

## 2-2-3 膜交換直後の運転開始時における留意事項

### 1) 膜プラントメーカーにおける対応状況

#### \* 操作上の留意点

- ・ 配管内、モジュール内のエア抜きを行った後、確認のため3～8時間以上の定格流量50～60%で運転を行う。
- ・ 膜ろ過設備建設時であれば、膜ろ過流束を低下させた慣らし運転を数日行う。
- ・ 膜ろ過水を捨てながら膜ろ過水濁度を計測し、膜ろ過水濁度が0.001度未満になってから通常運用を開始する。
- ・ 膜モジュールを取付けた後、液漏れがないことをエアバブルチェックにより確認している。

#### \* 封入液の取り扱い

- ・ PVDF膜の場合、膜メーカーから出荷された新品の膜モジュールは保存液に腐食性の強い塩化カルシウム30%溶液が封入されていることから、保存液のリンスを十分に行う必要がある。
- ・ 封入液が次亜塩素酸ナトリウム溶液の場合は、配管内とモジュール内のエア抜きを行った後、30分以上、定格流量で捨水運転を行う。
- ・ 封入液が重亜硫酸ナトリウム溶液の場合は、配管内とモジュール内のエア抜きを行った後、臭いを感じなくなるまで、おおよそ3時間程度、定格流量で捨水運転を行う。

### 2) 水道事業体における対応状況

#### \* 東京都

膜ろ過水を捨てながら膜ろ過水濁度を計測し、膜ろ過水濁度が0.001度未満になってから通常運転を開始する。

#### \* 神奈川県

- ・ 実負荷運転を実施し、膜モジュールと既設接続部から液漏れがないこと、また、交換後の膜間差圧、膜ろ過水濁度等に問題がないことを確認する。
- ・ 配管と膜モジュール内のエア抜きを行う。
- ・ 膜ろ過水を排水しながら、保存溶液の残留がないように十分リンスする。

## 2-3 薬品洗浄

### 2-3-1 処理規模（浄水量範囲）に応じた薬品洗浄方法について

<膜プラントメーカーにおける対応状況>

\* 有機膜ケーシング方式

- ・特に、水量でオンサイト洗浄、オフサイト洗浄を決定していない。水量が 5,000 m<sup>3</sup>/日以下でも、地域性（離島等）を考慮してオンサイト洗浄を採用することもある。
- ・薬品洗浄方法を目安として、『浄水量 ≤ 5000 m<sup>3</sup>/日』の場合はオフサイトオフライン洗浄、『5000 m<sup>3</sup>/日 < 浄水量』の場合は、オンサイトオンライン洗浄と考えている。但し、各施設の条件により変わる場合がある。
- ・処理規模ではなく、膜モジュール本数を目安とするが、最終的な決定は客先と協議の上、決定する。
- ・ユニット数や現地条件により判断しているが、オンサイト洗浄は 5000 m<sup>3</sup>/日程度を目安としている。
- ・有機膜ケーシング方式にはオンサイトオフライン洗浄とオフサイトオフライン洗浄とがある。

\* 有機膜槽浸漬方式-----オンサイトオンライン洗浄

\* 無機膜ケーシング方式-----オンサイトオンライン洗浄

\* 無機膜槽浸漬方式-----オンサイトオンライン洗浄

## 2-3-2 薬品洗浄をオンサイトオンラインで行う場合の留意点

<膜プラントメーカーにおける対応状況>

- \* 膜モジュールからの薬液の浄水系への漏洩防止策
  - ・ 膜モジュールへの原水供給及び膜ろ過水ラインに手動バルブを2つ設置して、薬液の漏洩を防止する。
  - ・ 原水流入、ろ過水流出、逆洗水流入、流出側に薬液ラインとの隔離用手動弁を設け、薬品洗浄時に確実に閉となっていることを確認する。
  - ・ 薬品洗浄・リンス後、膜ろ過ユニット内に薬品が残留していないことを確認する。
  - ・ 薬品洗浄時に関わらないバルブが設定された状態になっていることを薬品洗浄工程移行へのインターロックとする。
  - ・ 薬品洗浄配管の切り離しを行う。
- \* 薬品洗浄ユニット関連
  - ・ 薬液投入の際の安全対策を行う。
  - ・ 薬液タンクは、次亜塩素酸ナトリウムと塩酸やクエン酸等の酸の薬液が混合しないように防液堤を設ける。
  - ・ 次亜タンクは、屋外への排気を行う。
  - ・ 配管内の液溜まりが最小限となるようにする。
  - ・ 薬品洗浄の回復状況の確認ができるようにする。
- \* 薬品の取り扱い
  - ・ 膜の耐薬品性を考慮した薬品濃度の調整を行う。
  - ・ 安全性を考慮した廃液処分方法とする。
  - ・ 薬品の取扱いに注意する。

## 2-4 膜の保管方法

＜膜プラントメーカーにおける対応状況＞

- \* 原則として、浄水場では膜の保管はしない。予備膜は協力工場で薬液槽浸漬することにし、出荷前に水洗する。
- \* 膜モジュールには保存液が充填されており、保存液の入替・処分・リンスを行う必要があるため、原則として現地では膜モジュールを保管せず、当社に予備膜モジュールを保管して、薬品洗浄時には予備膜モジュールを迅速に出荷できる体制を整えている。
- \* 湿潤状態を保ち、高温・凍結に留意する。
- \* CA 膜は 1 %重亜硫酸ナトリウム溶液をモジュール内に封入して、凍結しない室温で保管する。なお、1 年～1.5 年に一度、封入液の入れ替えを行う。
- \* PVDF 膜は次亜塩素酸ナトリウム溶液を封入することにより無菌状態として保管する。封入期間は原則 1 年とする。
- \* PTFE 膜は凍結しない室温において中空糸膜が損傷を受けないように養生し、乾燥状態で保管する。
- \* 無機膜は乾燥状態で保管する。

## 2-5 寒冷地での凍結対策

＜膜プラントメーカーにおける対応状況＞

- \* 屋内設置が基本であり、ヒーター等により室内温度を下げないように配慮する。
- \* 膜ろ過装置停止中に、膜ろ過装置内温度が 2℃以下になった場合、強制ろ過を開始する。
- \* 原則として室内暖房設備により、凍結対策を行う。膜ろ過装置休止中に室内温度が所定の温度以下となった場合、所定の時間毎に物理洗浄を実施する。
- \* 設定水温以下になった場合や長時間停止する場合には強制運転を行う。

