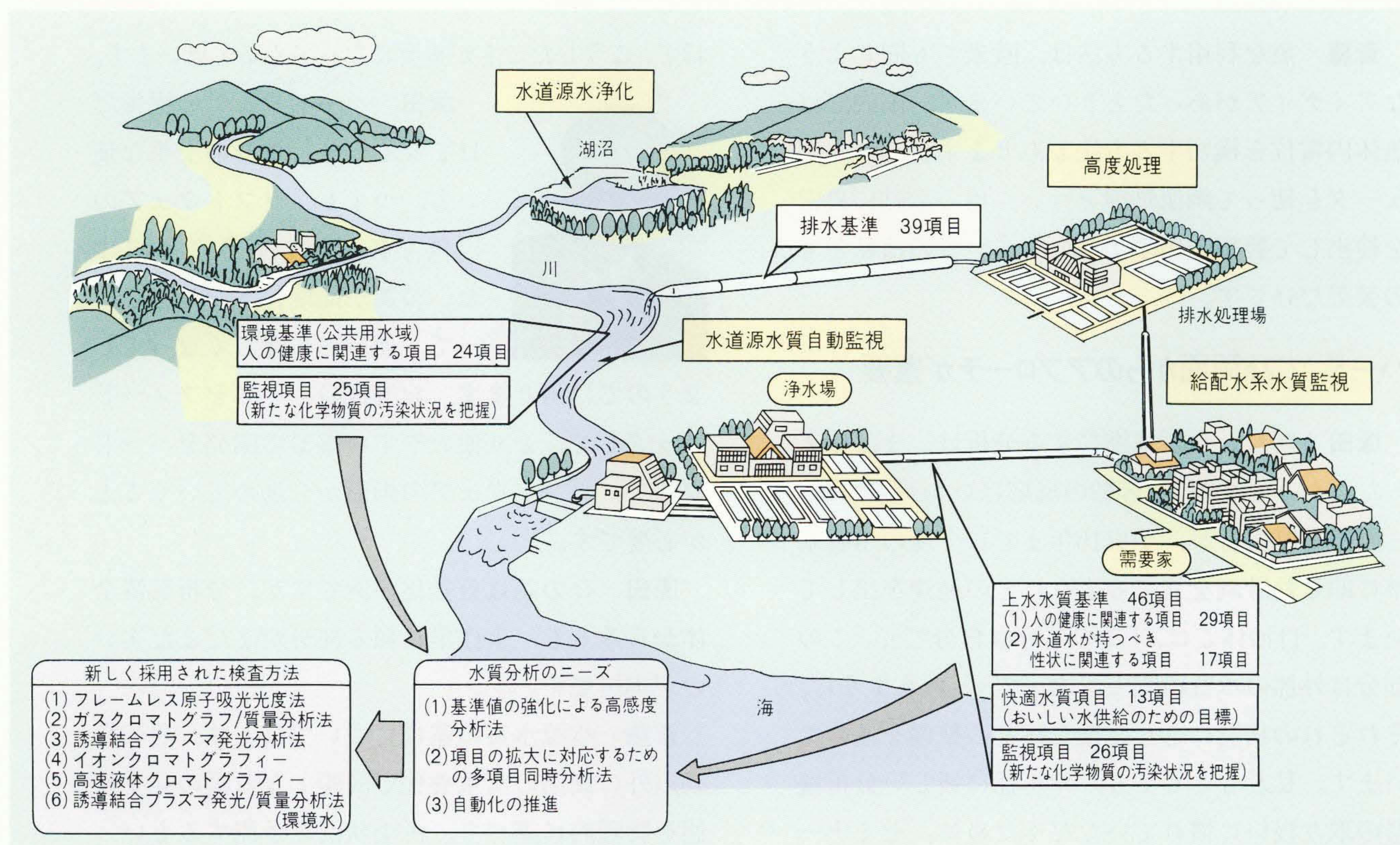


新水質基準と計測技術

New Water Regulation and the State of the Art of Analysis Technology

塚田勝男* Katsuo Tsukada

柏木雅彦** Masahiko Kashiwagi



新水質基準と計測機器 上水の水質基準、公共用水域の環境基準の大幅な改正により、ガスクロマトグラフ/質量分析計のような多項目同時分析やフレームレス原子吸光光度計のような高感度分析などの新しい検査方法が採用された。基準を守るため水道源水の浄化、水質自動監視の強化も図られている。

