平成２７年度　経済産業省委託

# 石油ガス供給事業安全管理技術開発等事業（災害に備えた次世代液化石油ガス保安システムの調査研究）に関する報告書

平成２８年３月

高圧ガス保安協会

# はじめに

液化石油ガス（以下「ＬＰガス」という。）は、ガス体エネルギーとしては都市ガスと同等に全国約２，３００万世帯で消費されているなど、広く国民生活で利用されている基幹的エネルギーの一つである。一方、燃える、爆発するという性質上、ＬＰガスによる災害の防止は極めて重要であり、保安の確保を大前提としてその普及が図られてきた。

平成２３年３月１１日（金）に発生した東日本大震災においては、大きな二次災害はなく、被災地のＬＰガス販売事業者及び保安機関（以下「ＬＰガス販売事業者等」という。）を始めとする関係者の懸命な努力の結果、他のエネルギーに比べて比較的早い復旧を達成した。また、分散型エネルギーの特長が最大限に発揮され、軒下在庫が当座の消費先における供給切れを防いだ他、避難所や都市ガスの復旧においてもＬＰガスが活用されたという事例が報告されている。

経済産業省では、平成２４年３月の総合資源エネルギー調査会高圧ガス及び火薬類保安分科会液化石油ガス部会で「東日本大震災を踏まえた今後の液化石油ガス保安の在り方について～真に災害に強いＬＰガスの確立に向けて～」を取りまとめ、その具体化に取り組み、今後のＬＰガス保安の在り方について検討を行った。

この中で、著しい二次被害の拡大は押さえられたものの、液化石油ガスの供給再開時に、その消費者の被害状況の迅速な把握に困難を来したケースや、集合住宅の供給管から漏えいした液化石油ガスを確実に検知できなかったため事故に至った事例も若干挙がっており、多数の需要家が居住している集合住宅や商業ビルに対して比較的大型の貯蔵設備から各戸へ供給する集合供給設備の漏えいの検知が課題とされた。

このため、高圧ガス保安協会では、経済産業省から「石油ガス供給事業安全管理技術開発等事業（災害に備えた次世代液化石油ガス保安システムの調査研究）」の委託を受け、３ヵ年計画で、実態調査、文献調査、専門家に対する聞き取り調査等を行って、集合供給設備の監視技術等に関して現状と課題の整理を行うとともに、貯蔵設備に設置した無線通信機能を備えた流量計及び各戸に設置されたマイコンメーターを利用して、集合供給設備の漏えいを遠隔検知する技術を調査研究し、今後予測される災害に備えた次世代液化石油ガス保安システムを提言することとした。

本報告書は、平成２７年度に実施した調査研究の結果を取りまとめたものである。

目　次

１．調査研究の課題 ………………………………………………… 1

２．調査研究目的 …………………………………………………… 1
2.1 事業の目的 ……………………………………………………… 1
2.2 目標 ……………………………………………………………… 1

３．実施場所と調査研究概要 ……………………………………… 3
3.1 実施場所 ………………………………………………………… 3
3.2 調査研究概要 …………………………………………………… 3

４．調査研究実施期間 ……………………………………………… 4
4.1 全体スケジュール …………………………………………… 4
4.2 平成２７年度調査スケジュール ………………………… 4

５．調査研究実施体制 ……………………………………………… 5
5.1 主たる研究担当部署 ………………………………………… 5
5.2 委員会等 ………………………………………………………… 5

６．調査研究の内容 ………………………………………………… 7
6.1 調査研究の実施方法 ………………………………………… 7
6.2 調査研究の経過 ……………………………………………… 16

７．調査研究の実施結果及び考察 ………………………………… 17
7.1 集合供給設備遠隔監視技術の検証………………………… 17
7.2 集合供給設備災害対策の先進取組動向の調査………… 104
7.3 集合供給設備遠隔監視システムの提言………………… 132

８．まとめ …………………………………………………………… 133
8.1 集合供給設備監視技術の現状と課題の調査…………… 133
8.2 集合供給設備遠隔監視技術の検証………………………… 136
8.3 集合供給設備災害対策の先進取組動向の調査………… 143
8.4 集合供給設備遠隔監視システムの提言………………… 149
8.5 おわりに………………………………………………………… 150

別紙１　導入支援マニュアル
別紙２　次世代ＬＰガス保安システム機能概要

## １．調査研究の課題

災害に備えた次世代液化石油ガス保安システムの調査研究

## ２．調査研究目的

### 2.1　事業の目的

平成２３年３月１１日に発生した東北地方太平洋沖地震（以下「東日本大震災」という。）に関わる救援活動、復旧復興活動において、分散型エネルギーである液化石油ガスの機動性、利便性をはじめとした優位性が高く評価されてきたものの、震災発生直後の被災地情報の収集発信、現地実態の把握等に関して課題が指摘されている。経済産業省では、平成２４年３月の総合資源エネルギー調査会高圧ガス及び火薬類保安分科会液化石油ガス部会で「東日本大震災を踏まえた今後の液化石油ガス保安の在り方について～真に災害に強いＬＰガスの確立に向けて～」を取りまとめ、その具体化に取り組み、平成２５年３月の産業構造審議会保安分科会液化石油ガス小委員会に「ＬＰガス災害対策マニュアル」をはじめとした対策を報告した。

この中では、東日本大震災で液化石油ガスの使用者に甚大な被害をもたらしたものの、感震遮断機能や漏えい遮断機能を備えたガスメーター（マイコンメーター）等の保安機器が稼働し、著しい二次被害の拡大は押さえられたと報告されている。しかし、液化石油ガスの供給再開時に、その消費者の被害状況の迅速な把握に困難を来したケースや、集合住宅の供給管から漏えいした液化石油ガスを確実に検知できなかったため事故に至った事例も若干挙がっており、多数の需要家が居住している集合住宅や商業ビルに対して比較的大型の貯蔵設備から各戸へ供給する集合供給設備の漏えいの検知が課題となっている。

本事業は、実態調査、文献調査、専門家に対する聞き取り調査等を行って、集合供給設備の監視技術等に関して現状と課題の整理を行うとともに、貯蔵設備に設置した無線通信機能を備えた流量計及び各戸に設置されたマイコンメーターのそれぞれの情報を収集して比較し、集合供給設備の漏えいを遠隔検知する技術を調査研究し、今後予測される災害に備えた次世代液化石油ガス保安システムを提言することを目的とする。

### 2.2　目標

#### 2.2.1　全体の目標

本事業は、平成２５年度から平成２７年度の３か年計画で、災害に備えた次世代液化石油ガス保安システムを提言するため、次の項目について調査研究する。

１）集合供給設備における供給管被害の遠隔検知技術の調査研究

東日本大震災の際に集合住宅の供給管から漏えいした液化石油ガスによる事故が発生し、集合住宅や商業ビルのように多数の需要家に対して比較的大型の貯蔵設備から各戸へ供給する集合供給設備の漏えいの検知が課題となっている。このため、実態調査、文献調査、専門家に対する聞き取り調査等を行って、集合供給設備の監視技術等に関して現状と課題の整理を行うとともに、貯蔵設備に設置した無線通信機能を備えた流量計及び各戸に設置

されたマイコンメーターのそれぞれの情報を収集して比較し、集合供給設備の漏えいを遠隔検知する技術を調査研究して提言する。

### 2.2.2　平成２７年度の目標

１）集合供給設備遠隔監視技術の検証

①　検証用モデルの検討

次世代液化石油ガス保安システムの実現可能性を検証するため、平成２５年度及び平成２６年度に実施した検証用モデルによる検証結果等を踏まえ、次の点に配慮しつつ、集合供給設備遠隔監視システムとして提言するモデルの仕様を検討し、その検証計画を策定する。

(a) ガス漏えい検知精度の向上

複数のマイコンメータの瞬時流量を比較してガス漏えいを検知する原理の可能性を検証するため、配管の長さの違い、大流量時と小流量時の違い等の様々な条件を設定して検証データを蓄積し、誤差が生じる要因を分析するとともに、計測した瞬時流量値を統計分析することで各マイコンメータの器差等を補正し、瞬時流量値のバラつきを低減することで、ガス漏えい検出精度を向上させる方法を検討する。また、ガス漏えい量が供給管の流量や配管長に影響されることを考慮し、ガス漏えいを判断する判定値の設定方法について検討する。

(b) 導入支援マニュアル

集合供給設備遠隔監視システムを実際に導入する場合に必要となる機器、機能、必要な対応人員及び導入するメリット等を整理し、液化石油ガス販売事業者等がシステム導入を検討する上で参考となる導入支援マニュアルを策定する。

(c) 集合供給設備遠隔監視システムの安全装置等動作確認

検証用モデルを用い、大規模災害発生直後の公衆回線が使用できない状態で発生したガス漏えいを想定し、マイコンメーターの安全装置の動作状況や無線ネットワークによる情報の蓄積及び転送状況等の確認を行う。

②　検証用モデルの製作等

検証用モデルを製作し、検証計画に従って実験を行い、得られたデータを分析して検証結果を取りまとめる。

２）集合供給設備災害対策の先進取組動向の調査

①　調査計画の作成等

集合供給設備災害対策の先進取組動向について、平成２６年度に実施した調査結果を踏まえ、調査の内容、進め方、取りまとめ方法等を検討し、調査計画を作成する。訪問調査の調査対象はＬＰガス事業者及び専門家等に対して１０件程度の調査を行う。

②　調査結果の取りまとめ

調査によって得られた知見に基づき、液化石油ガスの集合供給設備災害対策の先進取組動向について取りまとめる。

３）集合供給設備遠隔監視システムの提言

１）および２）の結果を基に、次世代液化石油ガス保安システムに関する内容（機能や性能など）を整理し、提言を行うための技術文書（ 1)(b)の導入支援マニュアルを含む）として取りまとめる。

## ３．実施場所と調査研究概要

### 3.1　実施場所

高圧ガス保安協会 総合研究所

### 3.2　調査研究概要

１）集合供給設備遠隔監視技術の検証

①　検証用モデルの検討

(ｲ)ガス漏えい検知精度向上

(ﾛ)導入支援マニュアル

(ﾊ)集合供給設備遠隔監視システムの安全装置等動作確認

②検証用モデルの製作等

(ｲ)モデルの製作

(ﾛ)検証の実施及び取りまとめ

２）集合供給設備災害対策の先進取組動向の調査

①主な調査項目

(ｲ)災害発生時の集合住宅に関する供給管異常検知手法

(ﾛ)保安情報収集手段

(ﾊ)ガス供給再開時保安確認手法等

(ﾆ)集中監視システムの取組状況

(ﾎ)新たな保安機能の方向性

(ﾍ)新システムに関する意見

② 調査の実施

③ 調査結果の取りまとめ

３）集合供給設備遠隔監視システムの提言

## ４．調査研究実施期間

### 4.1　全体スケジュール

表 4.1.1　全体スケジュール

| 検討事項 | 平成 25 年度 | 平成 26 年度 | 平成 27 年度 |
|---|---|---|---|
| 1)集合供給設備監視技術の現状と課題の調査 | → | | |
| 2）集合供給設備遠隔監視技術の検証 | → | → | → |
| 3)集合供給設備災害対策の先進取組動向の調査 | | → | → |
| 4)集合供給設備遠隔監視システムの提言 | | | → |

### 4.2　平成２７年度調査スケジュール

表 4.2.1　平成２７年度スケジュール

| 実施項目 | 平成 27 年 | | | | | | | | | 平成 28 年 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4 月 | 5 月 | 6 月 | 7 月 | 8 月 | 9 月 | 10 月 | 11 月 | 12 月 | 1 月 | 2 月 | 3 月 |
| **１）集合供給設備遠隔監視技術の検証** | | | | | | | | | | | | |
| ①検証計画の作成 | → | → | → | | | | | | | | | |
| ・検証項目の検討 | → | → | | | | | | | | | | |
| ・検証モデルの検討 | → | → | | | | | | | | | | |
| ・設備の構築・準備 | | → | → | | | | | | | | | |
| ②検証の実施 | | | → | → | → | → | → | → | | | | |
| ・擬似配管設備による検証 | | | | → | → | → | | | | | | |
| ・検証モデルによる製作及び検証 | | | | → | → | → | → | → | | | | |
| **２）集合供給設備災害対策の先進取組動向の調査** | | | | | | | | | | | | |
| ①調査計画の作成等 | → | → | → | → | → | → | | | | | | |
| ・調査項目の検討 | → | → | → | | | | | | | | | |
| ・調査の実施 | | | → | → | → | → | | | | | | |
| ②調査結果の取りまとめ | | | | → | → | → | → | → | → | | | |
| **３）集合供給設備遠隔監視システムの提言検討** | | | | | | → | → | → | → | | | |
| ①導入マニュアル等の検討 | | | | | | → | → | → | → | | | |
| **４）報告書の作成** | | | | | | | | | → | → | → | → |
| **５）委員会の開催** | | ○ | | | ○ | | | ○ | | ○ | | |

## ５．調査研究実施体制

### 5.1　主たる研究担当部署

高圧ガス保安協会　総合研究所

### 5.2　委員会等

本調査研究の実施に当っては、事業を効率的に推進するため、次世代液化石油ガス保安システム調査研究委員会を設置した。以下に、それぞれの組織、運営について、委員会の構成並びに審議経過を示す。

#### 5.2.1　委員会の構成

次世代液化石油ガス保安システム調査研究委員会（敬称略、委員長以下五十音順）

【委員長】

渡邊嘉二郎　法政大学　名誉教授

【委員】

浅野一高　　パナソニック株式会社アプライアンス社　スマートエネルギーシステム事業部スマートメータデバイス技術グループ　主幹技師(H27.11.12 まで)

飯田正史　　一般社団法人全国ＬＰガス協会　保安部　保安技術担当部長

金木洋一　　一般財団法人日本エルピーガス機器検査協会　業務部　業務課　課長代理

杉本まさ子　公益社団法人日本消費生活アドバイザー・コンサルタント・相談員協会常任顧問

関川　修　　ＮＴＴテレコン株式会社　システムソリューションビジネス部　部長〔NPO 法人テレメータリング推進協議会〕

八幡徹弥　　アズビル金門株式会社　開発本部　製品開発部　開発第一グループ課長代理　　〔(一社)日本エルピーガス供給機器工業会〕

山下富功　　矢崎エナジーシステム株式会社　ガス機器事業部　企画部事業推進チーム　主管　　〔日本ガスメーター工業会〕

横畑光男　　パナソニック株式会社　アプライアンス社　スマートエネルギーシステム事業部　スマートメータデバイス技術部　主任技師（H27.11.13 から）

【関係者】

経済産業省　商務流通保安グループ　ガス安全室

### 5.2.2 審議経過

次世代液化石油ガス保安システム調査研究委員会

平成２７年　５月２９日・・・・平成２７年度調査研究計画について

平成２７年　８月２７日・・・・平成２７年度進捗状況について

平成２７年１１月１６日・・・・平成２７年度進捗状況について

平成２８年　２月　５日・・・・平成２７年度調査研究報告について

## ６．調査研究の内容

### 6.1　調査研究の実施方法

#### 6.1.1　調査計画

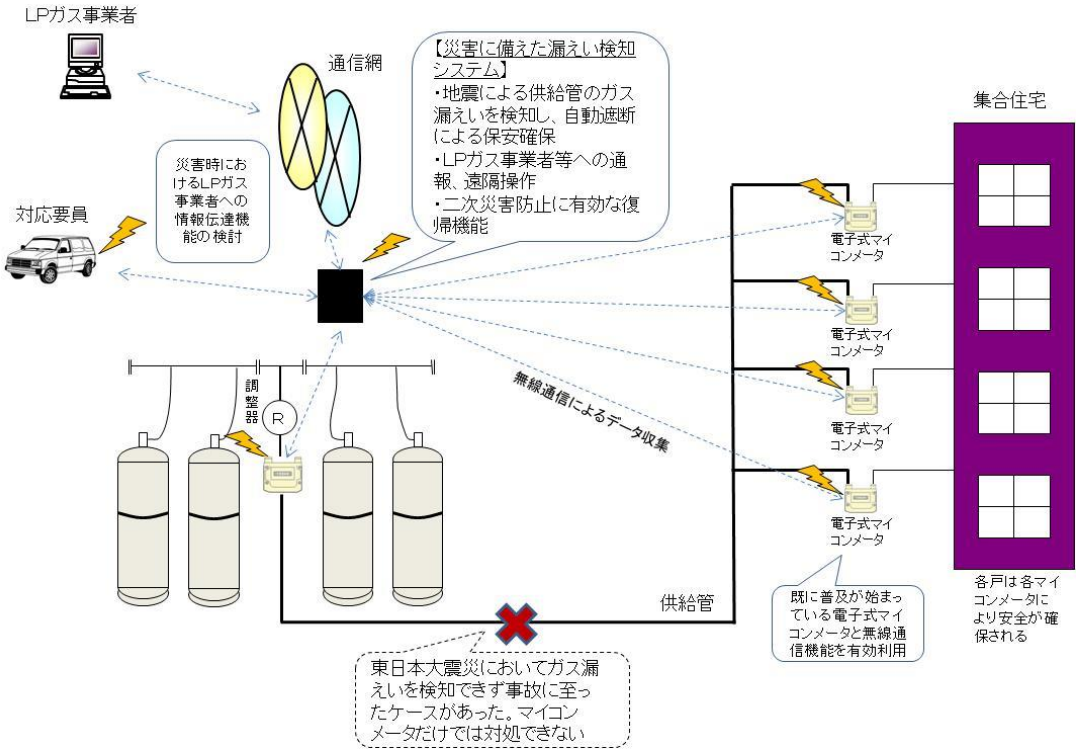



図 6.1.1 新たな保安システムの概要

１）集合供給設備遠隔監視技術の検証

①検証用モデルの検討

(a)ガス漏えい検知精度の向上

前年度までの検証の結果、各戸のマイコンメータから無線通信により、瞬時流量データを取得し、比較することで供給管の漏えいを検知できる可能性が示された。親メータと子メータの合算の瞬時流量を比較してガス漏えいを検知する方式ついて前年度は３２L/h のガス漏えいを検知できることを確認したが、この精度をさらに高める検討を行うとともに、高圧ガス保安協会内に集合住宅（１０戸）の擬似的な配管設備を構築し、以下のような供給管等の条件を変えて実験を行ってデータを収集し、供給管の環境条件が違う場合においても検知性能の信頼性についても検討を進める。

（主な検討項目）

● 供給管の長さの違い

供給管の長さは配管内の圧力等に影響を与えることから、瞬時流量計測により漏えいを検知する際の精度や計測タイミングへの影響も考えられる。供給管の長さを変更した際のデータを収集し漏えい検知精度を向上させるための検討を行う。

昨年度は供給管の長さが４０ｍのデータ収集を行い、既に取得していた４ｍのデータと比較したところ配管長の違いによる漏えい検知性能の違いは見受けられなかった。本年度は別の条件を加えて、これらのデータ数を増やして分析を深めることで、漏えい検知精度の信頼性を高める検討を行う。

◆データ取得条件

①配管長：４０ｍ、２４ｍ、４ｍ

②漏えいの有り、または無しの場合

③流量：最大１００００L/h 程度

④子メータの数：１０

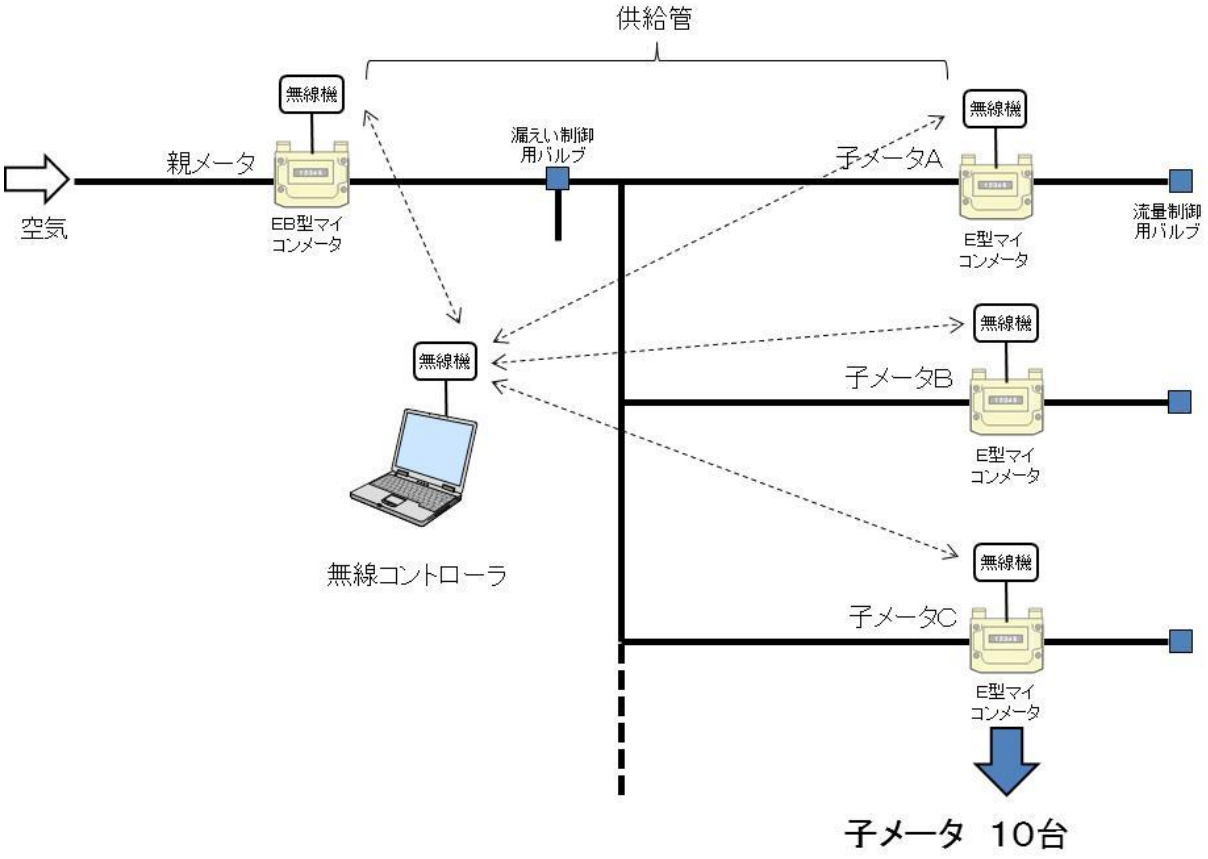



図 6.1.2　検証用モデルの検討ためのデータ収集

● 供給管を通過するガス流量の違い

実際の集合住宅の供給管を通過するガス流量は、顧客のガスの使用状況により小流量から大流量まで変化する。このため、瞬時流量計測の精度に影響を及ぼすことが考えられることから、ガス流量と計測精度等に関すデータを取得する。

昨年度は最大１００００L/h 程度のガス流量までのデータ収集を行ったが、本年度はこれらのデータ数を増やして分析を深めることで、漏えい検知精度の信頼性を高める検討を行う。

◆データ取得条件

①配管長：４０ｍ

②漏えいの有り、または無しの場合

③流量：最大１００００L/h 程度

④子メータの数：１０

● ガス種の違い

前年度に行った検証試験は空気を使って実施した。本年度は実際のＬＰガスあるいはＬＰガスと同等の比重のガスを使って検証試験を実施し、実際のＬＰガス設備を想定した検証を行う。

◆データ取得条件

①配管長：４０ｍ

②漏えいの有り、または無しの場合

③流量：最大４０００L/h 程度

④使用するガス：$CO_2$ または Ar 等

表 6.1.1　ガスの比重

| | 分子量<br>（原子量） | 密度<br>(kg/m$^3$,0℃,1atm) | 比重 |
|---|---|---|---|
| 空気 | 28.97 | 1.29 | 1 |
| プロパン $C_3H_8$ | 44.1 | 2.02 | 1.56 |
| 炭酸ガス $CO_2$ | 44.01 | 1.97 | 1.52 |
| アルゴン Ar | 39.9 | 1.78 | 1.38 |

● 統計分析による精度向上の検討

各戸のマイコンメータから収集した瞬時流量データを統計分析することにより、メータの器差等のバラツキを補正し、より正確なガス漏えい判定の可能性について検討する。

昨年度は重回帰分析によるデータ補正を行うことでガス漏えいの判別精度を向

上することが可能であることが確認された。本年度は更にデータを蓄積することで当該手法の信頼性を検証し、評価・検証を行う。

◆上記 3 項目で取得したデータを使用して、統計分析することで漏えい判定のための判別値の検討を行う。

(ｱ)回帰直線の一次式による判別

漏えい判定は一定の値ではなく、供給管の流量に応じて変動する一次式により判定する。

(ｲ)重回帰分析による判別

漏えい判定をより正確に行うため、取得したデータを重回帰分析によりデータを補正し、回帰直線を求め、それを基に判定を行う。

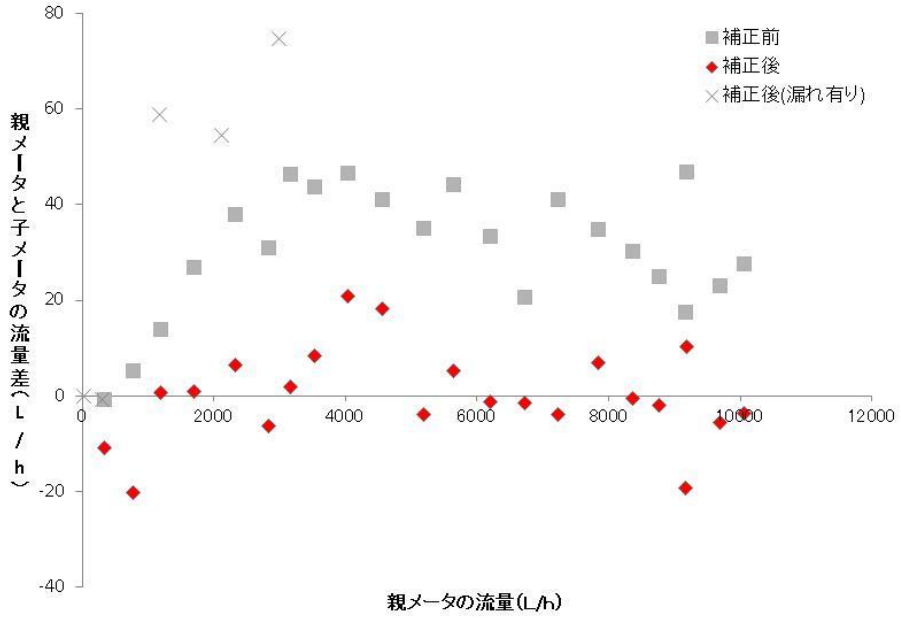



図 6.1.3　重回帰分析による補正結果

(b)導入支援マニュアル

ＬＰガス販売事業者が新たなシステム（集合供給設備遠隔監視システム）を導入する場合に必要となる機材に関する仕様等を明確化し、現在の集中監視システムと比較・整理する。新たなシステムを導入することで期待される効果である保安上のメリットや人員の省力化等について検討する。以上の結果をとりまとめ、新たなシステムを普及させるため、ＬＰガス販売事業者を対象とした導入支援マニュアルを策定する。

(c)集合供給設備遠隔監視システムの安全装置等動作確認

以下の検証項目による検証計画を策定する。

（主な検証項目）

1)供給管のガス漏えい検知プログラムの作動確認

- 漏えい判定までに要する時間の検証
  - 各メータからの流量情報を収集する時間の計測
  - 漏えい判定までの時間の計測
- 漏えい判定のための設定値の検証
  - 漏えい判定する流量の設定値

2)供給管の復帰安全確認プログラムの作動確認

- 復帰安全確認までに要する時間の検証
  - 復帰安全確認時間の計測
- 復帰安全確認の設定値の検証

3)集合住宅の保安情報伝達プログラムの作動確認

②検証用モデルの製作等

イ)検証用モデルの製作

①の検討結果を基に検証用モデルを製作する。検証用モデルの主たる機能であるプログラムを以下に示す。

【漏えい判断プログラム】

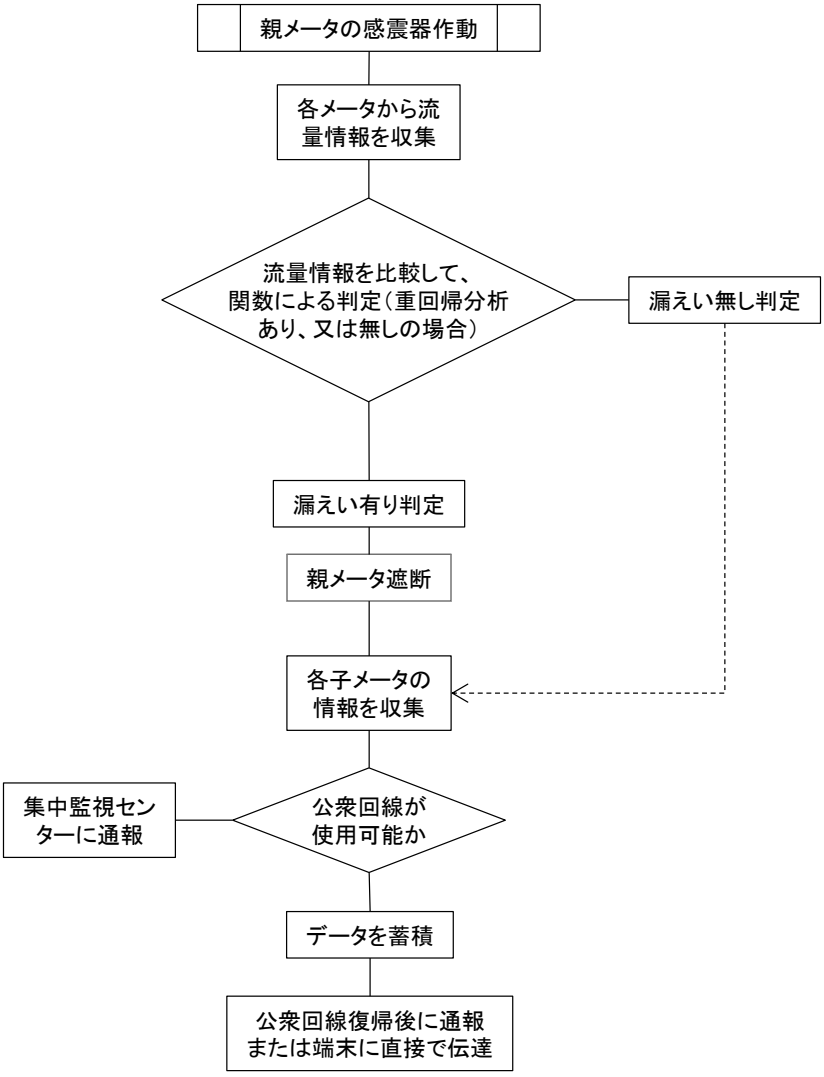



図 6.1.5　漏えい判定プログラム

【復帰安全プログラム】

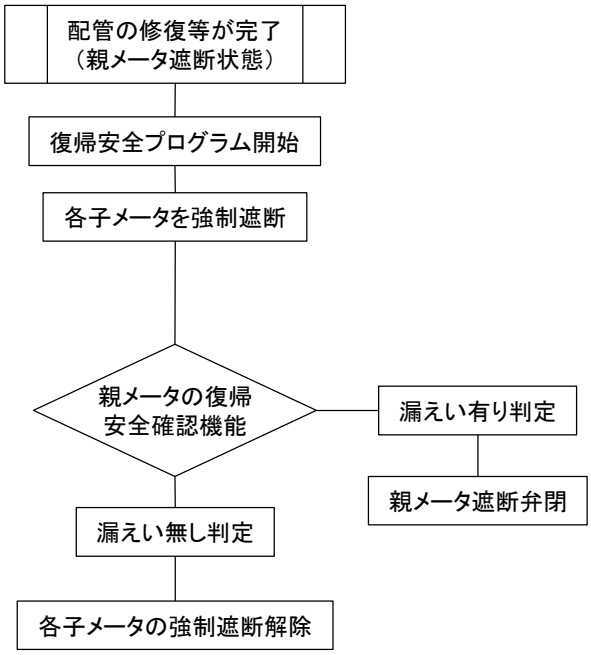



図 6.1.6　復帰安全プログラム

ロ）検証の実施及び取りまとめ

検証計画に従い検証を行い、検証結果をとりまとめる。

（主なとりまとめ項目）

- 漏えい判定精度
  判定可能漏えい量（L/h）の確認

- 漏えい判定に要する時間
  判定時間（s）の確認

- プログラムの動作順序
  保安確保のためのプログラムの各処理の順序の確認

２）集合供給設備災害対策の先進取組動向の調査

将来予期されている大規模な災害（首都直下型地震、東海地震、東南海地震など）に向けた各ＬＰガス関係者の先進的な取組に関する情報を収集して取りまとめることにより、新たな保安システムの提言する際の参考とする。

①調査計画の作成等

調査計画として、以下の調査項目を対象とした訪問調査を実施する。

（主な調査項目）

（ア）災害発生時の集合住宅に関する供給管異常検知手法

集合住宅の供給管は一般住宅に比べて配管長が長い。大規模な災害が発生した場合、一般住宅に比べ集合住宅の供給管部分のガス漏れ等の異常検知は困難となる。これらに対応するための手法や工夫あるいは機器に関する情報を収集する。

（イ）保安情報収集手段

東日本大震災の際には交通や通信などの分断が発生した。大規模災害が発生した際に、ＬＰガス事業者がＬＰガス顧客の保安情報を収集する手段に関する取組について情報を収集する。

（ウ）ガス供給再開時保安確認手法等

大規模災害発生後にＬＰガス供給設備を復帰する際に、二次災害を防ぐために確実かつ迅速に行われる必要がある。また、ＬＰガス事業者の復帰作業の負担の軽減も望まれている。これらの作業手法の新たな取組動向について情報を収集する。

（エ）集中監視システムの取組状況

大規模災害に備えた通信に関する将来に向けた取り組み状況について調査を行う。例えば通信技術の動向、災害時データの活用の可能性、マイコンメータ用通信インターフェースの動向等に関して情報収集を行う。

（オ）新たな保安機能の方向性

ＬＰガス配管設備の安全機器等に関して大規模災害に向けた対策の取り組み状況について情報を収集する。例えば容器周りの対策、供給管の対策、マイコンメータ以降の対策等についての取り組みについての調査を行う。

（カ）新システムに関する意見

大規模災害に備えた新たな集合住宅用保安システムに関する意見や要望、課題等について情報収集を行う。

② 調査の実施方法

調査方法は訪問調査とし、訪問調査の調査対象はＬＰガス事業者及び機器メーカ等の専門家に対して、１０件程度の調査を行う。

③ 調査結果の取りまとめ

調査によって得られた知見に基づき、ＬＰガスの集合供給設備の災害対策に関する取り組み状況について取りまとめる。取りまとめた調査結果から新たな保安システムを提

言する際の、機能や課題解決に関する参考資料とする。

3）集合供給設備遠隔監視システムの提言

次世代液化石油ガス保安システムとして、大規模災害発生時の集合供給設備の安全を確保するシステムの機能及び性能等を取りまとめた技術文書（導入支援マニュアルを含む）を取りまとめる。

◆取りまとめる主な項目

- システムの適用範囲
- システムの構成
- システムの種類
- システムの使用環境
- システムの表示機能
- システムの遮断機能
- システムの通信機能

## 6.2　調査研究の経過

(1) 擬似配管設備による検証

平成２７年７月～平成２７年１２月

(2) 検証モデルによる製作及び検証

平成２７年７月～平成２７年１２月

(3) 集合供給設備災害対策の先進取組動向の調査

平成２７年７月～平成２７年１２月

(4) 報告書の作成

平成２８年１月～平成２８年２月

## ７．調査研究の実施結果及び考察

### ７．１　集合供給設備遠隔監視技術の検証

#### 7.1.1　検証用モデルの検討

次世代液化石油ガス保安システムの実現可能性を検証するため、平成２５年度及び平成２６年度に実施した検証用モデルによる検証結果等を踏まえ、次の点に配慮しつつ、集合供給設備遠隔監視システムとして提言するモデルの仕様を検討し、その検証計画を策定した。

##### 7.1.1.0　これまでの検討内容

平成２５年度及び平成２６年度までに実施した本事業の検討内容及び主な計測結果等について示す。

（A）事業の目的

（1）東日本大震災時の事故事例

東日本大震災の際には、マイコンメーター等の保安機器が稼働し、著しい二次被害の拡大は押さえられたと報告されている。しかしながら集合住宅の供給管から漏えいした液化石油ガスを確実に検知できなかったことによる事故が発生しており、特に集合供給設備のガス漏えいの検知が課題となっている。

◎東日本大震災における福島県で発生したＬＰガスの漏えい爆発・火災の概要

- 日　　時：平成２３年３月１１日（地震発生日）１６時０２分
- 場　　所：共同住宅
- 事故内容：ＬＰガス漏えいによる爆発・火災
- 被害状況：事故発生室の隣室の住人１名が焼死
- 設備状況：５０Ｋｇ容器８本を専用収納庫に設置、転倒防止チェーンを設置していたため容器転倒なし
- 事故原因：当該住宅のうちの１室のガスメーター付近の供給管が破断、ガスが漏えいし、何らかの火花で引火、爆発に至ったものと推定されている。
- 点検・調査：震災直後は実施されていない

「東日本大震災を踏まえた今後の液化石油ガス保安の在り方について～真に災害に強いＬＰガスの確立に向けて～　平成２４年３月　総合資源エネルギー調査会高圧ガス及び火薬類保安分科会液化石油ガス部会」より抜粋

なお、上記の集合住宅については次のことが分かっている。

・共同住宅の戸数は２２戸

・供給管用のガス漏えい検知装置は設置されていた。

（B）LP ガス設備の現状

①供給設備の区分

供給設備は液化石油ガスの保安の確保及び取引の適正化に関する法律（以下、ＬＰ法）及び同施行規則（以下、規則）により以下の通りに区分されている。

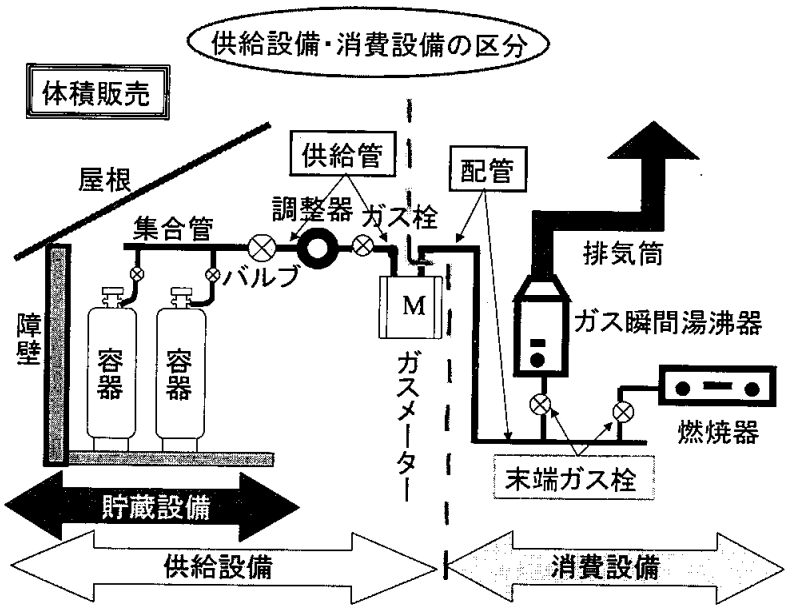



図 7.1.1　供給設備・消費設備の区分

（ＬＰ法第２条４項）

「供給設備」とは、液化石油ガス販売事業の用に供する液化石油ガスの供給のための設備（船舶内のものを除く。）及びその附属設備であって、経済産業省令で定めるものをいう。

（規則第３条）

貯蔵設備、気化装置、調整器及びガスメーター並びにこれらに準ずる設備（貯蔵設備とガスメーターの間に設けられるものに限る。）並びにこれらを接続する管（以下「供給管」という。）並びにこれらの設備に係る屋根、遮へい板及び障壁とする。

（ＬＰ法第２条５項）

「消費設備」とは液化石油ガス販売事業を行うことについて次条第 1 項の登録を受けた者が一般消費者等に販売する液化石油ガスに係る消費のための設備（供給設備に該当するもの及び船舶内のものを除く）をいう。

（規則第４４条）

→消費設備の技術上の基準について記述

②集合住宅の供給管のガス漏えい対策の現状と課題

集合住宅（集合供給設備）のガス漏えい対策については、KHKS0738（ＬＰガス設備設置基準及び取扱要領）において、「調整器からガスメータまでの供給管の漏えいを自動的に検知する装置を設置することが望ましい」としている。

「漏えいを検知する装置」には以下のものがある。

- 流量検知式切替型漏えい検知装置（KHKS0734）
- 流量検知式圧力監視型漏えい検知装置（LIA-502）

上記装置は、供給設備、埋設管等からの漏えいの有無を監視するもので、現状の設備では集団供給設備や業務用供給設備の供給管の維持管理に適している。

しかしながら、現行の集合住宅に一般的に普及している流量検知式切替型漏えい検知装置（KHKS0734）は３０日かけて微少漏洩を検知するもので、ガスの遮断は行わず、表示のみの基準になっている。従って突発的な地震による配管損傷でのガス漏えいには対応できない課題がある。

③ＬＰガス設備の地震対策

（規則第１８条第２２項）

液化石油ガスを体積により販売する場合にあっては、次のイ又はロに掲げるもの及びハに掲げるものが告示で定める方法により設置されていること。ただし、その設置場所又は一般消費者等の液化石油ガスの消費の形態に特段の事情があるとき（ロに掲げるものにあっては告示で定める場合を含む。）もしくは消費設備の所有者又は占有者からその設置の承諾を得ることができないときは、この限りでない。

ハ　器具省令別表第三に掲げる対震遮断器

集合住宅のＬＰガス設備は各戸にマイコンメータが設置されており、地震発生時の消費設備のガス漏えいには対応できている。しかし、集合住宅では一般住宅に比べてマイコンメータ上流側の供給管の距離が長くガス漏えいのリスクも高い。このため、漏えい検知装置以外の集合住宅用安全装置としては、地震対策として感震センサ及び遮断機能を有する「対震自動ガス遮断器（KHKS0714）」が考えられるが、大口径のものは電源が必要であったり、感震器が誤作動した場合の対処方法が難しいなどの理由で、専らマイコンメータが設置できない業務用設備に設置されており、集合住宅の供給管対策としては普及していない。したがって、集合住宅の供給管に対し、地震等によるガス漏えい対策は課題となっている。

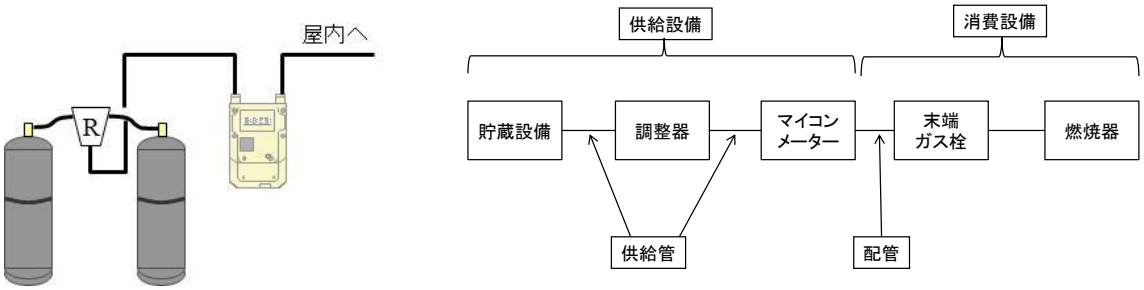



図 7.1.2　戸別供給（戸建て住宅など）の供給管

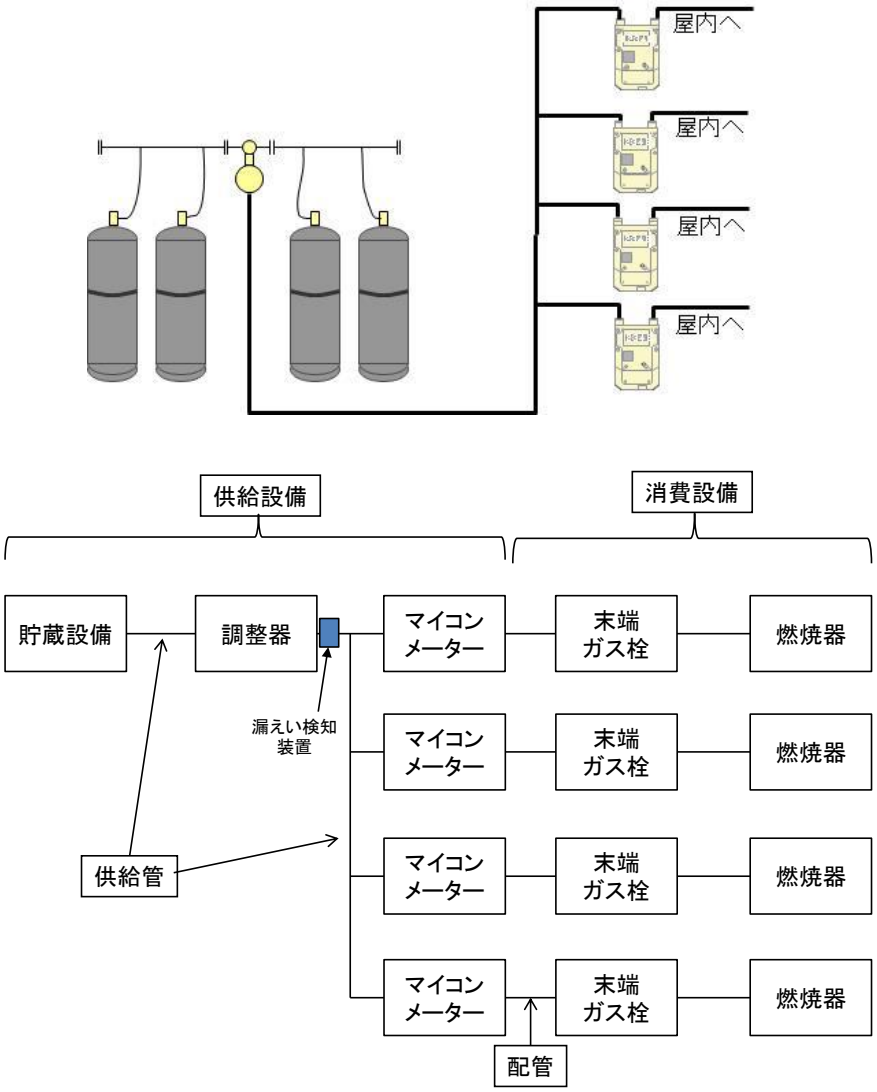



図 7.1.3　集団供給（集合住宅など）の供給管

表 7.1.1　マイコンメータ（戸別供給）と漏えい検知装置（集団供給）の比較

| | | | マイコンメータ | 漏えい検知装置 |
|---|---|---|---|---|
| 目的 | | | 消費設備：遮断<br>供給設備：ガス漏えい検知のみ | 集合住宅供給設備の供給管のガス漏えい検知 |
| 測定対象 | | | 圧力、流量 | 流量 |
| 機能 | | | | |
| | 漏えい | 検知 | ･消費設備の流量変化により検知<br>･供給管については圧力変化により微少漏えい検知 | ･集合住宅の検知装置下流の流量変化により微少漏えいを 30 日間で検知（KHKS で規定） |
| | | 遮断 | ･消費設備の漏えい(21L/h 以上の流量に応じて時間制限有り。例えば 3400L/h では即遮断)<br>･供給管はなし<br>･復帰は各消費者が行う | なし |
| | 振動 | 遮断 | ･あり（震度５以上、ガス使用中の場合に遮断）<br>･復帰は各消費者が行う | なし |
| | マイコンＥとＳの違い | | ･Ｓ：微少漏えいを 30 日で検知<br>･Ｅ：微少漏えいを 30 日以下に設定可能（３L/h 未満の検知） | 同左 |
| 集中監視システム | | | 通信インターフェース標準搭載 | 同左 |
| 規格 | | | KHKS0733（S 型）<br>KHKS0741（E・EB 型）<br>KHKS0742（S4 型）<br>KHKS0743（E4 型） | KHKS0734 |
| 備考 | | | 一般住宅と集合住宅の各戸は同じマイコンメータ | 集合住宅の供給設備に設置 |

