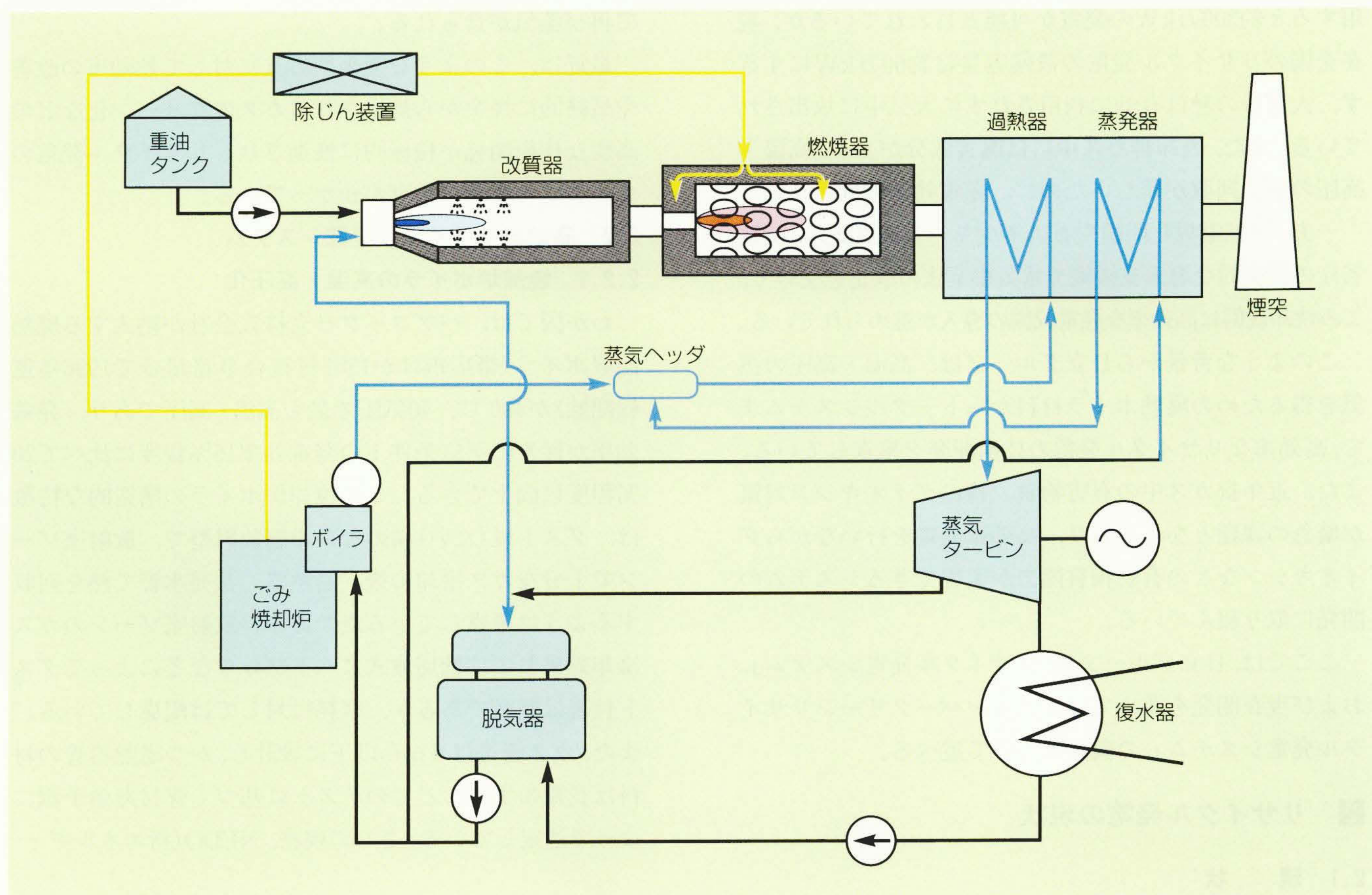


ごみ焼却熱利用リサイクル発電システム

—高効率追求およびダイオキシン対応—

Recycle Power Generation Systems

石垣幸雄* Yukio Ishigaki 小山一仁*** Kazuhito Koyama
梶 隆一** Ryūichi Kaji 三谷 隆**** Takashi Mitani



