

2. 4 活動報告

	会議名称等	活動内容
H15.1.16	第2研究G幹事会 (第1回)	作業計画案作成。
H15.2.10	第1回WG会議	1)アンケート調査概要検討。 2)文献調査方法の検討。 3)ACT21 第6研究グループ報告書に関して環境影響低減化の視点からのレビューを行う。 4)整理方法案として、現状処理プロセスに関する各課題に対して適用される新しい技術をマッピングし、可能であれば、それぞれに対して簡便な手法によるLCAを試みることが挙げられた。
H15.4.21	第2回WG会議	1)文献調査：JICST検索結果からの抽出からレビュー作成までの工程検討。 2)ACT21のレビュー：環境影響低減の切り口から第6研究Gのレポートを見直す。作業分担決定。 3)アンケート案作成分担決定。
H15.5.29 ～	文献絞り込み	検索結果から抽出された文献のアブストラクトから抄録文献の絞り込み作業。
H15.6.26	第3回WG会議	1)文献調査：絞り込みの結果、抄録対象は70件。ACT21の様式に準じて抄録を行う。 2)ACT21のレビュー：各分担のレビュー報告。まとめ方の検討。 3)アンケート案の検討
H15.8.22	第3,4,5WG幹事会	アンケート内容やスケジュール等についてWG幹事間で調整。
H15.10.上		アンケート作成、各事業体へ発送
H15.11.10	第4回WG会議	1)アンケート回収状況確認 2)アンケート収集データの整理方法等の検討
H15.2.13	第5回WG会議	1)アンケート収集データの整理方法等の検討 2)機能診断に関してどう扱うかについて検討
H15.3.17	第5回WG会議	1)アンケート整理データに関する考察 2)平成15年度報告書作成に関する打合せ 3)平成16年度研究内容について検討

3. 平成15年度の研究報告

3. 1 ACT21 第6研究グループ成果のレビュー

3. 1. 1 各年度報告書レビュー

前回プロジェクトであるACT21（高効率浄水技術開発研究）においては、第6研究グループの研究テーマとして浄水施設の機能診断・機能改善の開発が取り上げられている。そこで、本ワーキング活動に先立ち、ACT21 第6研究グループ報告書のレビューを行った。

ACT21 第6研究グループのテーマとしては、診断手法に関するものと機能改善技術に関するものとに大別されている。診断手法に関しては、浄水施設の機能診断から財政を含めた経営全般にわたる分野まで対象を広げ、これらに対して工学的判断根拠を示しつつ、評価事例集の形でまとめられている。また機能改善技術に関しては、浄水処理の各プロセス毎に現象と原因の関係を整理し、機能低下現象に合わせた高効率化に資する情報提供を目的として浄水設備データ資料集（CD-ROM版）も作成されている。

以下に各年度報告書のレビューを示す。

(1) 平成9年度報告書

1) 研究の目標とテーマ

①研究目標

原水水質および浄水処理方法に応じた浄水施設の機能診断手法の開発および効果的な機能改善手法の開発

②研究テーマ

・既存施設の機能診断手法の開発

評価基準の検討

機能診断手法の検討

原水等に応じた浄水施設の設計理念の確立

・既存施設の機能改善技術の開発

機能診断を行った結果、改善が必要となった場合、その効果的な改善技術を提案を行う。

2) 研究の具体的な方法

①浄水施設の診断、評価

浄水施設の現実的処理効率必要経費の実績を基準として、相対的に評価する。具体的には、全国の浄水場の実績から平均的な施設を基準として決め、この施設との比較（隔たり）により評価する。

②機能改善に関する調査

浄水場とメーカーによりこれまでに行われた浄水処理プロセスの改良とその効果、現状の課題、問題点の事例とを、文献、事業体、メーカーから情報を収集し、データベース化する。このデータベースは、発生しやすい問題と、その対策と効果を整理しておき、改善の検討に活用する。

平成 9 年度は、参加企業 44 社に対し、アンケート調査を行った。主な項目は、以下の通り。

ア) 今回の研究開発の意義

イ) 機能診断手法の確立は可能か？

ウ) 診断の対象となる施設、工程、レベル

エ) ノウハウの提供は可能か？

オ) コンサル業務は可能か？

カ) メンテナンスサービス部門を持っているか？

キ) 民活導入の考えは？

ク) 経営診断まで検討すべきか？

3) 結果

① 浄水施設の診断、評価

全国の浄水施設の実績を多変量解析法（統計的解析）により、診断、評価を行うことにした。多変量解析について説明を行った（予測型手法；重回帰分析、他、分類型手法；主成分分析、他）。

今年度は、浄水場の実績については平成 8 年度版「水道統計」（日本水道協会）から読みとり、エクセルを活用して実施した。また、今年度は結果を示したのみで、解析結果は平成 10 年度に報告する。

② 機能改善に関する調査

文献検索を行い、今年度はリストアップまでとした。「機能」と「診断」は必ずいれて、3～4 個のキーワード検索を行い、246 件を抽出した。文献の 80% 近い 194 件は日本の文献であった。

参加企業へのアンケートについては実施し、44 社中 36 社から回答が得られた。主な結果を以下に示す。

ア) 今回の研究開発の意義

・ 有意義 97%

イ) 機能診断手法の確立は可能か？

・ 可能 72%

ウ) 診断の対象となる施設、工程、レベル

・ 規模： 小規模 16% 老朽化施設 35% 規模は問わない 49%

・ 時期： 必要に応じて 57%

エ) ノウハウの提供は可能か？

・ 積極的に協力 20% 限られた範囲で 54%

オ) コンサル業務は可能か？

・ 提案可能 61%

カ) メンテナンスサービス部門を持っているか？

・ 持っている 62%

キ) 民活導入の考えは？

・ 積極的に取り組むべき 70%

ク) 経営診断まで検討すべきか？

- ・必要性はあるが、技術的な診断を優先すべき 75%

(2) 平成 10 年度報告書

「高効率浄水技術開発研究」第 6 グループは、浄水施設の機能診断・改善手法の開発を課題として研究を進めており、平成 9 年度は、診断・評価に対する基本的な考え方を検討し、具体的手法の一つとして水道統計をもとにした多変量解析を利用する方法を示した。また、機能改善に関する調査として、参画企業へのアンケート及び文献リストの作成を行った。平成 10 年度は、これらの結果を受け、評価法のさらなる検討、民間技術に関する調査、及び、文献情報の抄録を行った。

本報告書では、環境影響低減化の視点での検討、分析は行われていない。

ただし、「民間企業における浄水処理の研究の動向調査」、「機能改善データベースの作成」、「機能診断・機能改善に関する文献調査」の成果として得られたデータベースに、環境影響低減化との関連性があるものがあり、今後これらを環境影響低減化の視点から分析することが課題として挙げられる。

以下、5 つの研究課題ごとにレビューしその概要を示す。

1) 水道経営診断と技術評価の研究

ここでは、個々の技術の現象論的診断・評価を越えて、国民の期待する新しい時代の水道技術として、その適正度を判断・評価することを目的とし、分析を行った。

〔使用データ〕

- ・ 「水道統計」、平成 7 年度版、日本水道協会
- ・ 「地方公営企業年鑑」、平成 7 年度版、地方公営企業経営研究会
- ・ 「ガス事業統計年鑑」、平成 9 年度版、資源エネルギー庁ガス事業課
- ・ 「日本統計年鑑」、平成 10,11 年度版、総務庁統計局編

