

3.1 取得可能なデータ

「給水装置の異常監視及び管理に関する研究」の分担研究では、水質の異常、水撃作用、給水装置の異常（逆流）、水量の異常（漏水）等、給水末端システムにおける様々な異常に対する監視・管理方法の研究を行っている。

これらの研究から取得可能なデータについて、データの種類の他、取得したデータの処理やその特性などについて整理を行う。表1は、それぞれの研究で得られるデータについて整理したものであるが、データの特性の面から整理すると、異常検知後の対応の緊急性、考えられる対応や対策等に違いがある。これらの特性は、維持管理やリスク管理の場面での実際の活用時に考慮すべきものであり、平成18年度の研究において具体的な場面を想定して検討を行うこととする。

表1 取得可能データ

種類	項目	検知する現象	位置	データ	データの処理	計測範囲・精度	緊急性	対応	個別対策	システムとしての対応
水質	濁度	管内錆等の混入	給水栓	濁度	異常判定	突発的な異常濁度	高	水道使用停止・影響範囲・原因	給水装置の取替	配水管内の洗浄
	電気伝導度		給水栓							
	残留塩素濃度	残留塩素濃度	給水栓	残留塩素濃度						
水量・水圧	音	水撃作用	給水装置	音の特性※	判定プログラム		中	機器への影響・原因特定	機器のメンテナンス	配水圧改善・配水管整備
	振動	水撃作用	給水装置	振動の特性※	判定プログラム	～H16研究	中	機器への影響・原因特定	機器のメンテナンス	
水量	流量	漏水・漏水位置	貯水槽水道	流量・圧力	摩擦損失統計処理	～H17:単一の蛇口 H18:複数の蛇口	中	漏水量・漏水位置特定	漏水箇所の補修	—
	圧力									
機器異常	流量	逆流防止装置の異常	給水装置	流量・圧力	統計処理等		高	水道使用停止・影響範囲	装置の取替	配水圧改善・配水管整備
	圧力									

※スペクトルのピーク値・卓越周波数・減衰乗数・波動継続時間・位相差スペクトル

この他に給水末端システムの管理において有効なデータは、水質面で色度、異臭味、外部からの汚染（残留塩素濃度）、水圧面で異常な水圧低下・上昇等が考えられる。

3.2 データの流れと異常情報への対応パターン

取得したデータは、給水末端システムでの異常判定・異常予測に利用し、その後の維持管理やリスク管理の情報として活用することになる。ここでは、活用方法の概略的なイメージを整理するため、給水末端システムの管理におけるデータの流れと異常時の対応パターンを整理することとする。

なお、本研究では、取得したデータの解析や蓄積を行う機能を「センター」で行うことを前提として考えることとする。「センター」の具体的なイメージは今後の検討課題とし、本研究ではデータ蓄積・解析を行う機能をあらわすこととする。