産業活動の活発化や生活様式の変化に伴い、各種の微量化学物質が水道水源から検出されるようになってきている。水道水質のいっそうの安全性とおいしさなど質的向上を図る観点から、平成5年12月に水道法に基づく新しい水質基準が施行され、基準が大幅に拡充強化された。これに関連し、公共用水域での水質汚濁にかかわる人々の健康保護に関する環境基準、排水基準も平成6年4月、同年2月からそれぞれ施行された。この改正の主な点は、鉛やヒ素など有害物質の基準が強化されたこと、トリクロロエチレンなどのハイテクノロジーによって生じる汚

染物質が基準項目に大幅に追加されたことである。

水質基準の大幅な強化拡充に伴い、水質検査に新しい分析機器がいくつか採用された。すなわち項目数の増大に対しては、多項目同時分析が可能なガスクロマトグラフ/質量分析計やイオンクロマトグラフの採用、鉛など重金属の基準強化に対しては、より高感度分析が可能なフレームレス原子吸光光度計などの採用である。今後、試料前処理の容易化と、よりいっそうの分析自動化の推進が必要となってきている。また、基準を守るために水道原水の浄化、水質自動監視の強化も図られている。

* 日立製作所 計測器事業部 ** 日立製作所 機電事業部 技術士(水道部門、電気・電子部門)

1 はじめに

産業活動の高度化や生活様式の変化に伴い、湖沼などでの富栄養化が進行し、これらを水源とする水道では異臭味水が深刻な問題となってきた。また、各種の化学物質の利用の拡大により、これらの物質が微量ではあるが河川などの公共用水域から検出されるようになってきている。一方、諸外国でも、自然水域での有害化学物質による汚染問題は同様で、WHO(World Health Organization:世界保健機構)、米国環境保護庁では、微量な化学物質を中心として水質基準の項目を大幅に増やす方向で検討を進めている。

このような水道水を取り巻く現状に的確に対応してゆくために、厚生省は平成2年9月、生活環境審議会に「今後の水道の質的向上のための方策について」の諮問を行った。同審議会の答申に基づき、平成4年12月21日付で、水道法に基づく新しい水質基準に関する省令が公布され、平成5年12月から施行された。今回の基準の見直しは、昭和33年以来、34年ぶりの大幅なものである。従来の水質基準のほか水道水源で検出される可能性のある物質を広く網羅し、微量化学物質を中心に、基準項目が26項目から46項目に大幅に拡充強化された。

水道水の水質は、水源である公共用水域の水質に大きく影響される。水道水の水質基準見直しと連動して、環境庁からは、平成5年3月8日付で「水質汚濁にかかわる人の健康の保護に関する環境基準」が公布され、平成6年4月から施行される。この中で、有機塩素系化合物、農薬などの中から新たに15項目が環境基準項目に追加された。環境基準の強化に伴って排水基準の見直しが行われ、新基準が平成6年2月から施行されている。

以上のような水質規準の改正に加え、水道原水の水質保全に対する法制化や水道水源自動監視システムの構築、給配水系水質管理システムの構築など、水道水質をトータルでとらえた事業が展開される。

