 設備系統図

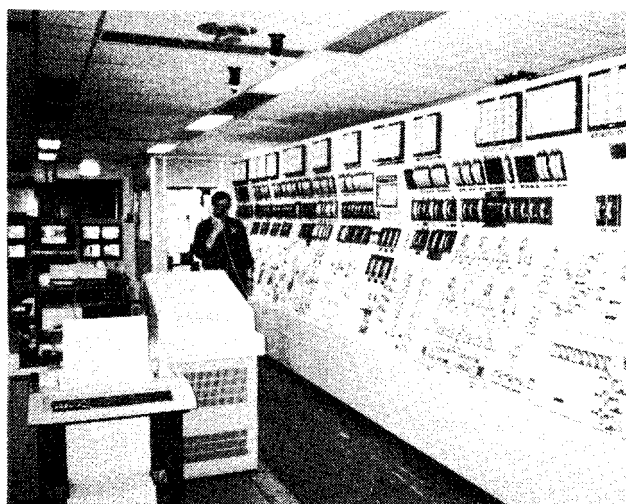


図5.3.3-2 運転パネル

5.3.4 ハーバードコージェネレーションマネジメント社

Harvard Cogeneration Management Company, Inc.

MATEP(Medical Area Total Energy Plant)

(1) 訪問先の概要

ハーバード大学の所有する会社で、1900年代にPowerhouse社として設立され、現在大学病院、医療研究センター、教室へ電気、蒸気、冷水を供給している。

医療関係の規模は大学病院6、ベット数2,000、年間当たりの入院患者85,000人、外来患者500,000人である。

1960年なかばに設備が旧式になったこと及び大学施設の拡充に対応する為、設備の更新をする事が必要となり蒸気、冷水を供給すると同時に電気も同時に供給出来る設備とすることとし、新たにMATEP(Medical Area Total Energy Plant)と言う概念で新発足することとなった。従来、無駄に捨てられていた熱エネルギーを回収し、平均的
油焚きのプラントに対し30%以上のエネルギーを回収することにより年間約5億ガロンの燃料の節約を目標とし、コンバインドサイクルコージェネレーションシステムを採用した。

(2) 技術調査内容

a. 設備概要

6台のディーゼルエンジンで発電を行い、その排気ガスをアフターバーナー付き廃熱ボイラーに導き蒸気として回収する。

蒸気ボイラーを3台設置し、アフターバーナー付き廃熱ボイラーからの蒸気発生不足を補っている。

発生した蒸気で、蒸気タービンを駆動し発電を行うとともにタービン冷凍機、吸収式冷凍機の熱源として使用すると同時に熱および温水としてユーザーに供給される。冷水は病院、教室、各研究所の空調用として使用される。この蒸気、冷水は道路下のトンネル内に埋設した配管により、ユーザーへ供給されている。

ディーゼルエンジンの設置状況を図5.3.4-1に、MATEP設備系統図を図5.3.4-2に示すと共に各機器の概要を以下に示す。

①ディーゼルエンジン発電機

製造 英国 Mirrleer Black Stone 社

出力 7,000kW*6台(V16、静圧過給方式)

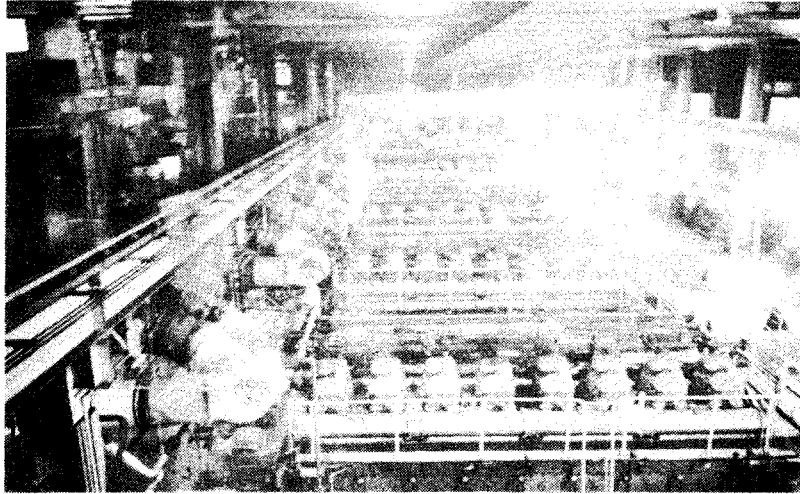


図5.3.4-1 ディーゼルエンジン設置状況

②アフターバーナー付き廃熱ボイラー

出力 180,000 l b / h r (82 t / h r) * 2 台

③蒸気タービン発電機

11,000kW * 2 台

④蒸気ボイラー

180,000 l b / h r (82 t / h r) * 3 台

⑤蒸気タービン冷凍機

5,000 R T * 2 台

⑥電動ターボ冷凍機

5,000 R T * 2 台

2,000 R T * 1 台

⑦蒸気吸収式冷凍機

1,500 R T * 1 台

⑧冷却塔

11,000gallon/min * 5 台

b. 運転及びメンテナンス

①半径 3 マイル内に、環境モニターステーションを設置し、モニターからのデータを基に運転制御を実施している。規制値を越えた場合、エンジンの負荷を落とすことで対応している。

②1990年、燃焼をクリーンとする為、ディーゼルエンジンの燃料を軽油とした。

図5.3.4-2 MAT E P設備系統図

- ③環境性改善の一部として、1992年、ボイラー 1 台を天然ガス焚きへの改造を実施した。これは米国で最新の対環境性を考慮した技術を用いたバーナーである。
- ④ディーゼルエンジンは1979から稼働しているが、今まで重大トラブルは発生していない。エキスパンションからのガス漏れ程度である。6,000時間でオーバーホールを行う。
- ⑤運転及びメンテナンスはスーパーバイザー、ウォッチングエンジニア、オペレーター等で構成されており、総勢35名である。環境に十分配慮すると共に、電力、熱等のエネルギーの安定供給に万全を期している。
- ⑥1991年、空調と冷凍の増大に伴い新冷凍機を設置した。また、最近日立製を導入した。

(3) まとめ

運転に際しては広範囲にわたり大気の環視を行い、規制値をクリアするようにしている。また環境問題の専門家 (Environmental Analyst) を配置し、エンジン・ボイラーの燃料の変換を行う等、環境対策に十分注意を払っていることが伺える。またメンテナンスは社内で行いユーザーに対し電気、エネルギーを安定供給している。今後、セラミックガスタービン (C G T) を実用化してゆくには、各種の法規性をクリアするのは当然として C G T の信頼性の確立が重要と思われる。

入手資料

- ①Medicl Area Total Energy Plant
- ②Plant Layout and Diagram

5.3.5 サンノゼ州立大学

San Jose State University (SJSU)

(1) 訪問先の概要

当設備は1984年に設置され、当初は大学とは別組織の地場の銀行や企業を中心とした投資団により運営される会社としてスタートし、1990年に大学側に所有権が移管されて現在にいたっている。(所有権移転の背景には、当初コージェネ設備ということで受けていた政府の税制その他の優遇措置が数年後になくなり、投資団引上げの動きがあったとのことである。) また、設置当初より設備の運転や保守管理は International Power Technology社注-1) に委託されている。