(1) データの流れ

データ取得から異常情報として変換されるまでの流れは、以下のように考えることができる。

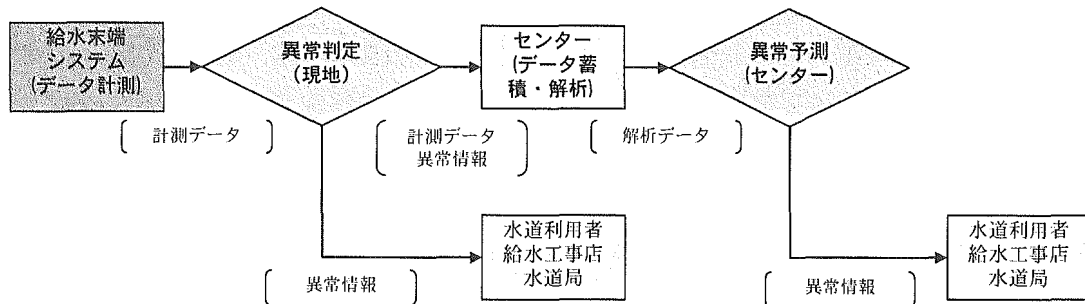


図3 データ取得から異常情報への変換の流れ

- ① データ計測：各戸給水装置で計測（濁度計・ORP計・EC計・流量計・圧力計・振動計・マイクロホン・変位計など）⇒異常判定、センターへ伝送
- ② 異常判定：データ計測場所での異常判定⇒異常情報として水道利用者、給水工事店、水道局へ伝達
- ③ データ蓄積・解析：センターで集中処理・管理（解析；時系列、一定期間の最大値・平均値・最小値、分布・標準偏差、季節変動・地域特性など）⇒異常予測
- ④ 異常予測：測定値のデータ解析結果で判定⇒異常情報として水道利用者、給水工事店、水道局へ伝達（保守点検や修繕の指導など）

(2) 異常情報の対応パターン（原因の特定と対応）

計測データが異常情報に変換された後の対応は、原因の特定と異常への対応が必要となる。また、水質異常等の場合には、給水停止など緊急的な対応が必要な場合もある。

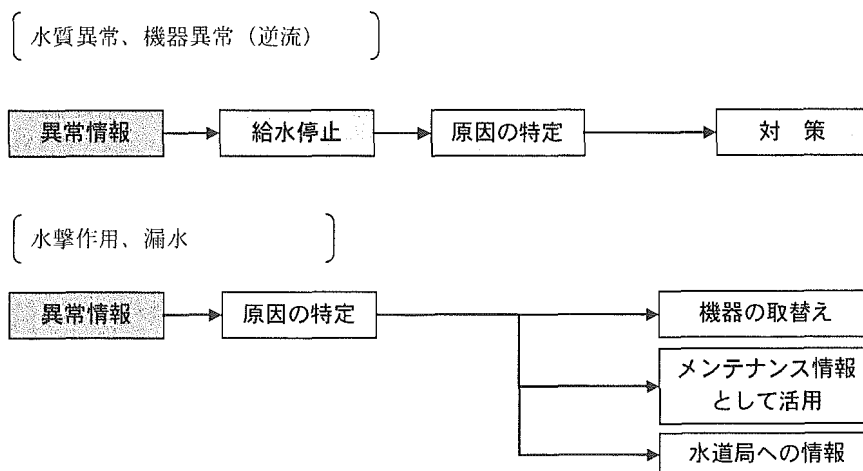


図4 異常情報への対応パターン

対応のパターンとしては、水道水質や他の利用者への影響が生じる場合（水質異常や逆流等）と、影響が特定の利用者に限定される場合（水撃作用や漏水等）に分類することができる。

- ① 水質異常・・・給水停止（緊急的な対応必要）⇒原因の特定⇒対策
- ② 水撃作用・・・原因の特定（配水圧の高圧化、給水装置・機器等の急閉止など）
⇒メンテナンス情報として利用
- ③ 漏水・・・原因の特定（漏水箇所）⇒メンテナンス情報として利用
- ④ 機器異常・・・機器使用停止・給水停止（影響範囲）⇒原因の特定⇒対策

3.3 データ計測、データ伝送・蓄積方法

（1）データの計測

給水末端システムでのデータの計測は、濁度計・ORP計・EC計・流量計・圧力計・振動計・マイクロホン・変位計などの計測機器を利用する。計測データのうち計測地点で異常判定を行うことが可能な項目については、計測地点で異常情報を利用者等に発信する。

データの計測は、連続計測、一定間隔計測、発生時計測（音や振動等）などが考えられ、また蓄積データは、異常に対する対応の緊急度等により設定することが必要であり、一定間隔の瞬時値、一定期間の平均値・最大値・最小値等が考えられる。

（2）データの伝送・蓄積方法

給水末端システムで計測したデータは、データ量を考慮して電話回線網、インターネット網、無線等を利用してセンターに伝送する。また、データの蓄積は、センターでの異常予測の方法に必要なデータとして、対象地点や期間等を定めることが必要である。

