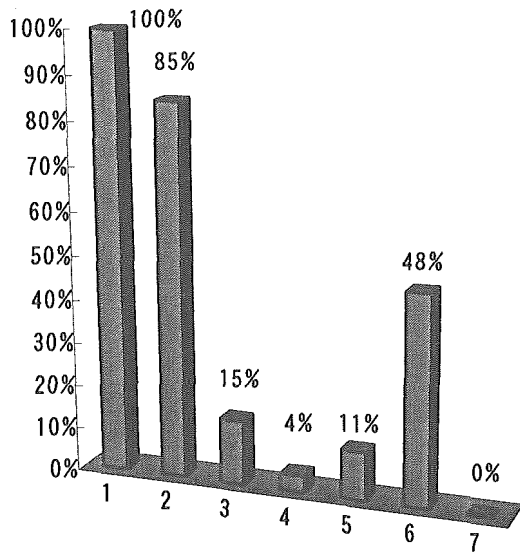
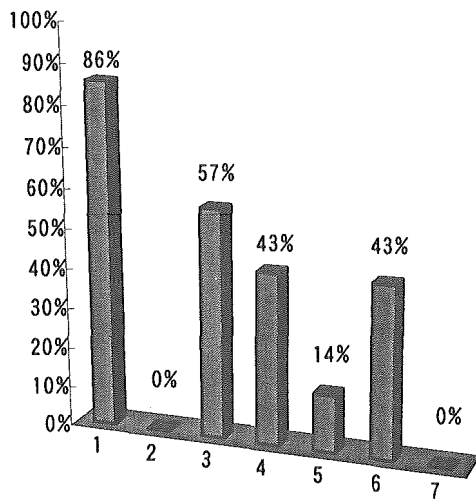


質問 3-1 期待できると答えた方にお聞きします。その理由は何ですか。複数可。



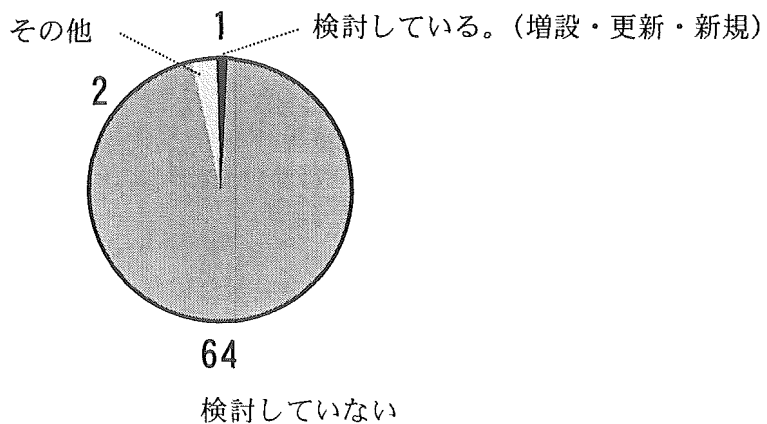
1. クリプトスポリジウムやジアルジアの不活化が期待できる。
2. 消毒副生成物を生じにくい。
3. 装置がコンパクトである。
4. 維持管理が容易である。
5. コストが安い。(イニシャル・ランニング)
6. 塩素注入率を低減できる。
7. その他

質問 3-2 期待できないと答えた方にお聞きします。その理由は何ですか。複数可。



1. 塩素消毒との併用が必要である。
2. 塩素消毒で十分である。
3. 効果に不安がある。
4. 情報が少ない。
5. コストが高い。(イニシャル・ランニング)
6. 指針等が整備されていない。
7. その他