ごみ焼却熱利用リサイクル発電システム

スーパークリーンリサイクル発電システムは、ごみ焼却時の余熱を利用するリサイクル発電システムでの熱効率の改善を図り、ごみ焼却排ガス中に含まれるダイオキシン類などを高温分解してクリーン化するものである。

わが国では年間約5,000万tの一般廃棄物が排出され、その約74%が焼却処理されているが、この焼却熱の大部分が大気中に放出されているので、その有効利用が要求されている。また、高温・高圧の蒸気回収が難しいために発電効率が低く、高効率な発電設備が求められていると同時に、排ガス中のダイオキシン対策が緊急課題となっている。

このニーズにこたえて日立グループは、未利用エ

ネルギーの活用、発電電力の経済性などの観点から、熱効率の改善を図り、かつ排煙のクリーン化を実現したリサイクル発電システムを開発している。現在開発を進めている「スーパークリーンリサイクル発電システム」は、(1) 発生蒸気の高温化、(2) 有害物質を高温分解、(3) 安定燃焼によってシステム全体の高効率、およびダイオキシン対策を実現するものである。

* 日立製作所 日立工場 ** 日立製作所 機電事業部 *** 日立製作所 電力・電機開発本部 **** バブコック日立株式会社

1 はじめに

近年の景気停滞によってごみの排出量の伸びは鈍化したとはいえ、わが国では年間約5,000万tの一般廃棄物が排出されており、その約74%が焼却処理されている。このごみ焼却時の余熱を「リサイクル発電」※1)にフルに利用すると約300万kWの発電が可能と言われているが、現在全国のリサイクル発電の設備容量は約60万kWにすぎず、大部分の熱は有効に利用されずに大気中に放出されている。また、焼却排ガス中には腐食成分が多く、高温・高圧の蒸気回収が難しいために、発電効率も低い。

一方、地球温暖化問題や省エネルギーの観点から、関連省庁の積極的な導入支援策や電気事業法の改正を受けて、ごみ焼却設備に高効率な発電設備の導入が進められている。

このような背景から日立グループは、高温・高圧の蒸気を得るための廃熱ボイラ材料からトータルシステムまで、高効率なリサイクル発電の技術開発を推進している。また、近年排ガス中の有害物質、特にダイオキシン対策が緊急の課題となっており、高効率発電を行いながらダイオキシンなどの有害物質除去が実現できるシステムの開発に取り組んでいる。

ここでは、日立グループの「リサイクル発電システム」、および現在開発を進めている「スーパークリーンリサイクル発電システム」の概要について述べる。

2 リサイクル発電の現状

2.1 現 状

リサイクル発電での発電機累計容量では、1995年に57万2,390 kWであるが、1998年(現在建設中も含む。)には76万9,624 kWになることが予想されるなど、発電付きごみ焼却設備の伸びが著しい。リサイクル発電が積極的に推進される背景としては以下の要因が考えられる。

- (1) 未利用エネルギーの活用によって化石燃料の使用量が低減するので、二酸化炭素の新たな発生が抑制可能となり、地球温暖化防止対策に寄与する。
- (2) ごみ焼却設備の所内動力に対して発電電力供給が可能であり、購入電力量が削減できる。
- (3) 余剰発電電力は売電も可能となっており、ごみ焼却設備の設備投資回収期間の短縮が見込める。

※1) リサイクル発電：一般的には「ごみ発電」と呼称されているが、日立グループではサーマルサイクルの観点から「リサイクル発電」と称している。

リサイクル発電のシステム構成についてはこれまで種々検討されてきている。すなわち、ごみ焼却炉の燃焼排ガスによって作られた蒸気を抽気背圧式蒸気タービンや抽気復水式蒸気タービンなどに導き、そこで電気出力に変換する。蒸気タービンの排気蒸気は復水器で復水され、脱気器で水中溶存酸素を除去後、ボイラへ給水されて再び蒸気が造られる。