〔分析手法〕

- ・ マクロ経済分析
- ・ 多変量統計分析

〔研究結果〕

水道事業の分析に先立ち、フローとストックの概念から、水道事業経営のモデルを作成した。このモデルにおいて、フローとして料金と事業費、ストックとして布設済みの配管密度を取り上げた場合、人口規模と創設後経過年数によって、特徴的な変化があることが示された。

次に、水道事業における資産あるいは自己資本の確保の重要性を念頭に、全国の水道事業の平均像を探った。その結果、供給量は 500L/日/人弱、徴収料金は約 2 万円/人/年であり、料金収入のうち 1/3 は借金の利息や減価償却費、1/5 は水源確保費として支払われ、浄水費は数%であった。現実の維持管理上の実感等から判断して、浄水技術については、その重要性に比べ正当な投資がされてこなかったと考えられた。

参考として、「ガス事業年報」を用いて、料金、資本金、収益などを因子として主成分分析を行った。その結果、私営のガス事業においては、小規模の事業では料金が高くなっており、その大きな一つの理由として、資産不足が挙げられると考えられた。この結果を水

道事業に適用すると、民営化に際しては、あまり小規模では不利であり、このような場合は、水道の広域化が必要となると類推された。

また、今後の水道事業経営においては、特に施設更新を前提とした資産投資が必要となると想定され、事業のマクロ分析を行い、経営基盤の強化を図る必要がある。そのため、水道における適正投資を診断・評価できる手法の確立を検討した。

2) 水道の便益評価法と機能改善効果の定量化法の検討

ここでは、水道が給水停止をした場合発生する被害額を算定することにより、水道の便益を評価することとし、そのための種々の方法を検討した。また、その結果を用いて、施設機能の改善対策の効果を計量する方法についての考察を行った。

〔事業便益の評価法〕

- ・ 代替法
- ・ 生産高変化法
- ・ 消費者余剰推定法
- ・ ヘドニック法
- ・ CVM (Contingent Valuation Method : 仮想的市場評価法)

〔社会資本整備事業における便益等の評価法〕

- ・ 道路投資の便益については、「道路投資の評価に関する指針 (案)」の中では、利用者便益・交通事故減少便益・環境改善便益の3つを計測することとしている。
- ・ 下水道事業の効果については、「下水道事業における費用効果分析マニュアル (案)」の中では、生活環境の改善・便所の水洗化・公共用水域の水質保全・浸水の防除・その他の5項目を取り上げ、各項目ごとに計測可能なものを定量化することとしている。
- ・ 氾濫被害額の算定については、平成10年度現在作成中である「治水経済調査マニュアル (案)」の中で、被害を直接被害 (家屋・家庭用品・事業所償却等6項目の資産被害) と間接被害 (営業停止損失・家庭における応急対策費用・事業所における応急対策費用) に分け、その防止効果を便益とすることとしている。

〔研究結果〕

水道事業の便益については、給水が停止した場合の損失額により算定する事とし、(1) 代替水による方法：必要な水量をほかの方法で手に入れる際に必要となる支出額を用いる方法、(2) 発生被害額による方法：給水が停止した場合に発生する営業の停止や生産の減少による被害額を用いる方法、(3) 代替行為による方法 (家庭においてのみ)：家庭において、水を利用して行っている活動を他の代替行為で行ったときの支出額を用いる方法、により算定を行った。

その結果、生活用水では、発生被害額による方法<代替行為による方法<代替水による方法という算定結果となった。工業用水では、代替水による方法を用いる場合は、用途別に適切な代替水を設定する方法では結果に矛盾が生じたため、上水道のみの部分を代替水でまかなうと考えるか、付加価値生産額の値を最大値として、各産業ごとの給水停止の影響率を考慮した評価を行うのが適切であると考えられた。

モデル都市において、生活用水、営業・都市活動用水、工業用水について計算を行った結果、生活用水においては計算方法によりやや結果が異なったが、総合的な結果にはそれ

ほど大きな差はなく、実際のヒアリング結果をもとにした方法とも大きな差がなかったことから、ある程度現実的な検証にもなり得ていると考えられた。

以上の結果を踏まえて、便益評価法を用いて、全国的に見た平均的な状況との比較、特定の事業体における代替案評価、最適事業実施時期についての検討を行った。

3) 民間企業における浄水処理の研究の動向調査

昭和 59 年から平成 10 年までの 15 年間の全国水道研究発表会講演集中の浄水部門から、民間企業が著者に入っている研究を抽出、それらをキーワードで表現し、単純及びクロス集計を行った。またこれらのデータをいくつかの多変量解析法を用いて解析し、研究の分類及び各企業の特徴づけを行った。

本報告書で指定したキーワードの中で、環境影響低減化と関係があるのは、「研究目的」の中の、「効率化・省スペース」、「コスト低減（省エネ・省資源）」の 2 つであり、クロス分析において、各処理技術とともに取り上げている項目の分析を行っている。このうち研究目的として「効率化・省スペース」、「コスト低減（省エネ・省資源）」を挙げたものを見ると、「処理水質向上」や「処理水質安定化」と比べると、研究件数に大きく差があり、過去 15 年間での関心は、あまり大きくなかったようである。研究件数の推移については、本報告書では分析を行っていない。

4) 機能改善データベースの作成

ここでは、(1) 既存施設の機能診断手法の開発、(2) 既存施設の機能改善手法開発、の研究テーマの資料とするため、第 6 研究グループ委員を対象としてアンケート調査を実施し、機能改善・更新の事例及び省力化・安定化設備例を収集してデータベースを構築した。具体的には、既存浄水設備の機能の改善・更新事例は計 84 件収録した。また、第 6 研究グループ参画会社が製品化し、浄水処理の省力化、安定化、機能改善につながる設備・システムを計 41 件収録した。

本報告書では、これらの内容の分析・評価は行われていないが、計 41 件の浄水処理の省力化、安定化、機能改善につながる設備・システムについての情報は、環境影響低減化の視点から重要であると考えられ、その分析・評価が課題として挙げられる。

5) 機能診断・機能改善に関する文献調査

ここでは、JICST のデータベースを検索して機能診断に関する研究動向を把握し、キーワードを設定して文献リストを作成した。このリスト内から、本研究に有用であると考えられる抄録対象文献を選定し、抄録を行った。

本報告書では、環境影響低減化の視点からは、抄録対象文献を選定していない。ただし、設定されたキーワードのうち「省力化」に注目し、「診断」、「機能」との 3 つの組み合わせで文献検索を行うと、105 件であることが示されている。これは、「無人化」(113 件)、「更新」(103 件) とほぼ同レベルであり、「保全」(837 件)、「改良」(286 件)、「劣化」(195 件)、「寿命」(166 件) と比較すると、平成 10 年度時点での関心は低かったと考えられる。今後は、これら文献を環境影響低減化の視点から再選定し、必要に応じて抄録を行うことが課題である。

(3) 平成 11 年度報告書

1) 研究目的

これまで定量的に捉えることが難しかった浄水施設の現有機能を的確に評価する手法を体系化することを研究目的とした。研究テーマとして「機能診断調査方法の検討」と「機能改善方法の検討」の二つに大別されるが、H11 年度は「機能診断調査方法の検討」を行い、次のステップである「機能改善方法の検討」は次年度のテーマとした。

