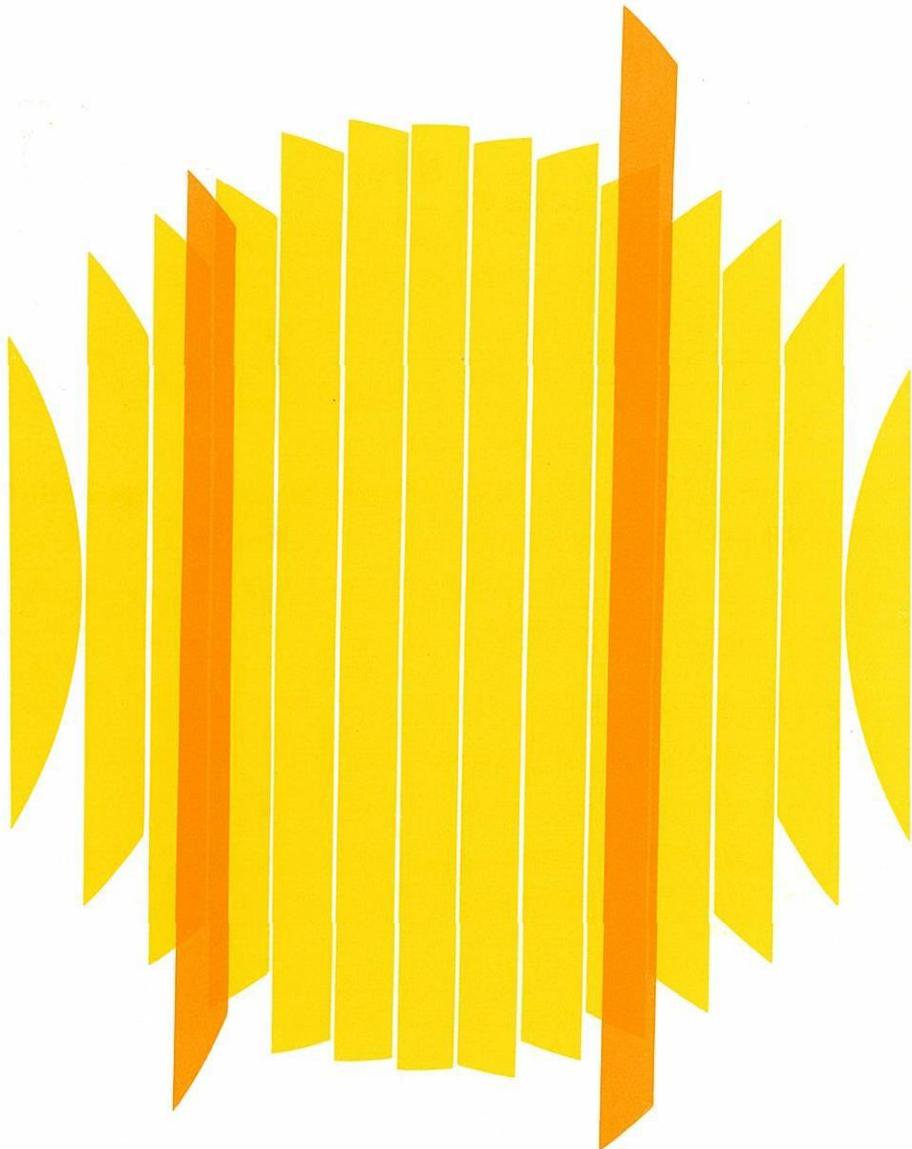


季報 エネルギー総合工学

Vol. 7 No. 3 1984. 10.



財団法人 エネルギー総合工学研究所
THE INSTITUTE OF APPLIED ENERGY

第4回 エネルギー総合工学シンポジウム (特集)

熱・電力併給システムの開発と課題

〈エネルギーの多段階利用による
省エネルギーシステムの実用化〉

— 議 事 録 —

目 次

開会のあいさつ	1
……………所長 山本 寛	1
[基調講演] コージェネレーションの意義と展望	4
……………東京大学工学部教授 吉田 邦夫	4
熱・電力併給システムの現状	
[報告1] ホテルの実施例	14
……………(株)京都プラザ取締役 大神 正幸	14
[報告2] 燃料電池でのケーススタディ	24
……………当研究所主任研究員 中村 政則	24
[報告3] 発電用小型エンジン	31
……………神鋼造機(株)プロジェクト本部課長 金子 隆	31
[パネル討論] コージェネレーションの可能性について	50
座長	……………当研究所専務理事 武田 康
パネリスト (五十音順)	
上之蘭 博	(財)電力中央研究所電力研究所所長
木村 達幸	鹿島北共同発電(株)技術環境グループ グループリーダー
丹羽富士雄	筑波大学社会工学系助教授
正宗 有三	(株)日本ガス協会技術開発室室長
閉会のあいさつ	72
……………常務理事 柴田 誠一	72
研究所のうごき	73

と き：昭和59年7月10日(火)13:30~17:30

と ころ：日本工業倶楽部2階大会議室

開会のあいさつ

所長 山本 寛

所長の山本でございます。

ただいま司会のあいさつにありましたテーマで、今日半日、私どものやっております仕事のご披露とそれから日頃お世話になっている先生方からのお話をいただくことになっております。本日は少し暑くなってきましたが、たくさんの方々にご参集いただき研究所として厚くお礼申し上げます。

研究所は発足以来6年を経過いたしました。本日の「エネルギー総合工学シンポジウム」は第4回目でございます。いままでにどんなテーマをとりあげたかと申しますと、第1回では、ローカルエネルギー問題をとりあげました。第2回では、新燃料油の課題を、そして、第3回—昨年ですが—では、核熱利用をテーマにして開催しました。今回は、コジェネレーションをとりあげ、半日、いろいろ皆様方にお話し申し上げたいということでございます。

このようなシンポジウムの機会を通じて、私共の研究所の活動について、皆様方のご認識をいただきたいと思っておりますが、同時に、皆様方から私共の研究所に対してご注文があれば、それについても伺いたいということが私共の希望でございます。

この際ごく簡単に私どもの研究所の活動の一端について、お話し申し上げたいと思います。

私どもの行っている研究には、大きく分けますと、自主研究と他から委託を受けたいいわゆる受託研究との二種類がございます。自主研究は、かなりの企業の資金的なご支援のもとに、自主的に研究しているもので、いろいろなテーマをとりあげていますが、その中で大きなものとしては、エネルギー技術データベースに関するものと、エネルギー・システム評価に関するものがあげられます。これらの自主研究は、私どもの研究所の研究活動に際し、基盤になるものであり、私どもとしては、自主研究を大いに重視しているわけであります。

受託研究については、昨年度を例にとりますと、合計39件というような数をこなしております。そのうち、10件は58年度から59年度に亘って行なわれているものですが、59年度もまた新規に受託を受けますので、本年度も年間40件ぐらいの受託研究を手がけるといような状況かと思えます。

研究所の職員、この中には研究所のプロパーの職員のほかに、企業から出向していただいているかなりの研究員の方々がおりますが、そういう方々の協力のもとに仕事を進めております。自主研究は、もちろん、研究所の職員が行うわけですが、受託研究については、研究員だけではとても人手が足りませんので、広い範囲の情報を集め、色々な側面から問題を検討するため、大学の先生方、官庁あるいは官庁の研究所の方々、ないしは民間企業の専門家の方々といった広範囲の多数の方々のご支援をいただいております。そのような方々が数にしますと数百人にも達しておるわけでございます。

私どもが行っている研究成果の一端は、公開に差し支えないものについて、「季報」—研究所の定期刊行物として年4回発行しておりますが—にその概要を紹介しております。もちろん、各々の研究についてはみな報告書が作られております。しかし、受託研究については、公開できないものが数多くございます。自主研究については当然全て公開しておりますが、受託研究分についても、委託元のご承認が得られましたものについてはこれを公開して、社会に広くご利用いただくという姿勢をとっているわけでございます。

そのほか、研究所の活動にご支援をいただいております会社の方々に、「月例研究会」と称しまして、私どもで行っている研究課題をお話し、ご意見も伺うというようなことも行っております。私どものような研究所は、先を見透して仕事をせねばならない性格のものでありますから、研究所が今後とりあげるべき課題の発掘について、内部に企画委員会という組織をもってはおりますが、このような研究会を通じて、広く各方面のご意見を拝聴してその糧にしたいと思っているわけであり

ます。

本日は今回のテーマに格別関心をおもちの方々のご参集になっているものと存じますが、本日のテーマ以外にもエネルギー総合工学研究所というところは、いったい何をやっているのか、ということのご認識をいただき、私どもの研究所の活動が、今後ともますます活発になるようご支援いただければ大へん幸せに存じます。

最後に、一言つけ加えさせていただきたいと思います。本日も参集の方々には、あまりご関係が深くないかも知れませんが、今年の11月6日から9日迄の間、海外のトップクラスの専門家多数が参画して、FBR（高速増殖炉）大型炉開発の国際シンポジウムを開催することにしております。以上申し述べましたように、私共一同エネルギーにかかわる種々の面で少しでもお役に立つべく努力しておりますので、今後ともよろしく願いたします。（やまもと ゆたか）

〔基調講演〕

コジェネレーションの意義と展望

東京大学工学部教授 吉田邦夫

1. はじめに

今日は、基調講演という難題を与えられ、なにをお話しているのか、非常にとまどっております。果して、皆様にご満足いただけるようなお話ができるかどうか、あまり自信がありませんが、幸に私の話が続いて、いくつかの具体的な事例を、またパネルディスカッションで斯界の権威の方々からいろいろお話をいただけることになっておりますので、私の話は、そのイントロダクションぐらいのつもりでお聞きいただきたいと思います。

いわゆるオイルショック以来、日本のエネルギーに対する脆弱さが痛感され、エネルギー源の多様化を求めて、原子力の開発、石炭あるいはLNGの導入が積極的に図られてきました。その結果として、日本が安いエネルギーを安定的に確保するという戦略づくりはかなりうまくいったと思われまます。続いては、貴重な外貨を使って導入してきたエネルギー源を、少しでも無駄なく有効に使うことが、非常に大切になってきたと思います。その背景には、石炭のガス化や液化あるいはバイオマスなど期待された各種の新エネルギー源の開発、導入が、考えていたよりもはるかに時

間がかかるし、経済的なものになるまでには、まだまだ非常に沢山の技術的な課題を乗り越えていかなければいけないことが認識され、したがって、現在あるエネルギー源を有効に使うことが一層重要であるとわかってきたということもあると思います。また、この数年非常に不景気で、あまり大型の設備投資が行われない中で、エネルギー有効利用技術、特に本日の主題でありますコジェネレーションに僅かながらも新規投資が期待されるということに、本日このように沢山の聴衆がみえられた原因があるのではないかとおもいます。

コジェネレーションと関連して通産省が中心になって進めている、あるいはこれから進めようとしているエネルギーの開発計画には二つあると思います。

一つがローカルエネルギー計画であり、もう一つがこれから生れようとしております産業間等共同エネルギー対策推進策（エネルギーフェニックス構想）です。

前者は、図1に示すように、各地方に賦存するエネルギー源を補完的にせよ有効に使っていくという試みです。この絵は、数年前に本シンポジウムの主催者のエネルギー総合工学研究所が、鹿児島県国分市のローカルエネルギーシステムを研究して、見事な図面に



図1 ローカルエネルギーシステム例

表わしたものです。もとのきれいな図面で明瞭にご覧いただけがないのが残念ですが、国分に存在する天然ガス、太陽エネルギー、地熱、風力エネルギー、あるいは小水力といったエネルギー源を有効にというわけで、いろいろなシステムが図に画かれています。こうしたシステムによって大規模エネルギーに対して約15%ぐらいエネルギーがえられるというのが、当時の研究結果でした。

第二のエネルギーフェニックス構想は、それぞれの各産業が排熱エネルギーを有効利用する努力を続けてきているわけですが、一企業では到底使いきれないような熱エネルギーがでてくる場合や、副成ガスがでてくる事例がいろいろあるわけで、それを他の企業に使ってもらうことを積極化しようと生れてきているものです。捨てられているエネルギーを再

生させるという意味で、エネルギーフェニックスという名前が名付けられるようです。

いずれも、わが国にとって非常に大切なエネルギー構想と思います。しかし、ローカルエネルギー構想を進めてまいりますと、どうしてもひとつひとつのエネルギーの規模は小さなものですので、なかなか経済的なベースに乗り切れないということが多いように思います。従って、たとえば地熱エネルギーがあるならば、まず発電し、その排エネルギーをグリーンハウスに持っていき、さらにそこからでる温水を温泉に使うという、いわゆる熱の多段階利用を試みて、はじめてなんとか採算ベースに乗ることがしばしばみられます。

エネルギーフェニックスも図2として、鹿島と水島という日本の代表的なコンビナートの排エネルギーの温度レベルと排熱量の関係

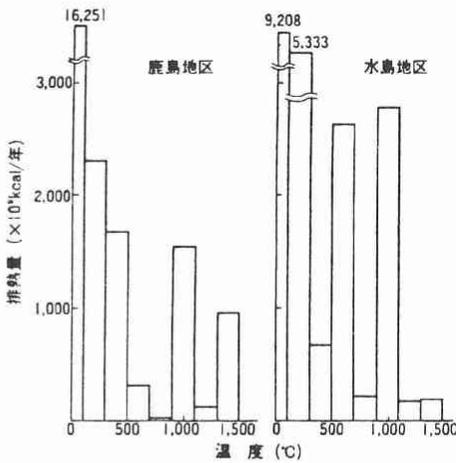


図2 コンビナートにおける排熱量と温度分布の現状

が棒グラフにまとめてありますが、水島地区には500°C近傍に非常に大きな排熱レベルがあるのに対して、鹿島にはそれがないということに気が付きます。鹿島には、このコンビナート設立当時から鹿島共同火力が造られて、それぞれの企業からの熱エネルギーを共同火力で発電設備として有効利用することが行われてきた結果が、このような事実になってい

ると考えられます。ここでもまた、熱を多段階に利用し、ある一部は発電システムにもっていくことによる省エネルギー性、あるいは経済性というものの重要性が見てとれるように思います。

このようにローカルエネルギーにせよ、あるいはエネルギーフェニックス構想にせよ、エネルギーの有効利用を大きなシステムで考えていくときに、今日のシンポジウムの主題である熱の多段階利用、そしてその多段階利用の中で、熱と電力の併給システムの重要性が浮かび上がってくると思います。

2. コージェネレーション

熱・電力併給システム、またはコージェネレーションと称するものは、この数年非常に脚光を浴びておりますが、決して新しい技術ではありません。

図3に熱併給発電の一つ、TOPPING CYCLEを紹介しておきましたが、このよう

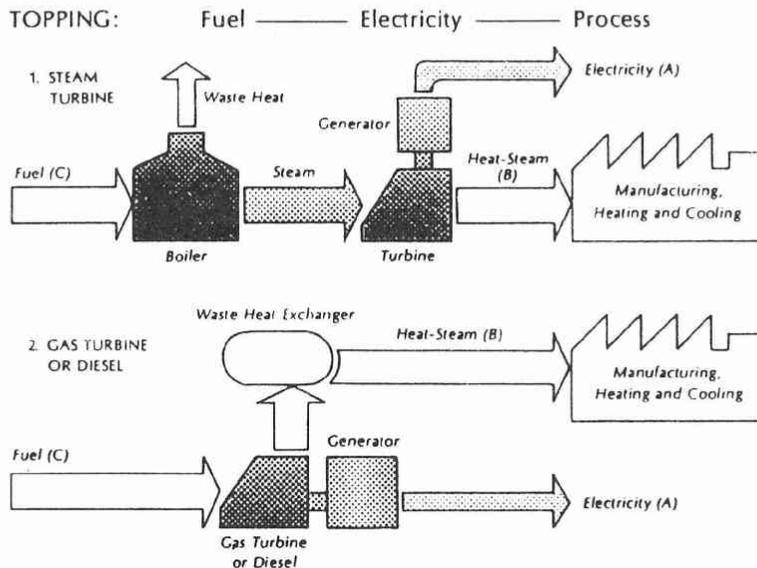


図3 熱併給発電

に工場で、電力と熱が両方必要であるときに、単純に熱をボイラーで作るということだけではなくて、高圧の蒸気を発生させ、それをタービンを通して発電をし、そこから出てくる排熱エネルギーを回収して、プロセス用の熱を得るといった試みは、わが国でも製紙工業を中心として昔から非常に普及してきた技術です。

図4で一番上は、いわゆる大規模発電システムですが、36%が電力エネルギーとして有効に変換されるのみで、64%が排熱の形で煙突等を通じて外に捨てられてしまいます。しかも、電力ははるか遠距離の送電網を通じて利用地まで送られる過程でまたロスがあって、最終的に32%しか有効に使われないことが示されています。これを同図の最下段に示すように小規模分散型の発電システムにして、需要地の近くまで配管されている天然ガスのパイプラインからガスを得て、発電をし、

あわせて排熱回収を行って温水を得ると、熱と電力の両者が得られ、しかも最終需要地に近接しているため、ロスも少なく、温水、電力あわせて85%が有効に使われることとなります。

このように大規模発電システムに代って、小規模発電、これはドイツ語では“Blockheizkraftwerke”略してBHKWと称するシステムにすると、省エネルギー性が得られるということで、コジェネレーションが民生用の発電技術として注目されているわけです。

具体的な発電は図5あるいは図6に示したようにガスエンジンやガスタービンを 사용합니다。いずれも電力を得ると同時に、エンジンの冷却あるいはタービンからの排ガスの熱回収で熱がえられることとなります。ガスエンジンでは温水が、ガスタービンでは蒸気がえられるという点に若干の違いがあります。ま

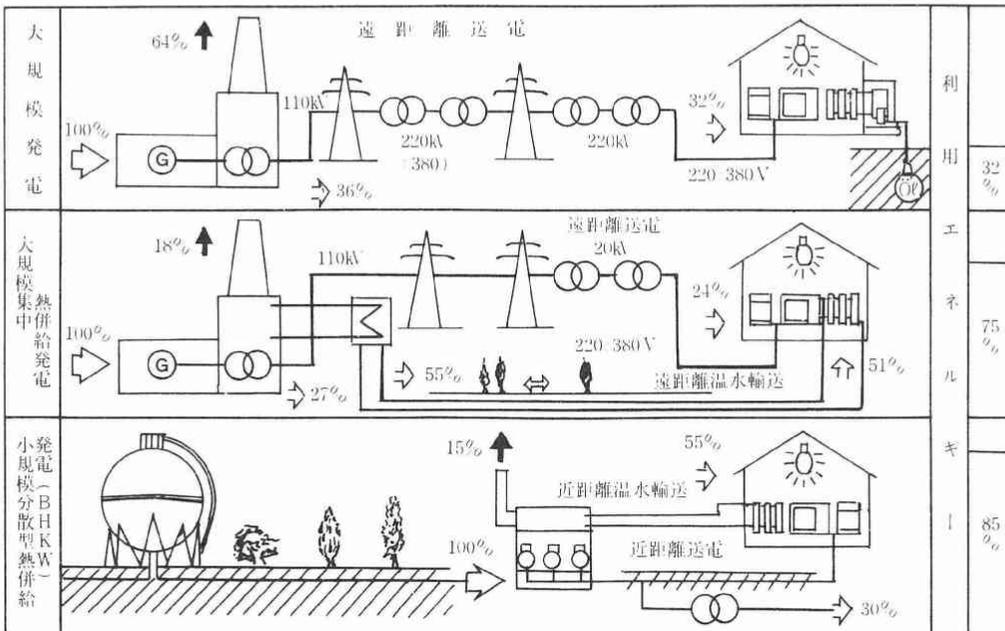


図4 熱・電力供給システムの省エネルギー性

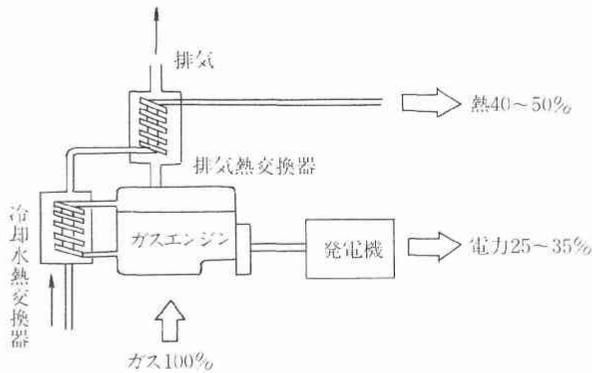


図5 ガスエンジンによるコジェネレーション

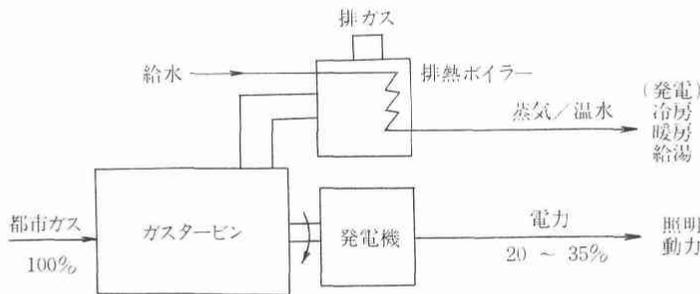


図6 ガスタービンによるコジェネレーション

た、熱といっても、吸収冷凍機等を通して冷房用の熱エネルギーにも変えられるので、必ずしも暖ったかいもののみを意味しません。

ともかく、このような方法で民生用の熱と電力との需要に応じるシステムであることを表わすために、工業で使われていた熱併給発電という言葉に代って、コジェネレーションという片仮名ことば、あるいは熱・電力併給システムという新しい訳語が使われるようになっていきます。すなわち、電力に対する添え物として熱があるのでなく、電力と熱とが等しい重みのもとで考えられることを表わさうというわけです。

3. 西ドイツ・アメリカの現状

図4のシステムが、BHKWというドイツ語で示されているように、ドイツで非常に普及しています。1976年に南ドイツのハイデンハイムのハイン氏の先駆的な仕事からスタートして、現在、この町には表1に示すようなシステムが動いています。燃料は主として天然ガスですが、汚泥から得られる発酵ガスを使い、エンジンを回わし、同時に熱エネルギー

で、また発酵槽の加温をうるようなシステムも動いています。そして、全部でガスエンジンが600基、150個所のコジェネレーション発電所が稼働中と聞いています。いずれも複数台のガスエンジンが設置されて、停電することなく動けるような工夫、そしてまたガスエンジンの大きさが規格化されて、経済性を得る工夫が発達しています。

図7にドイツの一次エネルギー収支を示しますが、日本と同様に63%ものエネルギーが海外から輸入されているにも拘らず、55%が無効エネルギーとして失われています。しかも、その中で発電が占める割合が非常に高いので、大型発電所からBHKWシステムにすることによって、ドイツ全体としてみると

表 1 西独ハイデンハイム市の設備

設 備	用 途	燃 料	電気出力/台	台数
コ ジ ェ ネ	集合住宅暖房給湯用温水と電力	都市ガス (天然ガス)	88	6
〃	室内プール用温水および電力	〃	88	6
〃	印刷工場暖房用温水と電力	〃	85	3
〃	団地の暖房給湯用温水と電力	〃	160 530	5 2
〃	小学校プール用温水と電力	〃	88	3
〃	市企業局暖房用温水と電力	〃	15	2
下水処理場	下水処理場電力と醗酵槽加温	醗酵ガス	82	2
〃	〃	〃	40	2
タンデム装置	ジーメンス工場暖房プロセス用温水および電力	都市ガス	90	3

非常に大きな省エネルギーが達成できると強く主張されています。

アメリカで一番有名なのは、カリフォルニア州の計画です。ブラウン知事自らがコジェネレーションを推進するという宣言をだして、1990年までに6,000MWのコジェネレーショ

ンによる発電を実現するとしています。これは、同州の環境規制がきびしく、原子力に対する反対運動が非常に強いという特殊事情があるためもありますが、やはりコジェネレーションのもつ省エネルギー性が高く評価された結果とも思います。

図8に示した同じカリフォルニア州、サンフランシスコ市のPacific Gas and Electric Companyのパンフレットは、中でも刺激的です。すなわち、PG&Eは電力会社ですが、あなたが起した電力を買い入れますと謳っています。コジェネレーション、そして風力、小水力、バイオマス、ゴミ発電によって発電をしたとき、そこから出てきた余剰電力は、PG&Eという電力会社が積極的に買い入れましようとするわけですから、発電するのは発電会社の仕事であり、ガスを供給するのはガス会社の仕事であるといったように、エネルギー供給者と需要者とをくっきり分ける通常のエネルギーシステムの在り

