特　集　論　文

ごみ焼却炉関連サービス事業

Service Business for Waste Treatment Systems

吉　良　雅　治　　山　田　明　弘　　川　原　雄　三
田　熊　昌　夫　　西　川　　進

当社の大型ごみ焼却炉は1974年に川崎市に納入して以来，東京都，横浜市，名古屋市等の大都市を中心に数多くの実績を有している．大型ごみ焼却炉には心臓部の焼却設備に加えて，排ガス処理設備，排水処理設備，余熱利用設備等が設置されており，プラントを健全な状態で長期にわたり稼動させるためには，適切な維持管理が不可欠である.本報告では，当社の各種サービス事業のうち，特に，① 基幹改良工事，② ITを活用した運転支援，③ プラントの耐久寿命診断について紹介する．

1. は　じ　め　に

当社は大型ごみ焼却炉を1974年に川崎市に納入して以来，東京都・横浜市・名古屋市などの大都市を中心に多くの建設の実績を有するとともに，運転委託を請け負っている関連会社や，補修業務を請け負っている関連会社を通じて長期間の運転ノウハウ・補修ノウハウも蓄積している．最近これらの客先からは新規設備の建設への対応だけでなく，既存の設備を活用した上でのダイオキシンを始めとする新しい規制やエネルギー回収効率向上への対応，新技術を有効に活用したシステムによる従来のプラント運転業務を革新するような新しいサービスが求められている．

ここでは当社が実施してきた“基幹改良工事”“ITを活用して運転支援”“プラントの耐久寿命診断”の内容について紹介する．

2. 基幹改良工事

ごみ焼却施設の大規模改修工事としては，1983年～1987年３月に当社が施工した川崎市王禅寺清掃場が最初であり，当社ではその後も**表１**に示すように多くの基幹改良工事（大規模改修）を手掛けてきている．

プラント機器の補修費用は経年的に増大し，この点から施設寿命は一般的に15～20年といわれているが，建築物の耐用年数はこの２倍以上ある．このことから，立地条件の良否・建設地住民同意取得の難易・経済性等を勘案するとともに，次項以下で述べる診断技術を適用して現地の詳細調査を

表１　基幹改良工事実施例

自治体	工事内容（対象機器）	稼働後何年目に改造工事実施	休炉期間	その他
A	全機器取替え 塩化水素除去設備，窒素酸化物除去設備 排水処理設備増設	15年	・全休炉25か月 （既設炉停止から，改修工事契約工期まで）	・廃棄物処理施設整備事業として３か年事業で実施
B	一部既設流用・改造 残りは取替え	19年	・１炉ごとに７～８か月程度の休炉期間に各炉設備工事実施 ・各炉工事の間に１か月程度の全休炉期間に仮設切替え工事実施 ・共通設備工事は４か月の全休炉期間に実施	・基幹的施設改良事業として２か年事業で実施 ・１炉づつ更新
C	一部既設流用・改造 残りは取替え	19年	・１炉ごとに４か月の休炉期間に各設備工事実施 ・共通設備工事は２か月の全休炉で実施 ・各炉工事中の全休炉は原則無し	・基幹的施設改良事業として２か年事業で実施 ・１炉づつ更新
D	一部既設流用・改造 残りは取替え	15年	・１炉ごとに７～８か月程度の休炉期間に各炉設備工事実施 ・共通設備は，10日×４回の休炉期間と１か月の全休炉時に実施	・廃棄物処理施設整備事業として３か年事業で実施 ・１炉づつ更新
E	全機器取替え タービン発電設備，ダスト固化設備増設	22年	・全休炉50か月 （既設炉停止から改修工事契約工期まで）	・廃棄物処理施設整備事業として５か年事業で実施