3.4 データの解析

計測したデータは、計測地点またはセンターで異常判定を行うための解析、蓄積データと計測データの対比による異常予測を行うための解析に用いる。

3.4.1 データ解析の考え方

データの解析は、逐次計測データの異常を監視する異常判定と、蓄積したデータと計測データとの比較による異常予測が考えられる。

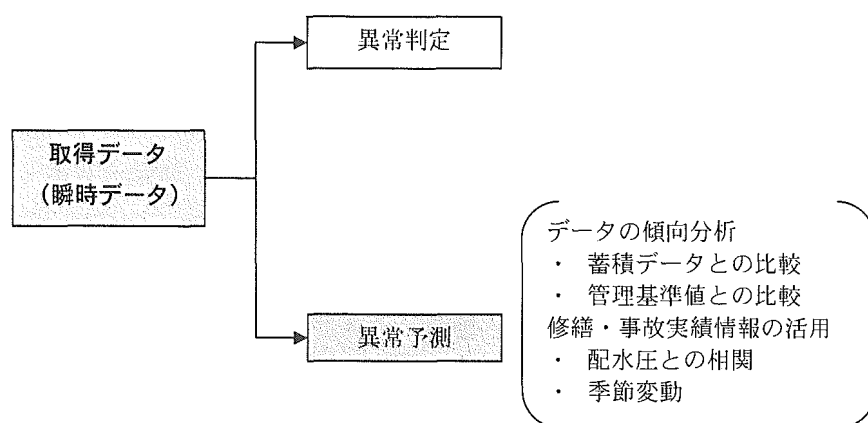


図4 取得データの解析

各分担研究は異常判定システムと考えることができ、それぞれの研究の異常判定の考え方の概要を整理すると表2のとおりである。基本的には、あらかじめ定めた正常状態と計測時を比較して異常を判定するものである。これらは、リアルタイムに比較を行うことが可能であれば、異常発生と同時に異常判定を行うことができる。

表2 各分担研究の異常判定方法

研究	監視対象項目	異常判定
トレンド出力型濁度モニターを用いた水質異常検出システム	濁度	一定時間の最大値と最小値の差とあらかじめ測定した懸濁質の1分間の濁度変化率
水撃作用発生時の音に関する特性についての把握および、ファジイ判定システムへの組み込み	水撃作用（音・振動）	振動・音の継続時間や減衰性状、スペクトル解析による卓越周波数等の値について、ファジイ演算により水撃作用発生を判定
逆流防止装置異常検知方法の開発と応用に関する研究	逆流装置の異常	正常時の弁差圧と流量との比較
貯水槽水道における給水管ネットワークの水量異常の検出方法に関する基礎的研究	漏水	流量と圧力から損失水頭係数を計算しその頻度分布を正常時の分布と比較

次に、蓄積データとの比較による異常予測の方法である。異常予測は、時系列的な傾向分析、蓄積データの統計的な処理と計測データとの比較、異常発生の実績を加味した予測などが考えられる。

具体的な解析イメージは、次項の例示で示す。

3.4.2 データの解析例

(1) データの傾向分析（蓄積データとの比較、管理基準値との差など）

例1：時系列傾向分析

水道システムにおける給水末端での水質や水圧などは、時間や日・季節的な変動、あるいは地域的な特徴を示すことが考えられるが、長期的な一定傾向や短期的に生ずる極端な変化は考え難いものである。

例えば、ある計測地点の実績値（水質や水圧）を時系列に表示した場合に、全体の傾向が増加傾向を示す、極端に高い（または低い）値を示すなど、実績の傾向に一定の傾向が現れた場合や、特異的な値が発生した場合には、何らかの異常が生じた可能性を疑う必要がある（図5参照）。