2) 浄水施設における調査対象設備

浄水施設を構成する要素の内、本研究では、「土木・建築設備」、「機械設備」、「電気設備」(以上、ハード面)、及び「水処理機能」(ソフト面)を対象に、個別に機能診断調査方法の検討を行った。

3) 機能低下の原因

機能低下の原因には以下のものがある。

- ・ 経年劣化要因
- ・ 設計・施工要因
- ・ 運転操作要因
- ・ 外的要因 (施設を取り巻く環境変化, 技術革新による相対的機能低下など)

4) 機能診断調査と機能改善計画の業務フロー

機能診断調査および機能改善計画(次年度テーマ)の業務フローを図 3-1 および図 3-2 に示す。

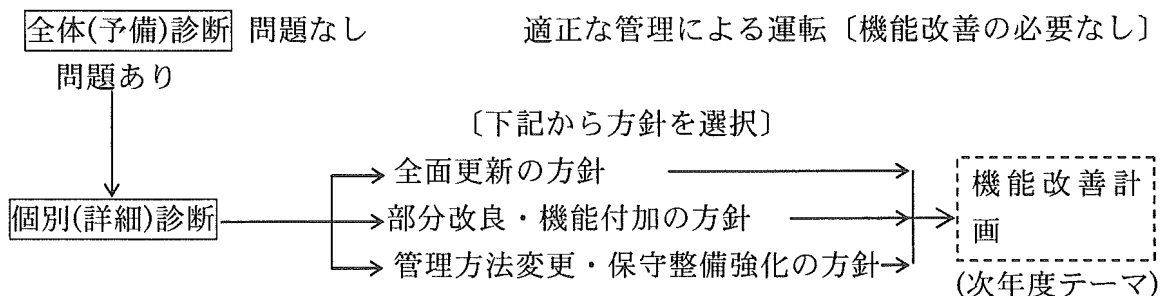


図 3-1 機能診断調査及び機能改善計画の業務フロー

全体診断と個別診断の際に「機能診断チェックリスト」を用いて判断基準に従い評価点を付け、その結果を基に機能改善計画を検討する。

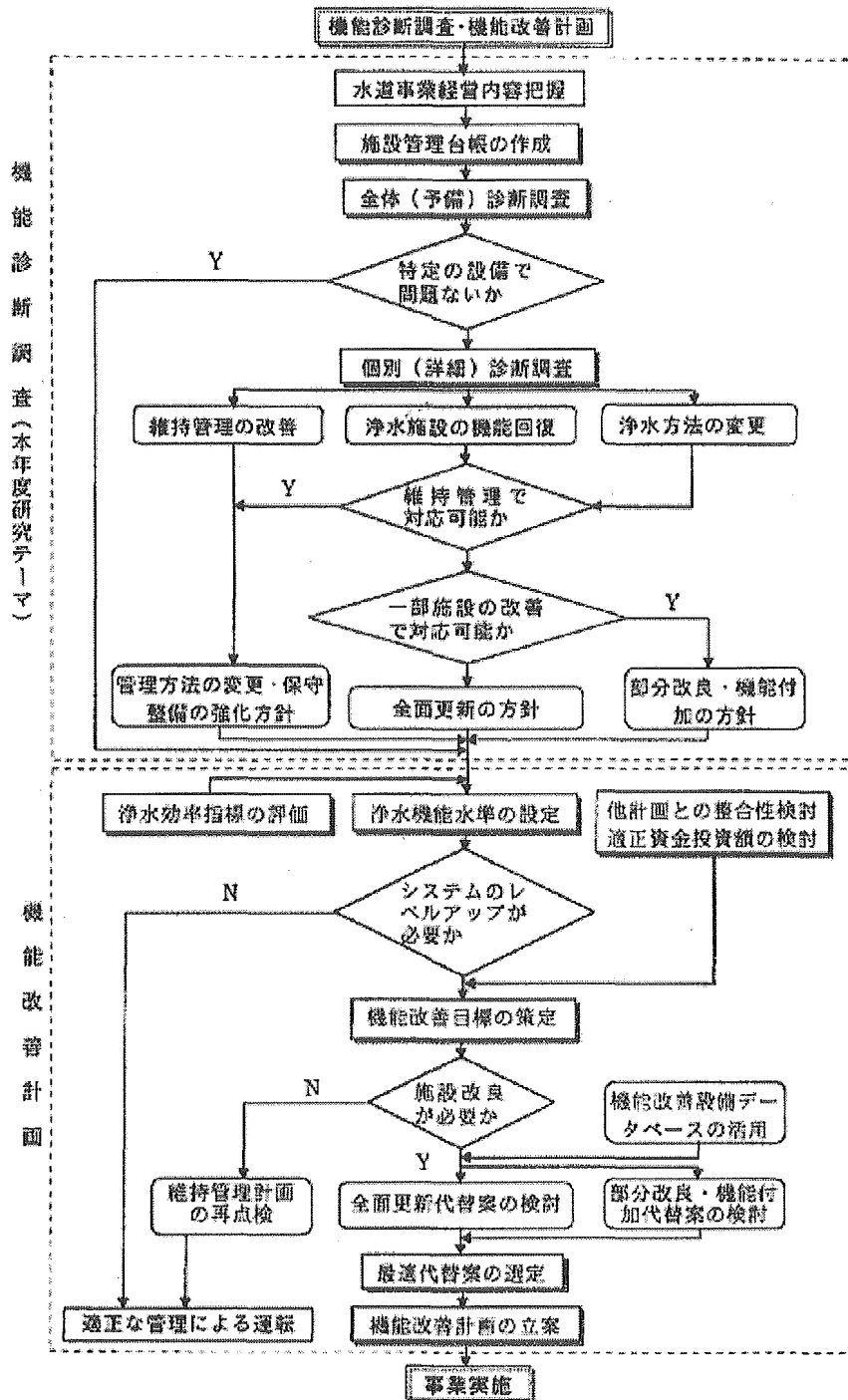


図 1 - 4 機能診断調査・機能改善計画フロー

図 3 - 2 機能診断調査および機能改善計画フロー

「浄水施設の機能診断・機能改善の開発に関する研究報告書（第 6 研究グループ委員会）、平成 12 年 3 月（財）水道技術研究センター」より

また、機能診断および機能改善の概念を整理したものを図3-3に示す。これによると、「浄水施設機能要件」が明確になっていることで「機能低下」に対する判断がし易いものとなっているだけでなく、機能改善後も繰り返し機能診断調査するフローとすることによって、持続的かつ計画的な機能改善を目指したものであることが分かる。