質問 4 貴浄水場で紫外線消毒の適用を検討していますか。



質問5（紫外線消毒に対する意見）

- 耐塩素性生物や副生物の面では注目すべき点はあるが、消毒効果を保持できない点や本市のような大規模な浄水場での、処理水量や水質変動にどの程度対応できるものなのか情報も少なく不明な点が多い。
- 紫外線消毒施設に関しては処理能力の大きな設備の開発が進むことにより、さらに期待できるものになると考える。
- 平成3年にボアホールから汲み上げた水に紫外線を照射しクリプトスポリジウム等を不活化して、その後塩素注入している設備をイギリスで見たことがある。今後、地下水を水源としている小規模浄水場で水質が良く、特に水処理を要しないような場合はクリプト対策としてろ過装置の代わりに紫外線消毒でも良しとなればありがたい。
- 紫外線消毒についてはリグロースの問題等効果に不安がある。また情報も少ないこともあり、今後とも関心を持っていきたい。
- 紫外線消毒について情報が皆無であり、検討のしようがない。併せて、指針がなければ、浄水処理施設へも組み込めない。
- 紫外線消毒は粒状活性炭処理後の微小動物対策として有効ではないかと思われる。今後、浄水ガイドライン等に指針等が掲載されることに期待したい。
- 紫外線消毒により、クリプトスポリジウムや線虫類など耐塩素性生物の不活性化等に効果的であり、また塩素注入率を低減化できるなどの知見が提示されている。しかしながら、指針、ガイドライン等に掲載がないなど、整理された情報が少なく又課題があると聞く。従って、設備導入の可否を判断できる状況にはないと思うが、今後の研究の成果に期待したい。
- 技術の詳細やコストに関する情報等知見の充実が望まれる。
- 諸外国では多くの採用例があるが、わが国での知見収集は充分でないと思われる。e-water における成果に期待している。
- 紫外線消毒には深い関心があるので、情報の提供をお願いしたい。
- 紫外線消毒は文献等の知識しかなく、今後は既設の西谷実験プラントで調査検討を行い、その導入については結論を示して行く予定であります。また、この調査検討は何年度になるか今のところは未定です。
- コストが高いイメージがある。回収水に適用するには良いかもしれない。
- 紫外線ランプの検量と接触時間等の反応曲線は明らかになっているのでしょうか。対象生物として、線虫にも通常の処理で有効なのでしょうか。ダム湖・湖沼等での藻類にも有効なのでしょうか。などをご教示下さい。
- 消毒効果を持続させる方法を考案して欲しい。
- ダム湖でのプランクトン繁殖の抑制についても効果があるのではないのでしょうか。
- クリプトスポリジウムなどの原虫類の不活化には有効であると思う。しかし消毒副生物の低減化はそれほど期待できないと思う。紫外線自体の残留効果もなく、塩素消毒との併用が必要であることから、トータル的なメリットは本市の場合少ないと思う。また、本市の原水水質では、紫外線導入の必要性は規制が強化されない限りあまりない。
- 紫外線消毒は装置が単純で消毒副生物が発生しにくい等のメリットもあるが、消毒効果に持続性がなく、さらに水道法上、塩素消毒との併用が義務であり、現在のところ浄水場での検討はしていない。
- 紫外線消毒の効能については、十分な知見がないため評価が困難である。しかし、従来の塩素消毒方式と併用することで塩素注入量の低減化が可能であればトリハロメタンの発生を抑制することも可能と考える。その他設備費用、維持管理面からも総合的に判断し、今後の動向に注目したい。
- 大容量の水を処理する装置に関心があります。
- 紫外線消毒法は、・照射のみで済むため、接触時間が短くなる可能性があり、薬品が不要。・消毒副生物が発生しにくい。・装置が単純。などの優れた特徴があると思うが、これらの特徴は原水が清澄で小規模水道に向いていると思われる。
- 研究事例、導入事例を情報として提供して欲しい。

3.3.4 アンケート結果考察

アンケートの集計結果では、紫外線消毒に関心のある事業者は44事業者(66%)で、関心のない14事業者(21%)を大きく上回った。その反面、紫外線消毒への期待に関しては、27事業者(41%)が期待できる、7事業者(11%)が期待できないと答えたものの、わからないと答えた事業者が32事業者(48%)と最も多かった。

紫外線消毒の適用が期待できると答えた27事業者にその理由を尋ねる質問に対しては、クリプトスポリジウムやジアルジアの不活化が期待できるとした事業者は27事業者(100%)、消毒副生成物が生じにくいとした事業者は23事業者(85%)、塩素注入率を低減できるとした事業者は13事業者(48%)であった。一方、紫外線消毒の適用が期待できないと答えた7事業者にその理由を尋ねる質問に対しては、塩素消毒との併用が必要であるとした事業者は6事業者(86%)、効果に不安があるとした事業者は4事業者(57%)、指針等が整備されていない、情報が少ないとした事業者は共に3事業者(43%)であった。

紫外線消毒の適用を実際に検討しているかとの質問に対しては64事業者(96%)が検討していないと答え、現在、紫外線消毒の実験中であるとした事業者が1事業者だけであった。

以上のアンケート結果から、各自治体とも紫外線消毒に対する期待や関心を持っている反面、塩素消毒との併用が必要であること、情報が少ないことを指摘する声が多かった。このことより、紫外線消毒に関する情報の提供を行うためにも、紫外線消毒ガイドライン作成の必要性が確認された。

