

最近の上下水道システムの動向

Recent Trends of Facilities, and Information and Control Systems for Water and Wastewater Systems

上下水道システムは、都市の生活関連社会資本の充実のため近年積極的な投資が行われており、適用される機械、電気システムは高信頼性を基本にして新技術が積極的に採用されている。発達が著しいのは情報制御の分野であり、知識工学や画像処理技術応用監視制御システム、ワークステーション適用マッピングシステムやLANの構築で、プラントの安定・安全かつ効率的運営を達成する努力がなされている。

機械設備では、セラミック軸受など新素材の採用やインラインクーラなど、新技術開発による高信頼化対策とともに雨水排水ポンプの先行待機運転(気水中運転)などが開発され、安全なプロセス運転が可能になっている。

守田 恒* *Hisashi Morita*

柏木雅彦* *Masahiko Kashiwagi*

1 緒言

上下水道システムは、社会資本充実政策の一つの柱として近年積極的な投資が行われている。高普及率を迎えた上水道システムは、量から質への転換(減断水しない水道、安全かつ美味しい水の供給)、維持管理の高効率化などで多くの技術課題がある。

下水道システムは、全般的には普及率向上と雨水排水整備向上など建設の時代であるが、大都市では上水道と同様、質的向上(付加価値増強ほか)と維持管理の効率化が重要な課題である。本稿では上下水道事業の動向、ニーズに対する機械、電気及び情報制御システムの新しい技術動向について述べる。

2 上下水道事業の動向

2.1 上水道事業

昭和62年は我が国に初めて近代水道が登場して100周年目に当たり、各地で種々の催しが行われた記念すべき年であった。普及率は93%(昭和61年度)を越しているが、イギリスやスイスなどと比べまだ低く、中小都市への普及やライフラインとしての水道の確保、安心して飲める水の供給、美味しい水の供給などが水道行政の指針としてあげられている。

背景には量から質への転換があり、昭和62年は水道行政の中心が水質問題にシフトしたと言われている。具体的には生物処理やオゾン処理などの高度処理施設導入に対して、国庫補助が開始されるという画期的な施策が打ち出されたことである。

一方、維持管理で最も重要かつ緊急を要する配水管路対策として、「水道管路技術センタ」が設立されるなど新しい光が差している。

また大都市では、給水制限や広域減断水を防止するため、

水源の複数化、浄水場間の相互連絡強化、配管ネットワーク化や拠点化などとともに21世紀を目指した経営の合理化が図られている。

これら諸般の施策を実行するための技術的テーマは数多く、昭和62年4月厚生省諮問に対する「水道の研究・技術開発に関する検討会」では、経営・計画から電気計装に至る15項目の課題を提示した¹⁾。表1は機械、電気及び情報制御システムから見た課題と対応する新しい技術、技法を示したものである。

2.2 下水道事業

下水道という概念が我が国に導入された明治から諸先輩が営々として築き上げてきた歴史を背負い、現在、社会資本充実の重要なテーマとして積極的投資がなされ、昭和61年度末で普及率37%に達した。昭和61年度から下水道第6次計画が策定され、昭和65年度には普及率46%、雨水排水整備率44%に向上することが設定されている。

また西暦2000年を目標に、普及率をおおむね90%にすることがうたわれている。

大都市では普及率82%に達しているが、更なる普及率向上とともに車やビル群などの排熱によるヒートアイランド現象と保水、遊水機能の減少から発生する都市形洪水の浸水防除が大きな課題となっている。

中小都市に対する下水道整備は今後の重点施策の一つであり、都市生活者に対する環境の保全、農山村での簡易な下水道の整備、閉鎖水域に対する富栄養化の防止など多くの施策が打ち出されている。

一方、大都市地域での汚泥処理円滑化・効率化、バイオテクノロジー活用高効率処理技術の開発や膨大なストックの多

* 日立製作所機電事業本部

目的利用(下水道の付加価値増強)など、多くの課題とそれへの施策が打ち出されている。表1に下水道の課題とその対応技術、技法を示す。

3 風水力機械設備の動向

上下水道での風水力機械は、流体の輸送という役目を通じ、事業とともに成長してきた。

上下水道事業は、普及の時代からサービスの時代に入ろうとしている。これに伴って、機械設備にも高度化が要求されている。

3.1 上水道用ポンプ

未開発水源の開発・長距離送水のニーズから、大形化・高揚程化の要求が根強く、施設の効率的運用のニーズとあいまって省エネルギー、対環境の安全性、故障予知と防止はますます主要テーマとなっている。具体的には、低圧力脈動化を図るための位相ずれ羽根車の採用、水撃対策用サージタンクの設置、瞬時停電対策を施した静止セルビウスによる回転数制御装置などが供給されてきた。