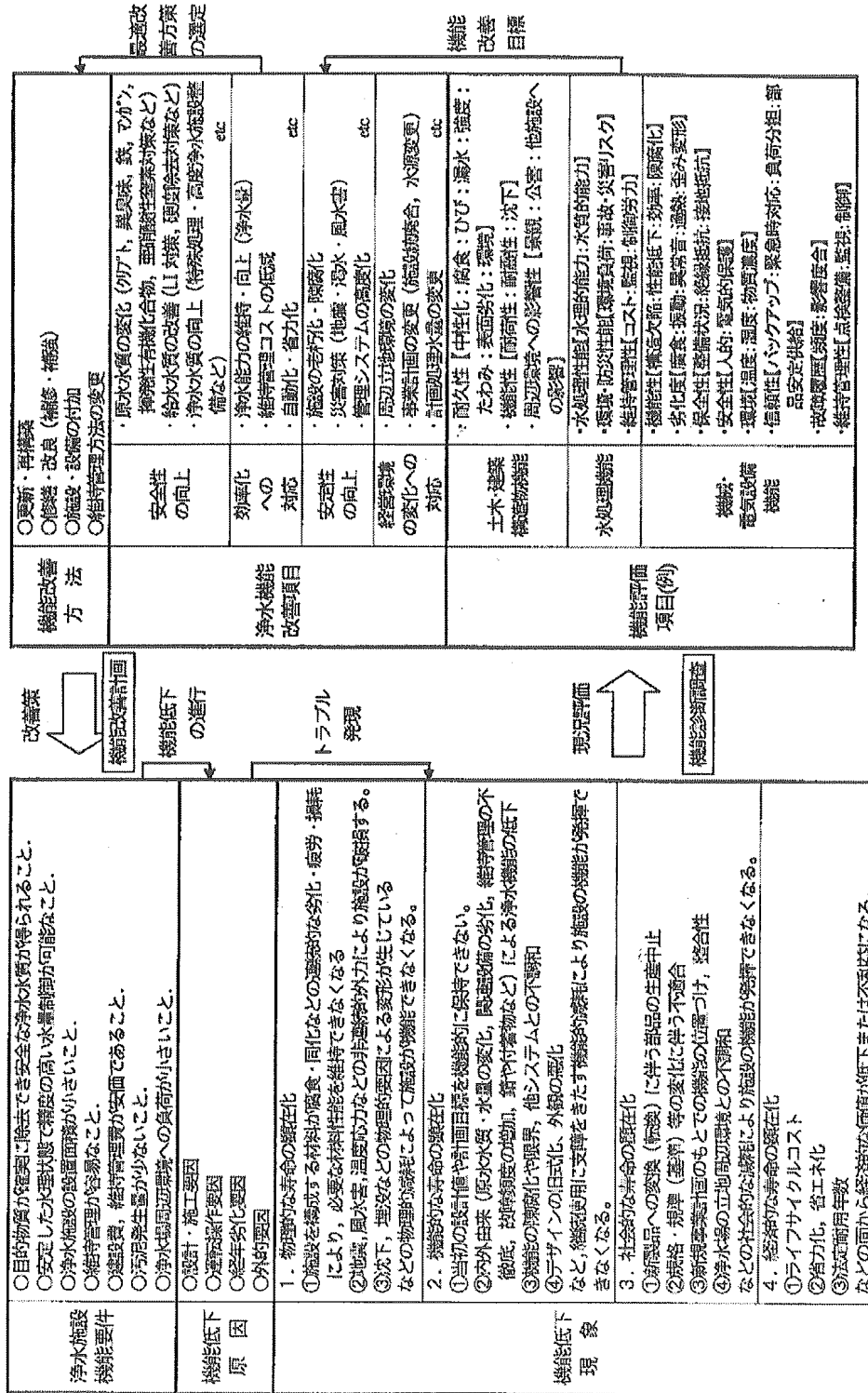


図 1-3 浄水施設機能改善の方策

図 3-3 機能診断調査および機能改善の概念

「浄水施設の機能診断・機能改善の開発に関する研究報告書（第6研究グループ委員会）、平成12年3月（財）水道技術研究センター」より

5) 機能診断調査項目

機能診断調査項目の一例を以下に示す。

- | | |
|--------------|-----------|
| ○水質の安全性・安定性 | ○省エネルギー性 |
| ○処理能力 | ○薬品等使用量 |
| ○設備運転状態の安定性 | ○維持管理の効率性 |
| ○設備運転操作性・制御性 | ○廃棄物量 |

上記項目の内、省エネルギー性、薬品等使用量、廃棄物量などは環境影響負荷に関わるものである。上記項目の中で何を最重視するかは各浄水施設・地域ごとに考え方が異なるので、それぞれの施設に最も適した重み付けを行うことによりその施設独自の評価点を算出できる。したがって、環境影響負荷低減を目的とする場合はそれに該当する項目に重み付けをすることで評価することができる。

ただし、環境影響負荷の視点からみると、上記の機能診断調査項目の内、例えば「水質」を最重視した場合、凝集剤注入量の増加や、それに伴う排水処理での脱水性能悪化、また、よりエネルギーを必要とする設備の導入の必要性が生じるなど、環境影響負荷の面で悪影響が出ることが考えられる。したがって、全ての機能項目を同時に満足できることは稀なケースだと考えられるので、水質の安全性が損なわれない範囲で、浄水施設における環境影響負荷が総合的に低減される方策を提示することが望ましいと考えられる。

(4) 平成 12,13 年度報告書

1) 平成 12,13 年度報告書の概要

平成 12,13 年度報告書は水道事業診断評価事例の編集という形でまとめられている。ここでは、浄水施設の機能診断と機能改善を狭義に捉えるのではなく、浄水施設の機能的課題と改善に関して派生するインパクトが事業全体に大きく影響を与えるものとして、広く事業全体の問題として解釈することが適切であるとし、「水道事業の診断・評価」を主要なテーマとしてまとめられている。

そして、研究の成果としては、水道施設に留まらず財政を含めた経営全般にわたる分野まで対象が広げられており、これらに対して工学的判断根拠を示しつつ評価事例集の形でまとめ、「浄水施設の機能診断・機能改善に関する技術資料」として水道技術研究センターから発行されている。

また、浄水処理の各プロセス毎に現象と原因の関係を整理し、機能低下現象に合わせた高効率化に資する情報提供を目的として浄水設備データ資料集 (CD-ROM 版) も作成している。

2) 浄水施設の機能管理のあり方

① 浄水施設の機能

水道施設の機能低下については、その原因を設計・施工要因、運転管理要因、経年劣化要因、原水水質変化や技術の陳腐化といったものに大別しており、これらの原因によって、①浄水施設の物理的な寿命 (腐食、損耗、破損等)、②機能的な寿命 (処理性能不十分、他システムとの不調和等)、③社会的な寿命 (新製品への転換による生産中止、基準・規格不適合、立地周辺環境との不調和等)、④経済的な寿命 (ライフサイクルコスト、省エネ化、

法定耐用年数等)、といった寿命が顕在化してくるとしている。

報告書では図3-4に示すように、これらの寿命の顕在化によって施設建設当初の浄水機能に比べて現在の浄水機能が低下(A)することになり、そのまま放置しているとさらに機能は低下する(C)ことになるが、その一方で水質基準や浄水技術の進歩によって最新の浄水機能目標は建設当初よりもレベルアップしており、その機能目標と低下した機能との差が機能改善の余地(D)であるとしている。

しかしここでは、環境影響負荷に関しては経済的な寿命の一面としてライフサイクルコストや省エネ化を捉えるにとどまっており、今後は環境影響負荷に関する社会的要求が高まってきていることから、環境影響負荷の高い処理施設は社会的な寿命(例えばCO₂発生量削減の要請に答えられない等)の顕在化がより加速され、機能改善の余地がさらに大きくなると考えられる。