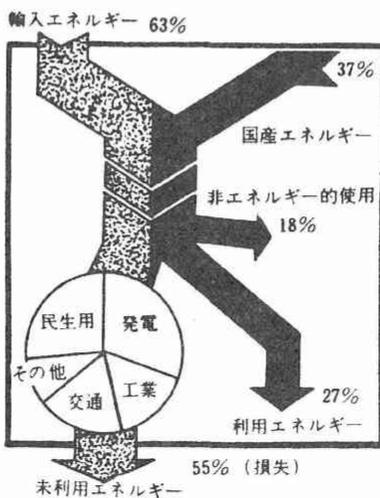


図 7 西ドイツの一次エネルギー収支

Pacific Gas and Electric Company
77 Beale Street
San Francisco, California 94105

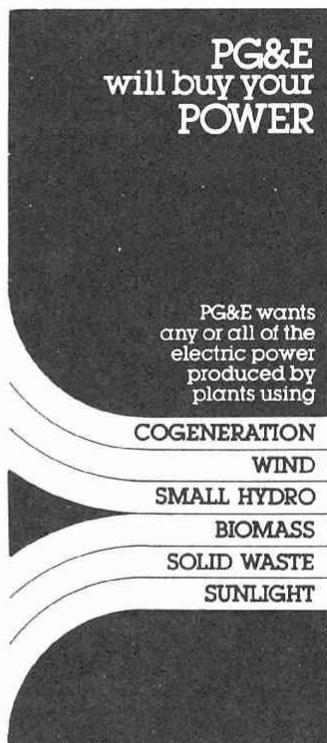


図 8 米国PG&E社のパンフレット表紙

方とはまったく違う概念が提示されているわけです。

また、最近 Electric Power Research Institute, すなわち、アメリカの電力中研が発行しております“E P R I Journal”を見ますと、電力需要の将来見通しが不確かな時代に、そして燃料電池等々の新技術まで含めて小型発電技術が非常に進歩してきた時代に、ひたすらスケールメリットを追いかけてきた従来のあり方を見直した方がよいのではないかということが述べられています。工場で製品を作ることは、現地生産よりはるかに高い生産性がえられること、小規模なものをつくることは立地問題を少なくすること、さらに認可がおきるまでの期間も短かくてすみ、経済的であることが主な利点とされてい

ます。そして、小型の発電技術としては、もちろんタービン技術、エンジン技術が中心ですが、石炭ガス化や加圧流動燃焼による複合発電、あるいは燃料電池、太陽光発電の将来性が非常に高く評価されています。石炭ガス化複合発電も最近クールウォーターで試運転に成功したという新聞記事が載っておりましたが、難しいスケールアップに余り精力をそそぐよりも、試験設備の規模のままで積極的に小規模分散システムに使うべきであるとすら主張されています。

4. 将来技術

図9は必ずしも将来技術として紹介したものではありません。しかし、現在、コジェネレーション・システムとして天然ガスを使ったものばかり注目されていますが、それ以外にもあることを示すために提示したものです。各地の豚や鶏等を飼う畜舎から出る排泄物をメタン発酵してガスを得て、ガスエンジンで電力と温水を得るシステムをつくり上げれば、電気は畜舎の照明等にも使え、温水は畜舎の掃除等にも使えて、し尿を単純に肥料にもっていくよりも優れた熱・電力併給の新しいエネルギー有効利用システムが生れてくると思います。

しかし、コジェネレーションが今後普及していくうえで、重要な技術はやはり燃料電池そして太陽光を中心としたシステムだろうと思います。エンジンあるいはタービンシステムを中心にする限り、排気ガスの問題あるいは騒音の問題等がついてまわります。しかし、燃料電池が期待どおり完成すれば、家庭ごとの熱・電力併給システムまで可能性ができ

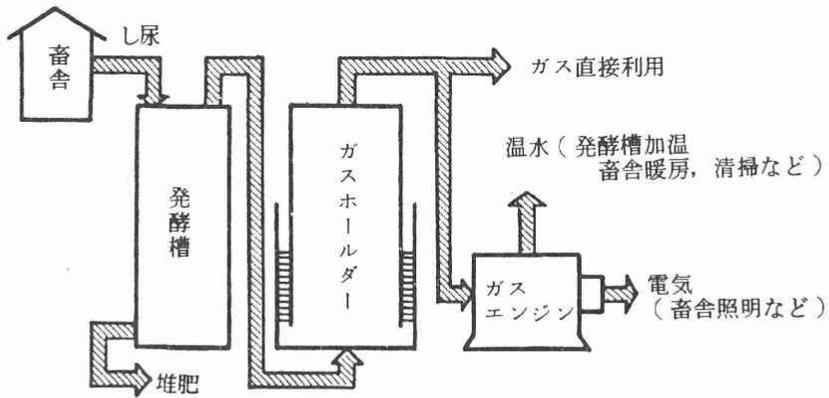


図 9 畜舎廃棄物利用システム

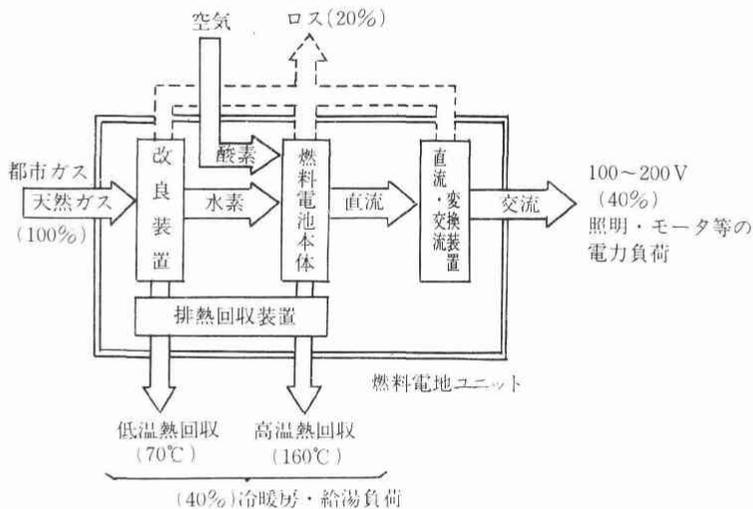


図 10 燃料電池システム

ます。(図10)また、太陽電池もいままでのところは、僅かな電気エネルギーを得るだけですが、光の部分は電気エネルギーに変換をし、熱の部分は温水に変換するというハイブリッド型太陽電池の試験設備がすでにいくつかつくられて、テストをされています。これが実用段階になれば、自ら得た電力で温水ポンプを動かせるシステムが実現され、一段と魅力的になるように思います。

5. コージェネレーションの将来

このように将来さらにコージェネレーション技術が発展していくことが期待されるわけですが、まだまだ解決すべき沢山の技術的課題、経済的課題、社会的課題があります。しかし、今日、私はその中身について細かく申し上げようとは思いません。熱・電力のバランスをどのようにとるのが一番重要な問題でしょうし、蓄熱技術の開発が非常に大切と思いま

すが、詳細は、この話に続く数種の実例が紹介される中で議論をしていただきたいと思います。

私は最後に次のことを述べておきたいと思います。最近、東大経済学部の植草先生が、いわゆるイギリスの動力機関の発明を中心にして始まったところの産業革命を第一次、その次に19世紀から20世紀にかけてドイツ、アメリカを中心にして行われた革命を第二次、そして第二次大戦中に生れたコンピュータあるいはレーザ技術等を中心にして今日に至るまでの先端技術を中心にした技術革命を第三次革命という形で整理して、産業革命をやさしく解説しておられます。イギリスの産業革命では、紡績機械の発明に始まり、また、蒸気機関が発展し、その結果として鉄の需要が喚起され、エネルギーとしては石炭の需要量が非常に拡大化されました。そして、石炭の利用技術が発達するにつれて、製鉄技術の一層の発達を促し、という具合に機械、鉄という材料、石炭というエネルギーの三者が相乗効果で発展していきました。

第二次産業革命においては、電池の発見から始まり、発電技術の進歩がまず行われ、その結果ドイツを中心にして電気化学工業が勃興し、エネルギーとしては石油の使用が始まりました。この石油の使用が発電設備を大型化させ、その結果として化学産業を一段と発達させました。すなわち、いつも産業革命では、ひとつの技術の発展、それから産業の発達があり、その背景には石炭あるいは石油、電力といったエネルギーの開発があるということが指摘されております。それに対して、現在の先端技術を中心にする別名C&C、コンピュータ・アンド・コミュニケーション革

命は、まだコンピュータあるいはコミュニケーションというものの革命にとどまっています、従来の産業革命にあったような新しいエネルギー技術の開発あるいは産業の開発が行われておらず、まだひとつの革命にまで至っていないという指摘がなされております。

私は、これは非常に重要な指摘だと思うわけで、その観点から考えますと、今日の主題の分散技術が、この第三次産業革命の中でひとつの新しいエネルギー技術にならなければおかしいと思うわけです。とかく、この分散型システムは小型で、分散しているだけに、従来の中央管理システムに比べて、エネルギーの質が低く、そこに従事する技術者のレベルも低く、非常に不安定なものであるという批判を受けるわけであります。現在のところは、確かにそうかも知れませんが、コンピュータ・アンド・コミュニケーションという先端技術が日本でもっと進んでいくなれば、手間暇かかると称される技術も、決していつまでも質の悪い技術にとどまるとは思はないわけです。むしろこれをうまく新しい情報・制御網に組み入れて、信頼性の高いものにしていくということが、エネルギー技術にとって大切だし、またC&Cという新しい技術が普及定着していく上でも、非常に大事な問題になると思います。地方に優れた技術者がいなくても、十分な信頼性ある技術として普及し得ると思いますし、そうやって初めて分散型技術が日本にとって本当に意味あるシステムになるのだらうと思います。場合によったら、中央で管理するシステムでも、あまり望ましいことではありませんが、いいのではないかとも思います。いずれにせよ、もっと地方が豊かになっていくことが必要と考えます。

日本でコジェネレーション・システムが実現されているのはいくつかのホテルが多いわけですが。すなわち、今まではいわゆる電力会社、あるいはガス会社からエネルギーを貰っていたというだけの立場の人々が、自らエネルギーを創り出すという、需要者のみならず自らが生産者になるということが試みられているわけです。これが小規模分散型あるいはローカルエネルギーシステムのひとつの非常に重要な特徴です。このような努力が全国的な情報化技術と結びついて、日本全体が新しい第三次の産業革命を豊かに享受できるという時代がくるべきであり、その中心的役割を果たすのがコジェネレーションの意義であると申し上げて結びといたします。(よしだ くにお)

質 疑 応 答

質 問 私は電力中央研究所の伊藤でございます。吉田先生にお伺いします。

日本のコジェネというものが、今後どう育つのか、ということをご質問したいと思えます。

吉 田 質問の主旨がもうひとつよくわからないむづかしい質問です。基本的に申し上げる時間がなかったので省略させていただきましたが、日本の発電設備というものを考えますと、将来は、ベースロードとなるの

は原子力そして石炭火力であって、それ以外のピーク需要を分散型のコジェネが担う形のシステムにならないといけないだろうと思っています。

質 問 それで、第二の質問ですが、コジェネというのは、都市型の、例えば東京、大阪、名古屋という、大都市圏におけるコジェネなのか、地方、離島、僻地におけるローカルなコジェネなのか！どちらの方のお考えでしょうか。

吉 田 当面、話題になっているのは、専ら東京とか、大阪など大都市中心のコジェネだけです。日本の場合は、主として冷房需要が入った形のコジェネが主流だと思いますが、冷房需要が増えていくのは、やっぱり大都市だと思いますので、当分の間は大都市中心になると思います。

しかし、さきほど最後に申し上げましたように、私はむしろ望ましい形は、もっと中小都市の民生需要を賄う型でコジェネが入っていかなければいけないと思うわけです。その時、すぐエネルギーの質が悪いか言われがちになるけれども、それを十分賄うだけの情報とコントロールのネットワークを発達させた形でコジェネが入りこんでいく形が日本にとって一番望ましいだろうと思うわけです。そして、その結果として豊かな地方生活が送れるという形が一番望ましいのではないかと考えます。

熱・電力供給システムの現状 〔報告 1〕

ホテルの実施例

（株）京都プラザ取締役 大神正幸

1. はじめに

本日はかくも多数の、そして第一線の方々にお話しする光栄に浴しまして誠に感激して居る次第でございます。なぜこの様な晴れがましいところに出て来たのか、自分なりに反省して居る訳でございますが、矢張り3年間、延46,000時間の運転実績に対してのなにか話をと云うことかと思つてでございます。3年前の7月10日と申しますと、エンジン160KW×4台の通産省の立合試験を終わらして無事発電所としての試験に合格し、そして消防署の非常用を兼ねる発電設備としての検査にも合格し、あと10日、真夏の真最中にホテルをオープンすると云う際でございます、とてとてもこの様な晴れがましいところに立たして頂くとは夢思つても居りませんし、もう必死の巻で毎日毎日を過していたことを思いだす次第でございます。それでは、皆さんにお渡ししてある資料を多少の参考にいたしまして、お話をさせていただきます。

2. 「ホリデイ・スクエア豊橋」について

豊橋は東京と大阪の真中で、人口約30万人

の都市で、三河湾に面した中小都市で、物が非常に豊かな物価の安い所でございます。

この豊橋に、幸いにしてわれわれの会社は2万坪足らずの地所を持って居り、昭和39年頃からボーリング、スケート、プール、ゴルフ等レジャー関係をもちまして「豊橋スポーツセンター」の名で、一応この小さな都会では名の売れた仕事をしておったわけでございます。ここに新しい時代に対して、なにかの企画を展開していくについて、アメリカ的な考え方で、スーパーとか、ホテルとか、外食関係とか、を持ってこようではないかと云う方針で進めてきたのが、所謂『ホリデイ・スクエア豊橋』でございます。

『ホリデイ・スクエア豊橋』につきましては、「月刊レジャー産業」の191号に特集として出て居りますので、機会があれば参考にいただければ結構でございます。

世界一のホテルチェーンであるホリデイ・インが東南アジアに進出した第1号が私どものホリデイ・イン京都であり、昭和48年にオープンし、53年に270室に増設し、そして中小都市に根をおろすと云う意味におきまして、56年に豊橋に進出をしようと決つたわけでございます。

3. 自家発電設置の意義

多くの方々に見学して頂いて、第一発のご質問は殆ど「なぜこういう事を思い切ったのですか」と云うことでございます。

私どもの設備は、さきほど吉田先生のお話の様な非常に格調の高い設備ではございませんが、私ども中小企業として、どうしてもやらなければならない事柄と云うものを、先づ皆さんにお話ししたいと考えます。

豊橋は京都の様な観光地ではありません。そして非常に物の安いところでございます。当然ホテル室代等は安くしなければならないのですが、建設を担当し、あとの設備の守りをやらなければならない私の立場といたしまして、深刻この上ない問題は、矢張りこの地におきます電力が非常に高いと云うことでございました。52年頃からいろいろと調査を進めてまいった訳でございますが、ホテル建設の機にこの設備をやらなければ、いろいろな角度で増設を進める上において、ますます大きな負担を背負って、ホリデイ・イン京都に比べて、格段の光熱費を出さねばならぬと云うことは、耐えられない事でございました。そこで、思い切ってこの設備に踏切ろうと決心した訳でございます。

なお具体的にもう少し説明致しますと、

i) 受電点の変更の可否

図1の斜線部分が従来から持っておりますスポーツセンターの設備でボーリング場、スケート場、飲食関係でありまして、二重点線の斜線の温水プール、ホリデイ・ホールはホテル建設時に改装しましたが、従来からの受電範囲であり、契約電力は950KW

で特別料金はその中の25KWでございます。

この容量に対しまして、現在もそうでございますが、受電点がボーリング場の隅であり、ホテル迄の距離は300mもありまして守れる距離ではなく、逆に申せばホテルの地下に受電点を当然変更する必要があるのではないか、ここに一つの問題点があったわけでございます。受電点の変更は大きな設備負担であり、無駄な投資よりも効果的な設備を決断しなければならなかったと申せましょう。

ii) 電力単価格差について

次に電力単価につきまして、図2にて今少し具体的にお話し致します。今日は電力会社の方も数多くお見えかと存じますが、図2の上の図は電気事業便覧に載っておったものですので、ご了承願ひ度いのでございますが、九電力といひましても、我々の使います業務用電力におきましてのパラツキが非常に大きいと云うことを、ここで見ていただきたいと思ひます。一番低いところは関西電力でございます。結局、われわれが豊橋で実際に電気を使いますときに、もうすでに原単位の一単元であります電力会社の格差によって、相当なハンディを持たされていることとございます。そして、図2の下図は一般的に書かしていただいたのでございますが、供給規定を元にいたしまして、年間平均的に電力単価の姿を書いて見ますと、この様な線図が出来ます。この線図は電力単価につきまして、総契約量と毎月使う電力量との比をNとし、Nの変化に対応して電力単価がどの様に化するかを示して居ります。実際には一般料金、特別料金共夏期料金、他期料金に別れて居

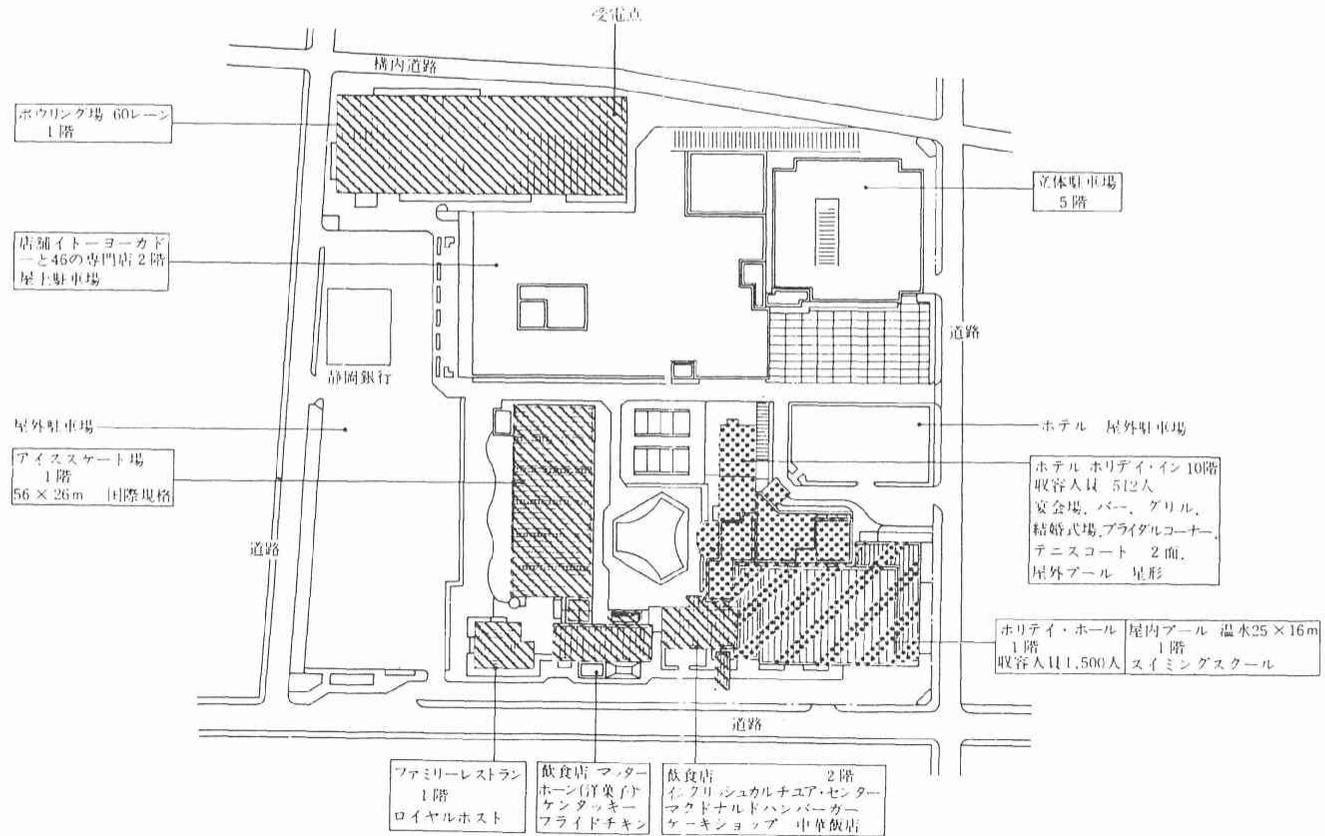


図 1 『ホリデイ・スクエア豊橋』の施設レイアウト

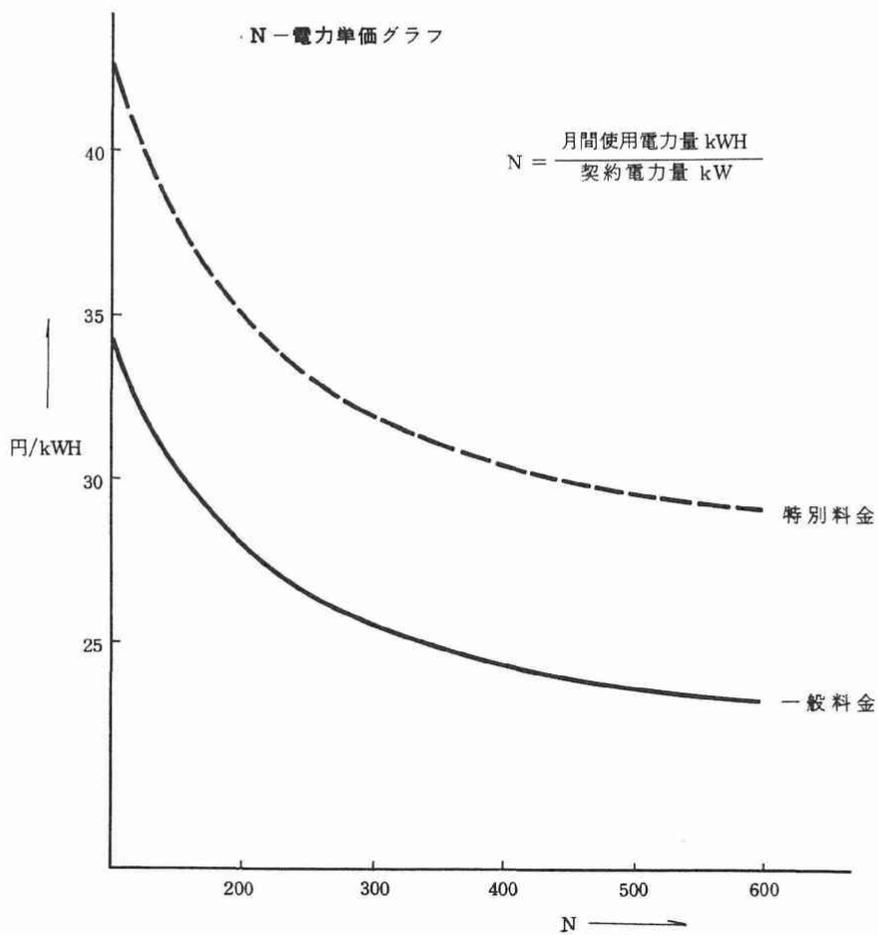
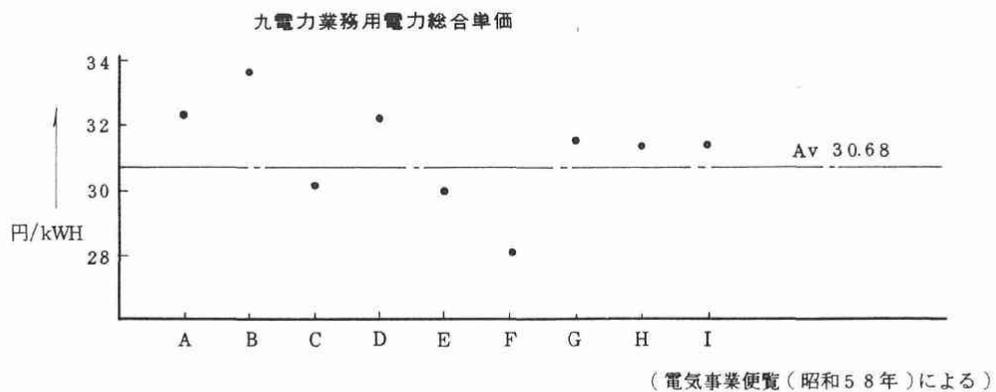


図 2 電力単価とN-電力単価グラフ

り、複雑難解な料金体形になって居ります。しかし、この表でお話しし度いのは、新しくホテルを建設するのに一般電力としては925KWしかなく、ホテル増設に依って300KWから400KWの設備、いわゆる契約電力の増が予想されますが、さらに、2万坪ばかりの敷地内に、将来いろいろな施設を画いておるわけでございます。この様な将来の増設を次々と考えた場合に、この電力単価は単に現在の時点にとどまらず、増設をするたびに単価が上っていくと云う悪循環を生むわけでございます。極端な例は、一般契約のないところでは上の点線がずばり100%の状態、結局、増設を進めていくに従いまして、この100%の線にだんだん近かづくこととなります。しかも、これが単に増設部分の使用電力にとどまらず、全設備の電力使用量にかぶってくと云うことは、非常に深刻な問題でございます。この様なことを考えますと、やはりこの際一般料金の範ちゅうにおいて、何かの方法を考えざるを得ない、こういうことでもって社長ポリシーとして、950KWはそのまま据置く、そしてなんとか守る手段を考えようと云うことから始まったのがこの発電設備でございます。

要するに他のホテル、特に関西の実体から見れば、部室代その他すべての単価にはね返ってくる電力代を守り抜かなければ、企業としての将来は危ないと云う考えから、思い切って電力主導型熱併給設備と云うものを取り上げたわけでございます。

4. システムについて

図3は熱併給設備の配管系統図でございます。先づ最初にこのシステムの基本的な考えをお話し致します。

- i) 排熱はエンジンの守りを第一義として利用する。
- ii) 夏は排熱を出来るだけ冷房に利用する。

iii) 排熱の余剰処理設備は持たず、年間を通じて総て使い切る様工夫する。

次に設備の要点について2,3説明致します。

イ) エンジンについて

160KW×4台と云うのは負荷の実体がまだはっきりとつかめておらない、ただ昼夜を分かつ回しますので、夜と昼との負荷の差がだいたい5~6倍、実体も大体5~6倍でございます。と云うことは最高が約400KWH、夜が70KWHぐらいです。将来の増設を画きました容量として、多少は大き目でもこの設備で守っていかうと、この4台の設備を入れたわけでございます。常時昼間2~3台稼働で1台を予備とし、夜中には1台稼働と云う形で毎日運転されて居るのが実体でございます。