これらの技術は、羽根車内の流れ・吸込ケーシング内の流れなどの基礎的研究、キャビテーション、ポンプ性能などの実践的研究・開発によって裏づけされているものである。

3.2 下水道用ポンプ

下水道施設はその処理プロセスが多様化し、運転管理は複雑化しており、更に都市、農村を問わず広範囲かつ地形条件などと無関係に整備されてゆかねばならぬことを考えると、(1)管路が深くなり、ポンプが地下深く設置されねばならぬことによるポンプの高揚程化、及びポンプ設備の合理的省スペース化、(2)市街地での浸水対策のための先行待機ポンプ運転システム、及び気中運転可能なポンプ設備、(3)設備の信頼性向上のための合理化などが開発され、実用化に供している。

これらに加えて、従来、火力・原子力発電所用として開発が進められてきた可動翼ポンプが、下水道用にも採用できる段階になっている。下水道として可動部分にきょう(夾)雑物対策が施され、電気・機械操作により環境安全化された製品を実現したことによって、流入量変動の多い汚水ポンプの効率的運用に寄与している。

雨水排水ポンプなどのように、運転頻度の比較的少ない設備では、特に休止中の設備健全性の確認とともに補機類(主として冷却水系)の削減を目指した合理的設備設計が要求されている。これらの要求にこたえて、冷却水、潤滑水を極力少なくできるような機器が開発(セラミック軸受、無給水軸封装置、インラインクーラシステムなど)され、実績を積み上げて

表1 上下水道システムの技術動向 知識工学応用技術、画像処理応用技術、ワークステーション活用LAN技術など、新しい情報制御技術の発達とポンプ先行待機運転やセラミック軸受など、ハード面の新技術開発でニーズに対応する。

区分	上下水道事業の技術課題	機械・電気・情報制御システムの対応新技術
上水道	・ライフラインの確保 (水の運用, 均等配水, 災害対応)	・KE 応用広域水運用システム ・電源二重化, 設備ユニット化, ポンプ車 など
	・安全で美味しい水の供給 (水質管理, 高度処理技術)	・画像処理応用水質監視システム ・KE応用プロセス制御システム ・給配水水質予測技法 など
	・施設の効率的運営 (省力, 省エネルギー)	・KE応用プロセス制御システム(フロック形成制御, 塩素注入制御など) ・可動翼ポンプ, 可変速ポンプシステム など
下水道	・プロセスの安定化, 効率的運営 (水質安定化, 省力, 省エネルギー)	・画像処理応用微生物監視システム ・KE応用プロセス制御システム(水質制御, 消化槽制御, ポンプ・ブロウ制御など) など
	・都市形雨水排水対策 (急激流入量の安全排水, 省力化)	・ポンプ先行待機運転システム ・KE応用流入予測・機場運転システム ・KE応用無人化機場システム など
	・普及率向上 (中小都市への普及, 環境保全)	・パーソナルコンピュータ応用監視システム ・KE応用維持管理支援システム など
	・施設の多目的利用 [管きょ(渠), 敷地, 汚泥]	・光通信ネットワークシステム
共通	・維持管理の効率化	・管路図面管理システム ・KE応用故障ガイダンス, 保全支援システム ・ポンプの無給水, 無給油システム など
	・管理業務の近代化 (情報化対応)	・ワークステーション活用LANシステム ・電子化ファイルシステム など
	・施設の更新	・デジタル監視制御システム ・省スペース, 省エネルギー, 省メンテナンス機器 など

注：略語説明 KE(知識工学)

いるところである。

4 電気及び情報制御システムの動向

上下水道システムでの電気関係で発展が著しいのは、情報制御の分野である。ハイテクノロジー・ソフト化時代を迎え、パーソナルコンピュータやワークステーションに代表されるEA(Engineering Automation)の推進、下水管きょ(渠)利用光通信ネットワークの導入、コンピュータマッピング技術応用配管図面システムの導入など、情報化装備へのニーズが高い。

施設の運転、水質管理や保全など、いわゆる維持管理面では高学歴化と長い経験を持つ熟練者の不足傾向などから、従来以上の高信頼性設備の導入、熟練者並みの運転・保全能力が期待できる知識工学応用プロセス制御や故障診断技術の導入による知的装備の充実で、プラントの安定かつ安全な運営へのニーズが高い。

