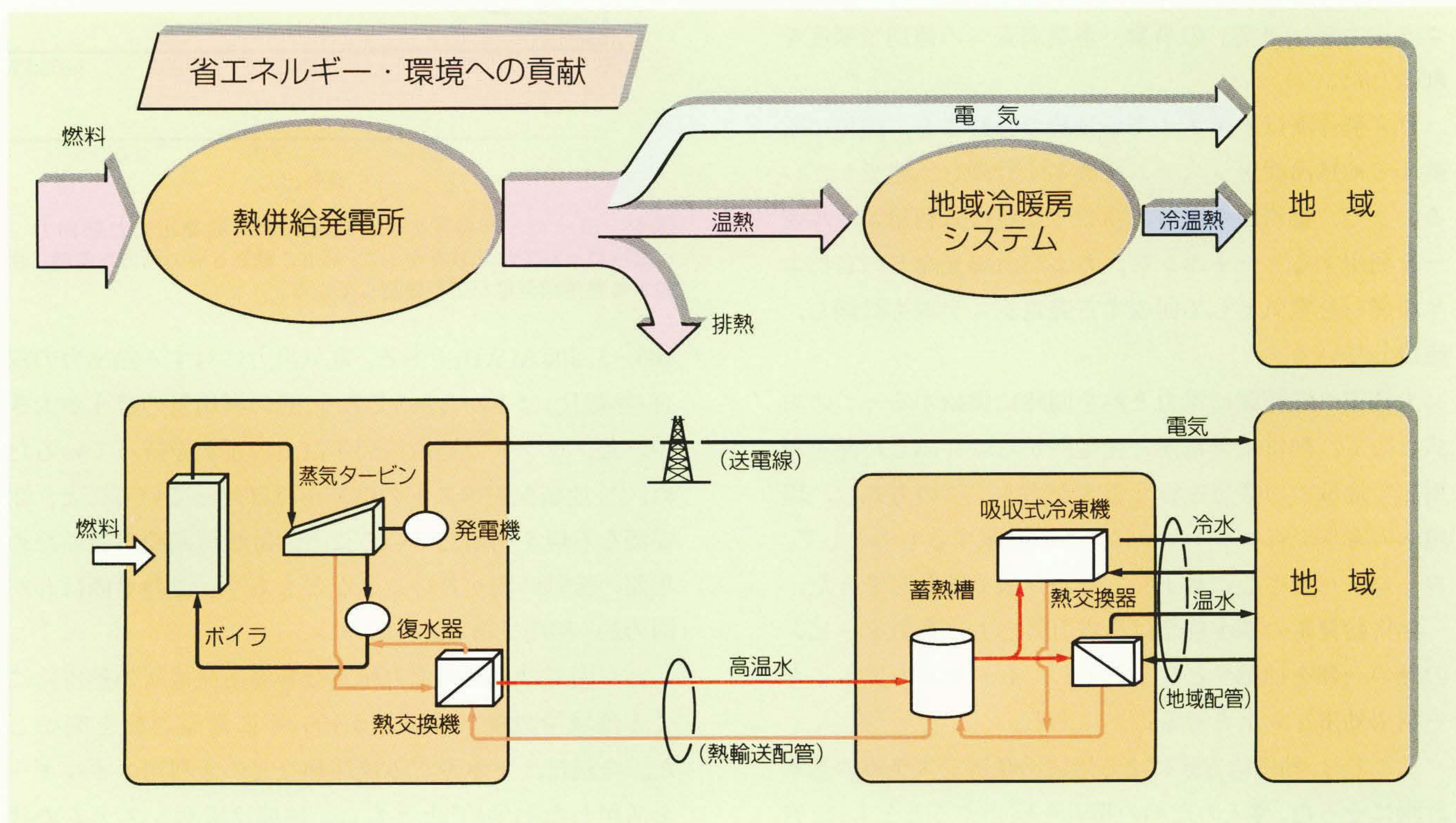


省エネルギー推進と排ガス量低減を実現する 地域冷暖房システム—熱併給発電利用—

District Heating-Cooling Systems Contributing to Energy Saving and Exhaust Gas Emission Reduction Through Steam Supply and Power Generation

坂内正明* Masaaki Bannai 三善信孝*** Nobutaka Miyoshi
保泉真一** Shin'ichi Hoizumi 東條正弘* Masahiro Tōjō



環境に貢献する地域冷暖房システム

熱併給発電を利用した地域冷暖房システムは、発電所から電気と熱を同時に取り出し、この熱を利用して地域の冷暖房を行うものである。このシステムによって省エネルギーを推進して地球環境保全に寄与する。