3.4 EPA 紫外線消毒ガイダンスマニュアル

2003年6月に公表されたEPA 紫外線消毒ガイダンスマニュアル(ドラフト)(EPA 815-D-03-007, June 2003, “Ultraviolet Disinfection Guidance Manual” Draft) は本WGでの紫外線消毒ガイドラインの作成に参考になると考え、EPA 紫外線消毒ガイダンスマニュアルの目次、同関連用語集を翻訳した。それを基にマニュアル本文部分の翻訳を外注し、内容のチェック、用語の統一を行い、翻訳をまとめた。

3.5 紫外線消毒ガイドラインの作成

平成15年度には紫外線消毒ガイドラインの作成にあたり、使用する用語を事前に統一し、章ごとの原案執筆分担を決め、ガイドラインの執筆を開始した。平成16年度は各委員が担当ごとの原案を執筆し、WG会議を4回開催し、その内容について検討を行った。研究のレビューおよびWHOの水道ガイドラインより10mJ/cm²の紫外線照射量でクリプトスポリジウムが3 log₁₀ (99.9%) 不活化できることを基本として、紫外線消毒ガイドラインを作成した。また、紫外線消毒ガイドライン小委員会およびガイドライン等作成委員会の指摘に対し、紫外線消毒ガイドラインの原稿を訂正し、最終的な紫外線消毒ガイドラインを作成した。

本ガイドラインは、水道事業者がクリプトスポリジウム等の耐塩索性病原微生物対策の一つとして紫外線の活用をはかるため、浄水処理での塩素消毒の補完技術としての紫外線消毒についての実務上のガイドランスとなると考えられる。

IV 第4部会（機能改善・改善事例調査WG）

平成16年度 厚生労働省科学研究費補助金による

『環境影響低減化浄水技術開発研究(e-Water)』

浄水処理トータルシステムの開発研究に関する研究報告書

(第2研究グループ委員会)

第4部会 (機能改善・改造事例調査WG)

平成17年3月

財団法人 水道技術研究センター

目 次

1. はじめに	1
2. 第4部会（機能改善・改造事例調査WG）研究概要	1
2. 1 第4部会（機能改善・改造事例調査WG）研究テーマ	1
2. 2 第4部会（機能改善・改造事例調査WG）研究実施体制	1
2. 3 第4部会（機能改善・改造事例調査WG）活動内容	1
2. 4 第4部会（機能改善・改造事例調査WG）活動報告	2
3. 研究報告	4
3. 1 ACT21 第6研究グループ成果のレビュー	4
3. 1. 1 各年度報告書レビュー	4
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	15
3. 2 文献調査	15
3. 2. 1 文献検索方法	15
3. 2. 2 文献検索結果	15
3. 2. 3 文献抄録	17
3. 3 アンケート調査	25
3. 3. 1 調査目的	25
3. 3. 2 アンケート方法	25
3. 3. 3 アンケート結果	27
3. 3. 4 まとめ	34
3. 4 ヒアリング調査	35
3. 4. 1 調査目的	35
3. 4. 2 調査方法	35
3. 4. 3 調査結果	36
3. 4. 4 まとめ	37
3. 5 浄水処理施設としてのCO ₂ 削減可能性	38
3. 5. 1 水道事業における電力消費削減	38
3. 5. 2 浄水処理フローにおける電力消費削減対策	38
3. 6 技術・製品データ集	39
3. 6. 1 作成目的	39
3. 6. 2 作成方法	39
3. 6. 3 技術・製品データ集概要	39
4. おわりに	40

1. はじめに

近年では、高度成長期に多く建設された浄水場が老朽化による更新時期にかかっており、各浄水場とも更新・改良工事の必要性が増えてきている。一方、浄水施設の更新事業を取り巻く状況は、水需要動向の変化、原水水質の変化、新しい水道施設基準の制定、水道水質基準の改訂、経済情勢の変化など様々な面で大きく変化してきている。浄水施設の更新・改良事業はこれらの状況を十分考慮した上で、必要とされる処理機能を十分に満たし、かつ経済的な更新計画とすることが求められている。さらに、最近では地球温暖化問題を始めとする様々な環境問題への対応の重要性が増してきており、全国の電力の0.8%を消費している水道事業としても、環境影響負荷低減へ向けた積極的施策が求められてきている。