(注-1) : International Power Technology社 (以下 I P T 社と略)

Cheng Cycleに関する特許を有している会社で、日本では川崎重工業や日立造船にライセンス供与している。

(2) 技術調査内容

設置されているコージェネレーション設備は1基で、Cheng Cycleを利用しており、大学キャンパス内各施設に電力と蒸気を供給している。主な構成機器はガスタービン、発電機、ボイラーである。他にチラーが別置きで設置されている。コージェネレーション設備の概略を図5.3.5-1に示すと共に、各機器の概要を下記する。

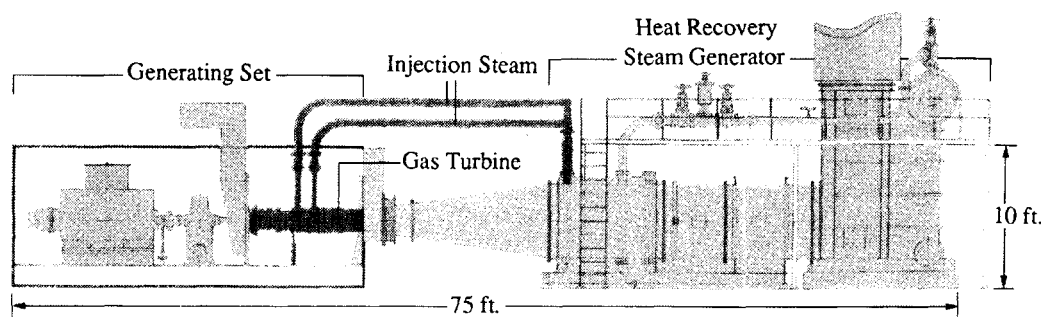


図5.3.5-1 サンノゼ大学コージェネレーション設備の概要

(a) ガスタービン／発電機

- ・ 型 式 : Allison 501型 (Cheng Cycle改造型)
- ・ 主燃料 : 天然ガス
- ・ 予備燃料 : 軽油

- ・出力：通常時 3,500kW
チェンモード 6,000kW
- ・T I T : 1852F ~ 1895F
(排気温度：973F)
- ・N O x 排出量：約42PPM (O₂：15%換算)
- ・メンテナンス：32,000時間毎にオーバーホール

(b) ボイラー

スーパーヒーター (S H) が設置されており、S Hで製造された蒸気がCheng Cycle用にガスタービンへ供給される。その他の蒸気は大学の各施設に供給される。

- ・製造会社：DELTAK Corp. (ミネアポリス市)
- ・蒸気温度：S H出口 950F
- ・蒸気圧力：S H出口 150psi

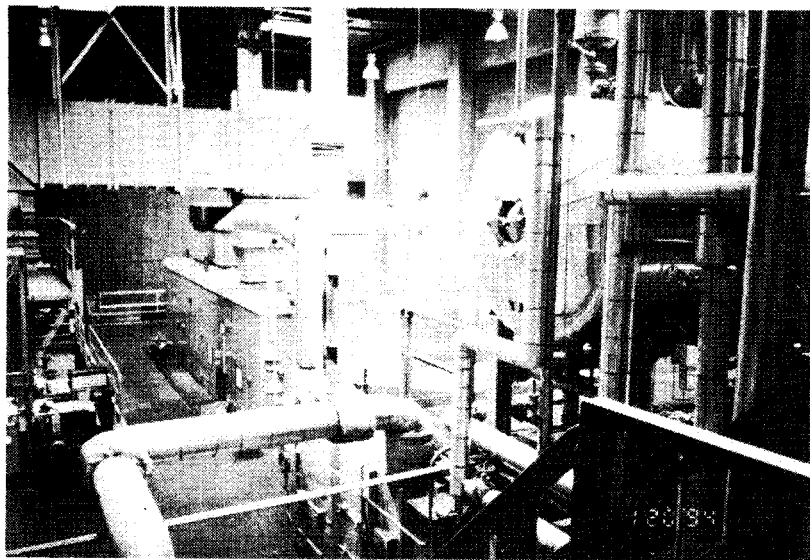


写真5.3.5-2 ボイラー側から見たガスタービン／発電機ユニット

(c) 設備の運転状況

- ・電力の生産コスト：約 ϕ 4 ~ 6 / kWh
- ・余剰電力：電力会社へ売電 (ϕ 3 / kWh)
(因みに、電力会社からの買電は、約 ϕ 8 / kWh)
- ・大学への供給蒸気量：通常 20,000 lb/H
- ・運転コスト概算：燃料 \$ 200万 / 年

水、その他 \$ 3 万～5 万／年

- ・ 換算した収入概算：電力 \$ 300 万／年

蒸気 \$ 50 万～80 万／年

- ・ 設備建設費：約 \$ 450 万～600 万
- ・ 運転要員：5 名（チラー運転でプラス 1 名）

（法的には 1 名の常駐が必要）

- ・ 設備はほぼコンスタント負荷で連日 24 時間運転されており（最近 4 年間の平均稼働時間は 8,400 時間（350 日）／年）、ガスタービンのオーバーホール時は代替のエンジンをレンタルして運転している。また、導入当初はトラブルが発生していたが、現在はほとんど問題がない。

（3）まとめ

Cheng Cycle を使った I P T 社のコジェネ設備は、米国、欧州、豪州を中心に現在までに 23 基が設置されており、信頼性の高い設備との印象を受けた。日本では、川崎重工業製のものが 6 基設置済みである。コスト的にも上述のように十分採算の取れた運転がされていた。

また、T I T を上げて高効率化する目的で、第 1 段タービンにセラミックコーティングしたベーンを装着してテストしたが、良好な結果を得たとのことである。

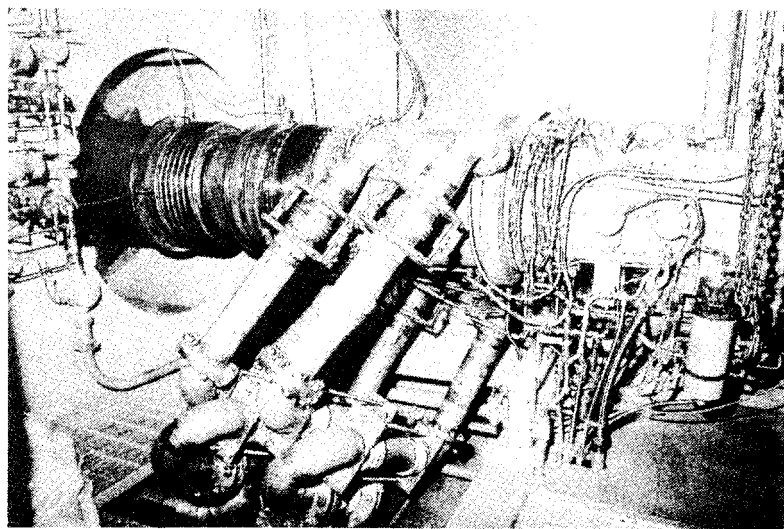


図 5.3.5-3 ガスタービンと蒸気噴射装置外観

入手資料一覧

- 1) Cheng Cycle Series 7 - Cogen カタログ
- 2) International Power Technology社ニュースリリース (3枚)
- 3) Gas Turbine World, Vol. 19 No.1, February 1989
- 4) Second generation Cheng conquers NOx problem, by B.T. Kelleher
(Reprinted from Modern Power Systems, January 1989)
- 5) 1985 Industrial Environmental Protection and Energy Conservation Awards
(Reprinted from Power, October 1985)
- 6) Cheng Cycle Units Installed at Loma Linda (Reprinted from March/April
1990 Turbomachinery International)
- 7) Cheng Cycle Installation List - Allison 501KH
" " - Kawasaki M1A-13CC⁹