熱および電力需要の伸びと世界規模の環境問題、化石燃料の節約の観点から、都市で消費する電力や空調などのコミュニティエネルギー分野でも省エネルギーのニーズがいっそう高まっており、有効な対応策の一つとして地域冷暖房が期待されている。

地域冷暖房の一形態として火力発電所から一部の熱を取り出し、この熱を利用して地域の冷暖房を行う熱併給型地域冷暖房システムも、環境に寄与するシステムの有力な手段の一つとして今後の導入が期待される。

日立製作所は、これまで多くの火力発電プラント

や地域冷暖房システムを設計、製作、建設してきており、これらの実績や知見を基に熱併給型地域冷暖房システムの可能性調査を行い、あわせて環境への寄与、省エネルギー性の評価も行った。その結果、このシステムにより、(1) エネルギーは従来のボイラと吸収式冷凍機の組合せに比べて23%、(2) 環境への寄与では従来方式に比べてNO_x(窒素酸化物)が46%、CO₂(炭酸ガス)が23%とそれぞれ低減することがわかった。

今後、国内各地で熱併給型の発電所が増え、地域冷暖房システムが稼動することが期待できる。

* 日立製作所 システム事業部 ** 日立製作所 日立工場 *** 日立製作所 空調システム事業部

1 はじめに

近年、世界規模での環境問題およびエネルギー資源の節約の観点から、省エネルギーへのニーズがますます高まっている。

都市内で消費する電力や空調などのコミュニティエネルギー供給分野でも、省エネルギーをさらに推進するために、通商産業省は1994年から「環境調和型エネルギーコミュニティ事業」の事業、事業調査への補助金制度を創設した。

日立製作所は、エネルギー供給の分野でも、環境に貢献する地域冷暖房システムを数多く計画し、建設している。また、都市から出る下水などが持つ未利用エネルギーを利用するヒートポンプ、および太陽光などの自然エネルギーを電気として回収する発電システムも計画し、建設している。

大都市へ広範囲に電力と熱を同時に供給する一つの方式として、熱併給発電所と発電所から取り出した熱を利用して地域の冷暖房を行う方式がある。この方式は、環境への寄与や省エネルギーに大きく貢献するものとして、ヨーロッパを中心に数十年も前から広く普及してきた。

熱併給発電の基本理念は、電力とともに蒸気タービンの熱の一部を抽気[※])として利用し、トータルのエネルギー利用効率を向上させることにある。

ここでは、熱併給方式による地域冷暖房システムの基本計画にそった、導入のための指針を紹介するとともに、省エネルギー性や環境改善効果の試算結果について述べる。

2 熱併給発電を利用した地域冷暖房システムの事例^{1), 2)}と今後

熱併給発電を利用した地域冷暖房プラントは、環境への貢献度が高く省エネルギー性も優れている。

ヨーロッパ、特にスウェーデン、デンマークといった高緯度に位置する国では、ほとんど年間を通して暖房が必須という気象条件を持つ。このため、CHP(Combined Heat and Power: 熱電併給)プラントが電力と熱の供給システムとして広範に普及している。