また、新しい開発動向として注目される上水道のフロック監視²⁾や下水道の微生物監視³⁾のような画像処理技術応用プロセス監視システムは、従来、専門家によるプロセス特性の分析手法を工業化したものであり、今後の発展が期待される。

日立製作所では、これらのニーズと技術進歩の動向を踏まえ、新しい情報制御システムとしてプロセス監視制御をつかさどるAPS(Aqua Plant System)と上下水道にかかわる人々への情報・意思伝達をつかさどるAHS(Aqua Humanication System)を有機的に結合したAQUATEC(Aqua Integrated Concept)システムを提案している。

概念図を図1に、下水処理場への適用システム例を図2に示す。APS、AHSに搭載する制御ソフトウェアは、日立製作所が長年にわたって開発してきた各種プロセス制御モデル、

各種最適計画モデルを知識工学で再装備した知的制御技法であり、オペレータ、エンジニアや管理者にとって、その出力結果が理解しやすく、なじみやすい柔軟なソフトウェアである。知識工学応用については本号別論文を参照されたい。

APSの代表的システムは、浄水場や下水処理場の場内監視制御を行うデジタル監視制御システム「AQUAMAXシステム」と複数の施設を管理する広域情報制御システム「AQUADICSシステム」である。

AQUAMAXシステムは自律分散形システムであり、詳細は本号別論文を参照されたい。

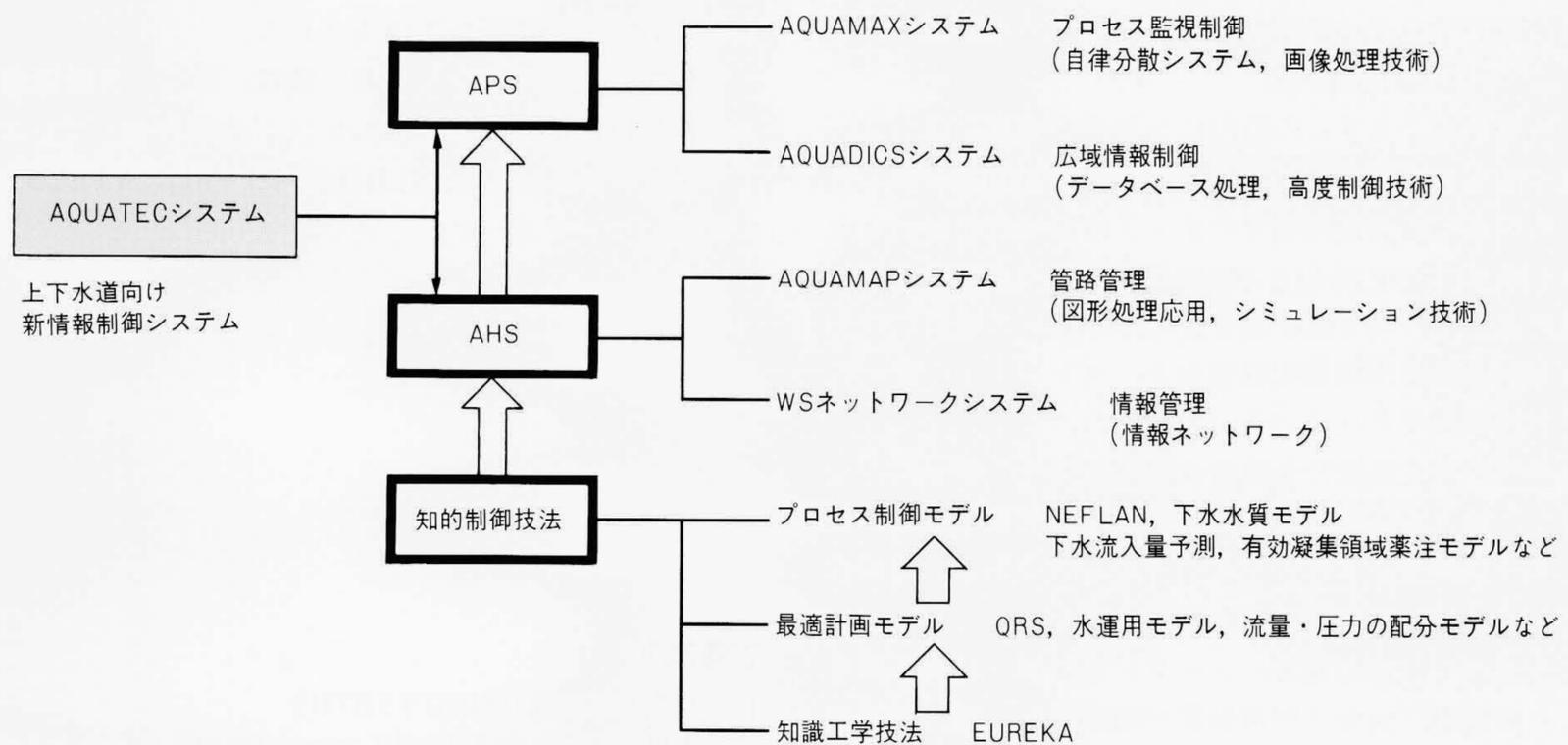
AQUADICSシステムは制御用計算機HIDICシリーズと遠方監視制御装置スーパーロールシリーズで構成され、最適計画、広域プロセス制御など高度制御・運用支援を行う。