5.3.6 カリフォルニア大学デービスキャンパス

University of California Davis Campus

(1) 訪問先の概要

University of California Davis(UCD) は、サンフランシスコの西約60マイルの広大な敷地(約3800acer)に、23,000人の学生と7,000人の教職員を抱え、千以上の建物施設を有している。その建物群へのエネルギー供給の拠点(Central Heating & Cooling Plant:CHCP)にガスタービンコージェネレーションが導入されている。

CHCPでは、キャンパス全体の電力デマンドのピーク29MWに対して、最大3.2MWのガスタービン発電機を設置し、商用電力と連係して並列運転を行っている。一方、各施設に必要な熱需要(冷水及び蒸気)へ供給する熱源も同じプラント内に設置され、コージェネレーションから得られる廃熱の有効利用を図りつつ、電気・熱双方のエネルギー供給が一元的に管理、運営されている。以下にその調査結果を報告する。

(2) 技術調査内容

a. 施設の主要仕様

- ・ガスタービン発電機(図5.3.6-1)

1. 形 式 G M - A L L I S O N 製 5 0 1 K B

2. 発電出力 3200 k W (at 72F)
3. タービン出力 4665 H P
4. タービン回転数 145000 r p m
5. T I T 1800 F
6. 発電電圧, 周波数 4160 V, 60 H z
7. 発電効率 28.44 %
8. 蒸気回収量 20000 l b s / h r (150 p s i)
9. 使用燃料 天然ガス (1983年に軽油から燃料を転換)
10. 年間運転時間 平均6500時間 (燃料転換後)
11. 総合効率 発電効率 22% (平均発電出力2900kW)
 (1992年実績) 廃熱回収効率52%
 総合効率 74%
12. メンテナンス間隔 2 ~ 3000時間 (燃料転換後)

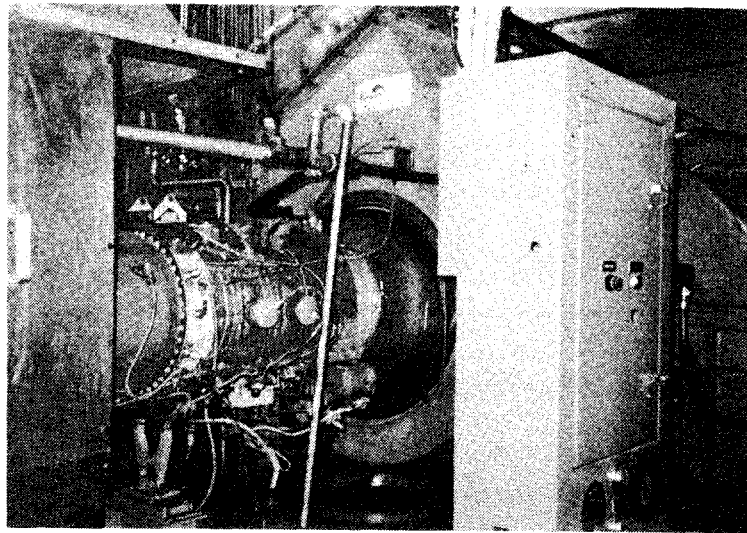


図5.3.6-1 ガスタービン発電機

・ 熱源設備

1. 蒸気ボイラー 100,000 l b s / h r × 2
2. 蒸気タービン冷凍機 800 R T (図5.3.6-4)
1350 R T
3. 蒸気吸収式冷凍機 800 R T × 2
1000 R T × 3
1200 R T × 2

図5.3.6-2にプラント内の蒸気フローを示す。ボイラーは天然ガス、軽油双方を燃料とする事ができる。発生蒸気(150psi)はコージェネレーションの廃熱分と共通のヘッダーを介して温熱源として直接需要先へ供給されると同時に、冷水需要に応じて冷凍機の熱源として利用される。

冷凍機は大きく3つのグループ（A～Cシステム）で構成されており、中でもA、C両システムは先ず150psiの蒸気を蒸気タービン冷凍機の駆動に用い、約12psiまで減圧された蒸気を単効用の蒸気吸収式冷凍機の熱源とするコンバインドシステムとなっている。図5.3.6-3にプラント内の冷水フローを示す。合計容量は9150 R Tである。これら冷凍機からの冷水の一部は、ガスタービン吸気用あるいはガスタービン本体の冷却用にも利用されており、空気冷却装置を介して、夏場で100～115 F になる外気温を70 F まで冷却して、ガスタービンの効率アップを図っている。