ヨーロッパ各国で稼働中の熱併給発電プラントの発電出力、熱出力の規模を図1に示す。総発電出力は200~800 MWe、総熱出力はスイスのベズノウプラントを除いて

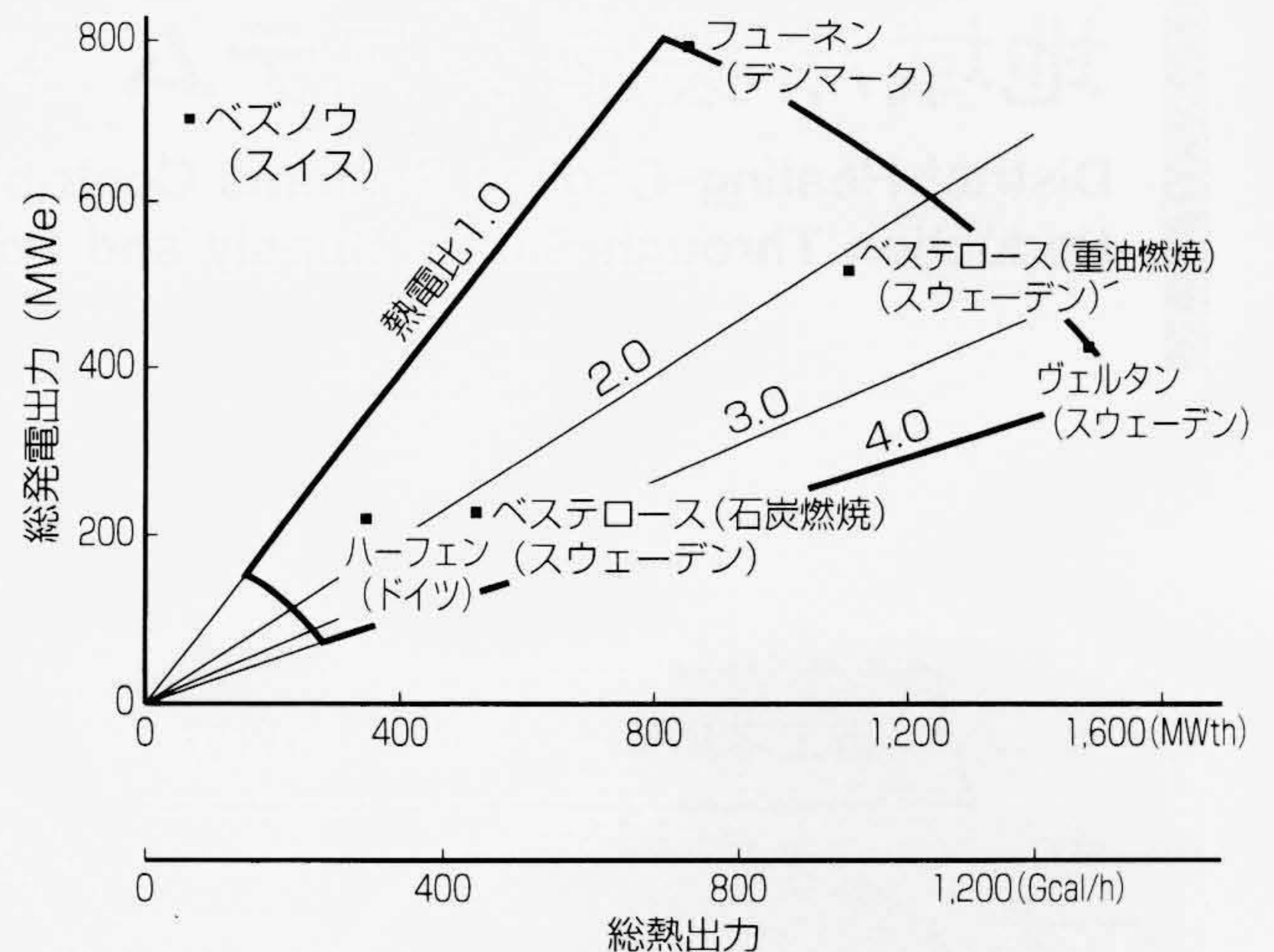


図1 ユーロッパ各国の熱併給発電所の発電出力と熱出力
ヨーロッパでは北欧を中心に、都市に電気と熱の両方を同時に供給する熱併給発電が広く普及している。

400~1,500 MWthである。電気出力に対する熱出力の割合(熱電比)は1から3.5であり、熱の利用量のほうが大きい。各プラントは建設後50年以上の歴史を持っているため、(1) 地域配管コストの償却がほぼ終わっていること、(2) 安価な石炭を利用していること、(3) 暖房期間が長いことなどもあり、温熱単価はわが国の約 $\frac{1}{3}$ 程度である。

わが国では、関西電力株式会社海南発電所の熱併給による地域冷暖房プラントが1994年に営業運転を開始した。今後は、下水やごみ焼却熱などの未利用エネルギーを活用した熱供給³⁾とともに、地域冷暖房システムの普及が進むと考える。