最近では、このような従来型方式に対して熱効率の改善や最終的に煙突から排出されるガスのクリーン化などの高度な技術開発が積極的に推進され、リサイクル発電のますますの普及に拍車がかかっている。

2.2 高効率リサイクル発電システム

2.2.1 焼却炉ボイラの高温・高圧化

わが国では、バブコック日立株式会社が納入する廃熱回収ボイラ(帯広市ほか13町村複合事務組合で1996年運転開始)が400℃、40気圧で最も高温・高圧であり、発電効率が従来の蒸気条件下の発電効率15%程度に比べて20%程度に向上できる。この焼却炉ボイラの構造的な特徴は、ダスト堆(たい)積のない単胴放射型で、放射室ゾーンで十分なガス冷却の後、過熱器、蒸発水管で熱を回収するように考慮している点である。放射室ゾーンのガス冷却効果および低周波式スートブロワなどによってダスト付着は軽微であるが、摩耗に対しては配慮している。また、ガス流速は6 m/s以下に設計し、かつ過熱器管の材料は長期の実験などでのテストに基づく管材寿命予測によって選定している。さらに現在、NEDO(新エネルギー・

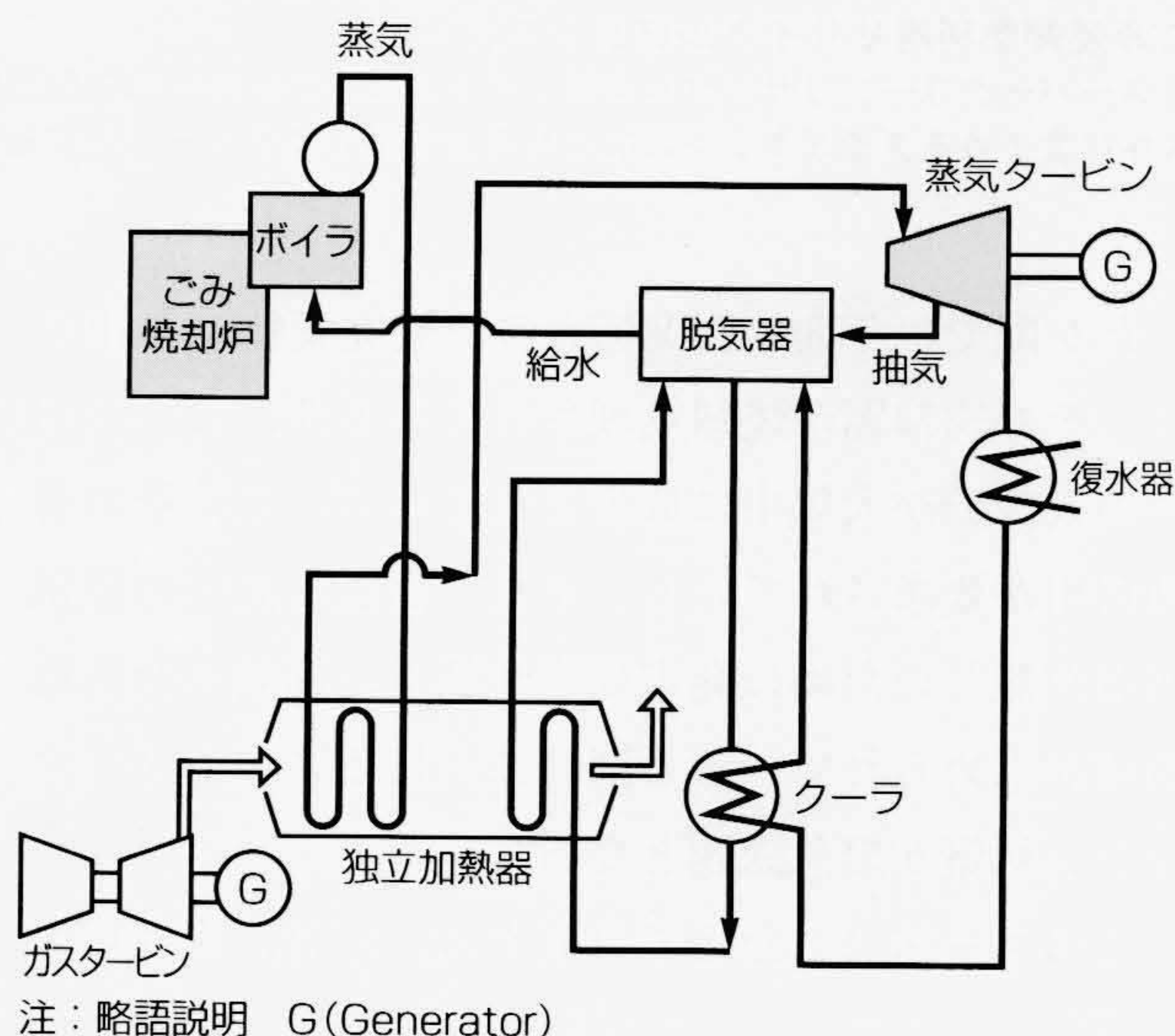


図1 スーパーごみ発電のシステム構成

ガスタービンの排熱で蒸気を加熱し、蒸気タービンの発電効率を向上させるコンバインド発電方式を示す。

表1 スーパーごみ発電の施設²⁾

群馬県高浜クリーンセンター納めのスーパーごみ発電の建設は、日立造船株式会社と日立製作所とのジョイントベンチャーで推進している。

清掃工場名	高浜クリーンセンター (群馬県)	新皇后崎工場 (北九州市)	東工場 (堺市)
ごみ処理能力	450 t/d	810 t/d	460 t/d
最大発電出力	24,000 kW	45,000 kW	16,400 kW
うち蒸気タービン出力	10,000 kW	30,000 kW	12,400 kW
うちガスタービン出力	14,000 kW	15,000 kW	4,000 kW