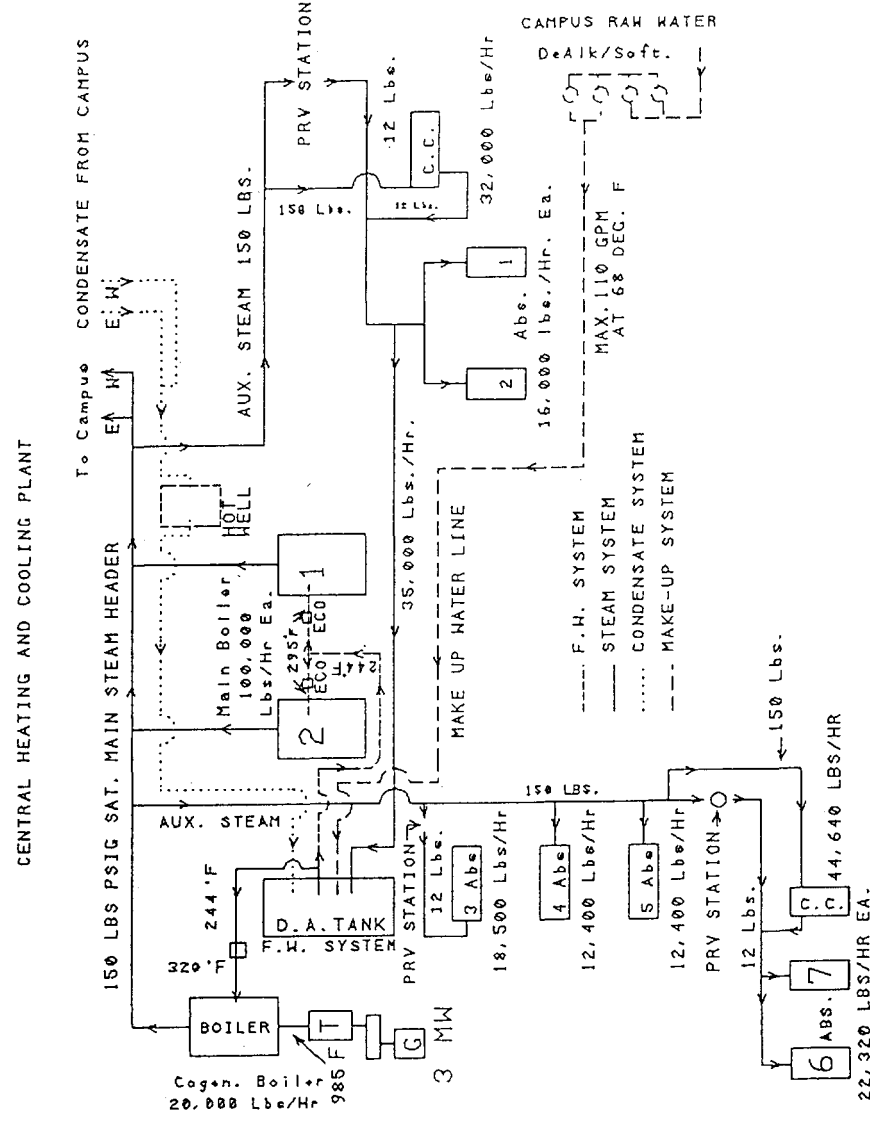


図5.3.6-2 プラントの蒸気フロー

b. 運転状況

導入当初はトラブルも多く、約500時間毎に定期点検を実施していたが、天然ガスへの転換後は、その期間を延長している。これは軽油使用時に比べて、ガスタービンの燃焼器、燃料ノズルあるいは熱電対等のメンテナンスが大幅に低減できる、というのが主な理由である。

発電電力は商用電源と系統連係されているが、UCDでは2種類の商用電源から供給を受けている。1つは民間企業である Pacific Gas & Electric (PG & E) であり、もう一方は連邦政府系の Western Area Power Authority である。後者は水力発電による安価な電力を供給しており、UCDでの平均購入単価は、PG & E $\phi 14 / \text{kWh}$ に対して $\phi 3 \sim \phi 5 / \text{kWh}$ であり、購入量的にも半分以上を占めている。又、メンテナンス時等のバックアップとして、UCDでは1200kWのディーゼル発電機を持ち、かつPG & Eとの間で約2000kWの予備契約を結んでいる。契約単価は1ヵ月当たり $\$ 1.65 / \text{kW}$ (通常のデマンド契約単価は $\$ 1.75 / \text{kW}$) である。

オーバーホールは必要に応じて実施している、との事で、コスト的には定期点検を含めて $\$ 7 / \text{Hr}$ 程度を見込んでいる。

CHCPでの運転要員は16人で、元来24時間稼働のプラントであり、コージェネレーション導入に伴う増員は必要無い、との見方をしており、配置の問題で若干人件費が増加している可能性が有る、という程度である。

又、PG & Eから供給されている天然ガスの供給圧力は、500psiと非常に高く、ガスタービンに必要とされる圧力(250psi)を大幅に越えており、ガスコンプレッサーは必要無く、ストレートに供給されている。一方、石油タンクは今も地下に埋設されており、18万ガロンの容量を有している。これは26日分のガスタービンの稼働を賄える量である。

(3) まとめ

今回の調査訪問に際して、UCDの建築・設備部門から Mr. Jim Wilson (Manager, Building Division) 他3名が我々の調査に同席、協力頂き、先方主催の昼食会を通じて活発な意見交換を行った。以下にその主な内容を記す。

a. 経済効果

- | | |
|----------------|-------------------------|
| ・ イニシャルコスト | 140万ドル |
| ・ ランニングコストメリット | 40万ドル/年 (年間8000Hr運転の場合) |
| ・ 単純償却年数 | 3.5年 |

日本と比べると、イニシャルコスト、ランニングコスト共に20～30％程度の数字となっており、我が国でも同程度の規模のプラントを想定すれば、絶対額はともかくとして、回収年数とすれば同程度の値が十分に期待できるであろう。

又、地域特性として北カリフォルニア地域は電力料金が安価で、コージェネレーションにとって最も魅力の乏しい地域と考えられており、エネルギーコンサルタントの間では、この地域でコージェネレーションに成功すれば、どこへ行っても通用する、と言われている。

b. 環境対策

- ・ 騒音 CHCPはUCDのキャンパス内にあり、付近には寮や宿舎が点在しているので、プラントの敷地境界で50dB(A)に抑えるよう設計されており、ガスタービン本体は建物内の更に内側に設けられたコンクリート構造物の内側に収納されている。
- ・ 排ガス 天然ガスへの転換後は、NO_x以外は考慮する必要が無くなったが、NO_xについてもEPA規制は問題無くクリアーしている。

UCDでは、年々増え続けるエネルギー負荷に対応するため、プラント能力を順次増強しており、今回の訪問時も新たに吸収式冷凍機の設置工事が行われていた。コージェネレーションに関しても、現状の3200kWという容量はあくまで第一フェーズであり、全体構想の中では、12000kWの容量がUCDにとって最もふさわしい容量、とされており、現在も検討は継続されている。

5.4 総 括

調査団メンバーはコージェネレーションシステム、セラミックス材料プロセスおよびセラミックス材料評価の各分野の第1線で活躍中の専門家で構成され、各専門分野を横断した議論を交えつつ、メンバーの強い協調の下に有益な調査を行うことができた。以下に、調査概要を総括する。

5.4.1 複合材料／先端セラミックス材料の研究動向について

1. 「18th Annual Conference and Exposition on Composites and Advanced Ceramics」(アメリカセラミックス学会主催)での動向、

(a) 6件の基調講演では、セラミックスの商品化に対する日本の生産技術を高く評価しながらも、米国における研究開発と商品化に至るまでの溝の広さの重要性を指摘し、新しい産業を育成するための問題提起・解決への提言について真剣に討論がなされ、米国産業界の生の危機意識に接することができた。産業界の危機意識をバネに、ファインセラミックス業界団体のファインセラミックス事業化に対する対政府要望活動、ファインセラミックスのコスト削減を目指す国家プロジェクトの展開、ユーザのコスト削減、標準化、データベース、生産性等セラミックス業界への要望等、セラミックスの商品化に対して極めて強い意識を感じた。

(b) 学術講演では、複合材料のプロセッシング、強度評価、キャラクター化、コーティング技術の分野で計175件の研究発表が行われた。複合材料として、様々な材料系が試みられているが、セラミック複合材料開発の方向は必ずしも明確に捉えられなかった。

全体の感触：ブッシュ政権からクリントン政権への転換、また冷戦の終結に伴い軍と民間との交流が始まり、従来秘匿されていた軍関連技術が民需転換される機運にあり、米国の技術開発は新しい展開が見込まれる。全体の感触として、応用研究の必要性を指摘する提言が多く、例えば、“Cost-Effective”と言う言葉をよく耳にしたが、基礎研究分野におけるパイオニアシップの精神は依然として高いと感じた。日本の技術開発力は、確かに強い位置にあるが、今後は基礎研究の分野においても先達役を果たすことが重要となる。協調・競争の良い関係を築きあげていくことが今後の課題であらう。