このような背景のもと、第4部会（機能改善・改造事例調査WG）においては、「浄水施設における機能改善や改造事例についての事例調査」をテーマとして掲げ、文献調査およびアンケート調査等を実施して、環境影響負荷低減に係わる更新、改造、改良の事例を収集するものとした。得られた事例調査結果については、今後の事業体における施設更新に参考となるように、事例の傾向分析、効果分析（特に環境影響低減面）などを行うものとした。

2. 第4部会（機能改善・改造事例調査WG）研究概要

2. 1 第4部会（機能改善・改造事例調査WG）研究テーマ

浄水施設における機能改善や改造事例についての事例調査

2. 2 第4部会（機能改善・改造事例調査WG）研究実施体制

学識経験者	京都大学大学院	津野教授
担当企業委員	ウェルシイ（無類井）、クボタ（布）、月島機械（山根）、東京設計事務所（水船）、東芝（金子）、ダイセン・メンブレン・システムズ（阿瀬）、ワセダ技研（北田） 以上7社	

2. 3 第4部会（機能改善・改造事例調査WG）活動内容

機能改善や改造を実施している事業体へのアンケート調査やヒアリング及び文献調査などにより事例調査を行い、得られた情報の整理と解析・評価を行う。

2. 4 第4部会（機能改善・改造事例調査WG）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ファイル構造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
H16.2.13	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
H16.3.17	第6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
H16.5.10	第7回WG会議	1)H15年度報告書のまとめ方について 2)ヒアリング調査に関する検討 3)LCA評価手法を用いたケーススタディについて検討
H16.6.14	第8回WG会議	1)ヒアリング調査対象事業体の選定 2)ヒアリング調査内容の検討
H16.9.22	ヒアリング調査①	阪神水道企業団尼崎浄水場調査 ・コージェネレーションシステム、ポンプ注入制御について調査
H16.9.22	第9回WG会議	1)ヒアリング調査のまとめ方の検討 2)他事業体ヒアリング調査計画

第4部会（機能改善・改造事例調査WG）

H16.10.18	ヒアリング調査②	大阪府水道部村野浄水場調査 ・コージェネレーションシステム、太陽光発電について調査
H16.10.19	ヒアリング調査③	東京都水道局金町浄水場調査 ・PFI 常用発電について調査
H16.11.30	ヒアリング調査④	神戸市水道局千苅浄水場調査 ・太陽光発電、小水力発電について調査
H16.12.2	ヒアリング調査⑤	横浜市水道局小雀浄水場調査 ・太陽光発電、省エネルギー型高揚程稼働羽根ポンプについて調査
H16.12.17	第10回WG会議	1)ヒアリング調査報告 2)技術・製品データ集作成について検討
H16.2.24	第11回WG会議	1)ヒアリング調査結果のまとめ方について検討 2)技術・製品データ集作成について検討
H16.3.16	第12回WG会議	1)平成16年度報告書作成に関する打合せ 2)技術・製品データ集作成に関する打合せ

3. 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？
- ロ) 診断の対象となる施設、工程、レベル
- ハ) ノウハウの提供は可能か？
- ニ) コンサル業務は可能か？
- ホ) メンテナンスサービス部門を持っているか？
- ヘ) 民活導入の考えは？
- コ) 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%
- ロ) 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%
- ハ) 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%
- ニ) コンサル業務は可能か？
 - ・提案可能 61%
- ホ) 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%
- ヘ) 民活導入の考えは？
 - ・積極的に取り組むべき 70%
- コ) 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。