ここでは、新水質基準の拡充強化に伴い、新たに採用された分析法と、これに関連した計測技術の動向について述べる。

2 新水質基準の概要

2.1 水質基準

新水質基準では、表1に示すように微量な化学物質にかかわる基準項目が大幅に増えたこと、鉛、ヒ素など一部の基準が強化され、基準値が引き下げられたことが特

色である。新たに追加された基準項目の主なものは、トリクロロエチレンなどのハイテクノロジーによって生じる有機化合物が10項目、シマジンなどの農薬が4項目などである。基準が強化された項目として、鉛、ヒ素、マンガンおよび陰イオン界面活性剤の4項目がある。鉛の環境基準については、従来の基準値の $\frac{1}{10}$ と大幅に基準が強化されている。

2.2 水質基準を補完する項目

水道水は安全性の確保に万全を期すとともに、国民のニーズの高度化に対応し、おいしい水など質の向上を目指して「快適水質項目」が設定された。マンガンなど色の要件、残留塩素など臭(におい)の要件、遊離炭酸などおいしさの要件など13項目の目標値が設定された。

また、健康に関連するもののうち、現在の検出状況がきわめて低レベルにあり、現状では基準とする必要はないが、安全性を期すため、全国的に監視を行う「監視項目」が設定された。農薬、一般有機化合物、重金属など水道水で26項目、環境水で25項目の指針値が設定された。

3 新水質基準と計測機器

3.1 新しく採用された検査方法

健康に関連する項目の基準値は、 $\mu\text{g/l}$ のレベルとなっており、定量下限としてはさらに基準値の $\frac{1}{10}$ までが要求されている。低濃度測定が必要なこと、対象項目が大幅に拡大されたことにより、新しい機器を用いた検査方法が採用された。

検査方法は、以下の要件を基本原則として検討された。

- (1) 多成分が同時に測定可能な一斉分析法を基本とすること。
 - (2) 試料の前処理操作を簡略化すること。
 - (3) 短時間で迅速に結果が得られること。
 - (4) 定量下限、測定精度を明確化すること。
- などである。

新しく採用された機器による検査方法を図1に示す。

トリクロロエチレンなどの揮発性有機化合物は基準項目が大幅に増加し、一斉分析法としてガスクロマトグラフ/質量分析計が採用された。基準レベルの低濃度測定を可能にするため、試料濃縮の前処理法としてPT(パーティトラップ)やHS(ヘッドスペースサンブラ)が採用され、前処理から定量までの自動測定が可能となった。

農薬の一斉分析法としては、ガスクロマトグラフ/質量分析計が、また高沸点農薬のチウラムや監視項目のオキシ銅の分析には高速液体クロマトグラフが採用された。

表1 新水質基準 上水の水質基準が従来の26項目から46項目に、公共用水域の環境基準(健康項目)も9項目から23項目にそれぞれ拡大された。

(a) 人の健康に関連する項目 (単位: mg/l)

No.	項 目 名	上 水 基 準		環 境 基 準		備 考
		旧	新	旧	新	
1	カドミウム	0.01	0.01	0.01	0.01	重 金 属
2	鉛	0.1	0.05	0.1	0.01	
3	六価クロム	0.05	0.05	0.05	0.05	
4	ヒ素	0.05	0.01	0.05	0.01	
5	セレン	(0.01)*	0.01	—	0.01	
6	水銀	N.D.**	0.0005	0.0005	0.0005***	
7	アルキル水銀	—	—	N.D.	N.D.	
8	シアン	N.D.	0.01	N.D.	N.D.****	無 機 物 質
9	硝酸性窒素および亜硝酸性窒素	10	10	—	—	
10	フッ素	0.8	0.8	—	—	
11	PCB	—	—	N.D.	N.D.	
12	トリクロロエチレン	(0.03)	0.03	—	0.03	
13	テトラクロロエチレン	(0.01)	0.01	—	0.01	一 般 有 機 化 合 物
14	四塩化炭素	0.002	0.002	—	0.002	
15	ジクロロメタン	0.02	0.02	—	0.02	
16	1, 2-ジクロロエタン	—	0.004	—	0.004	
17	1, 1, 1-トリクロロエタン	—	—	—	1	
18	1, 1, 2-トリクロロエタン	—	0.006	—	0.006	
19	1, 1-ジクロロエチレン	—	0.02	—	0.02	
20	シス-1, 2-ジクロロエチレン	—	0.04	—	0.04	
21	ベンゼン	—	0.01	—	0.01	
22	総トリハロメロタン	(0.1)	0.1	—	—	消 毒 副 生 成 物
23	クロロホルム	—	0.06	—	—	
24	ジブロモクロロメタン	—	0.1	—	—	
25	プロモジクロロメタン	—	0.03	—	—	
26	プロモホルム	—	0.09	—	—	
27	1, 3-ジクロロプロベン	—	0.002	—	0.002	農 薬
28	チウラム	(0.006)	0.006	—	0.003	
29	シマジン	(0.003)	0.003	—	0.003	
30	チオベンカルブ(ペンチオカーブ)	—	0.02	—	0.02	
31	一般細菌	1 mlの検水で形成される集落数が100以下	同左	—	—	病 原 生 物
32	大腸菌群	N.D.	N.D.	—	—	