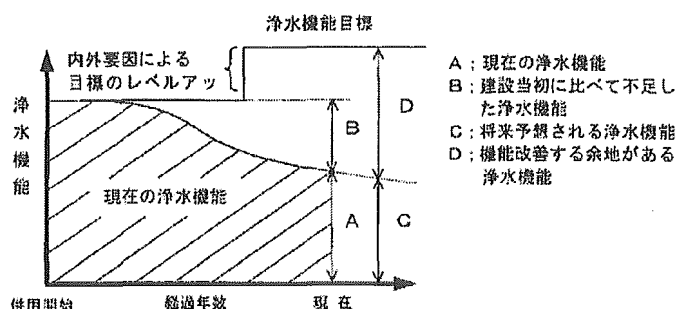


図3-4 機能改善の考え方

図3-4 機能改善の考え方

②機能診断・機能改善の考え方

機能診断・機能改善の考え方としては、まず既存浄水施設機能の現況評価・将来予測を行い、次に施設改善改善目標を設定し、目標達成のための改善策を計画し実行することであるといえる。この場合に考慮すべき点として報告書では下記が挙げられている。

- ① 浄水技術の選定
- ② 実証実験等の必要性の検討
- ③ 既存施設との整合性の検討
- ④ 工事期間における給水の継続または施設停止が可能かの検討
- ⑤ スペース用地確保の検討
- ⑥ 整備優先順位と整備期間の検討
- ⑦ 環境アセスメントの必要性の検討
- ⑧ 新たなニーズに対応した機能の必要性の検討
- ⑨ 経済性の検討

ここでは、環境影響負荷の視点からは⑦環境アセスメントの必要性の検討、として挙げられてはいるが、今後の機能診断・機能改善の考え方としては、より積極的に環境影響負荷低減化を図るべく①浄水技術の選定の段階においても評価項目として環境影響負荷低減化にメリットのある浄水技術を検討して行くべきであると考えられる。

3) 水道事業診断評価事例

「浄水施設の機能診断・機能改善に関する技術資料」の主要部分として研究成果をまとめたものであり、水道施設のみならず財政を含めた経営全般にわたる分野を対象に、工学的判断根拠を明確にした診断評価事例を数多く提示したものとなっている。内容的には経

営に関する診断的なものと浄水処理機能の診断および改善方法に関するものが多く取り上げられているが、環境影響負荷に関する記述がされている事例は少なく、下記の3項目であった。

①環境影響度診断

各事業体の環境影響度を診断するための指標として、次のものが提案されており、この環境影響度が2を上回る数値であれば、環境への影響度という観点から検討する余地があるとしている。

$$\text{環境影響度} = (\text{エネルギー消費指数}) + (\text{発生土処分指数})$$

ここで、

$$\text{エネルギー消費指数} = (\text{各事業体単位動力費}) / (\text{給水人口規模別平均単位動力費})$$

$$\text{発生土処分指数} = (\text{各事業体年間処分土量}) / (\text{給水人口規模別平均年間処分土量})$$

$$\text{単位動力費} = (\text{年間動力費}) / (\text{年間給水量})$$

処分土量：有効利用分を除いた発生土量

②水運用の効率診断

浄水場で処理した水を送配水する場合の動力費をできるだけ低減化することが必要とされる場合がある。このための診断技術として、実績運用データ（ポンプ消費電力、配水池水位、送水量、配水量等）を入力し、ポンプの動力費と送水量変更が最小になるような最適化演算を行い、その診断結果として、最適なポンプ運転スケジュールとその運転を行った場合の配水池水位、送水量、ポンプ消費電力、送水原価を算出し、水運用の改善案を提示する方法が示されている。

③インバータ制御による省エネ効果

水道施設のエネルギー消費の約80%はポンプ設備の電力代であり、ポンプの回転数制御は大きな省エネルギー効果がある。ここでは、インバータの省エネルギー特性について述べられており、通常のポンプ軸動力 P_L が式(1)で示されるのに対して、インバータ使用時（回転速度を N_1 から N_2 に変化させることにより軸動力は回転速度の3乗に比例）の消費電力は式(2)で表される。（ただし、実際は管路抵抗の変化を考慮することが必要）

ポンプ軸動力：

$$P_L = 1.63H / (9.8 \times 10^4) \times Q / \eta \quad (\text{kW}) \quad (1)$$

ここで、

H：揚程（Pa）

Q：流量（ m^3/min ）

η ：ポンプ効率（-）

インバータ運転時消費電力：

$$P_M = P_L \times (N_2 / N_1)^3 / \eta_M \quad (\text{kW}) \quad (2)$$

ここで、

η_M ：総合効率 = モーター効率 × インバータ効率（0.92～0.97）

4) 浄水施設の機能診断

浄水施設の機能診断については、各処理プロセスに関する機能低下現象に対する診断フローチャートの形でまとめられている。そして何らかの機能改善が必要となった場合の機能改善方法の選定については、各処理プロセスに対する改善技術とその適用効果が整理されており、ACT21 参画各社による資料提供により機能改善に役立つ製品紹介 CD-ROM も付録として添付されている。

ただし、環境影響負荷関連の記述はほとんど無く、老朽化した既存施設が現状の技術水準と比較して環境影響負荷低減が必要かどうかを診断できる機能診断フローは作成されていない。環境影響負荷低減の視点からの機能診断を可能とするにはその評価手法をまず確立することが必要と考えられ、まさに e-water で検討すべき課題の一つであると言える。

3. 1. 2 機能改善・改造事例調査WGにおける機能改善の考え方

ACT21 第 6 研究グループで扱われている浄水施設の機能診断・機能改善は、上記レビューでも分かるように、浄水処理機能については十分網羅されているものの、環境影響負荷低減に関する内容はあまり扱われていない。

ACT21 における機能改善の考え方は先の図 3-5 に示すとおりである。施設建設当初の浄水機能に比べて経過年数とともに機能は低下するが、その一方で水質基準の強化や浄水技術の進歩によって最新の浄水機能目標は建設当初よりもレベルアップしており、その機能目標と低下した機能との差が機能改善の余地であるとしている。

今回の e-water における機能改善については、さらに環境影響負荷低減の視点を加え、図-2 に示す考え方を加えるものとする。処理水質を向上させるために処理機能を強化する場合は、一般的に薬品使用量や消費エネルギーの増加などを伴うことが多い。しかし、これらの環境影響負荷を増やすことなく（できれば低減して）浄水水質の向上を図れるものを期待される機能改善として取り上げていくことが重要と考えられる。

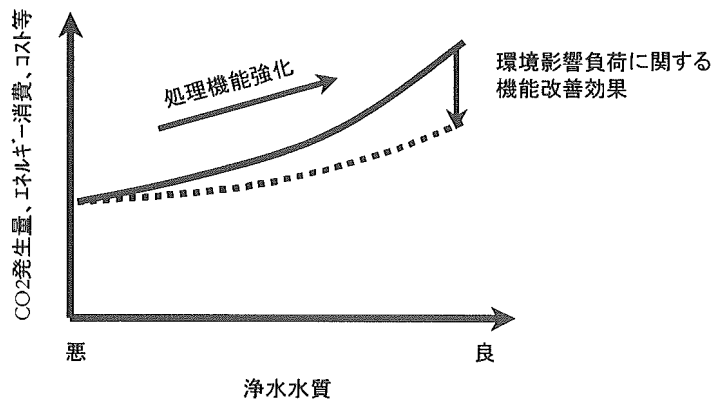


図 3-5 環境影響負荷に関する機能改善

3. 2 文献調査

3. 2. 1 文献検索方法

科学技術振興事業団データベースサービス (JICST) を用いて文献調査を実施した。まず、浄水場、浄水施設、浄水処理等に関する更新や改造に関する文献を抽出するための検索式として、

検索式 = (更新 or 改善 or 改良 or 改造 or 修繕 or 変更) and 浄水?