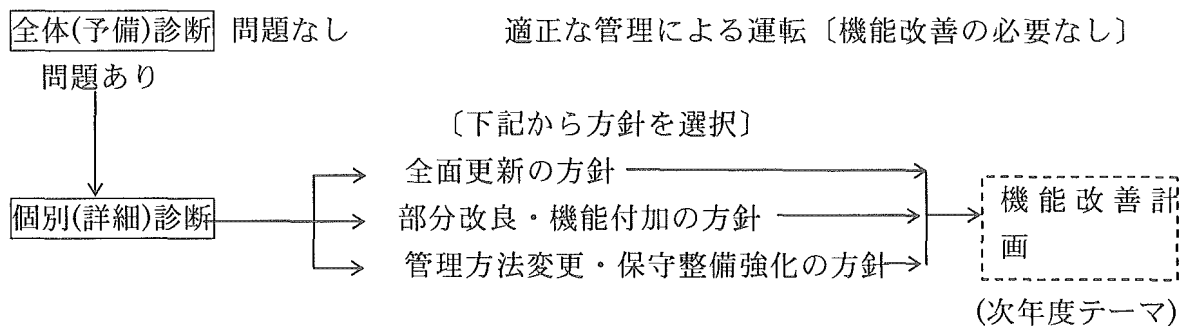


図3-1 機能診断調査及び機能改善計画の業務フロー

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。

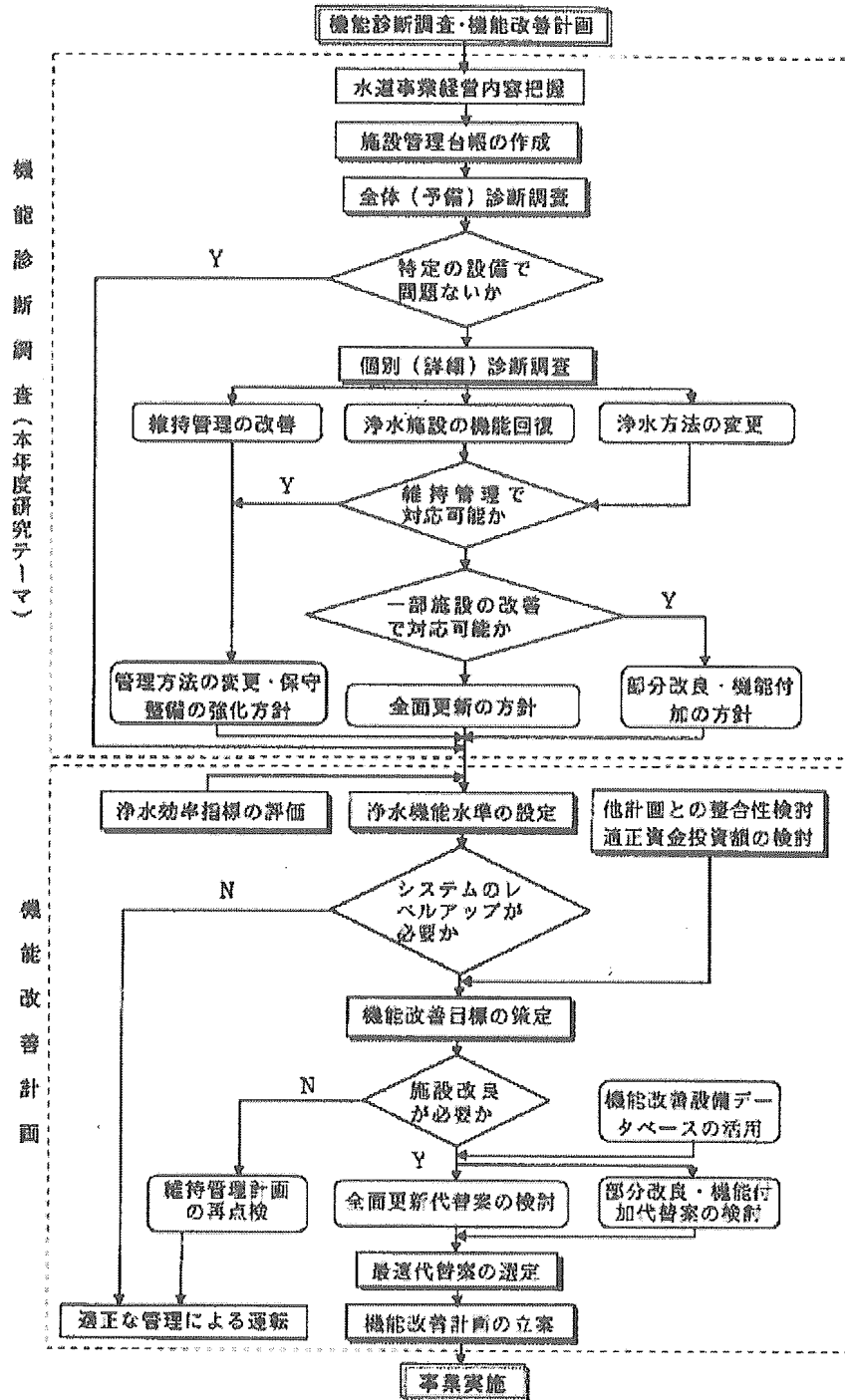


図1-4 機能診断調査・機能改善計画フロー

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。

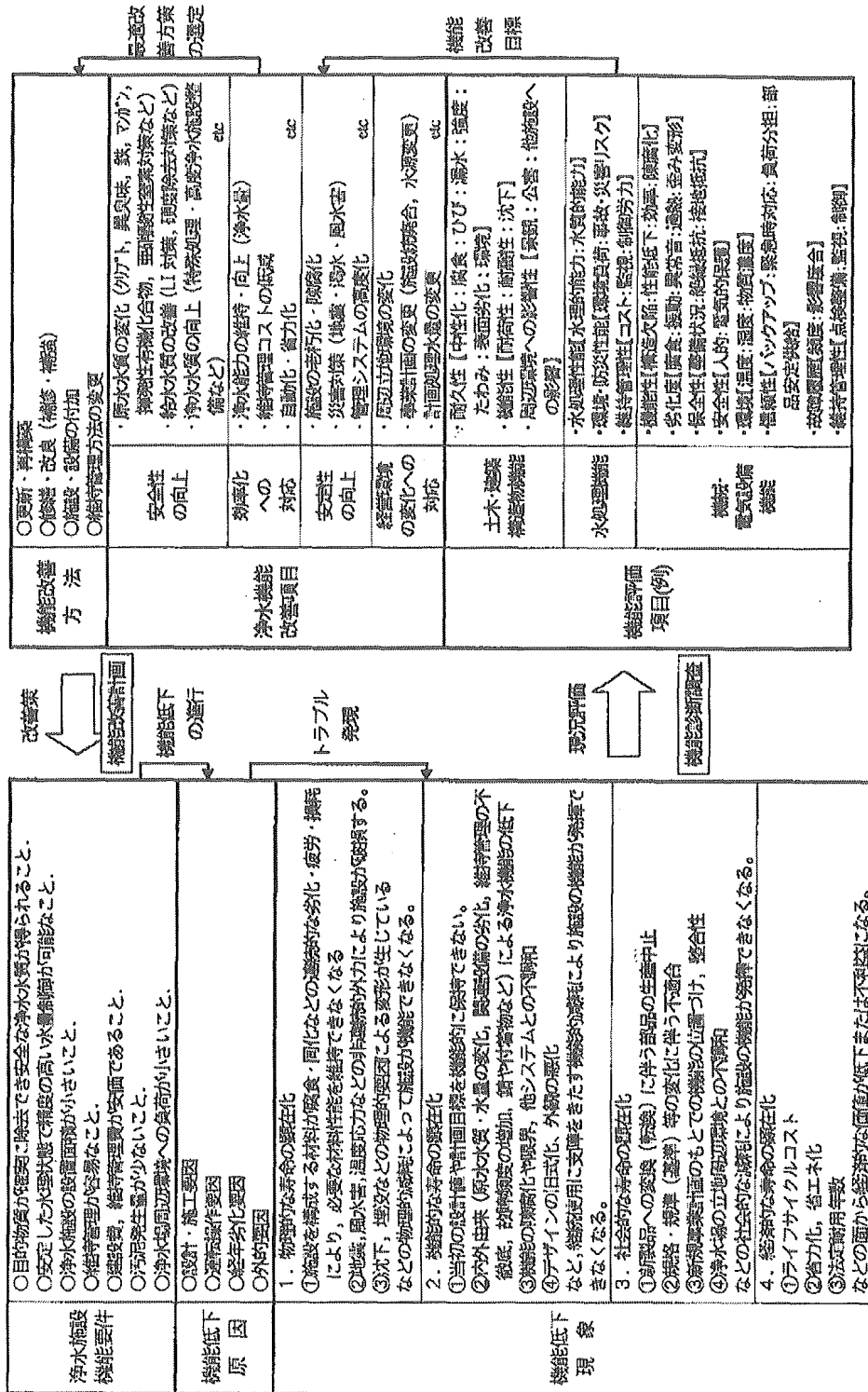


図1-3 浄水施設機能改善方法

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のが考えられる。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側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。

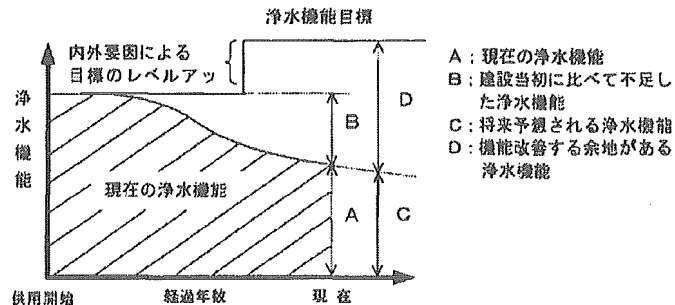


図3-4 機能改善の考え方

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りといえる。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