表２　エコム事業領域と内容

領　域	固　体	大　気	水
①環境リスク管理	・収集ごみ輸送管理（GPS利用による効率化，インテリジェントごみ集積，粗大ごみ収集管理） ・不法投棄監視	・大気環境モニタリング ・大気環境予測とリスク管理（NOx，SOx，DXNなど）	・河川水質計測，リスク管理 ・土壌汚染計測 ・水害予測，防止
②運転管理支援	・ごみ，汚泥再生，下水汚泥処理場リスクモニタとリスク管理運転支援 ・メンテナンスモニタ＆運転計画 ・寿命予測と運転リスク最小化（RBM）予測		・下水流入水変動予測と適正運転支援 ・水害防止運転支援
③統合管理	・①と②を統合してリスクを最小化するよう運営をする『エコムセンター』機能		

行い，最適な改良工事内容を立案し，工場建屋流用等を含めた基幹改良工事を実施してきた．

ダイオキシン対策特別措置法を始めとする廃棄物関連諸法の改正や発電高効率化のニーズにより，炉の体格も既存施設に比べ大型化しており，同じ設備をそのままリプレースすることは困難になっているが，当社では，1994年～1998年度に行われた横浜市旭工場改修工事における最新設備への換装工事を始め，数多くの改修工事実績を有しており，社会的ニーズに対応した最新技術の適用が可能である．

3．ITを活用した運転支援

3．1　ね　ら　い

当社は従来都市ごみ焼却炉やし尿処理施設向けに公衆回線を利用したプラントの異常診断システム技術を構築し，地方自治体の数施設に対して運用した実績を有している[(1)]．当時のニーズは，公害防止の機能向上や効率操業等の観点から年々複雑化するプラントの運転をオペレータの負担軽減を主目的に導入され，異常の早期予測やデータ蓄積と有効活用を図った診断システムであった．この技術の主体は“エキスパートシステム”と“マンマシンインターフェース機能”により構築される異常診断推論機能であり，実機の数プラントでその有効性を確認できた．

しかし，近年はプラント内部の異常診断のみでなく，プラントでのダイオキシン類（DXN）総排出量抑制など環境負荷管理（リスク管理）やLCC（Life Cycle Cost）の最少化などより多元的な管理が求められている．

このため廃棄物処理分野ではごみ焼却炉や下水・し尿処理場での排ガス・排水などの環境負荷を従来のようにモニタリングするだけでなく，その結果に基づいて周辺環境のリスクを予測し，必要に応じてリスク増加を未然に回避するリスク管理が事業として成立つ社会環境になってきている．また，これらモニタリングデータを情報公開して公表することにより施設建設をよりスムーズに進める一助として利用できると考え，当社はこれら多岐にわたる技術の確立を図っている．

3．2　支援内容の構想

当社ではこれらの総合環境サービス事業を“エコム事業”（MHI-ECOM™）と称し，この事業は①各種環境モニタリングやそれに基づく環境予測など環境リスクを管理する領域，②焼却炉などのプラント運転支援，余寿命診断やメンテナンス計画などのO&M（Operation & Maintenance）を含めた運転管理を支援する領域と，③これらを統合した領域から構成され，センサや必要施設のハードを供給すると同時にリスクアセスメントやメンテナンスなどのサービスを提供することを事業コンセプトとしている．

この“エコム事業”の事業領域とその内容は**表２**に示すとおりで，当社環境装置製品の主力である固形廃棄物（固体），大気及び水をリスクの対象ととらえて，上記の①から③の領域でのサービスを考えている．“エコム事業”の特徴は次のとおりで，その概念を**図１**に示す．①環境リスク管理には大気でのNOx，DXNなどや，排水の環境モニタリング，不法投棄や不法埋立の監視・観測などを含み，②運転管理支援にはごみ焼却炉などのプラント運転データを管理センターで収集・監視することにより，現場では解析が難しい機器の寿命予測や異常診断を実施し，処理量やメンテナンス内容などの運転計画を支援する．③統合管理の機能は環境管理と運転管理を有機的につなぎ，大気や水のリスク予測シミュレーションでより高度に予測し，これに基づいてプラント運転をリスク管理の視点で支援できる．