## 2-6 結露対策

＜膜プラントメーカーにおける対応状況＞

- \* 膜ろ過室（棟）の換気を行う。
- \* ユニットの基礎廻りに結露水を排水可能な排水溝を設ける。必要に応じてユニット基礎内にも排水溝を設ける。
- \* 連絡配管は必要箇所には防露工を施すが、原則として室内除湿器により、結露対策を行う。
- \* 建屋内空調による湿度調整を行う。
- \* 機器類基礎上および基礎廻りに水切り勾配を設ける。
- \* 管理動線上の配管には防露処理を行う。
- \* ユニット廻りには、結露水の排水溝を設ける。

## 2-7 落雷による施設の停電及び通信設備の故障対策

＜膜プラントメーカーにおける対応状況＞

- \* 建屋には避雷針を設置し、膜ろ過設備については電源側アレスタ、接地用アレスタを設置する。
- \* 必要に応じて計測器電源ケーブルの両端、信号ケーブルの両端にアレスタを設置する。
- \* 通信回線は、専用回線で信号取り合いを行う場合には電話回線用アレスタを設置する。
- \* 瞬時停電に対する自動復帰のため、無停電電源装置（UPS）や自家発電機を設ける。
- \* 一時側電源よりサージが進入した際のトランス二次側の機器保護として耐雷トランスを設置する。

1. 5 膜ろ過浄水施設維持管理

高度化マニュアル(案)

## 序文

当センターの調査によると、我が国における膜ろ過浄水施設(MF/UF 膜)の導入実績は、平成 21 年度末で 709 施設、総施設能力 122 万 1 千  $\text{m}^3/\text{日}$  に達している。このように開発当初から急速に導入が進んでいる膜ろ過浄水施設の維持管理に資するべく、当センターでは平成 6 年に「膜利用型浄水システム開発研究(MAC21)」に並行して、「小規模水道における膜ろ過施設維持管理マニュアル」を作成した。その後、導入が進む中で、施設の大型化、多様な原水水質への適用によって維持管理が複雑化するとともに、導入当初から 10 年に及ぶ技術的知見が蓄積されたことから、平成 17 年に改訂版となる「膜ろ過浄水施設維持管理マニュアル」を作成したが、すでに 5 年以上が経過しており、改訂を要するところである。しかし、改訂に際しては、維持管理の現状把握と課題抽出をするとともに、実務に役立つ数値的な情報や事例の付加が必要と判断し、改訂の準備段階のステップとして、それらの情報を本書「膜ろ過浄水施設維持管理高度化マニュアル(案)」にとりまとめることとした。

本書は、「膜ろ過浄水施設維持管理マニュアル」の追補版(MF 膜又は UF 膜を用いる膜ろ過浄水施設を対象)として位置づけられ、平成 20 年度から平成 22 年度の 3 か年に渡る「厚生労働科学研究費補助金(健康安全・危機管理対策総合研究事業)「健康リスク低減のための新たな浄水プロセス及び管路更新手法の開発に関する研究(浄水部門)」によって得られた以下の研究成果をとりまとめたものである。

- ・膜ろ過浄水施設を保有する水道事業者及び膜ろ過装置関連企業への維持管理実態調査
- ・膜の損傷と性能及び薬品洗浄による膜の劣化に関する研究(実験的研究)
- ・膜損傷検出技術に関する国内の文献調査及び海外の指針(米国環境保護庁「膜ろ過ガイドンスマニュアル」)の内容調査

我が国では、引き続き膜ろ過浄水施設の導入が伸張するとともに、施設の大規模化が進み、維持管理では既存施設での膜交換や民間が実施する事業形態が増加するものと考えられる。このような状況の中、本書が維持管理の向上に資する資料として活用され、「膜ろ過浄水施設維持管理マニュアル」の改訂に向けた検討の礎になることを大いに期待する。

本書の作成に御協力いただいた「Aqual10」プロジェクトのメンバーである水道事業者、学識者、企業の方々、ならびに関係者の方々に感謝を申し上げたい。

平成 23 年 3 月

財団法人 水道技術研究センター  
理事長 藤原 正弘

## 一 目 次

はじめに	1
1. 膜ろ過浄水施設の現況	3
1. 1 国内の導入状況	3
1. 2 維持管理の現況	5
2. 膜損傷検出	13
2. 1 膜損傷検出の実施状況	13
2. 2 膜損傷の程度と検出に関する実験	19
2. 3 膜損傷検出に関する海外の指針	24
3. 薬品洗浄	29
3. 1 薬品洗浄の実施状況	29
3. 2 薬品洗浄と膜劣化に関する実験	32
4. 膜交換	35
4. 1 膜交換の実施状況	35
4. 2 膜保管の実施状況	38
5. 周囲環境への対策	39
5. 1 結露対策の実施状況	39
5. 2 凍結対策の実施状況	40



## はじめに

### <略語について>

本書に用いた略語の一覧を下表に示す。

略語一覧表

略語	欧文	和文
ASTM	American Society for Testing and Materials	米国材料試験協会
AWWA	American Water Works Association	米国水道協会
CA	Cellulose diacetate	酢酸セルロース
ISO	International Organization for Standardization	国際標準化機構
LRV	Logarithm Removal Value	対数除去率
LT2ESWTR	Long Term 2 Enhanced Surface Water Treatment Rule	(米国の) 長期第2次地表水処理強化規則
MF	Micro filtration	精密ろ過
PAN	Polyacrylonitrile	ポリアクリロニトリル
PES	Polyether sulfone	ポリエーテルスルフォン
PP	Polypropylene	ポリプロピレン
PTFE	Polytetrafluoroethylene	ポリテトラフルオロエチレン
PVDF	Polyvinylidene fluoride	ポリフッ化ビニリデン
UF	Ultra filtration	限外ろ過
USEPA	United States Environmental Protection Agency	米国環境保護庁

### <維持管理実態調査について>

本書に用いた維持管理の実態調査結果は、以下に示す2つの調査によるものであり、これらの結果は内容に応じて本書の各章にそれぞれ記載した。また、記載した結果がどの調査によるものかが分かるように、調査名を文中に表記した。

#### アンケート調査

厚生労働科学研究費補助金(健康安全・危機管理対策総合研究事業)「健康リスク低減のための新たな浄水プロセス及び管路更新手法の開発に関する研究(浄水部門)」において、平成20年度に実施したものである。