（３）システムの目的

前述の問題点を改善するため、新たな保安システムでは、強い地震発生時に集合住宅の各戸に設置された子メータ（超音波式マイコンメータ（Ｅ型））と新たに調整器下流に設置する新たな親メータ（超音波式）の瞬間的な流量データを同時に無線通信により収集し、流量値を比較することで供給管のガス漏えいを自動的に検知することの可能性について研究する。ガス漏えいがある場合はガスを遮断して安全を確保することが可能であり、さらに、自動的にＬＰガス事業者へ通報または現場で保安情報を表示する機能を有する。

この瞬間的にガス流量を計測する機能は、現行の膜式マイコンメータ（Ｓ型）では計測原理上難しいものであり、超音波式マイコンメータ（Ｅ型）の特徴を有効活用したものであり、親メータに関しては、大型超音波式メータ（ＥＢ型）を使用することで、容量的に問題はないと考えられる。

以下に現行の集合住宅の集中監視システムと新たな保安システムの概要を示します。
また、膜式マイコンメータ（マイコンメータＳ型）と超音波式マイコンメータ（マイコンメータＥ型）の比較を示します。

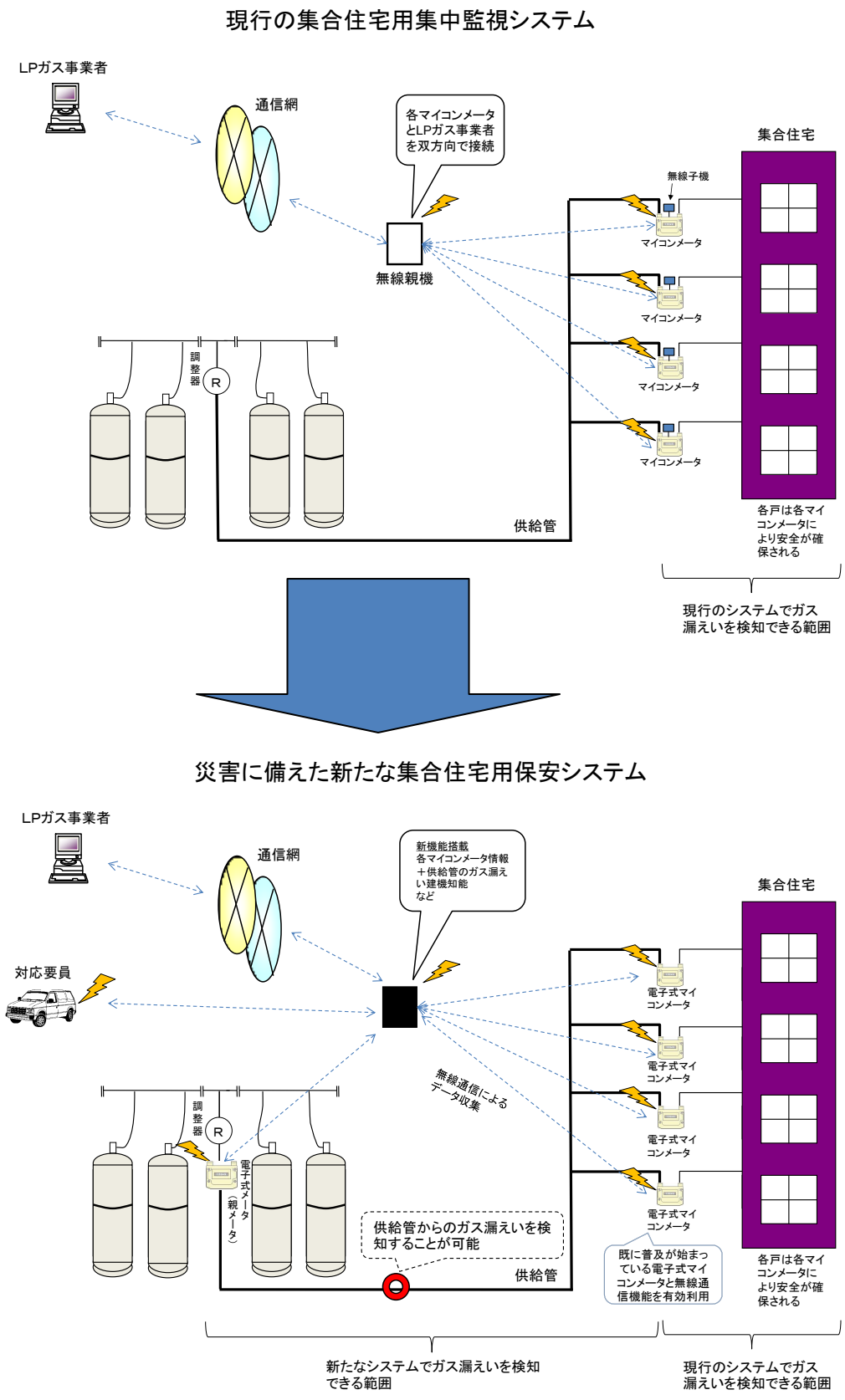



図 7.1.4　現行の集中監視システムと新たな保安システム

膜式メーターと電子式（超音波式）メーターの計測原理の違いを以下に示す。

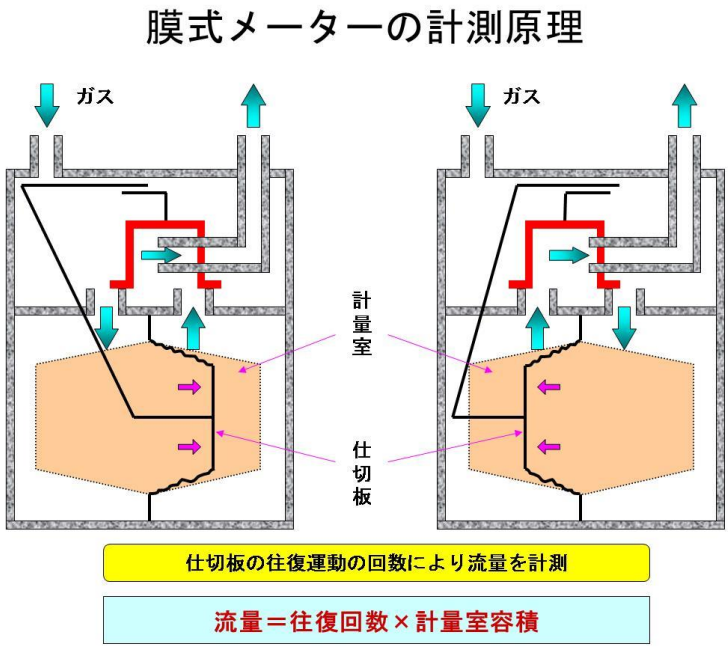



図 7.1.5　膜式メータの計測原理

膜式メータは、実体積流量を測定しているため正確ではあるが、大型メータの場合流量計測量が大きくなり微少流量の測定に時間を要する欠点もあった。また構造も複雑である。

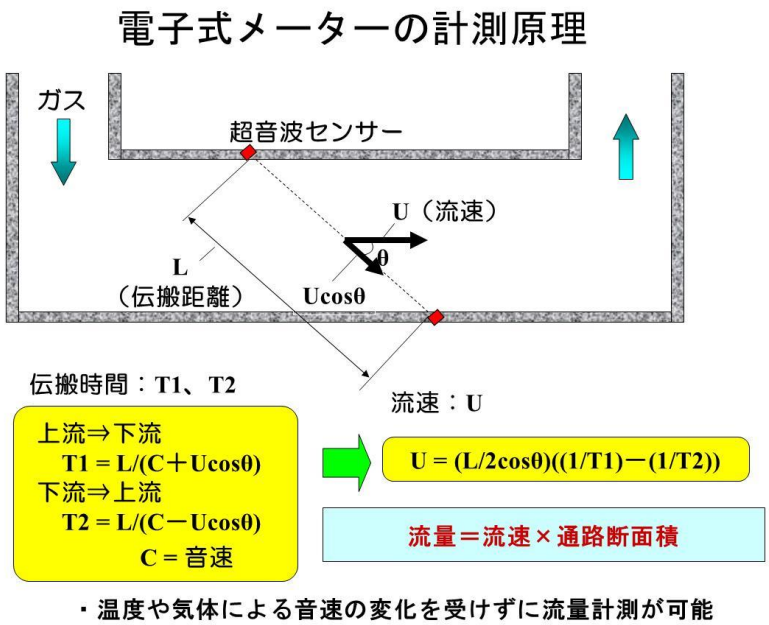



図 7.1.6　電子式（超音波式）メータの計測原理

電子式(超音波式)メータは、超音波センサによる流量（流速）の測定が容易であり微少流量の測定も短時間で可能である。構造が簡単な事から小型・軽量化を図ることが出来る。

表 8.5.2　膜式と超音波式マイコンメータの機能の比較

| | 膜式メータ | 超音波式メータ |
|---|---|---|
| 3L/h の漏洩検知時間 | ７分 | ２秒 |
| 微少漏えい検知時間 | ３０日間 | ３０日間以下 |
| 復帰安全確認時間（２１L/h 以下のガス漏えいをチェックする時間） | １分 | ２０秒 |
| リニア学習（業務用４号以上）（増加流量遮断学習） | L,M,S　３区分 | 無段階 |

（C）研究の内容

（1）研究の課題

超音波式マイコンメータは従来の膜式マイコンメータと違って、流速を瞬間的に計測することができる。この特性を利用して、同時に複数のマイコンメータの流量情報を収集し、それらを合算・比較することで供給管のガス漏えいは検知することが可能である。

この超音波式マイコンメータを利用して、親メータと複数の子メータの情報を比較して、ガス漏えいを検知する原理については、過去に検証するためのデータが計測されたことが無いため、実験によりデータ収集を行い検証を行う必要がある。

このため、高圧ガス保安協会内に集合住宅の模擬配管設備を構築し、超音波式マイコンメータの流量情報に関するデータ収集を行った。

（2）調査実施項目

超音波式マイコンメータのデータ収集を行う上で、ガス漏えい検知の原理に影響を及ぼす可能性があると考えられる以下の項目について、実験・計測を行った。

①　供給管の長さの違い

ガスが供給管を通過する際、供給管の長さが長いほど圧力損失が大きくなり、親メータと各マイコンメータの合算値を比較した場合、その差が大きくなる可能性がある。各マイコンメータで計測される瞬時流量値と供給管の長さに関するデータを収集し、ガス漏えいを検知する精度について検証を行う。

② 供給管を通過するガス流量の違い

実際の集合住宅の供給管を通過するガス流量は、各顧客のガスの使用状況により小流量から大流量まで変化する。流量域の違いが瞬時流量計測の精度に影響を及ぼすことが考えられることから、ガス流量と瞬時流量計測値の関係についてのデータを取得し、流量域の違いによるガス漏えい検知精度に関する検証を行う。

③ 子メータの数（戸数）の違い

集合住宅の戸数の数が多くなれば、各マイコンメータから収集される計測値を合算して比較した際の差異も大きくなる可能性がある。マイコンメータの数と瞬時流量計測値に関するデータを収集し、ガス漏えい検知精度への影響について検証する。

④ 漏えいの有無の違い

供給管からのガス漏えいが有る場合と無い場合のデータを収集し、各々の比較を行いガス漏洩判定の可能性について検討する。

（3）実験装置

高圧ガス保安協会に実験用模擬配管設備を設置し、各種の計測を行った。

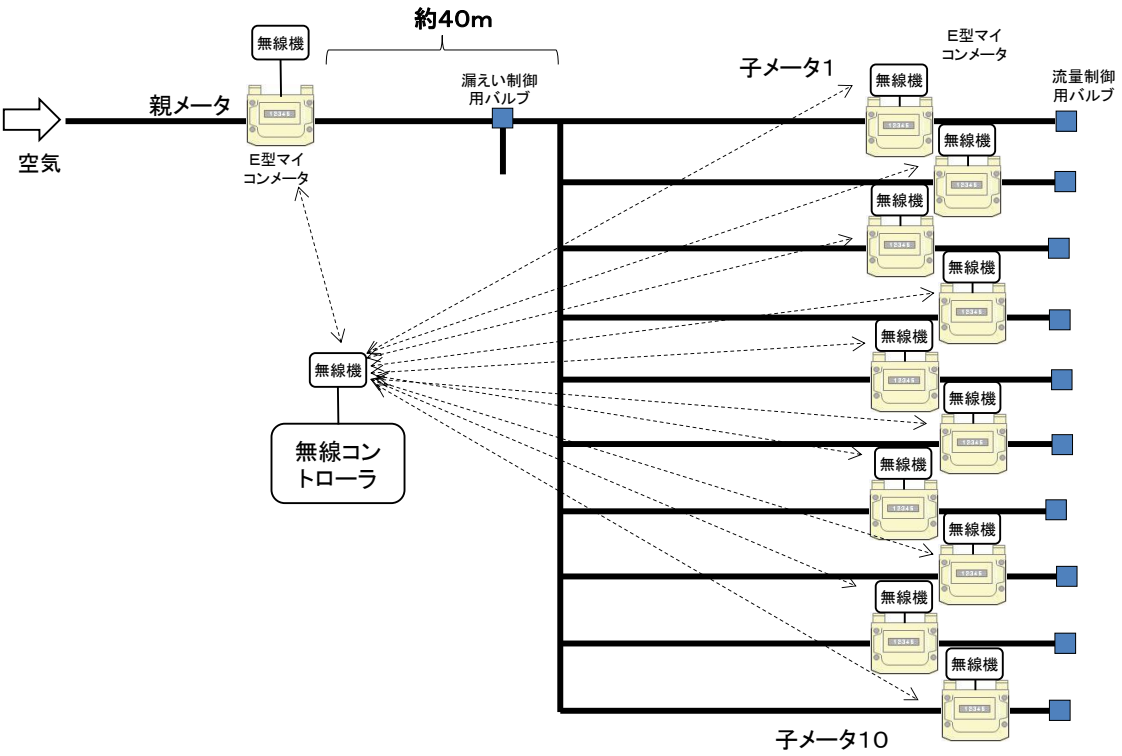



図 7.1.7　実験設備の概要

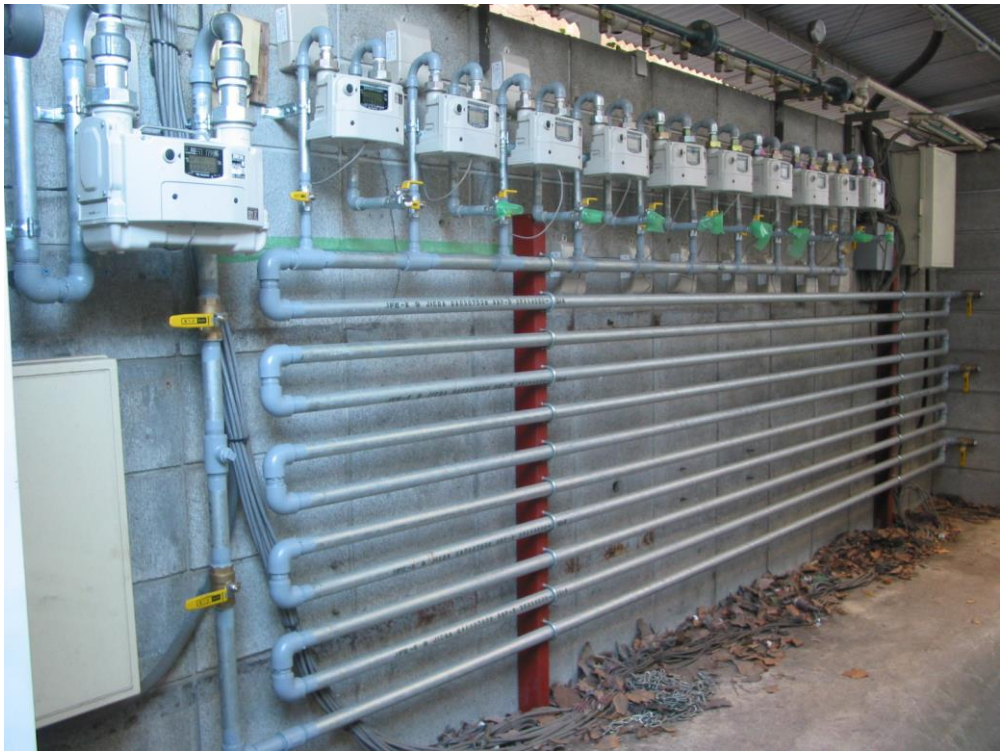


図 7.1.8　実験用配管設備

図 7.1.9　無線コントローラ

（４）実験方法

以下のケースにおいて各マイコンメータから無線通信によりデータを収集して検証を行った。

①供給管の長さの違い

供給管の長さが４０ｍと４ｍの場合のケースで測定を行った

②供給管を通過するガス流量の違い

供給管を通過するガス流量を最小２００L/h 以下から最大１００００L/h まで流して測定を行った。

③子メータの数（戸数）の違い

子メータの数が３戸と１０戸のケースで測定を行った。

④漏えいの有無の違い

ガス漏えいが有る場合と無い場合の測定を行い、それらのデータの特性を分析した。

（D）実施項目

（１）流量計測結果

①供給管の長さの違い

【計測条件】

・子メータの数：１０個

・流量：200L/h 以下から 10000L/h 程度まで各子メータの流量制御バルブの開度を変える

・配管長さ：４０m及び４m（供給管の途中をホースで短絡）

・漏えい無し

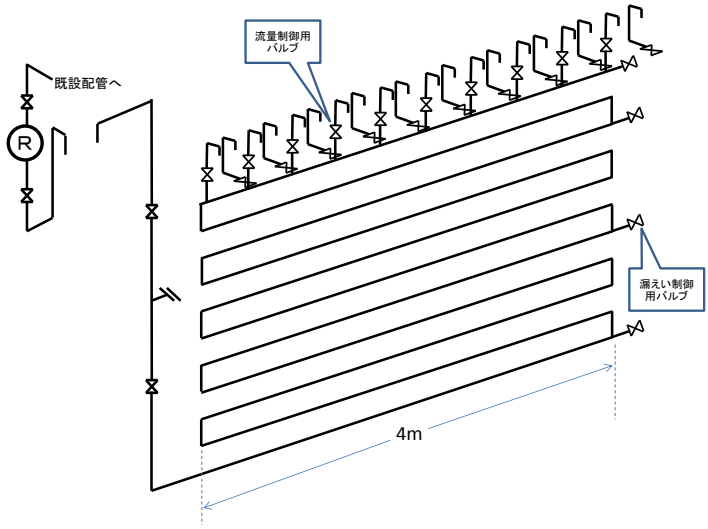



図 7.1.10　計測用配管図

【結果】

40mと４mのデータを取得した結果、配管長の違いよる流量差の特性は一致していると判断できる。（４０００L/h 以下の場合）

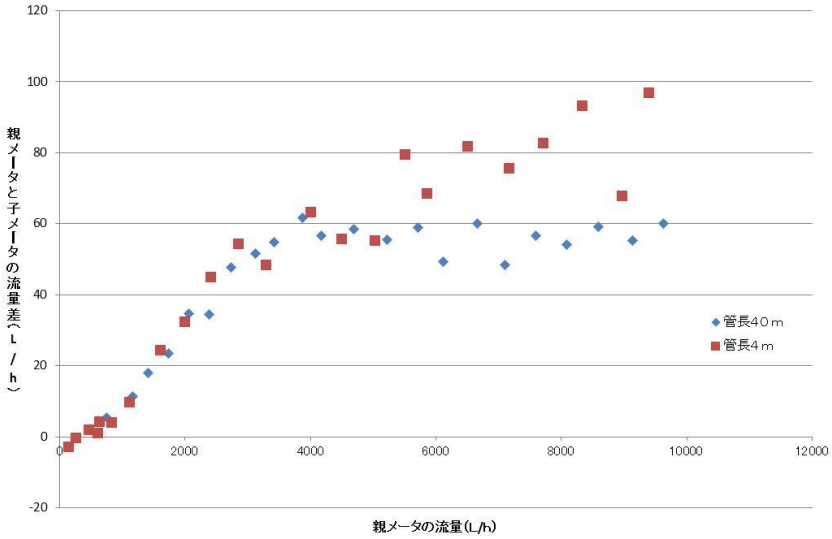



図 7.1.11　供給管の長さの違い

②供給管を通過するガス流量の違い

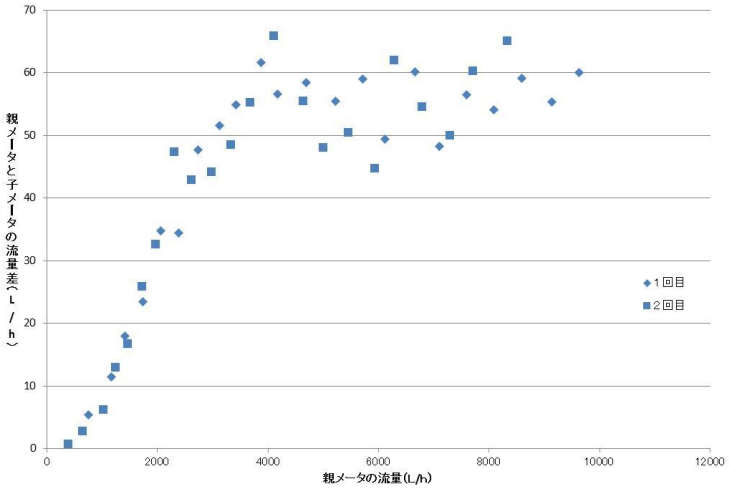
【計測条件】

・子メータの数：１０個

・流量：200L/h 以下から 10000L/h 程度まで各流量制御バルブの開度を変える

・配管長さ：４０m及び

・漏えい無し




【結果】

小流領域からと大流量域（約１００００L/h）までのデータを取得した結果、４０００L/h 付近までは親メータと子メータの流量差が流量に応じて比例的に増加する。

図 7.1.12　ガス流量の違い

③子メータの数（戸数）の違い

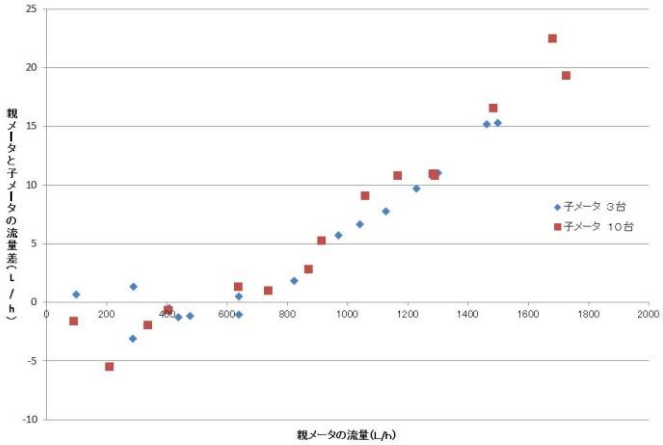
【計測条件】

・子メータの数：３戸と１０戸

・流量：100L/h 以下から 1800L/h 程度まで各メータの末端バルブの開度を変える

・配管長さ：４０m及び

・漏えい無し




【結果】

３戸と１０戸の集合住宅を想定して、データを収集した。両者の違いによる漏えい判定精度への影響は見られなかった。

図 7.1.13　子メータの数の違い

④漏れ有りの場合

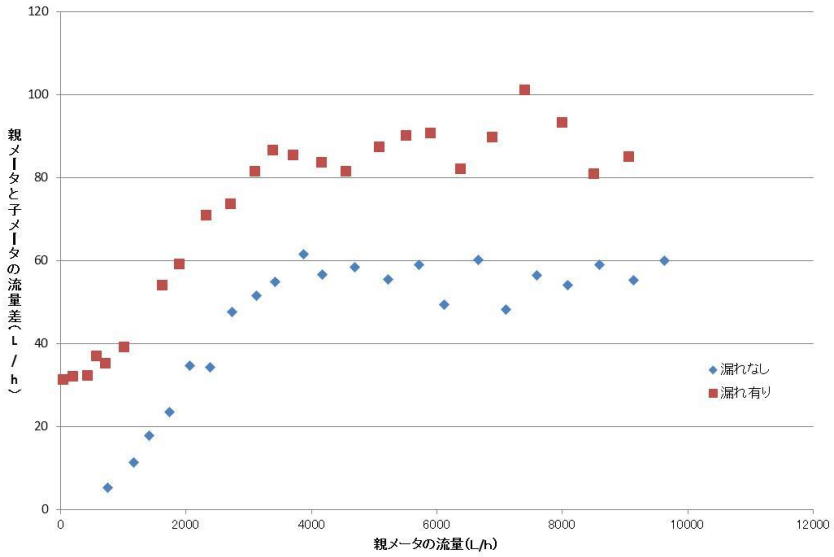
【計測条件】

・子メータの数：３戸と１０戸

・流量：100L/h 以下から 1800L/h 程度まで各流量制御バルブの開度を変える

・配管長さ：４０m及び

・漏洩有り：漏えい量２９L/h～３３L/h（平均：３２L/h）




【結果】

漏えいありの場合、漏えい量の分だけ流量特性を維持したまま移動していることが見受けられる。

図 7.1.14　漏れの有無の違い

（２）漏えい判定方法の検討

これまでに計測した漏えいが無い場合のデータ及び漏えいが有る場合のデータ（約３２L/h 以上の漏れ）をプロットした図を以下に示す。

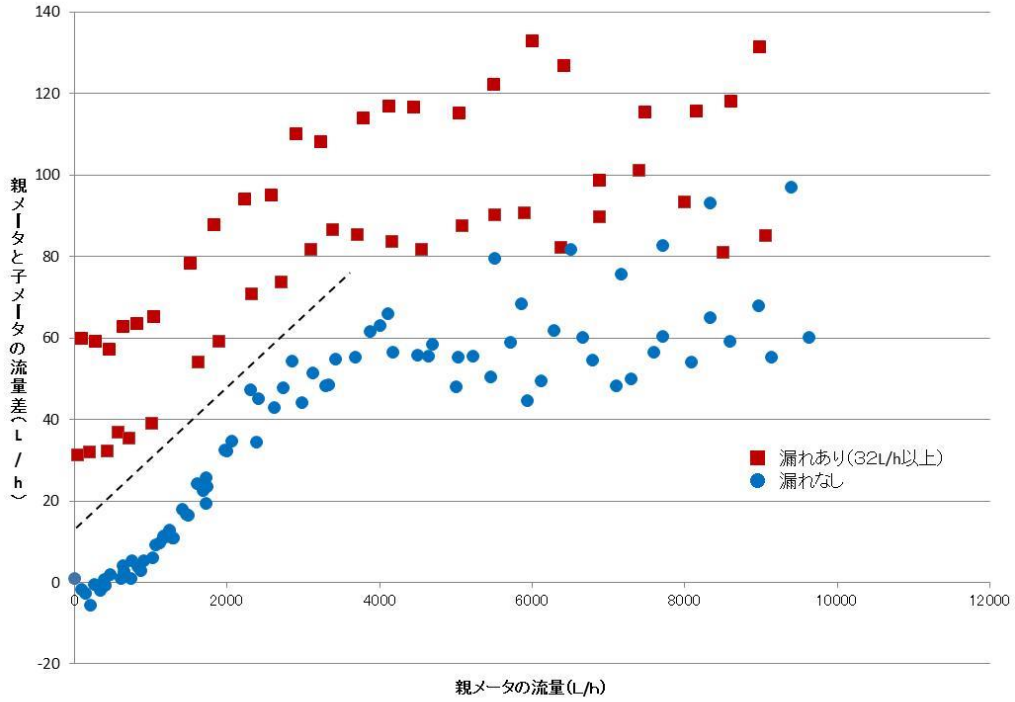



図 7.1.15　漏えい判定の検討

様々な条件（配管の長さ、ガスの流量、子メータの数、ガス漏えいの有無）におけるデータを同時にプロットして、ガス漏えいの有無に着目した場合、親メータの流量域が 4000L/h 以下の場合においては、両プロットの領域が分断されていることが見受けられる。したがって、この領域では漏えいの有無を判別できる可能性がある。

ガス漏えいが有る場合と無い場合の判定値（しきい値）を考案すると、

Y　＝0.017X　＋13　（図中の破線部）　（暫定値）

Y：流量差（判定値）

X：親メータの流量

となり、計測した流量差が Y を超えた場合に、ガス漏えい有りとの判別ができる可能性がある。

7.1.1.1　ガス漏えい検知精度の向上

7.1.1.1.1 目的及び概要

前年度では、計測した流量データに対して回帰直線を設けることで、ガス漏えいの有無の判定を行った。

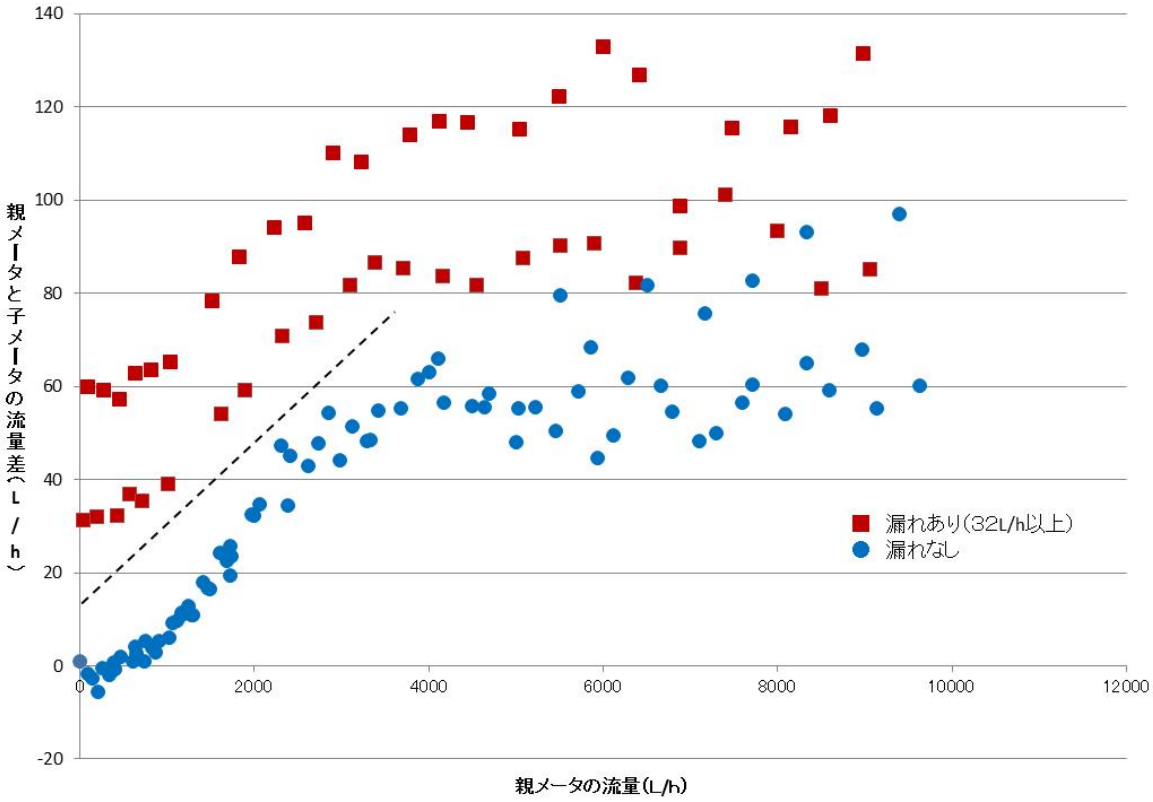



図 7.1.1.1.1　瞬時流量比較による供給管のガス漏えい検知の判定原理

供給管流量が４０００L/h 付近以下においては、流量に比例して流量差が大きくなる傾向であり、特性が安定しているように見受けられる。従ってこの区間についての回帰直線に平行な漏えい判定のための直線（図中の破線）を設けることにより、判定が可能であると考えられる。

本年度はより適切な漏えい判定を行うため、条件を変えて流量計測実験を継続し、データ数を充実させ、適切な判定値を検討する。

①供給管の長さの違い

供給管の長さは配管内の圧力等に影響を与えることから、瞬時流量計測により漏えいを検知する際の精度や計測タイミングへの影響も考えられる。供給管の長さを変更した際のデータを収集し漏えい検知精度を向上させるための検討を行う。

昨年度は供給管の長さが４０ｍのデータ収集を行い、既に取得していた４ｍのデータと比較したところ配管長の違いによる漏えい検知性能の違いは見受けられなかった。

本年度は別の条件を加えて、これらのデータ数を増やして分析を深めることで、漏えい検知精度の信頼性を高める検討を行う。

◆データ取得条件
①配管長：４０m、２６．５m、６．５m
②漏えいの有り、または無しの場合
③流量：最大１００００L/h 程度
④子メータの数：１０

②供給管を通過するガス流量の違い

実際の集合住宅の供給管を通過するガス流量は、顧客のガスの使用状況により小流量から大流量まで変化する。このため、瞬時流量計測の精度に影響を及ぼすことが考えられることから、ガス流量と計測精度等に関すデータを取得する。

昨年度は最大１００００L/h 程度のガス流量までのデータ収集を行ったが、本年度はこれらのデータ数を増やして分析を深めることで、漏えい検知精度の信頼性を高める検討を行う。

◆データ取得条件
①配管長：４０m
②漏えいの有り、または無しの場合
③流量：最大１００００L/h 程度
④子メータの数：１０

③ガスの種類に関する計測

これまでの検証試験は空気を使って実施してきたが、検証における一つの条件として､実際のＬＰガスあるいはＬＰガスと同等の比重のガスを使って検証試験を実施し、実際のＬＰガス設備を想定した検証を行った。

◆データ取得条件
①配管長：４０m
②流量：最大４０００L/h 程度
③使用したガス：アルゴン Ar

表 7.1.1.1　ガスの比重

| | 分子量<br>（原子量） | 密度<br>(kg/m³,0℃,1atm) | 比重 |
|---|---|---|---|
| 空気 | 28.97 | 1.29 | 1 |
| プロパン $C_3H_8$ | 44.1 | 2.02 | 1.56 |
| 炭酸ガス $CO_2$ | 44.01 | 1.97 | 1.52 |
| アルゴン Ar | 39.9 | 1.78 | 1.38 |

④親メータの容量の違い

親メータの容量は１６号(最大流量 16 ㎥/h)を使用してデータ収集を実施してきた。親メータの容量の違いと流量比較の関係に関するデータ収集を実施し、検証を行った。

◆データ取得条件

①親メータの容量：１０号（最大流量 10 ㎥/h）

①配管長：４０ｍ

②流量：最大１００００L/h 程度

③漏えい無し又は有りの場合

④子メータの数：１０

7.1.1.1.2 実験設備

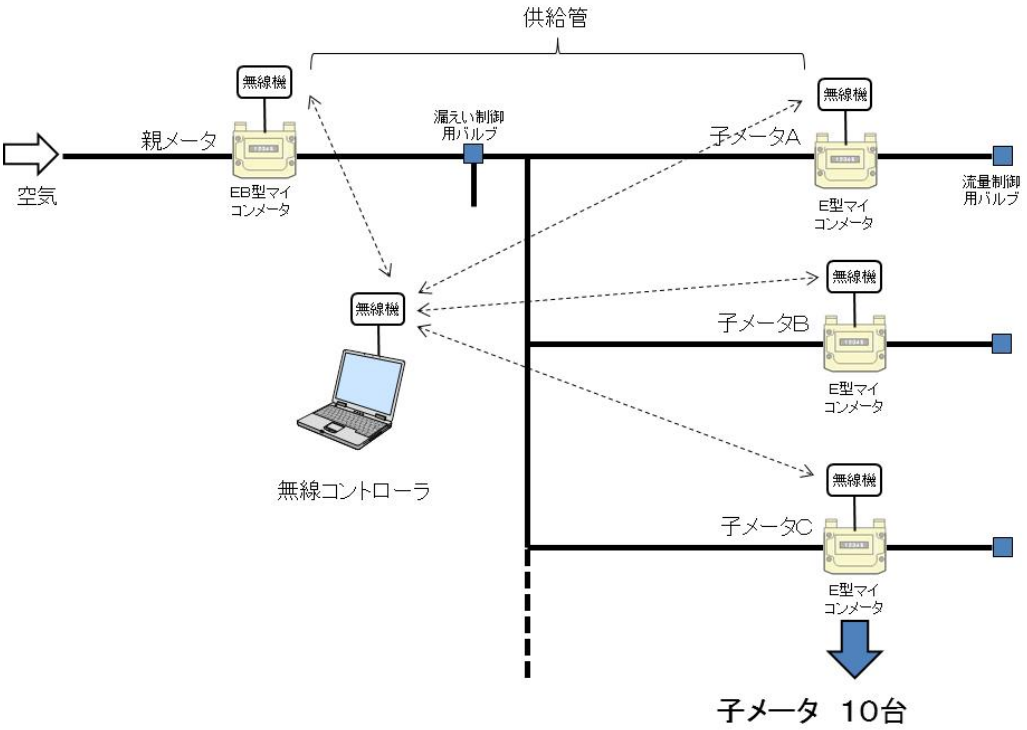



図 7.1.1.1.2.1　実験設備の概要

図 7.1.1.1.2.2　配管状況

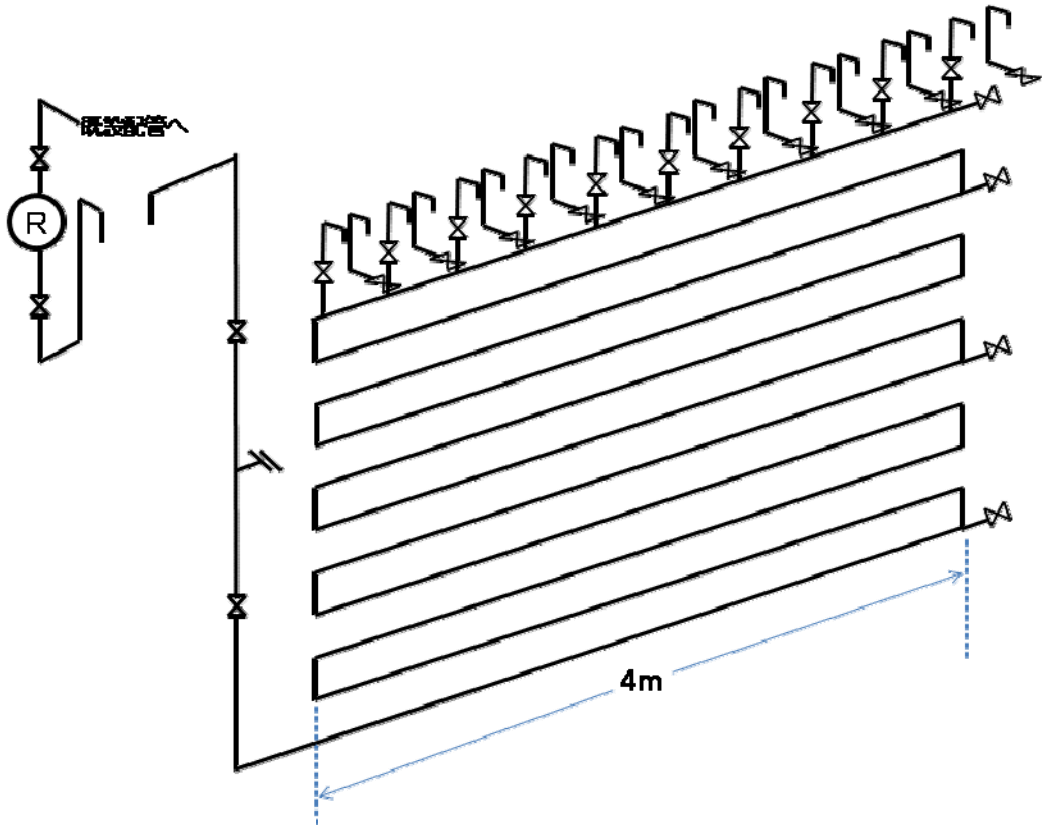



図 7.1.1.1.2.3　配管概略図

図 7.1.1.1.2.4　調整器（30kg 型）

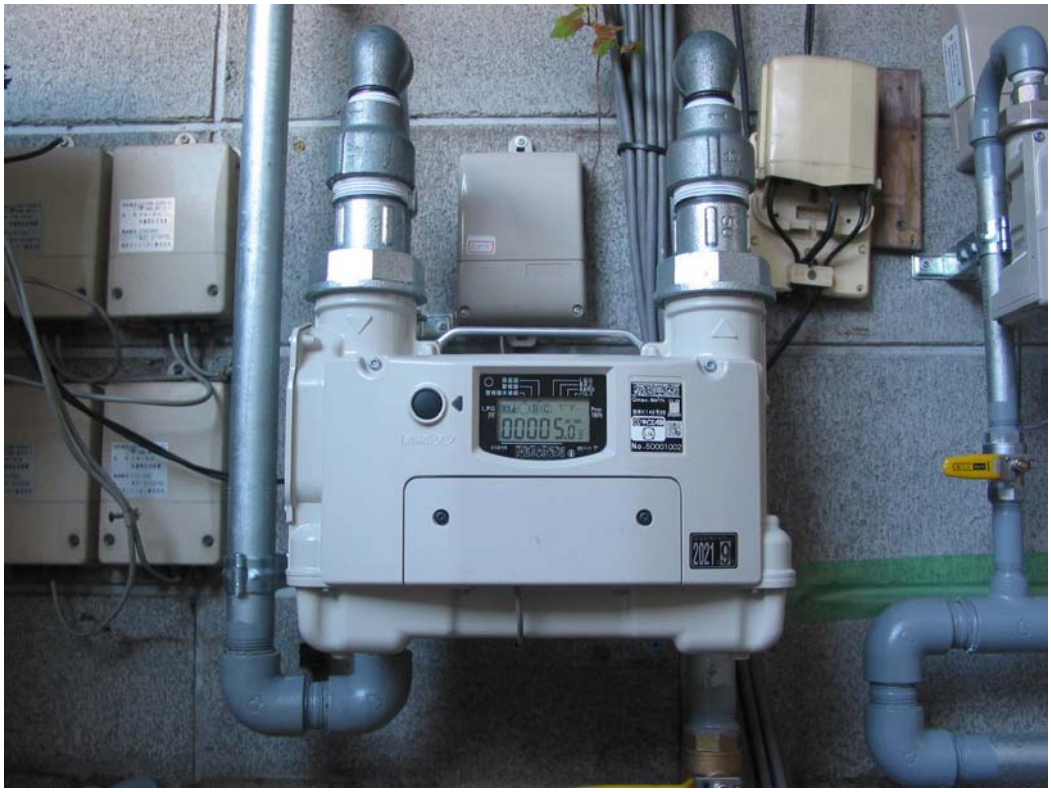


図 7.1.1.1.2.5　親メータ（１６号型）

図 7.1.1.1.2.6　無線コントローラ

7.1.1.1.3 測定結果

（１）供給管の長さの違い、および供給管を通過するガス流量の違いに関する計測

各マイコンメータの下流にあるバルブの開度を変えることで供給管の流量を変更し、無線コントローラにより無線通信を使って各メータ（親メータ１台、子メータ１０台）から瞬時流量データを小流量から大流量まで段階的に収集した。計測結果を表１に示す。また、グラフを図１～図４に示す。（計測実施時気温３１℃）なお、無線通信により各メータから情報収集に要する時間は約７０秒程度であった。