所内(自家用)電力	1,200 kW	5,000 kW	3,600 kW
建設期間	平成5年～7年	平成6年～8年	平成5年～8年

産業技術総合開発機構)が中心となって進めている500℃、100気圧の高効率廃棄物発電耐腐食性過熱器管材開発の国家プロジェクトに参画し、多くの既存材および開発材のスクリーニング試験とともに実炉評価試験を実施中である。

2.2.2 スーパーごみ発電

従来のリサイクル発電では比較的低温の蒸気を利用するので発電効率が低く、ごみ焼却時の余熱が有効に利用されている状況ではなかった。産業用分野ではガスタービン導入もコジェネレーションなどの形態で徐々に普及してきており、蒸気タービンとの複合システムも計画されるようになった。リサイクル発電分野ではこの発電方式を「スーパーごみ発電」と呼んでいる。この発電方式は、ガスタービンで燃料を燃焼させて発電する一方で、その燃焼排ガスでごみ焼却設備のボイラから出る蒸気をさらに高温化して蒸気タービンに導いて発電させるものである(図1参照)。現在、建設が進んでいる「スーパーごみ発電」の施設例を表1に示す。

効率の観点から「スーパーごみ発電」は、従来のリサイクル発電が10～15%であるのに対して20～35%という高い値が期待できるので、焼却排熱がより有効に利用できると考える。

3 スーパークリーンリサイクル発電システム

3.1 開発システム

ごみ焼却時に発生するダイオキシン類・NOxなどの有害物質をいかに抑制・除去するかが、ごみ焼却施設での重要な技術課題の一つである。わが国では1990年12月に厚生省から「ダイオキシン類発生防止等ガイドライン」が通知され、排出低減対策の実施が本格化している。

日立グループは、ごみ焼却排ガス中に含まれるダイオ

キシン類などを再燃焼分解して超低排出値にするとともに、その燃焼ガスによって蒸気を高温化し、蒸気タービンでの発電量増大を図る「スーパークリーンリサイクル発電システム」(以下、SCRGシステムと略す。)の開発を推進している。