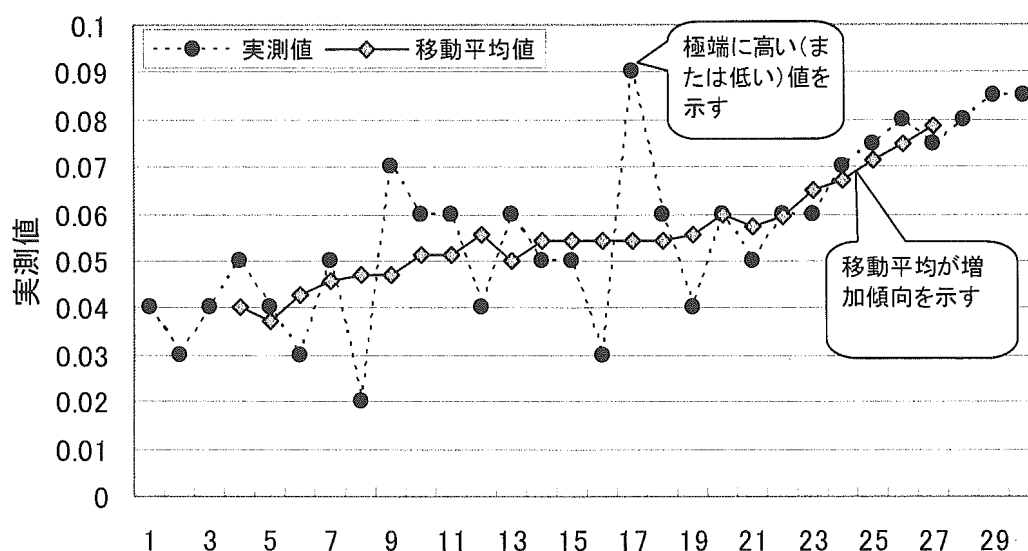


図5 時系列傾向分析（例）

例2：管理基準値の設定

例1に管理基準値を加えることにより、異常判定を客観的に行うことが可能となる。管理基準値としては、一定期間の平均値と標準偏差値や管網モデルを用いたシミュレーションによる推計値（水圧や残留塩素）などを用いる。

平均値等による管理基準値の場合には、管理基準値を超えた後の実績値の動きにより異常判定を行う方法等が考えられる。例えば一時的に管理基準値を超えた場合でも、その後定常状態に戻れば異常は無いと判定し、管理基準値を超えた後も増加傾向が続く場合には、異常と判定するなどの判定方法が考えられる（図6参照）。

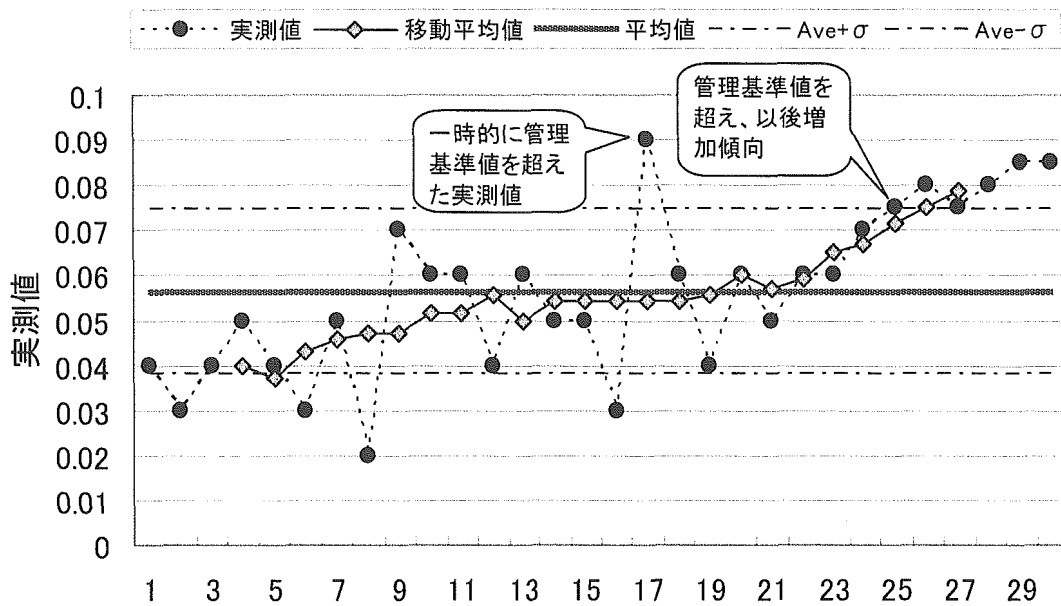


図6 時系列傾向分析と管理基準値の設定 (例)