①計測流量域が 10000L/h 程度までの場合（条件：配管長４０m、子メータ１０台）

計測結果を表 7.1.1.1.3.1 および図 7.1.1.1.3.1～7.1.1.1.3.2 に示す。

表7.1.1.1.3.1　計測結果

| No. | 親メータ流量(L/h) | 子メータ1流量(L/h) | 子メータ2流量(L/h) | 子メータ3流量(L/h) | 子メータ4流量(L/h) | 子メータ5流量(L/h) | 子メータ6流量(L/h) | 子メータ7流量(L/h) | 子メータ8流量(L/h) | 子メータ9流量(L/h) | 子メータ10流量(L/h) | 子メータ計流量(L/h) | 親－子流量(L/h) | 差(%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 220.91 | 61.174 | 59.169 | 103.708 | 0.356 | 0.133 | 0.05 | 0.421 | 0.079 | −0.187 | 0.064 | 224.967 | −4.057 | −1.83649 |
| 2 | 461.163 | 58.723 | 58.381 | 100.371 | 32.976 | 97.203 | 116.917 | 0 | 0.385 | −0.23 | −0.039 | 464.687 | −3.524 | −0.76415 |
| 3 | 639.201 | 58.19 | 57.909 | 99.525 | 32.392 | 96.084 | 115.876 | 89.874 | 29.239 | 66.042 | 0.108 | 645.239 | −6.038 | −0.94462 |
| 4 | 982.62 | 57.668 | 230.256 | 99.136 | 133.603 | 95.623 | 115.275 | 89.611 | 29.048 | 64.922 | 69.267 | 994.409 | −1.789 | −0.18206 |
| 5 | 1335.567 | 160.243 | 228.394 | 98.211 | 132.04 | 95.792 | 113.882 | 88.711 | 28.915 | 161.193 | 229.24 | 1336.621 | −1.054 | −0.07892 |
| 6 | 1681.056 | 159.332 | 226.749 | 97.178 | 130.96 | 186.602 | 112.874 | 197.211 | 175.921 | 159.224 | 226.839 | 1672.89 | 8.166 | 0.485766 |
| 7 | 2256.012 | 156.132 | 223.383 | 259.876 | 355.953 | 184.024 | 308.304 | 193.55 | 170.204 | 155.998 | 223.837 | 2231.261 | 24.751 | 1.097113 |
| 8 | 3005.74 | 335.278 | 223.83 | 258.541 | 355.748 | 184.982 | 307.929 | 193.816 | 414.921 | 478.958 | 224.024 | 2978.027 | 27.713 | 0.922003 |
| 9 | 3600.612 | 331.599 | 396.417 | 255.844 | 351.691 | 378.424 | 304.419 | 454.813 | 406.821 | 471.769 | 221.32 | 3573.117 | 27.495 | 0.76362 |
| 10 | 4071.675 | 456.39 | 392.522 | 254.282 | 350.017 | 376.718 | 464.115 | 453.362 | 404.355 | 468.705 | 417.412 | 4037.878 | 33.797 | 0.830052 |
| 11 | 4601.462 | 449.492 | 386.323 | 408.416 | 527.187 | 616.532 | 454.91 | 447.048 | 397.278 | 461.577 | 410.457 | 4559.22 | 42.242 | 0.918013 |
| 12 | 5144.893 | 442.054 | 525.927 | 675.367 | 519.109 | 607.266 | 448.934 | 440.866 | 611.308 | 453.394 | 403.621 | 5127.846 | 17.047 | 0.331338 |
| 13 | 5762.052 | 591.724 | 513.223 | 657.079 | 509.191 | 594.568 | 661.777 | 760.831 | 598.204 | 444.405 | 396.435 | 5727.437 | 34.615 | 0.600741 |
| 14 | 6424.297 | 590.518 | 509.004 | 650.34 | 698.972 | 588.16 | 657.608 | 751.212 | 592.246 | 765.37 | 590.904 | 6394.334 | 29.963 | 0.466401 |
| 15 | 6862.586 | 722.286 | 711.097 | 635.673 | 682.599 | 811.371 | 641.728 | 733.878 | 578.667 | 748.368 | 577.922 | 6843.589 | 18.997 | 0.27682 |
| 16 | 7355.743 | 709.549 | 696.794 | 798.541 | 670.017 | 792.05 | 627.933 | 718.419 | 800.978 | 733.237 | 779.508 | 7327.026 | 28.717 | 0.390402 |
| 17 | 7887.582 | 695.829 | 921.103 | 782.989 | 875.019 | 782.193 | 840.25 | 707.184 | 784.249 | 720.673 | 768.668 | 7878.157 | 9.425 | 0.119492 |
| 18 | 8447.94 | 910.94 | 894.337 | 756.511 | 848.239 | 754.416 | 813.913 | 919.893 | 759.888 | 1038.531 | 742.95 | 8439.618 | 8.322 | 0.098509 |
| 19 | 9244.198 | 895.197 | 881.755 | 1022.079 | 836.042 | 1091.62 | 799.693 | 916.671 | 749.7 | 1021.921 | 1030.892 | 9245.57 | −1.372 | −0.01484 |
| 20 | 9742.964 | 860.814 | 841.813 | 975.394 | 1078.606 | 1051.041 | 991.429 | 878.054 | 1111.446 | 982.836 | 988.61 | 9760.043 | −17.079 | −0.1753 |
| 21 | 10181.03 | 1059.634 | 1150.686 | 928.083 | 1021.19 | 996.454 | 941.065 | 1174.536 | 1053.972 | 932.803 | 940.719 | 10199.14 | −18.112 | −0.1779 |

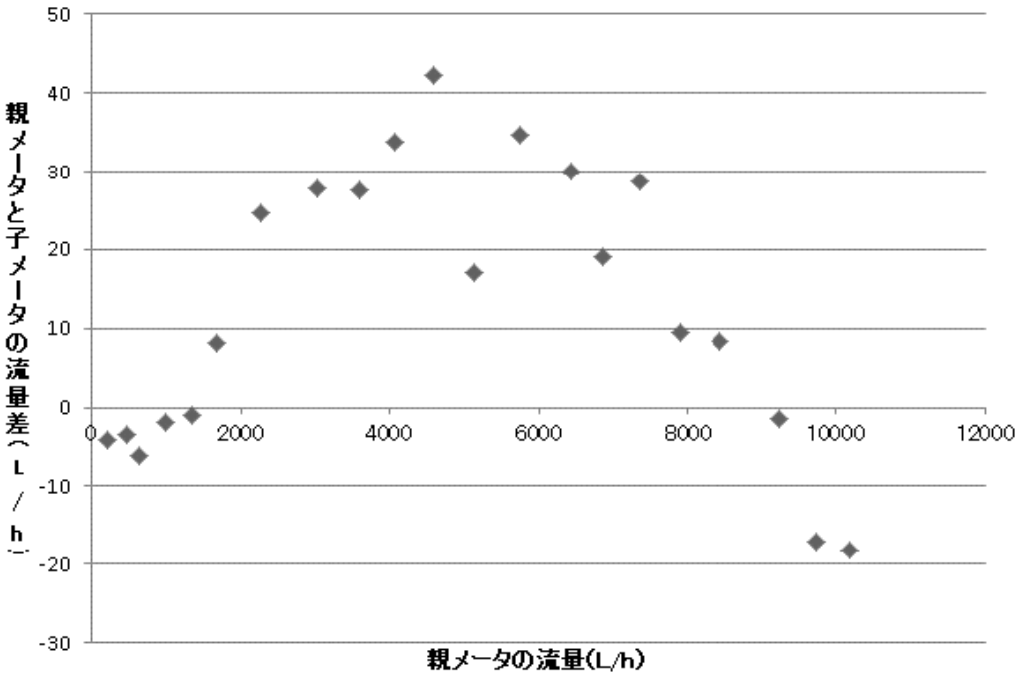



図 7.1.1.1.3.1　親メータ流量と流量差（L/h）

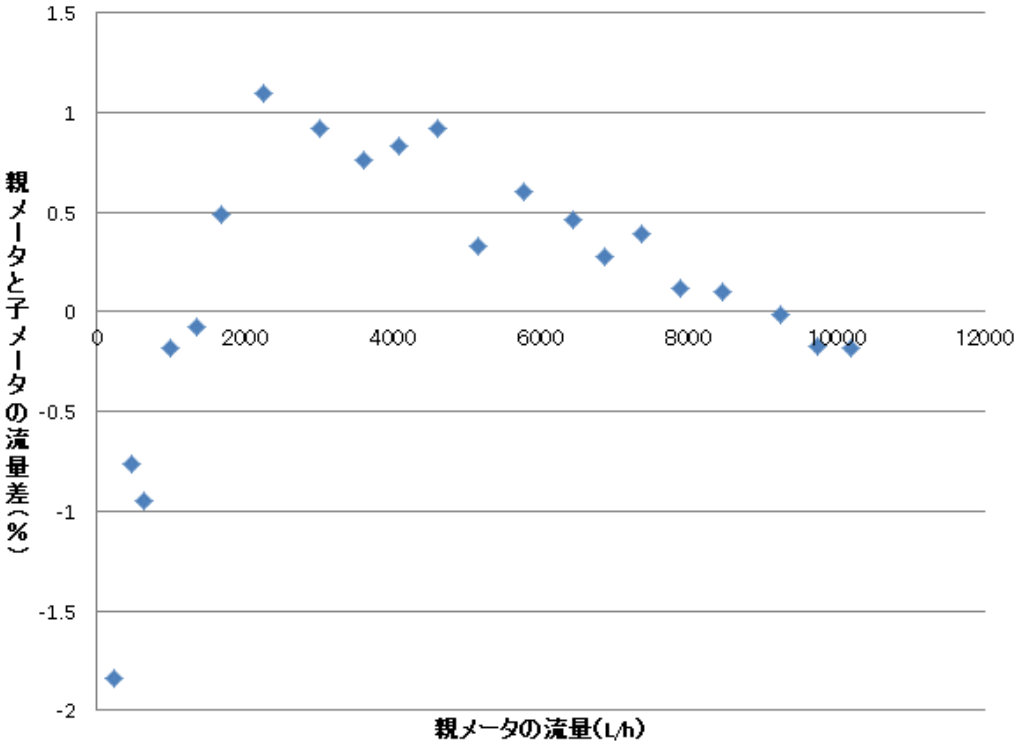



図 7.1.1.1.3.2　親メータ流量と流量差割合（%）

②配管長２６．５m（条件：子メータ１０台、漏れなし、気温３１℃）

供給管の配管を短絡させて配管長を４０mから２６．５mに変更して、計測を行った。

計測結果を表 7.1.1.1.3.2 及び図 7.1.1.1.3.3～7.1.1.1.3.4 に示す。

表7.1.1.1.3.2　計測結果

| No. | 親メータ流量(L/h) | 子メータ1流量(L/h) | 子メータ2流量(L/h) | 子メータ3流量(L/h) | 子メータ4流量(L/h) | 子メータ5流量(L/h) | 子メータ6流量(L/h) | 子メータ7流量(L/h) | 子メータ8流量(L/h) | 子メータ9流量(L/h) | 子メータ10流量(L/h) | 子メータ計流量(L/h) | 親—子流量(L/h) | 差(%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 161.859 | −0.158 | 77.338 | 88.419 | 0.064 | 0.093 | 0.05 | 0.01 | −0.025 | −0.158 | 0.104 | 165.737 | −3.878 | −2.39591 |
| 2 | 244.821 | 0.075 | 76.413 | 87.17 | −0.313 | 23.054 | 60.922 | 0.039 | 0.05 | −0.133 | −0.158 | 247.119 | −2.298 | −0.93864 |
| 3 | 445.993 | 0.05 | 75.495 | 86.371 | 0.064 | 21.405 | 58.104 | 84.052 | 35.064 | 91.378 | 0.104 | 452.087 | −6.094 | −1.36639 |
| 4 | 724.86 | 114.393 | 74.901 | 85.37 | 123.624 | 20.757 | 56.739 | 80.481 | 32.241 | 87.181 | 50.086 | 725.773 | −0.913 | −0.12596 |
| 5 | 1191.866 | 113.583 | 74.494 | 84.873 | 124.318 | 104.936 | 296.56 | 80.139 | 178.822 | 86.025 | 48.351 | 1192.101 | −0.235 | −0.01972 |
| 6 | 1491.04 | 112.06 | 134.931 | 84.387 | 123.415 | 103.507 | 292.309 | 225.414 | 175.248 | 84.661 | 142.689 | 1478.621 | 12.419 | 0.832909 |
| 7 | 2104.92 | 111.297 | 133.808 | 244.836 | 122.961 | 315.91 | 289.807 | 221.59 | 173.282 | 317.505 | 140.547 | 2071.543 | 33.377 | 1.585666 |
| 8 | 2636.589 | 265.572 | 277.84 | 240.966 | 379.368 | 311.27 | 285.775 | 219.304 | 170.866 | 310.334 | 139.233 | 2600.528 | 36.061 | 1.367714 |
| 9 | 3192.678 | 269.794 | 279.608 | 243.903 | 385.57 | 315.212 | 288.723 | 350.978 | 409.114 | 312.93 | 299.854 | 3155.686 | 36.992 | 1.158651 |
| 10 | 3683.523 | 380.275 | 483.048 | 439.009 | 380.26 | 311.086 | 285.102 | 345.193 | 401.13 | 308.397 | 294.476 | 3627.976 | 55.547 | 1.507986 |
| 11 | 4149.403 | 371.912 | 473.958 | 427.464 | 371.721 | 303.71 | 444.693 | 338.083 | 391.644 | 542.059 | 437.601 | 4102.845 | 46.558 | 1.122041 |
| 12 | 4783.766 | 529.837 | 474.692 | 428.151 | 373.266 | 507.412 | 446.745 | 599.472 | 392.097 | 542.919 | 437.763 | 4732.354 | 51.412 | 1.074718 |
| 13 | 5303.178 | 519.973 | 465.717 | 620.514 | 553.759 | 497.088 | 435.938 | 585.792 | 621.424 | 530.319 | 429.811 | 5260.335 | 42.843 | 0.807874 |
| 14 | 5742.586 | 508.46 | 635.086 | 605.055 | 541.702 | 484.426 | 607.73 | 573.087 | 603.309 | 517.809 | 626.67 | 5703.334 | 39.252 | 0.683525 |
| 15 | 6328.699 | 675.597 | 628.315 | 600.238 | 536.886 | 694.782 | 604.069 | 567.118 | 596.718 | 764.413 | 619.25 | 6287.386 | 41.313 | 0.652788 |
| 16 | 6872.529 | 659.221 | 611.434 | 582.843 | 653.911 | 677.142 | 586.681 | 805.604 | 891.666 | 743.151 | 603.453 | 6815.106 | 57.423 | 0.835544 |
| 17 | 7580.26 | 655.606 | 610.704 | 778.464 | 649.134 | 670.32 | 835.776 | 795.999 | 883.321 | 735.217 | 911.185 | 7525.726 | 54.534 | 0.719421 |
| 18 | 8044.704 | 843.793 | 911.156 | 746.758 | 868.32 | 645.76 | 804.812 | 766.008 | 850.273 | 708.537 | 877.381 | 8022.798 | 21.906 | 0.272303 |
| 19 | 8586.295 | 820.112 | 881.078 | 917.024 | 840.952 | 884.541 | 776.246 | 739.609 | 822.643 | 1032.555 | 852.35 | 8567.11 | 19.185 | 0.223437 |
| 20 | 9104.742 | 986.302 | 852.75 | 888.008 | 815.011 | 858.88 | 1003.582 | 1038.546 | 798.102 | 1001.131 | 822.394 | 9064.706 | 40.036 | 0.439727 |
| 21 | 9793.742 | 952.866 | 826.671 | 861.57 | 981.36 | 829.389 | 967.59 | 1003.806 | 1194.681 | 966.344 | 1151.622 | 9735.899 | 57.843 | 0.590612 |
| 22 | 10232.31 | 924.739 | 995.893 | 1121.846 | 948.877 | 1109.458 | 936.32 | 971.708 | 1150.617 | 934.844 | 1108.803 | 10203.11 | 29.2 | 0.285371 |

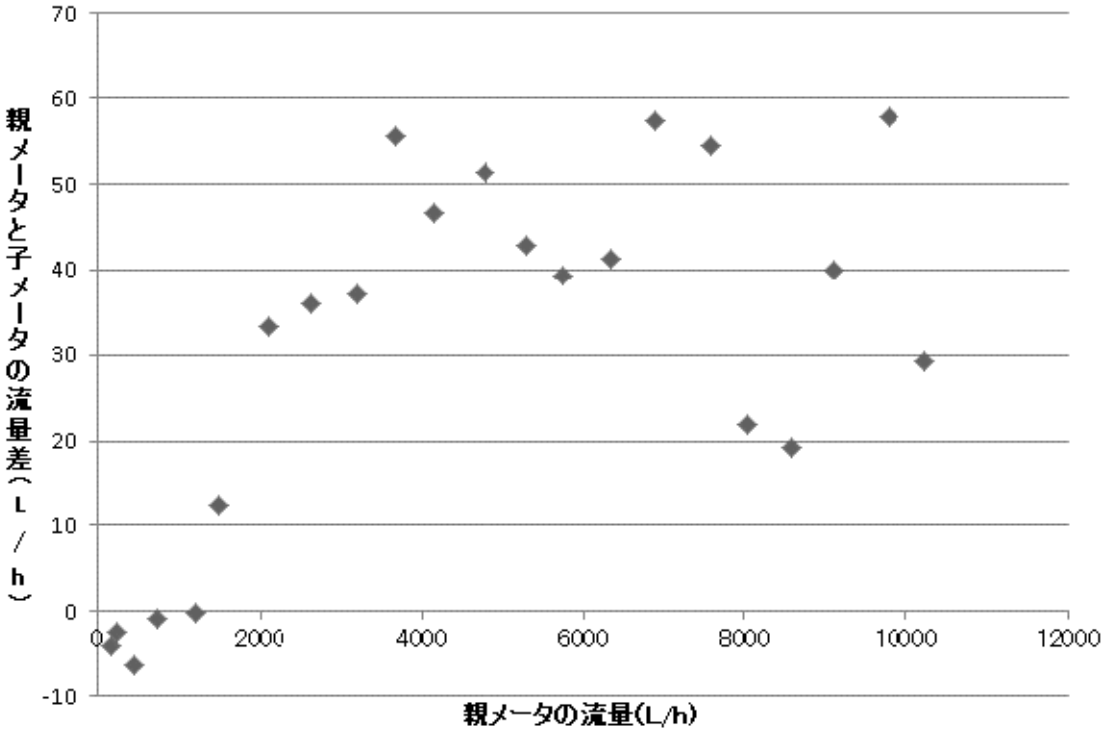



図 7.1.1.1.3.3　親メータ流量と流量差（L/h）

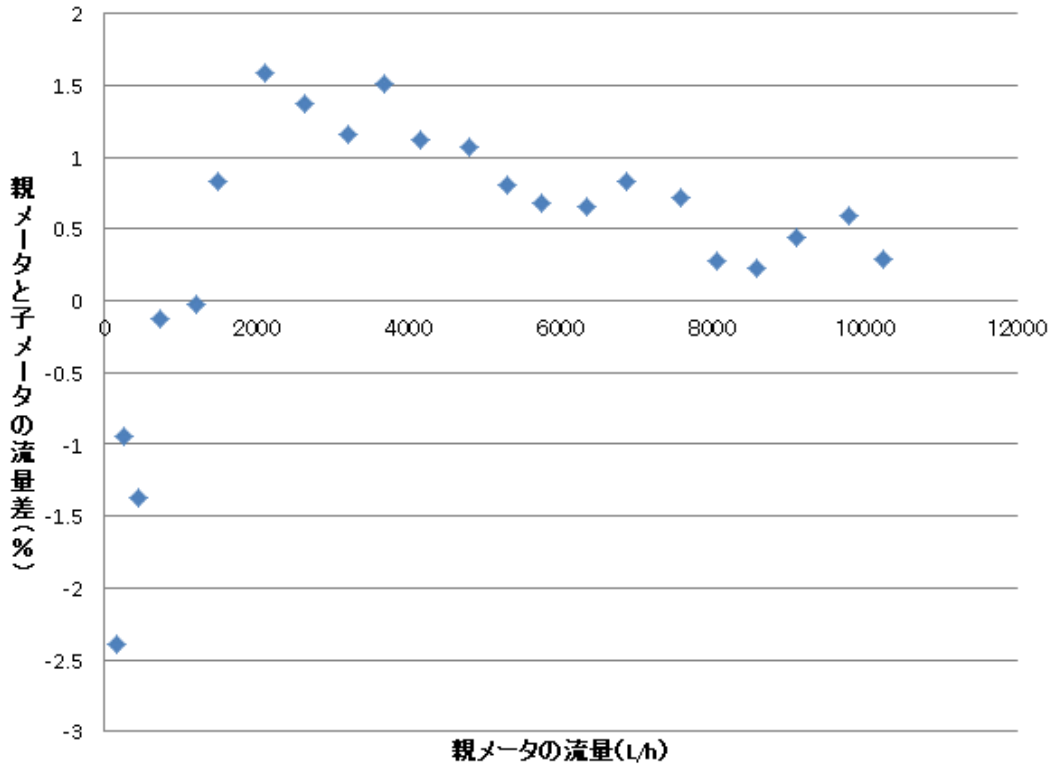



図 7.1.1.1.3.4　親メータ流量と流量差割合（%）

③配管長６．５ｍ（条件：子メータ１０台、漏れなし、気温３５℃）

供給管の配管を短絡させて配管長を４０ｍから６．５ｍに変更して、計測を行った。

計測結果を表 7.1.1.1.3.3 及び図 7.1.1.1.3.5～7.1.1.1.3.6 に示す。

表7.1.1.1.3.3 計測結果

| No. | 親メータ流量(L/h) | 子メータ1流量(L/h) | 子メータ2流量(L/h) | 子メータ3流量(L/h) | 子メータ4流量(L/h) | 子メータ5流量(L/h) | 子メータ6流量(L/h) | 子メータ7流量(L/h) | 子メータ8流量(L/h) | 子メータ9流量(L/h) | 子メータ10流量(L/h) | 子メータ計流量(L/h) | 親－子流量(L/h) | 差(%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 151.473 | 0.104 | 0.187 | 0.036 | 0.226 | 0.162 | −0.162 | 0.162 | 28.882 | 108.151 | 15.861 | 153.609 | −2.136 | −1.41015 |
| 2 | 364.28 | −0.255 | −0.226 | −0.064 | −0.187 | 58.489 | 115.819 | 44.553 | 27.435 | 106.275 | 14.166 | 366.005 | −1.725 | −0.47354 |
| 3 | 650.671 | 0 | 38.516 | 208.303 | 58.172 | 54.691 | 111.963 | 41.5 | 26.568 | 103.888 | 13.597 | 657.198 | −6.527 | −1.00312 |
| 4 | 1047.484 | 86.533 | 210.114 | 204.526 | 54.151 | 53.28 | 110.034 | 40.579 | 173.606 | 102.79 | 13.255 | 1048.868 | −1.384 | −0.13213 |
| 5 | 1401.746 | 82.069 | 206.949 | 202.669 | 190.4 | 212.922 | 109.159 | 109.756 | 168.973 | 101.811 | 12.636 | 1397.344 | 4.402 | 0.314037 |
| 6 | 1719.662 | 212.666 | 205.21 | 201.196 | 188.982 | 210.114 | 210.704 | 108.194 | 168.26 | 101.314 | 100.814 | 1707.454 | 12.208 | 0.709907 |
| 7 | 2260.029 | 211.446 | 202.939 | 200.048 | 187.513 | 208.31 | 208.047 | 242.197 | 166.73 | 301.017 | 311.32 | 2239.567 | 20.462 | 0.905387 |
| 8 | 2874.236 | 209.995 | 201.816 | 352.08 | 429.228 | 206.784 | 206.719 | 239.684 | 391.212 | 296.946 | 307.432 | 2841.896 | 32.34 | 1.125169 |
| 9 | 3347.42 | 336.153 | 361.969 | 350.568 | 430.102 | 206.229 | 396.19 | 239.112 | 387.691 | 295.682 | 306.115 | 3309.811 | 37.609 | 1.123522 |
| 10 | 3872.455 | 333.082 | 358.084 | 346.453 | 427.017 | 348.778 | 391.557 | 452.581 | 383.212 | 479.894 | 303.372 | 3824.03 | 48.425 | 1.250499 |
| 11 | 4449.15 | 459.604 | 362.304 | 350.244 | 431.463 | 537.292 | 395.514 | 456.458 | 387.356 | 482.677 | 548.301 | 4411.213 | 37.937 | 0.85268 |
| 12 | 5032.036 | 452.534 | 511.977 | 576.928 | 423.05 | 528.048 | 389.271 | 449.128 | 630.334 | 474.901 | 543.189 | 4979.36 | 52.676 | 1.046813 |
| 13 | 5512.975 | 447.595 | 504.802 | 570.711 | 555.433 | 523.054 | 560.782 | 444.679 | 627.472 | 692.722 | 539.618 | 5466.868 | 46.107 | 0.836336 |
| 14 | 5970.895 | 516.484 | 718.992 | 559.339 | 544.741 | 513.111 | 550.98 | 688.478 | 614.293 | 678.798 | 529.639 | 5914.855 | 56.04 | 0.938553 |
| 15 | 6613.506 | 712.152 | 710.136 | 549.5 | 536.468 | 742.626 | 540.954 | 676.504 | 600.048 | 667.447 | 841.755 | 6577.59 | 35.916 | 0.54307 |
| 16 | 7259.414 | 704.833 | 700.272 | 751.266 | 727.495 | 734.544 | 857.872 | 674.204 | 601.362 | 667.324 | 841.982 | 7261.154 | −1.74 | −0.02397 |
| 17 | 7984.116 | 687.625 | 683.712 | 733.928 | 715.928 | 715.744 | 829.753 | 877.716 | 880.369 | 998.614 | 813.848 | 7937.237 | 46.879 | 0.587153 |
| 18 | 8584.308 | 873.45 | 950.695 | 715.568 | 700.07 | 1008.01 | 807.75 | 856.458 | 858.542 | 970.534 | 792.338 | 8533.415 | 50.893 | 0.592861 |
| 19 | 9443.066 | 880.488 | 958.446 | 918.111 | 1037.394 | 1017.403 | 813.128 | 863.647 | 863.827 | 978.544 | 1090.753 | 9421.741 | 21.325 | 0.225827 |
| 20 | 9833.061 | 1056.636 | 908.006 | 867.531 | 982.933 | 961.149 | 1081.371 | 1179.133 | 817.405 | 927.698 | 1028.48 | 9810.342 | 22.719 | 0.231047 |
| 21 | 10455.6 | 1056.456 | 1116.694 | 989.528 | 979.293 | 958.773 | 1079.658 | 1177.225 | 1124.686 | 927.608 | 1030.478 | 10440.4 | 15.196 | 0.145338 |

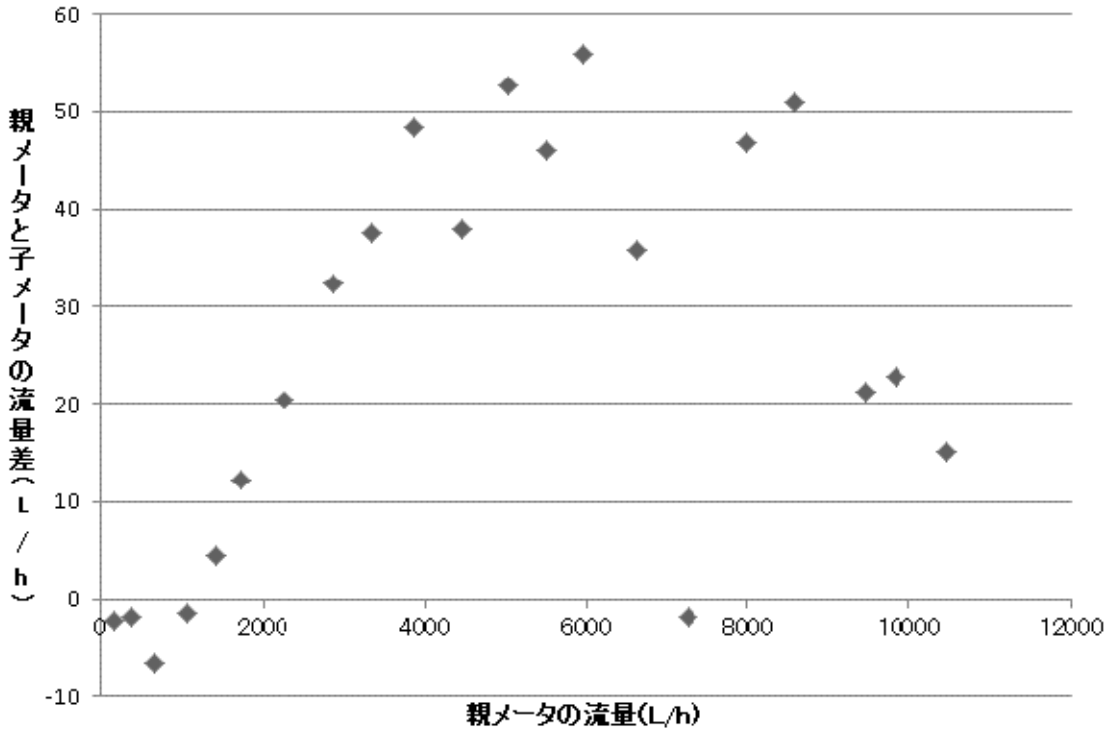



図 7.1.1.1.3.5　親メータ流量と流量差（L/h）

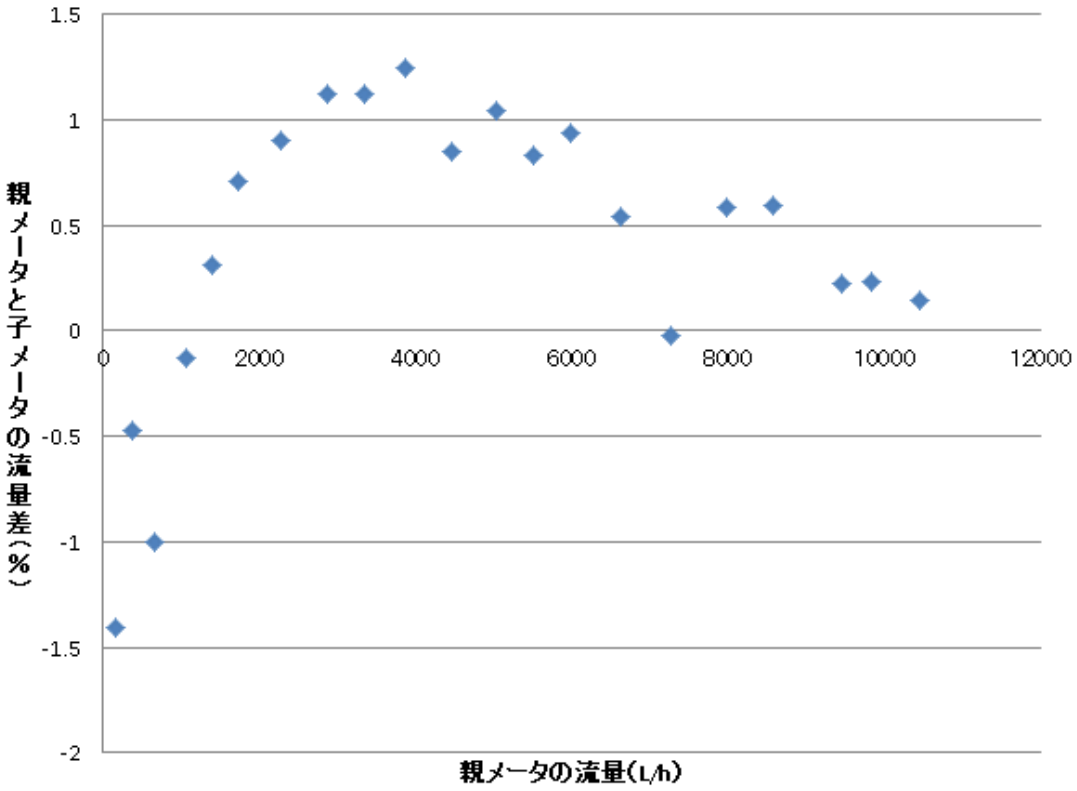



図 7.1.1.1.3.6　親メータ流量と流量差割合（%）

④供給管からの漏れがあるケース（条件：配管長４０m、子メータ１０台）

供給管から意図的にガス漏れを発生させて流量の計測を行った。（漏えい量平均２１L/h）

計測結果を表 7.1.1.1.3.4 及び図 7.1.1.1.3.7～7.1.1.1.3.8 に示す。

表7.1.1.1.3.4 計測結果

| No. | 親メータ流量(L/h) | 子メータ1流量(L/h) | 子メータ2流量(L/h) | 子メータ3流量(L/h) | 子メータ4流量(L/h) | 子メータ5流量(L/h) | 子メータ6流量(L/h) | 子メータ7流量(L/h) | 子メータ8流量(L/h) | 子メータ9流量(L/h) | 子メータ10流量(L/h) | 子メータ計流量(L/h) | 親—子流量(L/h) | 差(%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 289.99 | −0.025 | 0.036 | 0.198 | 74.34 | 66.718 | 129.067 | 0.226 | 0.147 | −0.648 | 0 | 270.059 | 19.931 | 6.872996 |
| 2 | 384.501 | −0.183 | 0.172 | 0.129 | 73.548 | 65.192 | 127.299 | −0.349 | 37.116 | 60.555 | 0.201 | 363.68 | 20.821 | 5.41507 |
| 3 | 480.117 | 52.47 | 40.132 | 0.115 | 71.215 | 63.46 | 124.156 | −0.201 | 34.066 | 55.72 | 18.824 | 459.957 | 20.16 | 4.198976 |
| 4 | 591.091 | 49.554 | 37.371 | 0 | 71.053 | 63.594 | 123.649 | 79.646 | 32.612 | 54.298 | 59.025 | 570.802 | 20.289 | 3.432466 |
| 5 | 782.629 | 48.056 | 99.036 | 115.542 | 70.182 | 62.949 | 123.073 | 77.072 | 55.947 | 53.643 | 57.157 | 762.657 | 19.972 | 2.551912 |
| 6 | 1107.925 | 137.689 | 97.664 | 111.787 | 70.516 | 62.406 | 122.958 | 76.705 | 156.88 | 193.813 | 56.7 | 1087.118 | 20.807 | 1.878015 |
| 7 | 1508.839 | 136.623 | 97.034 | 111.135 | 129.744 | 181.404 | 121.741 | 75.747 | 155.077 | 191.073 | 274.435 | 1474.013 | 34.826 | 2.308132 |
| 8 | 1816.016 | 136.011 | 183.823 | 236.372 | 128.786 | 178.952 | 121.482 | 173.217 | 153.849 | 190.047 | 271.904 | 1774.443 | 41.573 | 2.289242 |
| 9 | 2272.5 | 282.83 | 183.704 | 236.39 | 273.848 | 179.64 | 271.897 | 172.508 | 154.303 | 190.807 | 272.026 | 2217.953 | 54.547 | 2.400308 |
| 10 | 2898.5 | 277.646 | 180.5 | 232.365 | 270.32 | 332.859 | 266.49 | 376.25 | 447.994 | 187.668 | 268.2 | 2840.292 | 58.208 | 2.008211 |
| 11 | 3325.273 | 276.426 | 308.89 | 377.636 | 268.891 | 331.372 | 264.549 | 372.438 | 441.946 | 357.85 | 266.472 | 3266.47 | 58.803 | 1.768366 |
| 12 | 3867.44 | 274.708 | 304.714 | 373.42 | 423 | 327.294 | 449.373 | 369.745 | 437.922 | 352.911 | 480.574 | 3793.661 | 73.779 | 1.907696 |
| 13 | 4328.985 | 355.226 | 489.69 | 375.724 | 425.232 | 502.65 | 453.564 | 373.701 | 442.342 | 356.079 | 485.316 | 4259.524 | 69.461 | 1.604556 |
| 14 | 4733.085 | 535.431 | 473.558 | 536.108 | 412.214 | 486.838 | 438.735 | 361.785 | 427.687 | 526.431 | 468.489 | 4667.276 | 65.809 | 1.390404 |
| 15 | 5257.965 | 526.24 | 466.257 | 527.508 | 550.836 | 478.234 | 601.293 | 647.866 | 421.182 | 516.06 | 461.21 | 5196.686 | 61.279 | 1.165451 |
| 16 | 5860.35 | 518.637 | 457.48 | 516.571 | 541.508 | 661.921 | 587.782 | 633.002 | 605.318 | 505.951 | 755.172 | 5783.342 | 77.008 | 1.314051 |
| 17 | 6396.937 | 672.775 | 613.375 | 791.355 | 536.23 | 655.218 | 582.354 | 626.187 | 599.475 | 499.82 | 747.295 | 6324.084 | 72.853 | 1.138873 |
| 18 | 7041.348 | 654.451 | 593.884 | 763.977 | 731.635 | 635.241 | 888.48 | 607.042 | 883.26 | 484.808 | 725.266 | 6968.044 | 73.304 | 1.041051 |
| 19 | 8125.549 | 656.856 | 910.803 | 769.575 | 736.279 | 640.137 | 892.904 | 951.134 | 889.858 | 892.126 | 728.445 | 8068.117 | 57.432 | 0.706808 |
| 20 | 8501.918 | 906.912 | 856.4 | 723.747 | 945.075 | 905.86 | 837.813 | 893.185 | 835.394 | 838.155 | 684.183 | 8426.724 | 75.194 | 0.884436 |
| 21 | 9252.608 | 891.298 | 843.624 | 964.314 | 932.598 | 891.486 | 1197.198 | 879.267 | 824.169 | 825.354 | 955.054 | 9204.362 | 48.246 | 0.521431 |
| 22 | 9610.779 | 848.793 | 1014.537 | 919.713 | 885.535 | 850.118 | 1138.024 | 1084.467 | 783.046 | 1118.091 | 908.442 | 9550.766 | 60.013 | 0.624434 |

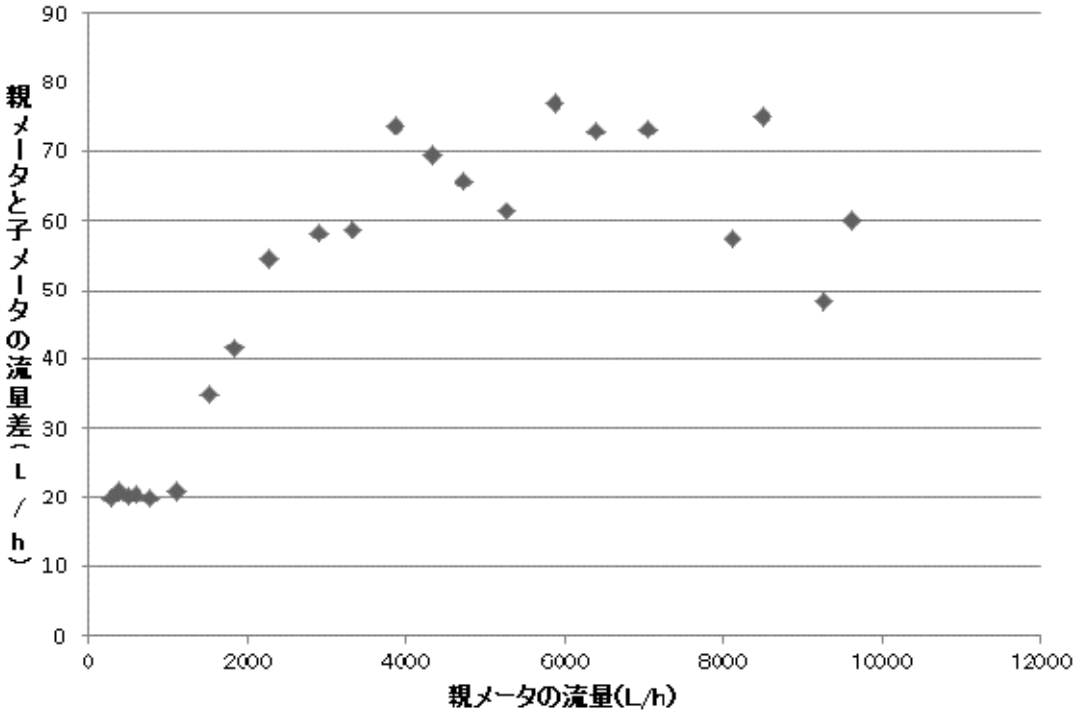



図 7.1.1.1.3.7　親メータ流量と流量差（L/h）

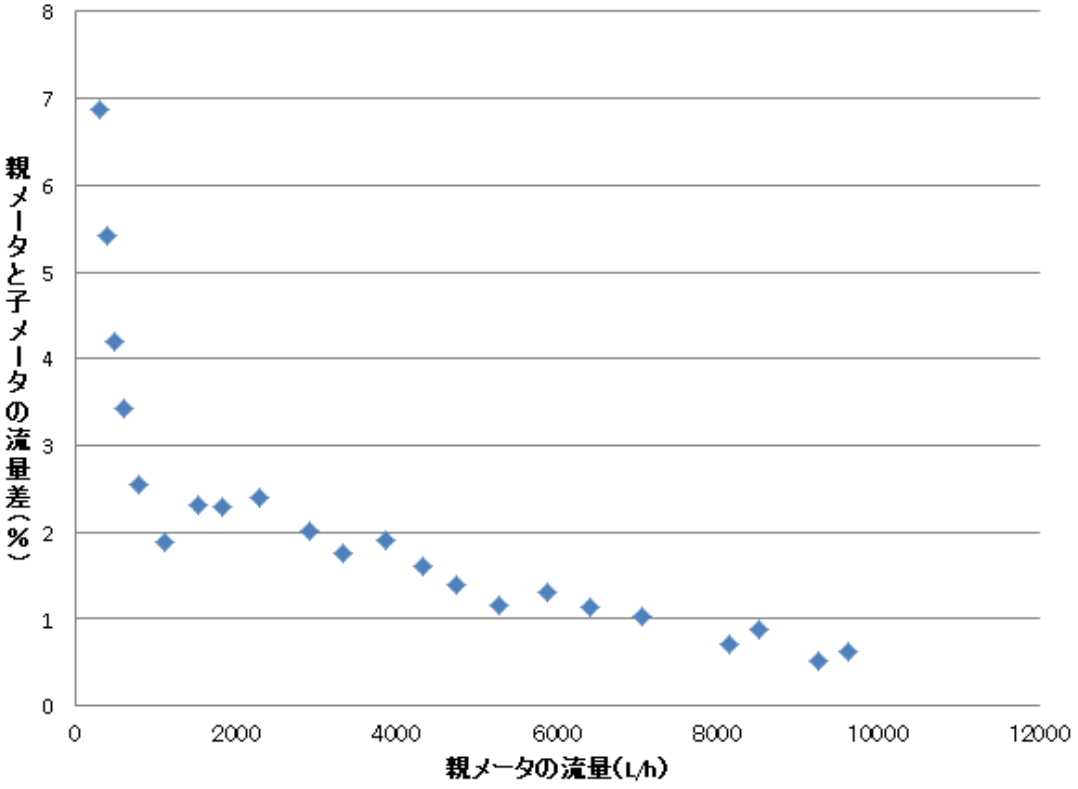



図 7.1.1.1.3.8　親メータ流量と流量差割合（%）

（２）ガス種の違いに関する計測

各マイコンメータの下流にあるバルブの開度を変えることで供給管の流量を変更し、無線コントローラにより無線通信を使って各メータ（親メータ１台、子メータ１０台）から瞬時流量データを小流量から大流量まで段階的に収集した。計測結果を表 7.1.1.1.3.5 及び表 7.1.1.1.3.6 に示す。また、グラフを図 7.1.1.1.3.9～図 7.1.1.1.3.10 に示す。