(b) 水道水が持つべき性状に関連する項目 (単位: mg/l)

No.	項 目 名	上 水 基 準		備 考
		旧	新	
1	亜鉛	1.0	1.0	重 金 属
2	鉄	0.3	0.3	
3	銅	1.0	1.0	
4	ナトリウム	—	200	
5	マンガン	0.3	0.05	
6	塩素イオン	200	200	無 機 物 質
7	カルシウム, マグネシウムなど(硬度)	300	300	
8	蒸発残留物	500	500	
9	陰イオン界面活性剤	0.5	0.2	有 機 物 質
10	1, 1, 1-トリクロロエタン	(0.3)	0.3	
11	フェノール類	0.005	0.005	
12	有機物など(過マンガン酸カリウム消費量)	10	10	基 礎 的 性 状
13	pH値	5.8以上8.6以下	5.8以上8.6以下	
14	味	異常でないこと。	異常でないこと。	
15	臭 気	異常でないこと。	異常でないこと。	
16	色 度	5 度以下	5 度以下	
17	濁 度	2 度以下	2 度以下	

注: * ()は通知などに基づく暫定水質基準
** N.D.は検出されないことを表す。
*** 環境基準は「総水銀」としての基準値
**** 環境基準は「全シアン」としての基準値
□ は基準値が強化された項目
■ は新しく基準値が設定された項目

水質基準のほかにこれを補完する項目として、
(1) 上水の快適水質項目として13項目(目標値)
(2) 監視項目として上水26項目, 環境25項目(指針値)