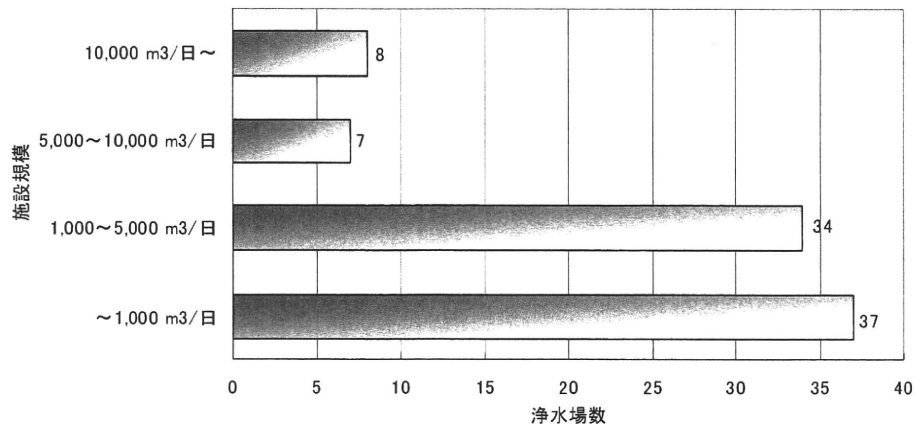
調査目的：維持管理の状況把握

調査内容：維持管理費、膜損傷検知、薬品洗浄、膜交換等の状況、要望事項等

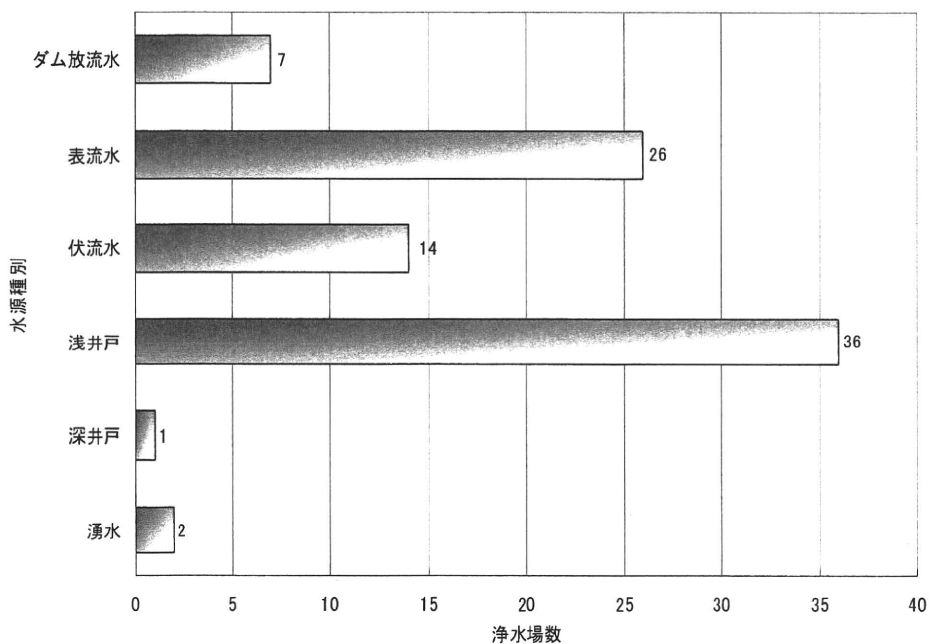
調査方法：施設能力500 m<sup>3</sup>/日以上膜ろ過浄水施設を対象とし、施設を管轄する水道事業者(160事業者)へのアンケートによる

回収数：48事業者(86施設)

回答が得られた水道事業者の施設の規模(計画浄水量)分布及び水源別分布を次表に示す。



回答が得られた施設の規模(計画浄水量)分布



回答が得られた施設の水源地別分布

## ヒアリング調査

厚生労働科学研究費補助金(健康安全・危機管理対策総合研究事業)「健康リスク低減のための新たな浄水プロセス及び管路更新手法の開発に関する研究(浄水部門)」において、平成20年度から平成22年度に実施したものである。

調査目的：平成20年度に実施したアンケート調査結果に基づく、維持管理状況の詳細把握

調査内容：膜損傷検知、薬品洗浄、膜交換等の実施状況、維持管理上の課題等

調査方法：膜ろ過浄水施設を保有する水道事業者(8事業者)及び膜ろ過装置関連企業(7社)へのヒアリングによる

なお、膜ろ過浄水施設の維持管理に関する調査結果は、「厚生労働省の厚生労働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)」における、「大規模膜ろ過施設導入技術資料」(平成17年8月発行)にも記載されている。

# 1. 膜ろ過浄水施設の現況

## 1. 1 国内の導入状況

当センターの調査による、膜ろ過浄水施設の導入実績を図1-1、導入の年次変動を図1-2に示す(MF膜またはUF膜を用いた施設を対象とし、各年度末の時点で建設中または建設予定の施設を含む)。ここ数年は、年次変動に上下が見られるものの、導入実績は平成21年度で709施設、総施設能力1,221千 $m^3$ /日に達している。また、施設数の増加に対する施設能力の増加の割合が徐々に大きくなっていることから、施設の大規模化が進んでいると考えられる。