表7.1.1.1.3.5　アルゴン計測1回目

| No. | 親メータ流量(L/h) | 子メータ1流量(L/h) | 子メータ2流量(L/h) | 子メータ3流量(L/h) | 子メータ4流量(L/h) | 子メータ5流量(L/h) | 子メータ6流量(L/h) | 子メータ7流量(L/h) | 子メータ8流量(L/h) | 子メータ9流量(L/h) | 子メータ10流量(L/h) | 子メータ計流量(L/h) | 親−子流量(L/h) | 差(%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 137.462 | 37.371 | 35.308 | 66.895 | −0.129 | 0.403 | 0.122 | 0.075 | −0.144 | −0.043 | 0 | 139.858 | −2.396 | −1.74303 |
| 2 | 546.22 | 34.902 | 32.889 | 63.486 | 30.366 | 34.102 | 80.067 | 84.322 | 72.446 | 116.506 | 0.1 | 549.186 | −2.966 | −0.543 |
| 3 | 884.404 | 123.771 | 143.82 | 62.74 | 29.937 | 33.89 | 79.232 | 81.658 | 69.235 | 112.269 | 147.787 | 884.339 | 0.065 | 0.00735 |
| 4 | 1501.826 | 120.265 | 140.396 | 61.297 | 182.25 | 214.923 | 77.58 | 79.063 | 360.334 | 110.412 | 143.575 | 1490.095 | 11.731 | 0.781116 |
| 5 | 1928.998 | 118.598 | 139.111 | 193.539 | 179.265 | 214.027 | 238.644 | 220.374 | 355.514 | 109.101 | 141.476 | 1909.649 | 19.349 | 1.00306 |
| 6 | 2390.968 | 202.338 | 315.154 | 190.987 | 177.674 | 212.238 | 235.688 | 217.972 | 351.871 | 316.569 | 139.946 | 2360.437 | 30.531 | 1.276931 |
| 7 | 2703.081 | 199.965 | 311.72 | 258.742 | 267.256 | 211.111 | 233.967 | 215.024 | 349.182 | 312.796 | 315.028 | 2674.791 | 28.29 | 1.046584 |
| 8 | 3255.584 | 357.735 | 306.205 | 254.228 | 261.133 | 404.226 | 229.69 | 442.81 | 343.443 | 307.465 | 308.505 | 3215.44 | 40.144 | 1.233081 |
| 9 | 3762.471 | 354.571 | 302.022 | 397.825 | 407.844 | 399.247 | 483.357 | 436.993 | 340.671 | 304.39 | 305.125 | 3732.045 | 30.426 | 0.808671 |
| 10 | 4232.53 | 350.017 | 449.931 | 392.313 | 401.328 | 393.706 | 475.207 | 430.621 | 335.847 | 484.016 | 484.426 | 4197.412 | 35.118 | 0.829717 |
| 11 | 4933.573 | 532.306 | 441.32 | 689.68 | 392.385 | 386.24 | 465.159 | 421.207 | 637.538 | 471.412 | 472.183 | 4909.43 | 24.143 | 0.489361 |
| 12 | 5513.5 | 516.848 | 429.404 | 669.686 | 514.249 | 673.034 | 451.45 | 708.472 | 618.555 | 458.139 | 459.669 | 5499.506 | 13.994 | 0.253813 |
| 13 | 6120.982 | 501.595 | 622.328 | 648.568 | 497.138 | 653.234 | 687.402 | 687.592 | 601.142 | 763.167 | 446.212 | 6108.378 | 12.604 | 0.205915 |
| 14 | 6525.496 | 650.71 | 610.275 | 633.618 | 667.029 | 637.506 | 669.603 | 671.86 | 585.889 | 743.065 | 640.994 | 6510.549 | 14.947 | 0.229055 |
| 15 | 7061.166 | 626.263 | 860.774 | 610.416 | 642.924 | 613.332 | 645.8 | 644.223 | 823.993 | 715.6 | 886.24 | 7069.565 | −8.399 | −0.11895 |
| 16 | 7560.676 | 826.678 | 833.522 | 868.244 | 620.049 | 815.832 | 623.318 | 620.787 | 794.962 | 689.378 | 852.768 | 7545.538 | 15.138 | 0.20022 |
| 17 | 8018.146 | 780.811 | 785.25 | 817.768 | 834.984 | 768.337 | 948.762 | 886.888 | 748.843 | 650.394 | 806.403 | 8028.44 | −10.294 | −0.12838 |
| 18 | 8357.364 | 755.877 | 758.707 | 791.168 | 806.187 | 925.398 | 916.376 | 854.668 | 869.137 | 898.686 | 778.042 | 8354.246 | 3.118 | 0.037308 |
| 19 | 8725.449 | 961.218 | 1028.084 | 753.667 | 767.667 | 881.366 | 874.278 | 812.898 | 827.308 | 858.963 | 977.799 | 8743.248 | −17.799 | −0.20399 |
| 20 | 8990.233 | 928.594 | 988.056 | 879.073 | 955.854 | 845.888 | 840.121 | 1018.886 | 796.035 | 824.526 | 938.091 | 9015.124 | −24.891 | −0.27687 |
| 21 | 9401.13 | 878.839 | 936.979 | 834.562 | 908.254 | 803.034 | 1047.07 | 963.19 | 1010.746 | 1146.733 | 889.077 | 9418.484 | −17.354 | −0.18459 |

## 表7.1.1.1.3.6 アルゴン計測2回目

| No. | 親メータ流量(L/h) | 子メータ1流量(L/h) | 子メータ2流量(L/h) | 子メータ3流量(L/h) | 子メータ4流量(L/h) | 子メータ5流量(L/h) | 子メータ6流量(L/h) | 子メータ7流量(L/h) | 子メータ8流量(L/h) | 子メータ9流量(L/h) | 子メータ10流量(L/h) | 子メータ計流量(L/h) | 親ー子流量(L/h) | 差(%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 293.781 | −0.097 | 0.021 | −0.086 | −0.075 | 0.309 | 0.122 | 0.111 | 105.552 | 105.908 | 86.76 | 298.525 | −4.744 | −1.61481 |
| 2 | 440.348 | −0.219 | 0.032 | 0.032 | −0.007 | 53.208 | 66.448 | 30.128 | 103.446 | 103.485 | 84.013 | 440.566 | −0.218 | −0.04951 |
| 3 | 677.12 | −0.219 | 116.964 | 65.185 | 62.722 | 52.264 | 64.872 | 28.591 | 102.398 | 102.484 | 83.253 | 678.514 | −1.394 | −0.20587 |
| 4 | 924.649 | 86.122 | 113.587 | 62.917 | 61.164 | 125.474 | 63.849 | 123.847 | 101.476 | 101.757 | 82.083 | 922.276 | 2.373 | 0.256638 |
| 5 | 1159.286 | 84.027 | 112.467 | 126.723 | 126.01 | 124.048 | 178.617 | 121.939 | 100.688 | 101.163 | 81.81 | 1157.492 | 1.794 | 0.15475 |
| 6 | 1450.681 | 158.706 | 111.726 | 124.862 | 124.286 | 122.958 | 176.4 | 121.276 | 217.137 | 99.957 | 184.273 | 1441.581 | 9.1 | 0.627292 |
| 7 | 1844.546 | 157.82 | 234.288 | 123.879 | 123.577 | 123.17 | 175.874 | 225.241 | 214.765 | 264.452 | 182.822 | 1825.888 | 18.658 | 1.011523 |
| 8 | 2314.044 | 156.006 | 356.616 | 277.405 | 325.62 | 121.438 | 174.783 | 222.847 | 213.051 | 261.673 | 180.813 | 2290.252 | 23.792 | 1.028157 |
| 9 | 2862.939 | 153.968 | 353.523 | 273.474 | 321.397 | 232.556 | 397.846 | 221.036 | 211.237 | 258.35 | 414.194 | 2837.581 | 25.358 | 0.885733 |
| 10 | 3258.205 | 283.204 | 348.116 | 269.881 | 317.566 | 362.257 | 392.446 | 382.273 | 208.897 | 255.646 | 408.848 | 3229.134 | 29.071 | 0.89224 |
| 11 | 3794.943 | 453.16 | 344.584 | 266.101 | 313.095 | 358.279 | 387.64 | 375.897 | 403.869 | 460.285 | 403.041 | 3765.951 | 28.992 | 0.763964 |
| 12 | 4319.395 | 445.748 | 495.262 | 460.389 | 547.405 | 351.81 | 380.548 | 369.842 | 396.518 | 451.461 | 395.895 | 4294.878 | 24.517 | 0.567603 |
| 13 | 4723.459 | 439.948 | 487.152 | 453.985 | 540.72 | 491.522 | 544.95 | 515.916 | 390.718 | 444.963 | 389.941 | 4699.815 | 23.644 | 0.500565 |
| 14 | 5327.701 | 587.451 | 472.111 | 439.387 | 523.508 | 475.495 | 527.569 | 498.542 | 607.438 | 802.85 | 377.845 | 5312.196 | 15.505 | 0.291026 |
| 15 | 5935.579 | 570.852 | 457.592 | 628.488 | 509.018 | 741.009 | 511.578 | 482.126 | 590.734 | 779.734 | 635.544 | 5906.675 | 28.904 | 0.486962 |
| 16 | 6612.163 | 549.522 | 709.455 | 604.526 | 762.105 | 710.913 | 491.896 | 846.655 | 566.697 | 746.694 | 606.315 | 6594.778 | 17.385 | 0.262925 |
| 17 | 7248.189 | 738.054 | 671.378 | 953.028 | 720.043 | 675.021 | 844.92 | 802.227 | 538.902 | 710.694 | 577.994 | 7232.261 | 15.928 | 0.219751 |
| 18 | 7843.906 | 701.085 | 965.044 | 907.693 | 686.275 | 642.178 | 802.45 | 761.929 | 852.033 | 674.96 | 870.753 | 7864.4 | −20.494 | −0.26127 |
| 19 | 8301.265 | 666.417 | 921.978 | 865.238 | 897.35 | 888.404 | 768.502 | 728.82 | 814.521 | 941.457 | 830.325 | 8323.012 | −21.747 | −0.26197 |
| 20 | 8774.521 | 912.585 | 875.678 | 822.589 | 853.354 | 842.774 | 1014.634 | 1036.962 | 772.448 | 892.198 | 787.788 | 8811.01 | −36.489 | −0.41585 |
| 21 | 9253.544 | 857.552 | 1106.413 | 775.173 | 803.714 | 791.438 | 952.333 | 976.593 | 1051.686 | 837.586 | 1092.733 | 9245.221 | 8.323 | 0.089944 |
| 22 | 9590.058 | 811.083 | 1043.632 | 1086.087 | 1023.562 | 749.005 | 1162.008 | 921.736 | 993.639 | 792.331 | 1031.698 | 9614.781 | −24.723 | −0.2578 |

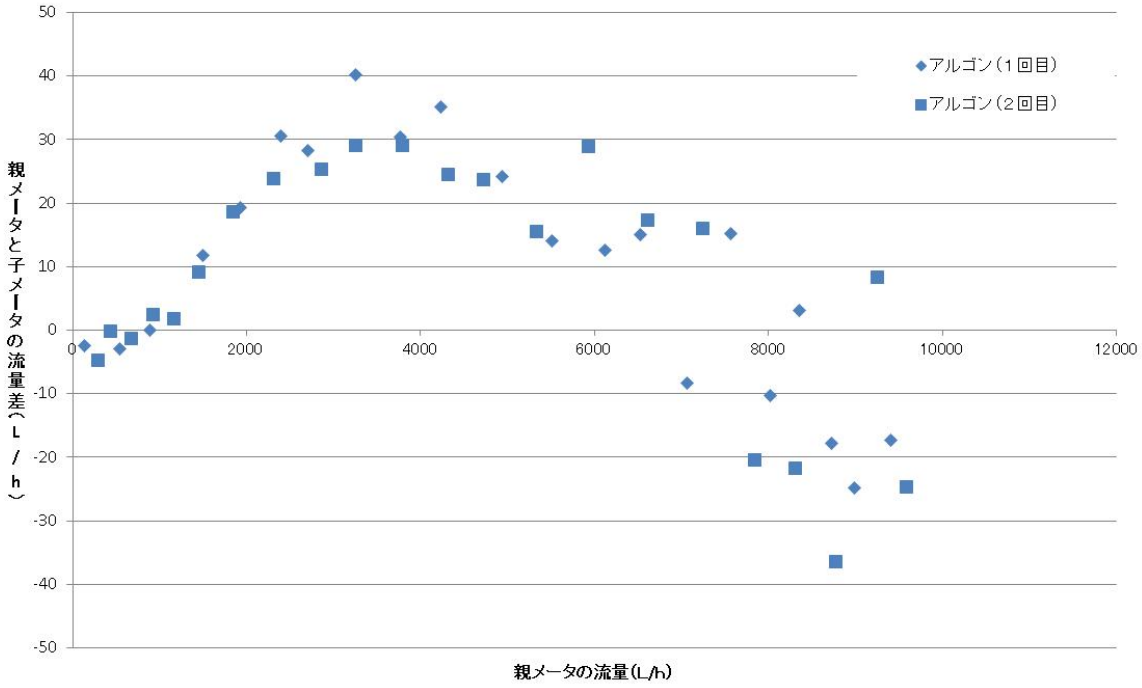



図 7.1.1.1.3.9　親メータと子メータの流量差

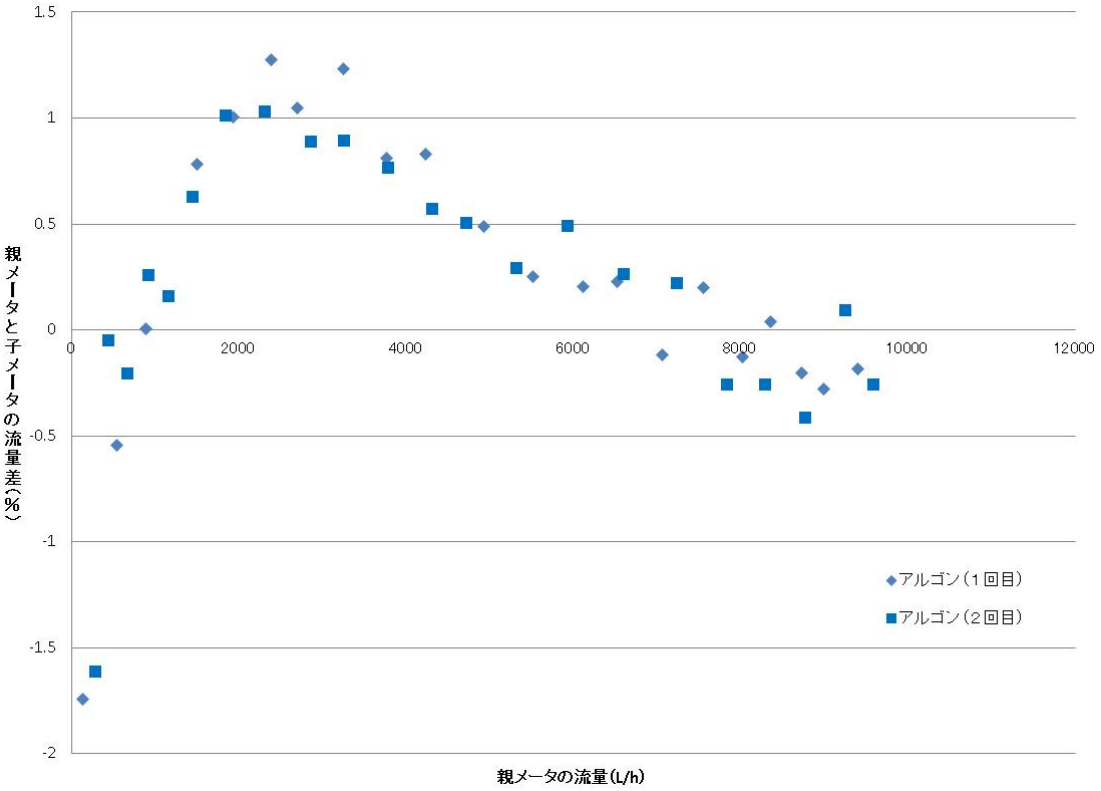



図 7.1.1.1.3.10　親メータと子メータの流量差の割合

（３）親メータの容量の違い関する計測

擬似配管設備に１０号の親メータを使用して、各マイコンメータの下流にあるバルブの開度を変えることで供給管の流量を変更し、無線コントローラにより無線通信を使って各メータ（親メータ１台、子メータ１０台）から瞬時流量データを小流量から大流量まで段階的に収集した。計測結果を表 7.1.1.1.3.7 に示す。また、グラフを図 7.1.1.1.3.11～図 7.1.1.1.3.12 に示す。

表7.1.1.1.3.7 10号メータの計測結果

| No. | 親メータ流量(L/h) | 子メータ1流量(L/h) | 子メータ2流量(L/h) | 子メータ3流量(L/h) | 子メータ4流量(L/h) | 子メータ5流量(L/h) | 子メータ6流量(L/h) | 子メータ7流量(L/h) | 子メータ8流量(L/h) | 子メータ9流量(L/h) | 子メータ10流量(L/h) | 子メータ計流量(L/h) | 親－子流量(L/h) | 差(%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 136.861 | 48.218 | 40.078 | 49.878 | −0.201 | 0 | 0.01 | 0.338 | 0.273 | −0.183 | −0.115 | 138.296 | −1.435 | −1.04851 |
| 2 | 191.689 | 46.382 | 37.821 | 47.196 | 11.358 | 30.067 | 24.256 | 0.075 | 0.338 | −0.104 | 0.309 | 197.698 | −6.009 | −3.13477 |
| 3 | 333.057 | 45.939 | 37.45 | 46.702 | 10.144 | 27.993 | 22.071 | 40.125 | 22.68 | 86.767 | 0.154 | 340.025 | −6.968 | −2.09213 |
| 4 | 520.689 | 44.96 | 35.96 | 45.331 | 72.442 | 26.593 | 117.954 | 35.341 | 20.376 | 81.183 | 39.852 | 519.992 | 0.697 | 0.133861 |
| 5 | 683.686 | 44.175 | 35.949 | 45.918 | 71.776 | 103.269 | 115.524 | 34.196 | 67.215 | 80.236 | 91.504 | 689.762 | −6.076 | −0.88871 |
| 6 | 1039.215 | 182.314 | 127.252 | 44.946 | 72.018 | 104.846 | 114.49 | 165.42 | 66.106 | 79.275 | 90 | 1046.667 | −7.452 | −0.71708 |
| 7 | 1402.153 | 179.082 | 125.1 | 123.894 | 243.324 | 103.291 | 113.428 | 162.518 | 179.287 | 77.896 | 89.107 | 1396.927 | 5.226 | 0.372713 |
| 8 | 1848.51 | 177.793 | 124.376 | 121.5 | 240.21 | 266 | 111.654 | 160.959 | 177.681 | 211.78 | 240.037 | 1831.99 | 16.52 | 0.893693 |
| 9 | 2095.84 | 177.829 | 124.12 | 248.353 | 227.8 | 265.485 | 112.035 | 298.18 | 177.883 | 209.545 | 237.625 | 2078.855 | 16.985 | 0.810415 |
| 10 | 2568.412 | 302.281 | 295.588 | 246.481 | 225.954 | 263.926 | 292.356 | 295.574 | 176.9 | 207.795 | 236.732 | 2543.587 | 24.825 | 0.966551 |
| 11 | 3086.672 | 300.564 | 291.2 | 243.781 | 369.439 | 261.392 | 288.979 | 292.856 | 371.44 | 404.701 | 234.298 | 3058.65 | 28.022 | 0.907839 |
| 12 | 3545.902 | 298.666 | 289.227 | 375.667 | 499.964 | 258.944 | 286.135 | 291.027 | 366.501 | 400.568 | 451.245 | 3517.944 | 27.958 | 0.788459 |
| 13 | 4216.582 | 292.838 | 510.03 | 367.779 | 489.052 | 454.978 | 592.545 | 285.447 | 358.804 | 392.889 | 439.707 | 4184.069 | 32.513 | 0.771075 |
| 14 | 4768.812 | 434.062 | 497.386 | 358.858 | 479.26 | 446.061 | 577.512 | 493.596 | 642.974 | 384.098 | 429.53 | 4743.337 | 25.475 | 0.5342 |
| 15 | 5390.629 | 446.63 | 492.703 | 532.972 | 473.882 | 441.064 | 571.834 | 487.386 | 636.213 | 612.709 | 676.13 | 5371.523 | 19.106 | 0.35443 |
| 16 | 5907.052 | 622.018 | 479.552 | 519.08 | 643.986 | 719.269 | 558.172 | 475.423 | 619.509 | 595.159 | 658.461 | 5890.629 | 16.423 | 0.278024 |
| 17 | 6567.48 | 609.12 | 692.87 | 853.822 | 630.979 | 705.366 | 547.675 | 694.274 | 608.659 | 585.021 | 646.714 | 6574.5 | −7.02 | −0.10689 |
| 18 | 7172.503 | 596.804 | 677.019 | 828.781 | 618.595 | 687.06 | 718.041 | 676.026 | 841.442 | 895.366 | 631.422 | 7170.556 | 1.947 | 0.027145 |
| 19 | 7745.734 | 811.782 | 982.512 | 795.589 | 917.55 | 659.012 | 690.001 | 648.226 | 806.403 | 859.773 | 606.337 | 7777.185 | −31.451 | −0.40604 |
| 20 | 8656.218 | 796.6 | 962.305 | 778.705 | 901.843 | 863.924 | 1076.076 | 636.714 | 792.554 | 844.002 | 1017.453 | 8670.176 | −13.958 | −0.16125 |
| 21 | 8993.404 | 758.091 | 915.321 | 969.285 | 856.785 | 819.68 | 1019.336 | 906.832 | 1016.532 | 803.059 | 966.992 | 9031.913 | −38.509 | −0.42819 |
| 22 | 9696.506 | 1013.673 | 898.884 | 951.901 | 841.183 | 1058.238 | 1004.5 | 891.979 | 998.402 | 1118.221 | 949.323 | 9726.304 | −29.798 | −0.30731 |

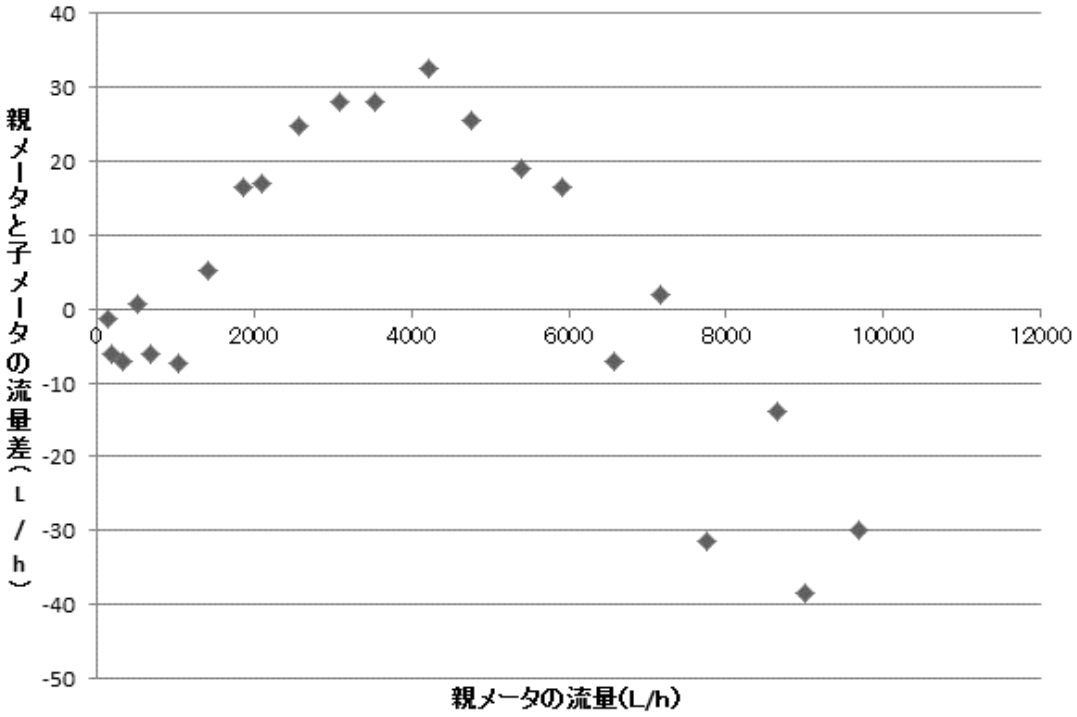



図 7.1.1.1.3.11　親メータ（１０号）と子メータの流量差

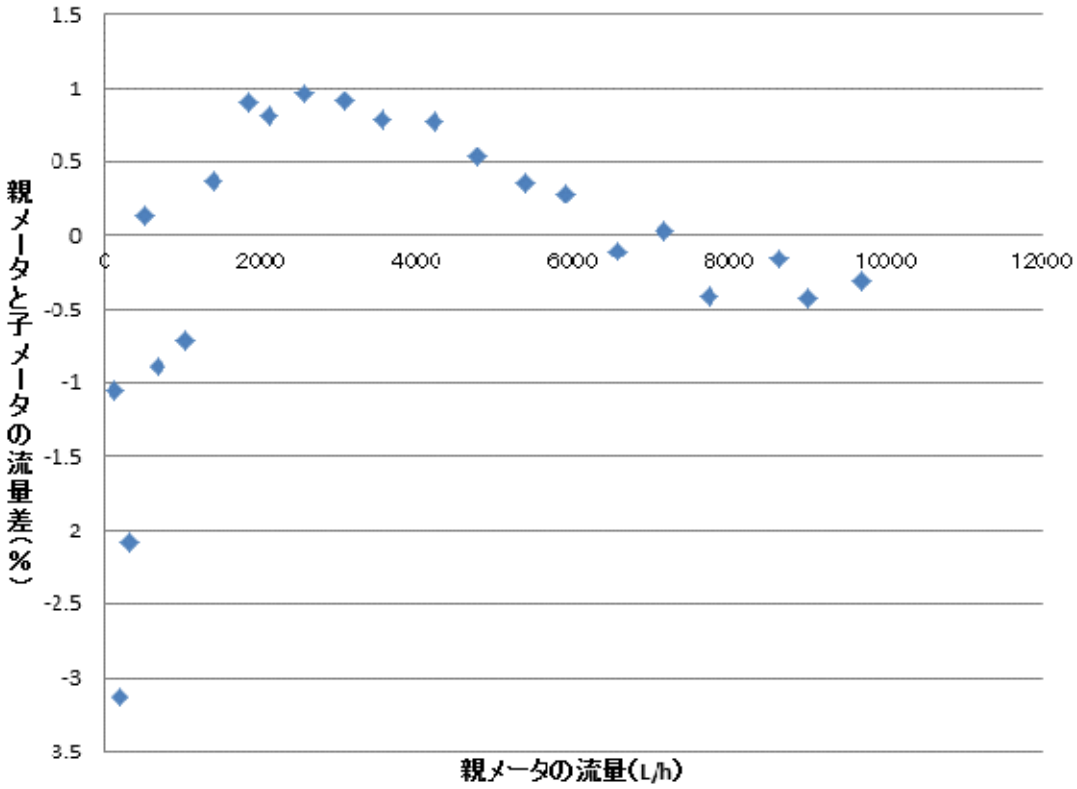



図 7.1.1.1.3.12　親メータ（１０号）と子メータの流量差割合（%）

7.1.1.1.4 考察

(1)供給管の長さ及び通過流量の影響について

親メータと子メータの流量差が供給管の長さの違いによる影響を検討するため、管長が４０m、２６．５m、６．５mの場合の計測を行った。それらの比較結果を以下に示す。

計測条件：子メータ数１０台、気温３０～３５℃

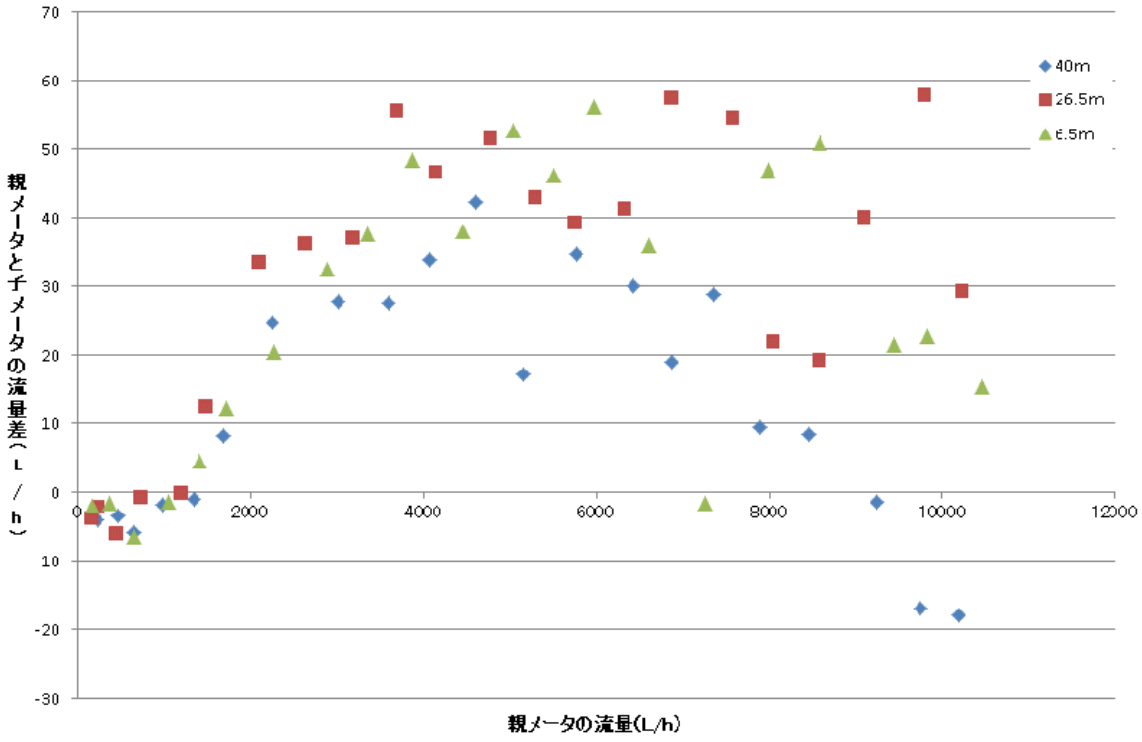



図 7.1.1.1.4.1　配管長が異なる場合の流量差（L/h）の比較

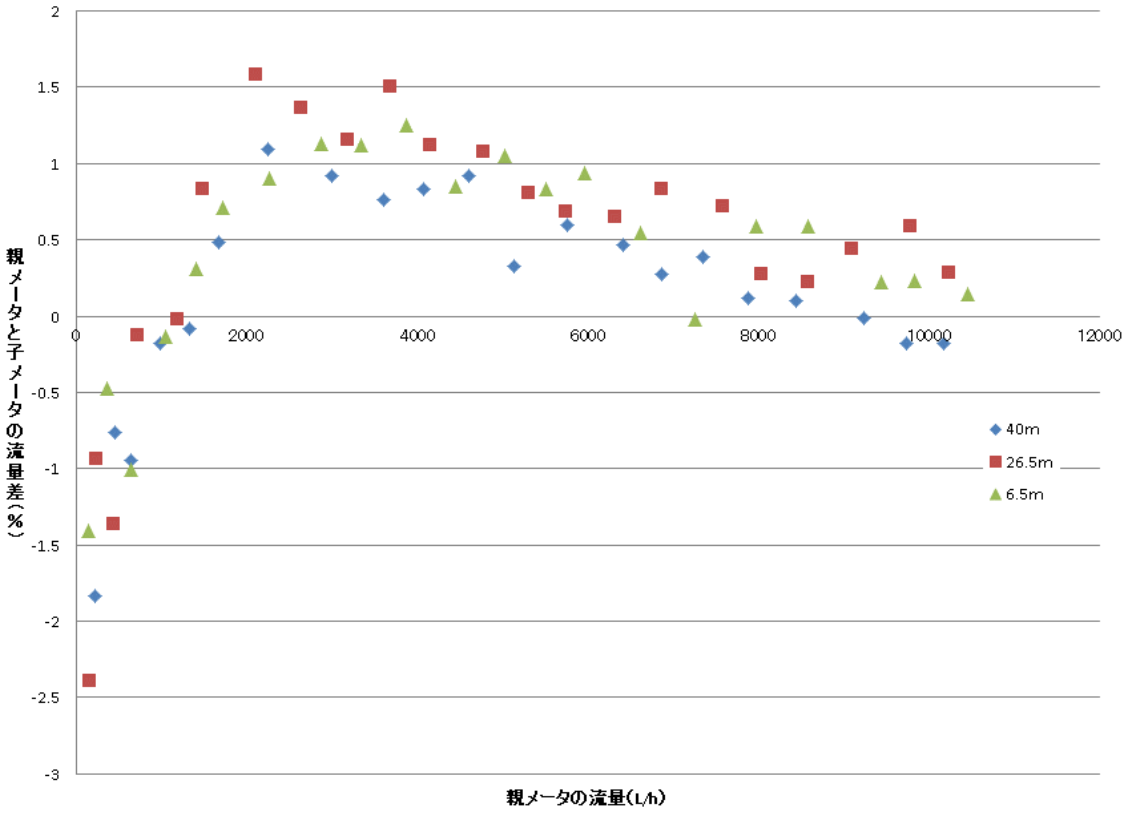



図 7.1.1.1.4.2　配管長の違いによる流量差割合（%）の比較

- 図 7.1.1.1.4.1 において、配管長が異なる場合であっても４０００L/h 付近までは、流量差が流量に比例して増加する傾向が、ほぼ一致して見受けられる。
- 図 7.1.1.1.4.1 において、ガスを通過する流量と流量差の関係に着目した場合、4000L/h 付近から特性が変化することが見受けられる。
- 図 7.1.1.1.4.2 において、流量差割合は小流量域から流量に応じて増加し、２７００～２８００L/h 付近でピークを迎え、その後減少する
- 図 7.1.1.1.4.2 において流量差割合は流量が小さい場合は大きくでる傾向が見受けられる。

(2)漏えいの有無との関係

供給管にガス漏れがある場合と無い場合の流量差の流量特性を検討するため、漏えい無しの場合と漏えいありの場合の比較を各々次に示す。

計測条件：供給管長４０m、子メータ１０台、気温３０～３１℃
漏えい量平均２１L/h

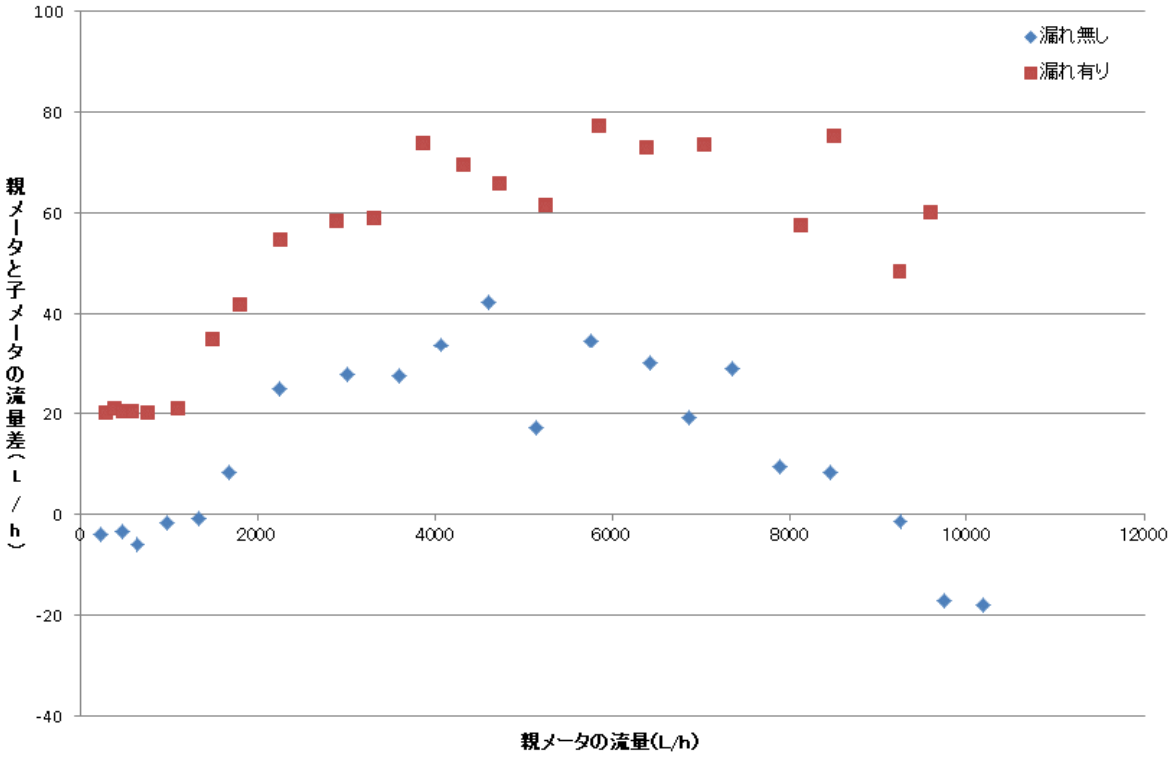



図 7.1.1.1.4.3　ガス漏れの有無による比較（漏れ量２１L/h）

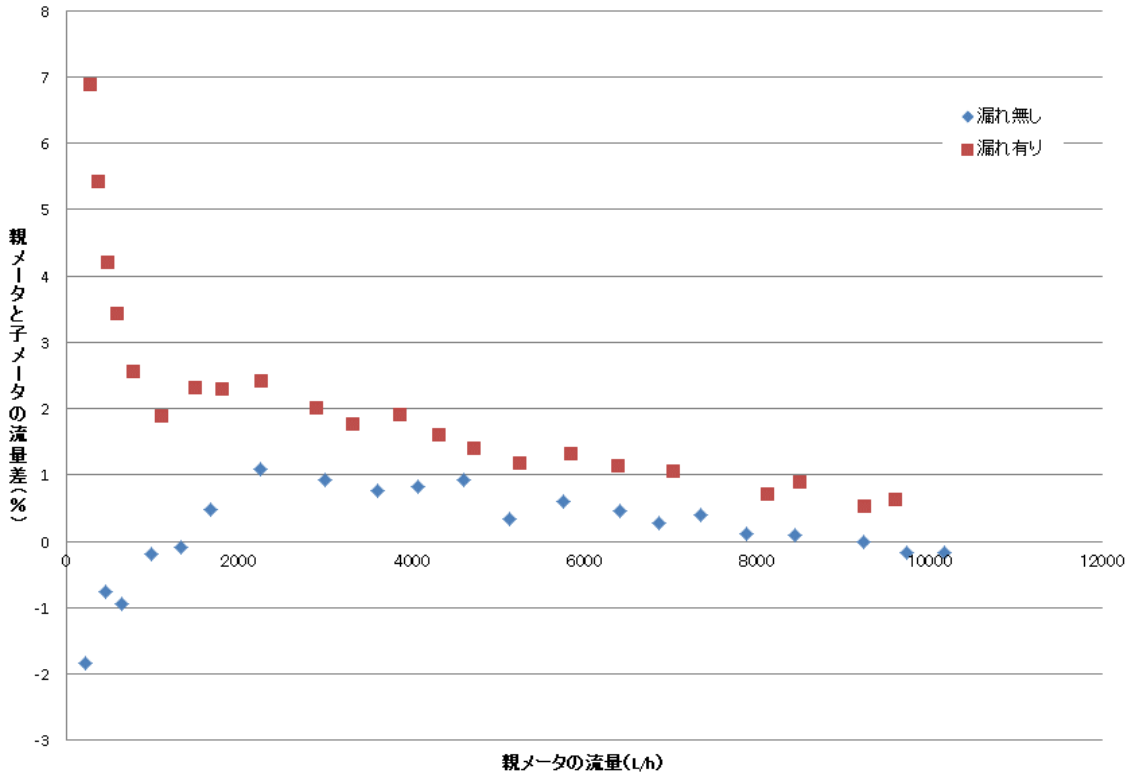



図 7.1.1.1.4.4　ガス漏れの有無による比較割合　（漏れ量２１L/h）

- 図 7.1.1.1.4.3 において、４０００L/h 付近で流量特性の変化がある。
- 図 7.1.1.1.4.3 において漏えいありの場合、漏えい量の分だけ流量特性を維持したまま移動していることが見受けられる。
- 図 7.1.1.1.4.4 において、漏洩有りの場合、親メータの流量が小さい場合に割合（流量差を親メータ流量で割ったもの）は大きくなってしまう。

(3)気温差との関係

過去に計測した異なる気温におけるデータと今回計測したデータの比較結果を以下に示す。

計測条件：供給管長４０m、子メータ１０台、

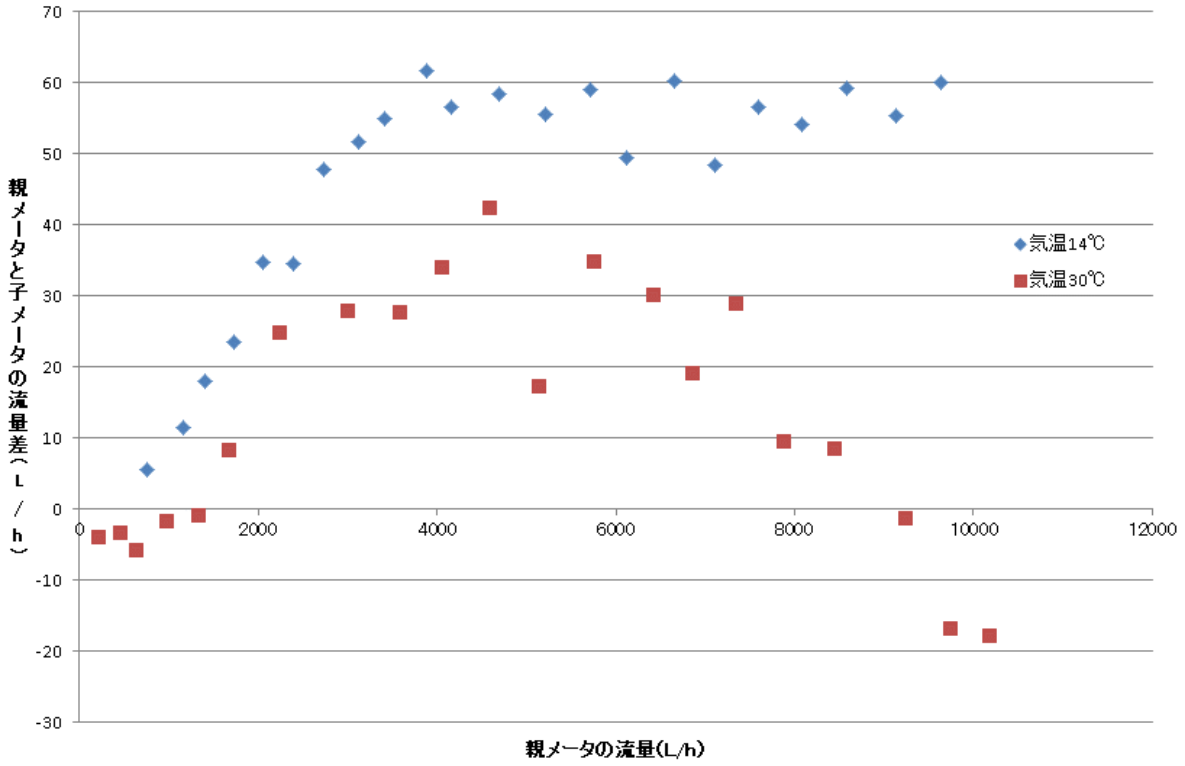



図 7.1.1.1.4.5　異なる気温における流量比較

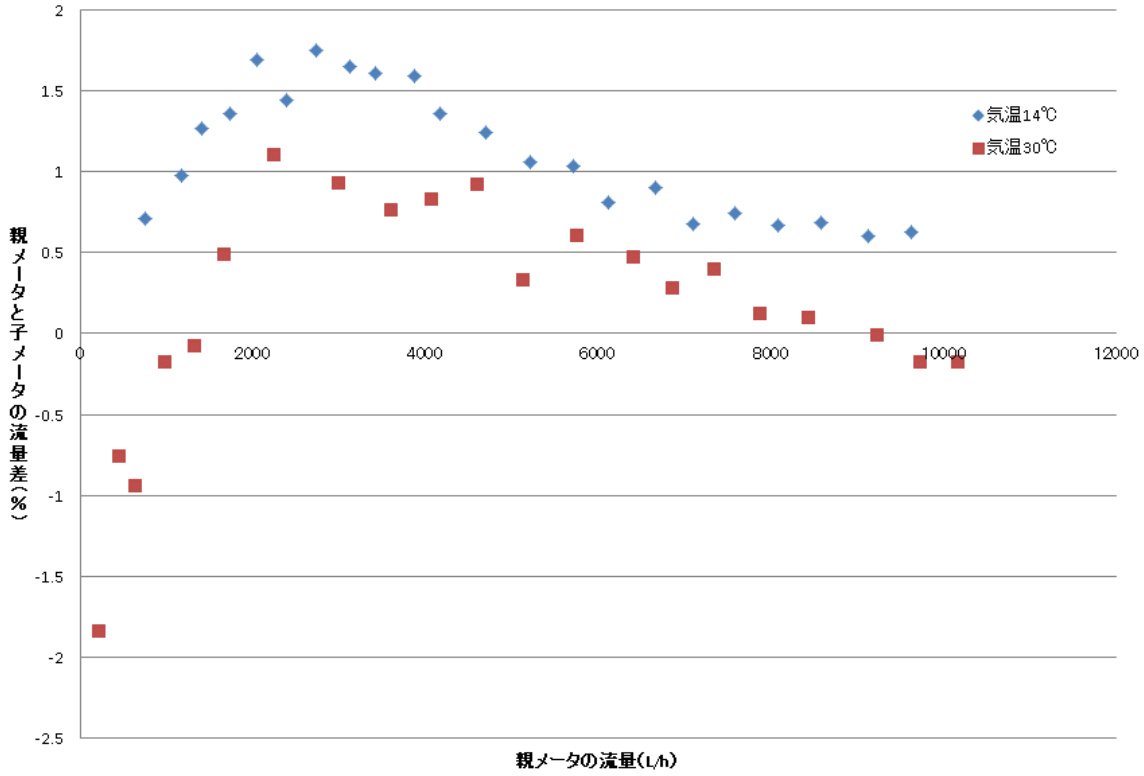



図 7.1.1.1.4.6　異なる気温における流量割合比較

- 図 7.1.1.1.4.5 において、気温が高い場合には流量差が低くなる傾向が見受けられる。
- 図 7.1.1.1.4.5 において、流量が４０００L/h 付近までの流量特性は同傾向と考えられる。