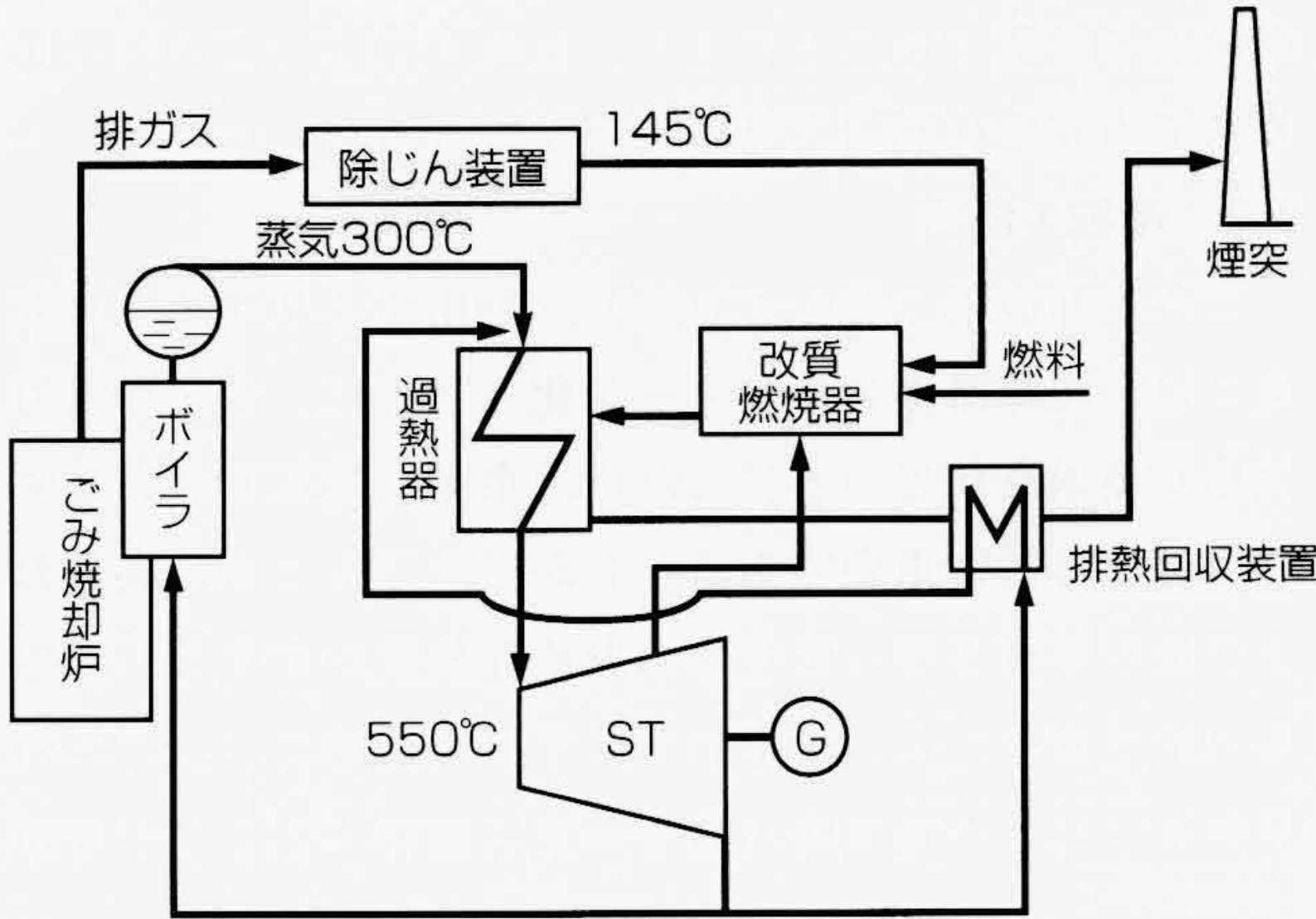
3.2 システム構成

SCRGシステムの代表的な方式には、追い焚(だ)き式(図2参照)と複合発電式(図3参照)がある。

追い焚き式SCRGシステムは、ごみ焼却炉、ボイラ、除じん装置、改質燃焼器^{※2)}、過熱器、排熱回収装置、蒸気タービン、発電機、煙突などで構成する。焼却炉で発生したごみ焼却排ガスは、ボイラで300℃程度の蒸気を発生させる熱源として用いられた後、ばいじんや塩化水素などを除去するための除じん装置に導入される。SCRGシステムでは、これまで除じん装置などの排ガス浄化系を経て煙突から大気に排出されていたごみ焼却排ガスを、煙突の上流側で改質燃焼器の空気源として用いて再燃焼することにより、排ガス中の有害物質(ダイオキシン類など)を高温分解してクリーン化する。