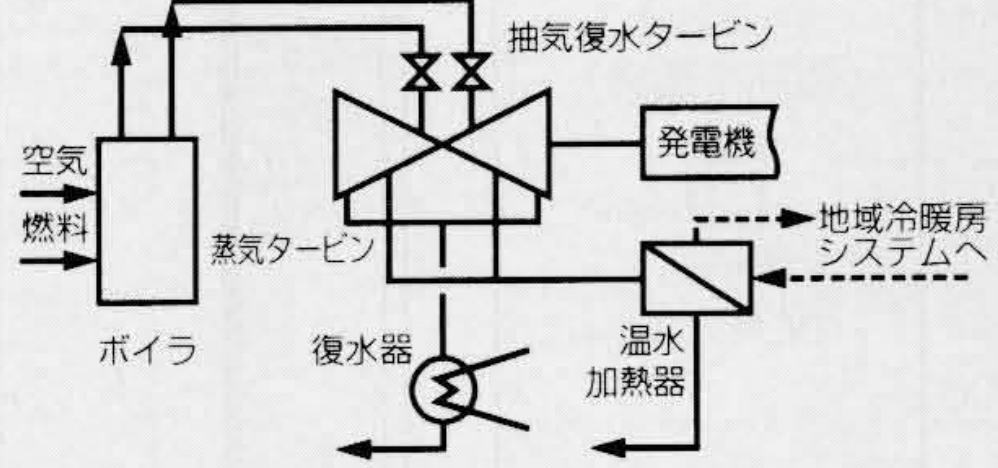
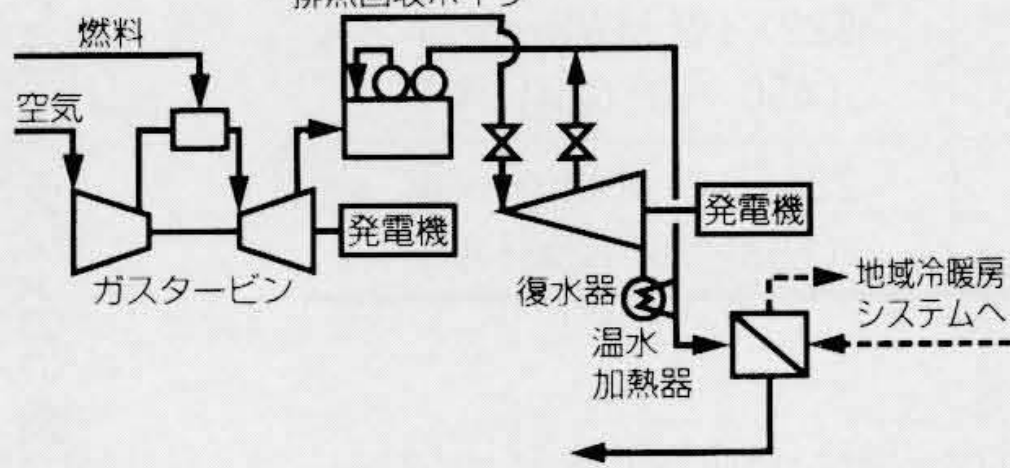
3 熱併給発電プラントと地域冷暖房システムの検討

3.1 熱併給発電プラントの特徴

電気事業者が熱供給も行う場合には、電気と熱の総合エネルギー効率の向上を図ると同時に、電力の安定供給の観点から、(1) 大容量発電設備の採用、(2) 高い発電効率、(3) 電気と熱を同時に供給する運用などを考慮しなければならない。

これらの条件を満たす方式としては、抽気復水タービンからの蒸気供給による熱利用と、ガスタービンを利用したコンバインドプラントの排熱回収系からの熱利用の二つの方式が考えられる。両方式のシステム構成と特徴を図2に示す。抽気復水タービン方式は熱電比が1.8と熱の取り出し量が大きく、規模の大きい地域冷暖房システムにも適用が容易である。

※) 抽気：蒸気タービンの中間圧力段から取り出す蒸気のことである。

発電方式		抽気復水タービン	ガスタービンコンバインド
主要燃料		石炭, 石油	天然ガス
システム構成			
特徴	熱電比	1.8 (熱の取り出しが多い。)	0.3 (熱の取り出しが少ない。)
	発電熱効率*	約40～42 %	48～50 %
	発電容量	最大1,000 MWe級	最大350 MWe級
	熱供給への適用	● 大容量への対応が容易 ● 熱供給との併用に適する。	● 中・大容量への適用が可能 ● 熱供給にも適する。

注：* 高位発熱量 (HHV) 換算

図2 熱供給発電プラントのシステム構成と特徴
大規模な熱供給の方式としては、抽気復水タービンとガスタービンコンバインドの二つが主流である。

3.2 熱供給発電プラントの総合熱効率試算例

抽気復水タービンを利用した熱供給発電プラントの発電出力、熱出力と総合熱効率を試算した結果を図3に示す。

試算条件は次のとおりである。

- ・ 発電設備容量：350 MWe
- ・ ボイラ出力：一定
- ・ 供給蒸気圧力：785 kPa (8 kg/cm²)
- ・ 最大熱出力：291 MWth (250 Gcal/h)