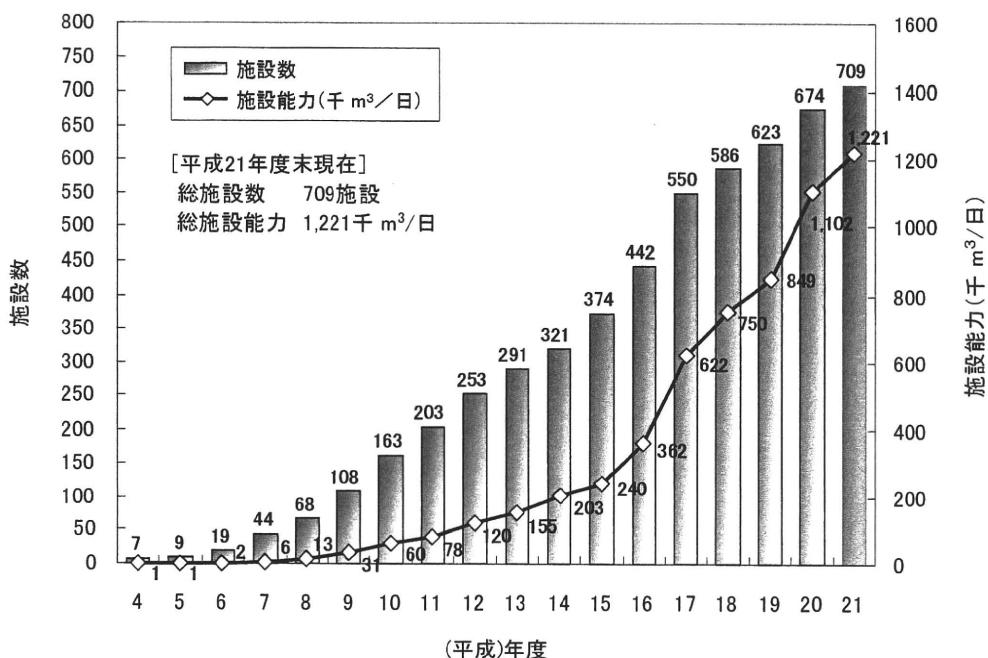


図1-1 膜ろ過浄水施設の導入実績

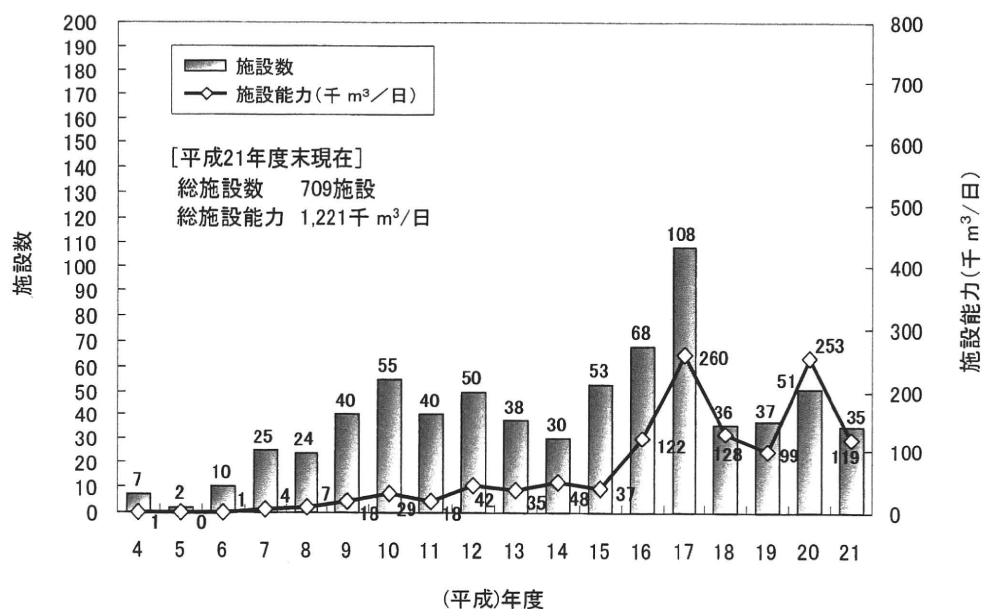


図1-2 膜ろ過浄水施設導入の年次変動

表1-1～1-3は平成21年度の導入実績を施設規模別、水源別、都道府県別にまとめたものである。

表1-1 施設規模別導入実績

施設規模	施設数	施設能力(m <sup>3</sup> /日)
10,000 m <sup>3</sup> /日以上	19	700,929
5,000 ~ 10,000 m <sup>3</sup> /日以上	19	128,278
2,500 ~ 5,000 m <sup>3</sup> /日以上	36	118,617
1,000 ~ 2,500 m <sup>3</sup> /日以上	86	130,328
500 ~ 1,000 m <sup>3</sup> /日以上	108	73,968
250 ~ 500 m <sup>3</sup> /日以上	113	39,853
100 ~ 250 m <sup>3</sup> /日以上	130	20,250
50 ~ 100 m <sup>3</sup> /日以上	91	6,389
50 m <sup>3</sup> /日未満	107	2,830
合計	709	1,221,442

表1-2 水源別導入実績

水源	施設数	施設能力(m <sup>3</sup> /日)
表流水	383	526,635
湖沼・貯水池	29	33,023
伏流水	92	310,347
地下水	170	335,160
湧水	35	16,277
合計	709	1,221,442

表1-3 都道府県別導入実績

県名	施設数	施設能力(m <sup>3</sup> /日)	県名	施設数	施設能力(m <sup>3</sup> /日)
北海道	40	46,206	滋賀県	10	11,508
青森県	4	599	京都府	25	15,659
岩手県	26	7,267	大阪府	4	21,200
宮城県	14	4,267	兵庫県	67	134,271
秋田県	23	9,136	奈良県	15	2,322
山形県	13	5,388	和歌山県	26	27,085
福島県	14	3,069	鳥取県	7	81,872
栃木県	8	11,400	島根県	34	24,085
群馬県	6	4,935	岡山県	9	3,603
埼玉県	3	9,188	広島県	13	19,561
千葉県	2	246	山口県	6	4,214
東京都	13	128,347	徳島県	4	1,361
神奈川県	14	187,480	香川県	1	100
新潟県	29	10,596	愛媛県	33	140,945
富山県	2	59	高知県	4	3,576
石川県	5	2,764	福岡県	4	30,171
福井県	27	102,467	佐賀県	3	13,100
山梨県	24	6,298	長崎県	10	11,184
長野県	35	10,224	熊本県	11	4,205
岐阜県	47	35,907	大分県	17	29,508
静岡県	5	10,264	宮崎県	6	7,480
愛知県	18	19,301	鹿児島県	5	641
三重県	21	17,673	沖縄県	2	710
小計	393	633,081	小計	316	588,361
			合計	709	1,221,442

## 1. 2 維持管理の現況

### 1) 維持管理費

アンケート調査から得られた維持管理費の状況を以下に示す。

#### (1) 動力費

施設の1日平均浄水量と動力費(円/m<sup>3</sup>)の関係を図1-3に示す。膜ろ過以外の設備も含む動力費をプロットしたものであるが、小規模施設では値が大きくばらつく傾向が見られる。