最初、私共が一番心配しましたのはこのエンジンが実際に守りきれるかどうかと云うこととございましたので、エンジンの無人試験運転を3カ月程やって、神鋼造機(株)のMANのエンジンを取り上げたわけでございますが、やはり容量だけでなく、部分負荷特性、燃費と排熱量のバランス、騒音値等エンジン個有の性格を十分吟味して、このエンジンを取り上げたわけでござ

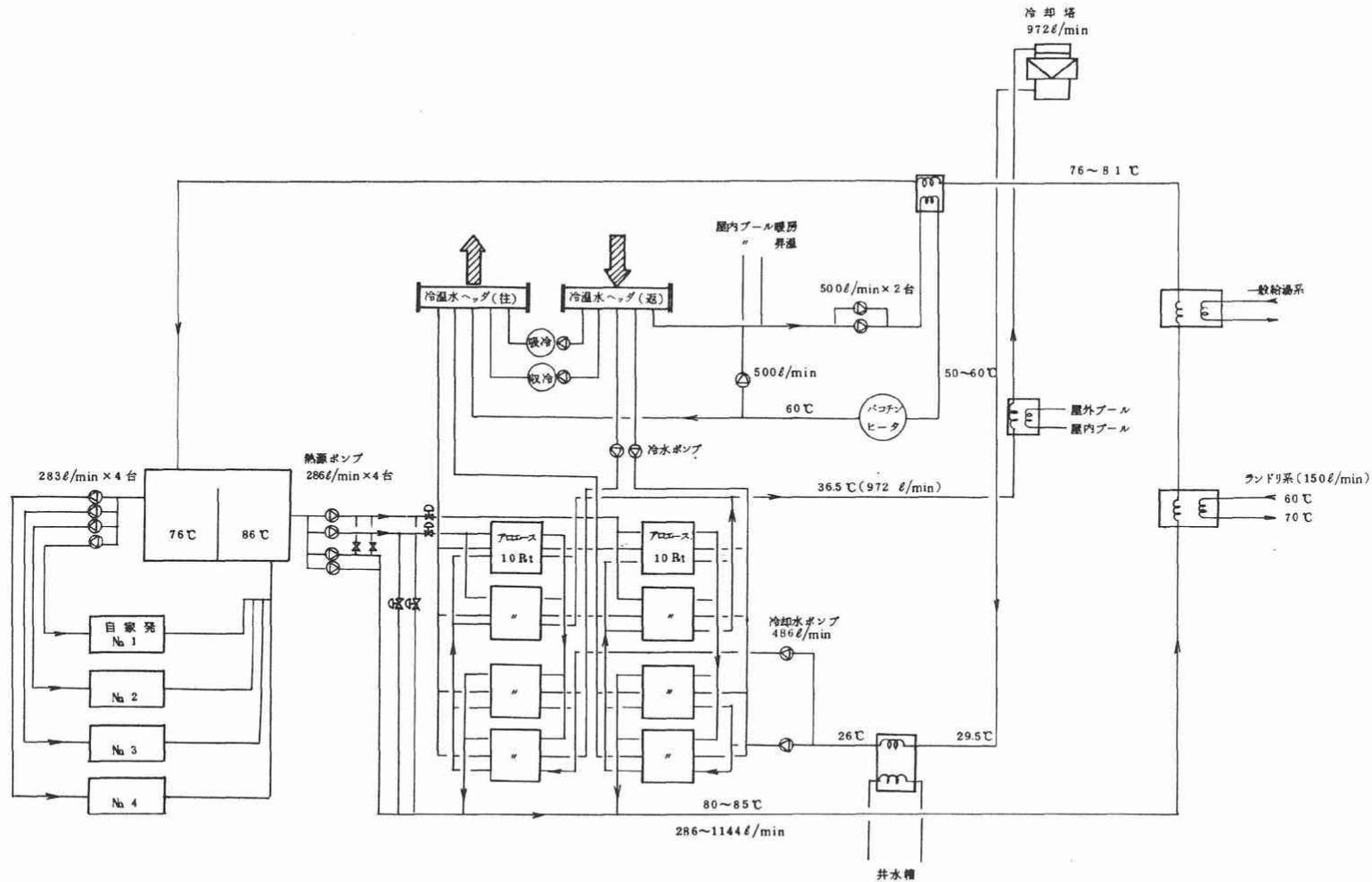


図 3 配管系統図

います。

お蔭をもちまして現在延46,000時間各台共8,000時間のオーバーホールを終りまして、ピストンリングの取替、バルブのすり合わせ程度にて快調に回っており、恐らく1万5,6千時間まではライナーの取替等もいらなだろうと思います。

エンジンはあくまでも使う油と守る油が重要な要素だと思いますが、こう言う面で潤滑油使用量の少ない保守経費の安いエンジンで、これはやはり経験年数といえますが、西ドイツのエンジンとして多年の経験をもって実用に供し、しかも、熱併給に相当使われてきたエンジンと云うことを前提としたのがよかったと思うのでございます。

ロ) 吸収冷凍機について

システムをまとめる上において一番苦心したのはアローエースの組合せではなかったかと思えます。アローエースにつきましては、何度も他の席でお話ししたりしましたので、ご承知の方も居られるかと存じますが、エンジンの排熱17T/h台を86°Cで出て76°Cで帰さねばならず、この熱をできるだけ冷房に転換するためにアローエース2台でエンジン1台に対応17T/hとし、温度差を充分使うためにタンデムとし、2台×2段すなわちエンジン1台にアローエース4台、40RTの組合せとしてあります。

冷却水は同じく2段タンデムの対向流とし、入口は26°Cを守り、出口は最高36.5°C程度となります。この冷却水回路の出口温度をプールに使う為に86,000kcal/hの熱交をもち、クーリングタワー後は井水にある程度熱を放出する為に20万kcal/hの熱交を通し26°Cを維持する様にしております。

冷却水の温度を下げると云うことがタンデム使いの重要なポイントではなかったかと思えます。単効用吸収冷凍機は0.7ぐらいのCOPであり、エンジンの負荷変動により排熱温度も上下いたしますし、満足に0.7を出せる状態ではございません。それでも二次冷却水の排熱活用を別として、真夏1日間の実測におきまして、全冷房負荷の42%を受持っていると云うデータがでております。このアローエースの採用のポイントは冷却水の温度を下げることににより、排熱が低くても効率を維持できる性能を持ち、二段使いには最適のものであったと申せましょう。

ハ) 排熱活用方式

アローエースの予剰熱及び冬期排熱はランドリー、給湯、暖房の熱交を通り76°C以下にならない様に熱水タンクに還ります。ランドリー9万kcal/h、給湯50万kcal/h、暖房60万kcal/hとなっており、60万kcal/hはエンジン4台フル運転の排熱量に相当します。唯エンジンからは常時熱が出ますので、中間期等熱負荷変動を吸収するため、給湯槽は大きい目にして、常時熱が取れる様な姿にして居るというのが、一つの特徴かと思えます。充分な資金もないまま大きい目の熱交と、今お話ししました様な工夫によって一切熱は捨てずに、反面エンジン冷却水は常に76°Cで還すと云う状態で、現在迄守って来ている訳でございます。

5. 効果について

自家発電熱併給設備というものはむずかしい理論でもなんでもなし、私共が十分取っ組

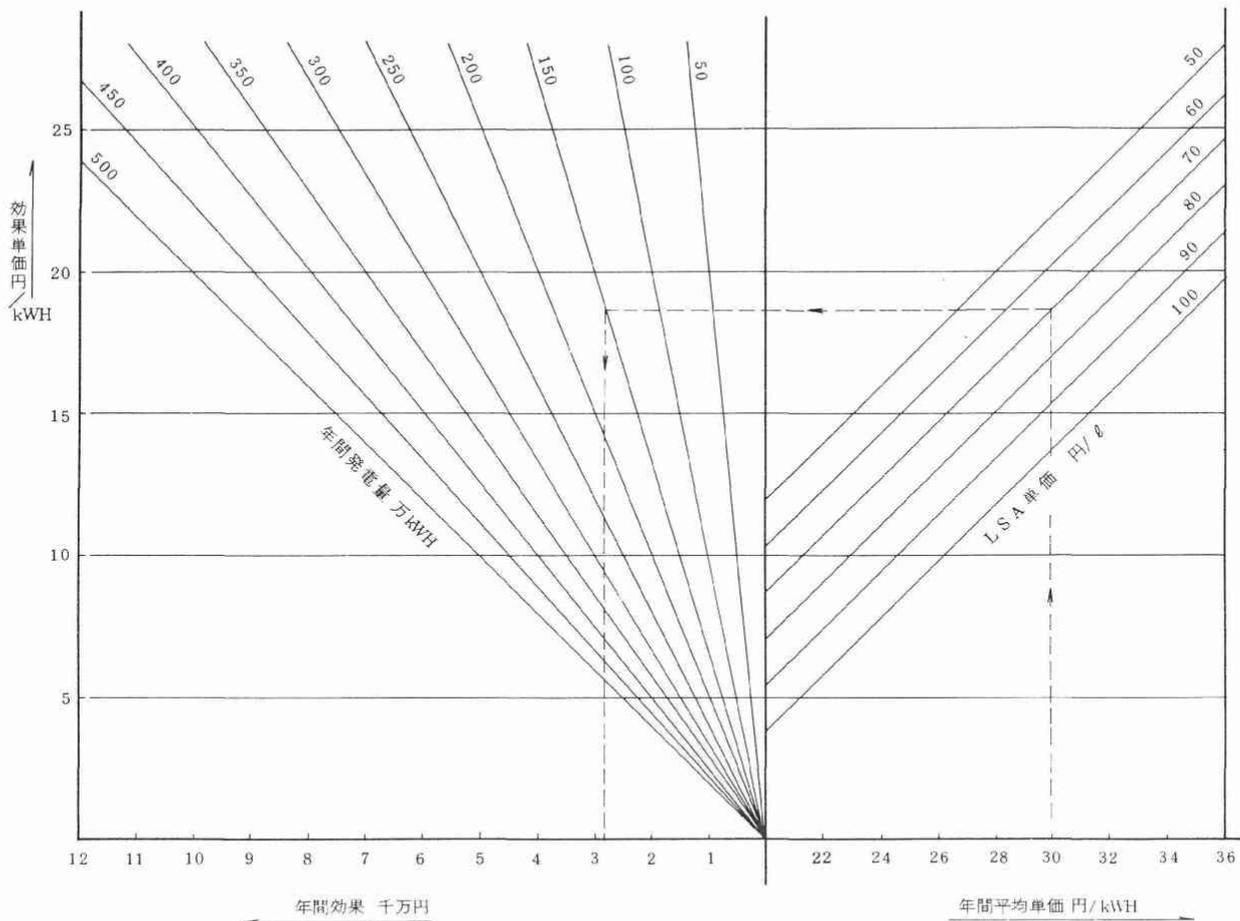


図 4 効果算出表

める性格のものだと思います。と云うのはどう云うことかと言いますと、発電機の燃費と云うものは最初機種を決めますとき、使用に応じた容量、その用途に応じた排熱とのバランスを決めることにより、自づから保証燃費が決り、5～10%のバラツキを考えてもほぼ見通しがつくわけで、これに対対象とする企業の現状把握から電力単価を出せば、発電設備を入れることによるメリットはいかがかと云うことが分かると共に、出て来る排熱と云うものは、これもいたって単純なものでございまして、量と熱があるだけでございまして、水量と熱でございまして、これを如何に段階的に、要するに温度の必要な順、量の必要な順、そしてエンジンを含めて全体のサークルがうまく結ばれるような順序に熱をとっていくことによりまして、熱はまるまる使えると云う様な結果になるわけでございまして。

図4を見て頂きます。排熱を全量使い切ったと云う前提におきまして、大体どれくらいの効果が出るのかと云うことを、うちの設備について参考迄に書かしていただきました。

この図では、排熱の評価はボイラーで行い、ボイラー効率82%、使用重油はL S A、すなわちロー・サルファのA重油で発熱量8,840 kcal/ℓとして計算して居ります。燃費につきましては、オープン以来の平均実績が0.3 ℓ/KWH弱でございまして、これを0.3 ℓ/KWHとし、例えば、70円/ℓであれば21円/KWHとなるわけです。有効利用排熱量は1,000kcal/KWHとして計算し、先にお話ししましたアローエースの2次冷却水の有効利用排熱は一切計算に入れて居りません。

例えば、現在30円/KWHの電力平均単価がありましたら、70円/ℓの油を使って、この

自家発電熱併給設備を運転し、年間150万KWHを発電した場合、2,700～2,800万円/年の効果となる訳です。そして、この他自家発電設備せず売電のみでやったと仮定した場合の3.のii) (15頁)でお話しした契約量アップに伴う単価アップが、現時点の売電使用量250万KWH/年にかかって、300～350万円/年となり、逆に申せばこれが効果に加算される訳で、合計3,000万円/年強となり、これが効果3,000万円/年と言われる元になっておるわけでございまして、なにかのご参考になれば幸いです。

6. む す び

今日は電力会社、ガス会社、それから設備業関係の権威者がずいぶん来ておられると思います。私共がこれをやりますについて、なにが一番大きな悩みであり、そしてそれをどうして乗り越えていったかと云うことが、一番聞いて頂き度いポイントではないかと思うわけでございまして。

当面、非常にリスクなことと思われるわけでございまして、企業としてこの際どうしてもやらなければならぬと云う信条をぶちまけて、大成建設の所長を初め皆さんを説得して、そしてその傘下にある各業者の方々に十分説明をした上で、契約の状態におきましては、全然計画の中に入っておらなかったこの設備を振り替えた訳でございまして。そのようなことをやりますについて、やはり一番大切なことは、金が伴うわけですが、金は全然最初の契約とは変らない金でやろうとした訳でございまして、ここに大きな悩みと共に生むための苦心があったわけでございまして。

この様な設備と云うものは、どうしても理想の姿を画きますし、そして机上プランをたてますと、非常に膨大な予算オーバーになるのではないかと考えるわけでございまして、そう云う面につきまして、是非お願いしておきたいことは、まず第一に実体を十分つかんで頂くことではないかと思ひます。その次にはなにかと言ひますと、やはりオーナーに充分納得願ひ、ポリシーを明確にして、担当者をして説得して自信を持たすこと、いふなれば人間関係を強固にして、そして元の管理状態を十分つかんでいただき、最小の費用で最高の効果をねらうため、衆知を結集して計画いただかなければ、どうしても費用が高くつくと言ふ様なことで、腰砕けになる例が多いのではないかと考へます。

この大体の目安は先程お話ししました2,700万円／年程度の効果とすれば、合理化設備と云うものは、2年～3年で単純計算でペイできるものだと考へて居ります。

皆さんの中にも最近QCをやつて居られる方がずいぶん多いのではないかと思ひます。

私自身35年にデミング実施賞を受賞致しまして、その当時からいまままでに何が頭の中に残り身についたかと申しますと、元の管理と云うことと、品質管理は人間関係であると言ふことであり、バラツキの中において何を見極めるかと云うことが大切であり、元の管理を忘れ、人間関係をおろそかにして、目標管理はあり得ないと思ひます。

皆さんも是非そういう意味におきまして、取組まれるときに一番基本になるデータというものをしっかりつかんでいただき、目標をたて、実施についてはオーナーを始め、淀みない人間関係を結び、全員参加の上、その先達として、建築設備一貫のまとめ役をやつていただきますれば、必ずや熱併給設備と云うものは、ことの大小を問わず、決してむずかしいものではないと思ひます。

特に、既設設備を改善する手段としては効果があると思ひます。といひますのは、豊橋ではまるまる新しく設備をやりましたので、最初から大きな苦しみをし、困難も多かったかと思ひますが、現在ある設備を改善して効果を上げるということになりますと、設備自体単純化し、元のデータも充分にあつて効果もつかみ易く、また、バックアップ設備のある中でこのことにならうかと思ひます。さきほど吉田先生がお話しになつたように、いわゆるC&Cと云ふような将来を画くときに、熱併給設備というものは今後しばらくになにかと皆さんのお仕事に必ずや入るのではないかと思ひます。そのときには、このような高いところで大神がこんなことを言つていたと云うことをひとつ耳にとめて頂いて、是非企業家の立場になつて、無駄のない設備をやつただけならば、必ず道は開けると云うことを申しあげて、私の話を終らせて頂きます。

(おおが まさゆき)

熱・電力供給システムの現状

〔報告 2〕

燃料電池でのケーススタディ

当研究所主任研究員 中村政則

はじめに

燃料電池は空気中の酸素と燃料中の水素を燃料にして化学的に電気を起こす装置で、電池（バッテリー）というよりはむしろ発電装置とイメージしたほうがわかりやすいかと思えます。普通の発電装置のように駆動部分が無いため、いわゆる騒音あるいは振動の発生がなく、更に排ガスあるいは媒塵等の公害物質の発生が少ないため環境安全性の面で優れています。そのほかにも、たとえばユニットがモジュール構造になっているため、増設が非常に容易であり、更に通常の発電装置に比べ発電効率が高く、総発電量基準で約42%の発電効率が期待されるなど、諸々の優れた特徴を有しています。このため最近では都市近郊の分散型発電装置のひとつとして注目されています。燃料電池は、主にアメリカで技術開発が進められ、ここ数年日本でも技術開発に着手してきたわけです。その内容は、たとえば工技院のムーンライト計画では、1,000KWの燃料電池を、現在、設計製作しており、61年度にはその実証試験をする予定ですし、またこれとは別に電力会社、あるいはガス業界でも独自に実証試験をやっているという状況です。

エネルギー総合工学研究所では、昭和55年度から現在まで燃料電池を使ったコジェネレーションの可能性検討を行ってきました。

まず昭和55年度では、ホテル、病院、スーパーマーケットあるいは温水プールといった業務用ビルに比較的小規模な燃料電池を設置し、オンサイト型の熱・併給発電運転を行った場合の適用可能性を検討しました。その結果、建物、用途によって差はあるものの、通常のエネルギーシステムつまり電力は電力会社から全量買電するシステムに比べて、年間の一次換算エネルギー消費量を10～30%程度節約でき、更にホテル、病院など電力需要に比べ熱需要が多い建物用途の場合には、経済的にも有意な結果を得ました。

引き続き56年度、57年度では、新宿あるいは千里といった集中熱供給地域を適用モデルとし、大規模燃料電池による広域熱併給発電の適用可能性を検討しました。

本報ではこの昭和56、57年度の研究成果の一部を報告いたします。

1. 燃料電池エネルギー・システムの概念

1.1 システムの基本概念

広域熱供給地域に大規模燃料電池を設置す

る場合の、全体システムの概念を図1にまとめました。

熱供給地域内の電力需要と熱需要、(冷暖房、給湯負荷)を賅う場合、従来のエネルギー供給システムですと、電力については送電系からの電力で全量賅いまた熱についても、ガスなり油なりを焚いて冷水あるいは温水を作り、これを地域に供給してきたわけです。これに代えて、燃料電池エネルギーシステムの場合には、熱供給地域の近傍に大規模燃料電池を設置し、この燃料電池が、地域の電力需要の全量あるいは一部を発電し地域に供給します。一方、熱需要に対しては燃料電池は、発電すると同時にほぼ同量の排熱が出るため、これを熱供給プラントに送り、そこで冷水あるいは温水に熱変換したのち地域へ供給します。

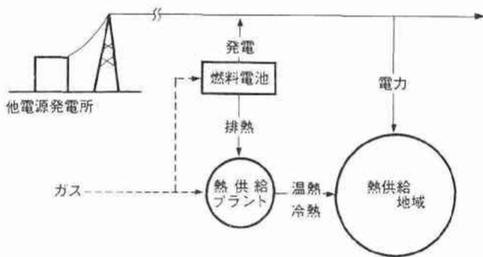


図1 システムの基本概念

1.2 燃料電池の運転特性

次にケーススタディに使った燃料電池の運転特性を図2に示します。

東京電力(株)五井火力発電所にある4.5MWの燃料電池、あるいはガス業界でフィールドテストを実施している40KWの燃料電池、あるいはムーンライト計画による実証機のモデル・性能等燃料電池のケーススタディ用特性として、どれを使うか検討した結果、今回のケーススタディでは適用対象が広域地域のため燃料電池容量も大規模になると考えられ

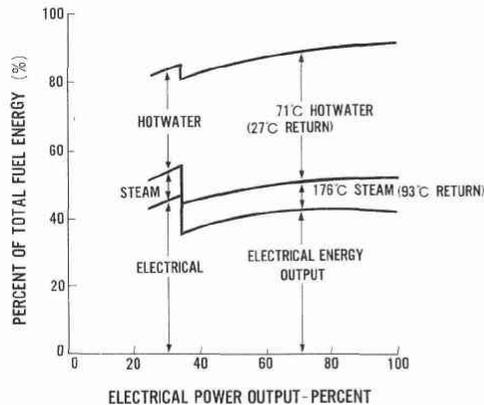


図2 燃料電池の負荷率と発電効率、総合効率の関係(高位発熱量基準)

たため、4.5MWの燃料電池の特性、を使いました。

図2は横軸が発電負荷率でゼロ%負荷から100%負荷までふっており、縦軸が効率です。発電効率は100%ロード時で約40%、それが40%ロードぐらいまで落ちてても、発電効率はそれほど低下しないという特性を有しています。発電と同時に発生する排熱は約176°Cの蒸気と約71°Cの温水で回収でき、熱量的には温水4に対して蒸気が1の比率です。電力だけを利用するのではなく、排熱も同時に利用することによって80%内外の熱効率が期待でき、エネルギーの有効利用が計れるのが同システムの特徴です。尚、燃料電池は25%以下の低負荷運転ができないため、計算上は運転台数制御をすることを前提としています。

1.3 燃料電池の運転パターン

燃料電池は電力と熱が同時に取り出せるため、その運転パターンについても、電力主体で運転させる、反対に熱主体で運転させる、あるいは、電力のベースロードに合わせて、定量発電するなど、いろいろな運転パターン

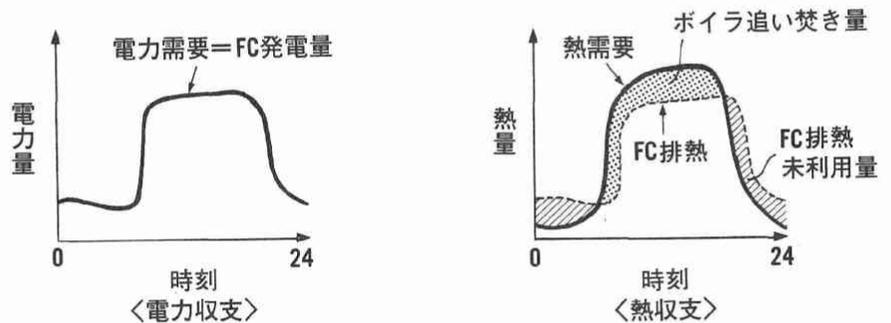
が考えられますが、本報ではそのうちの代表的な二例についてだけ結果を報告いたします。

図3に対象とした運転パターンの概念を示します。上図が電力需要追従運転、下図がベース電力供給運転です。また、各図とも左側が電力収支、右側が熱収支を示しています。電力需要追従運転は時々刻々変化する地域の電力需要に追従して燃料電池から発電させるという極めて単純な考え方で、この場合、燃料電池から出た排熱と実際に地域で必要としている熱需要とは量的、時間的に必ずしも一致せず、たとえば熱需要に比べ燃料電池からの

排熱が少ない場合には、ボイラ等で追い焚きをする必要があります、反対に熱需要に比べ排熱のほうが多い場合には余剰排熱を廃棄するか、あるいは蓄熱槽にためて、実際に負荷が発生したときにそれを使うといった考え方になるわけで、本ケーススタディでは、時々刻々熱需要と排熱量との大小関係を判定しながら熱収支を計算しました。

次に、ベース電力供給では時刻別電力需要の年間最低値（ボトム）に合わせて、燃料電池の装置容量を決定し、これを年間定量発電する考え方です。この場合、当然、地域内電

〈電力需要追従運転〉



〈ベース電力供給運転〉

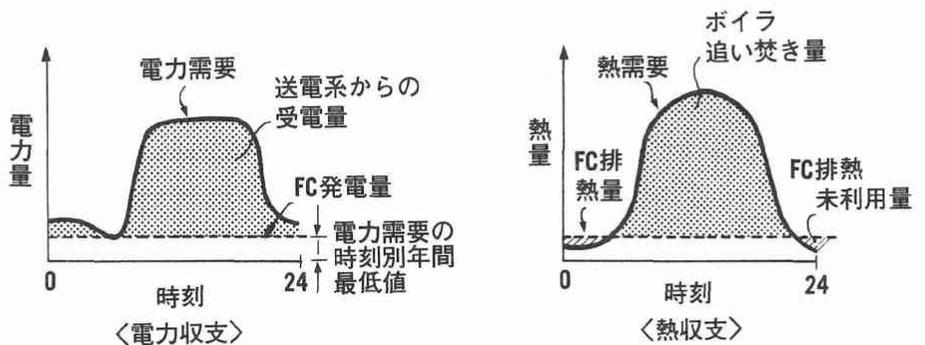


図3 燃料電池の運転パターン

力需要に対し、発電量は不足するため、その不足分は送電系統から受電します。熱の収支については、電力需要追従運転と全く同じで、排熱が足りない場合には追い焚き、余った場合には廃棄とします。