(4)ガス種の違い

今回取得したアルゴンによる計測結果と既に取得している空気の結果と同時にプロットしたものを以下に示す。

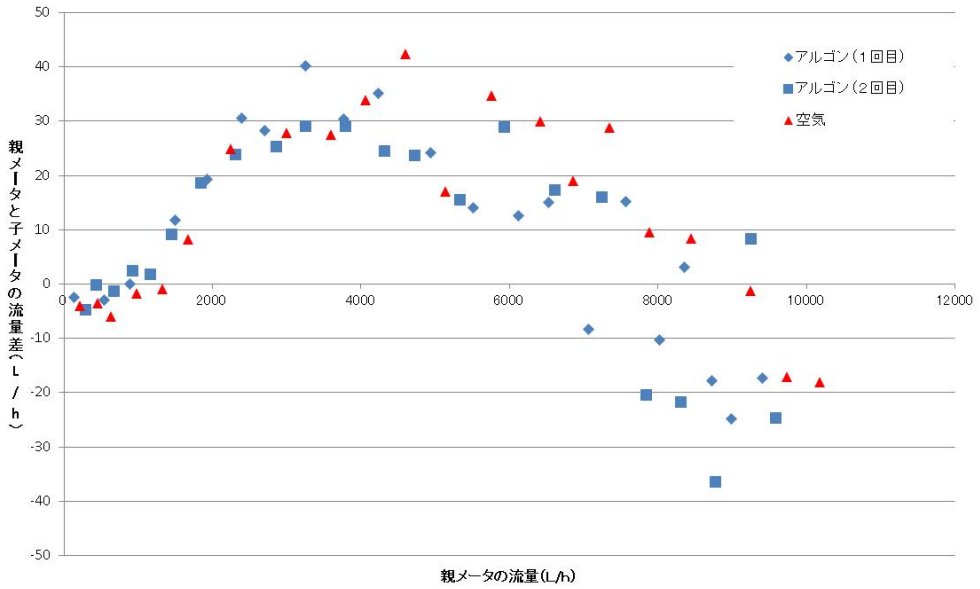



図 7.1.1.1.4.7　親メータと子メータの流量差

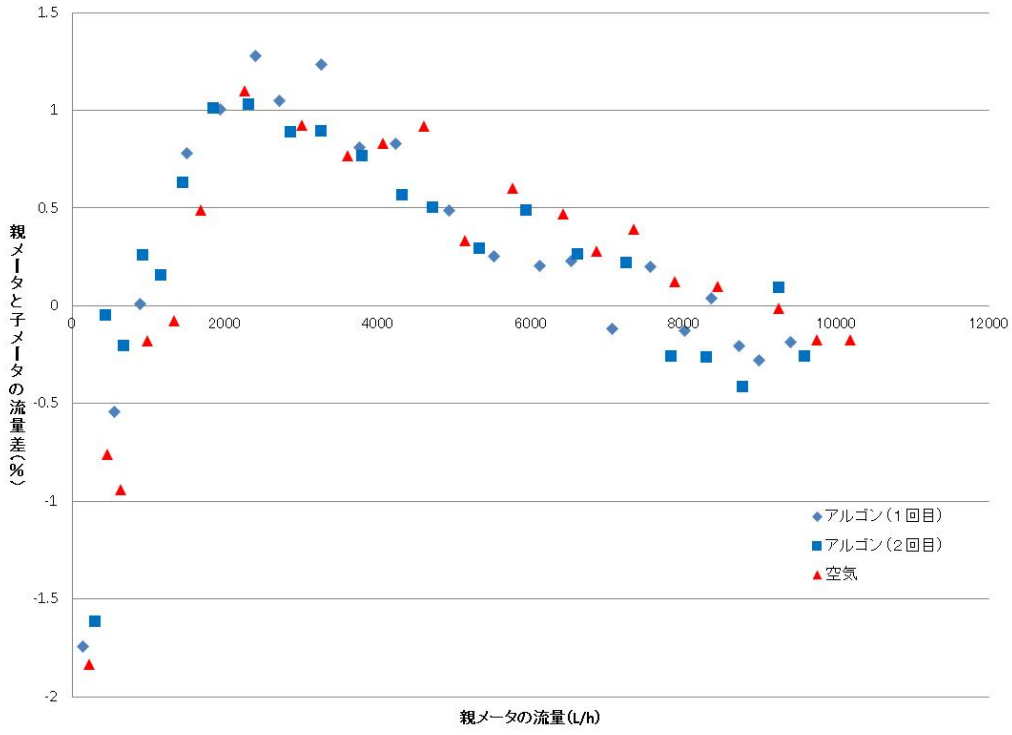



図 7.1.1.1.4.8　親メータと子メータの流量差の割合

- 図 7.1.1.1.4.7 から供給管を流れるガスの種類がアルゴンであっても、空気と同様に4000L/h付近までは流量差が親メータを流れる流量に比例して増加していることがわかる。
- 図 7.1.1.1.4.8 から親メータと子メータの流量差の割合について、アルゴンと空気の特性は同じ流量特性を示すことがわかる。

以上のことから、比重の異なるアルゴンガスと空気の流量差に関する流量特性はほぼ同じであると考えられ、検討中である超音波式マイコンメータの瞬時流量計測による検知原理は流体の比重による影響は少ないと思われる。したがって、検知する流体がＬＰガスの場合であっても、空気で取得したデータとほぼ同じ特性を示すことが予想される。

(5)親メータの容量の違い

親メータの容量が１０号(使用最大流量:10000L/h)の場合と１６号(使用最大流量:16000L/h)の場合の瞬時流量計測結果のグラフを以下に示す。

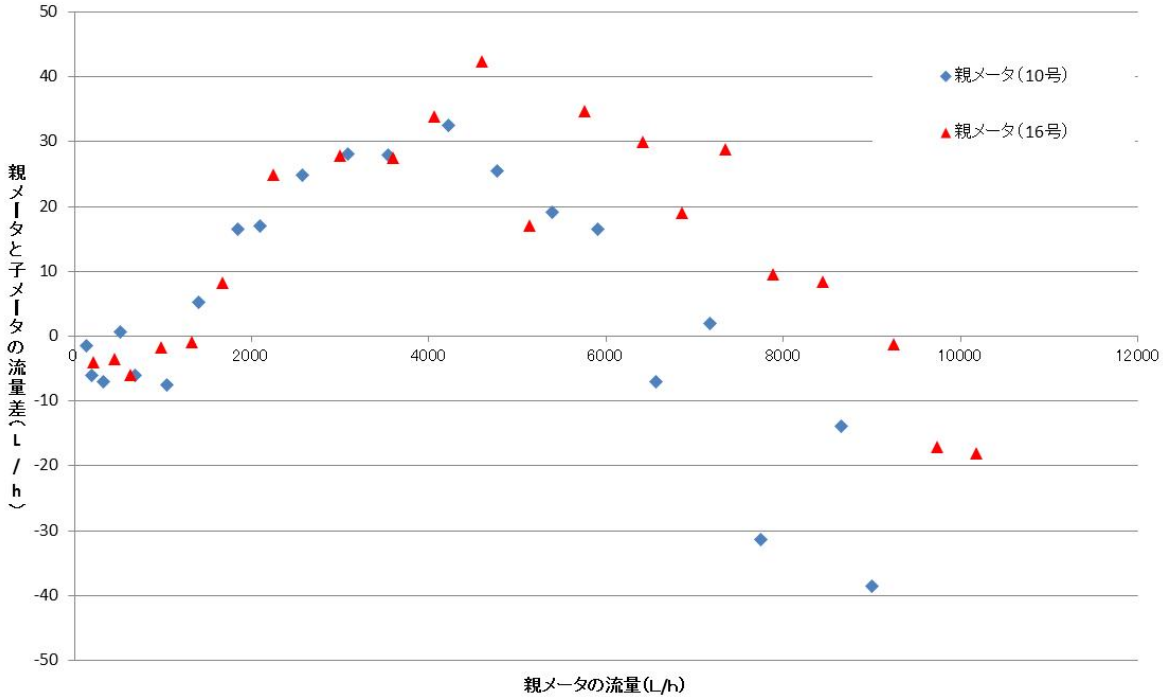



図 7.1.1.1.4.9　親メータと子メータの流量差

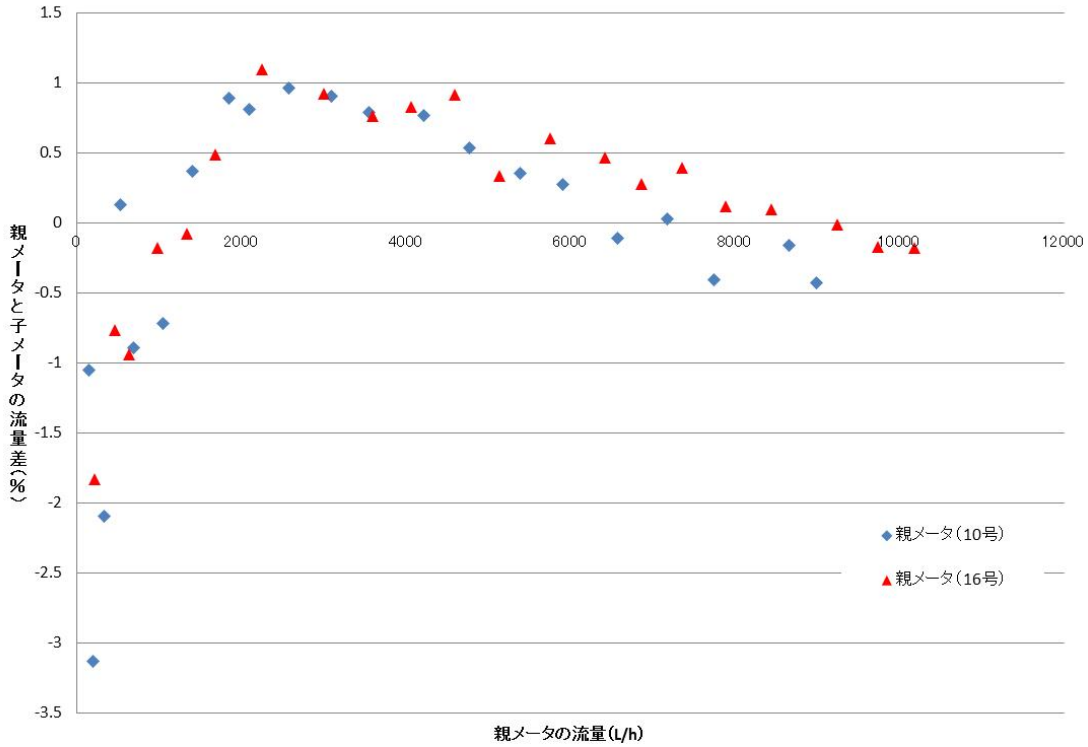



図 7.1.1.1.4.10　親メータと子メータの流量差の割合

- 図 7.1.1.1.4.9 から親メータの容量が異なる場合であっても、4000L/h 付近までは流量差が親メータを流れる流量に比例して増加していることがわかる。
- 図 7.1.1.1.4.10 から親メータの容量が異なる場合であっても親メータと子メータの流量差の割合については、同じ流量特性を示すことがわかる。

以上のことから、親メータに使用されるメータの容量が異なる場合であっても、瞬時計測による子メータとの流量差に関する流量特性はほぼ同じであると考えられる。

(6)まとめ

マイコンメータの瞬時流量計測データについて以下の結果を得た。

① 供給管の長さ及び通過流量の影響について、配管長が異なる場合であっても４０００L/h 付近までは、流量差が流量に比例して増加する傾向が、ほぼ一致していた。
② 漏えいの有無との関係について、供給管のガス漏えい有りの場合と無い場合の流量特性を比較した場合、漏えい有りの場合は漏えい量の分だけ流量特性を維持したまま移動していると考えられる。
③ 気温差との関係として、流量が４０００L/h 付近までの気温の影響は見受けられず、流量特性は同傾向と考えられる。
④ ガス種の違いについて、比重の異なるアルゴンガスと空気の流量差に関する流量特性はほぼ同じであると考えられ、検討中である超音波式マイコンメータの瞬時流量計測による検知原理は流体の比重による影響は少ないと考えられる。
⑤ 親メータの容量の違いについて、親メータに使用されるメータの容量が異なる場合であっても、瞬時計測による子メータとの流量差に関する流量特性はほぼ同じであると考えられる。

7.1.1.1.5 漏えい判断方法について

（１）判定値の設定方法

漏えい判断方法を検討するために、これまでに実施した計測条件を色々と変えた計測データを、「漏えいあり」と「漏えいなし」の分類でプロットした図を以下に示す。

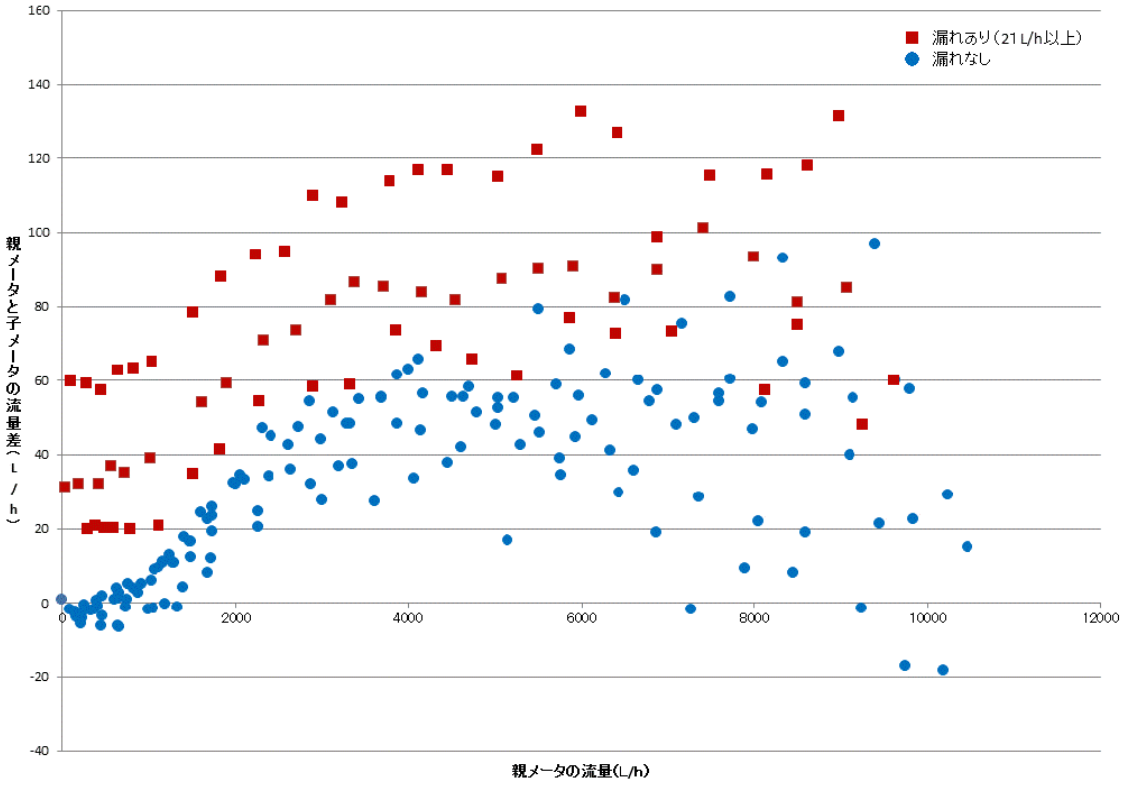



図 7.1.1.1.5.1　漏えいの有無の分布

- 供給管流量が４０００L/h 付近において流量差の特性が変化すると考えられるため、その前後で判断方法を変える必要がある。
- 流量が４０００L/h 付近より小さい場合には流量に比例して流量差が大きくなる傾向であり、漏えい無しの場合と漏えい有りの場合で判定を行う。

漏えい判定のため、４０００L/h 以下の漏えい無しの場合のデータについて、回帰曲線を示したものを以下に示す。

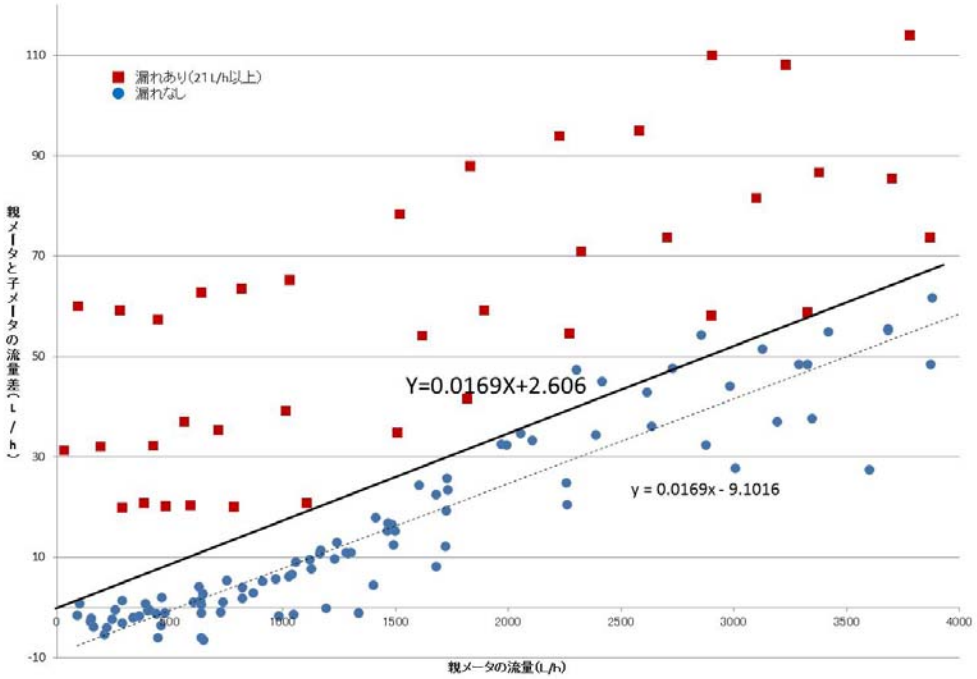



図 7.1.1.1.5.2　1 次関数による回帰

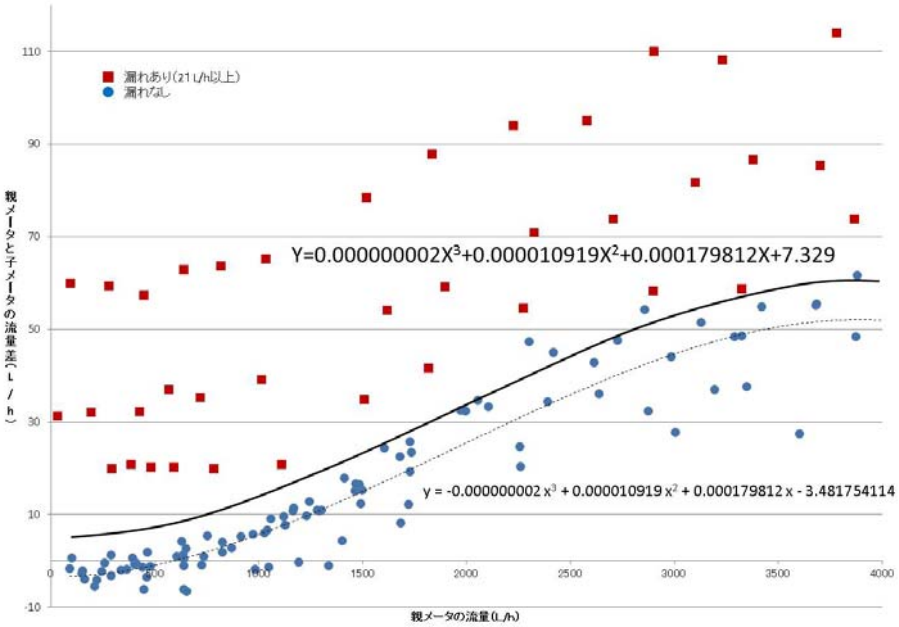



図 7.1.1.1.5.3　3 次関数による回帰

漏えいの有無の判定方法に関する考え方は以下の通りである。

- 7.1.1.1.5.2 及び図 7.1.1.1.5.3 は各々漏えい無しのデータについて、１次式と３次式による回帰関数を求めたものである。
- $R^2$（決定係数）値が、より１に近い３次式による回帰の方が、データとの関連が強いことがわかる。
- これらの回帰曲線を、縦方向に移動させることで、より適切な漏えい判定を行うための設定値と考えることができる。
- 流量差　　：ｙ
  親メータの流量：ｘ
  回帰関数　　：ｆ（ｘ）
  縦方向移動分　：α　　とした場合、

  $y = f(x) + \alpha$　　が判定値（しきい値）となる。

- 瞬時流量計測により取得したデータを利用して、より判定精度が高くなるようにαを決定する必要がある。

（２）統計処理による判定値の設定

マイコンメータの瞬時流量計測データを使って漏えい判定する際に、その精度を向上させるための手法として、重回帰分析による手法について検討を行った。重回帰分析処理を行うことで、データのバラツキを補正し、漏えい判定の制度を高められる可能性がある。

計測したデータ（漏えい無しの状態）を基に重回帰分析を行った結果を以下に示す。

表 7.1.1.1.5.1　重回帰分析結果（子メータ 10 個）

| 回帰統計 | |
|---|---|
| 重相関 R | 0.9999919 |
| 重決定 R2 | 0.9999838 |
| 補正 R2 | 0.9999753 |
| 標準誤差 | 6.0602937 |
| 観測数 | 30 |

分散分析表

| | 自由度 | 変動 | 分散 | 測された分散 | 有意 F |
|---|---|---|---|---|---|
| 回帰 | 10 | 43066705 | 4306670.5 | 117261.19 | 2.63E-43 |
| 残差 | 19 | 697.81604 | 36.72716 | | |
| 合計 | 29 | 43067403 | | | |

| | 係数 | 標準誤差 | t | P-値 | 下限 95% | 上限 95% | 下限 95.0% | 上限 95.0% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 切片 | -0.495011 | 3.1035805 | -0.159497 | 0.8749609 | -6.990879 | 6.000858 | -6.99088 | 6.000858 |
| X 値 1 | 0.9924179 | 0.0121873 | 81.430302 | 1.227E-25 | 0.9669095 | 1.017926 | 0.96691 | 1.017926 |
| X 値 2 | 1.0074671 | 0.0093032 | 108.29253 | 5.512E-28 | 0.9879953 | 1.026939 | 0.987995 | 1.026939 |
| X 値 3 | 0.9944794 | 0.0145223 | 68.479405 | 3.262E-24 | 0.9640838 | 1.024875 | 0.964084 | 1.024875 |
| X 値 4 | 1.0161438 | 0.0151157 | 67.224243 | 4.629E-24 | 0.9845062 | 1.047781 | 0.984506 | 1.047781 |
| X 値 5 | 1.0158457 | 0.0112726 | 90.116311 | 1.797E-26 | 0.9922519 | 1.03944 | 0.992252 | 1.03944 |
| X 値 6 | 1.0039662 | 0.0082664 | 121.45085 | 6.257E-29 | 0.9866643 | 1.021268 | 0.986664 | 1.021268 |
| X 値 7 | 1.0273152 | 0.017086 | 60.126167 | 3.821E-23 | 0.9915538 | 1.063077 | 0.991554 | 1.063077 |
| X 値 8 | 1.0381309 | 0.0200674 | 51.732259 | 6.543E-22 | 0.9961293 | 1.080132 | 0.996129 | 1.080132 |
| X 値 9 | 0.9769884 | 0.0195792 | 49.89926 | 1.292E-21 | 0.9360086 | 1.017968 | 0.936009 | 1.017968 |
| X 値 10 | 1.0215217 | 0.0100012 | 102.14033 | 1.672E-27 | 1.000589 | 1.042454 | 1.000589 | 1.042454 |

この結果から、補正式は以下のようになる。

親メータ流量　＝　-0.495011
+0.9924179　×子メータ１流量
+1.0074671　×子メータ２流量
+0.9944794　×子メータ３流量
+1.0161438　×子メータ４流量
+1.0158457　×子メータ５流量
+1.0039662　×子メータ６流量
+1.0273152　×子メータ７流量
+1.0381309　×子メータ８流量
+0.9769884　×子メータ９流量
+1.0215217　×子メータ 10 流量

この補正式により流量差の供給管の流量特性に関するバラツキが補正されることとなる。

補正前、補正後及び表　漏えい有りのデータを同時にプロットしたものを以下に示す。

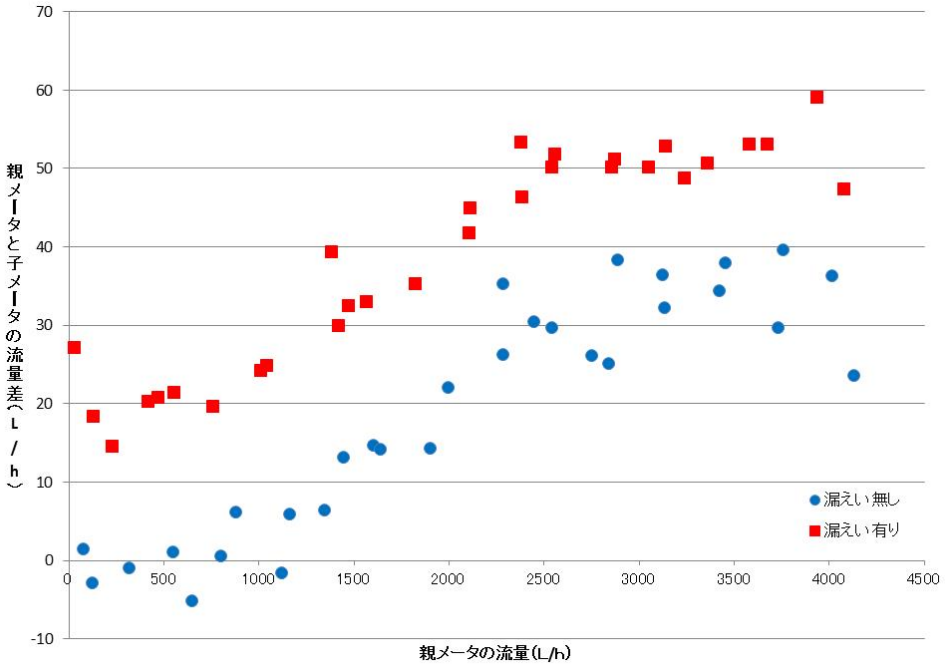



図 7.1.1.1.5.4　計測したデータ（補正前）

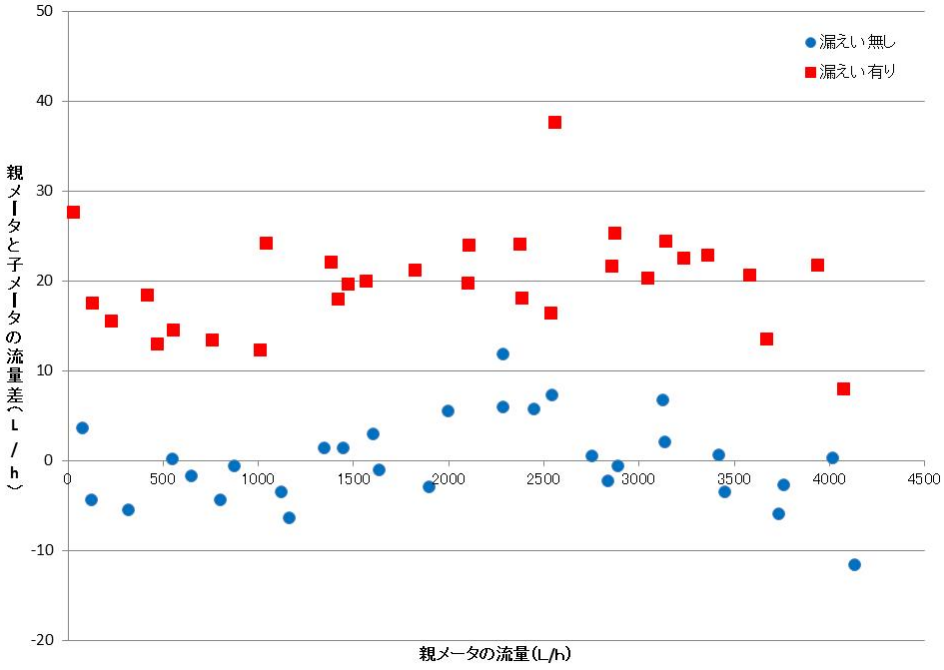



図 7.1.1.1.5.5　補正後のデータ

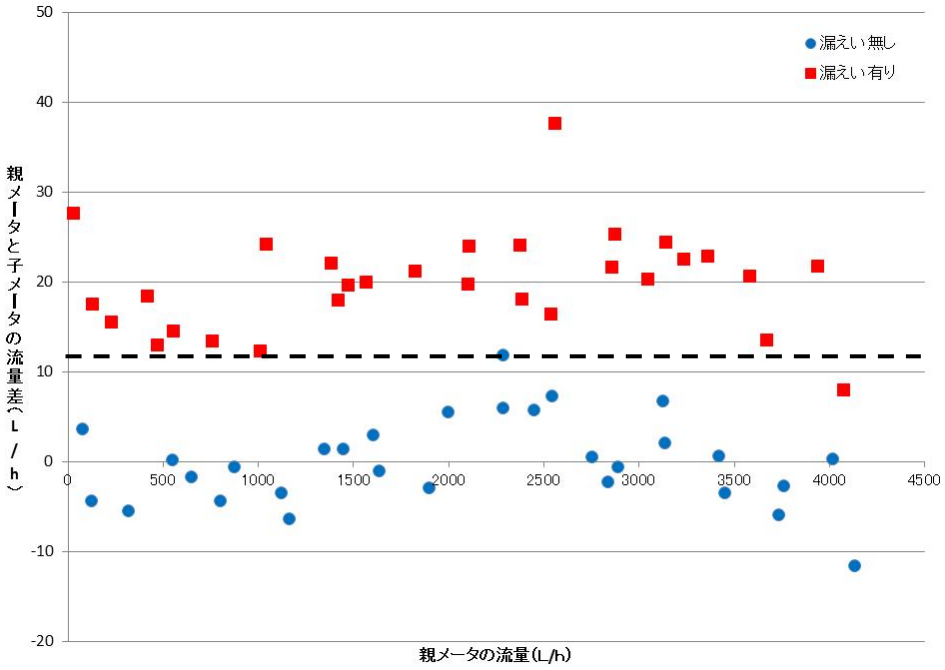



図 7.1.1.1.5.6　漏えい判定値の検討

重回帰分析は供給管に漏えいが無い状態で行ったものであり、補正式を適用することでバラツキを軽減させることが可能となる。漏えい無しのデータは親メータと子メータの流量差が０L/h のラインに補正された。一方、漏えいが有る場合は流量差が約２１L/h に補正されている。

以上のことから、漏えいの有無を判定するための設定値は流量差が図 7.1.1.1.5.6 から１１L/h において設定することにより、漏えい判定が可能となる。但し、親メータ流量が 4000L/h を超える場合は、判定することが難しいと考えられる。

（３）実際の集合住宅のガス流量について

集合住宅のガス漏えい判定を行う際の条件を検討するために、過去に行った実際の集合住宅の配管（供給管）のガス流量の計測結果についてのデータを以下に示す。（平成１５年度経済産業省委託　石油ガス供給事業安全管理技術開発等事業(技術開発事業)に関する報告書〔物流の合理化と保安対策が同時に可能な集中監視システムの開発〕からの抜粋）

表7.1.1.A.1　設置先一覧表

| | | | | | | | ガス使用量(フィールドデータから算出) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | 10月 | | 11月 | | 12月 | |
| 測定現場 | 世帯数 | 構成 | 給湯器 | コンロ | ガスエアコン | GHP | 全体 | 戸別 | 全体 | 戸別 | 全体 | 戸別 |
| ①愛知 | 10 | 独身 | 20号 | ○ | × | × | 41 | 4.1 | 46 | 4.7 | 40 | 4.0 |
| ②東京 | 11 | 一般 | 16号 | ○ | × | × | 155 | 14.1 | 197 | 17.9 | 224 | 20.4 |
| ③愛知 | 12 | 一般 | 20号 | ○ | × | × | 120 | 10.0 | 118 | 9.8 | 187 | 15.6 |
| ④愛知 | 20 | 一般 | 16号 | ○ | × | × | 146 | 9.1 | 148 | 9.2 | 194 | 12.2 |
| ⑤愛知 | 16 | 独身 | 20号 | ○ | × | × | 60 | 3.7 | 675 | 4.2 | 659 | 4.1 |
| ⑥東京 | 21 | 一般 | 20号 | ○ | ○ | × | 58 | 2.9 | 672 | 3.4 | 871 | 4.4 |
| ⑦愛知 | 26 | 一般 | 16号 | ○ | × | × | 330 | 12.7 | 374 | 14.4 | 538 | 20.7 |
| ⑧東京 | 事務所 | 事務所 | 5号* | ○ | × | ○ | 121 | ― | 133 | ― | 405 | ― |

*は、小型湯沸かし器
ガス使用量の単位は、m3
⑧は事務所のためガス使用量は全体のみ表示

① 約１０世帯の集合住宅

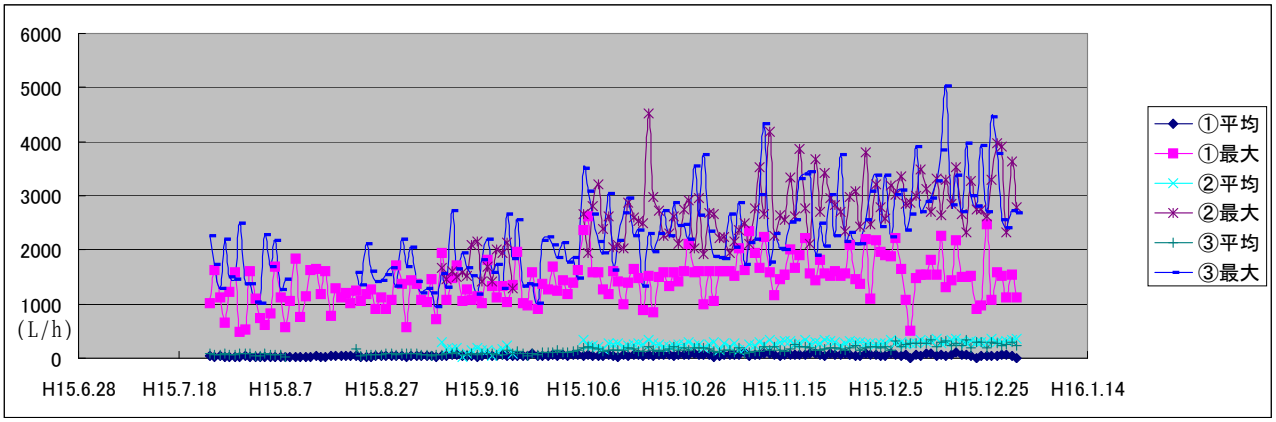



図7.1.1.A.1　の集合住宅重ね合わせ約１０世帯１日単位

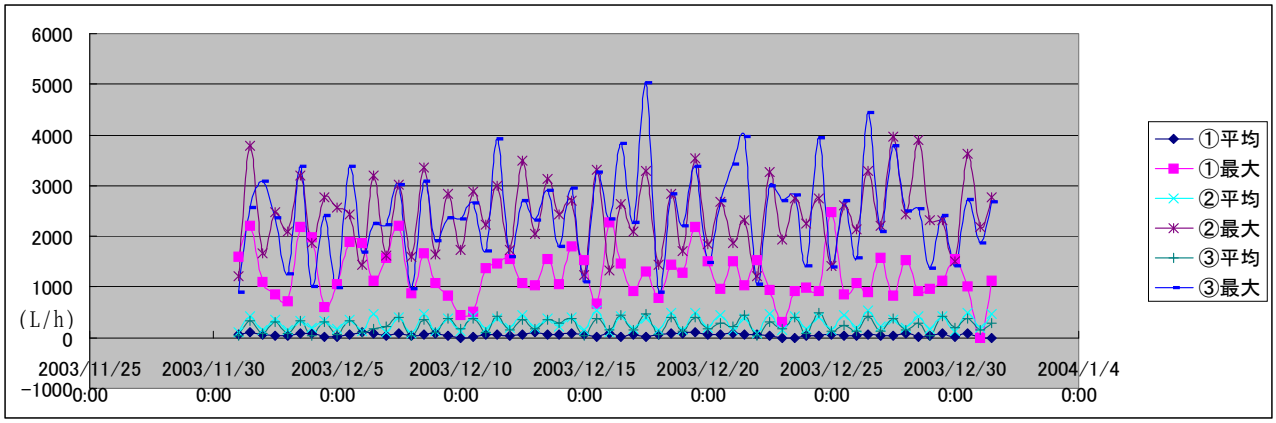



図7.1.1.A.2　１２月１ヶ月間重ね合わせ１２時間単位

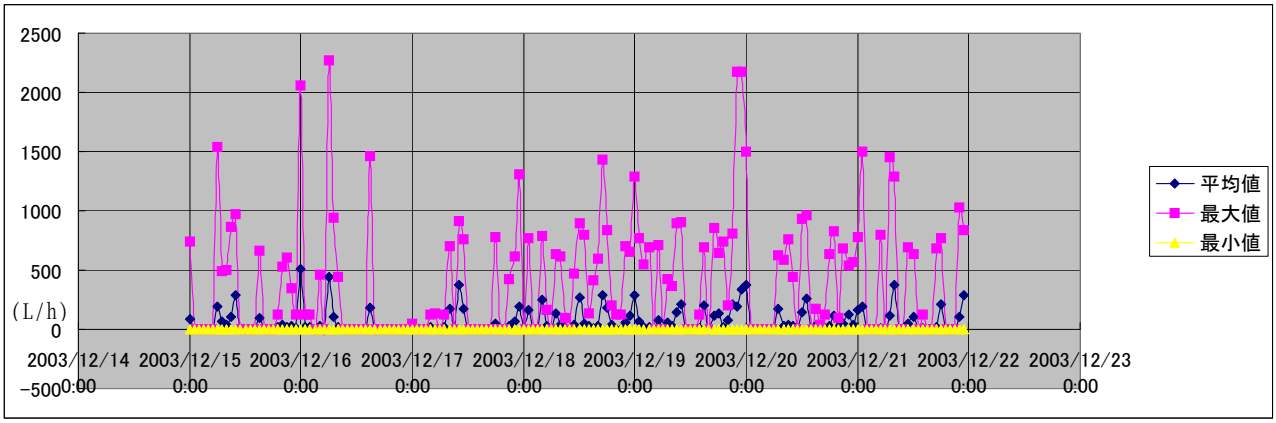



図7.1.1.A.2　測定現場①の週間重ね合わせデータ１時間単位

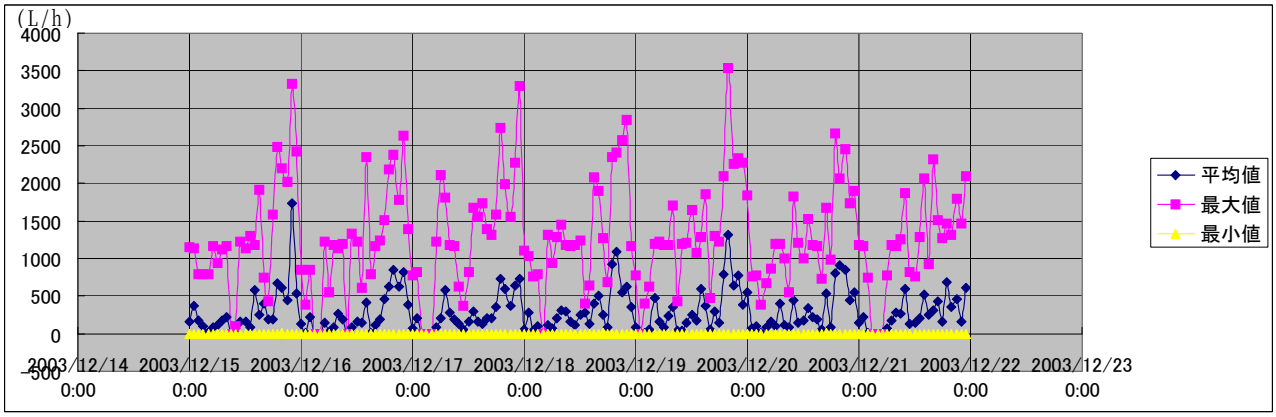



図7.1.1.A.3　測定現場②週間データ１時間単位

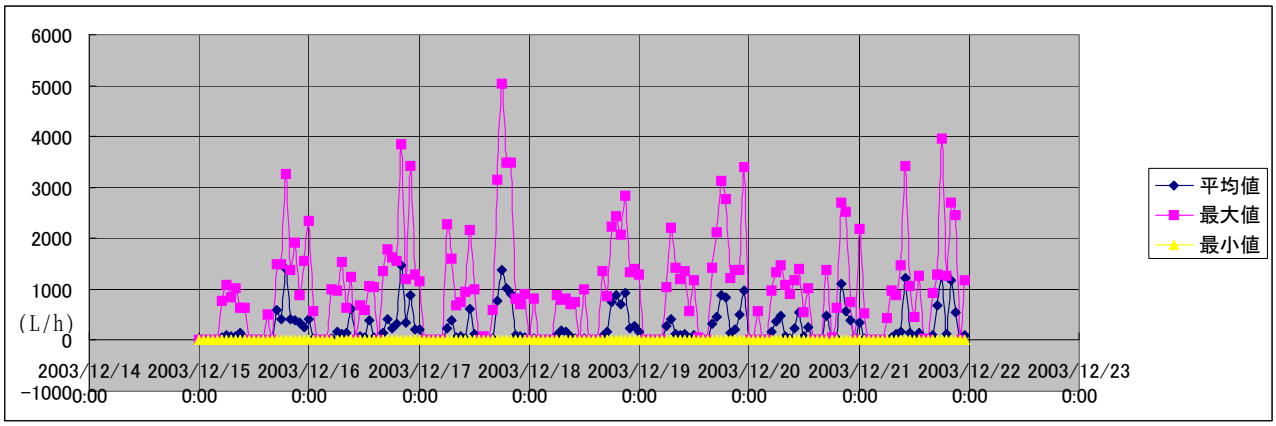



図7.1.1.A.4　測定現場③週間データ１時間単位

②約２０世帯の集合住宅について

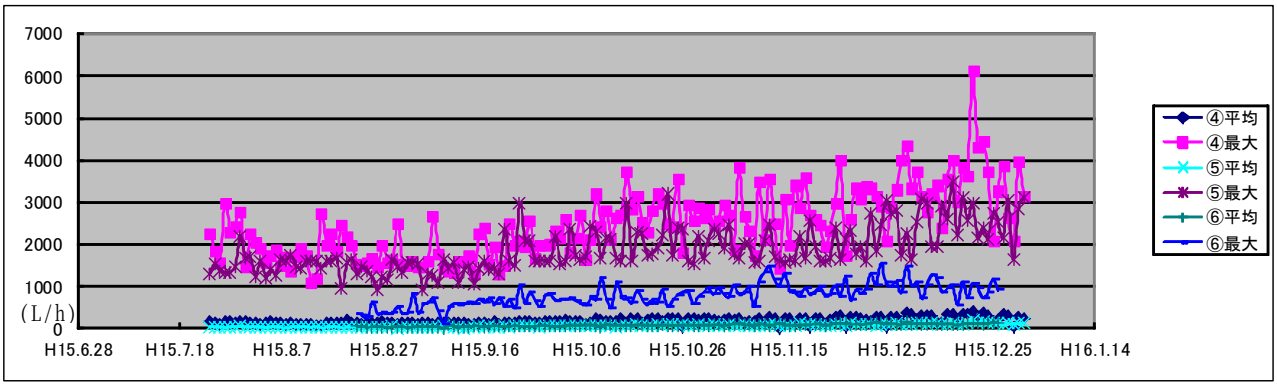



図7.1.1.A.5　約２０世帯の集合住宅重ね合わせ１日単位

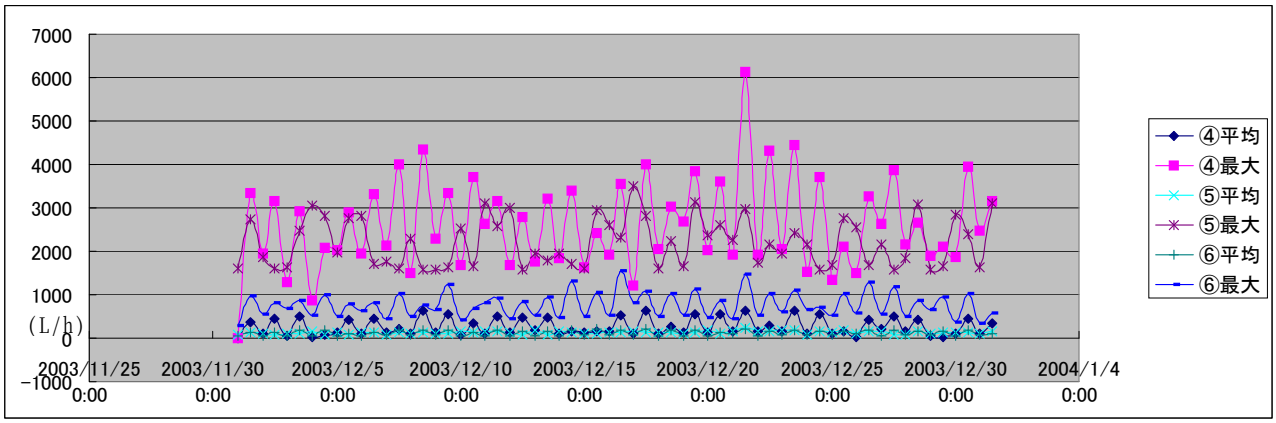



図7.1.1.A.6　１２月の月間重ね合わせ１２時間単位

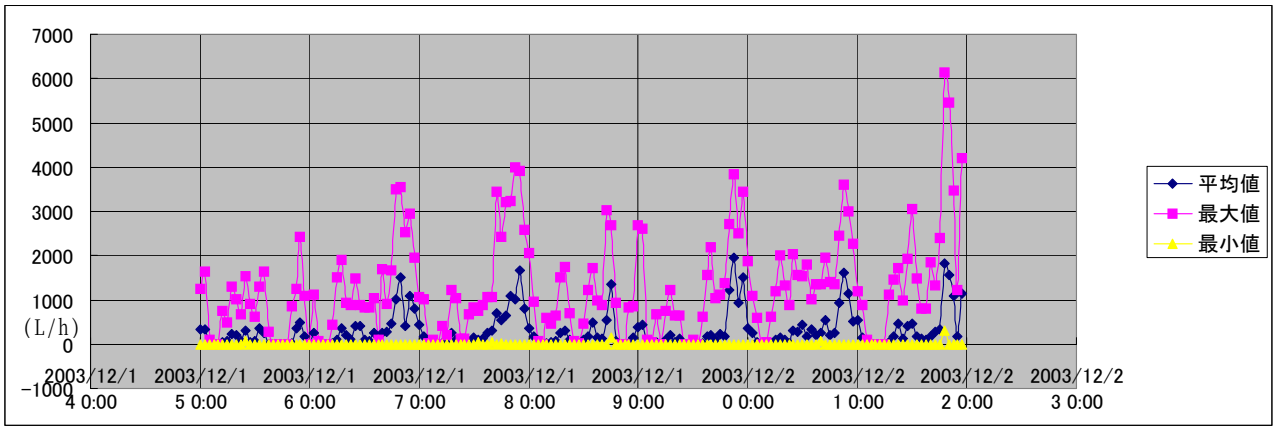



図7.1.1.A.7　測定現場④の週間データ１時間単位

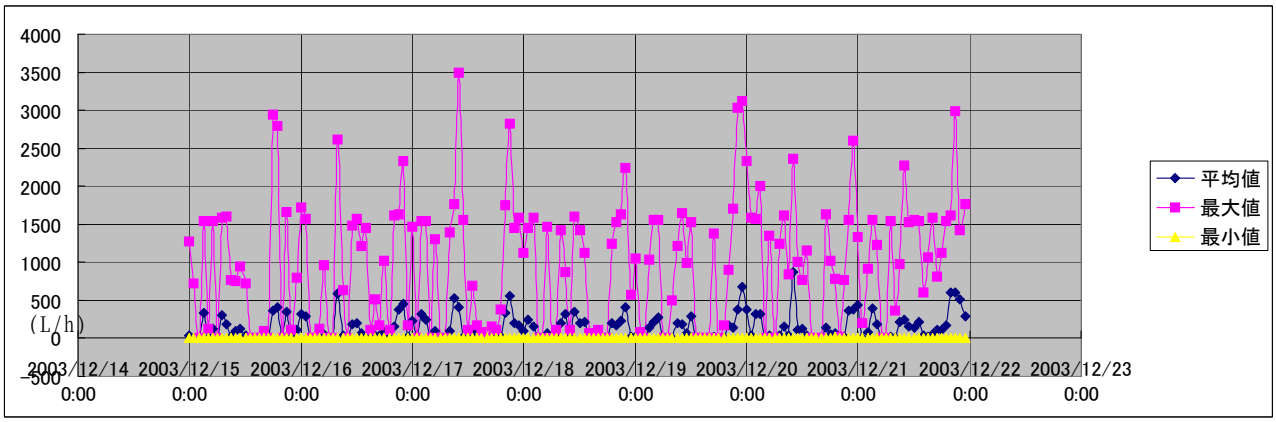



図7.1.1.A.8　測定現場⑤の週間データ１時間単位

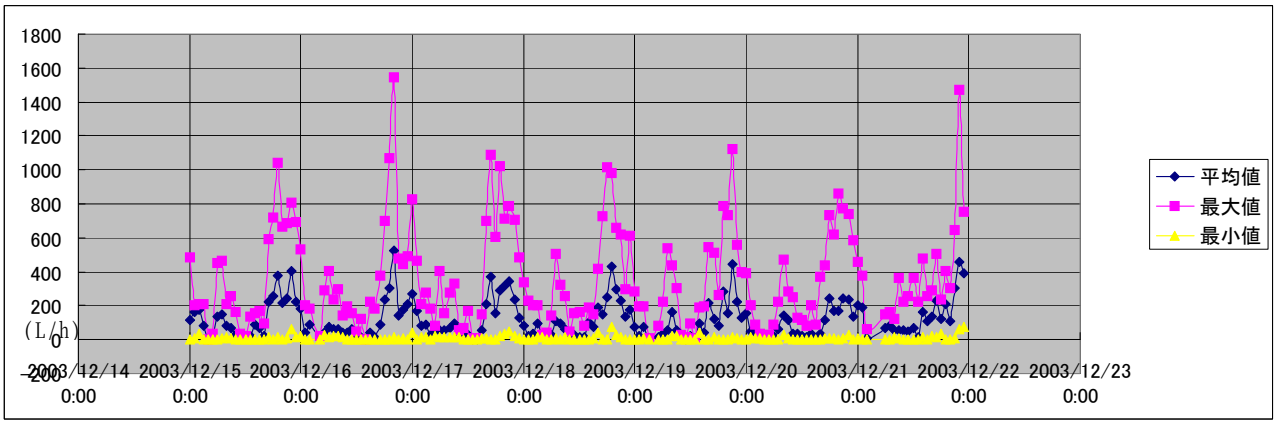



図7.1.1.A.9　測定現場⑥の週間データ１時間単位

③２０世帯を越える集合住宅について

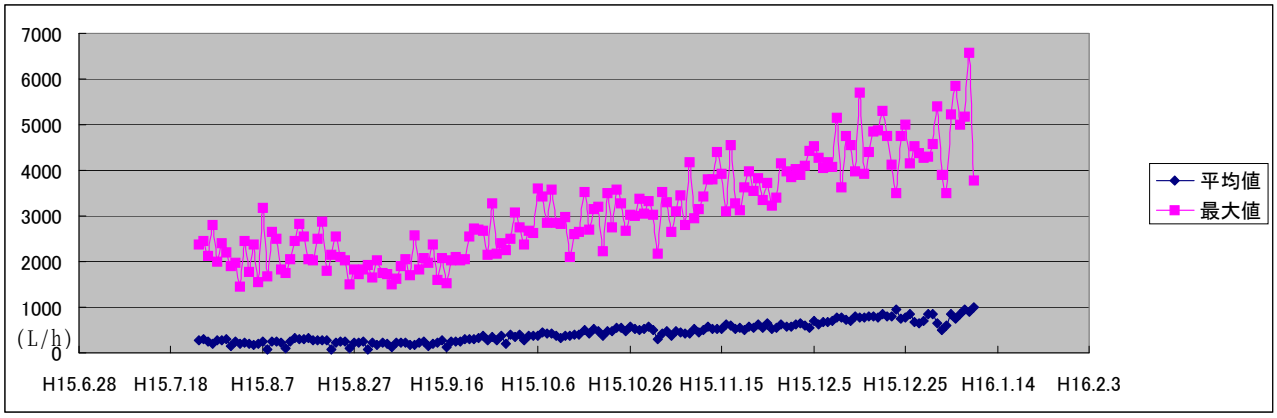



図7.1.1.A.10　２０世帯を超える集合住宅１日単位

集合住宅の供給管の流量に関するデータを考察してみると、１０戸程度の集合住宅における供給管の流量の平均値は５００L/h 程度であった。また、流量の最大値は最も大きい場合５０００L/h 程度を記録した場合があったが、最大値を記録する時間は瞬間的な短い間であったことがわかっている。