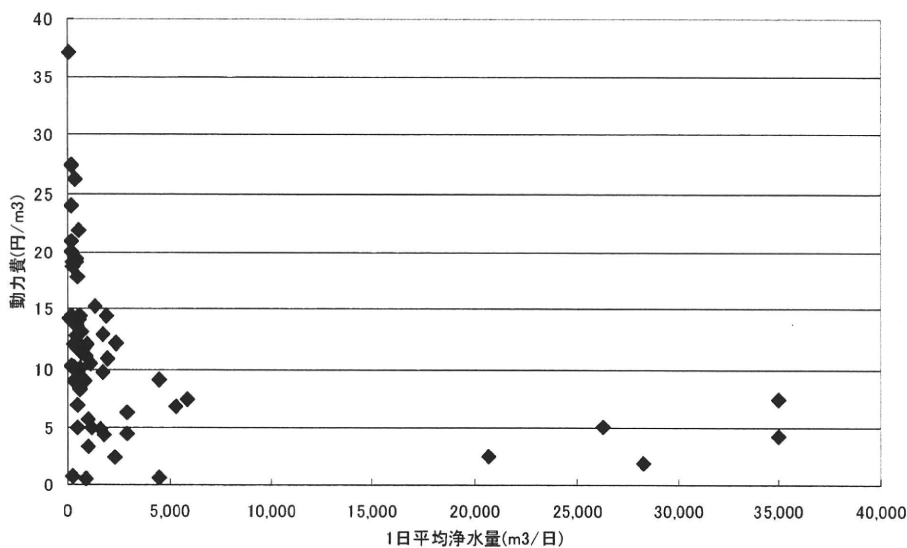


図1-3 1日平均浄水量と動力費の関係(回答数 62 件)

#### (2) 薬品費

施設の1日平均浄水量と薬品費(円/m<sup>3</sup>)の関係を図1-4に示す。原水水質に関係なく薬品費をプロットしたものであるが、小規模施設では値が大きくばらつく一方、1万 m<sup>3</sup>/日以上施設では、ほぼ一定した低い値となる傾向が見られる。

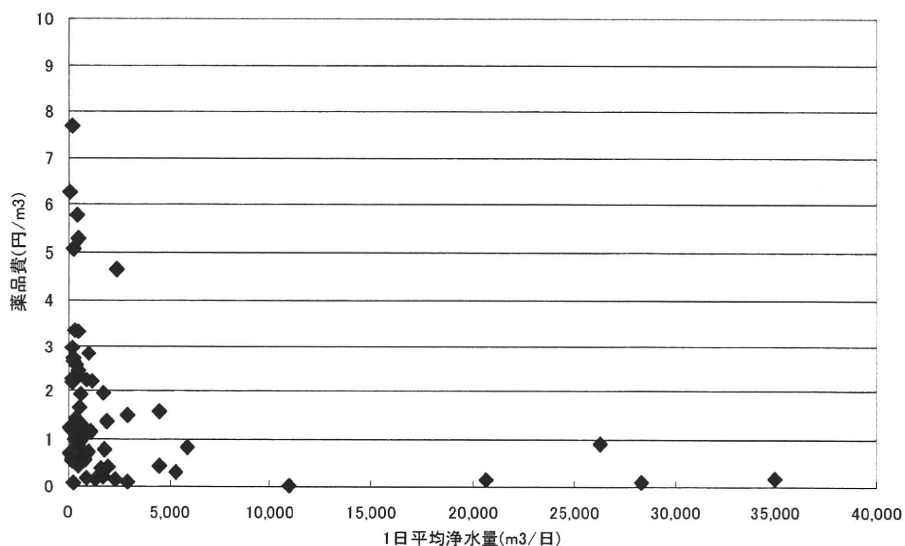


図1-4 1日平均浄水量と薬品費の関係(回答数 64 件)

### (3) 薬品洗浄費

施設の計画浄水量と1回当たりの薬品洗浄費(円/m<sup>3</sup>)の関係を図1-5に示す。小規模施設では値が大きくばらつく一方、規模が大きくなるにしたがい、値が低く抑えられる傾向が見られる。数万m<sup>3</sup>/日規模の施設において値が顕著に低いのは、オンサイトオンライン洗浄の採用による結果と考えられる。

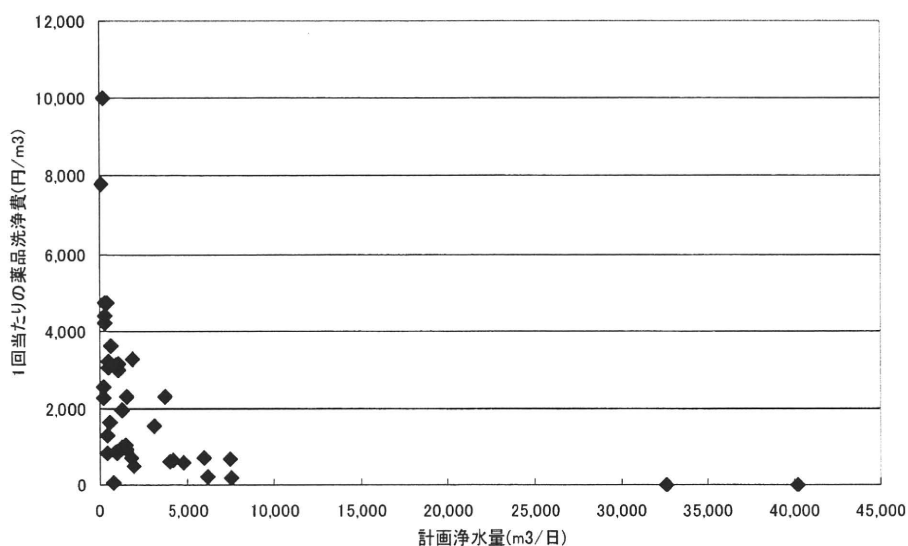


図1-5 計画浄水量と薬品洗浄費の関係(回答数 40 件)

### (4) 膜交換費

施設の計画浄水量と1回当たりの膜交換費(円/m<sup>3</sup>)の関係を図1-6に示す。膜交換費には膜モジュールの価格が大きく影響すると考えられる。回答数が少なく、8,000m<sup>3</sup>/日以下の施設から得られた回答であるが、規模が大きくなるにしたがい、値が低く抑えられる傾向が見られる。