2. 適用効果の評価

前章で設定した条件のもとに燃料電池を運転した場合のシステムの省エネルギー性、経済性等適用効果の評価します。

2.1 省エネルギー性

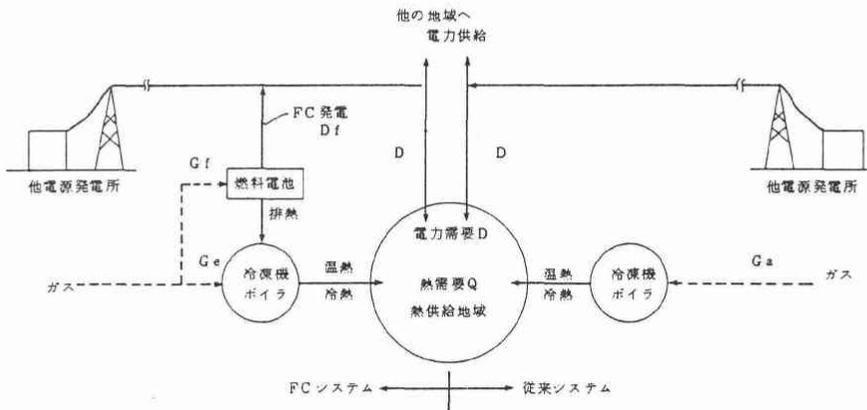
燃料電池エネルギーシステムのように極めて新しいエネルギーシステムの有効性を評価する場合には、従来のエネルギーシステムとの比較が肝要です。ここで云う従来エネルギー

・システムとは、先にも述べたように、電力は全量送電系からの受電で賄い、熱需要については全量追い焚きを行う、通常一般に採られているシステムです。

図4に従来エネルギー・システムと燃料電池エネルギーシステム(図中FCシステムと略称)のエネルギー・フローを示します。同図に従って、従来システム及び燃料電池システムにおける年間の一次換算エネルギー消費量を算出します。その結果は図5に示します。

図5は、左側から従来システム、ベース電力供給、電力需要追従における年間の一次換算エネルギー消費量比(従来システムを100とする)を示したものです。

従来システムの場合、地域内の電力あるいは熱需要を賄うために必要なエネルギーは、図にも示すように、送電系での発電燃料と追



熱供給地域の電力・熱需要を賄うに必要な1次換算エネルギー

1. ボイラ・冷凍機用ガス G_e
2. 燃料電池用ガス G_f
3. 他電源における発電燃料増加量
($D > D_f$ の場合)
($D - D_f$) / 0.351
4. 他電源における発電燃料減少量
($D < D_f$ の場合)
($D_f - D$) / 0.351

合計 FE

熱供給地域の電力・熱需要を賄うに必要な1次換算エネルギー

1. ボイラ・冷凍機用ガス G_a
2. 送電系からの電力 $D / 0.351$

合計 AE

$$\text{1次換算エネルギー消費量低減率} = \frac{AE - FE}{AE} \times 100(\%)$$

図4 FCシステム、従来システムのエネルギー消費フロー

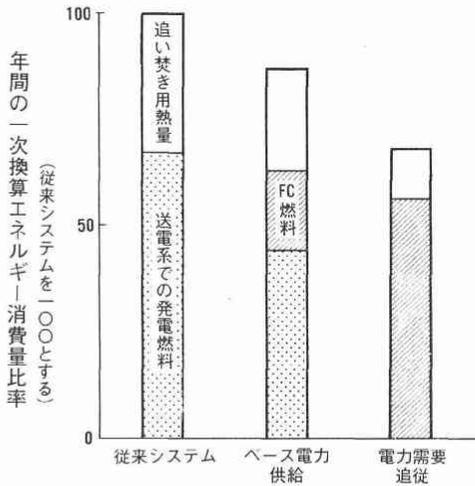


図5 燃料電池エネルギー・システムの省エネルギー効果

い焚き用熱量を合計したものです。次に、ベース電力供給の場合には、電力需要の一部を燃料電池からの発電で賄うため、送電系での発電燃料は多少減少する代わりに燃料電池の燃料がふえます。また燃料電池からの排熱を積極的に利用するため追い焚き用燃料が減少し、最終的には従来システムを100とした場合、ベース電力供給の場合には87、つまり13%エネルギー消費量の低減が図れます。一方、電力需要追従の場合には、送電系からの受電が全く無いため、送電系での発電燃料はゼロとなります。

さらに、燃料電池から出る排熱の量は、ベース電力に比べると非常に多いため、追い焚き用の熱量も従来システムの約3分の1まで低減し、最終的には従来システム100に対して、電力需要追従の場合には68となり、約30%のエネルギー低減が期待できる結果です。

燃料電池は低負荷時における効率低下が少く、更に本ケーススタディでは燃料電池の運転台数制御を前提としているため、年平均発

電効率は40~41%という結果となりました。これは送電系における発電効率35.1%に比べ、極めて高い数値であり、このことは燃料電池を発電専用機として使用しても従来の発電方式に比べ充分、省エネルギー効果が期待できることを意味しています。

2.2 経済性

燃料電池エネルギー・システムの実用化には省エネルギー性よりもむしろ経済性が課題となります。燃料電池は、電力と熱が両方発生するため、その経済性評価の手法は極めて複雑となります。このため、2~3の評価手法を検討しましたが、本報ではその中の代表的な例について、その考え方を図6に紹介します。

基本的には、地域内の電力と熱の需要を賄うために必要な年間の経費を電力系、熱系各々

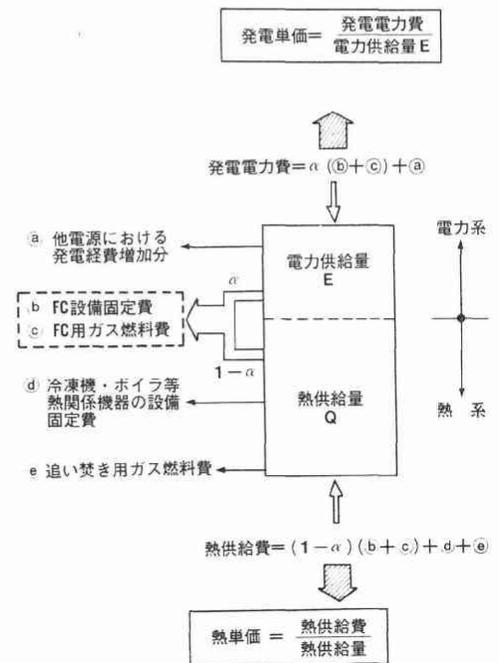


図6 発電単価・熱単価の算定法

について累計し、最終的には発電単価あるいは熱単価を算出することによって、これを現行の電力料金あるいは、熱料金と比較し、経済性を評価する考え方です。

そこで問題になるのが燃料電池と設備固定費及び燃料費等の共通経費の電力系、熱系への配分（コスト・アロケーション）です。

図2の燃料電池運転特性に示すように、燃料電池は電力と熱の熱換算出力がほぼ同量のため、共通経費を1対1で配分する考え方、あるいは極端な例で電力系に全額、負担させて熱系への配分はゼロという考え方もあります。一方、電力エネルギーは35.1%効率で発電したため、熱エネルギーに比べると潜在的には2.8 (1/0.351) 倍のポテンシャルを有しております。そこで、電力エネルギーに対しては、この2.8倍のポテンシャルを配慮し、電力と熱の出力が同量とした場合、下記に示すように約0.7という配分比率が得られます。

$$\alpha = \frac{\text{電気出力}}{\text{電気出力} + \text{熱出力}} = \frac{2.8}{2.8 + 1} = 0.74$$

つまり、共通経費の約70%を電力系で分担し、残り約30%を熱系で分担するという考え方です。この比率で配分した場合の経済性評価の結果を図7に示します。

図7は燃料電池の建設単価を横軸にとり、燃料ガス単価を5円、10円、15円/Mcalとした場合の発電単価を縦軸に示しました。

ムーンライト計画における燃料電池の建設単価目標値はKW当り20万円程度にしております。更に、現在電力会社から購入する電力の料金は基本料金も含めた総合単価で業務用電力の場合で、約30円/KWHです。このような条件内で経済性が成立しないケースは、図7からも解るようにガス単価15円/Mcalで、

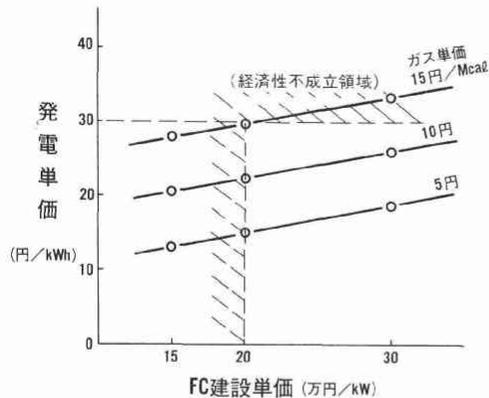


図7 FC単価・ガス単価と発電単価の関係

しかも、燃料電池単価20万円/KWの場合だけであって、他の全ケースでは経済的に有意な結果が得られました。また、経済性に大きく影響を与える要因として、特に燃料電池単価と燃料単価を採り上げ、その影響度合をみると、図7からも解るように燃料電池単価よりもむしろ燃料となるガス単価に大きく影響される傾向にあります。このことから燃料電池の実用化のためには燃料電池のコストダウンと同時に安価な燃料の確保も重要な問題になることが分かります。

まとめ

大規模燃料電池による広域熱供給発電の可能性について簡単に紹介しました。結論としては燃料電池エネルギー・システムは従来エネルギー・システムに比べ年間の1次換算エネルギー消費量を10~30%節約できるなどエネルギー有効利用の面で極めて優れたエネルギー・システムであります。また実用化に際し、問題となる経済性についても燃料電池の建設単価がムーンライト計画の目標どおり20万円/kW以下となり、更に燃料となるガス

単価が15円/Mcal以下であれば、経済的にもほぼ成立し得るという結果を得ました。

本報では燃料電池だけを対象に、その可能性を検討したわけですが、例えば広域熱併給発電を行う場合には、燃料電池に限らずガスタービン、またオンサイト型の熱併給発電を行う場合でも、ディーゼル発電、ガスエンジン発電等の競合システムが実在するわけです。

今後は、これら競合発電システムとも充分、競争し得るよう、効率向上、コストダウン等の技術開発が進められると共に、環境保全性良、立地制約小、増設容易、工期短期等、燃料電池のもつ優れた特長を生じた需要の開拓が進められるよう望む次第です。（なかむらまさのり）

熱・電力併給システムの現状

〔報告 3〕

発電用小型エンジン

神鋼造機株式会社 プロジェクト本部 金子 隆

はじめに

オイルショック後のエネルギー費の昂騰は、業務及び民生部門に省エネルギーの思想を定着させ、省エネルギー設備投資を常識化させてきました。

エネルギー資源の大半を海外に依存している我が国におきまして、エネルギーコストダウンの方策として、エネルギー効率の改善に様々な研究が行なわれ、新技術の開発に力を入れてきました。

エネルギーの供給、処理システムにおいて、エネルギー供給側では前述のように省エネルギー手法があり、エネルギー資源の効率的利用とともに、全体的な効率を高めるトータルエネルギーシステムがあります。

その具体的な例として、内燃機関によって発電機を駆動し、照明、動力に電力を供給すると同時に、発電設備から熱回収を行い、暖房・給湯などの加熱源とするほか、夏季にはこの加熱源（熱媒）によって吸収冷凍機を運転し、冷房をします。

トータルエネルギーシステムは、上記の様に内燃機関の駆動力を電気に変換し、併せて熱を供給する Co-generation System（熱・電力併給システム、以下コジェネと略す）の

方式と、内燃機関と圧縮機を直結し、冷暖房を行うエンジン駆動ヒートポンプ方式があるが、ここではコジェネについて重点的に紹介させていただきます。

さきほどお話しが出ましたホリディ・イン豊橋はディーゼルエンジンを用いたコジェネシステムで、56年7月オープン以来3年間順調に稼動しています。

ガスエンジンでは、東邦ガス（側）殿経由で邦和スポーツランドに冬はスケートの製氷及び暖房、夏は流水プールに温水を供給し、各体育施設には冷房を行い、この設備も3年間1万時間以上の運転実績を出しています。

また、下水処理場から発生する污泥消化ガス発電設備、発電と回収した温水熱源で消化タンクを加熱する装置を、北九州市新町下水場で成功させています。

その他にプロパン、ブタン、石炭ガス等ガス燃料エネルギーも多様になってきましたが、これに対応したガスエンジンを提供させて頂いています。

多種燃料の利用の外、エンジンの低燃費化と同時に組合せる発電機の効率の良いものの選択、減速機、トルクコンバータの効率の向上等を考慮しています。

1. 原動機の種類

本日与えられた題名は「発電用小型エンジン」であります。

小型とは何馬力以下を指すのか、使用する物差しによって異なりますが、電力会社が電力供給に用いる事業用等の大形火力発電所に使用する内燃機関に比べ、一般に自家発電設備として設置されている民生用のものを「発電用小型エンジン」として定義づけ、一応3,000PS以下位の出力を上限と考えてお話をさせて頂きます。

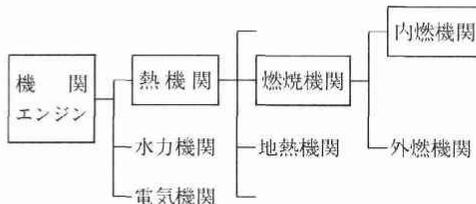
自家発電設備に用いられる原動機についての分類方法は、いろいろのご意見がありますが、皆様には（社団法人）日本内燃力発電設備協会が発行している「自家用発電設備専門技術者テキスト」に載っている分類を紹介します。（図1参照）

学問的に興味をお持ちの方は、次ぎの本をお読み頂いただければ幸いです。

最近技術に関する書物は非常に高価で、書店で欲しい本を見付けても値段を見て躊躇するのは私だけではないと思います。

岩波新書「エンジンの話」、熊谷清一郎著で、「エンジンって何んですか」という質問から始まっています。

日本語として定着した「エンジン」は原義と異なり「内燃機関」を意味する言葉として誤って使用されています。



この本では上記のようにエンジン、すなわち機関と内燃機関との関係が、曾祖と曾孫との間柄の距離があるむね説明されています。

多分私は初版（1981年5月）を買ったので360円と記憶していますが、ポケット版のためどこでも読める本で、これからコジェネをやろうとお考えの方はぜひ読んで下さい。

「エンジン」とはドイツ語で「アルバイト」働くという意味です。このような書き出してエンジンとは何んだという発想から原動機を説明していて、自然に専門分野まで引張り込まれてしまいます。

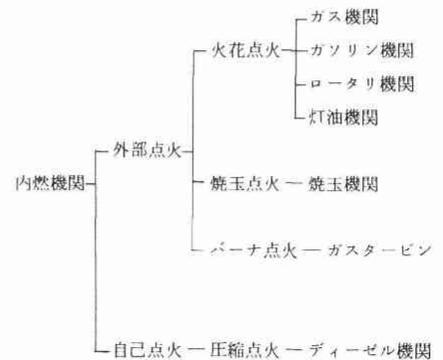
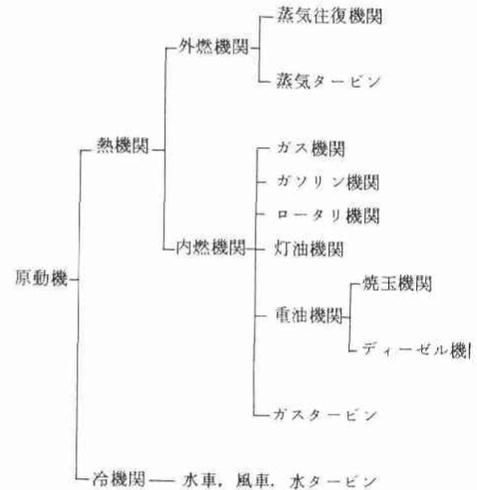


図1 原動機の種類

2. 内燃機関の作動原理

コージェネシステムに用いられる原動機はディーゼル機関、ガスエンジン、ガスタービンが主ですが、稀にはガソリン機関も使用されます。

2.1 着火原理

ドイツ人のルドルフ・ディーゼル博士が、1898年に空気を圧縮して高温状態としたシリンダ内に燃料を吹き込むと、燃料は着火し、爆発し動力を得られることを発見し、約10年後に20馬力の実用機を完成させました。

この方式を圧縮着火（または点火）方式といい、ディーゼル機関の特長であります。

同じ往復内燃機関でもガソリン機関は、ディーゼル機関の圧縮点火方式とは異なり、吸入行程において吸気管に設けられた気化器により吸入空気の流速を利用して気化されたガソリンと吸入空気との混合気（燃料空気）をシリンダー内に吸入し、圧縮行程で燃焼室内に圧縮された混合気を点火栓によって火花を飛ばせて燃焼させる火花点火機関です。

2.2 4サイクル機関と2サイクル機関

往復内燃機関には、4サイクルと2サイクルの2種類の動作方式があります。

それぞれ4サイクル機関、2サイクル機関と呼ばれています。

これらの機関の運転には、吸入、圧縮、膨脹、排気の4つの動作を繰り返し行いますが、このような繰り返し動作をサイクル（循環）といい、この動作を一通り行うことを1サイクルを行うといいます。

ピストンが最上位（トップ）から最下位

（ボトム）に、また最下位から最上位に動く距離または運動を1行程といいます。

したがって、機関が一回転すると2行程（ストローク）、2回転すると4行程したことになります。

4サイクル機関は、1サイクルの動作をピストンが4行程動く間（すなわち、クランク軸が2回転する間）に行うものをいい、2サイクル機関は、ピストンが2行程動く間（クランク軸が1回転する間）に1サイクルの動作を行うものをいいます。

2.3 理論サイクル線図

往復内燃機関の作動流体を理想ガスと仮定し、ピストンの行程容積とガスの圧力の関係を1サイクル分だけ取り出し、その形態によって分類すると、下記の3つの理論サイクルがあります。

1) 等容サイクルまたはオットーサイクル
実際の機関としては、火花点火機関に近い。

2) 等圧・サイクル

現在実用化されている機関では該当機関はありません。

3) 複合サイクルまたはサバテサイクル
実際の機関としては、圧縮点火機関です。

これら3つのサイクルを縦軸に圧力(P) 横軸に容積(V)で示すと、図2の理論サイクル線図が得られます。

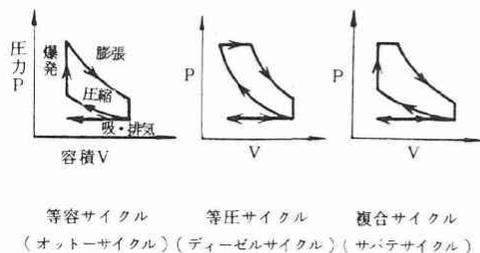


図2 理論サイクル線図

2.4 実際のサイクル線図

図3は、実際の4サイクル・ディーゼル機関の吸気、圧縮、膨脹、排気の行程でのガスの圧力変化とピストンの行程容積との関係を示したもので、P-V線図またはピストン行程圧力線図とも言われています。

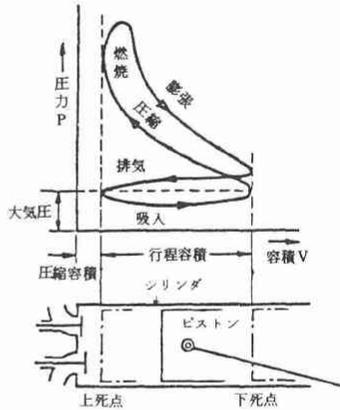


図3 サイクル線図

2.5 4サイクル機関の作動原理

図4は、ディーゼル機関を主とした4サイクル機関の作動原理を示したものです。

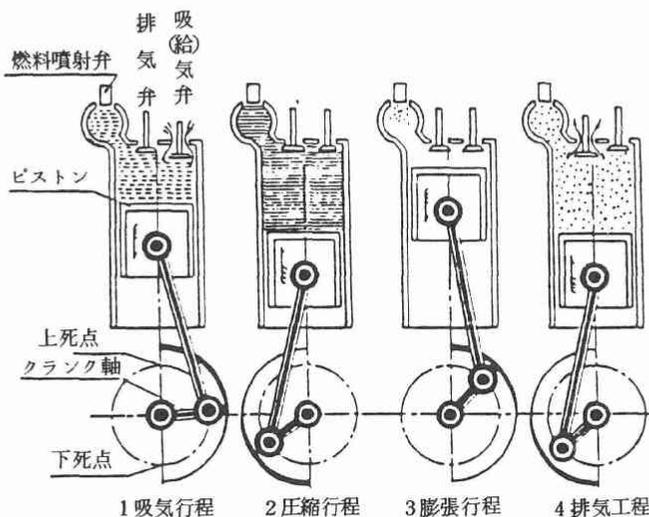


図4 4サイクル・ディーゼル機関の作動原理

1) 吸気行程

ピストンが上死点から下死点へ運動するとき、シリンダ内の圧力は、大気圧より低くなり吸気口を通じ、空気をシリンダ内に吸込み、ピストンが下死点を過ぎるまでこの状態を続けます。この作動を吸気行程といいます。

2) 圧縮行程

次にピストンは、上死点に向って運動を続けます、この際吸、排気弁は閉じられてシリンダ内の空気は圧縮たれます。

ディーゼル機関では、圧縮比は大体11~22ですから、上死点では圧力は30~45kg/cm²に上昇し、温度も450℃~600℃位になり、上死点前で燃料噴射弁によってシリンダ内に燃料を噴射すると、爆発的に燃焼を起します。燃料は200℃位で自然着火し、この温度では簡単に着火し燃焼をはじめます。

3) 膨脹行程

燃料の爆発燃焼により、燃焼室内圧力は急激に上昇して、無過給機関でも50~60kg/cm²、過給機関では80~130kg/cm²にもなり、ピストンを下死点に向って押しつづけます。続いて吹き込む燃料によって燃焼は続けますが、ピストンが下向して空間が広がるので、圧力は50~80kg/cm²を保たれ、燃料の噴射が終了とガスの膨脹により、ピストンを押し下げながら圧力も降下して行き、下死点附近までピストンを動かし、クランク軸が回転して機関は動力を得ることが出来ます。

これを膨脹行程または有効行程といいます。

4) 排気行程

下死点附近で排気弁が開き、膨脹ガスは外部に逃げ去り、ピストンが下死点から上死点に向う間にシリンダ内の残留ガスも外部に排出され、ピストンは上死点に到達します。この行程を排気行程といいます。

2.6 ガスタービン

ガスタービンは、空気を圧縮し、これを加熱し生じた高温、高圧ガスでタービンを回すもので、タービン出力と圧縮機駆動用動力との差が有効出力となり軸出力として取り出されます。

図5と図6を見ると、ガスタービンの大きな特長は、往復機関の吸気、圧縮、膨脹、排気の各過程をそれぞれ独立した機器で行なっていることで、図のように主要構成要素である圧縮機、燃焼器、タービンのほか、再生器、中間冷却器、再熱器などが用いられることがあります。

動作によりガスタービンを分類すると、開放サイクルと密閉サイクルの2方式があり、図7にこれを示します。

現在、最も広く使用されているのは構造が最も簡単で軽量、小型化が出来る単純開放サイクル方式であり、大形のもので熱効率の優れた密閉サイクル式のものもありますが、構造が複雑となるため、現在はまだほんの一部

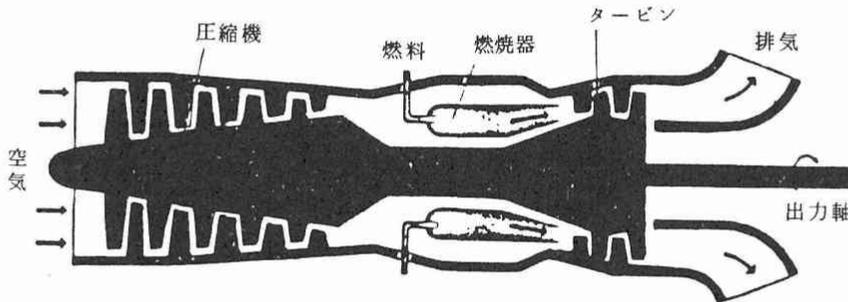


図5 ガスタービン

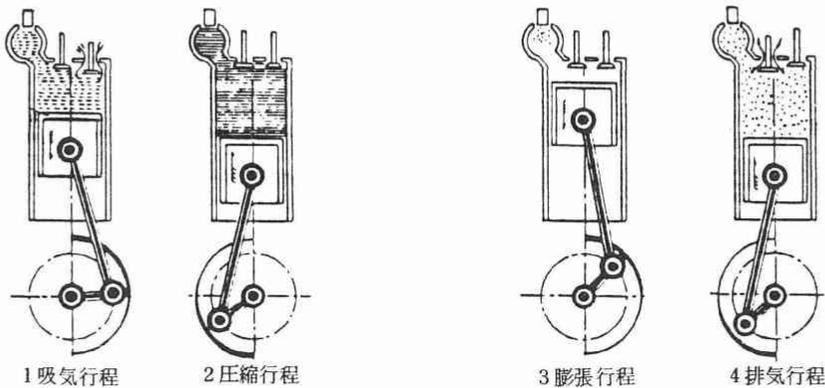


図6 ガスタービンの作動図(往復内燃機関の行程と対比)