集合住宅の顧客が多量のガスを使用中に地震が発生した場合、各子メータは感震器作動遮断が作動しガス流量は０となる。したがって、瞬時計測を行って供給管の漏えいを判定する際はガス流量が０の場合のガス漏えい検知を行う可能性が高いと考えられる。

以上のことから、地震発生後に瞬時流量計測を行って漏えい判定を行う際に、流量があるケースは小さい場合が多いことが予想される。

7.1.1.2　導入支援マニュアルの検討

検討を行った新たな保安システムである集合供給設備遠隔監視システムを実際に導入する場合に必要となる機器、必要な対応人員及び導入するメリット等を整理し、液化石油ガス販売事業者等がシステム導入を検討する上で参考となる導入支援マニュアルを策定した。

（導入支援マニュアル）

（１）システムの概要

災害に備えた新たな保安システム（集合供給設備遠隔監視システム）は現行の無線式集中監視システムに新たな機器を追加することで、災害時又は平常時において集合住宅の供給管のガス漏えいを検知し、必要に応じて遮断や通報を行うシステムとする。

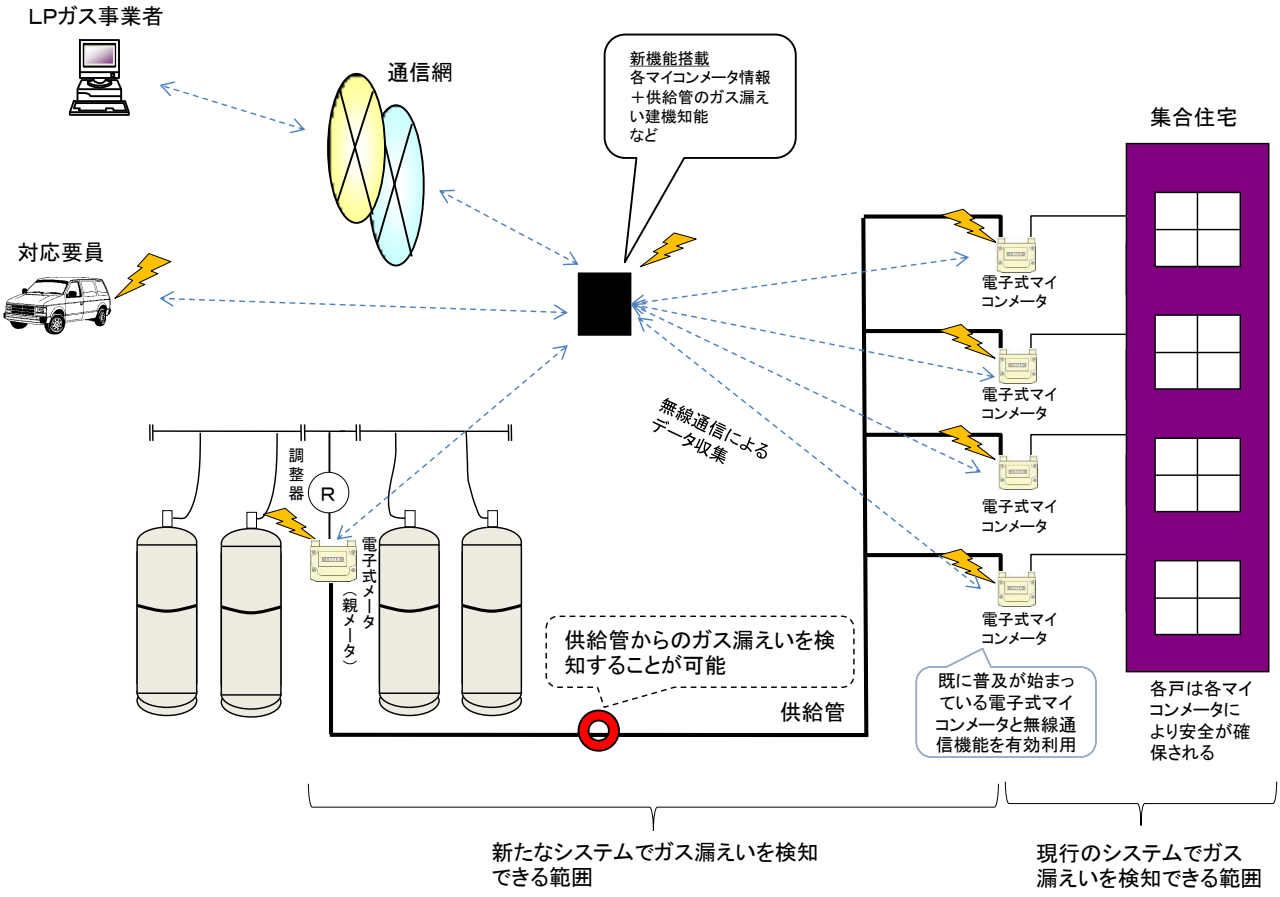
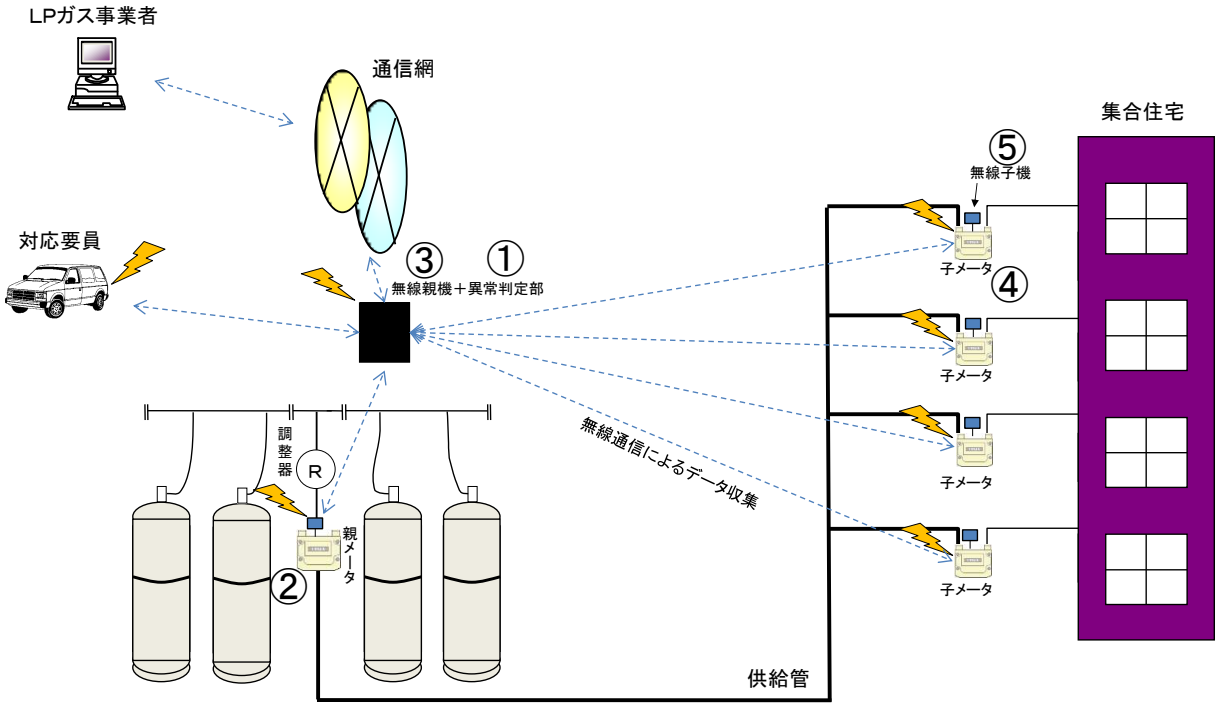



図 7.1.1.2.1　災害に備えた新たな集合住宅用保安システム
（集合供給設備遠隔監視システム）

（２）導入に必要な設備

当該システムを導入するためには以下の機材が必要となる。




①異常判定部・・・・・・・無線親機又は親メータからの信号で異常を判断（システム本体）

②親メータ・・・・・・・・・供給管に設置される超音波式ガスメータ（遮断弁、圧力センサ内蔵）

③無線親機・・・・・・・・・異常判定部に接続され、子メータと通信する無線機

④子メータ・・・・・・・・・各戸に設置される超音波式ガスメータ

⑤無線子機・・・・・・・・・子メータ及び親メータに接続される無線機

図 7.1.1.2.2　必要とする機材

①異常判定部

異常判定部は当該システム導入のため新たに無線親機に接続又は内蔵する必要がある。無線親機により収集された情報を分析することで、供給管のガス漏えいを判定する。

②親メータ

親メータは当該システム導入のために新たに調整器直下に設置される必要があります。超音波式ガスメータであり、当該システム専用の機能を有します。親メータの容量は集合住宅の戸数や保有燃焼器等に応じて選択することができる。

③無線親機

無線親機は各子メータ及び親メータに接続された無線子機と通信を行い、情報を収集する。また、一般公衆回線網に接続し集中監視センターとの通信を行うことができる。さらに、設置現場においてハンディ端末等との無線通信を行うことができる。

④子メータ

子メータは集合住宅の各戸に設置されているマイコンメータであり、マイコンメータＥ型（超音波式マイコンメータ）とする。

⑤無線子機

無線子機は親メータまたは各子メータに接続され、メータの情報を無線親機に送信または異常判定部の情報を受信する。

なお、集中監視システムが既に導入されている集合住宅の場合、追加する機材は以下の通りである。

①異常判定部を内蔵した無線親機
②親メータ
③マイコンメータＥ型（現今設置されているものがＳ型マイコンメータの場合）

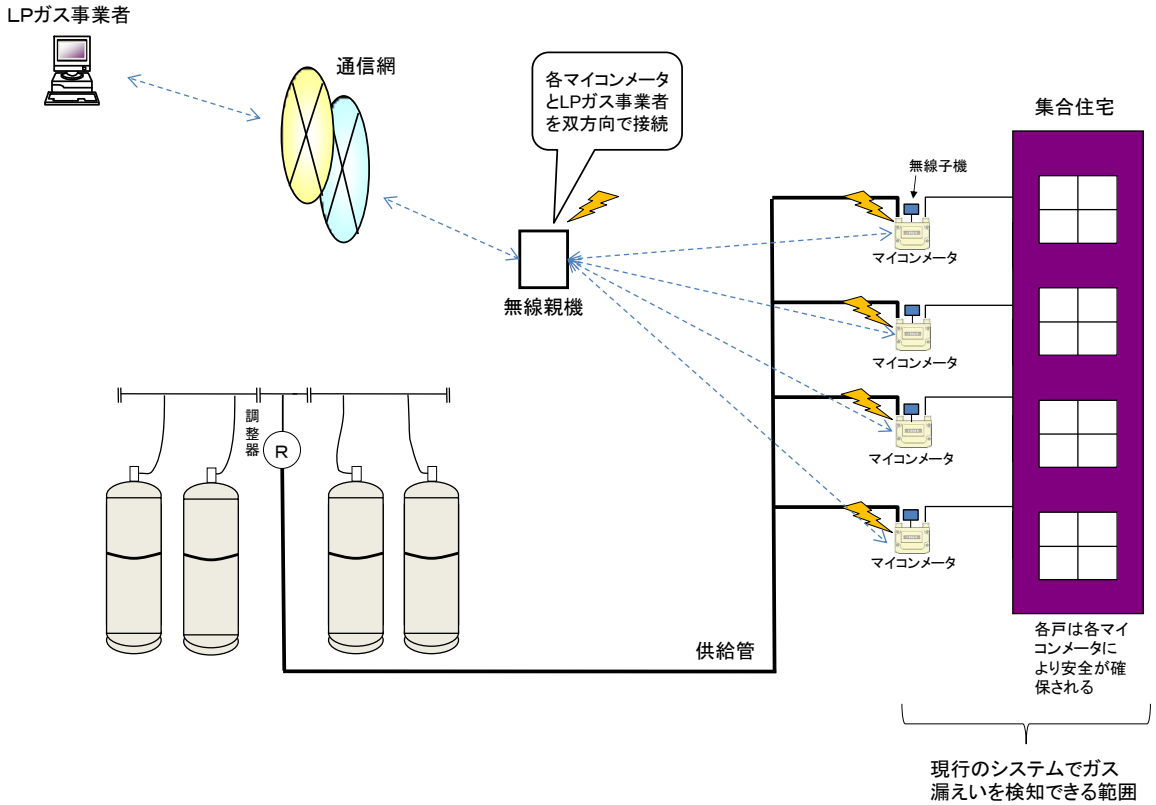



図 7.1.1.2.3　現行の集合住宅用集中監視システム

（３）導入メリット

1)保安効果

(a)災害発生時における集合住宅の保安確保

① 強い地震等が発生した際に集合住宅の供給管からのガス漏えいを自動的に検知し、ガスを遮断するとともにＬＰガス事業者へ通報することが可能となる。

② ＬＰガス事業者が各集合住宅を巡回して点検するよりも迅速にシステムが独自に安全を確保する。

③ 余震等により地震が頻繁に発生した場合においても、その都度システムが自動的にガス漏えいを検知することができる。

④ ガス供給設備の復帰の際にシステムが安全を確認するため、二次災害の防止につながる。

⑤ 通信回線が使用できない場合でも、各集合住宅の近距離通信を使うことで、安全を確保することができる。

(b)平常時における集合住宅のガス漏えい対策

① 供給管のガス漏えい検知を集中監視センターから任意に行うことができる。

② ガス漏えい検知は集合住宅の消費者がガス使用中であっても行うことが可能であるため、消費者に負担をかけずに実施することが可能。

③ ＬＰガス事業者が必要と考えられる場合には集中監視センターから集合住宅のガス供給を遮断することができる。

④ 供給管からの微少漏洩を検知することができ、漏えい検知装置の代替となる可能性がある。

2)合理化効果

(a)保安業務の省力化

① 災害発生時にＬＰガス事業者が各集合住宅を巡回して保安点検を行う際に、システムに蓄積された情報を得ることで、現場での状況確認が容易となる。

② 集合住宅の現場で、各マイコンメータのセキュリティ情報等を収集することが可能となる。

③ 復帰作業を実施する際にシステムが自動で安全確認を行った後、各マイコンメータへの復帰許可を行う。

(b)配送の合理化

① 親メータのガス残量管理機能を使用することで、集合住宅のガス残量管理を行うことができる。

② ハンディ端末を使用することで、現場での各子メータの情報取得が可能。

（４）必要な対応人員

集中監視システムが導入されていない設備に当該システムを導入する場合は、集中監視ステムを導入する場合と同等の対応人員（例えば集中監視センターの人員や緊急出動のための人員等）が必要となる。

既に集中監視システムが導入されている設備に当該システムを導入する場合にあっては、更なる対応人員を必要としない。システム導入における保安効果及び合理化効果によって逆に対応人員を削減することが可能となる。

（５）次世代液化石油ガス保安システムの機能

災害に備えた新たな保安システム（集合供給設備遠隔監視システム）の機能について取りまとめた「次世代液化石油ガス保安システム機能概要」を別紙に記載します。

●別紙参照

別紙１　次世代液化石油ガス保安システム導入支援マニュアル

新たな保安システムである集合供給設備遠隔監視システムを実際に導入する場合に必要となる機器、必要な対応人員及び導入するメリット等を整理し、主として液化石油ガス販売事業者等がシステム導入を検討する上で参考とするもの。

別紙２　次世代液化石油ガス保安システム機能概要

主として機器メーカ、システム事業者及びＬＰガス販売事業者等に向けて、災害に備えた新たな保安システムの製造や販売、運営等を行う上で必要とされるシステムの機能・内容等について取りまとめたもの。

7.1.1.3　集合供給設備遠隔監視システムの安全装置動作確認

大規模災害発生直後の公衆回線が使用できない状態となることが予想される。次世代ＬＰガス保安システムでは供給管のガス漏えい状況とともに集合住宅に設置された各戸のマイコンメーターから得られる情報を自立的に蓄積し、公衆回線が回復したときにそれらの情報を遠隔操作で転送したり、集合住宅の現場において液化石油ガス販売事業者が通信機能を利用して直接情報収集する手段について、実際にハンディ端末による確認を行った。

１）ハンディ端末の概要

ハンディ端末は集合住宅に設置される「次世代保安システム検証用モデル」に蓄積された各マイコンメータのデータを収集することが可能な装置である。

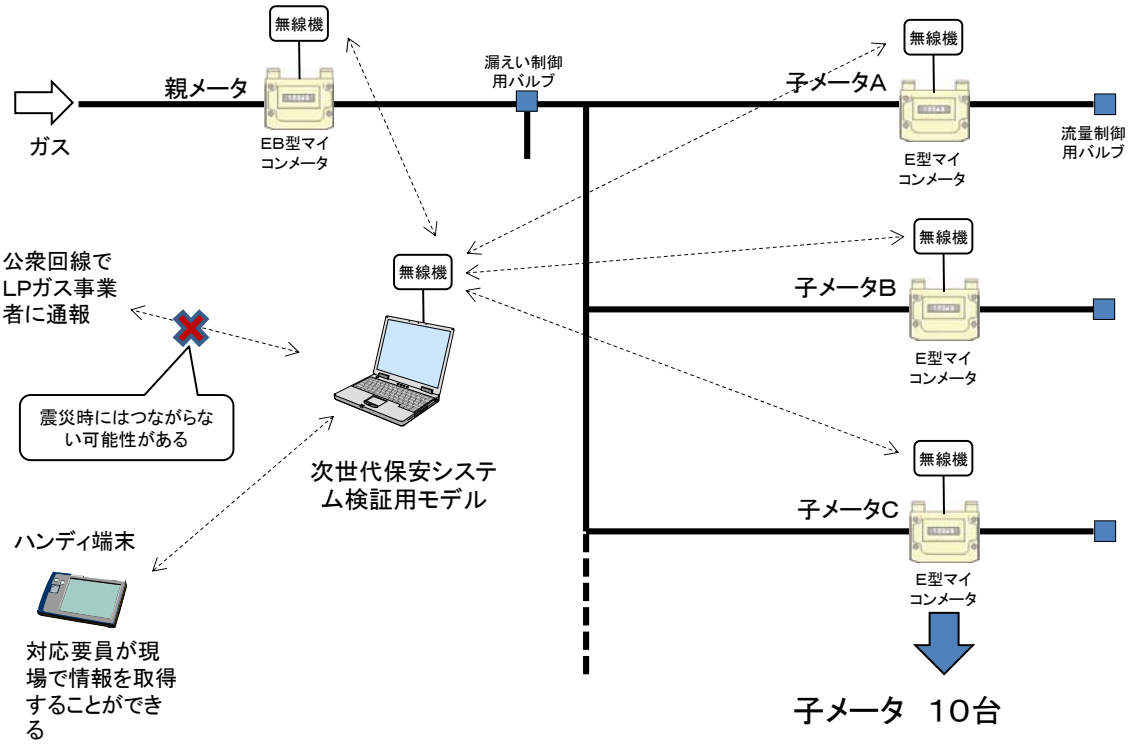



図 7.1.1.3.1　ハンディ端末による情報収集

２）ハンディ端末の機能

(a)表示機能

通信により「次世代保安システム検証用モデル」から得られた情報を表示部で表示することができる。

- 供給管漏えいの判定結果
- 集合住宅の各マイコンメータの状態（セキュリティ情報）
- 検針情報

(b)制御機能

次世代保安システム検証用モデルに対して、命令の送信及びそれに対応した応答を受信し、表示部に表示または記録部に記録する。

- 各マイコンメータの状態確認
- 遮断履歴確認

(c)保存機能

- 次世代保安システム検証用モデルから取得した情報を、テキスト形式で記録用メディアに保存することができる。

(d)通信機能

- 本装置は次世代保安システム検証用モデルとの Bluetooth 規格により無線通信を行う。

写真 7.1.1.3.2　ハンディ端末

３）検証項目

（検証項目）

①データ収集ボタン

検証用モデルに蓄積された集合住宅に関するデータの収集処理を無線通信（Bluetooth）により行う。

②カレント情報表示部

履歴情報一覧から現在選択中の行情報を表示

③履歴情報選択部

検証用モデルに蓄積されている最大直近１０回分の履歴情報を表示・確認。選択行の履歴情報を、カレント情報表示部に表示。

④メータ状態表示部

選択中の履歴情報（瞬時流量値、検針値、遮断弁状態、感震器状態、セキュリティ情報）を各メータ毎に表示する。

⑤保存ボタン

ボタンを押下することで選択中の履歴情報をテキストファイルに保存する。

４）検証結果

（検証結果）

- 検証用モデルに蓄積された集合住宅の各マイコンメータの情報を無線通信により、ハンディ端末で表示、記録することを確認・検証した。
- 各戸のマイコンメータのセキュリティ情報を表示できることにより、現場において対応要員が各戸への対応方針などが決定し易くなることが予想される。
- 大規模災害発生後にＬＰガス販売事業者が供給先を巡回して設備の点検や復帰等を行う際に、集合住宅の場合はまず、各戸のマイコンメータの表示や状況を確認してまわる必要があり、時間や手間がかかるとの意見があった。ハンディ端末を使った設備の状況に関する情報を得る方法は、その解決策として有用であると考えられる。
- 無線方式（Bluetooth）による蓄積データの収集を行ったが、システム本体の設置場所によっては有線による通信方式も考えられる。通信方式は有線、無線に加えて様々な通信規格があるため、通信速度やコスト等を考慮してシステムに応じて選択肢があると思われる。
- 大規模災害時の復帰作業を実施する場合に加えて、平常時の点検時であっても集合住宅の各戸の情報を一度に収集できるメリットがある。

5）集合住宅の保安情報伝達プログラムの作動確認まとめ

大規模災害時にＬＰガス販売事業者が顧客を巡回し、ＬＰガス設備の状況確認、点検、復帰等を行う際に、戸建住宅に比べて集合住宅は設備の規模が大きく、点検作業等にも時間を要する。新たなシステムでは地震発生直後に自動的に供給管の漏えい状況を確認しガス漏えいがあれば遮断する。公衆回線による通信が使用できれば集中監視システムによりＬＰガス事業者に情報が通報されるが、大規模な地震直後は通信が利用できないケースが想定される。

その場合ＬＰガス事業者に顧客の保安情報が伝達されないが、近距離無線により各集合住宅の安全を確保することが新たなシステムの機能として求められる。さらに、ＬＰガス販売事業者が集合住宅に到着し点検作業等をする際の支援を行うため、情報を蓄積、表示することが可能となることで、点検作業者の省力化や迅速化に寄与することが可能となる。

### 7.1.2　検証用モデルの製作等

#### 7.1.2.1　検証計画

次世代液化石油ガス保安システムの機能を検証するため、次世代ＬＰガス検証モデル及び高圧ガス保安協会に構築された集合住宅の疑似配管を使って検証を行う。以下の項目に関する検証を行うため検証モデルの仕様検討、製作及び検証を行った

(1)検証項目

① 漏えい判定精度
- 判定可能漏えい量（L/h）の確認

② 漏えい判定に要する時間
- 判定時間（s）の確認

③ プログラムの動作順序
- 保安確保のためのプログラムの各処理の順序の確認

(2)検証方法

①地震発生時のアルゴリズム

1. 検討した判定式（1 次式及び 3 次式）を検証モデルに設定する。
2. 疑似配管の漏えい制御バルブからガスを約２１L/h 程度で漏えいさせる。
3. 各子メータの流量制御バルブの開度を変更し、全ての子メータ合算で約 4000L/h まで変化させる。
4. 子メータの開度を段階的に変更しつつ､その都度検証モデルによる瞬時流量計測を行い漏えい判定を行う。
5. 流量判定結果の合否とガス漏えい量及び判定式の関係を考察し､漏えい判定精度を検証する。
6. また､漏えい判定に要する時間を計測し､地震発生時の処理としての時間について検証する。
7. 検証モデル画面においてプログラムの処理順序を確認し､災害発生時の処理として検証を行う。

②ガス復帰安全プログラム

1. 疑似配管の漏えい制御バルブからガスを約２１L/h 程度で漏えいさせ復帰安全プログラムを稼働させる｡または漏えいがない場合についても復帰安全プログラムを稼働させる。
2. 復帰処理の合否とガス漏えい量の関係を考察し､復帰安全プログラムの適切な処理について検証する。
3. 漏えい判定に要する時間を計測し､地震発生時の処理としての時間について検証する。
4. 検証モデル画面においてプログラムの処理順序を確認し､災害発生時の処理として検証を行う。

③その他

必要に応じて配管長さ等を変更し、検証モデルを稼働させて処理を確認する。

7.1.2.2　検証用モデルの仕様

(1)次世代保安システム検証用モデルの概要

次世代保安システム検証用モデルは集合住宅の供給管の調整器直下に設置されたマイコンメータ（親メータ）１台及び分岐した配管に設置されたマイコンメータ（子メータ）１０台と無線通信により情報収集を行い、供給管のガス漏えい検知を判断するシステムである。

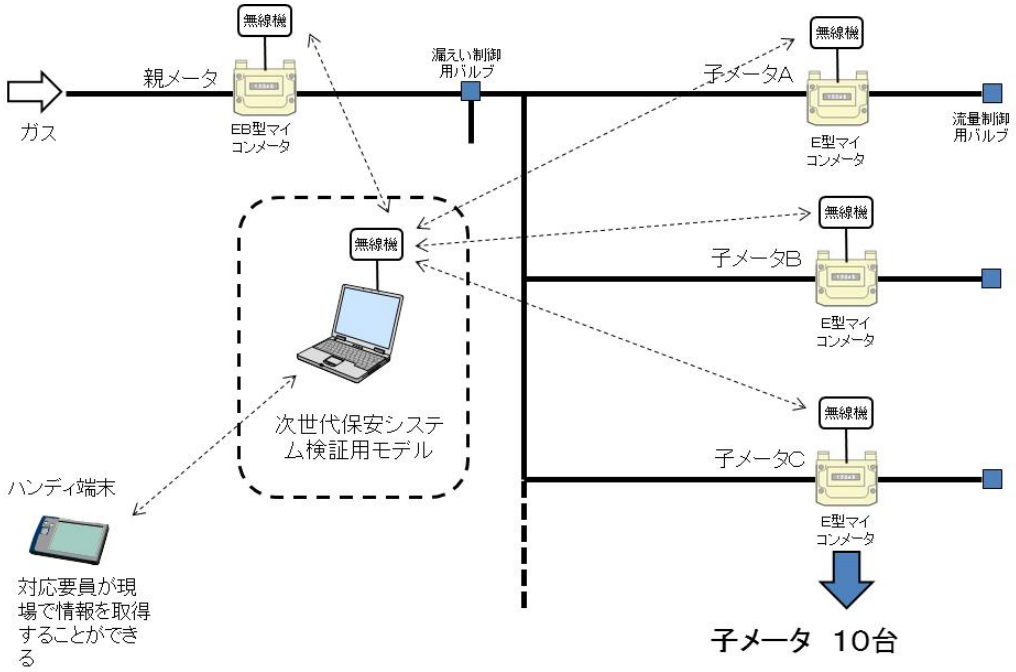



図 7.1.2.2.1　次世代保安システム検証用モデルの概要（破線部内）

(2)次世代保安システム検証用モデルの構成

次世代保安システム検証用モデルは無線通信部及び制御部から構成される。

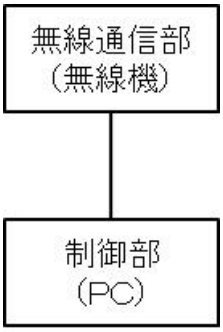



図 7.1.2.2.2　モデルの構成

(3)各機器の機能

①各部の機能

(a)無線通信部

無線通信部は１１台のマイコンメータに接続された無線機と無線通信によりデータの送受信を行い、有線により接続された制御部へデータを送る。また、制御部からの通信命令

を実行し、マイコンメータに接続された無線機へ情報を送信する。また、無線通信部の通信能力は１１台以上の無線機と通信を行う能力を有する。各マイコンメータとの無線通信仕様の詳細は「電話レス対応無線集中監視システム標準仕様書（高圧ガス保安協会）」に準拠する。

(b)制御部

制御部は無線通信部と有線で接続され、無線通信部から送られたデータを処理して表示あるいは無線通信部に対してデータの収集などを命令する。供給管のガス漏えいを検知するための判断プログラムを搭載しており、無線通信部から送られてきたデータ及びあらかじめ設定した数値を基に処理を行い、ガス漏えいの有無を判断する。制御部に使用するハードウェアは漏えい判断プログラムの確認や設定値の修正等を行えるようにパーソナルコンピュータ（ＰＣ）を活用したものとする。

制御部で行うことができる主な機能を以下に示す。

A) ＰＣにおいて各マイコンメータから収集した流量情報などのデータを表示・記録することができる。
B) ＰＣにおいて各設定値を表示・変更することができる。
C) ＰＣにおいて各マイコンメータへの通信を手動で行うことができる。
D) 実験設備の供給管の長さ、大きさ等やメータの数を変更したときに、設定値の変更等が行える。
E) 後に示す漏えい判断プログラムを搭載する。プログラムに必要とする設定値等を手動で入力・変更等を行うことができる。
F) 制御部は漏えい判断プログラムを実行するうえで、十分な処理能力を有する。
G) 集合住宅の保安情報データを蓄積し、ハンディ端末にデータを転送するためのインターフェース（ＵＳＢまたは Bluetooth）を有している。
H) 各マイコンメータから収集したデータを使ってガス漏えいを判定する際に、関数により漏えい判定用設定値とすることが可能とする。
I) 漏えい判定を行う際には、蓄積した各マイコンメータのデータの重回帰分析結果を設定することができる。

②搭載プログラム

制御部に搭載する漏えい判断プログラムのフロー図を以下に示す。なお、マイコンメータから得る情報についてはマイコンメータ通信インターフェース仕様書に準拠することとする。

(a)地震発生時のアルゴリズム

地震発生→漏えい検知→安全の確保→情報伝達

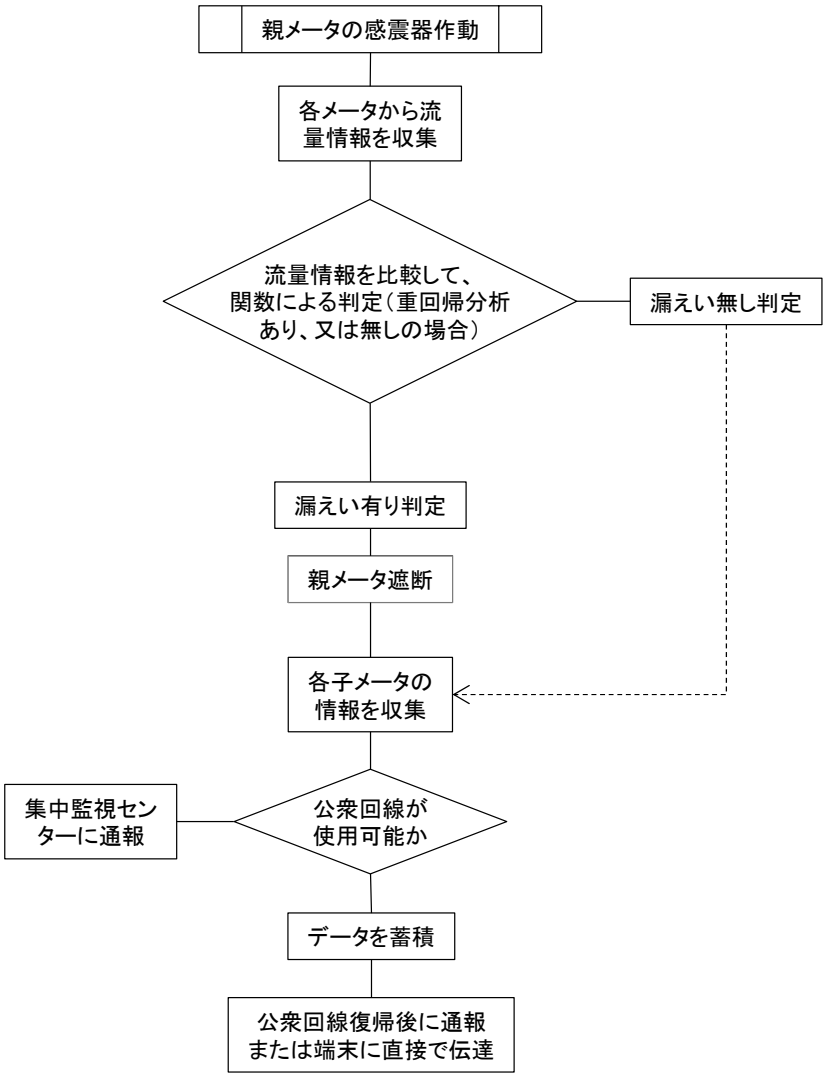



図 7.1.2.2.3　地震発生時アルゴリズム

(b)ガス安全復帰アルゴリズム

ガス復帰工事終了→供給管の安全確認・復帰→各子メータの復帰

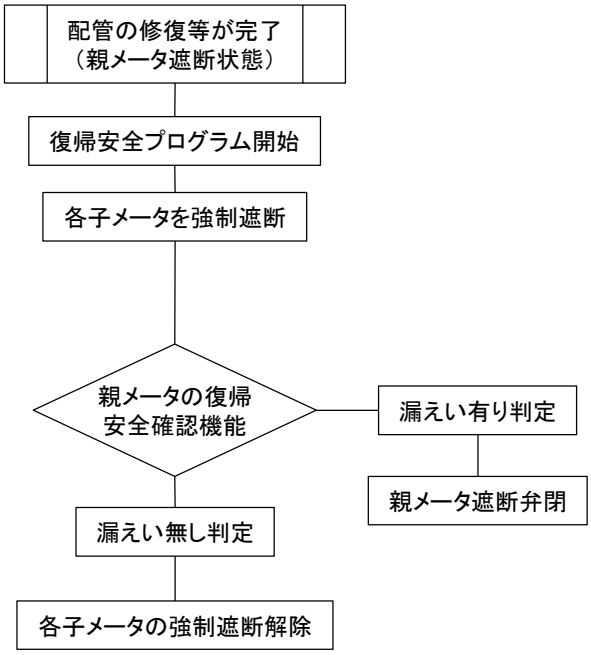



図 7.1.2.2.4　ガス安全復帰アルゴリズム

(3)検証モデル

検証モデルの外観、検証画面を以下に示す。

図 7.1.2.2.5　次世代ＬＰガス保安システム検証用モデル

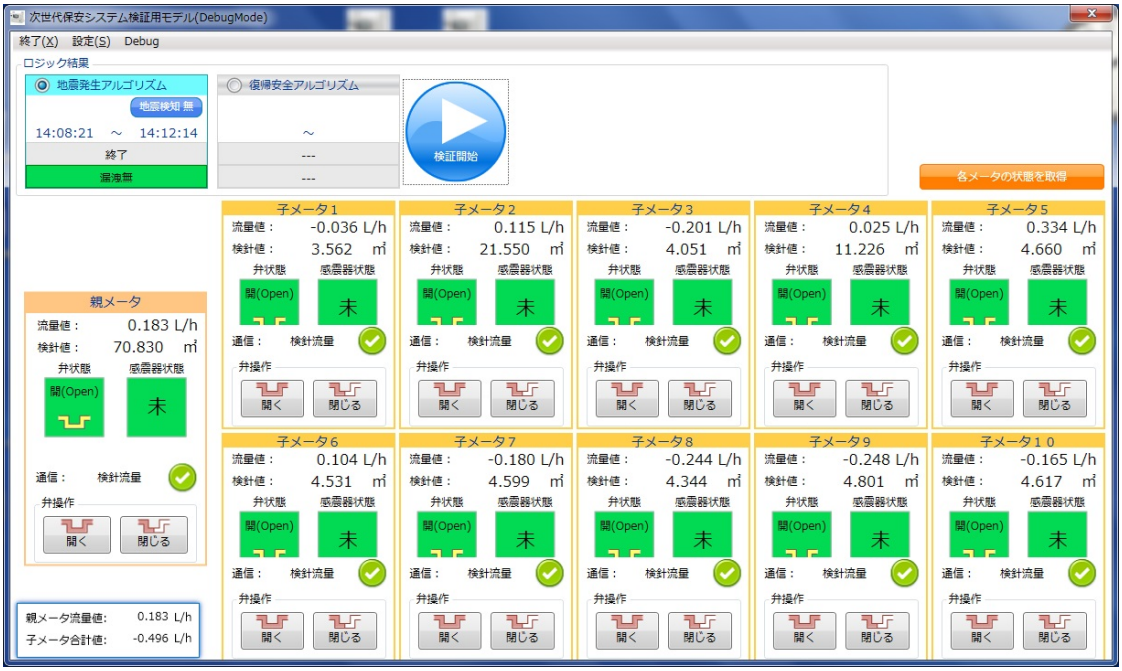



図 7.1.2.2.6　判定プログラムの表示画面

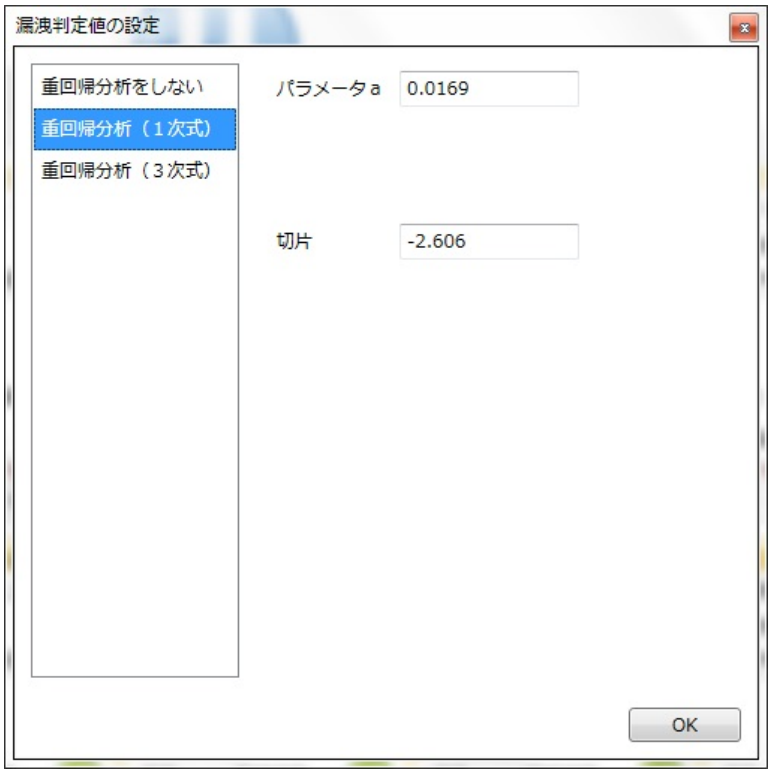



図 7.1.2.2.7　判定式の入力画面（１次式）

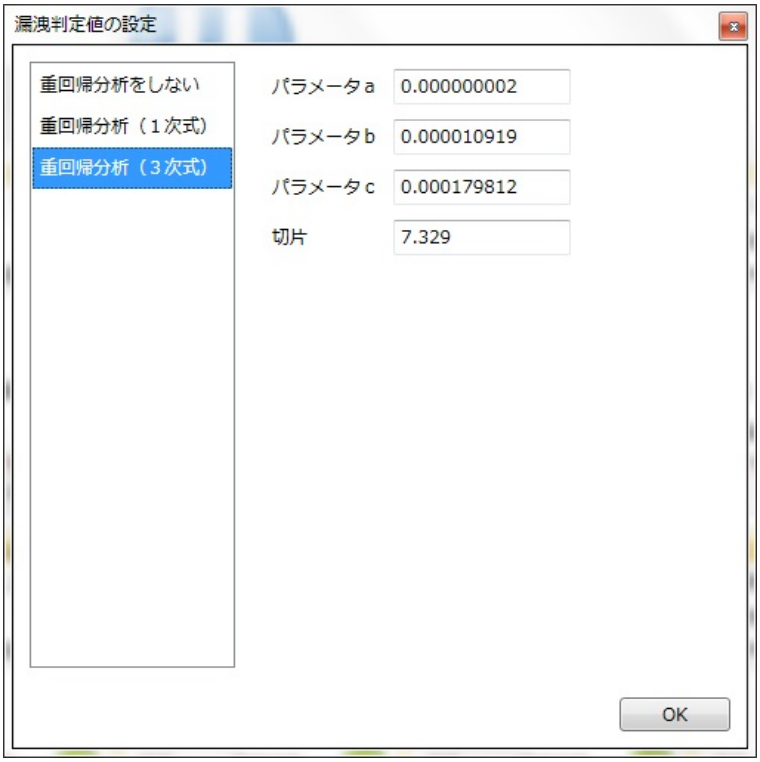



図 7.1.2.2.8　判定式の入力画面（３次式）

7.1.2.3　検証用モデルの検証結果

(a)地震発生時のアルゴリズムの検証

１）漏えい判定までに要する時間

(ｲ)地震検知の時間

供給管の本管の調整器の下流に設置したマイコンメータ（親マイコンメータ）に地震を想定した振動を加えて、検証用モデルに無線通信による情報が伝達するまでの時間を測定したところ、以下のとおりであった。