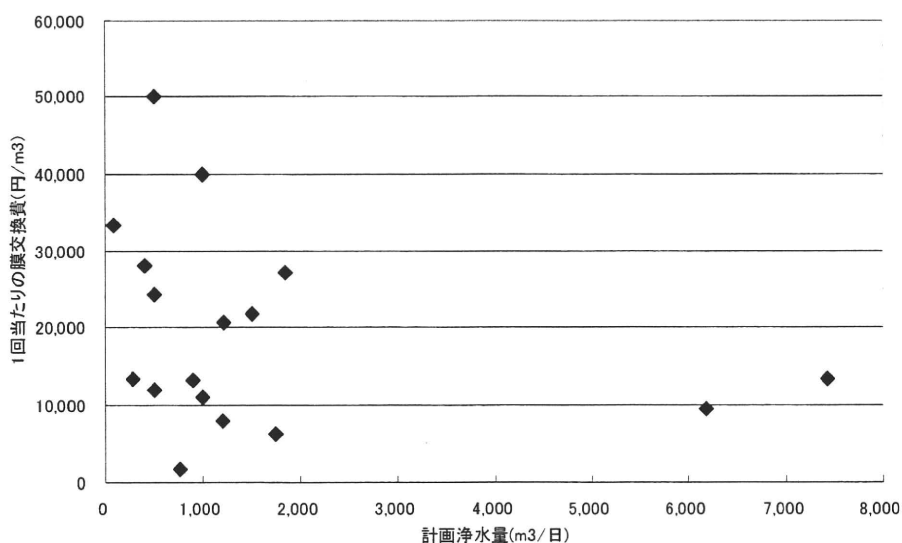


図1-6 計画浄水量と膜交換費の関係(回答数 17 件)

## 2) 維持管理体制の状況

アンケート調査から得られた施設の維持管理体制を図1-7～1-10に示す。これらは施設の運用に従事する水道事業体職員又は維持管理業務の委託を受けた業者が、施設又は維持管理拠点へ常駐する人数を示したものである。平日昼間では1～2人の体制が回答数の約50%であり、1万m<sup>3</sup>/日以上 of 施設では10人以上が40%以上である。また、休日昼間では回答数の40%以上、平日夜間及び休日夜間では50%以上が施設または維持管理拠点への常駐なしとなっている。

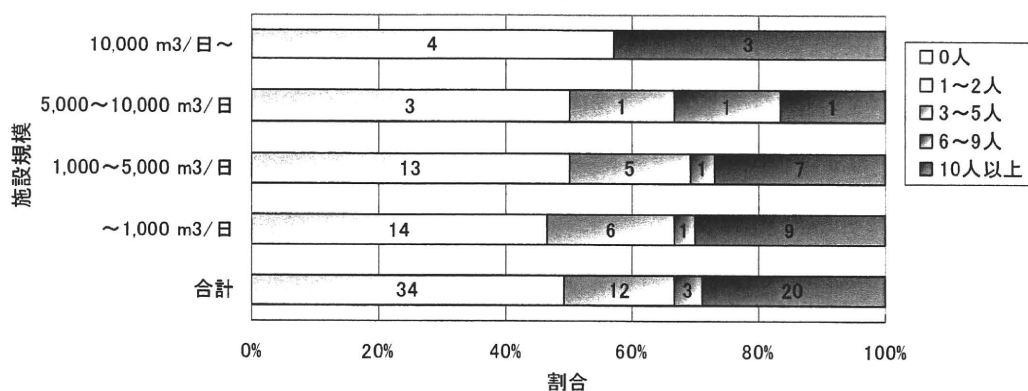


図1-7 平日昼間の維持管理体制(回答数 69 件)

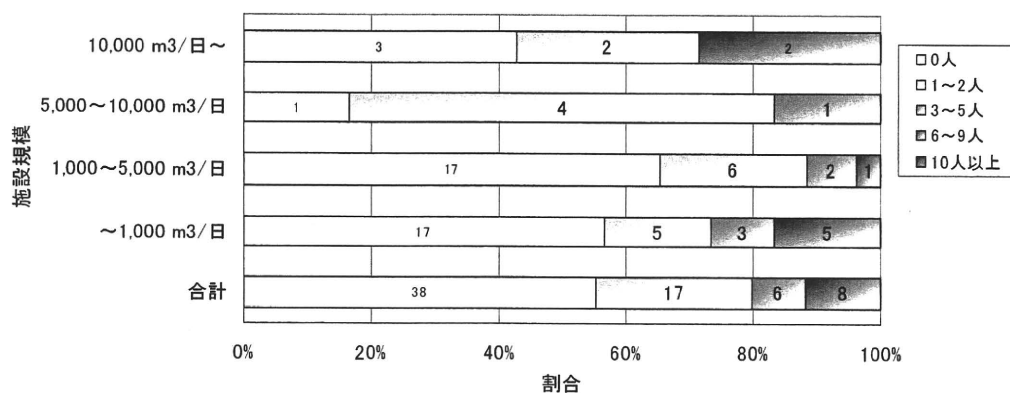


図1-8 平日夜間の維持管理体制(回答数 69 件)

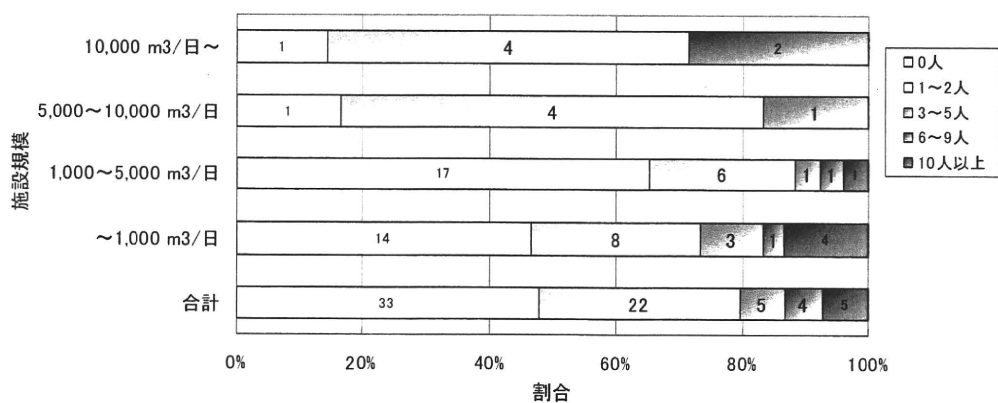


図1-9 休日昼間の維持管理体制(回答数 69 件)