AHSは新しい概念で、上下水道システムにかかわる人々、すなわち管理・経営、土木、機械、水質、電気の各関係者に「必要な情報を必要な場所に提供するシステム」であり、情報を通じて知的整備率を高め、APSとあいまって施設の安定かつ安全な運営を行うものである。AHSはワークステーションなどコンパクトな機器のネットワークで構成され、プラント情報はAPSから提供されるとともに、AHSからの情報(例えば水質分析結果)はAPSへ提供する。

各ワークステーションにはプラントのノウハウ構築ツールEUREKA⁴⁾が搭載でき、知識の埋め込みが可能である。

APS、AHS共に知的装備をすることは上下水道にかかわる人々総員、すなわち「全員参加」で施設の安定・安全かつ効率的運営を図ることになり、真のトータルシステムの構築となる。

AQUAMAPはAHSの代表例でワークステーション利用の



注：略語説明
 AQUATEC(上下水道新情報制御システム)
 APS(Aqua Plant System：プロセス制御用システム)
 AHS(Aqua Humanication System：管理用情報管理システム)
 AQUAMAX(デジタル監視制御システム)
 AQUADICS(広域情報制御システム)
 AQUAMAP(管路管理システム)
 NEFLAN(管網計算モデル)
 QRS(ポンプなど機器の最適運転計画技法)
 EUREKA(リアルタイム推論アルゴリズム)
 WS(ワークステーション)

図1 上下水道情報制御システム概念図 プロセスを監視制御するAPSとプロセスにかかわる人々に有効な情報を提供するAHSが適切に結合され、知識工学技術に代表される新しい制御技法により最適な情報制御システムを構築する。