2. The Pennsylvania State University(Dep. of Mat. Sci. and Eng.)における研究交流
我々調査団と大学側、両者から、合わせて9件の話題提供(5-3-2項を参照)

を行ったが、何よりの成果は、Green教授を中心に若手研究生・学生とホットな討論ができたことである。当大学でも、セラミックスの研究はモノリシック材料からセラミックス複合材料へ主眼を移しているが、日本におけるモノリシック系セラミックスの研究開発および製造技術に対して高い関心を持っているのが窺えた。研究の取り組みで感銘を受けたことは、手作りの装置で上流側の基礎研究をする一方、実機規模の研究、例えば、大径・長尺管の熱衝撃試験を実施していることである。米国の大学ならではの幅の広い研究か。

5.4.2 コージェネレーション利用技術について

コージェネレーションシステム調査に当たっては訪問先で親切な応対を受け、有用なデータを得ることができた。調査したシステムはかなり大規模なシステムであり、ガスタービン出力は当方のものより1桁大きい。運転上特に大きなトラブルもなく、環境問題もNO_xに限られている。コスト面でも十分引き合うのも、法制上の規制がほとんど無く、規制に伴うコストアップが抑えられているためか。日本でのコージェネレーションシステムの普及に向けて、規制緩和を進めることが必要である。環境問題は今日地球全体としての見地で考えざるを得ず、排ガス浄化技術開発を促進すべきである。

全体の感触：今回、訪問したコージェネレーション施設は、最新の技術によるものではなく従来技術に基づくものが大半で、機械、装置類では目新しい部分は少なかったけれど、まず、経済性も十分考慮しての熱電併給利用の基本システムをそれぞれの利用形態に応じて構築し、技術の普及を広げながら新しい技術の開発・導入を図っている点など、これからのエネルギーシステムの在り方を検討する面からは、学ぶところが多々あった。確かに、広大な土地に生活集落が分散している背景を考えると、電気や熱なども、大規模な輸送システムを必要としない地域分散型（それぞれが必要とする場所で製造し、利用する）の有利性は高いだろうが、それよりも、新しい技術・システムの開発・導入に対する先進の気質（パイオニア精神とも言えるか）が高いのではないかと感じた。

- エネルギーの有効利用技術についての討論・意見交換を通じての所感をメモすると、
- ・ コージェネレーションシステムは、現段階でも、税制上の優遇措置および規制緩和をすることで、十分に商用的な利用が可能となる。
- ・ これからは、大規模集中型と小規模分散型が共存したエネルギーネットワークとなる

う。

- ・発電温度の高温化と熱のカスケード利用技術、エネルギーの輸送・貯蔵技術（コージェネレーションの場合は湯が対象となるか）、これらを支える材料技術、信頼性の高いシステムとするための制御技術などが重要課題であり、効率と信頼性がキーワードであることを再認識した。

先進型セラミックガスタービンのプロジェクト研究が中間評価の時期となり、コージェネレーションシステムの実用化も念頭に置いた開発が加速されると思われるが、セラミックスガスタービンコージェネレーションシステム導入を促進するための環境作りを官民一体となって早急に検討を進めるべきであろう。

今回の調査により、コージェネレーションシステムが十分採算に乗るシステムであることが明確になり、日本において普及させて行くための問題点も浮き上がらせることができ、大きな成果が得られた。

機械屋と材料屋の絶妙な組み合わせでの調査は、技術の横つなぎが出来たばかりでなく、お互いの技術を理解し合う貴重な場であったと信ずる。コージェネレーションシステムは複合技術の上に成り立つシステムであり、今後とも異分野技術の融合のために適切な場を用意していただきたい。

メンバー各位の真剣な議論と協力により、有益な成果を上げることが出来感謝の意を表すると共に、ご協力頂いた関係各位、調査に協力して戴いた各所の皆様のご好意に感謝の意を表します。

第 6 章 ま と め

平成元年度より社会適合性の研究としてセラミックガスタービン（C G T）が社会に受け入れられ、普及するための、各種条件を明かにするための種々の調査研究を実施してきた。

この調査研究より、C G Tを民生用・産業用コージェネレーションシステム（C G S）として使用した場合、省エネルギー性、環境負荷低減等に大きな効果があることが判明している。また本年度調査研究を実施した可搬式発電等に関しても、C G Tの導入により同様に省エネルギー性、環境負荷低減に大きな効果のある事が判明した。

今後C G Tを普及してゆくには、C G Tとしての技術的課題を解決してゆくとともにコストを競合するエンジンと同程度にするための研究が必要であろう。

資 料 編

エネルギー全般、新エネルギーシステムに対する意見、要望等
(平成4年度産業用エネルギー需要実態アンケート調査より原文)

(1) 12食料品

- ・ソーラー・エアコンシステムの導入に係る国庫補助、同システム導入促進対策の要望。
- ①太陽電池の発電効率アップ。②蓄電池設備のコンパクト化。
- ・排熱回収（オイルミスト有り）の技術的、コスト的にクリアできるもの。冷房電力を大幅削減できる安価なシステムの開発。
- ・使用量よりもピークカットに関心有り。
- ・空調負荷の増大が見込まれているが、システム導入に関しても省エネを考慮して対応したい。
- ・省エネ設備投資に対する優遇制度を進めるべきである。コージェネ等では公害、連系系統、他の諸制度との兼合が難しい（経済面、制度面）。
- ・自社より出る有機性産業廃棄物を有効に利用してガス発電設備を考えたが、ガス発生槽の設置スペース、費用が高く現実性に欠ける。省スペース安価なものがないのか？。
- ・液体燃料から電力を利用して動力源、熱源を利用するように変わりつつある。電力は技術的には利用出来るがまだ高い（赤外線殺菌、高圧殺菌など）。
- ・自家用ソーラー発電が将来有望と思われるが設備投資＋保守経費に対する発生電力量回収率の問題をクリアできないといけない。

(2) 14繊維

- ・代替フロン等、規制内容及び最新技術動向についての情報、技術の公開を望む。
- ・ヒートポンプ方式を勉強して取入れたいと思う。紹介してほしい。
- ・自家発電設備設置において自家発補給電力の契約値の決め方が電力会社一方的で有り、（大きい）事故時でのリスクがありすぎる。
- ・税法上の優遇制度の拡大、強化。
- ・新エネルギーシステム技術は大いに考え導入すべきだが、現実には制約が有り、わかっていても実現が難しい。
- ・省エネと一言にいわれてもそのシステムをそのままあてはめる様な簡単なケースは

少ない。これが現実に担当しているものの悩みである。

- ・新技術の開発より既存技術の安定化が優先すると思う。特に工場技術者としては1にも2にも安定性、信頼性を第1に考えたい。何故なら心臓部を預っているから（多少技術的にダウンしてもタフなの、メンテフリーなものの方が良策と思う）。
- ・燃料（A重油）の価格が不安定で困る。
- ・省エネは現在では国策であるが、企業にとってはそれ以前にコストダウンという大きな目標でもある。弊社では、すでに昭和32年に設立した三大目標の中に今で言う省エネに見あったものがふくまれている。①事故の完全防止、②無駄の絶対排除、③品質管理の徹底。35年前に設立した会社の三大目標である。表現は少々古めかしいが②はまさに省エネに見あったものと考える。その後省エネ法の制定により一層の努力をしてきたが、今後は手先の改善では思ったような成果は望めず、設備の更新等による省エネをはかる必要があると思う。そのためには企業としては経済的に問題があるが、思い切った投資が必要となってくる。