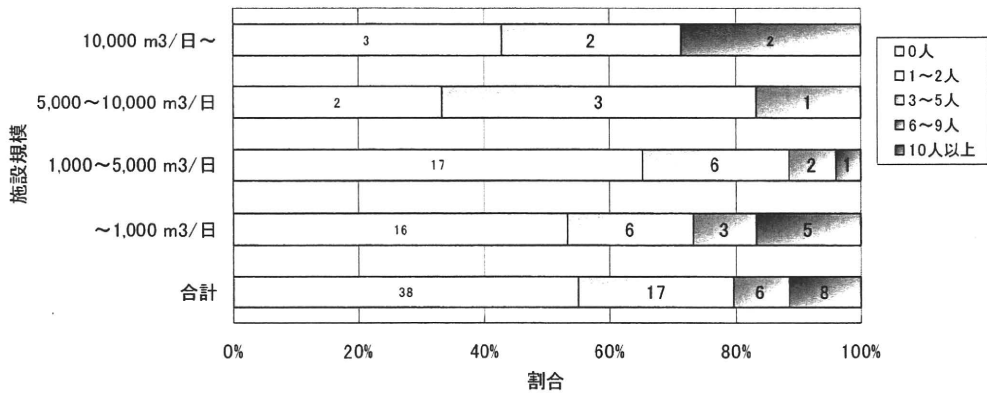


図1-10 休日夜間の維持管理体制(回答数 69 件)

### 3) 維持管理業務委託の状況

アンケート調査から得られた維持管理業務の委託状況を以下に示す。

#### (1) 委託の有無

施設規模と業務委託の有無の関係を図1-11に示す。ただし、薬品洗浄及び膜交換については、すべて委託されるものと判断し、除外した。回答数の40%以上が薬品洗浄及び膜交換を除く何らかの維持管理業務が委託されており、10,000 m<sup>3</sup>/日以上施設では、その割合が80%以上である。

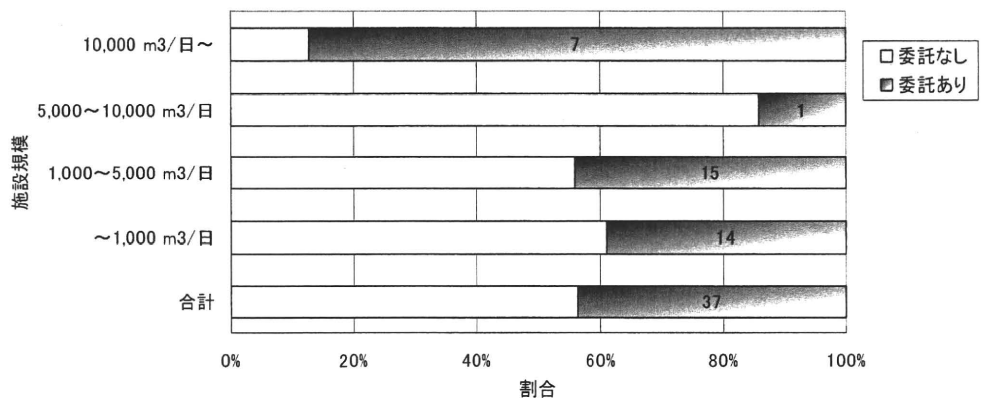


図1-11 施設規模と業務委託の有無(回答数 85 件)

#### (2) 委託内容

施設規模と業務委託内容の関係を図1-12に示す。なお、図中の「保守点検」、「監視」、「運転」とは以下の業務を示す。

保守点検：施設の巡回点検、設備の定期保守点検、薬品補給等

監視：施設運転状況の監視(通信を利用した遠方監視を含む)

運転：施設の運転操作

回答数の50%以上が保守点検のほか監視や運転操作を委託しており、10,000 m<sup>3</sup>/日以上施設では、その割合が100%である。



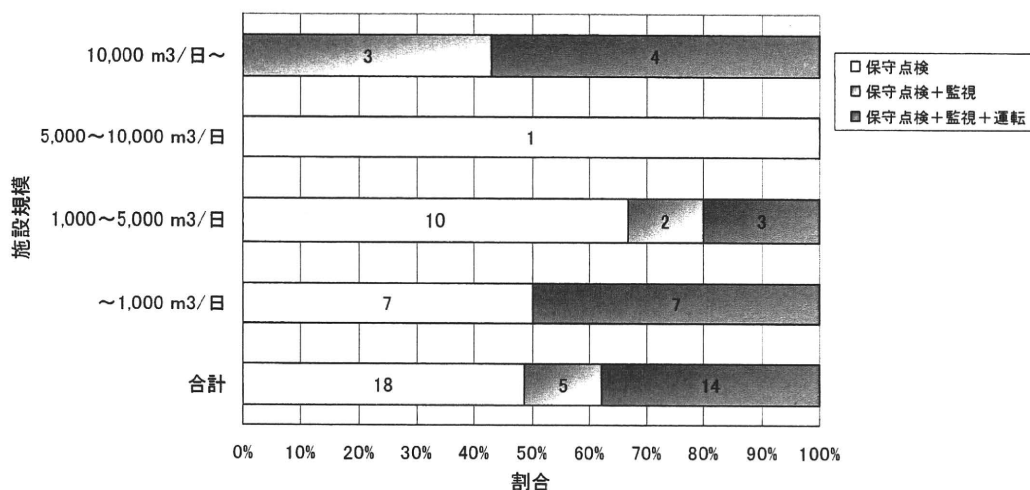


図 1-12 施設規模と業務委託内容(回答数 37 件)

#### 4) トラブルの発生状況

アンケート調査から得られたトラブルの発生状況を表 1-4 に示す。回答数のうち、補機類に関するトラブルが最も多い。膜差圧上昇による設備停止は 3 件の回答があり、うち 2 件は原水濁度の上昇によるものであった。そのほか、表以外では、結露や初期の調整不良等に関する数件の回答があった。

表 1-4 トラブルの発生状況(20 施設における回答)

トラブルの種類	回答数	備考
補機類の故障	14	ポンプ、インバーター、バルブ、コンプレッサーの故障
センサー類の故障	5	インバーター
薬注設備の故障	5	
膜差圧上昇による設備停止	3	
落雷による設備の故障	3	落雷による商用電源の停電は除く
膜損傷検出の誤発報	2	