表 7.1.2.3.1　情報伝達までの時間

| | |
|---|---|
| 親マイコンメータからの発呼を受信する時間 | 18 秒 |

(ﾛ)漏えい判定処理時間の計測

地震情報を受信後の動作の流れは以下のとおりである。

①親メータ及び子メータからの情報を収集してガス漏えいの判定を行う。ガス漏えいが無ければ②へ、漏えい有りならば親メータを遮断

②各メータのセキュリティ情報収集

③各メータの検針値を情報収集

④収集した情報を公衆回線が使用可能であれば集中監視センターへ送信。使用不能であればデータを蓄積。

これらの動作に要する時間を計測した結果を以下に示す。

表 7.1.2.3.2　漏えい無しの場合

| | 要した時間時間 |
|---|---|
| ①各メータからの情報収集及び判定 | １分９秒 |
| ②各メータのセキュリティ情報収集 | １分１１秒 |
| ③各メータの検針値を情報収集 | １分１０秒 |
| ④収集した情報を蓄積。 | ４秒 |
| 計 | ３分３４秒 |

表 7.1.2.3.3　漏えい有りの場合

| | 要した時間時間 |
|---|---|
| ①各メータからの情報収集及び判定 | １分９秒 |
| ●親メータ遮断処理 | １分２８秒 |
| ②各メータのセキュリティ情報収集 | １分１５秒 |
| ③各メータの検針値を情報収集 | １分１０秒 |
| ④収集した情報を蓄積及び終了 | １分２秒 |
| 計 | ６分４秒 |

地震が発生してからシステムが作動し、安全を確保するまでに要する時間は供給管からのガス漏えいの有無により、処理時間が多少違ってくる。

供給管のガス漏えいが無い場合、１分２７秒（１８秒＋１分９秒）の時間でガス漏えいを判定し、漏えいが無いことを確認している。その後、各メータのセキュリティ情報を収集し、データを蓄積している。一連の動作に要する時間は３分３４秒であった。

供給管からのガス漏えいがあった場合には、２分５５秒（１８秒＋１分９秒＋１分２８秒）後に親メータの遮断弁を閉じ、安全を確保している。その後の情報収集のための動作は同じである。

2）地震検知から供給管漏えい判定の検証

検証用モデルが親マイコンメータからの情報により地震を検知して、供給管のガス漏えいを判定結果を以下に示す。なお、漏えい判定値は以下の種類（1次式の場合と3次式）のケースとした。

①1次式　判定値＝0.0169X+2.606　（X は親メータの流量）

②3次式　判定値=-0.000000002$X^3$+0.000010919$X^2$+0.000179812X+7.329

表 7.1.2.3.4　供給管の漏えい無しの場合（1次式）

| 試験No. | 親メータ流量値(L/h) | 子メータ流量値合算(L/h) | 親－子流量差(L/h) | 低圧側圧力(kPa) | 容器側圧力(MPa) | 計測漏えい量(L/h) | 関数による流量判定値 | システム判定結果 | 真の判定 | 判定結果の正誤 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 121 | 124 | −3 | 2.64 | 0.93 | 0 | 4.6449 | 漏えい無し | 漏えい無し | 正 |
| 2 | 319 | 320 | −1 | 2.61 | 0.76 | 0 | 7.9911 | 漏えい無し | 漏えい無し | 正 |
| 3 | 875 | 869 | 6 | 2.58 | 0.78 | 0 | 17.3875 | 漏えい無し | 漏えい無し | 正 |
| 4 | 1163 | 1157 | 6 | 2.6 | 0.92 | 0 | 22.2547 | 漏えい無し | 漏えい無し | 正 |
| 5 | 1346 | 1340 | 6 | 2.58 | 0.89 | 0 | 25.3474 | 漏えい無し | 漏えい無し | 正 |
| 6 | 1603 | 1589 | 14 | 2.57 | 0.88 | 0 | 29.6907 | 漏えい無し | 漏えい無し | 正 |
| 7 | 1898 | 1884 | 14 | 2.55 | 0.83 | 0 | 34.6762 | 漏えい無し | 漏えい無し | 正 |
| 8 | 2285 | 2250 | 35 | 2.56 | 0.83 | 0 | 41.2165 | 漏えい無し | 漏えい無し | 正 |
| 9 | 2540 | 2511 | 29 | 2.54 | 0.89 | 0 | 45.526 | 漏えい無し | 漏えい無し | 正 |
| 10 | 2751 | 2725 | 26 | 2.63 | 0.95 | 0 | 49.0919 | 漏えい無し | 漏えい無し | 正 |
| 11 | 2837 | 2811 | 26 | 2.47 | 0.78 | 0 | 50.5453 | 漏えい無し | 漏えい無し | 正 |
| 12 | 3123 | 3086 | 37 | 2.52 | 0.86 | 0 | 55.3787 | 漏えい無し | 漏えい無し | 正 |
| 13 | 3449 | 3411 | 38 | 2.46 | 0.86 | 0 | 60.8881 | 漏えい無し | 漏えい無し | 正 |
| 14 | 3732 | 3702 | 30 | 2.4 | 0.76 | 0 | 65.6708 | 漏えい無し | 漏えい無し | 正 |
| 15 | 4129 | 4105 | 24 | 2.4 | 0.86 | 0 | 72.3801 | 漏えい無し | 漏えい無し | 正 |

表 7.1.2.3.5　供給管の漏えい有りの場合（1次式）

| 試験No. | 親メータ流量値(L/h) | 子メータ流量値合算(L/h) | 親－子流量差(L/h) | 低圧側圧力(kPa) | 容器側圧力(MPa) | 計測漏えい量(L/h) | 関数による流量判定値 | システム判定結果 | 真の判定 | 判定結果の正誤 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 28 | 1 | 27 | 2.61 | 0.83 | 21 | 3.1 | 漏えい有り | 漏えい有り | 正 |
| 2 | 228 | 214 | 14 | 2.64 | 0.93 | 20.9 | 6.5 | 漏えい有り | 漏えい有り | 正 |
| 3 | 414 | 394 | 20 | 2.6 | 0.88 | 20.2 | 9.6 | 漏えい有り | 漏えい有り | 正 |
| 4 | 552 | 530 | 22 | 2.62 | 0.92 | 20.6 | 11.9 | 漏えい有り | 漏えい有り | 正 |
| 5 | 755 | 736 | 19 | 2.57 | 0.78 | 18.3 | 15.4 | 漏えい有り | 漏えい有り | 正 |
| 6 | 1008 | 984 | 24 | 2.55 | 0.8 | 20.7 | 19.6 | 漏えい有り | 漏えい有り | 正 |
| 7 | 1470 | 1438 | 32 | 2.57 | 0.9 | 20.5 | 27.4 | 漏えい有り | 漏えい有り | 正 |
| 8 | 1822 | 1786 | 36 | 2.56 | 0.94 | 20.3 | 33.4 | 漏えい有り | 漏えい有り | 正 |
| 9 | 2107 | 2063 | 44 | 2.53 | 0.85 | 20.4 | 38.2 | 漏えい有り | 漏えい有り | 正 |
| 10 | 2375 | 2321 | 54 | 2.54 | 0.88 | 20.8 | 42.7 | 漏えい有り | 漏えい有り | 正 |
| 11 | 2556 | 2504 | 52 | 2.52 | 0.88 | 19.4 | 45.8 | 漏えい有り | 漏えい有り | 正 |
| 12 | 2872 | 2821 | 51 | 2.5 | 0.78 | 17.4 | 51.1 | 漏えい無し | 漏えい有り | 誤 |
| 13 | 3138 | 3085 | 53 | 2.5 | 0.82 | 19.1 | 55.6 | 漏えい無し | 漏えい有り | 誤 |
| 14 | 3580 | 3527 | 53 | 2.44 | 0.89 | 19.3 | 63.1 | 漏えい無し | 漏えい有り | 誤 |
| 15 | 3935 | 3876 | 59 | 2.39 | 0.83 | 17.8 | 69.1 | 漏えい無し | 漏えい有り | 誤 |

表 7.1.2.3.6　供給管の漏えい無し（３次式）

| 試験No. | 親メータ流量値(L/h) | 子メータ流量値合算(L/h) | 親－子流量差(L/h) | 低圧側圧力(kPa) | 容器側圧力(MPa) | 計測漏えい量(L/h) | 関数による流量判定値 | システム判定結果 | 真の判定 | 判定結果の正誤 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 75 | 73 | 2 | 2.65 | 0.78 | 0 | 7.4 | 漏えい無し | 漏えい無し | 正 |
| 2 | 550 | 549 | 1 | 2.62 | 0.82 | 0 | 11.1 | 漏えい無し | 漏えい無し | 正 |
| 3 | 648 | 653 | −5 | 2.59 | 0.78 | 0 | 12.6 | 漏えい無し | 漏えい無し | 正 |
| 4 | 799 | 799 | 0 | 2.61 | 0.83 | 0 | 15.5 | 漏えい無し | 漏えい無し | 正 |
| 5 | 1119 | 1121 | −2 | 2.58 | 0.76 | 0 | 24.0 | 漏えい無し | 漏えい無し | 正 |
| 6 | 1445 | 1432 | 13 | 2.56 | 0.84 | 0 | 36.4 | 漏えい無し | 漏えい無し | 正 |
| 7 | 1636 | 1622 | 14 | 2.66 | 0.92 | 0 | 45.6 | 漏えい無し | 漏えい無し | 正 |
| 8 | 1994 | 1972 | 22 | 2.53 | 0.78 | 0 | 67.0 | 漏えい無し | 漏えい無し | 正 |
| 9 | 2282 | 2256 | 26 | 2.54 | 0.9 | 0 | 88.4 | 漏えい無し | 漏えい無し | 正 |
| 10 | 2446 | 2416 | 30 | 2.59 | 0.87 | 0 | 102.4 | 漏えい無し | 漏えい無し | 正 |
| 11 | 2888 | 2850 | 38 | 2.58 | 0.93 | 0 | 147.1 | 漏えい無し | 漏えい無し | 正 |
| 12 | 3134 | 3102 | 32 | 2.54 | 0.82 | 0 | 176.7 | 漏えい無し | 漏えい無し | 正 |
| 13 | 3420 | 3385 | 35 | 2.46 | 0.82 | 0 | 215.7 | 漏えい無し | 漏えい無し | 正 |
| 14 | 3757 | 3718 | 39 | 2.52 | 0.93 | 0 | 268.2 | 漏えい無し | 漏えい無し | 正 |
| 15 | 4013 | 3977 | 36 | 2.44 | 0.93 | 0 | 313.1 | 漏えい無し | 漏えい無し | 正 |

表 7.1.2.3.7　供給管の漏えい有り（３次式）

| 試験No. | 親メータ流量値(L/h) | 子メータ流量値合算(L/h) | 親－子流量差(L/h) | 低圧側圧力(kPa) | 容器側圧力(MPa) | 計測漏えい量(L/h) | 関数による流量判定値 | システム判定結果 | 真の判定 | 判定結果の正誤 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 126 | 107 | 19 | 2.62 | 0.82 | 20.8 | 7.53 | 漏えい有り | 漏えい有り | 正 |
| 2 | 466 | 446 | 20 | 2.61 | 0.81 | 20.7 | 9.99 | 漏えい有り | 漏えい有り | 正 |
| 3 | 1042 | 1017 | 25 | 2.61 | 0.82 | 20.3 | 21.63 | 漏えい有り | 漏えい有り | 正 |
| 4 | 1383 | 1344 | 39 | 2.6 | 0.91 | 20.6 | 33.75 | 漏えい有り | 漏えい有り | 正 |
| 6 | 1417 | 1387 | 30 | 2.61 | 0.89 | 20.8 | 35.20 | 漏えい無し | 漏えい有り | 誤 |
| 5 | 1567 | 1534 | 33 | 2.56 | 0.82 | 19.3 | 42.12 | 漏えい無し | 漏えい有り | 誤 |
| 7 | 2102 | 2061 | 41 | 2.52 | 0.78 | 19.7 | 74.53 | 漏えい無し | 漏えい有り | 誤 |
| 8 | 2383 | 2337 | 46 | 2.53 | 0.86 | 18.4 | 96.83 | 漏えい無し | 漏えい有り | 誤 |
| 9 | 2539 | 2489 | 50 | 2.52 | 0.83 | 19.6 | 110.91 | 漏えい無し | 漏えい有り | 誤 |
| 10 | 2856 | 2806 | 50 | 2.48 | 0.81 | 18.6 | 143.50 | 漏えい無し | 漏えい有り | 誤 |
| 11 | 3046 | 2996 | 50 | 2.5 | 0.91 | 18.5 | 165.71 | 漏えい無し | 漏えい有り | 誤 |
| 12 | 3236 | 3187 | 49 | 2.5 | 0.93 | 19.7 | 190.02 | 漏えい無し | 漏えい有り | 誤 |
| 13 | 3358 | 3307 | 51 | 2.44 | 0.8 | 18.3 | 206.79 | 漏えい無し | 漏えい有り | 誤 |
| 14 | 3670 | 3617 | 53 | 2.41 | 0.82 | 16.7 | 253.92 | 漏えい無し | 漏えい有り | 誤 |
| 15 | 4076 | 4029 | 47 | 2.42 | 0.91 | 16.6 | 324.90 | 漏えい無し | 漏えい有り | 誤 |

ガス漏れ判定の設定値については供給管のガス流量に応じて自動的に設定することとして、１次式の場合と３次式の場合での判定を行った。

各々の判定式による判定精度は以下の通りである。

①1 次式の場合　　８７％　　(26/30)
②3 次式の場合　　６３％　　(19/30)

(b)ガス安全復帰アルゴリズム

１）復帰安全確認までに要する時間の検証

・復帰安全確認時間の計測

復帰安全機能の動作の流れは以下のとおりである。

①全メータを遮断する

②親メータの遮断復帰確認機能（遮断弁を開く）

③待機中（遮断弁復帰情報待ち）

④漏えい無しの場合子メータに復帰許可、漏えい有りの場合は親メータ遮断

これらの連続した動作に要する時間を計測した。

表 7.1.2.3.8　安全確認時間の計測結果

（漏えい無しの場合、供給管長 40m、子メータ１０台、監視時間３０秒）

| | (圧力：2.80～2.92kPa) |
|---|---|
| ①全メータを遮断する | １分１１秒 |
| ②親メータの遮断復帰確認機能（遮断弁を開く） | ３３秒 |
| ③待機中 | １分２９秒 |
| ④漏えい無しの場合子メータに復帰許可、漏えい有りの場合は親メータ遮断 | １分８秒 |
| 計 | ４分２１秒 |
| 漏えい判定結果 | 漏えいなし |

供給管にガス漏えいが無い場合には、復帰操作を開始して計４分２１秒で安全確認が完了している。

表 7.1.2.3.9　安全確認時間の計測結果
（漏えいありの場合、供給管長 40m、子メータ１０台、監視時間３０秒）

| | 計測①<br>(圧力：2.58kPa)<br>（漏れ量 14L/h） |
|---|---|
| ①全メータを遮断する | １分１０秒 |
| ②親メータの遮断復帰確認機能（遮断弁を開く） | ３３秒 |
| ③待機中 | ４２秒 |
| ④漏えい無しの場合各子メータに復帰許可、漏えい有りの場合は親メータ遮断 | ２５秒 |
| 計 | ２分５０秒 |
| 漏えい判定結果 | 漏えいあり |

供給管にガス漏えいが有る場合には、システムが動作を開始してから２分５０秒後にシステムの動作が終了する。この時、親メータの遮断弁は閉じた状態であるとともに、各子メータの遮断弁は閉じたままであり、消費者が復帰できない状態となっている。

２）復帰安全確認の設定の検証

表 7.1.2.3.10　復帰安全確認機能検証結果
（漏えい無しの場合、供給管長 40m、子メータ１０台）

| 試験 No. | 判定時間 (s) | 低圧側圧力(kPa) | 計測漏えい量 (L/h) | システム判定結果 | 判定結果の正誤 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 260 | 3.07 | 0 | 漏えい無し | 正 |
| 2 | 260 | 3.23 | 0 | 漏えい無し | 正 |
| 3 | 260 | 2.8 | 0 | 漏えい無し | 正 |
| 4 | 261 | 2.95 | 0 | 漏えい無し | 正 |
| 5 | 260 | 3.3 | 0 | 漏えい無し | 正 |
| 6 | 260 | 3.2 | 0 | 漏えい無し | 正 |

表 7.1.2.3.11　復帰安全確認機能検証結果
（漏えい有りの場合、供給管長 40m、子メータ１０台）

| 試験No. | 判定時間(s) | 低圧側圧力(kPa) | 計測漏えい量(L/h) | システム判定結果 | 判定結果の正誤 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 171 | 2.73 | 19.7 | 漏えい有り | 正 |
| 2 | 170 | 2.7 | 15.3 | 漏えい有り | 正 |
| 3 | 169 | 2.7 | 15.2 | 漏えい有り | 正 |
| 4 | 172 | 2.7 | 15.1 | 漏えい有り | 正 |
| 5 | 170 | 2.7 | 13.8 | 漏えい有り | 正 |
| 6 | 171 | 2.7 | 13.2 | 漏えい有り | 正 |
| 7 | 170 | 2.67 | 13.2 | 漏えい有り | 正 |
| 8 | 170 | 2.7 | 12.9 | 漏えい有り | 正 |
| 9 | 169 | 2.7 | 12.9 | 漏えい有り | 正 |
| 10 | 172 | 2.71 | 12.7 | 漏えい有り | 正 |
| 11 | 171 | 2.7 | 12 | 漏えい有り | 正 |
| 12 | 172 | 2.71 | 8.5 | 漏えい有り | 正 |
| 13 | 171 | 2.71 | 7.8 | 漏えい有り | 正 |
| 14 | 172 | 2.71 | 7.7 | 漏えい有り | 正 |
| 15 | 172 | 2.71 | 7.6 | 漏えい有り | 正 |

復帰安全確認機能については供給管長が４０ｍの条件の下で、判定精度は１００％であることを確認した。また、２１L/h 未満のガス漏えい（最小漏えい量：7.6L/h）を検知できることも確認できた。

7.1.2.4　最適な判定値の検討

(a)地震発生時のアルゴリズムについて、取得したデータを使って、最適な判定式の検討を行った。

(a)切片の最適値評価

取得した漏えい無しの場合と有りの場合のデータ（６０個）を使って、傾きを変更せずに切片を変更して適切な判定値の評価を行った。

①1 次式の場合

1 次式による判定式

判定値＝0.0169X+α　（X は親メータの流量）

において、切片αと判定率との関係を次図に示す。

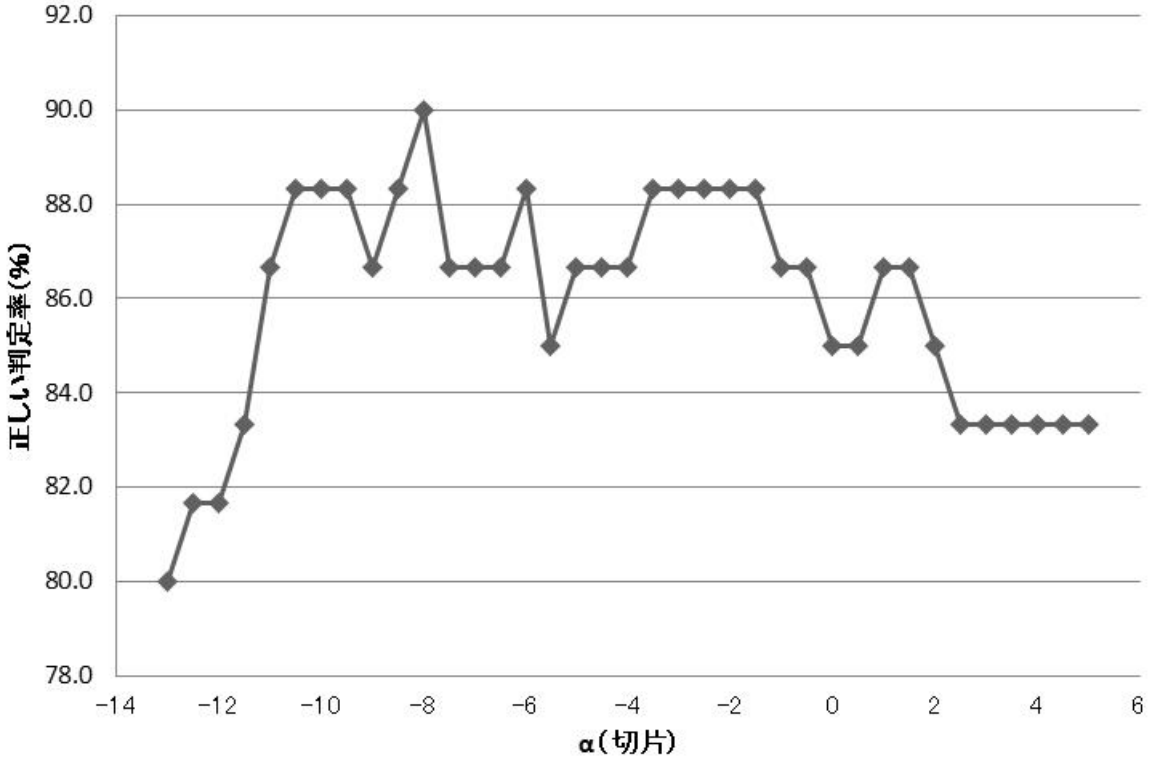



図 7.1.2.4.1　切片と判定率の関係（０～4000L/h）

切片αを変更した場合に判定率が最大に達するのは、αが－８の時９０％である。

この判別率の対象である６０個のデータは親メータの流量が０～4000L/h 以下場合であるが、これを０～3000L/h 以下に条件を変えた場合のデータを以下に示す。（データ数４４個）

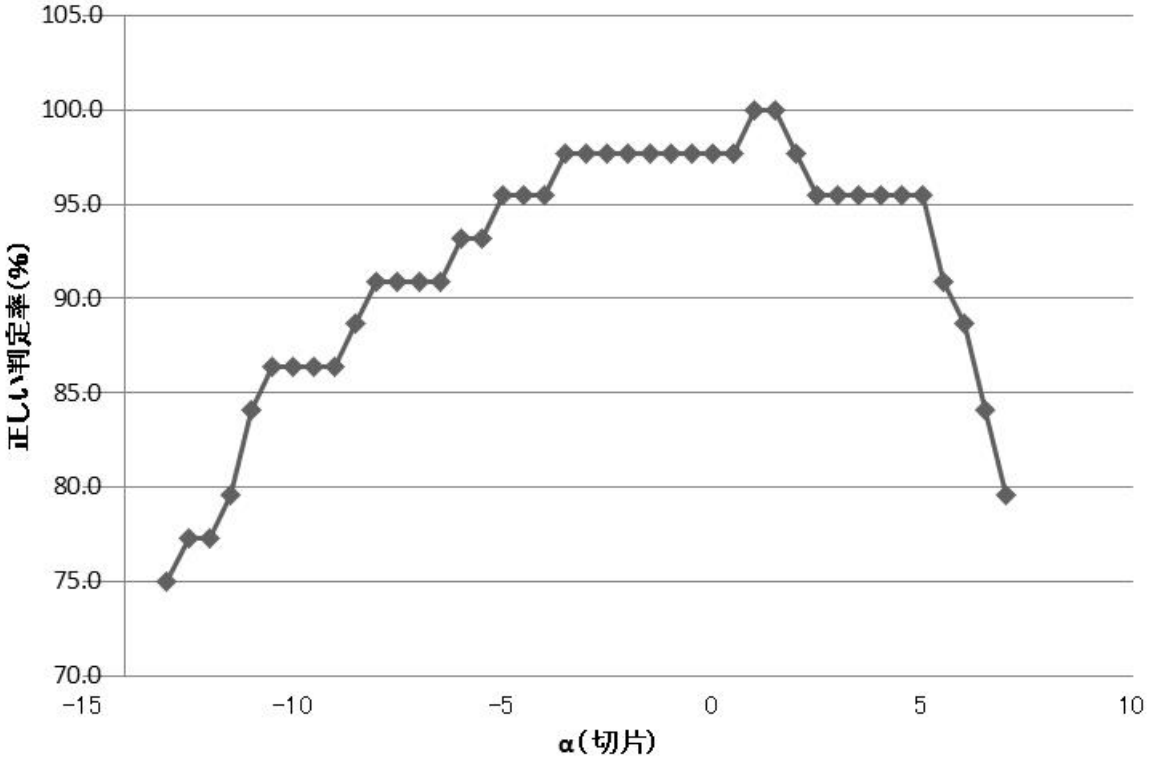



図 7.1.2.4.2　切片と判定率の関係（０～3000L/h）

切片αが 1.25 の時に判別率が１００％となる。即ち、

判定値＝0.0169X+1.25　　（X は親メータの流量）

が１次式を使った場合の適切な判定式であると考えることができる。

判定可能流量域を 4000L/h 以下から 3000L/h 以下に狭めることについての考慮事項として次のことが考えられる。

集合住宅の顧客が多量のガスを使用中に地震が発生した場合、各子メータは感震器作動遮断が作動しガス流量は０となる。したがって、瞬時計測を行って供給管の漏えいを判定する際はガス流量が０の場合のガス漏えい検知を行う可能性が高いと考えられる。

以上のことから、地震発生後に瞬時流量計測を行って漏えい判定を行う際に、流量があるケースは小さい場合が多いことが予想される。

②3 次式の場合

1 次式の場合と同様に６０個のデータを使って 3 次式の判定式

判定値=-0.000000002$X^3$+0.000010919$X^2$+0.000179812X+α　　（X は親メータの流量）

の場合における切片αと判定率の関係を次図に示す。

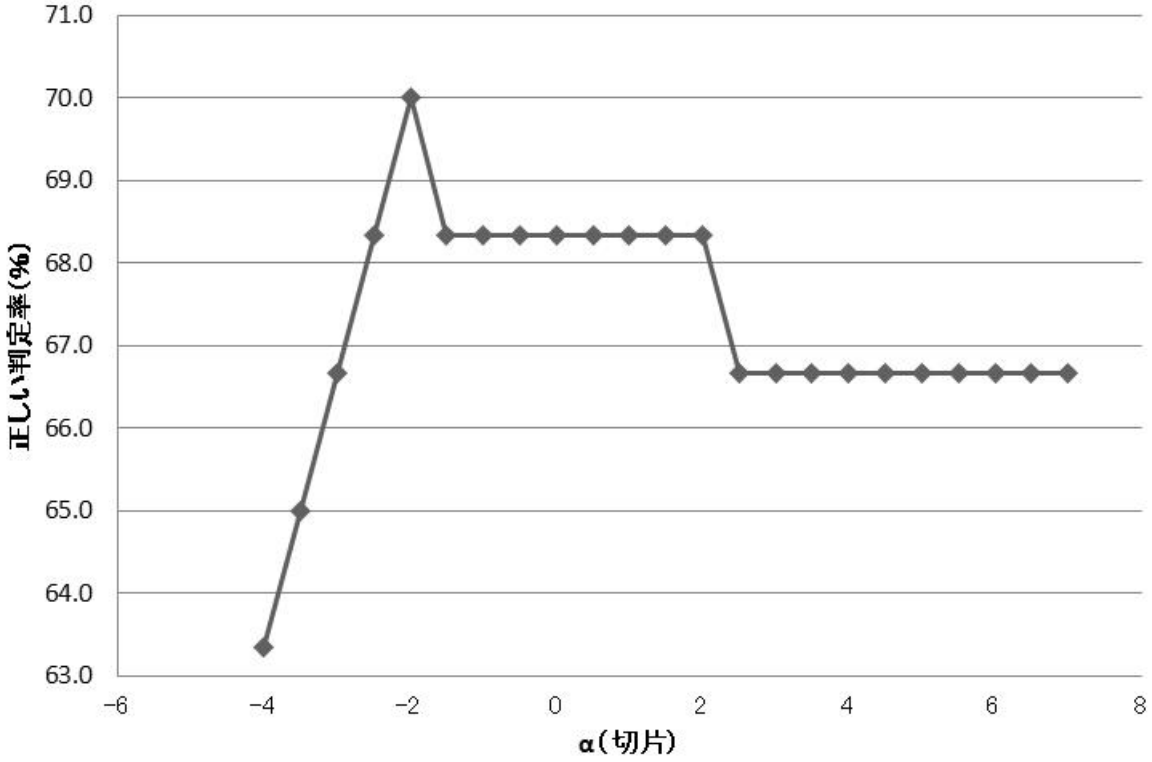



図 7.1.2.4.3　切片と判定率の関係（3 次式、０～4000L/h）

切片αが－２の時、判定率が最大７０％となる。

次に、データの対象を 4000L/h 以下（データ数 60 個）から 3000L/h 以下（データ数 44 個）に変更した場合の関係を次図に示す。

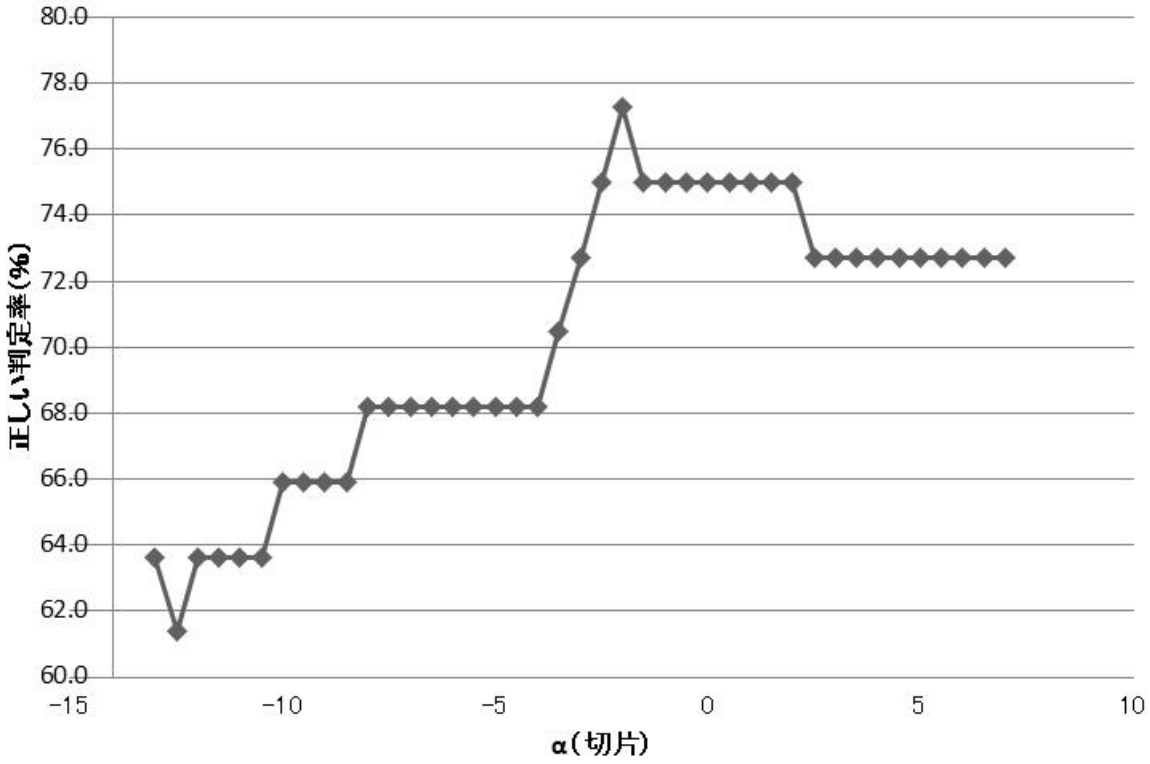



図 7.1.2.4.4　切片と判定率の関係（3 次式、０～3000L/h）

データ範囲を０～3000L/h 以下に小さくした場合においても、判定率は切片が－２の時に最高となる。即ち

判定値=-0.000000002X３+0.000010919X２+0.000179812X-2　　（X は親メータの流量）

が 3 次式における適切な判定値と考えることができるが、判定率は７７％が最高であった。

以上のことから、親メータ及び子メータデータの瞬時流量の流量差から漏えいの判定を行うために１次関数と３次関数の２種類の判定方法を検討したが、より高い判定率を得られることから、１次関数を使った判定方法が適切であると考えられる。

(b)重回帰分析による評価

重回帰分析によるデータの補正を行った後の分布図を以下に示す。（データ数６０個）

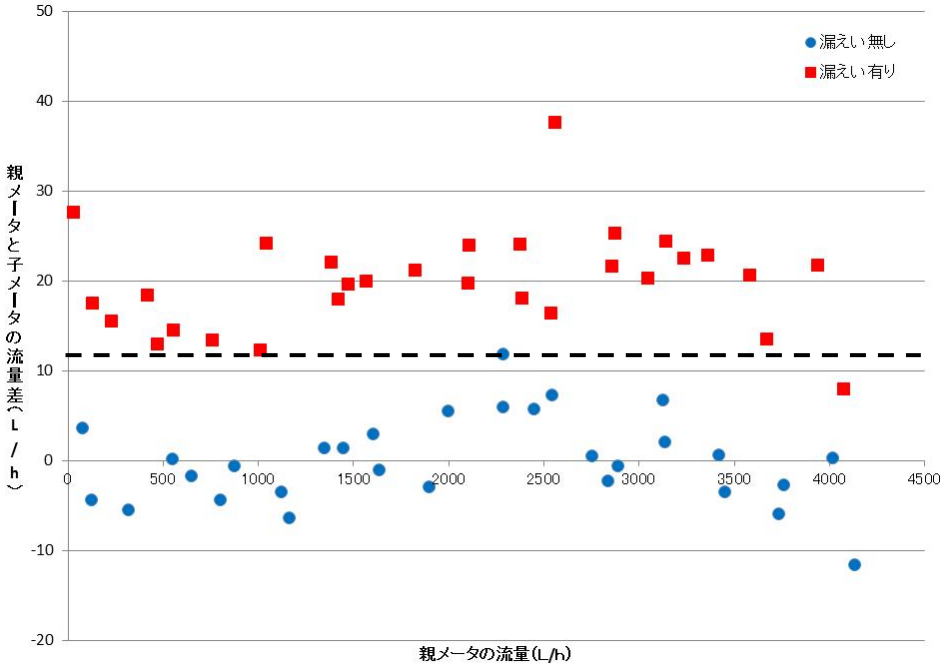



図 7.1.2.4.5　重回帰分析によるデータ分布

漏えい無しの場合のデータは流量差＝０付近に補正され、漏えい有りの場合には流量差が２１L/h 付近に補正されている。漏えいの判別は関数を使わずに判定流量の値で判定すること可能となる。

判定流量を変動させて判定率の変化に注目すると以下のようになる。

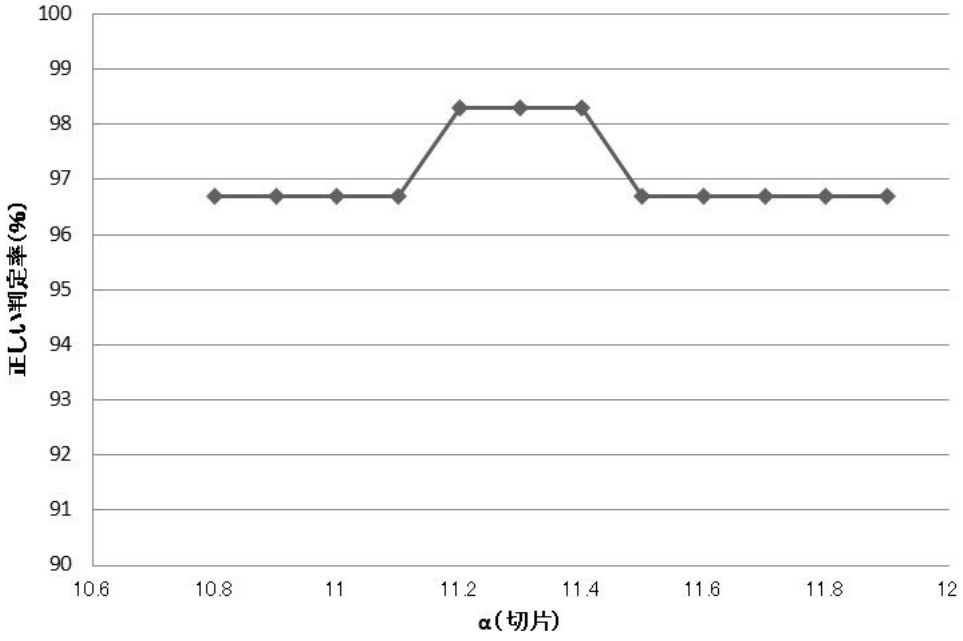



図 7.1.2.4.6　切片と判別率の関係

判定流量を 11.3L/h に設定したときに、正しい判定率が最高（98.3%）となることがわかる。

ここで、計測範囲を 4000L/h 以下のデータとした場合の正判定率の変化を見てみると以下の通りとなる。（データ数５７個）

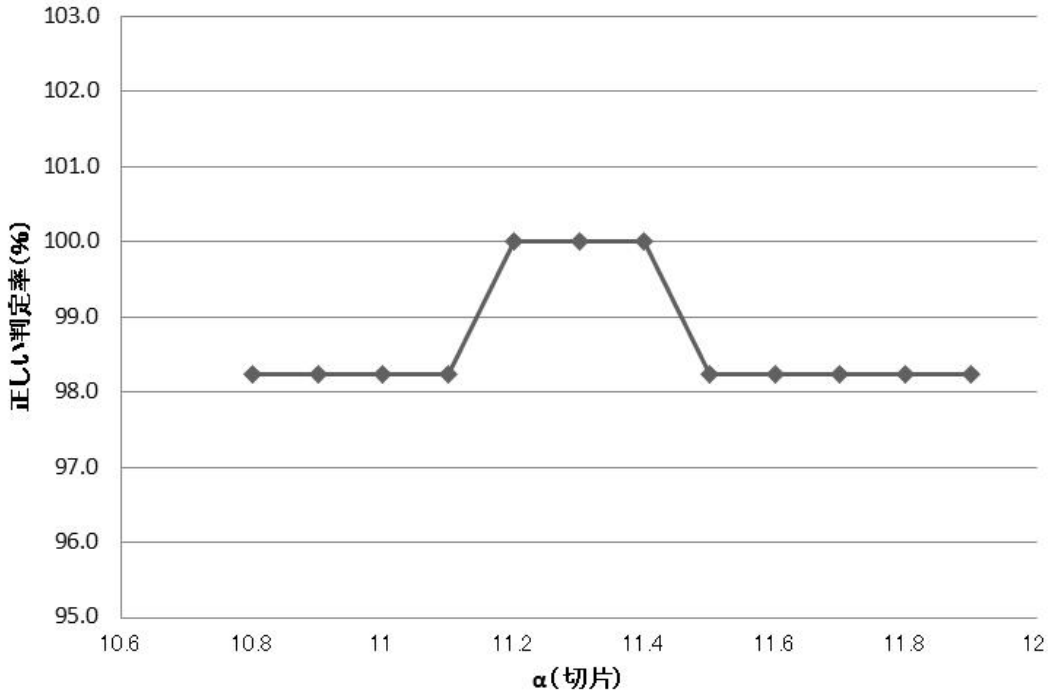



図 7.1.2.4.7

判定可能な親メータ流量を 4000L/h 以下の条件とした場合において､判定流量差が 11.3 とした場合に正判定率が１００%であることがわかる。

即ち、取得したデータに重回帰分析処理を適用した場合、漏えい判定のための判定値は

判定値＝11.3L/h

となり、関数を使用することなく一定値で判別が可能となることがわかる。

重回帰分析を用いた統計処理による漏えい判定を行う場合に、想定されるシステムの動作の流れを以下の通りである。

①システムを設置してから一定期間は漏えい無しのデータを収集する。
②漏えい無しのデータで重回帰分析を行い、補正式を求める。
③求めた補正式から回帰直線を求め、漏えい判定のための設定値とする。
④以後、漏えい判定を行う際には取得した瞬時流量情報に補正式を当てはめた値と設定値とを比較して漏えい判定を行う。

また、この処理を行う際には、課題として以下のことが考えられる。

(ｲ)漏えい無しデータの収集中に子メータ全ての流量情報を必要とする。
(ﾛ)漏えい無しデータの収集中に災害が発生した場合は別の漏えい判定処理を行う必要がある。
(ﾊ)重回帰分析を行う処理能力がシステムに必要とされる。
(ﾆ)いずれかのマイコンメータを交換した際には、再度流量情報を収集する必要がある。

### 7.1.2　まとめ

(a)地震発生時のガス漏えい検知プログラムの検証

- 地震が発生してからシステムが作動し、供給管の漏えい判定を行い安全確認するまでに要する時間は約１分２７秒程度であった。
- 供給管損傷のガス漏えいが無い場合は集合住宅における各メータのセキュリティ情報を収集し、データを蓄積する。安全確認と各子メータからセキュリティ情報を収集する動作が完了するのに要した時間は約３分３４秒程度であった
- 地震により供給管が損傷し漏えいがあった場合には、２分５５秒後に親メータの遮断弁を閉じ、安全を確保している。安全を確保した後、各子メータからのセキュリティ情報の情報収集を行った。
- ガス漏えいの判定方法について、

  ①１次関数による方法

  ②３次関数による方法

  ③統計処理（重回帰分析）による方法

  の３種類に対してシミュレーション検証を行った結果、２１L/h 以下のガス漏えいを判別した際の判定率が１００％となるのは①と③であった（条件：供給管を流れるガス流量が３０００L/h 以下の場合）。但し、③の統計処理による判別方法がデータ処理時の課題を残していることを考慮すると、１次関数による判定方法が適切な判定方法であると考えられる。
- 適切な判別式の検討を行った結果、次の式となることがわかった。

  判定値＝0.0169X+1.25

(b)供給管の復帰安全確認プログラムの作動確認

- 供給管にガス漏えいが無い場合には、復帰操作を開始して計１分２１秒で安全確認が完了している
- 供給管にガス漏えいが有る場合には、システムが動作を開始してから２分５０秒後にシステムの動作が終了する。この時、親メータの遮断弁は閉じた状態であるとともに、各子メータの遮断弁も閉じたままであり、消費者が復帰しようとしても復帰できない状態となっている。
- 供給管長が４０ｍの条件の下で、判定精度は１００％であることを確認した。また、２１L/h 未満のガス漏えい（最小漏えい量：7.6L/h）を検知できることも確認できた。

## ７．２　集合供給設備災害対策の先進取組動向の調査

### 7.2.1　調査の目的と内容

将来予期されている大規模な災害（首都直下型地震、東海地震、東南海地震など）に向けた各ＬＰガス関係者の先進的な取組に関する情報を収集して取りまとめることにより、新たな保安システムの提言する際の参考とする。

①主な調査項目

調査計画として、以下の調査項目を対象とした訪問調査を実施する。

（主な調査項目）

(ア) 災害発生時の集合住宅に関する供給管異常検知手法

集合住宅の供給管は一般住宅に比べて配管長が長い。大規模な災害が発生した場合、一般住宅に比べ集合住宅の供給管部分のガス漏れ等の異常検知は困難となる。これらに対応するための手法や工夫あるいは機器に関する情報を収集する。

(イ) 保安情報収集手段

東日本大震災の際には交通や通信などの分断が発生した。大規模災害が発生した際に、ＬＰガス事業者がＬＰガス顧客の保安情報を収集する手段に関する取組について情報を収集する。

(ウ) ガス供給再開時保安確認手法等

大規模災害発生後にＬＰガス供給設備を復帰する際に、二次災害を防ぐために確実かつ迅速に行われる必要がある。また、ＬＰガス事業者の復帰作業の負担の軽減も望まれている。これらの作業手法の新たな取組動向について情報を収集する。

(エ) 集中監視システムの取組状況

大規模災害に備えた通信に関する将来に向けた取り組み状況について調査を行う。例えば通信技術の動向、災害時データの活用の可能性、マイコンメータ用通信インターフェースの動向等に関して情報収集を行う。

(オ) 新たな保安機能の方向性

ＬＰガス配管設備の安全機器等に関して大規模災害に向けた対策の取り組み状況について情報を収集する。例えば容器周りの対策、供給管の対策、マイコンメータ以降の対策等についての取り組みについての調査を行う。