3．3　遠隔監視システム

先に示した運転支援システムの主力となる遠隔監視について当社開発のDCS（Distributed Control System）での遠隔監視装置の例で以下に紹介する．

当社の自社製DCS（DIASYS）を用いた２種の遠隔監視技術を確立した．第１は簡易遠隔監視ユニットを適用し，イーサネット上に流れているデータのみをシーケンサ経由で遠隔表示する方法である．

この方法では，プラントに対する負荷，影響を与えることなしに，当社DCS（DIASYS）の計測値を採取することができる．遠隔監視可能なデータ数に制約があるため，ごみ焼却プラントのような大規模システムには不向きであるが，小規模プラントや少数データの監視，あるいは遠隔現地データの採取に適している．

第２はWebサーバを組み込み，DIASYSの画面情報データベース，エンジニアリング情報からWeb用記述プログラムを自動生成することによって，DIASYSのオペレータコンソールに表示する内容と同じ画面を遠隔監視側のパソコンのWebブラウザを用いて表示する方法である．

この方法を確立したことにより，今後DIASYSは遠隔監視

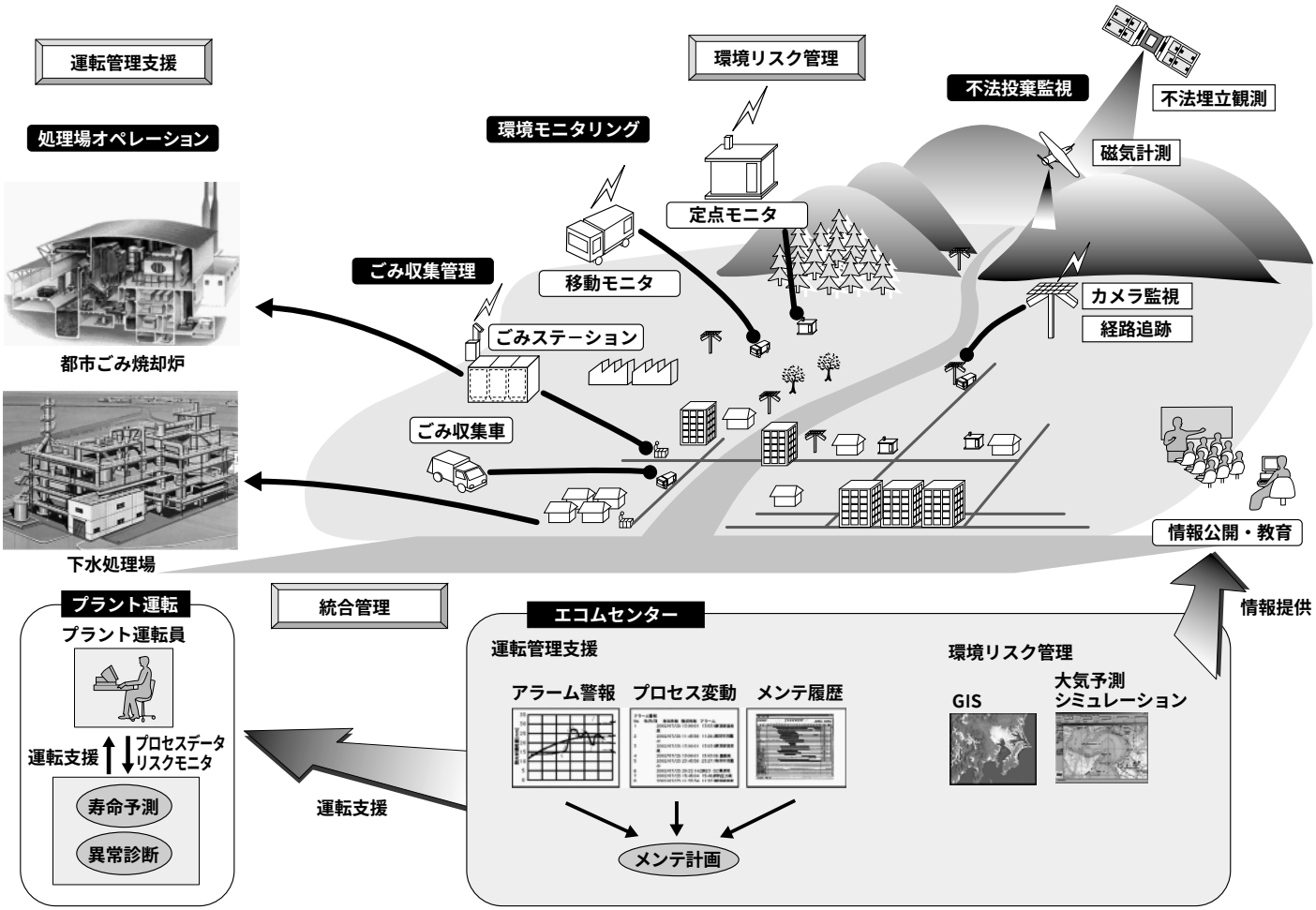

図１　エコム事業概念　エコム事業の全体構想を表す．

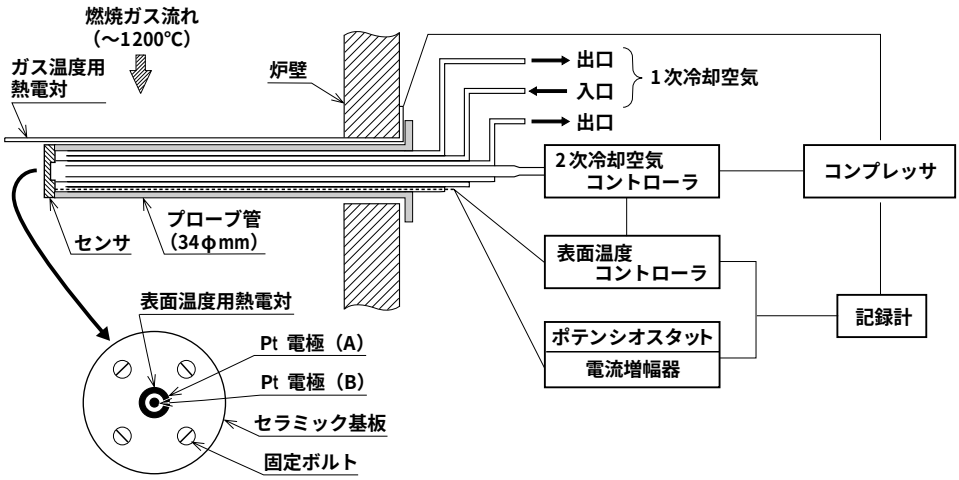

図２　In-situ 灰付着モニタリング装置の構成図　電気化学的手法により実機燃焼ガス中で付着ダストの融点，灰付着速度，酸露点などを迅速，高精度に計測する装置の構成を示す．

にも対応できるようになり，多様な客先ニーズにも対応できるため範囲が広がった．現在は上記の第２法のWebサーバを組み込んだ実設備を製作中である．

3．4　今後の展望

IT技術はモニタリング，通信を含め年々より高度になってきており，そのスピードは速い．今後，環境リスクは公害成分のみでなく，風水害などの防災の視点も加え，より多機能なニーズに対応できることが求められており，IT技術の進歩は充分これらニーズにこたられると考えている．