ボイラ負荷が一定であるため、熱出力が大きくなると発電出力は低下する〔図3(a)参照〕。また、熱出力が増加すると発電熱効率も低下するが供給熱効率が増加し、総合熱効率は最大熱出力時には64%になることがわかる〔同図(b)参照〕。

3.3 地域冷暖房システムの構成

熱供給型地域冷暖房システムの環境への寄与、および省エネルギー性を定量的に比較する。比較対象とする従来方式は建物ごとの個別冷暖房とする(図4参照)。

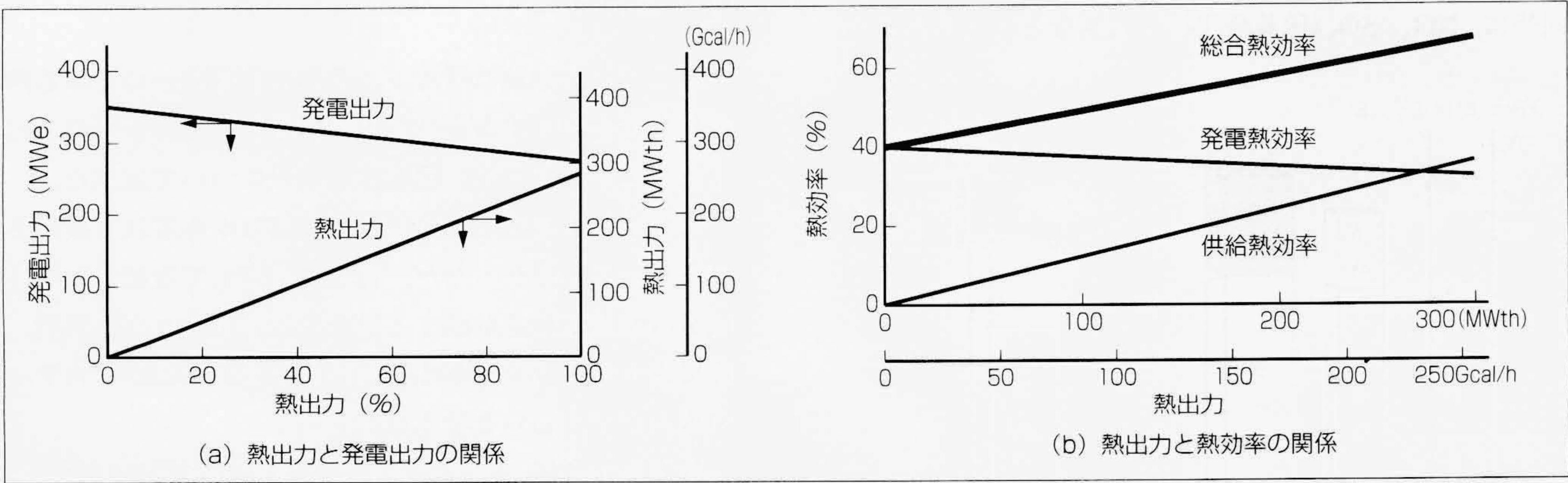


図3 熱供給発電プラントの熱・発電出力と熱効率
熱の取り出しを増やすに従って発電熱効率は低下するが、総合熱効率は向上する。

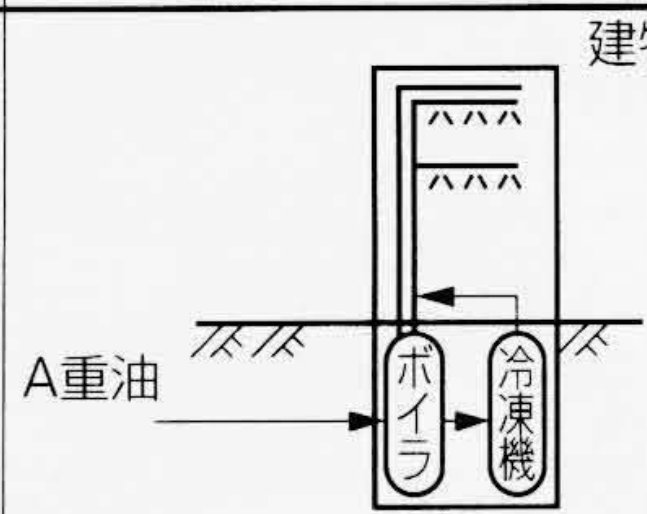
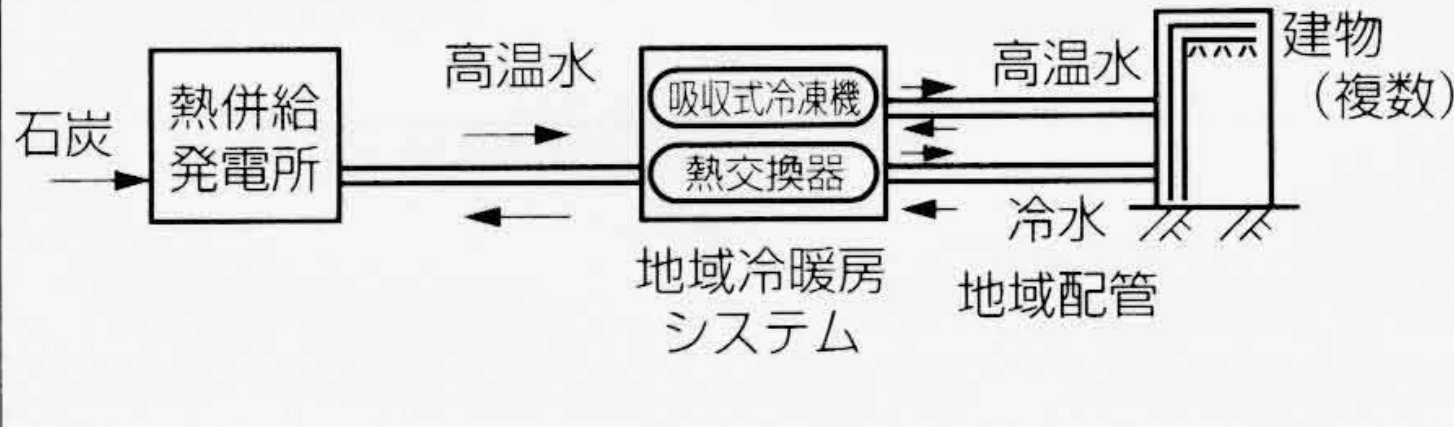
方式	従来 (個別冷暖房)	熱供給型地域冷暖房システム
系統		
温熱	油によるボイラ	石炭燃焼熱供給から高温水を取り出し、地域冷暖房システムで温水、冷水を製造
冷熱	油・ボイラ→吸収式冷凍機	

図4 従来方式と熱供給型地域冷暖房システムの比較
熱供給型地域冷暖房システムでは、発電所から高温水を受け入れ、冷温水を製造してこれを地域配管で各建物に送る。