また、管理基準値にシミュレーション値を用いる場合には、管理基準値と実績値が相対的な関係にあるものと仮定して判定することが考えられる。例えば、図7は残留塩素濃度を想定したものであるが、同一地点の2つの時間断面で比較を行う方法である。例えば、以前は概ねシミュレーション値を上回る残留塩素が確保されていたが、現状でシミュレーション値を下回るようになった場合、管路や給水装置内に残留塩素の消費を促すような要因が生じていると想定し異常判定を行う方法などが考えられる。

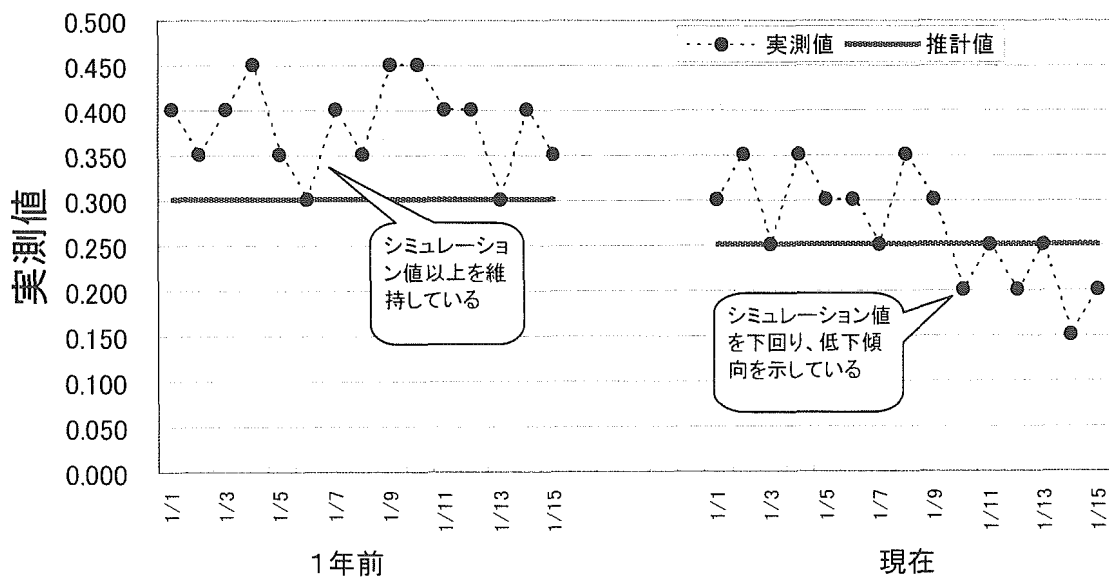


図7 実績値とシミュレーション値の比較 (例)

(2) 修繕・事故件数実績とその分析結果の活用（配水圧・季節変動など）

例3：季節変動や地域特性（水圧、水質－残留塩素など）と修繕・事故頻度などの要素を加味する

例2の統計的な管理基準値に、漏水事故件数や水質管理値超過件数などの実績を活用した管理基準値を設け、二段階で管理を行う方法が考えられる。図8は水圧を想定したもので、水圧が0.6Mpaを超えると事故発生件数が急増するという実績がある場合を想定したものである。この場合には、第一番目の管理基準値（実績に基づく管理値）を超えた場合には、配水システム側で減圧（減圧弁2次圧の設定、ポンプ吐出圧の設定）を行うなどの対応が考えられる。また、管理項目が水質の場合には、第一番目の管理基準値を超えた時点で浄水・配水システム側に改善指令を発し、第二番目の管理基準値（統計的に定めた管理値）を超えた場合には異常判定とするなどの方法が考えられる。