4．プラントの耐久寿命診断

当社では長年の運転経験と計測，評価データの蓄積に基づいたごみ焼却炉高精度診断技術を実用化しており，その概要を述べる．

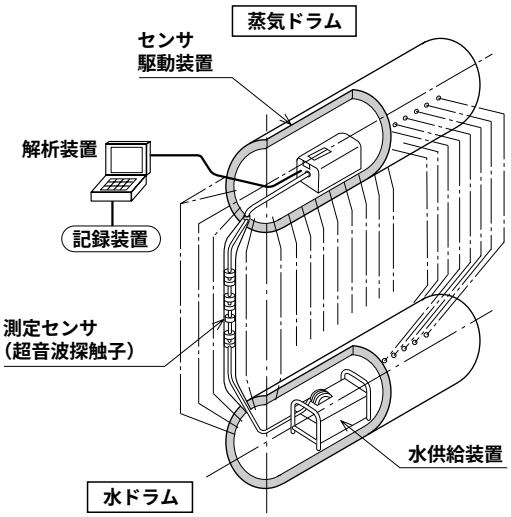

図３　ボイラ管の超音波自動水浸探傷装置の構成例　ボイラ管の管内部より自動的に超音波水浸探傷を行い，迅速に管全体の減肉量及び損傷を測定できる装置の構成を示す．

４．１　燃焼装置の腐食環境モニタリング

廃棄物燃焼装置では燃焼ガス温度，ガス組成，ダスト性状など多要因が複雑に作用して高温腐食が発生し，プラント耐久性への影響が大きい．耐久性向上にはダイオキシン類の発生と腐食を共に防ぐ最適燃焼条件の選定が不可欠であり，そのためには燃焼ガス環境の中で腐食への影響度の強い付着ダスト性状の変化を迅速に検知する必要がある．

当社では**図２**に示す灰付着モニタリング装置を開発し，10年前より腐食環境の判定に実用化しており，現在20プラントに及ぶ仮設適用事例がある[(2)]．本装置は電気化学的手法により，付着灰の融点，灰付着速度，ガスの酸露点などを実機にて迅速，高精度に測定するのみならず，腐食環境評価に必要な灰成分の分析サンプルを運転中に随時採取することができる．

本装置からの情報とガス温度，ガス組成，表面温度などの情報を併せて休炉時期によらず精度の高い腐食環境の判定が可能となっている．

４．２　ボイラ管の寿命診断

廃棄物発電ボイラでは定期検査ごとにボイラ管（蒸発管，過熱器管）の残存肉厚の測定に基づいた寿命管理が行われるが，定位置に限定した計測であり，外表面のスケール除去など多大な労力を要する作業となっている．しかし，局部的な減肉，管内表面に発生する孔食などの検出は困難であり，また，管同志が近接した部位では測定が不可能である．従来法の限界を除くため**図３**に示す超音波自動水浸探傷検査を開発し，産業用ボイラ発電プラントを主体とした総合的寿命診断に使用している．現在数十プラントの実績を有し，長期間使用したボイラの延命化，水管理基準の判断，メンテナンス計画の立案などユーザの要望に応じた多方面の用途に利用されている．

５．ま　と　め

当社はこれまで実施してきた基幹改良工事での経験をいかし，今後とも客先のニーズを常にタイムリーに把握した上で，そのプラントをより良い状況で使用いただけるような改良工事の提案をしていきたい．また技術的にはITの応用と予測技術については実プラントの運用実績を踏まえて最先端のレベルを維持できるように継続してブラッシュアップし，客先の要望にこたえられるように取り組む所存である．

参　考　文　献

（1）小野ほか，都市ごみ焼却プラントの異常診断システム，三菱重工技報，vol.27 No.4（1990）p.134
（2）Y. Kawahara， Y. Yamada， K. Seki， Materials at High Temperatures，Vol.18(S)，（2001）p.429-435
（3）川原雄三，溶射（日本溶射協会誌），Vol.38 No.2（2001）p.73

吉良雅治
機械事業本部
環境ソリューション・輸出部次長

山田明弘
横浜製作所
環境装置技術部
設計一課長

川原雄三
技術本部
横浜研究所
材料強度・振動研究室主席 工博

田熊昌夫
技術本部
横浜研究所
環境装置研究推進室
主席 工博

西川進
三菱重工環境エンジニアリング
横浜事業所主幹