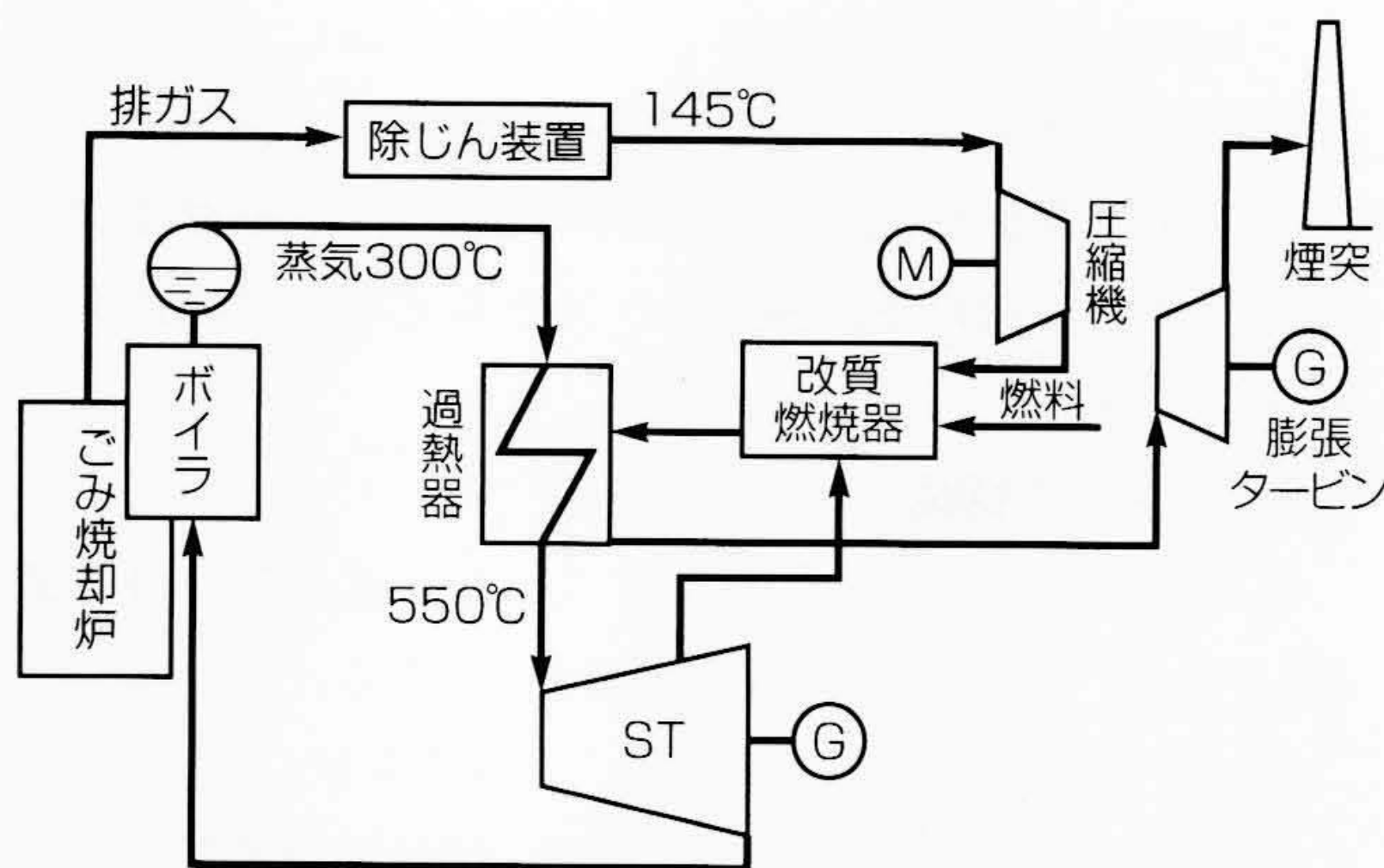
改質燃焼器で発生した高温の燃焼ガスは、過熱器で300℃の蒸気を550℃に昇温する。得られた高温蒸気は、蒸気タービンおよび発電機を駆動して発電出力を増大させる。一方、過熱器から排出する燃焼排ガスの熱エネルギーは、排熱回収装置によって蒸気として蒸気タービンに供給され、システム全体の発電効率向上に寄与する。