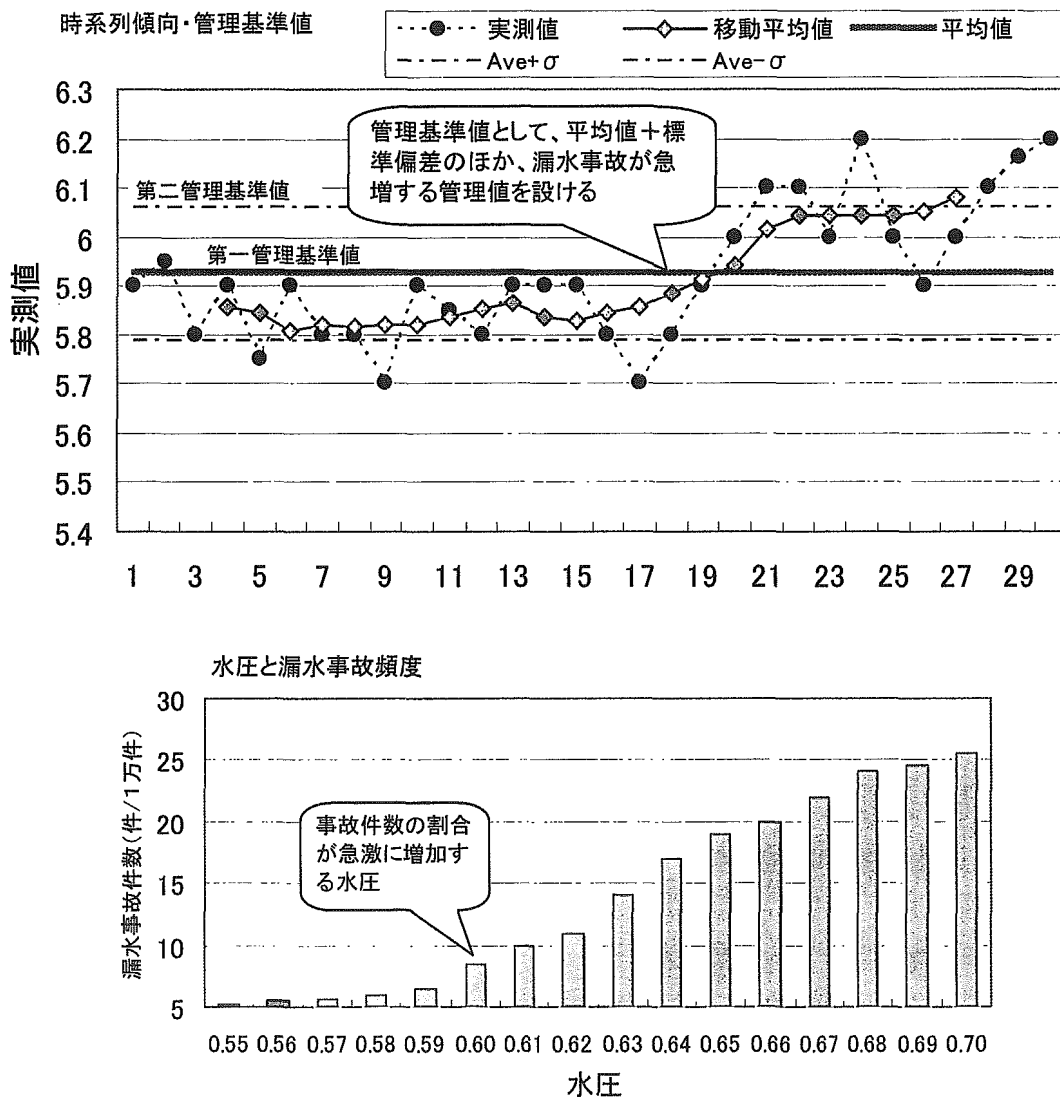


図8 漏水事故実績等を考慮した二段階管理基準値の設定（例）

3.5 情報の活用方法の設定

(1) 利用者位置でのデータ取得の活用事例

給水末端システムは、水道利用者における給水装置と水道水の品質を含めたものと定義したが、そこで得られるデータの活用について類似事例を示す。利用者の位置で取得したデータの活用事例として、水道と同様に管路網による供給を行うガス事業の監視事例と水道の自動検針の事例を示す。