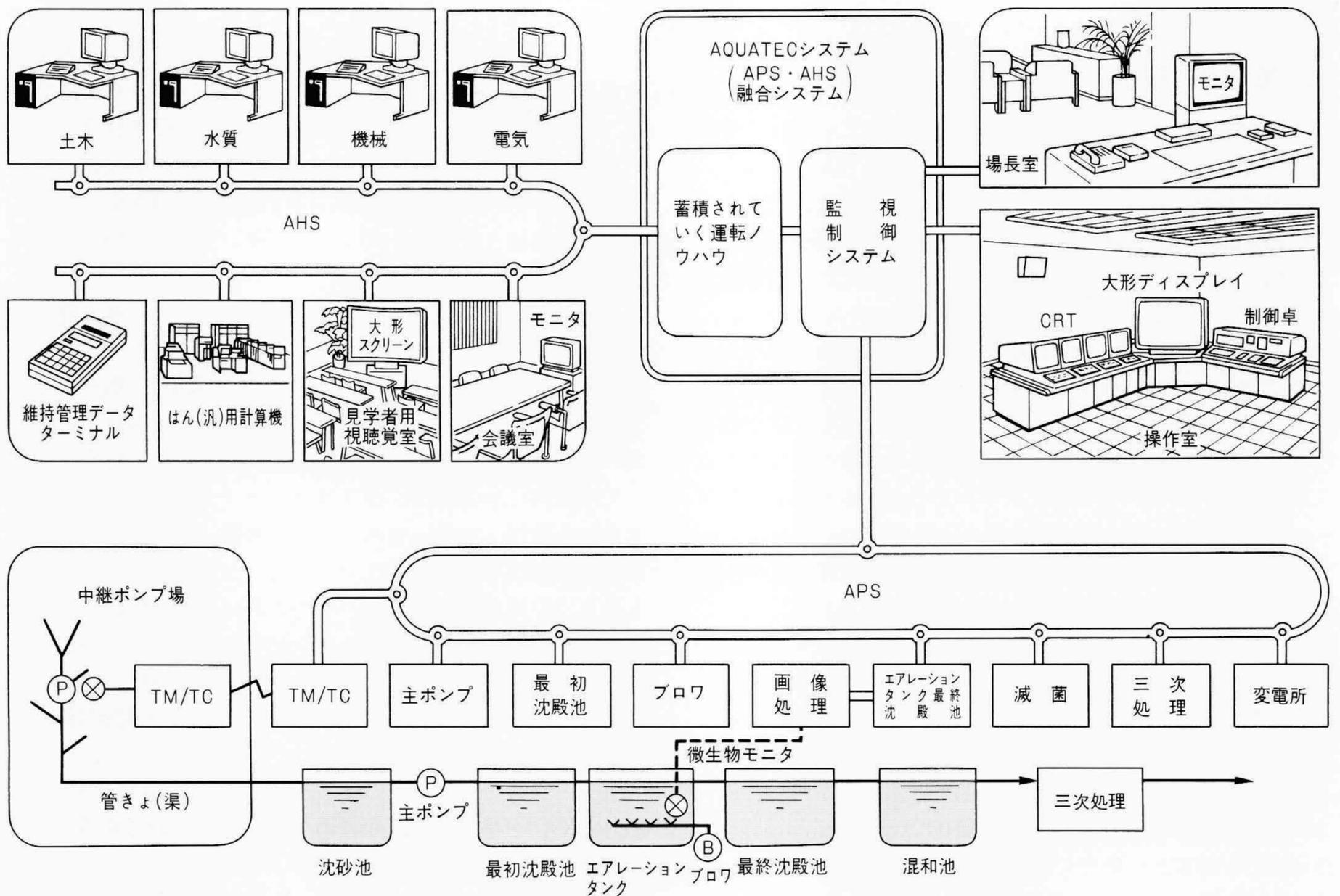


図2 AQUATECシステムの下水道プラントへの適用 プラント情報と各部門間の情報・意思伝達を有効に図り、下水道システムの安定・安全かつ効率的な運営を行う。

コンパクトでパワフルな管路図面管理システムであり、管網計算NEFLAN[®]をはじめ各種の計算制御モデルを搭載できる機能性の高いシステムである。

以上、情報制御システムの動向につきその概要を述べた。

受変電や自家発電設備など電源分野では高信頼性が第一義であり、特別高圧受変電設備でのタンク内集積度を高め、面積・重量を縮小したSF₆新形ガス絶縁開閉装置や高圧配電盤での真空遮断器、モールド変圧器などのオイルレス機器の採用及び壁密着形前面操作閉鎖配電盤など、コンパクトで保守性に優れた設備が開発されている。

また、機器の劣化診断や予防保全技術の開発も積極的になされており、油入変圧器の寿命診断技術、自家発電設備の知識工学応用予防保全システムなどがその一例である。電源設備の詳細については本号別論文を参照されたい。

動力制御設備では動力回路、シーケンス制御、計装制御を一体化した高集積プロセス制御装置が開発され、据付面積の縮減、工事期間の短縮が可能となり、特に設置スペースが問題となる施設更新に威力を発揮している。

5 結 言

上下水道システムは言うまでもなく公共システムの基本であり、その安定性・安全性は設備自体の高信頼性と、種々の

制約条件下で最適な運営を行う上下水道システムに携わる人々全員の協力があって達成される。

本稿では上下水道システムの機械、電気、情報制御システムの新しい技術動向を述べる中で、「全員参加」でシステムのより安定・安全かつ効率的運用を図る「AQUATECシステム」の概要について述べた。

参考文献

- 1) 日本水道新聞(昭和62年5月7日)
- 2) 馬場, 外: 浄水場におけるフロック画像監視技術の基礎研究, 電気学会産業応用部門誌, 107-7, 844~851(昭62-7)
- 3) 津村: 微生物計測, 水質汚濁研究, 9-12, 758~762(昭61-12)
- 4) 船橋, 外: 知識処理システムとその構築支援ツール, 日立評論, 70, 5, 547~554(昭63-5)
- 5) 大成, 外: 上下水道における設備・運用計画技法, 日立評論, 62, 8, 547~552(昭55-8)