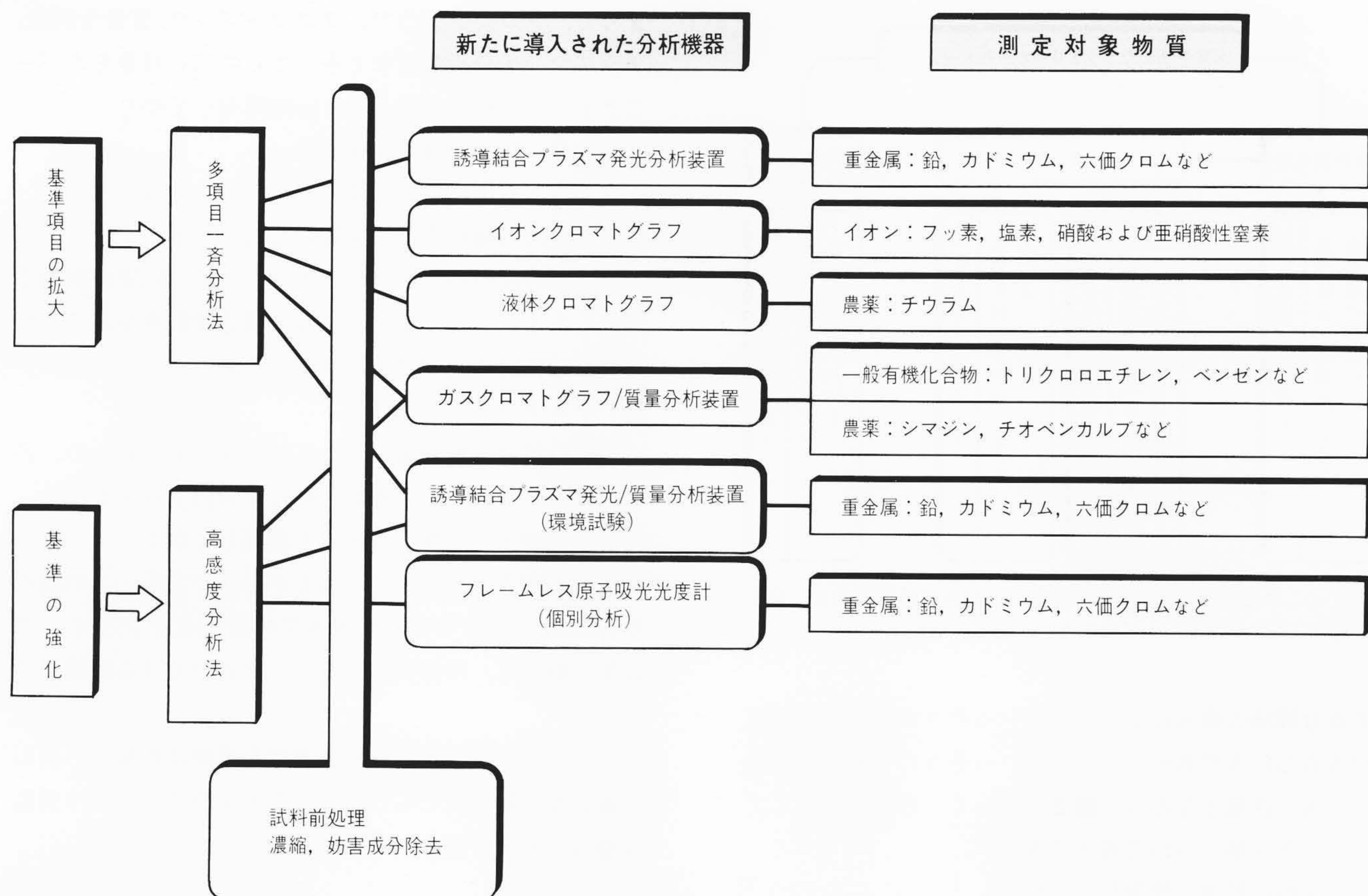


図1 新水質基準と分析機器 基準の強化、項目数の拡大に伴い、高感度分析法、多項目同時分析の一斉分析法が採用された。

農薬の分析には、試料水から農薬成分を抽出し濃縮する前処理操作を必要とするが、操作が簡便な固相抽出法が新しく導入された。

重金属の分析では、鉛、ヒ素の基準強化に伴い、高感度分析が可能なフレイムレス原子吸光光度計とともに、一斉分析が可能な誘導結合プラズマ発光分析装置など複数の検査方法が導入された。これは検査機関の規模、機器の整備状況などに応じて選択できるようにしたものである。

3.2 日立製作所の対応

新しい分析法の採用に伴う、日立製作所の対応について主な点を以下に述べる。

- (1) 揮発性有機化合物の分析には、三次元四重極質量分析計を用いたGC/MS(ガスクロマトグラフ/質量分析計)を製品化した。小型化、高感度化を達成し、スペクトルモードで基準項目が測定でき、スペクトルの確認も可能である。
- (2) 液体クロマトグラフによる農薬の分析には、ピーク純度検定、スペクトルによる同定機能を持つマルチアレー紫外可視光度計を検出器に用いたシステムを完成した。