① 東京ガス（「マイツーホー」サービス）

- 情報の流れと監視・対応：通信機能付きメータ⇒（NTT 電話回線）⇒監視センター（ステーション 24）⇒異常情報のお知らせ・遠隔操作によるガス供給停止

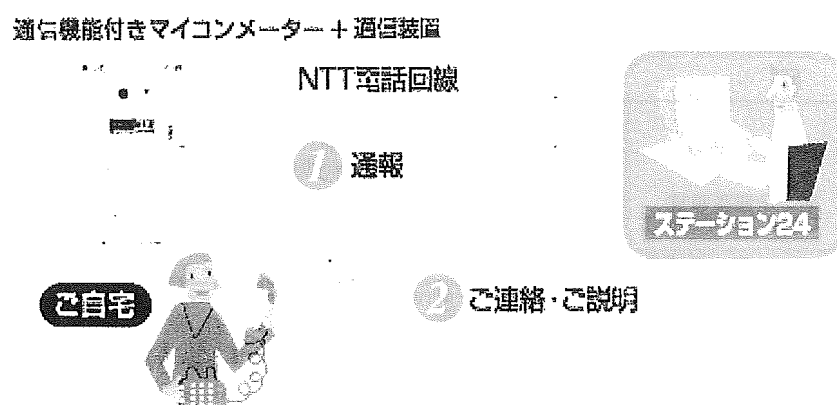


図9 東京ガス・マイツーホーサービス

- 保安指令センター ・ガスライト 24 (39 箇所・緊急出動拠点) ⇒ 水道では、管工事業協同組合等による「修繕センター」（「総合設備メンテナンスセンター」（東京都）、電話受付センター（札幌市、24 時間対応）など）ステーション 24（監視センター、マイツーホー（遠隔遮断・自動通報等） ⇒ 本研究における「センター」機能
- マイコンメーター（ガス漏れ・連続使用等の感知） ⇒水道メーター+水質計・水量計等の計測機器

② 自動検針システム（高野町）

- LP ガスの監視システムに相乗り
- 電子式水道メータに漏水監視機能：漏水の早期発見により長期漏水の未然防止

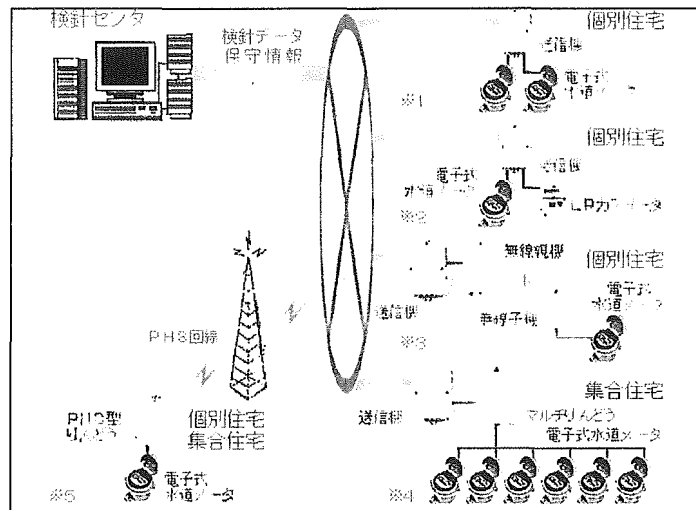


図 10 高野町の自動検針システム

(2) 給水末端システムでの情報の活用

給水末端システムでの情報は、異常判定や異常予測に基づくリスク管理への活用と、異常予測に基づく維持管理への活用が考えられる。

- リスク管理情報：水質データ傾向より水質異常を予測し事前対応、逆流防止装置の故障・劣化に伴う逆流の発生及び発生予測
- 維持管理情報：機器・水量等の異常に対する保守点検、修繕等の指導