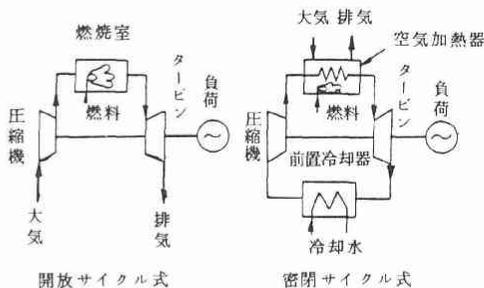


図7 単純サイクルガスタービン

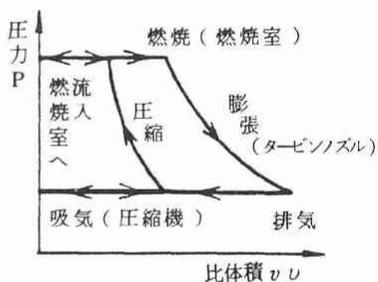


図8 ガスタービンの理論サイクル線図

でしか使われていません。

往復内燃機関と同様、燃焼方式により分類すると次の2方式があります。

- 1) 連続等圧燃焼サイクル
- 2) 間欠等容燃焼サイクル

現在実用化されているガスタービンは、全て連続等圧燃焼サイクルです。

2.7 各機関の比較

作動原理の違いを簡単に説明しましたが、他に使用燃料油の問題、燃料消費率、吸入空気温度による出力制限、燃焼用空気量、換気問題、環境問題（騒音、振動、エミッション等）、始動性能、負荷投入、メンテナンス等、各々その特長を利用して各機関の選定、システムの工夫を考えるべきでありま

す。

3. コージェネレーションの概念

3.1 従来システムとコージェネレーションシステム

ディーゼルエンジン、ガスエンジン、ガスタービンなどの原動機による発電と原動機より出る排熱を回収して同時に利用しようとするものです。

排熱は { 冷暖房などの空調に
給湯用のお湯に
生産用の蒸気に
乾燥、保温の温風に

利用され、エネルギー利用の効率を上げ、エネルギーコストを下げます。

従来の発電装置のみではエネルギー利用効率は30～35%であったものが、排熱を回収、利用することにより75～80%と高効率になります。

同じ石油タンカーで運搬されてきた石油は図9の上の図のように、電力会社によって発電され、末端の電力を使用する時は30～35%が有効電力になるにすぎません。

一方、同図の下の図のようにコージェネシステムとして発電すると、電力として30～38%、排熱を回収し給湯や吸収冷温水機と組合せるとさらに30～38%が有効エネルギーとなり、80%前後の回収率となります。すなわち、一次エネルギーからの有効エネルギーへの変換は、後者の方が2倍以上の高い利用方法となります。

このコージェネシステムは、1バレルの石油を、2バレル相当に利用価値を上げてくれます。

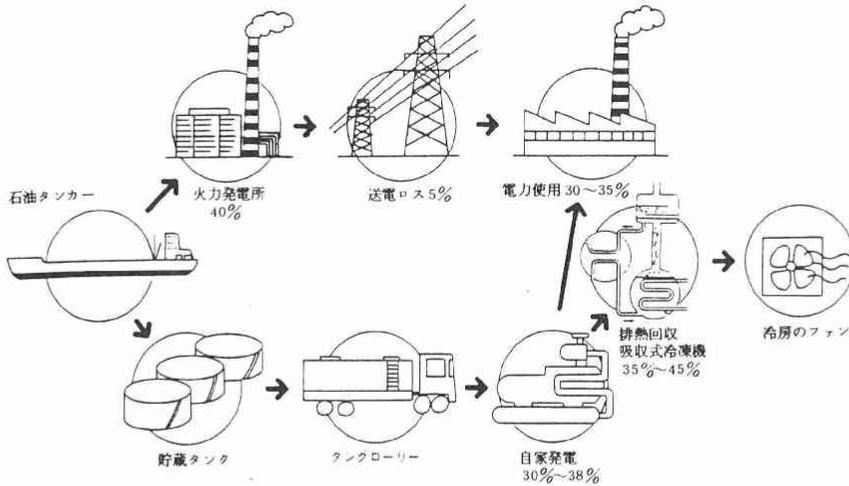


図 9 商用電力とコジェネレーション

3.2 コジェネレーションの組合せ

図10はコジェネの4つの概念を示したものです。

第一の概念は、原動機にガスタービンを用いまして発電機を駆動し、電力を利用すると共に排気ガスを直接乾燥プロセスに使用するものです。その効率は極めて高く、95%にも

達することが出来ます。

第2の概念は、排気ガスを廃熱ボイラに組合せ蒸気を発生させます。

ガスタービンを用いた場合、この方式が最も一般の形態でして、発生した蒸気をプロセスの加熱に使用します。

第3の概念は、発生した蒸気を吸収式冷温水機に組合せて冷房及び暖房、給湯等に用います。

水機に組合せて冷房及び暖房、給湯等に用います。

第4の概念は、第3の変形で排気ガスを直燃式吸収冷凍機に入れ、ボイラなしで冷水や、温水を発生させます。

以上ガスタービンを用いて発電機を駆動した場合を説明しましたが、直接機械を駆動（コンプレッサー、水ポンプ等）した場合、発電機、電動機が省略

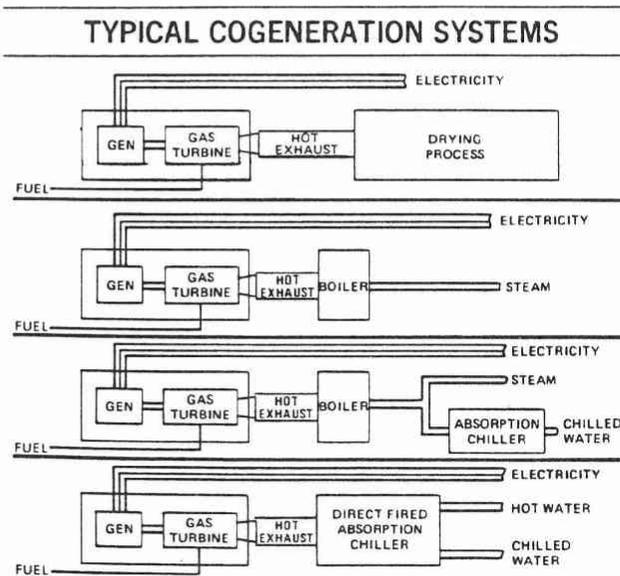


図 10 コジェネレーションシステムの概念

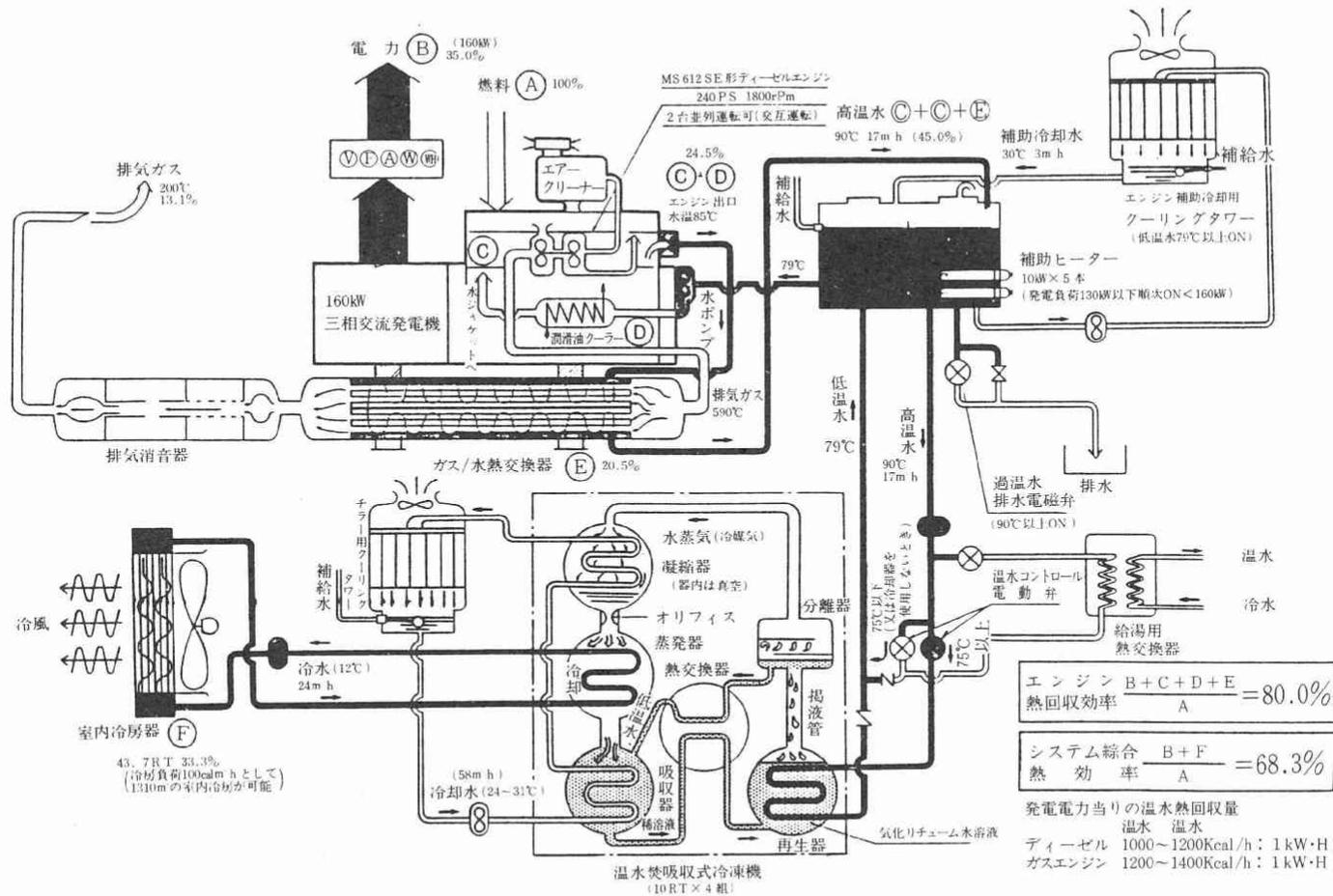


図 11 MS612SE 160kW コージェネシステム系統図

され設備費が極端に縮小されます。

図11は、ホリディ・イン豊橋に設置したコジェネシステムの系統図です。

ディーゼル機関を用いたコジェネシステムで、200KVA、160KWの発電装置4台が設置されています。最大負荷時3台が稼働し、夜間の負荷の少ない時は1台で運転されます。

図11を説明しますと、温水タンクは二つに分かれ低温水から機関の水ポンプに送られ、潤滑油クーラーで潤滑油の熱を回収し、機関内部のシリンダライナー、シリンダヘッドから熱を回収し、機関下部にありますガス/水熱交換器で排気ガスの熱も回収して高温水タン

クに戻ります。

高温水タンクより90℃位の高温になった冷却水（熱媒）を吸収冷凍機に送り込みます。こゝで熱を与える仕事をして低温水となって低温水槽に戻ります。冷房のいない時は給湯用熱交換器にによってホテルの給湯、温水プール等に利用されます。

図12は、熱交換器の上にディーゼル発電装置をのせたコジェネモジュールです。MAN社が開発したシステムで、ディーゼル、ガスインジンを含めて300台位の実績を有しています。このモジュールはコジェネ装置をコンパクトにまとめ、据付面積を極端に縮小することが出来、MAN社コジェネモジュールの

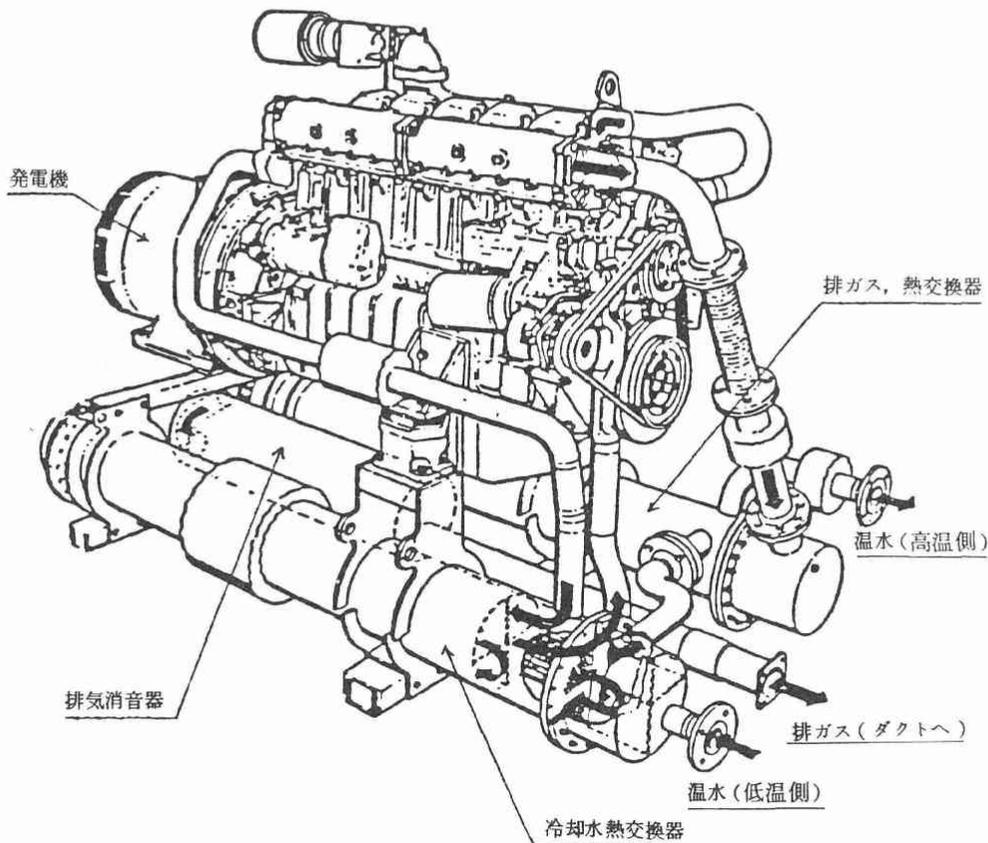


図 12 コジェネモジュール

トレードマークとなっています。

3.3 ヒートバランス

次に、燃料の総エネルギーが、どのような熱の配分になるかを説明します。

原動機が消費した燃料の総熱量と、その内有効な仕事に交換された熱量の比を熱効率と言います。

原動機の種類によって熱効率は大きく異なります。原動機が消費した燃料の全熱量は、軸出力以外に冷却水、潤滑油、排気ガスによって排出され、また、原動機の本体表面から空气中に放熱されます。これらの熱の収支を%で表わしたものを、ヒートバランス（熱勘定）と呼んでいます。

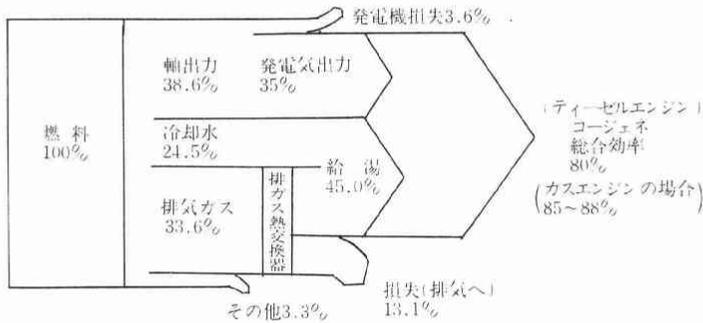
図13にガス・ディーゼル機関及びガスター

ビンのヒートバランスを示します。ディーゼル機関では、軸出力、冷却水、潤滑油、排気ガスに配分されますが、ガスタービンでは軸出力の割合も少なく（熱効率が低い）、排気ガスに出る熱量が多くなります。

ガスタービンについて、すこし詳細に説明することにしませう。何故ならば皆様にとって、ガスタービンは馴染みの薄い機関であるからです。当社産業用ガスタービンIE831-800を例にとって説明いたします。

図14は、天然ガスを燃料とした場合のヒートバランスです。ガスタービンは、出力部（パワーセクション）と減速機、始動電動機、燃料制御装置、潤滑油装置等の付属装置の3つの部分から成り立っています。発電機と組み合わせると図14にあるように、発電に20.9%、排

1) ガス・ディーゼルエンジンとのコージェネ（発電と給油の組合せ）



2) ガスタービンとのコージェネ（発電と給水加熱の組合せ）

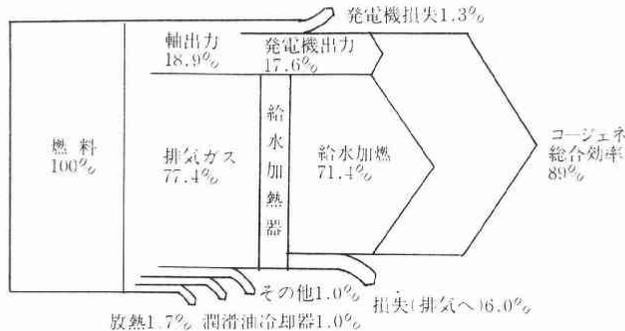


図 13 コージェネのヒートバランス

HEAT BALANCE

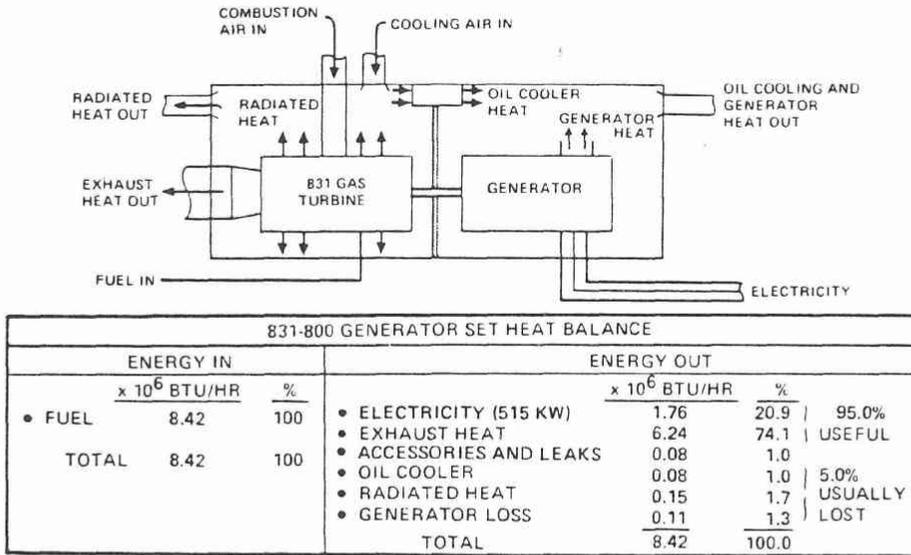


図 14 ガスタービンのヒートバランス

気ガスに74.1%，その他の損失が5%あります。ガスタービンを組合せてコージェネを行う場合，図10にありましたように排気ガスからの熱の回収を上手に行うシステムを考えるべきでしょう。

3.4 排熱の利用

次に，熱の利用について述べますと，できるかぎり高い熱を利用した方が効率は良くなります。

与えられた燃料を燃焼させ高い温度で軸出力に変えます。これは1,000℃以上の温度で使用されます。図15は冷凍機熱源の温度と冷凍機の種類を図に示したものです。出来るだけ高い熱源を使う冷凍機の方が，成績係数が高くなります。

50℃以下の熱は，給湯，ヒートポンプの熱源等に利用しますが，この程度の温度になると，工場等ではせっかく回収しても利用出来

ないことがあります。

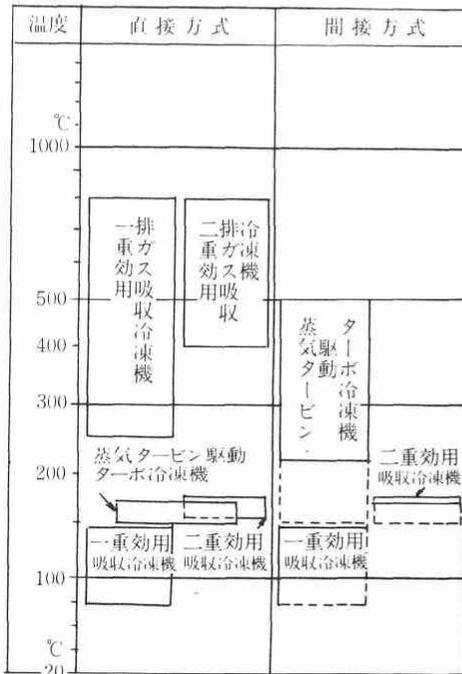


図 15 冷凍機の熱源

4. コージェネレーション・システムの計画

4.1 成立の条件

コージェネシステムの採用には、現在のところ次のような各種の条件が適合しないとその成立がむずかしいと思われます。

(1) 建物、業種別

昼夜連続電気と熱を使う所がよい。

(2) 電力事情

商用電力が得がたい離島、山間部、または電力の増量がむずかしい所、電力引込負担金が高額な場所等。あるいは、電力消費が季節的に大きな変動する場合等も考えられる。

(3) 熱利用の背景

工場の場合、電力はほしいが回収した熱の利用場所がない場合は不適、ホテル、病院、レジャー施設が良い。

(4) エネルギーの選択

エネルギーコストが安価なことは勿論ですが、長期安定して供給される燃料を選ぶことが肝要。例えば、表1を見ると都市ガスは高く見えますが、安定供給され価格の変動が少なく安心して使用が出来ます。また、夏季の冷房料金を上手に使う等、エネ

ルギーの料金体系、季節変動等を予め調査を行う必要があります。さらに、一つのエネルギーソースに片寄らず、数種の組合せも検討すべきでしょう。

(5) 経済性

設備費を安く計画するのは当然ですが、設置後のメンテナンス、耐久性等も考えて、実績のあるものを選ぶ必要があります。

(6) エネルギーの消費量

燃料消費量の少ないもの、潤滑油の消費量の少ない機関を選ぶべきでしょう。燃料費＝ランニングコストと考えて下さい。

(7) 負荷パターン

電力、熱の負荷パターンは、年間を通じての変動、一日の動き等よく事前に調査すべきでしょう。両者のパターンは必ずズレがあります。貯湯槽の計画とか、発電機の容量、台数決定に一番重要なキーを握っています。

(8) システム

信頼性のある機器を選ぶべきでしょう。但し、機器を単に連結しコージェネでございませとは云えません。機器相互のソフト、負荷側のコントロール等を充分調査して、これ等をうまくマッチングさせて始めてシステムとなります。ソフト面を充分熟知し

表1 エネルギーコストの比較(58年12月)(日石レビュー26-1)

	小 売 価 格	単価(1000 kcal当り)	比 較	参考(48年)
灯 油	1,565円/18ℓ	9.8 円	1.0	1.0
都市ガス	176円/m ³	16.0 円	1.6	2.5
電 気	28円/kWh	32.1 円	3.3	6.0
A 重油	(64~70円/ℓ)	(6.9~7.6 円)	0.8	0.5

表2 シンコーコージェネレーション・ヒートポンプモジュール標準仕様

1. ガスエンジン—コージェネレーションモジュール（発電—温水回収）

モジュール 型式	ガスの 種類	周波数 Hz	発電出力 kW	熱出力 (回収熱量) ×10 ³ kcal/h (kW)	給湯量 (20℃→85℃) m ³ /h	ガス 消費量 Nm ³ /h	寸法			
							長さ×巾×高さ mm	重量 (乾燥) kg		
G100	13A (12A)	60	100	130(151)	2.0	27(32)	2550×1100×1650	2400		
		50	86	112(130)	1.7	23(28)				
G100-1	6C (6B)	60	90	140(163)	2.2	63(57)				
		50	86	133(155)	2.0	60(55)				
G180	13A (12A)	60	180	234(272)	3.6	49(57)			2900×1300×1650	3200
		50	150	195(227)	3.0	41(48)				
G180-1	6C (6B)	60	160	250(291)	3.8	112(110)				
		50	150	233(271)	3.6	105(95)				

注 ガスのLHV：13A=9930, 12A=8500, 6C=4060, 6B=4500 (kcal/Nm³)

2. ガスエンジン—ヒートポンプモジュール

モジュール 型式	ガスの 種類	熱源の 種類	冷暖時能力			暖房時能力			ガス消費量 冷/暖 Nm ³ /h	寸法 (長さ×巾×高さ) (重量) kg	構成の姿	冷凍 の 免 状
			入 力 kW	冷房 USRT	給湯 ×10 ³ kcal/h	入 力 ×10 ³ kW	暖房 kcal/h	給湯 ×10 ³ kcal/h				
S100HP-GW	13A	水	101	99	117	110	371	130	24/27(28/32)	4500×2300×3050 (12200)	一体, ユニット	—
S100HP-G			(12A)			空気	94	105	255	124	24/26(28/30)	4500×3300×3000 (1400)
S200HP-GW	13A	水	210	191	223	200	728	234	47/49(55/57)	4600×3600×3100 (15000)	水, 分	2種, 2名
S200HP-G			(12A)			空気	202	194	523	225	47/48(55/56)	4600×3400×3100 (14400)

水：水熱交, 空：空気熱交, 分：分離形

3. ガスタービン—コージェネレーションモジュール（発電—蒸気・温水回収）

モジュール 型式	ガスの 種類	周波数 Hz	発電出力 kW	熱出力 (回収熱量) ×10 ³ kcal/h (kW)	蒸気回収 (6kg/cm ² G) kg/h	温水回収 (20℃→90℃) m ³ /h	ガス 消費量 Nm ³ /h	寸法 重量
GX 625	13A (12A)	60/50	400 (外気30℃)	1120 (1300)	1375	5.0	185 (216)	寸法：別記 装置6000kg ボイラー10900kg
GX 1500	13A (12A)	60/50	1150 (外気30℃)	5200 (6047)	6380	14.5	730 (853)	別記