さらに共存物の妨害の多い試料の分析には、より同定能力の高いLC/MS(液体クロマトグラフ/質量分析計)が有効であることを確かめた。

- (3) セレン、ヒ素などの低濃度基準値の元素の分析には高輝度な無極放電ランプを用い、フレイムレス原子吸光光度計の高感度を図った。前処理なしで試料の直接分析ができる。
- (4) シアンなど9項目の有害化合物は吸光光度法によって測定するが、手作業による分析が主流である。そのため、反応液の添加、反応、測定までを自動化したシステムを完成した。
- (5) 有害物質の水道水への流入を未然に防ぐため魚類の動きを画像認識技術を用いて解析する水質安全監視システムを開発した。原水を連続監視できるので、異常の早期発見に有効と考える。

4 水質分析の今後の課題

一斉分析法や固相抽出など簡便な試料前処理法の採用は、迅速で簡便な分析方法を目指すものとして、今後の水質分析の方向を示すものである。高度な分析技術を要

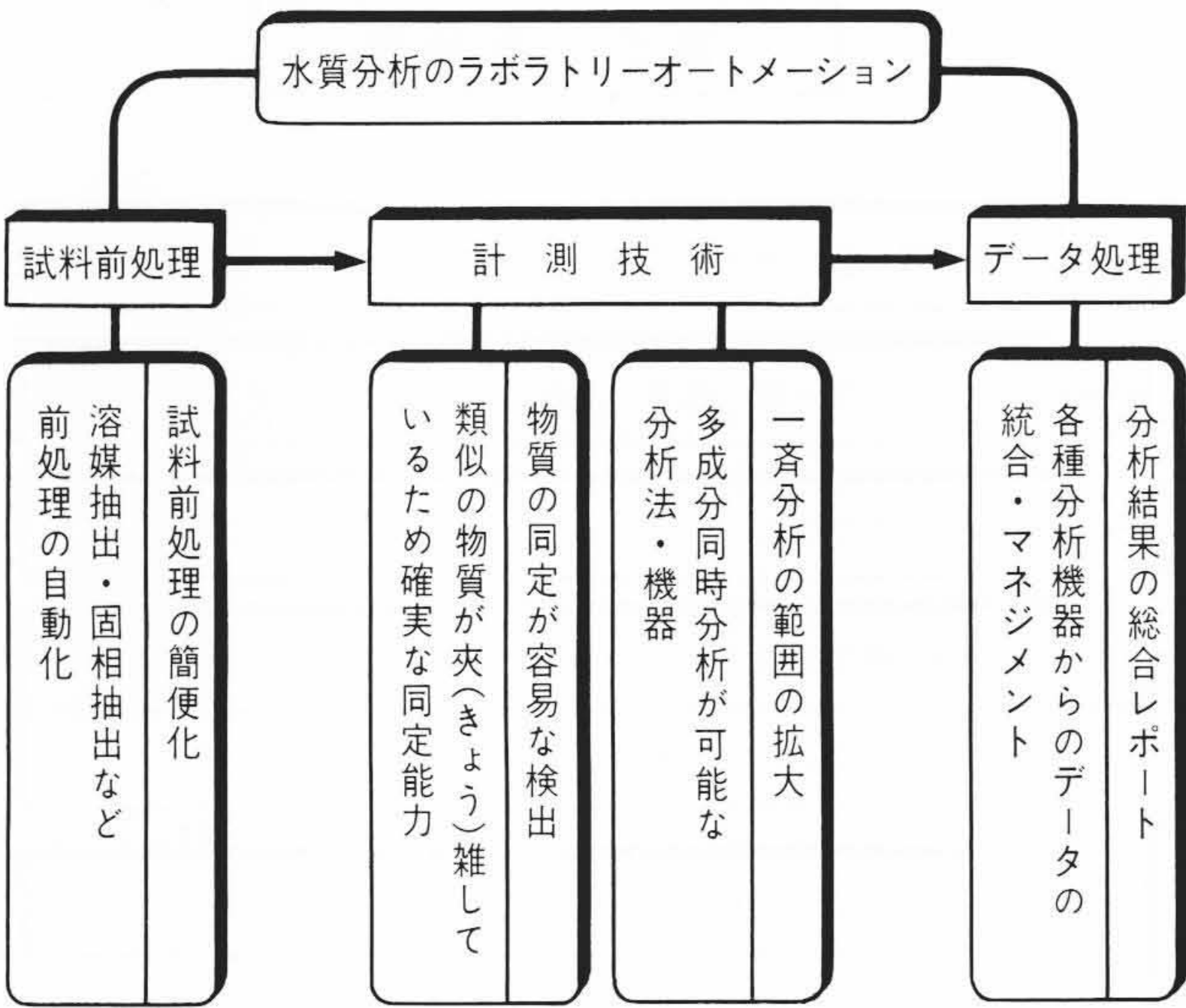


図2 これからの水質分析の動向 試料前処理を含め、分析作業の自動化と精度向上に向かう。

する分析法の導入により、よりいっそうの操作の簡便性が求められるであろうし、よりいっそうの自動化の推進も今後の課題となろう。図2に従って、今後取り組んでゆくべき課題について考えてみたい。

(1) 試料前処理の簡便化・自動化

分析機器の検出レベル、選択性に適合するように試料の濃縮や夾(きょう)雑物の除去などの前処理操作は手作業に依存することが多い。農薬分析に採用された固相抽出法は自動化もしやすい。高速液体クロマトグラフなど分析機器とのオンライン接続の検討を進めている。

(2) 一斉分析法による対象項目の拡大

一斉分析できる項目が拡大されることによって、分析はより効率的に行われ、水質の全体像を表すプロフィールの把握が容易となる。前処理法や分析手法の開発と相

まって、クロマトグラフ、クロマトグラフ/質量分析計、プラズマ発光分析装置などを、さらに広い対象をカバーできる一斉分析用機器として応用開発してゆく。