※2) 改質燃焼器：燃料を水素含有燃料に変換し、低酸素濃度のごみ焼却排ガスを安定に燃焼させるものである。



注：略語説明 ST(Steam Turbine)

図2 追い焚き式SCRG (Super-Clean Recycle Generation) システム
ごみ焼却排ガスに含まれるダイオキシンなどの有害物質を再燃焼分解してクリーン排ガスにする基本システムを示す。



注：略語説明 M(Motor)

図3 複合発電式SCRGシステム

ごみ焼却排ガスに含まれるダイオキシンなどの有害物質を加圧下で再燃焼分解してクリーン排ガスとするコンパクトな高効率システムを示す。

複合発電式SCRGシステムは、追い焚き式の排熱回収装置に代わって圧縮機と膨張タービンを付加した構成であり、圧縮機と膨張タービンによって直接動力として回収する方式である(図3参照)。

このように、SCRGシステムは発電効率と環境保全性の両方を同時に向上させることが可能である。SCRGシステムの特徴を以下に示す。

- (1) ごみ焼却排ガスを改質燃焼器で燃焼し、過熱器の熱源となる燃焼ガスを発生して蒸気をさらに高温化させることができる。
- (2) 改質燃焼器での再燃焼により、ごみ焼却排ガスに含まれるダイオキシン類などの有害物質を高温分解することができる。
- (3) 燃料を燃焼性の良好な水素含有燃料に変換する改質燃焼器を設置することにより、低酸素濃度のごみ焼却排ガスでも安定に燃焼させることができる。

3.3 運転・制御

ごみ焼却設備で発生する余熱を利用するリサイクル発電では、焼却排ガスのクリーン化とともに、安定な電力供給が要求されている。これは、余剰発電電力を売電する場合には特に重要である。しかし、ごみはその成分および量が多種多様に变化するため発熱量が変化し、発生蒸気量が変化する。従来のリサイクル発電では、ごみの発熱量に対して発電機出力を一定に維持することが課題