を用いて検索をかけた。抽出されたものに対して環境影響関連キーワード (省? (省エネ

ルギー、省電力 etc)、エネルギー?、電力?、ISO14001、CO2、汚泥量、廃棄物、再利用、有効利用)での絞り込み検索 (and 検索) を行うことで更新や改造に関する環境影響関連の記述のある文献を抽出した。さらにそれぞれに対して浄水処理各プロセス (凝集、ろ過 etc) をキーワードとした絞り込み検索も行った。

3. 2. 2 文献検索結果

浄水分野における改善関連の検索件数は 2,718 件であった。これらに対して環境関連キーワードおよび浄水処理各プロセスキーワードによる絞り込み検索の結果を表 3-1、図 3-6 に示す。また、これらの結果からみると、従来から言われている省エネルギー関連や廃棄物の有効利用関連の件数が多いのに

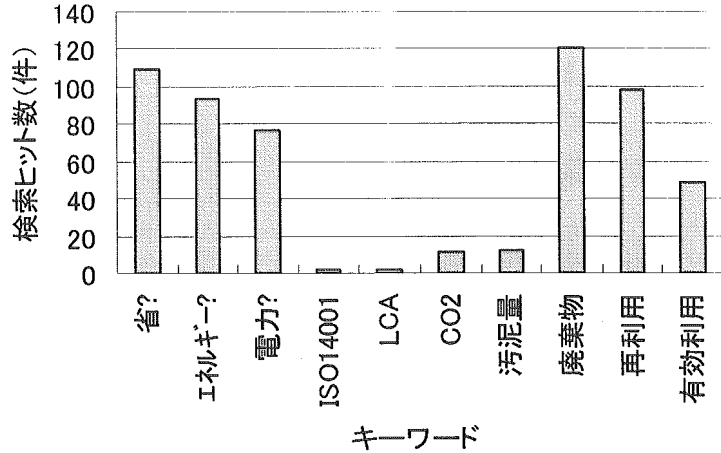


図 3-6 各キーワードにおける検索結果

表 3-1 各キーワードにおける検索結果

(単位: 件)

改善関連	909799 件 検索式=更新or改善or改良or改造or修繕or変更											
うち浄水分野	2718 件 検索式=(更新or改善or改良or改造or修繕or変更)and浄水?											
環境関連 キーワード別 (and検索)	環境?	省?	エネルギー?	電力?	ISO14001	LCA	CO2	汚泥量	廃棄物	再利用	有効利用	
		957	109	93	77	2	2	11	12	120	98	49
処理 プロセス別 (and 検索)	凝集?	68	18	9	7	0	0	1	6	11	16	5
	沈澱?	9	1	0	1	0	0	0	0	2	1	0
	ろ過?	148	30	17	13	0	1	1	4	16	27	3
	膜?	65	12	13	10	0	1	0	0	8	11	0
	オゾン?	67	11	5	7	0	1	0	1	4	3	1
	活性炭?	75	8	6	2	0	1	2	2	8	3	0
	生物処理	6	2	0	0	0	0	0	0	1	2	0
	汚泥処理	8	3	1	3	0	0	0	2	3	4	1
	脱水?	14	8	3	2	0	0	1	3	7	10	15
	消毒?	24	1	0	1	0	0	0	0	0	2	0

注1) キーワード中の?は前方一致検索を示す(環境?=環境影響、環境負荷etc)

注2) 検索データベースはJSTPlusファイル(科学技術全般、収録期間1980年4月~現在、収録件数約1,300万件)

注3) 環境関連キーワード別は改善関連のうち浄水分野に対して各環境関連キーワードでand検索したもの

検索式例=(更新or改善or改良or改造or修繕or変更)and浄水?and環境?

注4) 処理プロセス別は環境関連キーワード別の検索結果に対して各処理プロセスのキーワードでand検索したもの

検索式例=(更新or改善or改良or改造or修繕or変更)and浄水?and環境?and凝集?

対して、ISO14001、LCA、CO2 といった近年クローズアップされてきたキーワードに対しては意外に件数が少なく、今後取り上げていくべき課題であるといえる。

3. 2. 3 文献抄録

検索によって抽出された文献のアブストラクトを精査し、有用と思われる 47 件について

ては文献抄録を作成した。その一覧を表3-2に示す。大分類毎の各文献レビューは次の通り。

(1) 法制・行政

NO.1では、浄水場の更新に際して、営利的、非営利的な分析を加えるとともに、市民を取り巻く経済情勢の激変を踏まえて事業を実施していく過程が示されている。

NO.2では、マサチューセッツ水道局に対して USEPA が飲料水安全法に基づいて膜処理導入の必要性を訴えた判例が示されている。判決では膜処理の必要性は認められないとされたが、膜処理水の水質が優れていると示されている。

(2) 計画及び施設概要

NO.3では、電力自由化が浄水場にとってエネルギー及びコスト削減のチャンスであるにとらえ、コスト、利益について評価された高水質及び水処理システムの予算管理に関するプロジェクトの結果が報告されている。

NO.4では、水道施設の省資源・省エネルギー対策は二次エネルギーとしての電力の節減、資源としての水資源、使用薬品の節減に尽きるとして、京都市における具体的事例（ポンプの速度制御、フロキュレータの改造等）について述べている。

NO.5では、名古屋市水道局の既存施設が自然流下を多用している点などに関して、省資源、省エネルギー対策の観点から再評価を行っている。

NO.6では、浄水場の処理プロセスについて建設コストとランニングコストの両者を検討した結果、中国東部においては 10,000m³/d 規模では高速凝集沈澱池とバルブレスろ過池を選定し、100,000m³/d 規模では横流式沈澱池と電動バルブを利用したろ過池を選定するのが経済的であるとしている。

NO.7では、浄水場を建設・更新する場合に、運転・維持管理の職員が行う業務とコンサルタント業者が行う業務について、カリフォルニアの Bollman 浄水場の更新を例として解説している。

NO.8では、水質の規制強化に対する対策として立ち上げられたオゾン処理設備導入プロジェクトについての技術的側面や検討過程が示されている。

NO.9では、藻類が異常繁殖する原水における各種凝集剤、高分子凝集剤を用いた凝集沈澱実験が報告されている。

NO.10では、凝集強化や TOC 除去による消毒副生成物の低減効果に関する浄水場の運転管理や運転データが示されている。消毒副生成物の基準値を達成するために凝集強化として凝集剤注入量の増加を行っているが、汚泥処理費用、薬品代の増加が大きな問題と述べている。