(3) 物質の同定が容易な検出法

農薬など有機化合物は構造の似たものが多い。また、農薬以外の有機化合物の夾雑物も混在する。クロマトグラフィーの保持時間からだけでは、物質の同定が困難な場合もある。感度も優れ、物質の構造情報を与えてくれる質量分析計の利用拡大が期待できる。

(4) データマネジメント

水質分析は分析対象によって分析法が異なるため、各種の機器が使われる。複数の機器からのデータを統合、編集するデータ処理システムを構築してゆく。

水道水質の保全是市民の協力が必要である。この観点から広域に分布する、原水水質の情報をオンラインで収集・整理し、情報公開するシステムづくりも構築してゆく。

以上のほか、原水での水質異常を早期に把握し、直ちに適切な対策が講じられるようなオンライン自動水質監視機器の導入を図る。

5 おわりに

新水質基準と計測技術の現状、および将来について述べた。この10年、微量化学物質の計測技術は大きな進歩を遂げた。より厳しい水質基準がさらに計測技術を進歩させてゆくであろう。今後の10年は水質分析トータルシステムのオートメーション化が重要な課題となると思われる。今後とも安全でおいしい水が供給できるように、計測技術の向上を目指して努力してゆく考えである。

参考文献

1) 厚生省令第69号：水道水の水質基準(平成4年12月1日)

2) 環境庁告示第16号：水質汚濁に係る人の健康の保護に関する環境基準(平成5年3月8日)

3) 総理府令第54号：排水基準(平成5年12月27日)

4) 浜田：水質基準の見直しについて、水道協会雑誌、第62巻、第3号(1993)

5) 八木、外：水道水質に関する基準の制定と運用について、

水道協会雑誌、第62巻、第3号(1993)

6) 厚生省衛水第104号：水質基準を補完する項目に係る測定について(平成5年3月31日)

7) 日本水道協会：上水試験方法(1993)

8) 片山：水質環境基準健康項目とその測定方法について、第9回環境化学研究会講演会予稿集(平成5年5月)