このとき、センターの役割、水道局の関与のあり方、利用者への認知の方法などの課題が考えられる。

(3) 水道システムでの情報の活用

給水末端システムでの情報は、給水末端システムを含めた水道システム全体への活用が考えられる。

(水道システム全体での活用例)

- ① 末端給水システム異常の影響範囲の推定
- ② 水道システムの改善（高・低水圧改善、輻輳配水管の整備、老朽管の更新、残留塩素の管理など）
- ③ 同上（取水～給水栓までの一貫した管理システムの構築）

(個別技術への活用例)

- ④ 給水装置（仕様・性能）の改善

例えば、図 11 に示すように「給水末端の情報⇒センター⇒対策・メンテナンス」の給水末端システム管理に対して、配水管網の GIS やマッピングシステムと連動させて、水道システム全体で情報を活用することが考えられる。給水末端で得られた異常情報と GIS やマッピングシステムの情報や機能を組み合わせて、異常情報発生位置の予測や影響範囲の予

測を行うこと、異常予測と水道施設・給水装置の更新計画などの資産管理を組み合わせたアセットマネジメントシステムの構築などが考えられる。

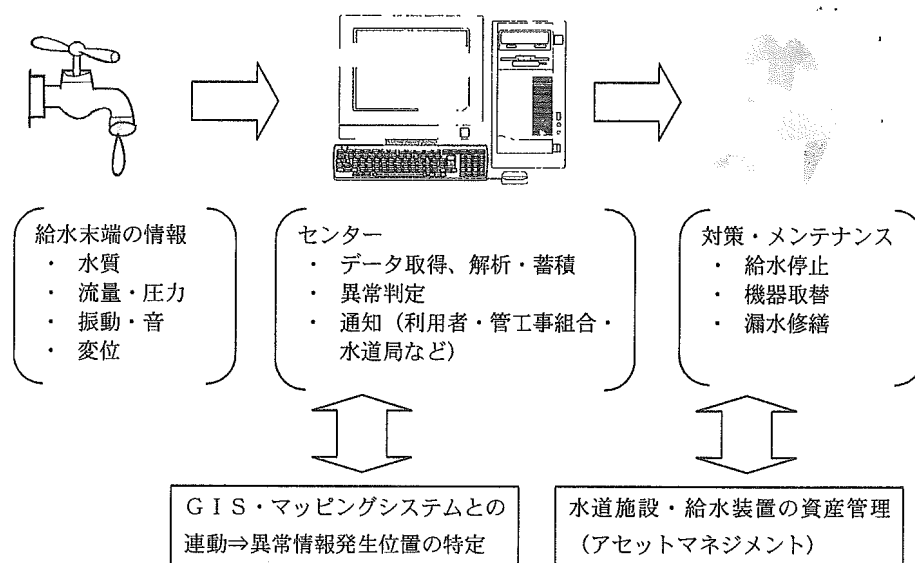


図 11 末端給水システムの管理情報の水道システム全体への活用

このように給水末端で取得した情報の活用方法は、リスク管理情報・維持管理情報・その他の利用方法が考えられる。ただし、以下の点で留意が必要である。

- 異常時の対応プロセスとその主体
- 原因の所在 (水道施設、給水装置)

4. まとめと課題

本研究は、給水末端システムでのデータ計測とその活用方法の検討を行ったが、各分担研究の成果から水質、水圧、流量、給水装置の異常判定の実現の可能性が高いこと、またそこで得られたデータの解析・蓄積による異常予測への応用も可能と考えられることを示した。さらに、それらの情報の活用を水道システム全体へ拡張することも可能であると考えた。

しかし、その実現のためには、様々な技術的な課題、水道システムにおける制度面での課題などがあり、それらは今後の研究課題でもある。

(技術的課題)

- ① 異常判定・異常予測技術
- ② データ管理技術 (計測、伝送、蓄積等)

(水道システムの制度面の課題)

- ① 水道施設と給水装置の所有と管理区分
- ② センター機能・役割と管理体制のあり方