電力パターンの調査

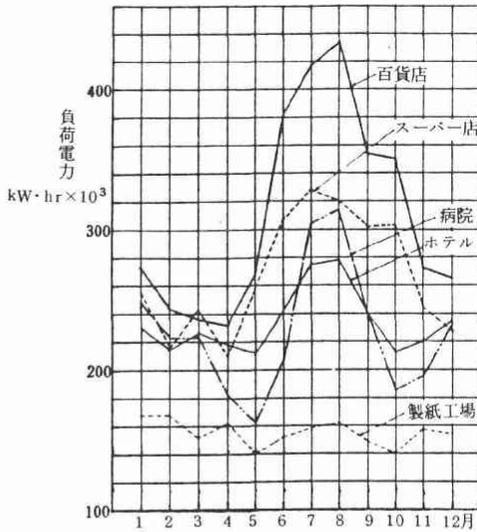


図16 月別負荷電力(本邦各業種)のパターン一例

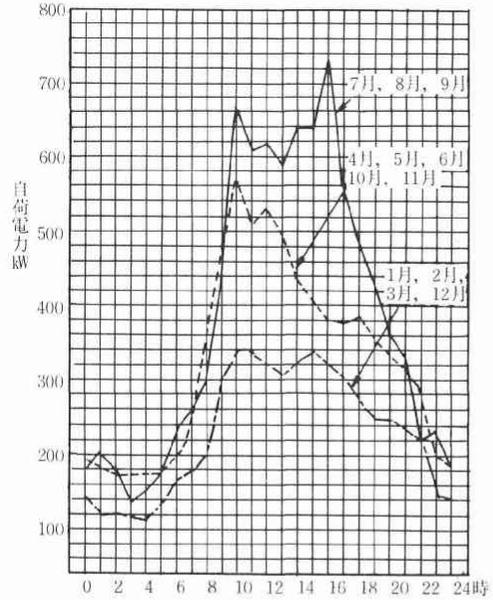


図17 病院での1日当り消費電力サイクル一例

ている専門コンサルタントの意見を利用すべきでしょう。

(9) 保守管理

保守管理が簡単で、ノーメンテナンスの機器の選択が理想です。現在では、種々のセンサーが開発され、自動記録計、マイコンの組合せで予防保全システムはかなり高度になってきました。計画には予算があり、許される範囲内でまとめる必要があります。また、自家発電設備には電気主任技術者、ボイラータービン主任技術者等が必要になってきます。これらの技術者の専任が出来るかどうか調査すべきでしょう。

(10) 公害問題

振動、騒音、大気汚染等法的規制、地方条例、地域事情等に充分留意して行う必要があります。

4.2 環境対策

設備の新、増設にさいして、最近では環境対策に充分配慮する必要がありますので、大気汚染問題を中心に環境対策についてお話ししたいと思います。

(a) ガスエンジン

無過給ガスエンジンを天然ガスを主原料とする都市ガス(13A)で運転すると、3,000ppm以上のNOxが排出されます。最近のガスエンジンは一昔前のガスエンジンに比べ、圧縮比を上げ、燃料消費を低い所にもってきています。NOxは、高温燃焼時に空気中の窒素(N₂)と酸素(O₂)が反応して生じたもので、燃焼最高温度が高く、しかも酸素が十分存在するときに、高濃度のNOxが生じます。また、通常の燃焼ではNOxと熱効率(燃料消費率)とは逆の関係になり、前述のように熱効率の良い条件ではNOxは高い値を示します。

ガソリンエンジンに吸入されたガス燃料と空気とは、燃焼室内で均一な混合気を作りますが、空燃比（混合気中の空気と燃料の重量比）が理論的に定まり、この理論空燃比より低い空燃比では、燃料が過剰（リッチ）で、酸素不足による不完全燃焼のためCOやHCが生じます。その逆に理論空燃比より大きい空燃比では、燃料に対し酸素過剰（リーン）になり、COやHCが極めて少なくなります。

ガソリンエンジンの排出ガスの低減対策としては、空燃比と点火時期の制御を基本に、排気ガス再循環（EGR）や特殊燃焼方式を組合せます。以上によって十分要求品質に達しない場合には、燃焼室から排出されたガスになんらかの後処理を行います。

その方法としては、触媒コンバーター、サーマルリアクター、アフターバーナー等が行なわれます。その代表的な方法の一つとして、三元触媒方式が主に使われています。これは、一つの触媒コンバーターでCO、HC、NO_xの3成分を同時に処理する方式です。触媒には白金、パラジウム、ロジウム、ルテニウム等の貴金属系のものが使われています。

現在使用されている上記触媒では、排気ガス中のCO、HC、NO_xの濃度のある狭い範囲で制御するため、排気ガス中のO₂濃度をO₂センサーを用いて検知し、センサーから発生した電気出力によって、電子制御機構またはフィードバック型気化器を作動させて空燃比制御を行い、100ppm以下にNO_xを制御することが可能です。

(b) ディーゼルエンジン

燃料の量は出力に応じて増減しますが、

空気の量は一定しています。空気過剰率は高負荷で小さく、低負荷で大きくなります。燃料は噴射後着火までの極く短時間内に可燃混合気を形成する必要がありますが、空気との均一混合が困難で、シリンダー内及び燃焼室の空気を全部利用することが出来ません。このため、空気を積極的に流動させて燃料と均一化混合を促進させる必要があるため、次のような2形式の燃焼室が使われています。第一の直接噴射方式は、ピストン頂部にくぼみを設け、燃焼室を形成しています。二番目の副室式は、その構造によって予燃焼室式と渦流室式に分れています。

ディーゼルエンジンは、ガソリンエンジンに比べNO_xの発生は少なく、直接噴射方式で1,000ppm位、副室式で500ppm位です。

排出ガスのNO_x低減対策としては、

- ① 燃料噴射時期の遅延
- ② 燃焼室の改善
- ③ 吸気系の改善
- ④ 噴射系の改善
- ⑤ 後だれ等の改善
- ⑥ 水噴射
- ⑦ EGR方式

等があり、公害等を考えて対策を行います。

5. 設備投資と償却年数

設備投資を行う場合、経済計算を行い従来システムとの比較を行います。

4.1でも述べましたように、唯単にハードな機器の組合せだけでなく、ソフトな面を充分計算して、種々の組合せの中から一番ベター

な方法を採用するのがよいと思います。

オイルショック以降、省エネルギー設備の投資に対して政府も企業も積極的に対策を施してきました。1～2年で償却出来るものは一応改善を行い、実行に移してしまい、最近では3～4年の償却が普通になってきました。関東、関西では償却年数に多少の差異がありますが、関西の人の方が長い償却でも投資を行うようです。

6. おわりに

日本では、除々にコージェネシステムの計画が採用され、その実績の一部が表3に示されています。(日石レビューによる)

我が社が提携しています西独MAN社のコージェネシステムの実績を表4に整理して見ました。約300例の実績がありますが、室内プールの設置が非常に多く、また、ガスエンジンの採用が圧倒的に多いことを示しています。

ガスエンジンの発達は、天然ガスがオランダ、ソ連、アフリカから供給されていて、コスト面でも液体燃料に充分対抗出来るからでしょう。日本も天然ガスが多量に入ってくるようになり、ガスエンジンの採用機会がふえて来ると思います。

都市ガスの利用は、ガス会社と事前にガス供給に関して打合せを行い、ガス料金と共に、安全を確認すべきでしょう。

また、一部には、ある条件のもとに非常用電源としての自家発電設備の常用電源への兼用が認められるようになり、ガス、液体燃料の切換が出来るデュアル燃料エンジンの非常用電源としての使用が認められるようになりました。

勿論、コージェネ設備として排熱回収装置が付いていても良いことになりました。

今後のコージェネ設備発展を願いつつ、私の話を終りにします。(かねこ たかし)

表 3 コージェネ設備設置の状況

運転条件	名 称 (用途, 場所)	施工年月	駆 動 機	出 力		備 考
				発電機(kW)	冷 凍 機 (RT)	
発 電 + 熱 利 用	石和観光ホテル	54. 10	ディーゼルエンジン	130×2	—	ペイアウト3年
	# 増設	56. 10	#	130	—	59.2さらに増設予定
	ホリディン豊橋(ホテル)	56. 7	#	160×4	吸収式 80	ペイアウト2年
	東京三洋大泉工場	55. 6	#	4台で220	吸収式 計 630	通産の補助による研究
	大阪ガス営業技術センタ	56. 8	デュアル 燃料エンジン	200	吸収式 80 エンジン駆動 165	
	国立競技場	—	ガスエンジン	100		
	ニチイ加古川店(温水プール有)		#	270×2	吸収式 140, 100	ペイアウト1.2年
	万座ビーチホテル(沖縄)	58. 7	ガスタービン	300×2	吸収式 250	ペイアウト1.5年
	浜松町ビル(東京ガス本社)	58. 11	#	1,000×2	吸収式	
	動 力 エンジン駆動 ヒートポンプ + 熱 利 用	小松金属工場(宮崎)	57	ディーゼルエンジン		エンジン駆動100×2
邦和スポーツランド(東邦ガス系)		56. 9	ガスエンジン		# 70	
ニューマルイワホテル(刈谷)		57. 7	#		# 30	
金門製作所			#		吸収式 10	
新潟鉄工 新潟加工センター		58. 3	#		エンジン駆動155, 180 吸収式 115	

表 4 M.A.N. コージェネ・モジュール用途別納入台数

M.A.N. 社資料より作成(58.12.21)
神鋼造機株式会社

用途	機種	76		77		78		79			80			81			82		83(中間)			合計台数		
		A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2	B	A1	A2	B	A1	A2	B	C	A1	A2	A1	A2		B	
①	室内プール	6N		6N							6N			4N×2	4N×2			3N	1N	3N	3N/P		76	
	スポーツセンター リクレーション(C)			5N		6N(*)					3P			5N	5N, 3N				6N		4C		6	
②	集中暖房(熱供給)										2N			2N			2	6N					13	
	居住設備			3N, 6N		3N, 6N		6N	5N	2N	3N										2N		36	
③	下水処理場										2F, 3N	1F		2N, 2F				1S/N		5S	2S		18	
	屑処理場														4N					4N			8	
④ (工場)	自動車工場							2N						2N									4	
	鋳金業(非鉄)										1												1	
	木工・製材業											4W											4	
	製粉業																				3N		3	
	パン・肉業										3N												3	
	製糖業																2						2	
	酪農業														1			1					2	
印刷・販売														2N									2	
⑤	美術学校・訓練所					(6N)(*)		2N			2N			3N×2						2N	6N, 3N		25	
	病院(療養・看護)													1N						12N	5N, 2		27	
	修道院							2													3N, 4N		2	
	地方行政事務所										7N			1N	1N			6N, 2N	1		2N		20	
	ホテル										1N												1	
	銀行																				10N		10	
⑥	放送局													3N									3	
	神鋼造機										3N	4P, 1		6N, 2						1(N)			1	
	その他										1	1N	1(N)	2N									21	
合計台数		6		20		15		15	5	2	43		11	1	46	23	3	2	12	32	12	54	2	304
		6		20		15		22			55		11	1	74				44		68			

('83年中間現在)

注)

(1)エンジン様式別

ディーゼル = 添字なし

ガスエンジン = カッコなし, 添字付

デュアルF = 角カッコ付, 添字付

(2)ガス燃料種 - 添字

天然ガス = 添字N

プロパン = 添字P

下水消化ガス = 添字S

腐臭ガス = 添字F

木炭ガス = 添字W

コークス, 炉ガス = 添字C

デボンガス = 添字D

(ディーゼルはディーゼル油又は

重油で表中には記入してない)

(3)機種符号

A1=2566系(6L)

A2=2542系(12V)

B=20/27系(-L)

C=25/30系(12V)

質 疑 応 答

質 問 日本システム科学研究所の垣田と申します。神鋼造機㈱の金子先生にお聞きしたいと思います。

NOxの問題は、ガスエンジンとディーゼルエンジンとでは基本的に燃焼のパターンが違いますから、制御も違うのですけれども、とくにディーゼルのNOx対策の現状と将来動向についてお聞きしたい。非常用電源ですと、少々余分に出てもいいということがあるかも知れませんが、常用化しようとする、都市型の場合と離島とか中小都市のような場合とで、規制上の取扱いは違ってこようかと思えます。いずれの場合にも、そうした対策をしなければいけないのか、あるいはすでにできる段階にあるのか、非常にむずかしいのか、そのへんを合わせてお聞きしたいと思います。

金 子 公害対策、特に大気汚染の問題についての質問だと思います。

この大気汚染を含めた自家発電設備の設置に関し、その解釈が地方条令によって多少違っております。

ここで取りあげているコージェネシステムは小規模な設備ですので、この点についてはあまり問題になっていません。

我が社が納入したホリディ・イン豊橋の場合ですが、この設備はディーゼルコージェネで、愛知県の条令を調査しましたが振動、騒音に関する指導規制がなされています。

ホリディ・イン豊橋に納入したディーゼル発電装置に用いられたディーゼル機関は、M燃焼方式を採用しています。

ピストン頂部に約3/4球形の燃焼室が設

けられておりまして、燃焼室の壁面に燃料噴射ノズルを極端に近づけ、燃料を壁面に沿って噴射させます。

微粒化された燃料は燃焼室壁面で蒸発しながら燃焼し、燃焼室内のガス流動（スワール）で新しい空気がつぎつぎに壁面に送られ、その結果、ゆるやかに静かに燃焼します。

この燃焼方法をM燃焼方式といい、燃焼音も静かでNOxの発生も非常に小さく押さえることが出来ます。

ディーゼルエンジンはNOxの問題より黒煙の生成に注意すべきでしょう。

一般に燃料が不完全燃焼する場合、ガソリンエンジンやガスエンジンでは主にCO、H₂が生成されるのに対し、ディーゼルエンジンでは主に黒煙（すす）が生成されます。

ディーゼルエンジンの場合、高温ガス中に噴射（燃料）されますが、燃料分子中の水素原子は酸素との結合が強いため、水素だけが酸化され炭素は未燃のままに残り排気ガスに放出されます。

コージェネ設備の場合、排気ガスの熱量を熱交換器によって回収しますので、500℃以上の排気ガスの温度が熱交換器を通過することによって200℃以下に急激に下げられ、すすとなって煙道に出ます。（黒煙対策が必要）

次にガスエンジンについて紹介させていただきます。

NOx問題はディーゼル機関よりガスエンジンの場合に多く、顧客からもガスエンジン設置時に相談が参っております。

一例を申し上げますと、大阪ガス（株）殿経由でM電機に納入いたしましたガスエンジンは、150ppm以下というNOx仕様に対し、公式計測ではありませんが50ppm以下という値

を示しています。(NO_x対策後)

NO_x問題に対しては各種の対策の方法があります。

いずれにせよエンジンそのもので解決するより、排出した排気ガスの後処理の方が大きな効果をあげることは事実です。

後処理により排出ガス中のNO_xを低減させる技術の確立は勿論必要ですが、潤滑油の消費の多いエンジンは、触媒、熱交換器を汚損してしまいますので、この面の検討も併せ十分な対策をすべきでしょう。

[パネル討論]

コジェネレーションの可能性について

パネリスト (五十音順)

上野 蘭 博……………(財)電力中央研究所電力研究所所長

木村 達幸……………鹿島北共同発電(株)技術環境グループリーダー

丹羽富士雄……………筑波大学社会学系助教授

正宗 雄三……………(株)日本ガス協会技術開発室室長

座 長

武田 康……………当研究所専務理事

は じ め に

武 田 研究所の専務理事の武田でございます。

本日のパネル討論につきまして、座長をどなたか外部の方をお願いしようかとも思ったのですが、進行係という意味で私がお引受けし、あと4人の研究所外の先生方にパネリストをお願いしたほうが、当研究所のような小所帯のところでは、いささか宣伝にもなるのかなということ、進行係をつとめさせていただきます。よろしく願いいたします。

パネリストの紹介

最初にパネリストのご紹介をさせていただきます。順不同に並んでいただいておりますが、私のとなりにすわっておられるのが電力中央研究所の電力研究所所長をなさっておられる上之蘭さんでございます。上之蘭さんは

電気工学といえますか、電力工学といえますか、電力技術の権威のお一人でございます、この数年は燃料電池その他新しい分野にも参画なさっておられる方でございます。電力の専門家ないし電気事業の方というポジションでこれに参加していただくのか、あるいはむしろ専門家個人というような感じ、両方あわせた格好で、これに参加していただくことをお願いした次第でございます。

そのとなりにすわっておられます方が鹿島北共同発電(株)の技術環境グループリーダーをなさっておられる木村さんでございます。木村さんは四日市のコンビナート、あるいは鹿島のコンビナート、いずれも電気・蒸気・熱をたくさん使っているところでして、ユティリティ関係にご造詣の深い方でございます。本日の主題の小さなコジェネレーションについては直接扱っておられたかどうかは、必ず

しも存じ上げないのですが、日本のなかで広義のコジェネレーションについてよくご存じということをお願いした次第でございます。

その次が筑波大学の社会工学系の先生をなさっておられる丹羽先生でございます。丹羽先生は機械システム、そしてこの数年、10年来でございますか、コミュニティ・エネルギーシステム等々についてご研究なさっておられる方でございます。広い学識をおもちということで、このパネルに参画していただいた次第でございます。

最後になりましたが、日本ガス協会の技術開発室長をなさっておられる正宗さんでございます。正宗さんはずっとガス事業関係のお仕事をなさっておられるわけですが、ガスの代表ということでは必ずしもございませんが、ガス事業はあらゆるところの中小需要——大需要ももちろんでございますけれども——そういう需要にいちばん縁の深いとこ

ろです。

本日の主題のコジェネレーションにつきましても需要の実態をよくご存じで、それにマッチしたことはどんなことであろうかということもいちばんよくご存じではなからうかということパネリストをお願いしたわけでございます。

パネル討論の進め方

パネル討論の進め方につきまして、ちょっと説明させていただきます。

4人のパネリストの方に、最初にそれぞれのお立場から、——そのお立場は必ずしもその所属の業界、企業のお立場ではなくて、学識経験者としての個人のお立場が当然入ってくると思っておりますが——10分足らずづぐらいコメントをしていただきます。コメントの内容については、私からちょっと注文をつけさせていただきますが、その注文どおりでなくて結構だと思っております。時間制限



写真 1 パネル討論・講師

がありますので、ひとわりお話をいただいたあと、ほかの方のご発言等をお考えいただき、それとの対比で話したほうがよいと思われることについて、数分間ずつ第二ラウンドのお話をさせていただきたいと思っております。

それが終わりますと、恐らく5時をちょっと過ぎるぐらいの時間かと思いますが、折角多数の方にお集まりいただいておりますので、会場からパネリストの方々に対する質問を受け付けさせていただきたいと思っております。あとは時間とのかねあいですけれども、予定の終了時刻の5分か10分ぐらい前に質問を打ち切らせていただいて、それぞれのパネリストの方からまとめたコメントをいただき、このパネル討論を終ることにしたいと思っております。

討 論 の 主 題

コジェネレーションも定義の仕方がいろいろございますが、ここでは、さきほどらい講師の方々からいろいろお話がありましたように、電気の大ききでいいまして数十kWから数百KWあるいは一千KWを越すぐらいの、いわば中小規模の電気・熱併給ということにし、コジェネレーションについてこれから先どんな具合に考えていったらよいだろうか、あるいはどんなことが問題で、どのへんに解決の方向があるのだろうか、そして将来の見通しはどうだろうか、というようなあたりについて議論を進めていきたいと考えております。そんなことで討論を進めさせていただきますので、よろしくご協力をお願いいたします。

それでは順不同でございますが、最初に木村さんをお願いしたいと思います。木村さんにつきまして、大規模だけれども四日市ある

いは鹿島等の広義のコジェネレーションについて、いろいろご経験をおもちだご紹介をさせていただきましたが、そういう従来のご経験を通じて、ここで話題になっている中小規模の熱・電気併給システムについて、どんなことが考えられるんだらうか、ということを含めまして最初のコメントをお願いできたらと思っております。よろしく願いいたします。

産業における熱・電力併給システム

産業用熱併給発電の発展

木 村 エネルギー多消費の工場が集まっているコンビナートで、各社に蒸気・電気を昼夜送っているという立場で、普段から熱併給ということについては賛同者の一人ですので、未熟でございますが、ちょっとお話をさせていただきたいと思っております。

まずエネルギー多消費型の工場やコンビナートでは、古くから自家発電が行われているわけですが、電力需給に占める割合についてここで触れておきますと、だいたい昭和の初めぐらいからだと思っておりますが、すでに電力需給のなかの10%位ぐらいを自家発電が占め、57年時点から58年ですと年間約5,000億KWHぐらいの電力需要がありました。そのうちの10%に当たる500億KWHの電気を自家発電が自給しているというような形でして、第2次オイルショック前ぐらいの時点では、一時は600億KWH弱出ていたということで、12%ぐらいに達していたというのが実情かと思っております。

実際こういう形で電力需給に協力しているわけですが、事業者の数でみますと、これは57年の統計ですが、約1,000KW以上の電力を

発電しているというもので、全国で577箇所事業家さんがあります。非常に多くの事業家さんが参画されておりまして、その発電規模でいいますと、約1,300万KWということになります。それを今回主題のコジェネレーションという形で見た場合に、いわゆる汽力によるボイラーとタービンをもちまして、それで発電をしながら蒸気を工場へ供給をしているという形態が多かろうと思います。その割合が事業家さんのなかで約9割方がそういう形をとっておられる、約1,000万KWの発電設備をもっておられるということです。その他は内燃機関で、原子力が二つあります。いずれにしても、このように昔から蒸気・電気を比較的多く使う工場関係では、熱の供給にあわせ発電をする形でエネルギー需給に協力してきたわけです。

自家発電の経済性と将来性

私どもも日頃そういう意味で、国家的な省エネルギーのお役に立ち、今後もお役に立っていきたく思っているわけですが、ここでは工場関係が自家発をなぜ備えていたかということについて触れておきますと、これもみなさんご承知のとおりで駄足ではございませんけれども、ひとつは当然のことながら経済性でございます。それからあと二つ、三つ理由がございます。工場をつくる場合には大きな電力を必要としますので、そういう電力を電力会社さんのバランスからすぐに供給できないというような事情があるわけです。そうするとなんらかの形で電気を発生させなければならないというのが一つでございます。

それから、ご存じかと思いますが、工場の場合には、とくに私どもが関係しております

工場では、石油だとかガスだとか危険物を扱っている関係で、たとえば電力会社の電気が停まってしまったら、いわゆるそういうものを安全に停止させる、もしくは防災するという機能がないと困るということから、工場内に自分たちで確保できる電気を持つというようなことがございまして、自家発が設置されるというケースが多くございます。

ちなみに、私どもの発電所を例にとって恐縮ですけれども、私どもではボイラ3缶で2,400トン、発電機が38万5,000kWという発電規模をもっております。エチレン30万トン、石油精製18万バレル、それにソーダ工業の電気、蒸気の需要に対応するというスタイルになっておりますが、中規模以上では、熱経済性以外にも自家発を設置する意義が大きな場合がございます。

本題のいわゆる経済性についてに戻りますが、これについては既に先生方がおっしゃっておられますので、いまさらお話する必要もないのですが、たとえば過去私どもの従事する自家発では、石油ショック以前については、電力会社さんから電気を買うよりも自分のところで発電したほうが安いという事実がございました。

これについては、自家発といいましても、いま主題のコジェネレーションといわれる事業用の火力を小型化した復水発電等があります。当然、この復水発電についてもその時代におきましては、当時を思い起こされればわかりますが、油が6,000円という時代でございました。油6,000円で復水発電しますと、電気になると効率が33から35%ぐらい、これを計算しますと変動費で2円弱ぐらいで電気ができてしまう。当時電気の値段がいくらか

という、当時は現在のように原子力等も発達していなかったということで、従量料金3.5円ぐらいで電力会社さんから買うということになります。そうすると設備投資をしても復水発電を自分たちでやったほうが良いということに当然なります。そのようにどんな事業のみなさんでもご判断されて、自家発電設備をつけておられたのではないかと思います。それから、さらにコージェネが付加してさらに経済性がよくなる。単価でいいますと、当時の6,000円の時代がコージェネにしますと、だいたい0.6円で電気ができた、こういう状態になります。そういうことからコージェネを工場関係では盛んに推進してきたというふうに言えるかと思えます。実際には、現在ご存じのとおり燃料油は約6万円ぐらいになっております。当時の6,000円からいうと約10倍、6万円というのはいろいろ燃料の種類がありますので、一概には言えませんが10倍です。ところが、電気は3.5円から、私どもの使います大口需要だと、従量料金で現在だいたい13円から14円ぐらいで4倍です。一般料金の特別高圧の例でございましてそれぐらい。自家発電の復水発電で現在のところはトントンぐらいですので、コージェネはまだまだ競争力があるということになります。

さきほど来、吉田先生や金子さんからいろいろお話があったわけですが、この熱効率と経済性をどういうふうにとらえるかということでは、私はいつも熱効率の逆数でものごとをとらえると、話がわりと簡単になると考えております。

事業用復水ですと、熱効率が実績レベルで38%、自家発電レベルだと33%。それを逆数で捉えれば、2.6から3という数字になりま

す。つまり、カロリー当たりの単価でいえば、燃料を2.6倍から3倍使ってやっと電気ができる、こういうことになります。

これをコージェネにいたしますと、コージェネというのは熱を100%工場で使います。タービン発電機で発電を終えたスチームが100%熱量として評価できるということになりますと、あとボイラーから出た蒸気がタービンと発電機を通しやかに電気に変わるかということだけになりますので、ボイラーの効率それにタービン発電機のメカニカルな効率を考慮して、だいたい効率85%で電気が得られます。これを逆算しますと係数が1.17ということになります。1.17ということになるともう燃料そのものが電気である。燃料そのものの単価が電気単価に置き変わるのだ、こういうふうにとらえることができる。そういう意味で非常に有効性があるということです。このように燃料の値段が高くなった時代におきましても、われわれ工場ベースでは安定な熱需要に見合い更に中小規模の工場においてもコージェネレーションをどんどん採用して、国家的な省エネルギーに寄与していくべきだと日頃考えているわけです。逆に言うと、産業用の燃料の値段が2倍以上に上がっても、まだまだいわゆる産業用のコージェネレーションは衰えないというふうに考えられます。電力会社さんの火力発電構造が大きく変遷し、原子力だとか新発電技術で極端に電気が安くできるということになりますと、また状況は変わってくるかと思いますが、いずれにしても原子力の比率が今後ふえても、核燃料サイクルとかなんとかいろいろな問題がございまして、そう簡単には電気の値段は大きくは下がらないだろうというふうに思われます。