#### 5) 維持管理マニュアルの作成状況

アンケート調査から得られた水道事業者による維持管理マニュアルの作成状況を以下に示す。

##### (1) 維持管理マニュアルの有無

維持管理用として、独自のマニュアルを作成しているかどうかの状況を図 1-13 に示す。回答数の 78% が独自の維持管理マニュアルを作成している。

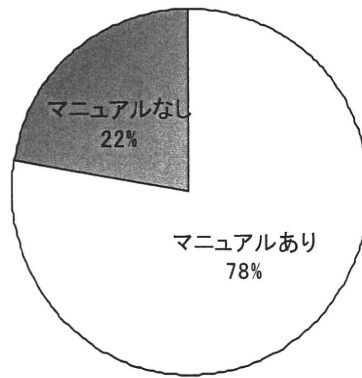


図 1-13 維持管理マニュアルの有無(回答数 86 件)

## (2) 維持管理マニュアルの作成主体

図 1-13 で「マニュアルあり」の回答のうち、誰が主体に作成したかの割合を図 1-14 に示す。回答数の 62% が納入業者、21% が維持管理業務の委託を受けた業者を主体として作成しており、水道事業体が主体のケースは 7% である。

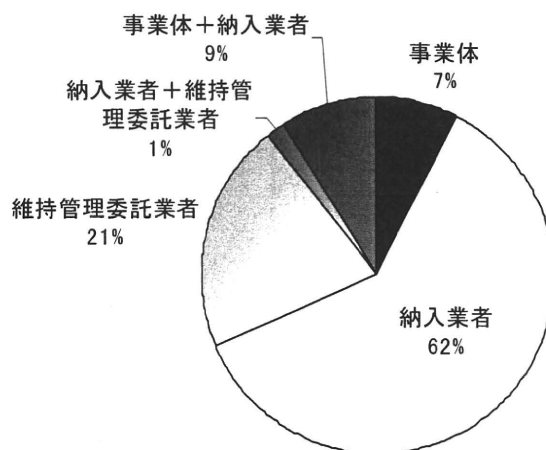


図 1-14 維持管理マニュアルの作成主体(回答数 67 件)

## 6) 維持管理に関する要望

アンケート調査から得られた水道事業体が要望する維持管理の技術的な事項について以下に示す。アンケートは、あらかじめ列挙した項目の中から強く要望するものを選び(複数選択可)、その理由を回答する形式で実施した。

### (1) 運転管理

図 1-15 に示すとおり、「トラブル復旧が容易性なこと」が最も多く、理由として汎用製品でない交換部品の入手に時間が掛かることが複数挙げられていた。次いで「膜損傷の確実な検出」が多く、理由として、間接法による確実な膜損傷検出技術の確立が複数挙げられていた。

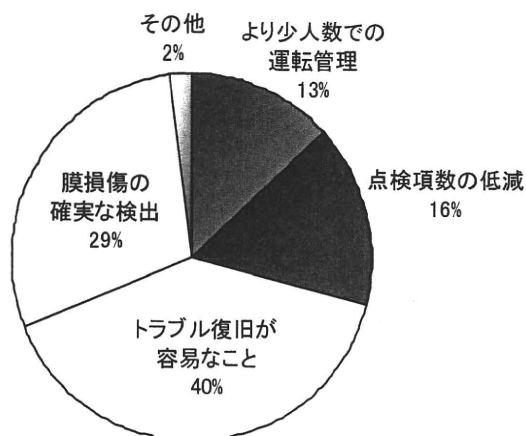


図1-15 運転管理に関する要望(回答数 62 件)

### (2) 薬品洗浄

図1-16に示すとおり、「簡便性」が最も多く、理由として作業効率向上によるコスト低減、作業期間短縮による浄水処理への影響低減、(自前で実施できないため)委託せざるを得ない、が挙げられていた。次いで「汎用性」が多く、理由として洗浄を委託できる業者数の増加が挙げられていた。

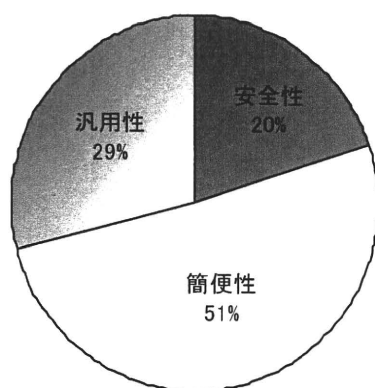


図1-16 薬品洗浄に関する要望(回答数 41 件)

### (3) 膜交換

図1-17に示すとおり、「リサイクル性」、「簡便性」、「汎用性」の割合が大きく、「リサイクル性」を選んだ理由として膜モジュールのリサイクルによる環境負荷低減への期待が複数挙げられていた。「簡便性」では、理由として作業効率向上によるコスト低減、作業期間短縮による浄水処理への影響低減、が挙げられていた。「汎用性」では、(交換する)膜モジュールの選択肢の拡大が挙げられていた。

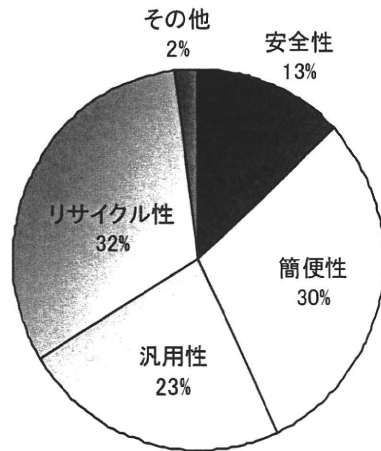


図1-17 膜交換に関する要望(回答数 53 件)

#### (4) コスト低減

図1-18に示すとおり、費用に関して要望の強い項目を選ぶ調査であるが、「建設費」を除くランニングコストに関する項目が全体の74%を占めている。これは、アンケートの対象とする施設がすでに稼動しており、回答への関心が、「建設費」以外のランニングコストに傾倒しているためと考えられる。ランニングコストに分類される項目として、「膜交換費」、「動力費」、「薬品洗浄費」がほぼ同じ割合で大半を占めている。

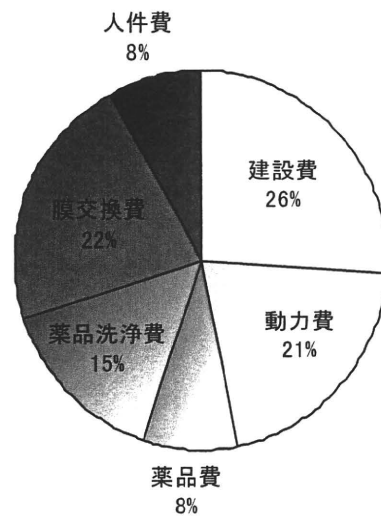


図1-18 コスト低減に関する要望(回答数 115 件)