表1 地域の熱需要

わが国での中規模都市(人口:数十万人)の熱負荷を想定した。

項目	ピーク需要	年間需要
温熱	371 MWth (320 Gcal/h)	522×10^3 MWth・h・年 (450×10^3 Gcal・年)
冷熱	302 MWth (260 Gcal/h)	224×10^3 MWth・h・年 (193×10^3 Gcal・年)

地域冷暖房システムでは、熱併給発電所からの高温水の熱を利用して二重効用吸収式冷凍機で冷水を製造し、温水熱交換器で温水を製造する。冷温水は地域配管を通じて各需要家に送られる。

3.4 省エネルギー・環境改善の効果

建物個別に冷暖房を行う場合に対し、熱併給型地域冷暖房を行ったときの省エネルギー・環境改善の効果を試算する。地域の熱需要を表1に示すように想定する。

3.4.1 省エネルギー効果

年間の熱需要と方式別必要エネルギーの試算結果を図5に示す。熱併給発電方式による地域冷暖房システムは従来の建物個別の冷暖房方式に比べて、23%の省エネルギーを図ることができる。

3.4.2 環境改善効果

熱併給発電を利用して熱供給を行うことにより、総合熱効率の向上を図ることができ、省エネルギーの推進と同時に、 NO_x 、 SO_x (硫黄酸化物)、 CO_2 などの大気汚染物