（3）15衣服

- ・地球の温暖化に関してのCO₂発生源の規制の動向が不安である。

（4）17家具

- ・現在GHPについて調査、検討中。

（5）18パルプ紙

- ・燃転にしろコージェネレーションにしろ現在は環境問題が最優先されるあまり、地方公共団体は新規計画に条件を付けすぎるので、新規計画の足かせとなっている。
- ・夏季昼間余剰電力の安価買上げ。

（6）19出版印刷

- ・盛岡は、外気温が冬-15℃になる。正月等で休みが数日重なると、工場内が冷えきって機械の立ち上がりに半日くらい要する。又夏場は本当にクーラーを要するのは、1～2ヶ月。このように夏と冬当社は別々のシステムを利用しているが、同一の設備で常時低温で水を循環する方法を考えている。又、太陽熱も効率よく利用できるようになるといいと思う。

- ・ソーラー電池による太陽熱利用、事務所ビルに使用可能な、小型、経済的、新製品の開発、発展が望まれる。
- ・ソーラーエネルギーの実用化（コストダウンと効率化）を望む。
- ・メンテナンス性、安全性、ランニングコスト、エネルギーの安全供給。
- ・最近のハイテク印刷機を導入すると自動化は進むが電力の消費が大幅増となっている。その為今後は冷房機は更新の際すべてガス化を考えている。熱源としては用途がないのでコージェネは今の所考えていない。
- ・都市ガスの有効活用又は太陽電池について関心あり。
- ・ガスコージェネレーションシステムを採用し排熱の有効利用を考えているが、現有設備とのドッキングに設備費ががさみ5年以内に採算が取れる見込がない。また現在の機械設備では（今後増設がない限り）契約電力の上限値である200kW（デマンド制御を行っている）以内に制御可能であるため導入を見合せている。
- ・現行の電力供給規定から見て、今後はガス等一次エネルギーでの冷房を考える必要があると思う。
- ・蓄熱機、発電機等の設置場所がない。

（7）20化学

- ・セラミックガスタービンに期待する。現状のタービンブレードでは発電効率が低いことをコージェネレーション導入で身をもって体験した。
- ・新エネルギーの開発状況と見通しについて資料があったらほしい。
- ・低レベルエネルギーを低コストで高レベルエネルギーに回収する技術の開発。
- ・隣接する子会社との共同受電並びに系統連系について検討したが、法的な規制が多いため、保留になっている。電力の逆潮を認めてもらう。共同受電の際、子会社に発電電力を供給できるように改善してほしい。
- ・より公害の少ない燃料に切り換えていきたいが、コスト的に見合わないので補助金等の処置が必要と考える。
- ・現在の工場は住宅地域にあり、発電所の建設は困難であるが、事業拡大を図り、地方工場新設の場合はコージェネレーションシステムを採用したい。
- ・新エネルギーシステム技術開発情報を定期刊行物で知らせて欲しい。又、情報検索方法を知りたい。
- ・エネルギーコスト率が低い企業としては二次的にしか捉えられない側面があり、

社内外の意識改革が必要と考える。ローコスト、低公害、安全持続性の装置の開発に期待している。

- ・石油ショックの時の国策的な省エネ意識が現在は薄れがちなので、再高揚化を図る必要がある。
- ・コージェネレーションの推進について、技術の発展、制度の簡素化を希望する。
- ・燃料電池は、無公害な発電設備として活用されつつあるが、燃料費が高く、経済ベースにのらないことが問題である。今後、官民協力のうえ、コスト低減を図って欲しい。
- ・単純な省エネ対策は全て実地済。新設備導入（システム）の場合は経済ベースに乗りにくい。実績が少ない（用役 安定供給の為にバックアップが必要なものもある。）
- ・①冷却後の温水（70～90℃）の効果的な利用法がないものか、ヒートポンプでは所要高温が得られず吸収式冷凍機では所要低温が得られにくい。②コージェネを含め排熱利用とのバランスが可変になればより有意義と思われるが。
- ・設備能力が小さければ省エネの効果はイニシャルコストのかかる割合が大きいので取り組みにくい。
- ・電力関係の省エネについて検討していきたい。（例）需要が夏型であるため、現契約方法からして一瞬に上がった数値がデマンド値となる→デマンド監視棟の検討。
熱：同一作業場で温水熱でよい需要があれば蒸気ドレンの活用を検討したい。
- ・低温温水を利用し効率よく冷水に変換できるヒートポンプの開発。L N Gを一般需要家が容易に使用できるようになればコージェネ設備の導入が容易になる。清潔な雰囲気で使用できる石炭燃焼技術の開発。

（８）21石油

- ・経済的、法的整備が必要。
- ・高酸素濃度燃焼技術。

（９）22プラスチック

- ・電力事情（電力不足）が悪くなりコージェネで補うべく5～6年前より検討したが最近の環境汚染が問題化され、クローズアップされてきたので特変送電を計画するようにした。

- ・ 当社の岡山工場で実施しているので参考にしたい。
- ・ 自家発補給電力の単価料金が高すぎる今、このように油が高くてはコージェネレーションも普及しないだろう。
- ・ コージェネについては「高砂熱学（株）」と検討したことが有るが当社のスペース、経済的理由、当地区に都市ガスのないこと等の理由で打ち切ったことがある。
- ・ 工場は冷暖房でまったく水を使用していない状況なので、自家発電等は厳しいのではないか。
- ・ ガスエンジン発電機で排熱利用せずに発電効率30%以上であれば自家発電を考える。
- ・ コージェネレーションシステムの小型・高効率型機器導入を待ち望んでいる。特に、セラミックガスタービン、燃料電池の開発動向が気になる。
- ・ 床材加工に電熱ヒーターを使用しており、その使用電力は35%に当る。その電力の半分が排熱されているので回収できないか検討している。
- ・ コージェネレーションシステムについて、当工場では8時間操業であるのでメリットがない。設備コストが掛かりすぎる。又、設備することによりランニングコスト（メンテナンス費用、人権費増等）が生じ、余計に大きくなる。排熱で冷房でも出来ると良いが当面はピークカット用として汎用発電機を考えている。

(10) 23ゴム製品

- ・ 新エネルギーシステム、省エネ技術の資料を希望。
- ・ 低NO_xのコージェネ開発を用意してほしい。
- ・ 質問①石炭の採集動向（液化技術、地球温暖化＝CO₂、公害規制と灰の処理、他エネルギー比の優位性など総合的に考えた場合）で現時点での採用の可否について。
②燃料電池発電システムの将来性について。
- ・ ①電力省エネ対策として自家発の検討を実施する。②高圧電動機に対するインバータ制御。
- ・ 低温排熱（40℃）の熱交換による冷房へのシステム利用で夏期の工場冷房に使用したい。
- ・ 政府主導で開発されている太陽熱（発電）低温排熱からの熱回収技術のスピードUPを図るとともにこれらの設備導入に際しては税制優遇、低金利貸し付け等（大企業にも）をしてほしい。
- ・ ①PCB入り機器の処理推進。②DCモーターは帯設備から発生する高調波逆流防