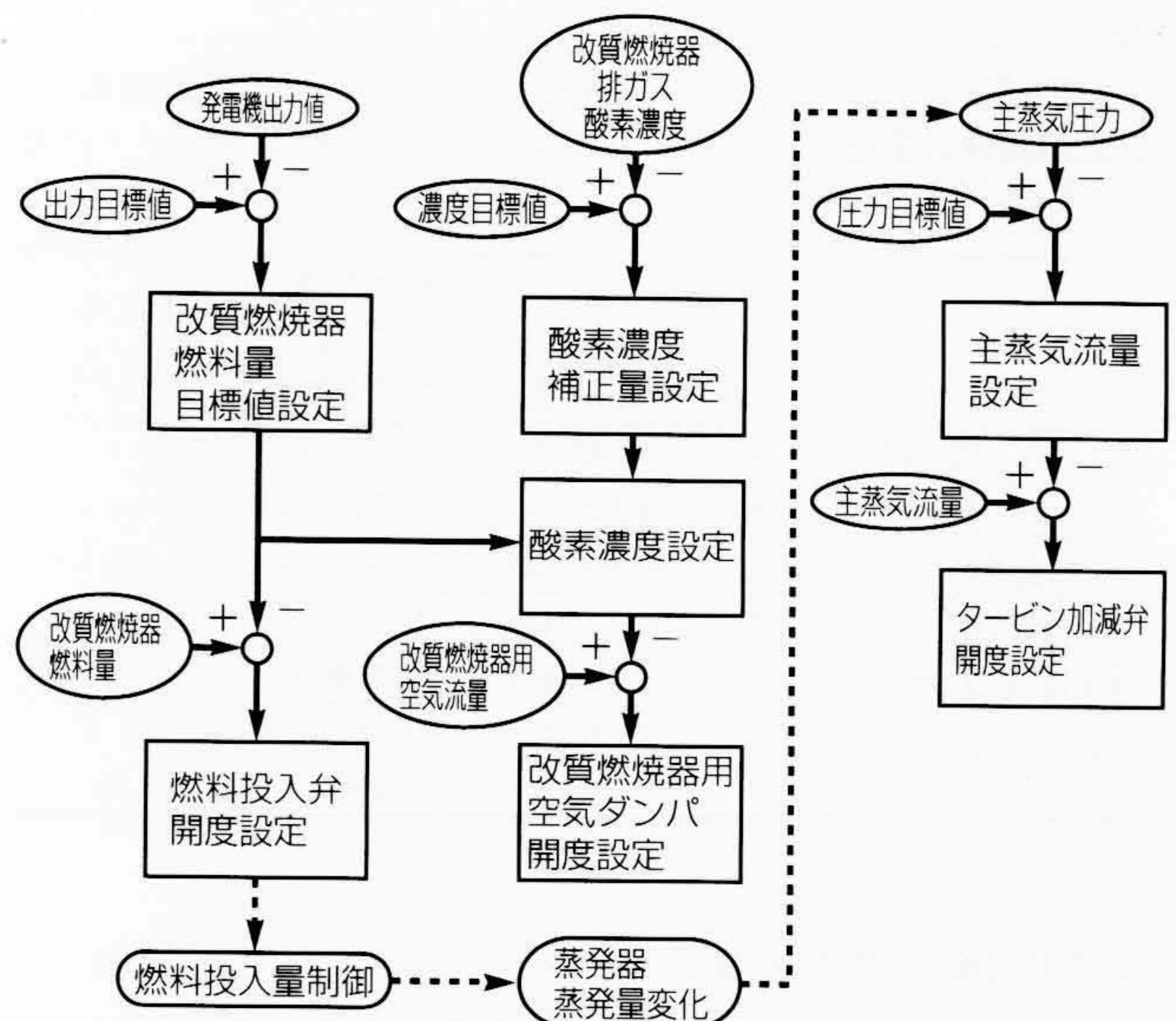


図4 基本制御方式の概要

実線は制御信号の流れを示す。点線は制御信号によって運転されるプロセス量のシーケンシャルな流れを示す。

であった。

日立製作所が開発中の「スーパークリーンリサイクル発電」では、改質燃焼器でごみ焼却炉からの排ガスを再燃焼させることにより、いっそうのクリーン化を図るとともに発生蒸気量の安定化を図っている。基本制御方式の概要を図4に示す。

この制御方式の特徴は、改質燃焼器の投入燃料量を制御することにより、発電出力を一定に維持することである。発電出力が目標に一致するように改質燃焼器の燃料量を操作し、蒸発器での発生蒸気量を制御する。ボイラの発生蒸気量が変ると蒸気圧力が増減するので、この蒸気圧力を一定に保つようにタービン加減弁を開閉することによって発電出力を一定に維持することができる。

4 おわりに

ここでは、日立グループの「リサイクル発電システム」および現在開発を進めている「スーパークリーンリサイクル発電システム」についてその概要を述べた。

リサイクル発電は今後ますます社会的な重要性を帯びてくるものと考えられる。これからの環境保全に貢献し、ユーザーのニーズにこたえたりサイクル発電の開発に力を注いでいく。

参考文献

- 1) 石川：ごみ処理の最先端プラント技術(1995-5)
- 2) JATEC/第17回エネルギー有効利用研究セミナーテキスト(1995-9)