(3) 浄水

NO.11では、低水温時の凝集性悪化に対して、凝集剤の変更が設備の増設などを必要としない効果的な方法であるとしている。

NO.12では、大阪府村野浄水場における、凝集性能の検討と水処理コスト削減を目的としたフロキュレータ回転速度に関する調査結果が報告されている。

NO.13では、浄水場の酸処理汚泥を凝集沈澱設備の凝集助剤として用い、凝集剤注入率

の低減の汚泥処理性の改善に関する実験が報告されている。

NO.14 では、低コストでかつトリハロメタン対策としても有効な直接ろ過法（前オゾン→凝集→深層ろ過）について報告されている。

NO.15 では、阪神水道企業団における水質管理の強化と運転管理業務の効率化を目的とした浄水場の更新（オゾン+活性炭流動層）に関して、病原性微生物からの防御と再増殖抑制の両面から微生物リスクを評価している。また、排水処理過程においてコージェネレーションシステムの余熱を利用し、オーシストの死滅を図るシステムについて示されている。

NO.16 では、東京都金町浄水場の水源水質と高度浄水処理によるかび臭物質や有機物の除去による水道水質の改善が報告されている。

NO.17 では、阪神水道企業団におけるオゾン処理施設の特徴（溶存オゾン濃度計によるオゾン注入量のフィードバック制御を採用、純酸素原料オゾン発生装置の導入によるオゾン生成コスト抑制など）について解説されている。

NO.18 では、カナダ、バッファロー湖の水源悪化への対策として活性炭処理導入へ至るまでの様々な代替案の検討過程が示されている。

NO.19 では天然有機物を複数の粒状活性炭カラムを用いて除去するにあたって、空塔接触時間（EBCT）と処理水質の関係について検討した結果が報告されている。

NO.20 では、京都市における高度浄水処理システムの導入に際して、市民の水道水に対する限界支払意志額をランダム効用理論に基づいた選択型実験によって導入時の便益を評価している。

NO.21 では、従来法による浄水処理と従来処理に膜処理（UF+NF）を加えた処理および高度処理（オゾン+GAC）を加えた処理について処理水質を比較している。

NO.22 では、大阪市の高度処理に関して導入前および導入後の状況や将来に渡っての高度処理の課題・展望について述べている。

NO.23 では、北九州市水道局本城浄水場に導入された原水に対する上向流式生物接触ろ過による原水水質の改善効果について、調査結果が報告されている。

NO.24 では、化学物質管理の面で、環境問題対策をリスク管理の概念で一元化し、個々の環境施策事例の単位投資当たりのリスク削減量を明らかにすることで、それらの優先度を得て、効率的な環境施策を展開できることについて解説している。

NO.25 では、埼玉県企業局庄和浄水場排水処理施設の老朽化による全面更新における機能改善事例と、それに関連した発生土有効利用の現状について示されている。

NO.26 では、阪神水道企業団尼崎浄水場の老朽化による全面更新における機能改善事例の概論がまとめられている。環境面の配慮として、非常用発電の代替として天然ガスエンジン発電機を常用発電機として導入し、廃熱を空調と汚泥処理用熱源として利用している。

NO.27 では、浄水過程の消毒による有機ハロゲン化合物の形成についての調査結果が報告されており、注入点の変更やクロラミン処理との比較で有機ハロゲン化合物の生成量を測定し、評価している。

NO.28 では、濃縮槽上澄水の返送におけるマンガン対策として、自然流下一括返送方式から24時間連続均等返送方式に変更することによって浄水中のマンガン濃度を0.01mg/L以下に制御できていることが示されている。

NO.29 では、原水水質悪化によって浄水処理機能を停止している東京都玉川浄水場について、処理再開へ向けた実験を行った結果、トリハロメタン対策の見通しは立ったものの下水処理水の影響による硝酸性窒素対策の点で困難であることが報告されている。

NO.30 では、西長沢浄水場排水処理設備の更新に際して電気浸透加圧脱水機の導入経緯及び運転状況を解説している。

NO.31 では、夏期・冬期の水質悪化時の浄水処理および汚泥処理までを一体のものとして改善策を検討し、凝集剤（硫酸バンド）に加えて凝集助剤として中アニオンを注入し長時間脱水機によって汚泥処理を行うことが適していると述べている。

NO.32 では、浄水場排水処理システムにおけるスラッジ加温、造粒乾燥、クリプトスポリジウムの加熱処理に対して新エネルギー（特にコージェネレーションシステム）を適用することについて提案している。

NO.33 では、砂のみの緩速ろ過と省エネルギー、省力化を目的として活性炭を併用した改良型緩速ろ過とについて比較試験を行った結果について報告されている。

NO.34 では、カリフォルニア州サルトガ浄水場においては、アメリカにおける病原性微生物の除去率（不活化率）等の規制が強化されたことをうけて、既設設備の処理機能を改善するために浄水処理方法をMF膜ろ過法に変更した。その導入経緯と、設計、設備、運転状況のレビューが示されている。

NO.35 では、凝集膜ろ過法において操作条件が膜透過性、有機物除去率に及ぼす影響についての調査結果が報告されている。

NO.36 では、既設設備の処理水濁度が規制を超えている浄水場の改良策として珪藻土ろ過を導入した事例が示されている。

NO.37 では、流動層による濁質のろ過効率に関する実験によって、汚泥の発生量が40%以上減少することが報告されている。

NO.38 では、シンプルで低コストである緩速ろ過を再評価し、急速ろ過から緩速ろ過に変更する場合の留意点等を示している。

NO.39 では、藻類の増殖によるろ過閉塞の対策として凝集剤の増量および塩素処理の強化が効果的であったと報告している。

（4）水質

NO.40 では、京都市における高度浄水処理システムの導入に際して、市民の水道水に対する限界支払意思額をランダム効用理論に基づいた選択型実験によって導入時の便益を評価している。

（5）送水

NO.41 では、米国においては浄水施設の電力消費のうち約80%が送水に要するポンプ設備で消費されており、設備の改善で20～50%の省エネルギー化が可能であるとして、具体的改善事例を示している。

（6）機械・電気

NO.42 では、東京都水道局の水道施設における省エネルギー施策の実施例（ポンプ速度制御、新エネルギー導入、常用発電設備）を解説している。

NO.43 では、浄水場のエネルギーコストの大部分が運転費と維持管理費であり、ポンプの改善、運転方法の改善等で 10～30%の削減が可能であるとしている。

(7) 計装

NO.44 では、メリーランド州 Potomac 浄水場に自動監視制御設備を導入した事例について解説されており、リアルタイムの運転管理、電力コスト削減、迅速な補修、運転管理コスト削減等の効果が示されている。

(8) 工業用水

NO.45 では、脈動式スラッジブランケット型高速沈澱池において運転方法の変更による水質改善と硫酸バンド注入量の低減による薬品費の節減を目的とした調査が報告されている。

NO.46 では、取水口が河口に近い浄水場における塩分対策および河口湖の富栄養化に伴う藻類対策として、放流堰ゲート操作のコンピューター制御や硫酸注入・高分子凝集剤の使用などについて示している。

表3-2 文献抄録リスト(1/4)