止対策が安価に出来る。

- ・ コージェネ設備導入の際、採算性向上のため稼働時間を長く取りたいが現在の原動機とともに長時間連続運転に耐えるものが少なく、また設備寿命が短い。

(11) 25窯業・土石

- ・ コージェネについては以前より関心があり、5社の発電機を調達した（ディーゼル）。しかし、NOX問題により経済的にメリットがあっても地域性より、船橋地区では設置できない（行政指導）との判断であり、断念した。ガスエンジンでは買電に比較し、メリットが今のところ出来ない（我が社では季節別時間帯別採用）燃料電池にも関心があり、現在第三世代といわれるが、技術的資料があったらほしい）。
- ・ アンケートに協力した事業所には調査集計結果についての資料を配布するなどして一方通行にならないようにしてほしい。アンケートだけでコージェネシステムへの適応可能性がわかるとは考えにくい。是非調査をした事業所の現場を観てほしい。。
- ・ 当社に於いてもコージェネレーションシステムについて検討しましたが熱利用の面で問題が残り今一步というところもある。①熱変換の効率を高くする装置。②設備的に（全体的に）安くなるような付属設備の開発等が必要ではないか（電気機器が高い）。
- ・ 新エネルギー等の実施例をPRしてほしい。
- ・ 労働力人口の伸び率鈍化や高齢化を考慮すると、人手不足が構造的に長期化することは避けられず、設備の自動化、環境問題等を優先的に推進しながらの省エネとはある一部では難問である。

(12) 26鉄鋼

- ・ イニシャルコストが高い。現状のエネルギー効率は60～65%（総合）と低いようである。
- ・ 低レベルの排熱利用の発電システムがあれば計画検討したい。（650℃～700℃前後）。
- ・ ソーラーシステムと既設の電力システムとの接続が可能な装置の早期完成が望まれる。
- ・ 当社は鋼材片を加熱して加工するという形態の企業のため会社の規模の割にエネル

ギーの消費量が極めて大きい。従って経営に余裕があれば自家発電を行いコージェネを採用するのが理想である。敷地、資金、人材等で現状では夢に近い。せめて重油炉の排ガスタービン発電が出来ないものかと日頃考えながら勤務している。

- ・低温排熱の有効活用技術の開発。
- ・鋳鋼製造（鋳物工場）であり年間電力（動力、電気炉）7900千kW、熱処理用ブタンガス170t、プロパンガス5000m³、シャープガス25t等を使用している工場。メリットのある省エネ方法があればご指導いただきたい。
- ・省エネの必要性については痛感している。
- ・弊社の場合熱負荷がなく排熱回収不可能、設備の高効率化例えば燃料電池の開発等新製品の開発を望む。

（13）27非鉄金属

- ・コージェネレーションシステムがもっと安価になって欲しい。
- ・コージェネシステムにすると使用する側としてはかえって面倒ではないか。コスト、メンテナンスのこと、そしてコージェネが故障した場合急に電力会社の買電に電力会社が応じてくれるかどうか等負担が多い場合には、すぐにというわけには行かないと思われる。
- ・安全性の確保を前提とした早急な取り組みを電気需要側としては祈っている。
- ・エネルギー単位に省エネルギーの政策、設備に必要なコストを上乗せする等、社会的な視野で取り組む必要が有ると思われる。

（14）28金属製品

- ・設備費が安価で保守（メーカーによる）が少ない設備だと需要が増えると思う。
- ・当社では液体を多く使用しているのでポンプ等の力率の悪いものが多い。今後、力率の良いポンプ、モーター等の開発を検討してほしい。
- ・現在の自家発電も省エネに結びつけないとメリットが少ない。導入当時、余熱を冷暖房又はお湯だけでも利用できないかを相当検討したが、熱交換器を含め配管等で300万程度だったのでとりあえず発電だけとした。具体策があればご指導願いたい。
- ・将来に至っても購入電力にて賄っていけるものと考え標題については現在考慮していない。
- ・現在LNGを採用しているがガス会社の中だけでなく国の機関でLNGの単価を下

げる技術を開発してほしい。

- ・照明等の太陽発電の応用、温水等の太陽熱の応用。
- ・今後は、環境を最優先にしたエネルギーを考えていくべきで地球的視野でコストよりもアメニティ性を追及すべきであると思う。
- ・コージェネレーションシステムを導入するには低温域での乾燥、熱処理を必要とする生産物があれば成立するが、今後の生産品種内容によって導入する可能性はあると思う。
- ・金属製品製造のため、特に溶接電力量が多く省エネについて努力したい。
- ・熱処理炉、冷却水はクーリングタワーで冷却しているが熱利用は可能（温水）。
- ・熱効率の高いシステムの開発。
- ・生産コストに見合うエネルギー消費が今後の課題と思われる。

(15) 29一般機械

- ・太陽熱、光利用のクリーンエネルギー等実用的な、これからの技術発展を期待している。
- ・何かよい方法があったら教えていただきたい。
- ・当社受電電力の1/4は印刷機械のテスト用として温存しているのでこの1/4を発電機でカバー出来れば予備線引き入れがなくなると思う。
- ・省エネ導入時、メンテナンスフリー志向で要因確保が今後も益々厳しくなると考えられるので是非「お守り」の形で手のかからない物が望ましい。また当所でコージェネも検討したが熱の利用がうまく行かず（現有の冷温水発生機にはそのまま利用不可）現時点では無理と判断。
- ・英知を集め、限りないエネルギーの研究を望む。
- ・現在の省エネ法は抜け穴が多すぎる。もっと日本国民全体が同じレベルで対応するようにしないといけない。ガソリンスタンド、中古車展示場なんか明るすぎる。
- ・最近各企業とも大きい省エネ案件に対しては前端的に改善でき、それなりの効果を出している。これから先、同じように効果を出すとしたら、小さな改善の積み重ねになってくると思われる。この小さな改善については、エネルギー担当者だけでなく、現場の作業者に頼る面も多くなってくる。従って、これから先事例集やパンフレット等、作成時には現場作業者向けのものもたくさん折り込んでいただけたらと思う。

- ・ コージェネで電気、熱をスムーズに移行出来るかが不安である。特に電気（無停電で供給出来るシステム）現状設備の対応。
- ・ 太陽エネルギーの利用技術がどこまでいっているか興味がある。
- ・ コージェネ導入に際しネックとなる点：①年間を通して廃熱を利用出来ない。②冷暖房に廃熱を利用するには設備費が高くなる。③運転、管理に人手を要する。
 - ・ ソーラーシステム、蓄電装置システムについて今後、検討を行いたいと考えている。
- ・ 構内から出るゴミ焼却時に発生している熱の使用であるが厨房用と暖房用に使用したい（設備費がかかり検討で終わっている）。
- ・ エネルギーの問題は、特に日本では避けて通れない問題だと思う。一日も早く技術開発してコージェネ等の機械が中小企業でも導入できるような価格にしてほしい。
- ・ 環境保全の観点からも省エネ化するのが重要な事であると考え。しかし、エネルギーを消費している立場から見ると緊迫感が弱い。消費者のモラルに期待するのではなく法規制により省エネ活動を推進しなければならない様にすべきと考える。
- ・ 現在人員の一時期のピークのために契約電力が高くそれを抑えるために冷房負荷を蓄熱等で対応できないか。ただしスペースが少なくてすむ方法が必要。
- ・ 導入にあたり操作性、故障対応性、導入費用、保守費用等の利点が出しなくてはいけない。
- ・ 資源の乏しい我が国がこんなに贅沢にエネルギーを使ってよいのか？。国を挙げて強力で省エネに取り組むべきである。
- ・ 現在すべて買電でやっているがコストがかかる。但し、発電設備を設置するスペースがない。当社の電力使用率としては空調用の割合が大である。
- ・ 行政サイドで税制面等で優遇措置を協力に推進して欲しい（PRも含めて）。