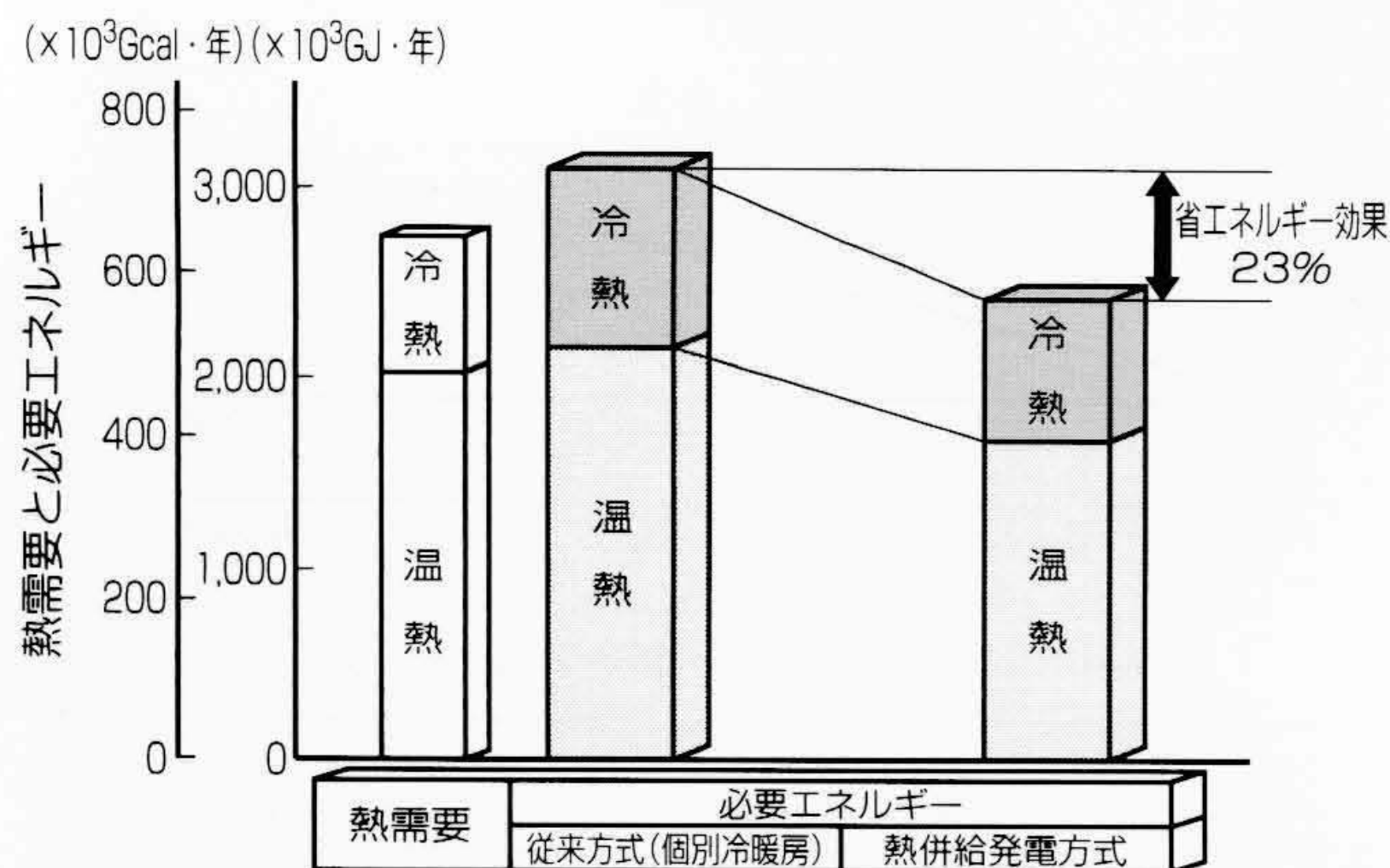


図5 地域全体の熱需要と方式別必要エネルギーの比較

熱併給発電方式は個別冷暖房方式に比べて23%の省エネルギー効果がある。

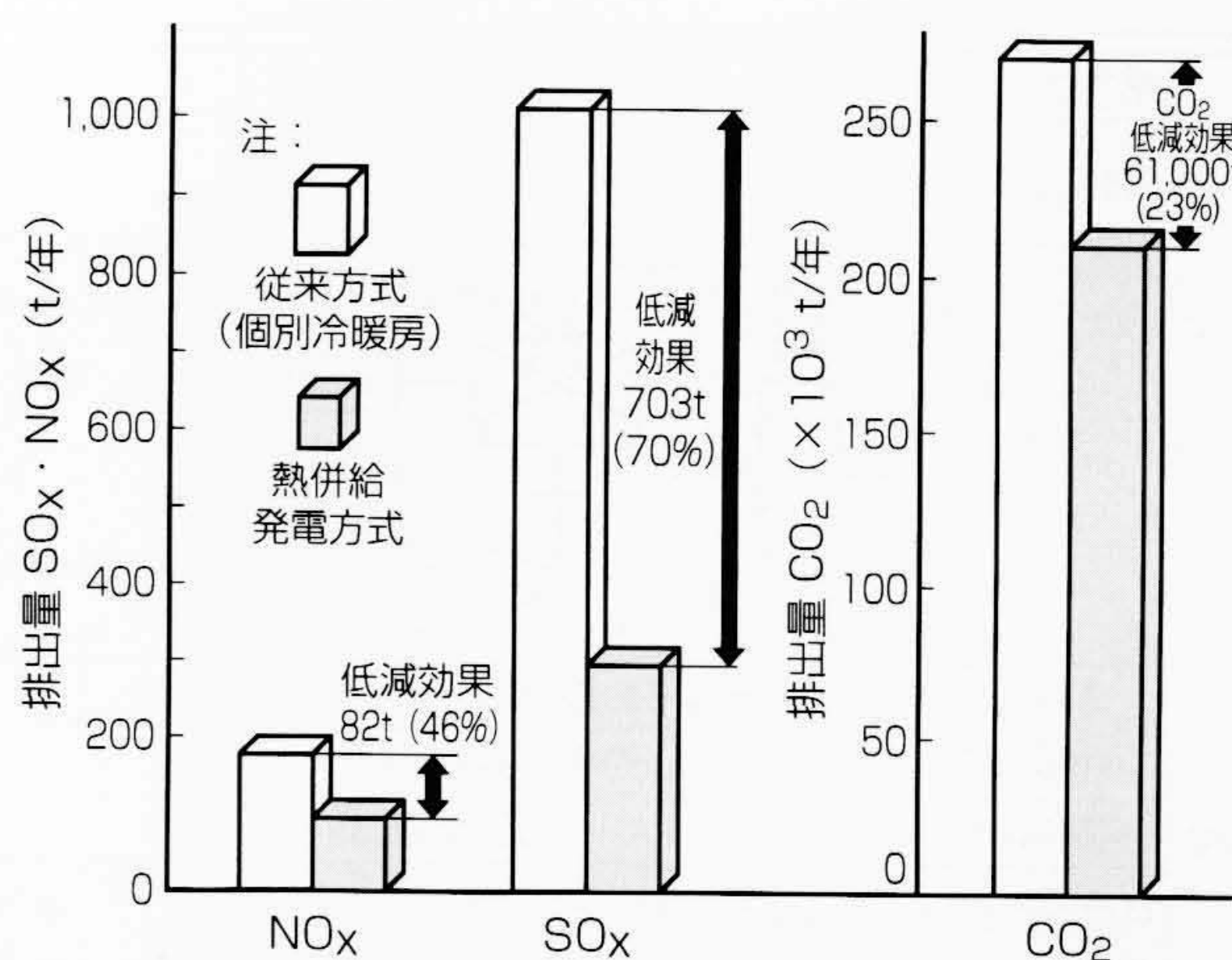


図6 方式別ガス排出量と低減効果

熱併給発電方式は総合熱効率が高いので、排出ガス量も大幅に低減することができる。

質、地球温暖化に影響を及ぼすガスの排出量の低減を実現することができる。

従来方式に比べて熱併給発電方式での NO_x 、 SO_x 、 CO_2 の排出量はそれぞれ、年間82.5 t(従来比46%)、703 t(従来比70%)、6万1,000 t(23%)と低減できる(図6参照)。

このように、熱併給発電を利用した地域冷暖房システムの導入によって省エネルギーを推進し、環境改善を向上させることができる。

4 おわりに

ここでは、地域冷暖房システムの形態の一つである熱併給発電を利用するシステムの特徴と、このシステムによる省エネルギー性、環境改善効果について述べた。

これまで大規模な火力発電所は都市から離れて設置されるケースが多かったが、都市に隣接して設置される地域分散型発電所を計画する場合には、エネルギー問題、環境保全に大きく寄与する熱併給型地域冷暖房システムの導入が望ましいと考える。

日立製作所は、熱併給発電所と地域冷暖房システムを規模やニーズに合わせて最適とするシステムを開発している。今後も、都市から排出される生下水やごみ焼却熱なども同時に利用できる環境調和型エネルギー供給システムの研究を進めていく考えである。

参考文献

- 1) Sweden—The Experienced Pioneer in District Heating, The Swedish District Heating Association, pp.3~9(1991)
- 2) Krishna K. Pillai, et al.: Downtown Stockholm Site

for First PFBC Plant (1991)

- 3) 関西地区未利用エネルギー活用調査委員会：明日のエネルギー考、未利用エネルギーを活用した熱供給システム, p.19(1991)