コストアロケーションも課題

次に燃料電池のところでお話が出ていましたが、コジェネをやる場合の熱と電気へのコストアロケーションをどうとるかということにちょっと触れてみます。これは単一工場やワンプラントの場合は、あまり基本的には問題になりません。ホリディンさんでも問題にならないと思います。ただ工場が非常に事業部門が多いプラントを抱えているとか、それから私どもみたいに複数の独立した会社さんに熱・電気を送るという場合は、その配分が非常に重要になります。

それで一応三つぐらいのケースがあるのではなからうかと思えます。ここでは、蒸気と電気の需要のバランスの問題を別として考えての話ですが、一つは、いわゆる蒸気を主体に考える。蒸気を主体にということは、蒸気を安くしたいと考える場合は、いわゆる電気は従で発電する、それで量も少ない、こういうような場合につきましては、恐らく電気を買電評価されて、蒸気値段から控除される、こういう方法をとられるのではなからうかと思えます。それが一つのケースでございます。

こんどは逆に、電気を主体に考える。電気の値段を安くしたいんだという形態になりますと、ご存じかと思いますが、タービンを通ってくる段階で、いわゆる電気へ変わる部分、蒸気のエンタルピーは減少いたします。ですから電気になったエンタルピー分は電気、それで残った蒸気が出てきたエンタルピー分は蒸気、こういうエンタルピー比例配分法といいますが、そういう形の配分をされるということになりますと、私がさきほどちょっと触れましたように、電気は非常に安くなります。この形態ですと6~7円の電気となります。

蒸気は逆に言うと、発電機をつけないで、パッケージボイラーで得られた蒸気値段と同じということになります。

もう一つは、その中間的なもの、私どもの例というわけではありませんが、いわゆる復水発電を持っていると、発電にどうしてもコストがかかっているのではないかということになります。発電に要するエネルギーは、燃料を2.5から3倍ぐらい使用したことに相当するとして発電に要したエネルギーを算出し、一方、工場へ送蒸した蒸気の分のエネルギーを算出して、トータルのエネルギーの使用コスト、いわゆる燃料費を各々のエネルギー比で配分するというような方法をとっているのではないかと思います。

現実には、こういう配分をする場合には、どうしても固定費の配分の仕方、さきほど燃料電池でも出ましたように半々にしようとか、どっちかにリッチにということがあります。この場合、固定費の配分方法については、いわゆる電気型にして電気を安くしたいという形態の場合は、電気をつくる設備、すなわち、タービン、発電機それから受電送電等の設備、すなわち、電氣的運用に係わる設備、こういうものの固定費を電気にかぶせて、電気は変動費の安いほうをとる、こういう形態になるのではないかと思います。

逆に蒸気側がメリットをとるぞという場合は、蒸気側が本来は、そのタービンとか発電機の設備の投資分をもってやって、それで蒸気は変動費では安くなるんだ、ということが行われないと不公平が起こるということになります。それから、その中間をとるというような方法が実際にはあるわけでございます。いずれにしても、従来の熱の値段とは違

うということで、これらのコストの案分方法にはより慎重を期すということが必要になってくるかと思えます。

熱需要の喚起がポイント

現実の問題としましては、熱併給をさらに拡大していこうというような場合につきましては、実はどんなお話でもそうなのですが、熱需要がないと熱併給ができないという弱点といえ弱点ですが、それがございます。それで、工場では蒸気がいわゆる省エネルギーその他で節減しやすいため、蒸気として節減されれば、熱のディマンドが落ちていくという形態になります。そのためこんどのお話もそうですが、電気を発生する設備に着目しても、そのねたになる熱の利用先をどう維持していくか、逆に見つけていくかということが、今後の大きな課題になるのではないかと、これは大きい工場も小さい分散発電の場合も、同じようなことが言えるのではないかなと思えます。

そのために、実は工場のほうではどういう配慮をしているかといいますと、これは四日市の例ですが、いわゆる蒸気のディマンドを喚起したいということから、現実的には投資のための意志決定用の単価としてはさきほどちょっと触れましたように蒸気を極力安くする方法をとっております。場合によってはタービン発電設備の運用を限界的にとらえると、いったん一つのタービン発電機を動かしたら、動かすのに必要な蒸気分はもう使う側の需要に影響されないファクターとなるため、固定的な用役としてコストから除外して、変動費のいわゆる増分単価を採用すると、蒸気値段が、たとえば1,000円以下とか、極端に下がる場合がございます。これはちょっと極端な

例ですが、そういたしますと、蒸気を大いに使って発電を増加させ、買電を減らす、すなわち、コジェネレーションの主旨に乗った運用ができるということになりますので、そのような単価をつけてコジェネを誘導することが本来必要になってきます。蒸気というのは、逆に言えば熱エネルギーをっておりますので、燃料にカウントいたしますと、すなわち、燃料から直接得ていた熱需要を併給発電の熱でまかなうようにコスト単価面でも誘導することということが熱併給発電を拡大する上でも、非常に重要になるのではないかと考えております。

武田 いま木村さんから大規模なところの例のお話がありました。これは、小さなところについても経済性、それから有効な蒸気需要があるか、あるいは熱需要があるかと置き換えてもいいかと思えます。

さきほどご紹介しましたように正宗さんは、コジェネレーションの需要関係についていろいろお調べになっておられますので、エネルギーの有効利用という観点からのコジェネレーションについて、経済性と需要のパターンと申しますか、需要の形との兼ねあいというものも非常に重要かと思われますので、ある意味で需要予測等まで含めていただいて、中小規模でのユーザーのコジェネレーションはどんな感じのものなのだろうかというあたりを木村さんのお話をひきついで、お話いただければと思います。よろしくお願いいたします。

小規模コジェネレーションの現状と将来

現 状

正宗 いま木村さんから産業プロセスに組

込まれた熱併給発電についてたいへんに懇切でいねいなお話がございまして、たいへん参考になりました。

産業用のコジェネレーションというのはもうすでに確立された手法であると存じますので、私は、最近どちらかといいますと、オンサイトということで普及の兆しが見え始めてまいりましたもう少し小規模のコジェネレーションにつきまして話を進めたいと思います。

さきはどホリディイン豊橋の実例について非常に興味深いお話がございました。この例のように、業務用の建物あるいは建物の集合におきまして、都市ガスとか、LPGとか、あるいは石油など燃料として、自家用発電設備を動かして、電気需要の一部を賄い、その際同時に発生する排熱を給湯、暖房、冷房等の熱需要に利用するシステムが最近実用化され始めております。

私ども日本ガス協会の最近の調査によりますと、ガスエンジン、ガスタービン、ディーゼルエンジンを使用して発電機を動かし、コジェネレーションを行っている例が、最近4～5年の間に、国内で約25例、電気の出力でいきますと、合計7,000KW程度でございます。外国では西ドイツとアメリカがコジェネレーションの普及に非常に熱心でありまして、西ドイツの場合では150個所で発電機600台、アメリカでは2,000個所を超えているようでございます。

産業用と違いまして、比較的温度の低い排熱が、吸収式の冷温水機とか、あるいは給湯に利用できるのです、このガスエンジンとか、ディーゼルエンジンがコジェネレーションの機器として入ってくるのでございまして、産業用ですと、温度が低く過ぎて

あまり役に立たないのではないかと思います。コジェネレーションシステムは、建物クラスのエネギーシステムに導入し得る、極めて現実的な省エネギー手段でありますし、プロセスの選び方とか、あるいは既存システムと上手に組み合わせることによりまして、現在のエネギー価格体系の下でも経済性を発揮することができる場面がございまして。

すなわち、コジェネレーションシステムというのは、発電設備の発電効率のよい負荷を対象に発電し、同時に発生する排熱を捨てることなく、なるべく高い利用率で使用して、初めて効果があるということは、産業用と全く同じであります。

ここで対象として考えております小規模の業務用の建物では、電気は主として照明とか、コンセント、空調機器あるいは衛生、厨房、エレベーターその他動力などに使用されていまして、熱は給湯、暖房、冷房、厨房などに使われております。工場のプロセスと違いまして、負荷の変動が極めて大きく負荷率の低いのが普通でございまして。そしてコジェネレーションシステムだけで、その建物のすべての電力需要とか熱需要を賄うということは、技術的に不可能ではないといたしましても、これは省エネギー的でもなければ、経済的でもありません。従って、こういうことは現実には起こらないわけでありまして。既存のシステムと組み合わせて無駄なく計画することが肝要であります。逆に言えば、既存のシステムに大いにおんぶして、その中で省エネギーを図るために、あるいは経済性を出すために、コジェネレーションをするので有効なところがあるということでございます。

一般論として、排熱の利用率を高くとるこ

とが決め手でして、言い換えれば、熱の需要に合わせて発電の容量とか、あるいは運転方法を決めるということになります。そして、コジェネレーションを組み込む場合に、設備費というのは既存システムと比較して必ず高くなります。そして、運転に要するエネルギー費用の支出は安くなりますので、コジェネレーションシステムの運転時間が長いほど経済性が出てくるわけでございます。従って、コジェネレーションシステムを適用する対象としては、熱需要の極めて大きい建物、それから利用時間の長い建物、こういうのがシステムの特徴を生かし、省エネルギー性、経済性をもたらすこととなります。たとえば、さきほどのホリディイン豊橋みたいなホテルであるとか、あるいは入院設備のある総合病院であるとか、あるいはリクリエーション施設であるとか、ショッピングセンター等、こういうものが現在の価格体系の下でのファースト・チョイスとなろうかと思えます。

その次に、事務所建物の場合、熱負荷がそれほど大きくなく、また年間の稼動時間もそんなに長くございません。だいたい夜は全部とまりますし、土日は休みである。そういうこととなりますと、省エネルギー性、年間ランニングコストの低減はありますが、設備コストを含めた経済性はさきほどの建物よりも劣ってまいります。

将来の見通し

本日のパネルディスカッションの主題でありますコジェネレーションシステムの普及の可能性ではありますが、今後普及が一段と加速されて、省エネルギーに貢献できるか、あるいは特別な例に限定されてくるかということとは、これの見通しは非常につけにくいところ

でありますけれども、現在私どもの調べでは、年間10件程度の設置の実績があるわけですが、これよりも多く採用されるのではなからうかと思えます。

こういう新しいシステムが普及していくには、まず経済的に有利であることが絶対条件でありまして、さらに設備の信頼性、運転、保守が容易であることということが必要条件であります。

まず、設備の信頼性の面でございますが、現在使用されているガスエンジンとかガスタービン、あるいはディーゼルエンジンは、いずれも自動車用とか、あるいは航空機用、あるいは産業用機械として使用実績の豊富なものでありまして、コジェネレーションの構成機器の信頼性は一応の水準にあるものと言ってよいと思えます。ガスエンジンを例にとりますと、耐久性でもメンテナンスインターバルでも、熱効率でも、10年前に比べて格段に改善されております。10年前には、恐らくオイル交換300時間であったのが、現在では3,000時間ぐらい、点火プラグの交換でも、250時間であったものが、現在では4,000時間ぐらい、オイルの補給量も4分の1か、5分の1ぐらい、軸出力でも29%から34%程度に向上しているわけでございます。システムの設計についても実施例がふえればふえるほど、より精緻なものが出てまいりと思えます。基に例えて言いますと、定石として完成されていくものである、というふうに考えます。

経済性の面では、一つは設備費の削減が必要であり、もう一つは効率の高い稼動の確保が必要であるということです。当面は、既存の確立された技術である電動ターボとボイラー

の組み合わせ、あるいは吸収式の冷暖房機、ガスエンジン駆動のヒートポンプシステムとこういうものと経済比較をして、どちらが優位に立つかということなんですけれども、コジェネレーションが絶対的な優位に立つということではございません。さきほどお話しました熱需要の多いもの、あるいはそういうものにおいて、各種の優遇措置を含めて初めて若干優位に立っているというのが実例であります。従いまして、今後の技術動向とか、制度的な配慮によりまして、かなりの普及を見込んでよいのではないかと私は考えます。

このところで一番大事なことは、もう少し実績がたまってくるまでは、優遇措置を含めて、大いにみんなでコジェネレーションを暖たく育てるという気持ちになるということです。どうも放っておいては、急に普及するということとはなさそうであるということ、まず第一ラウンドで申し上げておきます。

武田 どうもありがとうございました。

非常に広範なお話をいただきましたが、そのうちで中小規模のユーザーにとって、たとえばビル、ホテル等々では、負荷の形が必ずしもよくない。負荷率がそう高いわけではないし、負荷が変動が大きい。従って、既存の供給形態といいますか、電力系統と相互関連してやらなければいけないだろう。ところで、いまの普及状況等で見ますと、いままでで1万kW足らず、そのテンポでいきますと、トータルに比べ微々たるもので、これをどうやって加速するか、あるいは加速が適切であるかどうかということとも関連するのも知れませんが、そんなお話がございました。やや揚げ足取的に申しますと、既存のものに大いにおんぶしてというような表現をお使いにな

りましたが、ことばの使いようでございます。"おんぶ"と言わないで、共存共栄なんだろうと思いますけれども、いまのような状況から一歩進んで、かなり普及するような状態をイメージに描いたときも含めて、既存の供給系統との間でコジェネレーションは、どのような課題をもち、どのような共存の可能性をもっているのだろうかというあたりを、電力をご専門の上之菌さんからお話いただければと思います。

電気事業とコジェネレーション

電気事業の性格

上之菌 本日の議題はたいへんむずかしく、どういうふうにご説明することが一番よろしいかわかりませんが、いずれにしても、第一に言いたいことは、電気事業というのは、電気の需要に対して完全に供給をするということが義務づけられておることです。従いまして、その需要の最大値に対して十分な供給ができる設備を持っておらなければいけない、あるいは電力の輸送設備を持っておらなければいけないといった非常に巨大な設備産業であるということでございます。そういう設備産業でありながら、エネルギーコストを極力高くしないような努力をしておるのが現実だと思います。そういう意味で、エネルギーコストが安い電源の導入を積極的に図っていく、あるいは電力輸送設備の低コスト化を図っていくということでございます。しかし、現在の電気需要の状態を見ますと、都市地域におきましては、負荷率の悪いピーク的な負荷が非常にふえてきておる、また、電力需要が、このように供給コストを高

くするような環境の都市部にだんだん集中化してきておるといことでございます。

そういう事情にありますので、コストを安くするためには、エネルギーコストの安い電源を需要のそばに持ってくるということを一歩基本として考える必要があります。そのために最近のいろいろな新しい技術、さきほど吉田先生のお話にございましたが、燃料電池ですとか、あるいは太陽光発電、あるいはちょっと意味あいが変わりますが、新型電池によるエネルギー貯蔵ですとか、最近では建築業界さんがおやりになっておりますような深夜の電気を使う冷水とか、熱源の貯蔵、いわゆる熱貯蔵というふうなもの、この中に入るかと思えますけれども、そういう分散電源の導入というものを一生懸命考えておるわけでございます。

燃料電池的なものを分散電源として使うというような場合を考えますと、電気事業であっても、やはりエネルギーを有効に使っていく省エネルギー的な立場で、排熱の利用がうまくできれば、そういうことも考えるべきではないかという気運が生じてきております。

熱と電気の需要のアンバランス

—電力系統との連けの問題

コジェネレーションは、基本的には自家発と申しますか、需要家の立場でおやりになるわけですから、第一に経済性が成立しなければなりません。そうなりますと、熱と電気の需要が、非常に系統的にうまく使いこなせるということが大事でありまして、系統的にみて、電気と熱の需要のバランスをどうとっていくかが一番大きな問題ではないかと思えます。そういうことで、需要の分析を各方面でやられておるわけですが、その結果

を見てみますと、なかなかバランスがとれない。これは熱主体でいくのか、電気主体でいくのかわかりませんが、いずれにしても、均衡が非常にとりにくいということでございます。

現在考えられておりますコジェネレーションというのは、熱需要主体が多いと考えられます。さきほどのホリディンのお話を伺っていますと、電気の発電効率が比較的lowくても、色々な質の熱の需要が多くあるということで、熱利用が効率的に行なえ、うまく熱と電気のバランスがとれるのではないだろうか、とこう思うわけでございます。

一方、電気の需要を主体的に考えていきますと、どうしても効率を上げていく努力をしなければならぬ。そうすると熱のバランスがとりにくい場合が多くなります。電気の需要にあわせると、たとえば燃料電池で考えますと、なかなか熱需要を充足することができないというのが実態でございます。逆に熱需要にあわせると、逆に電気が余ってくる、そういうことにならぬかと思えます。そのところをどうバランスよくシステムを組み、それからコジェネレーションとしての経済性を追求していくかということでございます。また、熱需要の供給システムの場合、蓄熱槽を持ったり、あるいは暖房用あるいは冷房用というふうな、システムが非常に複雑になります。設備投資の効果も考えながら、一番よい設計を考えなければならぬのではないかと思います。

熱供給というのは、比較的熱の慣性が大きいと申しますか、急激に熱の供給が要求されるということは極めて少ないわけでございます。また、質に対する要求も比較的緩やか

である。たとえば、温度が2～3度変わっても、それほど感じないといえますか、それをゆっくりカバーしてやればよろしいということであろうかと思えます。それに対しまして、電気というのは、瞬動的に対応しなければいけないという性質がございます。そうしますと、コジェネレーションを採用する場合に、やはり電気に関しては、実際の電力系統と接続をして、運転をするということが、基本にならざるを得ないのではないだろうか、ということでございます。

そうなりますと、連繫のときに逆にどういふことを考えておいていただかなくてはいけないかということがございます。電気事業としては、一般需要家さんのエネルギーコストをできるだけ高くしないようにいろいろ努力をしておるわけですが、仮りにコジェネレーションが入るとしまして、ピークとか、あるいは中間負荷的なところへ大量入ってきて、その一番経済性と申しますか、設備の稼働率がよく運転されるということになりますと、不足分をピークに相当する分、あるいは中間負荷の比較的電力コストの高い部分を、電力会社が負担していかなければならないということが出てくるのではなからうか。つまり、コジェネレーションを採用されていない、ほかの需要家さんに対してコストを上げていくという危険性もあるということでございます。ですから、今後コジェネレーションを採用されることも行なわれるわけですが、社会的なバランスの中でうまくこういうシステムを使っていただくのが一番いいのではないか。そういう意味で、一番最初に申し上げましたように、熱と電気との需要がうまくバランスがとれておりまして、単独のシス

テムとして相当使えるシステムになるならば、あるいは場所であるならば、こういうシステムが有効にどんどん入ってくるのではないだろうかと思えます。

電気事業のほうからこれを考えますと、そのようにしてどんどん自家発的なものがふえていくと、見かけ上需要は減りますけれども、そういうことを長い目で見ていきまして、うまくピーク的なもの、中間負荷的なエネルギーの分担ということを電気事業と一般の需要家とでうまくバランスをとっていくということになりますと、結果的には、電気事業における設備の負荷率が上がってくる、あるいは輸送設備なんかの利用率も上がってくるということで、エネルギーコストの上昇を抑える方向にいくだろうと考えられます。連繫上のいろいろなデメリットというものはありますが、そのへんのところは長い目で、しかも広く日本経済的に考えていくのがいいのではないかというように考えております。

武田 どうもありがとうございました。

最後になりましたが、丹羽先生からコメントをお願いします。丹羽先生は、エネルギーのカスケード利用、コミュニティシステム等々を新技術のパブリックアクセプタンスの視点からいろいろ研究をなさっていらっしゃるのと伺っておりますので、ある意味でそういうものの一つとして、コジェネレーションをごらんになって、どのようなものに見えるのか、というあたりについてコメントいただければと思います。よろしく願いいたします。

コジェネレーションと

パブリック アクセプタンス

はじめに

丹 羽 最後に話すということで、前の方が触れられないことが言えるのかなと思っておりました。ところが全く逆でございまして、鏗々たる第一線の方々が、細かいところまでご指摘になりました。従いまして、私のお話は恐らくそれをまとめるということになってしまうのかなと思います。

私は科学技術のパブリック・アクセプタンス（Public Acceptance）と言いまして、科学技術が社会的に受容される過程を研究しております。そういう過程の分析の枠組としまして、三つの視点が必要ではないか、またその視点をを用いると、対象がよくつかめるのではないかと考えております。コジェネレーションについても、その視点から眺めてみようと思っております。

その三つと言いますのは、第一が、社会の構成員がもっている意識とか行動とか、そういうものです。二つ目は制度で、三つ目は技術です。一般には、制度であるとか技術については、いろいろと論じられることが多いわけです。しかし、意識行動についてはあまり論じられることがないかと思っておりますので、とくにその点を強調しながらお話したいと思います。

コジェネレーションの社会的受容

そこでいままでのコジェネレーションの社会的受容といいますか、普及というものをふり返ってみたいと思っております。そうしますとやはり最初は意識の面、これはとくに専門家の

人々の意識が先行していたことがわかります。吉田先生のご指摘にありましたように、一つのシステムで電気と熱を発生させる、しかも排熱を利用してトータルの効率を高めるといふコジェネレーションの長所を認めて、その推進に努力されてきたわけでありまして。それと平行いたしまして2回のオイルショックや環境問題がございまして、専門家以外の一般の人々にも省エネ意識あるいは省エネ行動が広がってまいりました。また、エネルギーを従来湯水のようにとっては少し言いすぎかもしれませんが、そういう生活や産業の場での使い方から国際関係までを含めて大所高所から考えることまで、多様な考え方や議論がでてまいりました。それにつれて当然社会全体がエネルギーに対する意識を深めてまいりました。

次は、技術の視点から考えてみたいと思っております。最初は専門家の洞察があったわけですが、10年前のことを考えますと、たとえば信頼性においても、効率においても、その他の面でも実用に耐えるには、まだまだ技術的には不十分だったわけですね。ところが、この10年間に急速の進歩をいたしまして、たとえば信頼性の向上、経済性の向上がありました。経済性の向上では効率であるとか、価格自身が相対的に低下している。というような面もございまして。また、多様性の拡大と申しますか、システム自身がいろいろなエレメントでできるようになりました。さらに、自動化に代表されますように使い易さの向上というようなものがあつたわけですね。そういうような条件が揃いますと、やはり徐々にではありませんが、さきほどのご紹介で、すでに25例ということで、社会的に実績のあるシステムになっ

てきたわけです。

次に制度面で考えますと、例えば、省エネルギー政策の採用と定着があります。また、神鋼造機㈱の金子さんがお話になりましたように、制度自身も柔軟に運用されるようになります。省エネルギーというようなこと、あるいはコジェネレーション技術の信頼性というような状況変化を踏まえて、制度を柔軟に運用することがあったわけです。そのようなわけで、だんだんとコジェネレーションシステムが社会に受け入れられてきたというのが現状かと思っています。

コジェネレーションの課題

このように現在はある程度受け入れられているわけですが、将来の課題についても、やはり意識と技術と制度の三つの面から眺めてみたいと思います。

まず技術ですが、基本的には大所のところは解決されたと考えてよいのではないのでしょうか。しかし、まだまだ解決しなければいけない課題はそれなりにたくさんあるかと思っています。

ひとつは、信頼性が向上したと申しましたが、これ以上に向上してほしいわけです。とくにさきほど来大規模なコジェネレーション、つまり産業用のコジェネレーションよりも民生用の、どちらかと言えば小さいコジェネレーションの普及が課題になっています。その場合に、それをオペレートしたり、あるいは監視したりする人というのは、大規模なものに比べてそれほど優秀な人を揃えることはできないことを考えますと、今まで以上に信頼性を向上しなければいけないわけです。さらに、社会に受け入れられるシステムの数が増えますと、当然ですが、信頼性の向

上が益々要請されるわけです。

技術的には、多様性の向上も課題になるうかと思っています。現在、原動機としては、ガスタービン、ガスタービン、ディーゼルエンジンなどがありますけれども、将来はハイブリッドソーラーとか、燃料電池とか、いろいろなシステムが戦線に参加することになるかと思っています。それによってシステム側の多様性が向上するわけです。同時にさきほど来ご指摘のように熱と電気がどのようなパターンで使われるかという需要側の多様性にも応えなければいけないわけです。このような面での技術的な向上が今後必要になるかと思っています。

最後は、これは当然ですが、環境保全に対する課題も重要です。さきほどフロアから質問もございましたけれども、NOxを初めとして、環境を汚染しない努力が益々必要になると思います。特にシステムが民生ということで、一般の人が多数住んでいる近くに建設されるようになるわけです。そうなればなるほど環境に対する配慮が重大な要因になってくることは言うまでもないかと思っています。

次は意識、制度について簡単に述べさせていただきます。いろいろなど意見の中で、育てるという言葉が二度ほど出てきました。育てるという言葉には、将来立派に育てて社会に役立つはずのものであろうけれども、いまはまだ力がなく、したがって一人だちするまで手をかけてやらなければいけないという気持ちがこめられていると思います。私は、育てるからにはやはりエネルギーをどう考えるか、エネルギーの将来の姿をどう考えるかという考え方、哲学、あるいはそういう哲学に関する