(16) 30電気機械

- ・ 当工場は2工場あり。工場停止は正月、盆のみ。負荷率95%以上、24時間稼働。
- ・ 空調用フロン22の全廃に向けての動向及び代替品についての情報及び対策方針を知りたい。
- ・ 超電を利用して気軽に電気の貯蔵が出来るとよい。
- ・ 新エネルギーの実用化、普及の現状と見通しはどうか？。温暖化対策CO₂の発生は問題であると考えているが今回のガスタービンのエネルギー源は問題ないか？。

- ・ コージェネレーションは電力規模、需要がどのくらいの事業所が採算のスペースにあうのか？。
- ・ 太陽電池の電力交換効率と設備費用はどの位かかるのか？。
- ・ 中小企業でも導入可能な新エネルギーシステムも必要と考えている。大型だけでなく小型システムの開発も同じ。
- ・ コージェネレーションシステムについては負荷設備の使用状態にあった規模のもので、ある程度容量的に選択可能なもの、長期安定供給（装置寿命、燃料入手等）出来るものであってほしい。
- ・ 今後においてはクリーンエネルギーシステムの開発を要望したい。
- ・ 重油等は使用しないクリーンなエネルギーを使用したい。
- ・ ソーラシステムの実用化を望む。
- ・ ヒーポンの簡易システム、排水（p h 4～6）の排熱回収、排ガスの排熱回収。
- ・ 工場内における照明等は太陽光エネルギーを多く使いたい。
- ・ 小規模でも可能とすれば太陽エネルギー、風力エネルギー等が考えられるのでは？。
- ・ 省エネに関する経済的、技術的情報が欲しい。
- ・ 季節毎のエネルギー活用。
- ・ 過去に系列会社で燃料による事故が発生したため会社の方針として燃料はやめている。安全なエネルギー（水、太陽、風力）を利用した高効率な発電システムの開発を望む。
- ・ 交代勤務制でないと省エネのメリットが出しにくい。
- ・ 燃料電池も検討中
- ・ 現在の買電コストが自家発のランニングコストより相当割高になれば積極的に自家発の導入を進める。熱回収システムに相当問題が多いと思われる。乾燥工程に有効なシステムが見つかれば積極的にコージェネを進める。
- ・ メリット計算にてエネルギー単位の将来性がはっきりしないと却下されたことがある。エネルギー有効利用の為に是非実施すべきであると考えている。企業の義務として法制化すればよいと思っている。
- ・ 新エネルギー、省エネルギーに関する情報を受けたい。
- ・ 原単位の評価方法を見直す方策が欲しい。
- ・ 公害、CO₂、用途地域の規則から実現が難しい。
- ・ 今後の重油の単価の変動が怖い。

- ・ コージェネレーションシステムは過去に検討したことがある。有効利用可能排熱を空調用冷水発生機に使用するのとは不可能ではないがスペース面、投資面で多大な負担増となり採用が難しい。
- ・ 電気製造事業における企業間の競争は激しく、いかにコストを下げ利益を出すかが今後重要になってくる。又、企業における環境問題の責任が問われこれからのエネルギーはクリーン性を要求され一概に簡単な省エネルギー対策は難しいであろう。資源有効のためにも企業として行動しなければ・・・。
- ・ コージェネレーションシステムは信頼性が高く日常メンテに手間が掛からないことがポイントと考えている。

(17) 31輸送機械

- ・ 廃熱を利用したシステム（塩化ビニール産材、塗料等）。
- ・ 新エネルギーシステムでは総合効率として高い数字が出されているが、当社では蒸気、温水等は使用しないためエネルギー全てを電力として利用できるシステムを望む。
- ・ 当社、生産工程用に応用できる新エネルギーシステムは、投資が大きく、導入不可、又、現状設備の改善にも限界があり投資、技術的にも困難。
- ・ コージェネはその廃熱を活用すれば、システム全体の効率は上がるとしても既存工場には、すでに熱源機器を持っており、これが無駄になる。中途半端なコージェネを入れても採算が合うとは考えられない。電力としてのCO₂対応を小規模の事業所コージェネ等を要求する事は今後大きな無駄を発生させ、ロスは大きくなる可能性があり、電力会社で対応してほしい。
- ・ 我が国の様な資源小国においては多種多様なエネルギー源について価格、量、リスク等十分なデータに基づき総合的に比較考慮し現実的な組み合わせを選択することが極めて重要である。
- ・ ①排気ガス（有機溶剤、臭気を含む）類等も含む加熱エアー発生、燃焼設備等の紹介を頂きたい。②コージェネレーションシステムの現在電力事業者とのコンセンサス、協力状況等を教えて頂きたい。
- ・ ①核融合（放射能）による発電所を早期に開発・・・官民合同で。②太陽熱（光）、地熱の効率的な利用（環境を考慮しながら）。③トラック輸送（特に長距離）から列車大量輸送中心に戻す（1960年頃まで）。④省資源、省エネ（リサイクル利用）

の考えを学校教育、全国民にPR、教育する。⑤LNGの利用、普及増し（家庭用にも）・・・代替エネルギー（他国から輸入）。⑥都市ビル、マンションの集中エアコン（共同利用）の普及・・・効率UP。

- ・ 今後設備改善（省エネ効果が少ない）は従来通りすすめるがコージェネ等の投資をしなければエネルギー削減は難しい状況にある。
- ・ 散在する発生源の熱をうまく統合して有効利用できる技術があれば上記③の検討を具体化出来る。何か良い資料があればご提供をお願いしたい。
- ・ 燃料電池の実用化。
- ・ 現行の買電による電変電設備がバランスよく稼働しているので、新エネルギーシステムの導入は難しいと考えている。
- ・ 技術基準に適応させるのがむずかしいのではないかと。高調波を発生させないもの。
- ・ 当社では現在電力設備については（財）中国電気保安協会に、また、省エネルギーについては（財）省エネルギーセンターの指導を受け、大変助かっている。特に中小企業では人材と資金的問題で必ずしも満足する管理が出来ないので、今後も有効に活用していきたいと考えている。
- ・ 発電設備はあまりにも高価な設備投資を必要とし、設置者のリスクがあまりにも多すぎる。その他の新エネルギー開発に期待したい。
- ・ FRPくず、廃棄物による焼却によって発電システムが可能であれば良いのではないかと。現在あるのかもしれないが不勉強のためよくわからない。

(18) 32精密機械

- ・ 新システムを広く広報してほしい。

(19) 34その他

- ・ 新エネルギーシステムは①投資額が少なくてよい②保守が容易③トラブルが少ない④エネルギー源として安定供給されることが必要条件だと思う。もっと手軽に産業
- ・ 民生部門が導入できるような設備開発やPRが必要ではないか。
- ・ 木屑燃料の活用を図っているが人件費、設備スペース等増大が大きく将来的には自動、合理化を図りたい。