NO.	記事・整理番号	和文タイトル	英文タイトル	著者名	出典名	発行年	大分類	中分類	小分類
1	85A0380735	浄水場のオプション 新設か改修か	Water plant options: Build anew or renovate?	METZKER D L	Public Works Vol.116, No.6	1985	法制・行政	水道関係行政	公営企業行政
2	01A0860741	地表水処理規則のもとのろ過の要求 代替取組みの判決	Filtration requirements under the surface water treatment rule: Defining an alternative approach.	KURTZ N C	Proceedings. AWWA Water Quality Technology Conference	2000	法制・行政	訴訟・判例	訴訟・判例
3	98A0019651	水道事業者のためのエネルギー・水管理システム 運転効率改善への協力的取組み	An Energy & Water Quality Management System for Water Utilities. A Collaborative Approach to Improve Operational Effectiveness.	CURTICE D	Proceedings. AWWA Annual Conference (American Water Works Association) Vol.1996, No. Vol.A, Page 687-701	1996	計画及び施設概要	基本計画	管理論、管理計画
4	82A0000876	水道施設における省資源・省エネルギー対策の実践と問題点		竹村良三、高橋 敏、(京都市水道高技術部)	水道公論	1981	計画及び施設概要	施設概要	その他(省エネルギー対策)
5	82A0000875	省資源・省エネルギー対策からみた名古屋水道施設		芳村好明、(名古屋水道局建設部)	水道公論 17. 54-58	1981	計画及び施設概要	施設概要	その他(省エネルギー対策)
6	89A0163066	浄水設備の改修技術についての課題	An approach to the subjects in the technical reformation of water purification facilities.	SOONG R-Y	Journal of Water Supply Research and Technology. NO.6,1988,Page.296-299	1988	計画及び施設概要	実施計画	施設更新
7	98A0019680	運転と維持管理 ユーザーグループとコンサルタント	Operations and maintenance user groups and consultants.	VOIGT K H	Conference (American Water Works Association) VOL.1996,NO.E,1996,Page.331-349	1996	計画及び施設概要	実施計画	施設更新
8	94A0543774	環境変化の中での浄水施設のオゾン利用のための改修	Upgrading a Water Treatment Plant for Ozone in an Environment of Change.	KALKMAN T S	Ozone in Water and Wastewater Treatment, Vol.1	1993	計画及び施設概要	実施計画	実施計画
9	98A0362792	Stephanodiscusの凝集沈殿処理 強化凝集処理とTOC除去はDBP類の抑制にどの程度効果があるか? イリノイの2つの処理プラントにおける結果	Coagulating sedimentation treatment of Stephanodiscus.	馬場達也、柳田和則、小出純二	日本工業用水協会研究発表会講演要旨、Vol.33 rd , PP.108-111	1998	浄水	凝集・フロック形成	凝集剤
10	99A0174877	冷水凝集処理の事例研究 実規模評価	How Effective is Enhanced Coagulation and TOC Removal in Controlling DBPs? Results from Two Illinois Treatment Plants.	ROTH J G	Proceedings.AWWA Annual Conference(American Water Works Associatin) PAGE.347-363	1998	浄水	凝集・フロック形成	凝集剤、その他
11	98A0933767	冷水凝集処理の事例研究 実規模評価	Cold Water Coagulation Case Studies-Full Evaluations.	RUEHL K E	Proceedings.AWWA WaterQuality Technology Conference(American Water Works Association) VOL	1997	浄水	凝集・フロック形成	凝集剤、その他
12	90A0660119	村野浄水場フロキュレーター回転数変更に伴う、水処理効果への影響調査	Survey of influence of alteration of flocculation rotation speed on water treatment at Murano water purification plant.	坪上雄一、小田 満、横手幹彦、西川雅己、南野 吉彦、岡田俊夫、(大阪府水道部)	大阪府建設技術発表会論文集 VOL.17,1990,Page.267-271	1990	浄水	凝集・フロック形成	凝集剤、浄水場排水の特性
13	98A0362768	汚泥の凝集助剤化利用における汚泥の改善	Improvement of sludge in its utilization for a coagulant aid.	関谷透、岩井嘉雄、宮ノ下友明	日本工業用水協会研究発表会講演要旨、VOL.32 nd , PP.92-94	1998	浄水	凝集・フロック形成	凝集剤、浄水場排水の特性

表3-2 文献抄録リスト(2/4)

No.	記事・ 整理番号	和文タイトル	英文タイトル	著者名	出典名	発行年	大分類	中分類	小分類
14	93A0758687	二段オゾン処理による良質飲用水の確保	Two-Stage Ozonation Ensures High Quality Drinking Water.	STONE B.G.	Public Works Vol.124, No.9	1993	浄水	高度処理	オゾン処理
15	01A1055054	浄水処理における微生物リスクの管理技術	Improvement in water quality by advanced processing of tap water.	佐々木隆、(阪)水道企業団	VOL.No21,2001、Page.9-10	2001	浄水	高度処理	オゾン処理
16	95A0713522	水道水の高度処理による水質改善		土屋悦輝、(東)京都衛研	都薬雑誌、VOL.17、NO.8、PP.51-55	1995	浄水	高度処理	オゾン処理
17	02A0173098	阪神水道企業団におけるオゾン処理施設 活性化はカナダの湖水の味を良好に処理する	Carbon leaves good taste in Canadians' mouths.	須原敏樹、上月露治、北野幸治、花元隆司、(阪)神水道企業団	日本オゾン協会年次研究講演会講演集、PP.33-36	2002	浄水	高度処理	オゾン処理
18	87A0277864	NOM除去のためのGAC接触槽の設計: EBCTと調合の意義	GAC Contactor Design for NOM Removal: Implications of EBCT and Blending.	LACKEY S	Water Engineering & Management Vol.134, No.4 Page.21-23	1987	浄水	高度処理	活性炭処理
19	98A0679712	京都市水道の水質改善の価値評価 選択型実験を用いて	Comparison of the finished water quality among an integrated membrane process, conventional and other advanced treatment processes.	DVORAK B I 坂上雅治、(京)大大学院	Proceedings. AWWA Annual Conference	1997	浄水	高度処理	活性炭処理
20	00A0767418	浄水処理の過去・現在・未来		YEH H-H	水利科学、PP.68-80	2000	浄水	高度処理	高度処理一般
21	01A0200455	組合せ膜処理法、従来処理法及び高度浄水処理法の処理水間の比較		菱田洋祐	Desalination 131.237-244	2000	浄水	高度処理	高度処理一般
22	98A0272697	本城浄水場に導入した上向流式生物接触槽による原水水質の改善効果		石橋正博、山田健、井上芳雄、(北九州市水道局)	水道公論	1999	浄水	高度処理	高度処理一般
23	02A0848326	リスク 便益分析による環境政策の評価と測定 高度浄水処理事業の事例研究	Evaluation of Environmental Policies Based on Risk-Benefit Analysis. The Cost per Life-Saved in the High-level Treatment of Water Supply.	明石達郎、(筑波大) 安田八十五、(筑波大社会学系)	全国水道研究発表会講演集、Vol.53th, No. PP.278-279	2002	浄水	高度処理	生物処理
24	95A0115181	浄水場排水処理施設の更新 庄和浄水場排水処理施設更新の実施例		近藤富男、川名孝雄、(埼玉県企業局)	日本リクス研究会誌 6.96-104	1994	浄水	高度処理	その他(リクス便益分析)
25	00A0566685	最終段階を迎えたACT21 その成果と期待 浄水施設更新時の機能改善 尼崎浄水場の更新事例		長瀬大司、(阪)神水道企業団 尼崎事業所	水道協会雑誌、第69巻第5号、PP.21-24	2001	浄水	浄水施設	浄水施設の設計・施工
26	02A0073165				水道公論、第37巻第12号、PP.71-72	2001	浄水	浄水施設	浄水施設の設計・施工