る議論が、是非必要だろうと思います。

本日の基調報告をされました吉田先生の講演を聞いておまして、先生は何度も「ねばならない」とか「当然そうなければいけない」とかというようなことを言われたように私は聞いております。「ねばならない」というのは、吉田先生自身の哲学であり、哲学の表明であったと考えております。フロアからも「日本のコジェネレーションシステムはどうあるべきか」というような質問がありました。これも日本という国情を考えた吉田先生の哲学をお聞きになったというふうに考えております。

実は、私は吉田先生と同じ研究会、コミュニティエネルギー研究会（CES研究会）に属しておまして、先生の哲学に感化されております。したがって、哲学については吉田先生と大きなところでは変わらないわけですが、これに反対する哲学も当然あり得ると思われまます。育てるためには、そういう面での議論を深めることが必要ではなからうかと考えております。

ところで、いろいろお話を聞いておまして、いろいろなシステムがある、いろいろな需要パターンがある。こういう技術もある、ああいう技術もある、あるいはこういう考え方もある、ああいう考え方もあるというお話がでてまいりました。

これを聞いておまして。私はもちろんコジェネレーションの専門家ではないので、非常に困ってしまうわけです。コジェネレーションはたいへんなものだ、底が深いから手が出せないものだというふうな感じを持っています。恐らく専門書にとりましては、そこが専門能力の出どころということですから、多様であればあるほど情熱を燃やして

いろいろな工夫ができるわけです。しかし、コジェネレーションシステムをもっと普及させるためには、そういう専門家の方だけではなくて、言ってみれば町の設備屋さんにもわかるようなもの、町のホテルとか事業所、レストランとかいろいろあるかと思いますが、そういうようなところの人も理解して発注できるような形のものがいいのではないのでしょうか。そのためには多種多様なものをまとめて標準化することがまず必要でしょう。次に、そういうようなものを広報したり、技術者を養成したり、ということが必要ではないのでしょうか。専門家は知っているけれども、一般の人はそれほど知らないというような状況では、コジェネレーションは効率もいいし、経済性も高いという適所でも採用されないのではないのでしょうか。

もう一つは、それとよく似ているのですが、いろいろな需要パターンがあるということだと、そのような需要パターンのデータを集めて、データ整備をすることが必要になると思われます。同じホテルでも、あるいは同じ病院でも、熱の使い方、電気の使い方はいろいろ違います。したがって、そういうデータを集めて、分類し、標準化することも必要ではなからうかと思えます。

今日の初めのごあいさつで、エネルギー総合工学研究所では、エネルギー関係のデータベースをつくっていらっしゃるということでした。是非コジェネレーションのこのようなデータベースも充実していただきたいと思えます。

最後の三番目は制度ですけれども、これは実績の積み上げと申しますか、今後どんどん適材適所のところにコジェネレーションを積

み上げていって、できるだけ早く市民権を獲得すると申しますか、認められる状況にすることが肝要かと思えます。一般に制度というのは、どちらかといえば古い技術システムなり、古い考えの下につくられておりますので、新しいシステムには制約条件になる可能性が高いわけです。そういう意味では、さきほど「育てる」ということばがございましたように、いろいろな立場の人から育てていただいて、その制約条件になっているような制度なるべく柔軟に運用していただきたいというふうに考えております。以上です。

武田 どうもありがとうございました。

少し進行が遅れておりますが、最初に申しあげましたように、4人のパネリストの方々に、ほかの方のコメントを聞いていただいたところで、一言ずつコメントをいただきたいと思えます。

最初のお話に追加すべき点がございましたら、よろしくどうぞ。正宗さんいかがでしょうか。

第1ラウンドのコメントの補遺

配電系統との並列運転について

正宗 それでは一点だけ追加させていただきます。さきほどお話がありました既存の供給体系との関連でございますが、コジェネレーションを論じていきますと、必ず電気の系統との並列運転ということが問題になるわけでございます。

現在の25の例では、ほとんど全部が系統連携運転していなくて、切り換えて系統連携している。こういうものも系統連携というのかも知れませんが、パラランはしていないとい

うことです。このパララン、ちょっとことばが簡略化していて申しわけありませんが、これがコジェネレーションの普及拡大の絶対的は条件とは、私は思っておりません。しかし、また必要条件でもなければ、といって十分条件でもない、パラランというのはひとつの制度上の問題であるというふうに思っております。

しかし、パラランすることがコジェネレーションの運転に非常に有利に作用すること、これだけは明白でございます。現在の電気事業法の体系というのは、コジェネレーションあるいはその他の分散型の電源、こういうものを想定して構成されたものでないことは当然のこととして、その電気事業法の下に電力事業というものは大きくなってきているわけですから、いままでパラランというものが問題になったことはまずないのだろうと思えます。

しかし、今や省エネルギーの手法であるコジェネレーションを、国策として普及促進するためには、こういうことも考えた、合理的な制度の導入というものが要望されるのではないかと思います。もう少し具体的に申しあげますと、パラランが技術的に可能であるということは明確で、これは論ずるまでもないと思えます。しかし、コジェネレーションみたいな小規模の小さい取るに足らないような電源が、現在構築されております配電ネットワークに、いろいろな障害を及ぼすことを、避けなければならないこともまた当然のことでございます。コジェネレーション設備を運転する側といたしますと、現在明確にされていない並列運転の技術的な諸条件を明確に決めていただくということが希望でありますし、そういう技術基準を満足するためには、当

然いろいろな保護設備が必要でございます。そのための設備の動向を考えて、どっちのほうが得か、切り換えていったほうが得なのか、あるいはパラランでいったほうが得なのか、そういうことも判断できるわけでございますし、将来の計画も立てることができるのではないかと思います。いろいろなケーススタディをやってみますと、必ずしもパラランしなくても、電気の用途により、自分で作った電気を空調関係のいろんな補機の運転の駆動にだけ使うというようなときには、それなりにいろいろな手法があり得るといこともございます。

またよく話題になります、コジェネレーションの稼働率を上げるために、余剰電力をネットワークのほうへ逆送するということが論じられます。理論的にはそういうこともあり得るでしょうが、ここで議論している小さなコジェネレーションはだいたい建物が主体でして、これが人の社会活動、生活に関係しているということからいきますと、熱需要が大きくて、電気需要のないような時間帯が長時間するようなことは事実上ないわけですから、あまりご心配になる必要はないのではないかと思います。このパラランの問題につきまして、コジェネレーションを育てるといふさきほどのことばもありましたが、そういう意味で、十分に合理的な制度を明確にされることを、私としては要望したいというふうに思います。

武田 どうもありがとうございました。ほかのお三人からいかがでしょうか。では一言お願いします。

温排熱の利用技術向上に関連して

木村 ちょっと具体的にになりますけれども、

たとえば燃料電池の場合、いわゆる排熱として170～180℃の熱と、それから70℃ぐらいの熱が出るという形態があるわけですが、現実に70℃ぐらいの熱は非常に使い勝手が悪いと、われわれ工場レベルでは考えられます。ある程度燃料電池も工場規模で導入することは将来的には考えられますが、そういう熱を形態を変えて運用できる、たとえば一時蓄熱する、またはほかのエネルギーの形態に変える、こういうような技術の開発に相当力を入れていかなければならないのではないかと、また一部排ガスの利用、さきほどのエンジンの排ガスの場合には、燃料は将来的には安いものを使いたいということが、さきほどNOxの話のとき出ていましたが、そういう希望が当然出てまいります。われわれも当然のことながら、燃料をさらにダーティのものへと指向しているわけですが、そうなりますと、排ガスの熱というのは、場合によると下げ過ぎると腐食が起こるとか、ということになり、腐食に対する強い安い材料を開発して、排ガス温度を下げるというような工夫が必要になってくると思います。ちょっと技術的なことで申しわけございませんが、そういういわゆるメーカーがらみの技術の進歩、こういう技術開発にも相当力を入れてやっていかなければならないのではないかと、そういうことになれば結果的に経済性が有利な形で実現化してくるということが言えるのではないかとこのように思っております。

武田 ありがとうございました。

電気・熱の需要パターンというのは、ひとつの大きな課題で、経済性で選択するわけですが、そのときどきのいろいろな工夫の仕方がたくさんあるということなのだろうと

思います。それを小規模の企業の人がかかなりできるようになるのかどうか、また、そういう情報を提供できるかどうか、ということをお丹羽先生が話されました。そのへんにひとつ問題があるのかも知れません。

ところで、さきほど正宗さんが、パラランとか、余剰電力の問題にお触れになりましたので、お二人が業界代表というわけではないのですが、バランス上之菌さんにご発言いただかないと多分いけないと思いますが、なにかご発言ございますでしょうか。

制度面を見直す

上之菌 コージェネレーションをさきほど来の業務用といいますか、自家発的にいろいろおやりになるという立場であれば、制度上の問題は、現在あまりないと思っております。さきほど申しあげましたように電気事業においても、分散電源的なものでも今後は使っていくという考え方もございます。また、さきほど吉田先生のお話にありましたが、アメリカはパシフィック ガス アンド エレクトリック社が「あなたたちの電気を買います」というようなポスターをだしているということでした。いまアメリカで非常にコージェネレーションが普及してきておるとするのは、1978年だと思いますが、電気の供給規定みたいなものが変更になりまして、こういうコージェネレーションの電気についても、然るべき価格で引き取るように制度化がされたということが、コージェネレーションを促進した大きな理由であるというように聞いております。そういうことになると、コージェネレーションとか、そういうものをどういうふうに日本で考えていくのかということについてこれから議論が展開される場所ではないかと思いま

す。このような形でコージェネレーションを考えていきますと、単なる電気事業法などの法律ばかりではなくて、安全面のいろいろな制度があるので、それも見直す必要があります。たとえば、消防法とかその他いろいろなものが、いろんな形でかかわりあってくるということだと思います。従って、コージェネレーションを推進するという立場であっても、そのへんの制度を抜本的に見直す、丹羽先生がおっしゃいましたが、社会的なコンセンサスをえながら進めて行くことが非常に大事な点ではないかと思っています。

質疑応答

武田 冒頭にお約束しました会場の方からのご質問の時間をこれから十数分ぐらいとりたいと思います。

ご質問またはコメントのおありの方は、手を挙げていただいて、できましたらご所属とお名前、そしてご質問の場合にはどなたに答えていただきたいかがございましたら、あるいはなければ4人のパネリストの方で顔を見合わせいただいて、然るべき方からというふうに取り扱わせていただきます。どなたかございませんでしょうか。

質問 それではみなさまの代りに、ちょっと私もフロアにいるようなつもりで、一つだけ丹羽先生と正宗さんとに質問させていただきます。お二人は、最初のコメントの中で、「育てる」ということばをお使いになりましたが、その「育てる」ということで、一番肝心な点はなにかということ、一点だけで結構ですから、なにが一番大切なのかということ、一つずつお話いただけませんかしょう

か。正宗さんからひとつ。

「コジェネを育てる」とは

正 宗 コジェネレーションを育てるということは、コジェネレーションを普及させることだと思います。これには機器の信頼性を上げるとか、技術開発とか、そういうものもありますし、制度的な問題もあります。しかし、問題は省エネルギーというメリットをどう認識して国家的なレベルでコジェネレーションを育てる気があるのかないのかということです。もし育てる気があるとすれば、それに対して有利な制度、あるいは優遇措置、あるいは技術開発とか、いろいろやり方はいくらかもあると思います。その気がなければ、それはいまの技術あるいは制度の下で、経済性を発揮できる限られた例に限られてしまうだろう、そういう意味でございます。

武 田 ありがとうございます。丹羽先生いかがでしょうか。

丹 羽 いまの正宗さんのご発言と同じことになるかも知れませんが、将来のエネルギーはどうあるべきか、コジェネレーションはどうあるべきかという哲学レベルの議論をきちんとして、そこで育てるという合意を得ること、それに尽きるかと思います。ちょっと抽象的になりましたけれども。

武 田 ありがとうございます。ちょっと前座の質問をさせていただきましたが、いかがでしょうか。お集まりの方からなにかご質問なり、コメントをいただきたいと思いますがけれども……。

質 問 それでは、もうひとつ私からまた代りに質問させていただきます。さきほどの木村さんの最初のお話の中で、工場では、蒸気のお値段を、恣意的にというとおかしいので

すが、誘導するようにやや安く設定する。それから、もうひとつあとのほうで、70℃の熱というのは、あまり使いいものではない。なにか加工しなければいけない。また、大神さんから、無駄なく使い切るようにしているというお話がありました。そういうことについては、一方で非常な努力をなさっていると思います。しかし、他方でそういう組み合わせ可能な事業だったということでもあるのかと思いますけれども、比較的小規模のところ、そのへんの細工をする余地というのが、なにかありそうなのかどうか、この点は正宗さんが一番よくご存じなのでしょう。そのへんもしあればちょっとお願いします。

コジェネの需要

正 宗 いまのお話ですけれども、小規模のコジェネレーションの場合には、蒸気がいくらで、電気がいくらだということはあまり問題にならなくて、年間いくらかかるかということだけが問題になるわけですから、アロケーションの問題はあまりないのではないかと思います。ただものごとを考えると、電気が買電に比べていくらになるから有利だとか、不利だとか、そういうことをケーススタディするには便利かも知れません。トータルコストで、年間経費全部出してやるまでもなく分かることだと思います。

それから、比較的低温の排熱でも、民生用ですと、人間の生活している温度というのはそれ程高い温度ではないわけですから、使いようがいくらでもあるわけです。80℃もあれば一重効用の吸収式なら十分動きますし、暖房、給湯にも十分だと思います。従って、産業用とは条件が違って、使うところは結構あるということで、むしろそういう低い温度の

排熱は余ったとき蓄熱することはできませんから、みんな捨ててしまうことになってきますので、そのへんのバランスといえますか、あんまり捨てないですむ範囲でコジェネレーション発電をするということが大事になってくると思います。

武田 いかがでしょうか、なにかお集まりの方からコメント、ご質問おありでしょうか。

質問 日本核燃料技術開発㈱の佐藤と申します。コジェネレーションの使い道に関連して、正宗講師にお聞きします。排熱は温かい水として出てくることが多いかと思しますので、そのまま暖房もしくは給湯に使うという範囲で考えるのが常識だろうかと私自身は理解しております。従って、とくに冷房等への利用で考えますと、普及の範囲はだいぶ違うのかなあという感じがいたします。業務用といっても、いわゆる一般の事務所、病院とかホテルの範囲の普及のことと、さきほどのスポーツ施設とか、レジャーランドみたいな場合とではちょっと話が変わってきて、たとえば、鹿児島とか沖縄といった暖かいところでスケートリンクをつくるとか、もしくはその反対で、北海道で温水プールをつくるとか、そういうケースでは普及の範囲がぜんぜん違ってくるのではないかという感じがします。そのへんについて教えていただきたいと思います。

正宗 コジェネレーションで使う温排水といたしますか、温熱の行く先ですけれども、普通のいわゆる業務用建物では、これは給湯、冷房、暖房、実際にはその三つだけだと思います。そのほか沖縄でスケートリンクややって儲かるかどうかは別といたしまして、そういうような排熱の利用方法はできないわけですから、その場合には発電機でつくった電気で

冷凍機を回すか、あるいはガスエンジンで直接冷凍機を回すというほうがよいと思います。

それから、北海道で温水プールをつくろうというなら、これは人が入るかも知れませんが、北海道あたりですと冷房需要はほとんどございませんから、全部暖房需要になって、コジェネレーションは夏は非常に不利であるということになるかと思えます。しかし、冬期が長く暖房負荷が大きいという利点もあります。関東、中部、近畿ぐらいですと、どちらかという冷房負荷と暖房負荷がほぼ同じ位でありますので、年間のうち4,000時間ぐらいはなんとか使えるのではないかと思います。

これらは全くケース・バイ・ケースでございまして、建物の種類がたくさんあるように、その建物に合わせてコジェネレーションが合うか合わないかということを検討していくことになるかと思えます。

武田 予定の時間にそろそろ近づいておりますので、まとめの方向に進みたいと思いません。最後に一言ずつパネリストの方から、コメントがおありでしたら、将来に向けてどう考えたらいいかというようなことを、一言ずつコメントをいただければと思います。冒頭のお話の順番でいかがかと思いますが、木村さんにか一言ございましたらどうぞ。

ま と め

木村 私は、大中規模の工場でコジェネレーションをやっていくという立場で考えますと、さらに熱需要をどう喚起するかということについて、心をくだくすることが必要になってくると思います。

たとえば、プラントだとか、地域の場合にも応用できるかと思いますが、分散した燃料熱源を使わないように、それを集約して集中できるシステムとしてコジェネレーションをとらえて、熱需要を喚起、拡大していくのが非常に効果があるかと思いますが。それから新たな熱需要家を開拓する、たとえば誘致してくる、地域の場合は範囲の拡大をする、そういうことも結果的にコジェネレーションを有効にさせるということにつながると思います。

また、さきほどの話でのように、システムの有効性を利用して単価を安くして誘致するということも必要になろうかと界います。

それから、同じ熱源であれば、たとえば蒸気の話で恐縮ですが、低圧、すなわちエンタルピーの低いほど発電をたくさんするわけですので、高いエンタルピーの熱源から低い熱源に需要側の温度熱量レベルを下げるような方策を駆使していくということで、コジェネレーションを今後も大いに発展させていっていただきたいと思っている次第でございます。

正宗 私どもの立場といたしますと、ガスの需要開発をするということもありますが、コジェネレーションをこれから普及させていくために、まずいまの制度で経済性があるところというのはだいたい見当がついているわけですから、そのへんからコジェネレーションが普及していくことを期待しているということでございます。

上之菌 さきほど申しあげましたように、需要家に密着したような電源が、どんな形であれ、できていくことは望ましいことだと思います。それにあわせてエネルギーを省エネルギー的に使っていくという意味で、排熱利用

というような習慣も自ら身につけてくれば、なおすばらしいのではないかと思います。

丹羽 先き走ったことになるかも知れませんが、さきほど吉田先生から将来はピーク電力を全部コジェネレーションで賄うというお話がありました。そのような状況を考えてみますと、恐らく非常にたくさんのコジェネレーションがこの日本にあるということで、社会システムということからみますと、その信頼性ということが心配になるかも知れません。その一つは、ハードのシステムの信頼性の向上で、それは連系したシステムとしての信頼性なども含まれるものと思います。

次は、それをオペレートする人に対する信頼性でしょう。最後は、社会システムとして考えるときには、悪意の人の存在をある程度考えなければいけないでしょう。

さきほど正宗さんから、余剰電力の逆送はしないというようなお話がありましたけれども、余剰電力の逆送をして大儲けしようという人がいると困るわけでございます。先走った心配になるかも知れませんが、そのようなことも検討事項ではなからうかと思えます。

武田 どうもありがとうございました。

いろいろとコメントいただきましたが、コジェネレーションというのは、非常に省エネルギー効果がある。ただし、設備費の投下が必要であり、かたがた小規模の場合需要を細工するものなかなかむずかしいため、今日現在の状況でいけば、ある限られたところでしょうか、その経済性は満たされない。そこで自然に普及するのでしょうかけれども、その一歩先を考えると、育てる哲学とでも言いますか、その基本的なところで、もう少しコンセンサスを得る必要がある。既存のものとの連携関

係については、いろいろな表現はあるのかと思いますけれども、相互依存といいますか、相互協調ということが考えられるレベルがあるのではなからうかということが、さきほどの上之蘭さん、正宗さんお二人のお話から想像できるのかなと思われます。

ただ、そのときに将来に向って、小さな需要を持っている人たちが、よくわかるようにインフォメーションを与える必要がある。こんなことをすればいいんだ、あるいはこういうことが問題になりますよ、というようなインフォメーションの整理というのは、今日現在必ずしも行きとどいていないのかなという感じがいたしますが、これも時間と共に進展し、解決されていく問題ではないかというよ

に感じます。

この1時間半のパネルが、これから先のことを考えます上でどれだけ役に立つようなことだったかについて、司会の不手際でちょっとどうかなということも考えるわけですが、パネリストの方々のお話の中で、それぞれ意図するところを、みなさま方にお汲み取りいただければ、たいへん幸いです。

正宗さん、丹羽先生、木村さん、上之蘭さんどうもたいへんありがとうございました。これでパネルを終らせていただきます。どうもありがとうございました。（文頭掲載順、かみのその ひろし：きむら たつゆき：にわ ふじお：まさむね ゆうぞう：たけだこう）

閉会のあいさつ

常務理事 柴田 誠 一

本日は、お忙しいなかを多数ご出席いただき、誠にありがとうございました。今後ともこのようなシンポジウムを毎年1回、7月に開催することを予定しております。

なお、先程所長の山本から紹介のありました月例研究会は、毎月最終の金曜日午後定例的に開くことにしております。7月はこのシンポジウムがありますので休会にしておりますが、毎月70%程度の賛助会員の方々のご出席をいただいております。この研究会も、当研究所の研究活動をご報告すると同時に、また新しい情報のご提供、あるいは研究所に対するご意見を伺うことにしておりますので、あわせてよろしく願いいたします。

本日は長時間お疲れさまでございました。以上をもちまして、本日のシンポジウムを閉会させていただきます。どうもありがとうございました。(しばた せいいち)

研究所のうごき

(昭和59年7月1日～9月30日)

◇ 月例研究会

第15回月例研究会

日 時：8月31日(金)14:00～16:00

場 所：幸ビル(13F)1303会議室

議 題：

- (1) システムの安全性・信頼性解析の手法
〈SFTACの開発〉
(主任研究員 下岡 浩)
- (2) メタノールをめぐる最近の情勢について
(主管研究員 高倉 毅)

第16回月例研究会

日 時：9月28日(金)

場 所：幸ビル(13F)1303会議室

議 題：

- (1) 昭和60年度エネルギー関係重点施策と予算
(資源エネルギー庁長官官房総務課
荒井行雄 氏)
- (2) 海外におけるウラン濃縮の動向
(主管研究員 西川 毅)

◇ 主なできごと

- 7月10日(火) 第4回エネルギー総合工学シンポジウム開催
- 16日(月) 「原子力プラント運転の信頼性に関する研究会」開催(第36回)
- 19日(木) SPS第2回委員会開催
「揮発油問題技術研究会」開催(第2回)
- 23日(月) 「エネルギーフロンティア計画調査」第1回委員会開催
- 24日(火) 「海外立地CWMフィージビリティ調査」第5回打合せ開催
- 8月1日(水) 「メタノール利用可能性調査」第1回委員会開催
- 2日(木) 「軽水炉懇談会」開催(第3回)
- 10日(金) 「プルサーマル」第2回委員会開催
- 27日(月) 「海外立地CWMフィージビリティ調査」第2回総会開催

28日(火) 「次世代炉に関する安全設計懇談会」開催

「エネルギーフロンティア計画調査」第2回委員会開催

30日(木) 「FBR大型炉国際シンポジウム」第3回幹事会開催

「メタノール環境安全性検討」

第1回委員会開催

「プルサーマル」第3回委員会開催

31日(金) 第15回月例研究会開催

9月4日(火) 「新シーズ」第1回委員会開催

5日(水) 第1回「LNG広域供給技術調査」研究会開催

17日(月) 「プルサーマル」第4回委員会開催

18日(火) 「揮発油問題技術研究会」開催(第3回)

19日(水) 「次世代型軽水炉構想」第1回委員会開催

21日(金) 「SPS」第3回委員会開催

「原子力プラント運転の信頼性に関する研究会」開催(第37回)

28日(金) 第16回月例研究会開催

◇ 人事異動

○ 7月1日付

経 理 部 長	沼尾 和男	退職(出向解除)
主管研究員	室田 健次	〃(〃)
主任研究員	竹下 宗一	〃(〃)
(採 用)	井口 祐蔵	経理部長に任命
(〃)	里見 知英	主任研究員に任命, プロジェクト試験 研究部配属
(〃)	原谷 裕三	主任研究員に任命 プロジェクト試験 研究部配属

○ 7月9日付

(採 用)	深田 昭彦	主任研究員に任命 プロジェクト試験 研究部配属
-------	-------	-------------------------------

○ 7月21日付

主管研究員	桑原 脩	退職(出向解除)
(採 用)	吉田 正寛	主任研究員に任命 プロジェクト試験

研究部配属

○ 7月25日付
主任研究員 菅野 孝悦 退職(出向解除)
(採用) 鈴木 正博 主任研究員に任命
プロジェクト試験
研究部配属

○ 8月21日付
主管研究員 青木 伸 退職(出向解除)

○ 7月1日付
嘱託に採用, 期間は昭和60年6月30日まで
副主席研究員, 調査部長 大森 栄一

◇ その他

外国出張

(1) 片山優久雄及び竹内光の両主管研究員は,

「海外立地CWMトータル・システムのファイ
ージビリティ調査に関連してSRI社と打合
せ」のため, 9月29日から10月4日の間, 米
国に出張した。

(2) 吉田正寛主任研究員は, 「LNG広域供給技
術調査に関連して, 海外のLNG小規模基地
の現状調査」のため, 9月30日から10月11日
の間, 米, 加両国に出張した。

(3) 長田武嗣主任研究員は, 「ヨーロッパ, アメ
リカ, カナダにおける原子力の多目的熱利用
に関する調査及び意見交換」のため, 9月29
日から10月13日の間, 米, 加, 仏, 西独並び
にスイスに出張した。

季報エネルギー総合工学 第7巻第3号

昭和59年10月20日発行

編集発行

財団法人 エネルギー総合工学研究所

〒105 東京都港区新橋1-1-13

東新ビル(7F)

電話 (03) 508-8891

無断転載を禁じます。(印刷)和光堂印刷株式会社