(カ) 新システムに関する意見

大規模災害に備えた新たな集合住宅用保安システムに関する意見や要望、課題等について情報収集を行う。

② 調査の実施方法

調査方法は訪問調査とし、訪問調査の調査対象はＬＰガス事業者及び機器メーカ等の専門家に対して、１０件程度の調査を行う。

### 7.2.2　調査結果

訪問調査を行った事業者を次表に示す。

表 7.2.1　調査事業者

| | 調査対象者 | 調査実施日 |
|---|---|---|
| ① | 供給機器メーカー | 平成２７年7月１０日 |
| ② | 供給機器メーカー | 平成２７年１０月１４日 |
| ③ | 供給機器メーカー | 平成２７年１０月１６日 |
| ④ | ＬＰガス販売事業者 | 平成２７年１１月１０日 |
| ⑤ | 機器検査機関 | 平成２７年１２月　２日 |
| ⑥ | ＬＰガス販売事業者 | 平成２７年１２月　９日 |
| ⑦ | ＬＰガス販売事業者 | 平成２７年１２月１４日 |
| ⑧ | 供給機器メーカー | 平成２７年１２月１７日 |
| ⑨ | 集中監視システム事業者 | 平成２７年１２月１８日 |
| ⑩ | ＬＰガス販売事業者 | 平成２７年１２月２１日 |

各々の聞き取り調査結果を次に示す。

聞き取り調査結果①

実施日：平成２７年７月１０日（金）
聞き取り対象者：供給機器メーカー

調査項目及び回答
(1)マイコンメータの状況について
①普及状況について
- ２０１３年から２．５号及び４号のＬＰガス用の電子式メータの販売を開始した。また、２０１４年から６号の販売を始めている。
- 大きな容量の電子式メータの販売の方が機械式メータに比べて小型・軽量などのメリットがでる。

②ユーザーからの反応
- マイコンメータＳを発売したときよりも、新規搭載機能が少ない。
- 業務用マイコンメータについては小形・軽量のメリットがでている。
- カウンタの液晶表示に抵抗を感じているユーザーもいる。
- 電子式メータの実績がまだない。

(2)新たなシステムについて
①瞬時流量比較による漏洩検知方式へのご意見
- 地震発生からの速効性を重視して短時間での漏えい検知を行うため、通信により各メータから収集したデータを平均化するなどにより、漏えい検知精度を向上できるのではないか。
- 各メータの器差を把握することで、流量の誤差を軽減できるのではないか
- 瞬時流量値のマイナス値については０として判定してもいいのではないか

②課題
- 親メータに搭載されている圧力センサを使うことで新たな機能を検討してもよいのではないか。
- 通信によるネットワークを使ってデータ収集を実施することとなるため、保安以外のメリットや新たなサービスについても検討できるのではないか。

(3)震災対策機能について
①ガス事業者、消費者からの要望と対応
- マイコンメータに搭載されている地震発生時の流量確認遮断機能については、都市ガスと違ってＬＰガスの供給形態では受け入れられている。都市ガスでも流量確認遮断機能を採用されていたことがあったが、阪神淡路大震災発生後に即遮断に替わっていったようだ。

②マイコンメータによる震災対策機能（点検機能など）

- マイコンメータに搭載されている感震遮断機能の他に、復帰安全確認機能や圧力低下遮断機能などの機能が震災時には有効であると考えられる。
- マイコンメータに搭載されている圧力センサを使った点検機能は平常時であってもあまり活用されていないようだ。

③他の供給機器の震災対策

- ＬＰガス用の供給機器において、マイコンメータ以外での震災対策用安全機器は特に考えていない。

(4)今後の方向性について

①将来のマイコンメータの機能

- 内蔵する電子部品やソフトウェアの改良により、更なる高機能化を図ることが可能となる。
- メーターの材質の一部を樹脂化するなどして一層の軽量化を行っている。

②今後の課題（ＬＰガス、マイコンメータ、通信など）

- 集中監視システムの今後の課題として、ＬＰガスの場合、集中監視システムは現行で既に多く普及していることから、高速・大容量である新たな集中監視システムの普及は導入済みのＬＰガス事業者にとっては通信機器の互換性が無いためコストがかかるとの理由で導入が進んでいないと考えられる。現行のシステムを導入している事業者にも新たな機能や導入メリットが必要であると思う。

聞き取り調査結果②

実施日：平成２７年１０月１４日(水)
聞き取り対象者：供給機器メーカー

調査項目及び回答
(1)マイコンメータの状況について
①普及状況について
- ●平成２０年から家庭用、平成２５年から業務用の電子式メータの販売を開始している。
- ●膜式メータと比べると販売の割合はまだ低い。

②ユーザーからの反応
- 試しに購入するケースが多い
- 家庭用に比べ業務用（大型）の方が小型化等のメリットが大きい
- 膜式に比べ見た目がよい
- 値段が高い
- 復帰が早いので使い易い
- 電子化メータの導入によるインセンティブが欲しい
- 微少漏えいついて正確に短時間で判定できる。

(2)新たなシステムについて
①瞬時流量比較による漏洩検知方式へのご意見
- 漏えい検知装置の代替機器となり得る
- システムの親無線機に表示機能を搭載すれば、現場で作業する際には便利である。

②課題
- 各メータの器差や供給管の長さ、メーカの違いなどに関するデータを収集した方がよい。
- 親メータに関しては当システム専用のメータとする方がよい。
- 新たな通信規格（Uバスエアー）を活用することでより正確に判定できるのではないか。
- 表示機能などはＨＥＭＳ（Home Energy Management System（ホーム エネルギー マネジメント システム））と連携した方がいい。
- 平常時の判定方法についても検討が必要。

(3)震災対策機能について
①ガス事業者、消費者からの要望と対応
- 地震発生後に設備を復帰させた際に、集中監視システムによりセンターから情報を確認出来れば安心感が増すのではないか。

②マイコンメータによる震災対策機能（点検機能など）

- 地震検知後に保安確保のための機能を追加してもいいのではないか。
- 集中監視システムに接続されている場合には自動復帰も可能ではないか。

③他の供給機器の震災対策

- マイコンメータ以外の供給機器（調整器や高圧ホースなど）の高度化の必要がある。

(4)今後の方向性について

①将来のマイコンメータの機能

- 新たな通信規格であるUバスエアーなどを活用することで警報器との無線連動が可能となり、連動率が向上する
- マイコンメータによる燃焼器具の識別技術を搭載することでより細やかに継続時間を監視できるようになる。例えばストーブと給湯器については器具を指定することが可能となる。
- 電子式マイコンメータの特徴を保安機能に生かすべきである。

②今後の課題（ＬＰガス、マイコンメータ、通信など）

- 例えば認定制度においてインセンティブの内容や制度の構造を変えていくことで、ＬＰガス保安の向上に結びつくのではないか。高度化された機器や集中監視システムを導入することで出動回数を低減することが可能となるなど。

聞き取り調査結果③

実施日：平成２７年１０月１６日（金）
聞き取り対象者：供給機器メーカー

調査項目及び回答
(1)マイコンメータの状況について
①普及状況について
- 超音波式マイコンメータの販売は膜式マイコンメータの数%程度であり、本格的な増産体制ではない。
- 膜式マイコンメータに比べコストが高い。

②ユーザーからの反応
- 保安機能については膜式のＳ型マイコンメータで満足している。
- 表示部が液晶であるため、落雷等の際に消えてしまう可能性があるという不安感がある。
- 集合住宅、燃料電池、新築等への導入の際には超音波式マイコンメータを選択するケースがある。
- 超音波式マイコンメータは膜式に比べ圧力損失が小さいため、集合住宅にはよく使われるケースがある。
- 業務用（大型）マイコンメータについては小型化されてメリットが大きいため、普及が進む可能性がある。

(2)新たなシステムについて
①瞬時流量比較による漏洩検知方式へのご意見
- 現行の超音波式マイコンメータの最大容量は１６号であるが、更に大きい容量のものが親メータには必要とされるのではないか。
- 低流量域における漏えい検知精度を確保する必要がある。
- システム導入のためのコスト押さえることが重要であると考えられる。
- 漏えいを発見することと並行して、集合住宅への人的体制を整えることも必要。

②課題
- システムの普及促進のためには漏えい検知性能が３０L/h 程度よりもよくする必要があるのではないか。
- 集合住宅用漏えい検知装置と同等の機能が必要。

(3)震災対策機能について
①ガス事業者、消費者からの要望と対応
- 東日本大震災発生後、集合住宅については遮断への対応が負担となり、対震装置を使用するケースが少なくなった。

②マイコンメータによる震災対策機能（点検機能など）

- 現行のマイコンメータに搭載されている圧力センサを使った漏えい点検機能はほとんど使われていないようだ。
- 流量式微少漏えいのタイマ値により復帰後の漏えい確認が可能であり、集中監視システムが構築されていれば、効率的な災害後の点検が可能になると思う。

③他の供給機器の震災対策

- 高圧部における安全装置、例えばガス放出防止機能付高圧ホース等がマイコンメータと共に重要。

(4)今後の方向性について

①将来のマイコンメータの機能

- マイコンメータに高度化された加速度センサを内蔵することで、震災時の地震マップ等が作成可能であり、震災対応に効果があると思われる。
- 電力メータのスマートメータとの連携が必要。
- 新たな通信規格であるUバスシステムなどを整備する必要があり、それにより高速通信のメリットが引き出せる。

②今後の課題（ＬＰガス、マイコンメータ、通信など）

- 地震に関しては、高度化された加速度センサにより、誤作動の少ない正確な地震発生の検知が要求される。
- ガス販売事業者の認定制度を改革することで安全機器の普及につながると思う。
- ＬＰガスの料金に関する透明化が必要ではないか。

聞き取り調査結果④

実施日：平成２７年１１月１０日(火)
聞き取り対象者：ＬＰガス販売事業者

調査項目及び回答
(1)災害発生時の集合住宅に関する供給管異常検知手法
大規模災害発生時の集合住宅の供給管の安全対策について、対策手法や工夫あるいは対策機器に関しての取組についてお聞かせ下さい。

①容器周りの対策
- 容器の固定方法は鎖掛け（１段）で行っている。
- ガス放出防止機能付高圧ホース（張力式）については、新規取り付け及び交換の際に取り付けることとしており、ほとんどの供給先で使用している。
- 集合住宅において、容器の数が６本（５０kg）以上の供給先については容器庫を設置して、固定することとしている。

②供給管の対策
- ４世帯以上の集合住宅についてはガス漏えい検知装置を設置することとしている。
- ＬＰガスの集合住宅に対震ガス遮断装置を設置しているケースはない。
- 埋設管についてＰＥ管を使用することとしている。

③マイコンメータ以降の対策
- ホームページ上で緊急時対応に関する周知を行っている。
- ガス消費者に対し、四半期毎に情報誌を配布しており、その中で保安に関する周知等を行っている。

(2)保安情報収集手段
大規模災害が発生した際に、ＬＰガス販売事業者がＬＰガス消費者の保安情報を収集する手段や方法に関する取組についてお聞かせ下さい。

①災害直後の顧客の状況確認
- 当社グループの顧客（約２２万世帯）向けのコールセンターにおいて、東日本大震災当日で１１００件、翌日で４０００件の通報があった。電話で対応できない場合は現場で対応した。

(3)保安情報収集活動体制
大規模災害が発生した際に、ＬＰガス販売事業者が想定している情報収集活動の体制、ソフト的な対応（地域協定）などについてお聞かせ下さい。

①ガス事業者での連携

- 同業他社との直接の連携は行っていない。
- 県の中核充てん所として指定されている。
- 長野県北部地震（2014）の際には県協を通して、復帰点検作業等において現地を支援した。
- 茨城県常総市の洪水（2015）の際にも、県協を通して流出容器回収を支援した。

②地域組織との連携
- 県の協会による協定により地域との連携を行っている。
- 災害時の緊急通行車両としての事前の準備手続きを行っている。

③他のインフラ（電気、水道など）との連携
- 電気、水道との連携は行っていない。
- コールセンターや集中監視センターでは独自の発電機を導入している。

④社内体制
- 防災マニュアルを作成し、大規模災害時の社内体制は整備している。

(4)ガス供給再開時保安確認手法等

大規模災害発生後にＬＰガス供給設備を復帰する際に、二次災害を防ぐための作業手法の独自の取組動向についてお聞かせ下さい。

①復帰時点検の取組
- 復帰時の点検については従来通りの方法で、特に大口、業務用等の設備から重点的に行うこととしている。
- マイコンメータの復帰安全機能を活用している。

(5)その他

①集中監視システムについて
- 集中監視システム導入率は各営業所エリアによって違ってくる。遠隔地域や積雪地域などを重点的に導入している。平均では全体の３割程度となっている。
- 機器の導入コストがかかる。
- 双方向通信と片方向通信の割合はほぼ２：１となっている。

②新システムについて
- 親メータの機能として、震災時のガス遮断機能の他に集合住宅の残量管理機能により適切な配送計画をたてることが期待できる。
- 親メータの機能をできるだけ少なくすることで不要な遮断を避けるようにした方がいいと考えられる。
- マイコンメータは超音波式と膜式が使えるようにして欲しい。
- 各子メータの状況を簡単に把握することができる機能があると便利だ。
- システムの設定は簡単に出来るようにして欲しい。

③その他

- 認定制度については、大規模な事業者ほど設備投資が大きくなってしまうので、事業所ごとではなく各エリア単位で認定を受けられれば、メリットがあるのではないか。
- 集中監視システム導入率に関する条件を、段階的に分けることで認定事業者が増加すると思われる。

聞き取り調査結果⑤

実施日：平成２７年１２月２日（水）
聞き取り対象者：機器検査機関

調査項目及び回答
(1)マイコンメータの状況について
①普及状況について
- マイコンメータ全体に対する超音波式マイコンメータの出荷割合は、母数自体が変動しているため影響を受けるが、数％程度である。９０％程度は膜式マイコンメータが占めている。
- 今後、Ｓ型マイコンメータ（膜式）からＥ型マイコンメータ（超音波式）に替わっていくかは予測できない。

②ユーザーからの反応
- 膜式マイコンメータに比べて超音波式マイコンメータは小型、軽量化されてる点が、特に大容量のマイコンメータについて、評価されているようだ。

(2)新たなシステムについて
①瞬時流量比較による漏洩検知方式へのご意見
- 以前の調査において、膜式マイコンメータの計量機能を利用してガス漏えいを検出しようとしたが、メータ器差の影響で検出精度が低かった。
- 震災発生時以外においても、安全機能を稼働させることが必要
- ＬＰガスの供給方式だけでなく簡易ガス方式にも応用ができる

②課題
- コストを下げることが必要
- 子メータの数が多い大規模な集合住宅ほど当該システムのメリットを受けることができるようであれば、コストの問題も解決できる可能性がある。
- 供給管のガスの流量が止まらなくては漏えいを検知することができない、現行の漏えい検知装置の条件を克服することが重要。
- 集合住宅においても大規模なものから小規模なものまで存在するため、ターゲットを設定することも重要。
- 各子メータの固有の器差の影響
- 計測時間差の影響
- ガス流量変化時の時間差の影響
- 供給管の長さ等に関する影響
- 供給管を流れるガスの揺らぎの影響

(3)震災対策機能について

①ガス事業者、消費者からの要望と対応

- 震災対策として高圧ホースについてはガス放出防止機能付きの割合が震災以降増加している。
- マイコンメータの震災対策機能の他に高圧部の対策も重要

②マイコンメータによる震災対策機能（点検機能など）

- 感震遮断機能については流量確認方式で初期設定されているが、即遮断方式に設定変更することが可能である。ＬＰガス販売店が消費者のニーズ合わせることができる。
- マイコンメータの感震センサが震度５程度での設定について、変更のニーズはない。
- マイコンメータの感震機能について地震判別精度の向上の要望はあるようだ。

③他の供給機器の震災対策

- ガス容器用バルブについても安全機能を搭載し、高圧部の安全確保が重要。
- 震災時の高圧部（ガス容器周り）の処理方法について、津波・洪水時にガスを放出すべきか否かについても検討が必要
- 震災発生時の様々なケースに応じて対策を検討することが必要

(4)今後の方向性について

①将来のマイコンメータの機能

- 超音波式マイコンメータの特徴を利用することで、詳細な流量パターンを判別することが可能となる。例えば通常利用しているガス器具の流量パターンとガス漏えいの流量パターンを判別することで、ガス漏えい対策の向上が期待できる。

②今後の課題（ＬＰガス、マイコンメータ、通信など）

- 例えば、安全機器の交換期限の遵守等について、認定事業者に限らずＬＰ業界全体で取り組む制度を構築することで、事故につながる要因を減らすことができるのではないか。

聞き取り調査結果⑥

実施日：平成２７年１２月９日(水)
聞き取り対象者：ＬＰガス販売事業者

調査項目及び回答
(1)災害発生時の集合住宅に関する供給管異常検知手法
　大規模災害発生時の集合住宅の供給管の安全対策について、対策手法や工夫あるいは対策機器に関しての取組についてお聞かせ下さい。

①容器周りの対策
- ガス放出防止機能付高圧ホース（張力式）については、ほぼ全ての供給先に出荷している。

②マイコンメータ以降の対策
- 当社はＬＰガスの卸しを主としているが、ＬＰガス小売り事業者の要望に応じてリーフレットを作成し、ガス消費者に対して配布する活動を行っている。

(2)保安情報収集手段
　大規模災害が発生した際に、ＬＰガス販売事業者がＬＰガス消費者の保安情報を収集する手段や方法に関する取組についてお聞かせ下さい。

①災害直後の顧客の状況確認
- 災害時の状況確認方法については事業所において緊急連絡用の通信システムを構築しており、東海豪雨の際には、それを活用した。

(3)保安情報収集活動体制
　大規模災害が発生した際に、ＬＰガス販売事業者が想定している情報収集活動の体制、ソフト的な対応（地域協定）などについてお聞かせ下さい。

①ガス事業者での連携
- 同業他社との直接の連携は行っていないが、東海豪雨の際には県協を通して愛知県内のＬＰガス業者と連携して１００人程度の人材を集め、ガス供給の復帰、避難施設への供給等を行っている。

②地域組織との連携
- 当社では定期的に地域の消防署や町内会等と連携して、災害時の避難施設の提供及びＬＰガスによる炊き出しに関する訓練を行っており、地域における避難所として周知されている。

③他のインフラ（電気、水道など）との連携

- 特に電気や水道事業者との連携は行っていないが、例えば、電気に関しては自動車のシガレットライターから電気を給湯器等に供給することが可能なツールを利用することで、対応を考えている。

④社内体制

- 災害マニュアルにより社内体制は整備されている。
- 緊急連絡システムを構築している。

(4)ガス供給再開時保安確認手法等

大規模災害発生後にＬＰガス供給設備を復帰する際に、二次災害を防ぐための作業手法の独自の取組動向についてお聞かせ下さい。

①復帰時点検の取組

- 従来の保安点検に加えて、マイコンメータの機能を活用すべきと考えている。

(5)その他

①集中監視システムについて

- 集中監視システムの保安的なメリットの一つとして、緊急通信が消費者から上がってきた時に、まず第一報を集中監視センターから発信することで、消費者の安心感を得ることが大きい。
- 集中監視システムを導入していない場合でも、消費者からの通報に対応することである程度の保安を保つことで可能。

②新システムについて

- 親メータを設置することで集合住宅の容器配送管理が可能となることが期待される。集合住宅の容器配送については、現行では早めに交換に行くことにしているが当システムでは効率化が図れることが可能と思う。

③その他

- 小型ＦＲＰ容器の普及を積極的に行っている。災害時のＬＰガス供給の強みの他に、例えばオール電化住宅ではＬＰガスのファンヒーターの暖房能力が優れているため喜ばれている。したがって、ＬＰガスの質量販売における保安確保のための運用面でのルール作りなどが大切だと思う。
- ＬＰガス販売事業者の認定制度の条件に関しては集中監視システム導入率が挙げられる。Ｍ＆Ａ等によりＬＰガス顧客を増やした場合、条件を満たすことが難しくなる。

聞き取り調査結果⑦

実施日：平成２７年１２月１４日(月)
聞き取り対象者：ＬＰガス販売事業者

調査項目及び回答
(1)災害発生時の集合住宅に関する供給管異常検知手法
　大規模災害発生時の集合住宅の供給管の安全対策について、対策手法や工夫あるいは対策機器に関しての取組についてお聞かせ下さい。

①容器周りの対策
- 県協会の指導により、ガス放出防止機能付き高圧ホース（張力式）を全ての顧客に導入している。
- 容器の固定方法は鎖の１段掛けを行っている。

②供給管の対策
- 顧客のほとんどが一般住宅であり、集合住宅の割合は少なく、漏えい検知装置等の設置率は低い。
- 集合住宅については多くが簡易ガスとなっている。

③マイコンメータ以降の対策
- ガス消費者にリーフレット配布して災害時の周知に努めている。

④その他の対策
- 災害発生時においては顧客のニーズに応じて様々な対応を行う必要がある。生活が安定するまで時間はガスの供給体制を早期に対応する必要があるため、供給機器や燃焼器の在庫を常に確保している。

(2)保安情報収集手段
　大規模災害が発生した際に、ＬＰガス販売事業者がＬＰガス消費者の保安情報を収集する手段や方法に関する取組についてお聞かせ下さい。

①災害直後の顧客の状況確認
- 災害時においては集中監視システムは利用できないことを想定し、人力により顧客の対応を考えている。燃料不足の不安を解消するためＬＰガスを燃料とする車両を用意している。

(3)保安情報収集活動体制
　大規模災害が発生した際に、ＬＰガス販売事業者が想定している情報収集活動の体制、ソフト的な対応（地域協定）などについてお聞かせ下さい。

①ガス事業者での連携

- 中核充てん所に指定されており、他社へのガス供給も行う。
- 災害発生時においては他社の顧客の場合であっても、実際のところ復旧を行わざるを得ない状況となるのではないか。

②地域組織との連携

- 県の協会を通じて各地域との連携を行っており、年に２回ほど地域と共同で災害対応のための訓練を行っている。

③他のインフラ（電気、水道など）との連携

- 電気や水道との連携は行っていない。
- ガスのみの復旧であっても災害時においては重要となる。被災者宅でコンロだけでも使用可能となれば、お湯を沸かすことが可能であり、温かい食事も可能となる。ＬＰガスメリットがでる。

④社内体制

- 防災対応マニュアル等を作成し、従業員に周知している。

(4)ガス供給再開時保安確認手法等

大規模災害発生後にＬＰガス供給設備を復帰する際に、二次災害を防ぐための作業手法の独自の取組動向についてお聞かせ下さい。

①復帰時点検の取組

- マイコンメータの復帰安全機能利用しての復旧を考えている。
- 災害時だけでなく平常時でもマイコンメータの機能を活用できるのではないか。

(5)その他

①集中監視システムについて

- 当社では一般戸建住宅の約７割に集中監視システムが普及しており、通常のマイコンメータとの通信のほかに御用ボタン機能や給湯器異常通報等も行っている。
- 例えば消費者の給湯器異常が発生した場合、電話による一報を入れることで消費者の安心感を得ることができ、喜ばれている。

②新システムについて

- 検討中の無線通信機能による保安システムについては、実現すれば利用してみたいと考えている。特に現場において情報をダウンロードできることになれば、復旧作業がはかどると思われる。
- インセンティブ制度を整える必要があるのではないかと思う。

③ＬＰガス関連全般について

- ＬＰガス用小型ＦＲＰ容器が発売されたが、５０ｋｇ用ＦＲＰ容器も販売してほしい。配送の合理化のためには、容器のほとんどを占める５０ｋｇ鋼製容器の軽量化を図る必要がある。
- バルク供給に関しては一般住宅では供給していないが集合住宅や飲食店において供給している。バルクのスペースをできるだけ小さくしたい。

聞き取り調査結果⑧

実施日：平成２７年１２月１７日（木）
聞き取り対象者：供給機器メーカー

調査項目及び回答
(1)災害発生時の集合住宅に関する供給管異常検知手法
① 容器周りの対策
- 容器周り対策としてガス放出防止機能付き高圧ホース（張力式）が販売されている。販売数全体の内、通常の高圧ホースよりも張力式高圧ホースの方が上回っている。
- 地震対策として積極的に導入している地域とそうでない地域とで普及状況にはムラがある。
- 当社では容器周り対策として、雪害対策用の単段式調整器を販売している。

② 供給管の対策
- 供給管の対策としては簡易ガス用の遮断装置を販売している。
- 電源が不要である感震器用の遮断弁は高圧又は中圧用の遮断弁を販売している。低圧用に関しては圧力が小さい場合、構造的に大型となり、コストが大きくなるため、販売していない。
- ＬＰガス用集合住宅においては感震遮断弁は設置されていない。

③ マイコンメータ以降の対策
- マイコンメータ以降の災害用安全機器については販売していない。ユーザーからの需要が無いようだ。
- 燃焼設備に関しては消費者への周知などで対応している場合が多い。

④ その他の対策
- 災害用バルクシステムに関する機器を販売している。

(2)新たなシステムについて
① 瞬時流量比較による漏えい検知方式へのご意見
- 計量する際に、各子メータの器差の影響を考慮する必要があるだろう。
- 供給管に設置する親メータの圧力損失を提言する必要がある。
- 供給管の曲がりの数や戸数の数にも検討が必要。

② 課題
- 集合住宅の供給管を遮断する場合には誤遮断を防ぐ必要があるため、その対策が重要ではないか。
- コストを抑える必要がある。

(3)震災対策機能について
① ガス事業者、消費者からの要望と対応
- 機器メーカへの直接の要望は特に無い。

② 他の供給機器の震災対策

- 対震遮断弁として高圧又は中圧用のものについては、感震遮断装置として震災対策用機器と考えられる。
- 震災対策として、移動可能なＬＰガス用供給設備ユニットを販売している。震災時の避難場所等において、ＬＰガスを使用する際には安全を確保しつつガスを迅速に使用することができる。

(4)今後の方向性について

① 将来の供給機器の機能

- バルク供給では過流出防止装置が使用されているが、多数のシリンダー供給の場合においても使用すれば、保安の向上に寄与するのではないか。
- 安全機器を高度化する場合に電源が必要となるため、電源の確保が重要となる。

② 今後の課題（ＬＰガス、供給機器、通信など）

- ＬＰガスの質量販売はＦＲＰ容器の販売が開始されたことに伴い、増加すると考えられるが、災害対策も含めて転倒防止装置などの使用が必要と考えられる。

聞き取り調査結果⑨

実施日：平成２７年１２月１８日（金）
聞き取り対象者：集中監視システム事業者

調査項目及び回答
(1)東日本大震災時の集中監視システムの通信状況について
①通信不可地域、軒数
- 電話回線がパンク状態となり、正確な通信不可件数はわからない。
- 地震が発生した際に、一般の供給設備のマイコンメータの感震器遮断情報は集中監視センターに上げない設定になっている。なお、業務用については情報をあげる設定としている。
- マイコンメータの復帰情報については集中監視センターに上げる設定にしている。

②集中監視センターの状況
- 集中監視センターに地震による振動の被害は無かった。
- 緊急用の発電機が稼動して停電に対応できた。

③通信不可の原因
- 通信不可の原因は通信回線の混雑が原因であった。通信機器の損傷による被害は無かった。
- 通信回線の混雑はＮＣＵの仕様によるものもあると思う。例えば過去のマイコンメータの発呼事象を記憶して自動送信する場合がある。

④災害時対応状況
- 集中監視センターを運営しており、直接消費者への対応はしていない。

(2)災害に向けた集中監視システムの取組状況について
①災害時対策（機器または人的）
- 集中監視センターの人員は常に２名を確保している。
- 緊急時連絡網により対応人員を確保することとしているが、人員自体も被災すると考えられるため、先ずは人員の安否確認が重要。

(3)新たな機能の方向性について
①通信技術の動向（公衆回線、有線、無線）
- アナログ回線を含めて、固定電話回線の消費者が減っている。このため、携帯電話番号を連絡先にするケースが増えている。集中監視センターから消費者に連絡する必要性がなくなりつつある。
- マイコンメータの膜式と超音波式の違いについては、膜式の場合には、流量確認機能が作動する場合に膜が動いて流量を認識してしまう場合がある。

- 新たな通信機能を利用する場合には現行のマイコンメータの５ビットの通信インターフェースでは速度の向上が難しいのではないか。
- マイコンメータの使用時間設定については、現行の燃焼器の使用状態にあわせて検討を行う必要があると思う。

②災害時データの活用の可能性

- マイコンメータから送られてくるセキュリティ情報の他に、燃焼器のデータ等と絡めて分析を行うことで有用なデータになると思う。
- 災害時データを幅広く収集することで災害発生の地域性に関するデータを得ることができるのではないか。

③新システムに関する御意見

- 流量計測を行うタイミングが重要であると思う。
- コストを抑えることが普及のため重要だと思う。
- 集合住宅の数は増えていると思われるが、空室率が上がっていると思う。空室が多い場合、コスト回収に影響が出てくる。

聞き取り調査結果⑩

実施日：平成２７年１２月２１日（月）
聞き取り対象者：ＬＰガス販売事業者

調査項目及び回答
(1)災害発生時の集合住宅に関する供給管異常検知手法
　大規模災害発生時の集合住宅の供給管の安全対策について、対策手法や工夫あるいは対策機器に関しての取組についてお聞かせ下さい。

①容器周りの対策
- 容器の鎖掛け１段で行っているケースが多い。例えば集合住宅において容器を千鳥状に置いた場合、２段掛けでも難しい場合がある。
- ガス放出防止機能付高圧ホース（張力式）については、ホース交換時には取り付けており、ほぼ全箇所で使用している。
- 過流式ガス放出防止器は以前使用していたことがあるが、必要以上に稼働する場合があった。作動容量の算定が設備と合わなかったかもしれない。

②供給管の対策
- ガス漏えい検知装置を採用しているが、漏えい表示のみであり、遮断まで至る装置は採用していない。
- 対震ガス遮断装置を集合住宅に設置するケースはない。弁の位置を供給側に付ける必要がある。

③マイコンメータ以降の対策
- ガス消費者に対し、リーフレット等を配布して周知等を行っている。
- 地域でのイベント等にて、ＬＰガスの啓蒙活動を行っている。

④その他の対策
- 塩竈市で容器置き場に浸水があった。容器が流出するほどの流れはではなかったが容器は鎖をすり抜け、浮かんでいた。鎖掛けだけでは不十分のため配管で固定している。

(2)保安情報収集手段
　大規模災害が発生した際に、ＬＰガス販売事業者がＬＰガス消費者の保安情報を収集する手段や方法に関する取組についてお聞かせ下さい。

①災害直後の顧客の状況確認
- 仙台地域において被災した支所があった。その経験から、巡回により、現場に向かうことで対応するしかないと考えている。

(3)保安情報収集活動体制

大規模災害が発生した際に、ＬＰガス販売事業者が想定している情報収集活動の体制、ソフト的な対応（地域協定）などについてお聞かせ下さい。

①ガス事業者での連携

- 近隣の同業他社との連携は行っていない。
- 他社の顧客の設備について点検や修理を行うことは、事故が発生した場合の責任等を考えると実際のところ難しい。

②地域組織との連携

- 県の協会を通して地域との連携を行っている。
- 茨城県で洪水が発生した際には、連携して対応を行った。

③他のインフラ（電気、水道など）との連携

- 電気事業者や水道事業者との連携は行っていない。
- 寒い時期の災害発生時にはガスのみの復旧だけであっても被災者には必要だ。コンロが使用可能となるだけで暖かい食料をとることができる。

④社内体制

- 災害時に備えてマニュアルや連絡体制を構築している。
- 災害時においては無線通信のエリアの範囲を気をつけて行動する必要がある。
- 東日本大震災の際には、銀行のオンラインシステムが使えなくなったので、現金で取引を行った。

(4)ガス供給再開時保安確認手法等

大規模災害発生後にＬＰガス供給設備を復帰する際に、二次災害を防ぐための作業手法の独自の取組動向についてお聞かせ下さい。

①復帰時点検の取組

- マイコンメータの復帰安全機能は災害時において十分であると思う。
- 復帰操作については消費者行う場合とガス事業者が行う場合の条件について、矛盾している部分がある。
- 温度補正式の漏えい検知器が普及し、揃えている。

(5)その他

①集中監視システムについて

- 集中監視システム導入率は顧客の７割を超えている。
- 超音波マイコンメータについてはまだ本格的には導入していない。現場での使用実績が膜式マイコンメータに比べて低い。

②新システムについて

- ガスメータの器差の影響。
- 計測を行う際の時間差の影響。

- 各マイコンメータの下流側の状態も含めてロジックを検討すべきと思う。

③その他

- 認定制度における対応エリアを拡大することにはメリットがある。
- 様々なガス機器の耐用期限を１０年で統一できれば管理しやすい。
- 消費者への出動対応回数をルール上限定してもいいのではないか。
- 質量販売について、消費者責任とする考えを導入すべき。
- バルクの残ガス処理や廃棄方法に関する処理に関して検討すべき。
- 集中監視システムについては、将来的に電気のスマートメータ方式と統一化をすることが望まれる。

### 7.2.3　聞き取り調査のまとめと新たなシステムの考察

（１）災害発生時の集合住宅に関する供給管異常検知手法

（主な聞き取り内容）

①容器周りの対策

- 容器周りの対策としては、ガス放出防止機能付高圧ホース（張力式）の普及が進んでいる。
- 容器の固定方法は集合住宅の場合、容器庫を使用する。
- 鎖掛けは２段掛けの他に１段掛けまたは専用のベルトを使用する場合もある。
- 震災対策についてはマイコンメータだけでなく他の安全機器（特に高圧部）の併用が重要であると考えられる。
- 震災対策用に移動可能な供給設備ユニットは市販されており、避難場所等において迅速なガスの供給が可能となる。

②供給管の対策

- 集合住宅の供給管対策は漏えい検知装置が取り付けられているケースが多いが、漏えい表示のみであり、遮断機能は無い。
- 供給管用の低圧部用対震遮断弁の設置は機器の構造的に難しい。

③マイコンメータ以降の対策

- ホームページによる情報発信
- 情報誌等による周知
- 地域のイベント等による啓蒙活動
- マイコンメータ以降の機器の対策の要望は特にない

（２）保安情報収集手段

（主な聞き取り内容）

- 電話回線が利用可能な場合は自社のコールセンターによる対応
- 緊急連絡用通信システムの活用
- 災害時には集中監視システムは利用できないことを想定して、人的対応による顧客対応を考えている。

（３）ガス供給再開時保安確認手法等

（主な聞き取り内容）

- 大口の顧客、業務用設備等から重点的に点検を行う。
- マイコンメータの復帰安全確認機能を活用
- 温度補正が可能な点検機器を活用している。

（４）集中監視システムの取組状況

（主な聞き取り内容）

- マイコンメータの普及状況について、機器メーカの意見では、膜式メータ（Ｓ型マイコンメータ）の製造がほとんどであり、超音波式メータ（Ｅ型マイコンメータ）は本格的な生産には至っていないとの意見が多かった。
- 超音波式メータのメリットである小型・軽量については、特に業務用（大型）についてユーザーに認識されている。
- 完全に電子化されていること（例えば液晶表示など）について、抵抗を感じているユーザーも多い。
- コストを気にするユーザーも多い。
- 各社とも超音波式メータについて生産しているものの、膜式メータに比べその割合は低く急激な普及には至っていないことが考えられる。

（５）新たな保安機能の方向性

（主な聞き取り内容）

- マイコンメータについては通信機能、電子デバイス（感震センサなど）、ソフトウェア等の各部品の改良により機能の高度化を図ることができる。
- 新たな通信規格への対応や電力メータ等との連携も必要。
- 今後の課題として集中監視システムの更なる普及のためには、システム導入のコスト削減とともに、インセンティブや認定制度の改革も必要と考えられる。
- マイコンメータに関する震災対策機能についてマイコンメータの感震遮断機能についてはその有効性は認識されているが、現行の機能を活用することで更なる向上が期待される。例えば保安点検後の集中監視システムによる監視など。

（６）新システムに関する意見

（主な聞き取り内容）

- 集合住宅における安全機器として従来の漏えい検知装置よりも速効性があることが予想できる。
- 表示機能や精度に関して、更なる向上が必要。
- 課題として普及のためには保安機能の向上以外にコストの低減、新たなサービスの検討、新たな通信規格等への対応等の意見があった。
- ガス事業者から、保安機能の他に親メータを使った残量管理機能について期待する意見があった。
- 不要な遮断の低減
- 親メータを設置による集合住宅の容器配送管理を期待する
- 無線通信による保安システムを利用したい。
- 現場で情報をダウンロードすることが復旧作業に役立つ。
- 設置によるインセンティブ制度が必要
- 普及のためには導入コストの抑えることが必要

（７）まとめ

平成２７年度に実施した聞き取り調査結果として、集合住宅に関するＬＰガス関係者の取り組み状況、新システムに関する意見等に関する情報収集結果から新たなシステム構築に向けた考察事項として以下の項目が挙げられる。

① 容器周り（高圧部）の対策としてはガス放出防止機能付高圧ホース（張力式）の普及が進んでいる。容器が転倒した際には当機能によりガスを遮断して安全が確保されるが、容器が転倒しない場合の安全確保の手段としての機能が新たな保安システムに求められる。
② 供給管用の低圧部用対震遮断弁は構造的に難しいことから、マイコンメータに内蔵されている遮断弁を活用することが合理的と考えられる。
③ マイコンメータの以降の新たな安全機器の要望はないことから、地震時のガス消費者への安全対策はマイコンメータの感震機能で対応できていると考えられる。新たな保安システムはマイコンメータの上流部の安全対策機能が必要と考えられる。
④ 大規模地震発生時において通信機能が使用できる場合とできない場合があるため、新たな保安システムではどちらの場合にも対応が行えることが望ましい。
⑤ 超音波式マイコンメータの普及率は膜式マイコンメータに比べて低いが、メリットを理解することとコスト的な課題を解決することで将来普及していくことが考えられる。
⑥ 新たな保安機能としてマイコンメータや通信機能の高度化が期待されており、新たなシステムにおいてもそられの機能を活用することで、高機能化が期待できる。
⑦ 新たなシステムの普及については、システムの信頼性や低コストが求められている。またシステム導入に対するインセンティブ制度も効果があると思われる。

## 7.3　集合供給設備遠隔監視システムの提言

集合供給設備遠隔監視技術の検証及び集合供給設備災害対策の先進取組動向の調査結果を基に、次世代液化石油ガス保安システムに関する内容（機能や性能など）を整理し、提言を行うための技術文書として取りまとめた。

●巻末別紙参照

別紙１　次世代液化石油ガス保安システム導入支援マニュアル

新たな保安システムである集合供給設備遠隔監視システムを実際に導入する場合に必要となる機器、必要な対応人員及び導入するメリット等を整理し、主として液化石油ガス販売事業者等がシステム導入を検討する上で参考とするためのもの。

別紙２　次世代液化石油ガス保安システム機能概要

主として機器メーカ、システム事業者及びＬＰガス販売事業者等に向けて、災害に備えた新たな保安システムの製造や販売、運営等を行う上で必要とされるシステムの機能・内容等について取りまとめたもの。

## ８．まとめ

本事業は平成２５年度～平成２７年度の３年計画の事業であり、本年度は最終年度となることから、３年間のまとめとして記載する。

### ８．１　集合供給設備監視技術の現状と課題の調査

（平成２５年度実施）

集合供給方式の新たな保安システムに関する検討を行うために、集合供給設備の供給管の異常を検知するための安全機器に関する情報や集合住宅の保安状況の実態等について情報を収集した。

(a)災害時の配管等のガス漏えい確認の状況

①集合住宅について

- 集合住宅の割合については、販売地域が主に市街地である場合には集合住宅の顧客数が全顧客数の５０～７０％、販売地域が主に郊外・農村地域等である場合には、１０％～２０％程度であった。
- 集合住宅の主な戸数は、６～１２戸程度の集合住宅を中心として、特に１０戸以下の物件が多いとの意見が聞かれた。
- 集合住宅の配管パターンは、ほとんどの集合住宅における供給管の配管パターンは、調整器を通した本管から各戸に分岐する供給方法で配管は施工されている。
- 埋設管の有無については、集合住宅のＬＰガス供給設備において、容器置き場を建物から離して確保する場合が多いため、埋設管はほとんどの集合住宅において存在する。

②集合住宅のガス漏洩の有無

震災時の集合住宅の状況について

- 震災により集合住宅でのガス漏洩は多い事業者で約５０箇所、少ない事業者では２箇所あるいは０箇所の意見もあった。
- ガス漏洩発生について、集合住宅の大きさ（規模）等の違いによる特徴は無かったようだが、記録された震度の影響以上に各建物の立地状況による揺れ方の違いによりガス漏洩の原因になった可能性が高いとの情報が聞かれた。
- 今回実施した聞き取り調査においては、震度５強、震度６弱、震度６強の地域を中心に実施したが、震度６強を記録した地域においてガス漏洩や配管の破損等が多かった。

③ガス漏洩の情報収集手段

- 震災時のガス供給先の安全状況を知る手段としては、ガス事業者が各顧客を巡回し、点検等を行うことによりガス漏洩等の異常を把握できた。
- 通信による保安情報収集の導入可能性として、大規模災害の場合、公衆回線（有線・無線）については高い確率で不通状態となることが確認された。また、通信回線が復帰するまで数日かかり、復帰した後については顧客からの通報により情報を得ることができた。

④ガス漏洩箇所の特定方法

- ガス漏洩が発生した際に漏洩箇所を特定する手段として、使用する機器としては漏洩検知装置、圧力計、ガス検知器、石けん水等であった。

⑤ガス漏洩の対処方法

- 震災時のガス漏洩への対処方法として、基本的に全顧客を巡回して対処したとの回答を得た。現場では、先ず容器周りの高圧部分を確認した後に各戸のメータ、供給管などを確認した。

(b)安全機器の動作確認の状況

①集合住宅における各戸のマイコンメータの遮断状況

- 集合住宅に限らず、震災時においてマイコンメータの感震遮断がどの程度作動したのかについては把握することは難しかったとの意見があった。

②対震自動ガス遮断器の作動状況

- 対震自動ガス遮断機を集合住宅の地震対策に使用している意見は少なかった。また、震災時には対震自動ガス遮断機が作動していたことが確認された。

③容器周りの安全機器（ガス放出防止器など）の作動状況

- 容器周りの地震対策機器としてガス放出防止機能付き高圧ホース（張力式）の設置を推進しているとの意見がいずれの事業者からもあった。また、容器の地震対策として、鎖の２段掛けも大きな効果があったとの意見もあり、ガス放出防止機能付き高圧ホースと同様に今後は実施を推進するとのことであった。

(c)供給再開時保安確認等の保安情報収集活動の実態

①集合住宅の供給再開時の点検状況

- ガスの供給を復帰させる際の点検は全顧客を巡回して行われていた。点検の内容は自記圧力計を使った漏洩検査によるものであるが、なかには迅速に復帰するためにマイコンメータの復帰安全機能を使った点検を行った場合もあった。

②集合住宅の供給再開の優先順位

- 大規模災害の場合、復旧の優先順位として、他のインフラ（水道、電気）の復旧地域にあわせてガスの復旧も行っていくことが、消費者の使用ニーズにあわせることができるとの意見があった。

③集合住宅の被災情報の収集手段

- 大規模災害の際、販売地域の被災状況を知るための手段としては巡回による情報収集が確実であった。

④集合住宅の供給再開後の不具合

- ガスの供給を復帰した後に、ガス漏洩による不具合や二次災害に関する回答は無かった。

(d)集合住宅に関する新たな保安システムに関する考察

①　集合住宅の戸数について

- 集合住宅の新たな保安システムの対象戸数として､要求される性能や普及のためのコスト面を考慮して､１０戸程度以下の集合住宅を主たる設置先と想定して検討を

進めることが合理的と考えられる。

② 地震対策機能について

- 新たな保安システムでは感震機能の正確さとコスト面での両立が求められる。既に普及しているマイコンメータの感震機能と近距離無線通信機能を有効活用することで対応することが考えられる。
- 新保安システムでは省力化および復帰までの時間短縮を向上させるなど、人手を必要とする漏洩点検と同等の点検機能を有することが必要とされる。
- 新保安システムの考え方として、例えば、地震直後の状況においては各集合住宅内の近距離無線通信により安全を確保し、公衆回線が復帰するまで情報を蓄積し、公衆回線復帰後にガス事業者との通信を再開して、蓄積したデータを送信する機能、あるいはガス事業者の巡回による情報収集を支援するために近距離無線を利用した収集方法等について検討を行う必要がある。

③ 新たな保安システムの機能と普及について

- 新たな保安システムの機能を検討する上で、災害時の機能と同時に平常時の機能についても検討を行い、安全機器としての総合的な観点からシステムの動作や機能を調査・検討していくことが重要と考えられる。
- 新たな保安システムにおいて災害時や平常時に関わらず集合住宅の保安レベルを向上させることが可能であると同時にガス事業者の作業負担を軽減すること可能であり、インセンティブの付与が普及の促進につながる可能性もある。

## ８．２　集合供給設備遠隔監視技術の検証

（平成２５年度実施）

平成２５年度は親メータ１台、子メータ３台を使用した擬似配管モデルを使用して、無線通信及び瞬時流量計測による新たな漏えい検知技術の可能性について調査を行い、それらの課題の抽出等を行った。

（１）情報収集に要する時間の課題

今回の計測では、メータから情報を収集するのに要する時間として、4台のメータに対して、約５０秒程度であった。複数のメータから順次情報を受信する仕組みとなっており、メータの台数に応じて所要時間も増加することとなる。

瞬時流量を比較する際には、最初の通信で全てのメータがほぼ同時に計測を行い、その後、順次データを受信する方式となっている。このため、流量を比較する際には同時刻の流量計測データを取得することが可能であるため、所要時間の遅れは影響しない。このことが、瞬時流量計測の比較の精度に大きく寄与していると考えられる。

また、各メータに対して情報を要求する場合には速やかに情報を収集することが可能であるが、地震発生時のように各メータから情報が発呼される際には受信無線機側で混雑するため、リトライ機能が発生し数分間の遅延の発生や、全く同時に発呼が起こった場合は、情報収集にかなりの時間を要することも考えられる。今後の課題として、各メータに接続されている無線機のリトライ機能を工夫して情報を速やかに収集する方法もあるが、あるいは普及のためのコスト的観点から現行の子無線機を利用するためには地震発生の際には各メータからの発呼は行わず、親機側からの要求･応答通信方式による方法等ついて検討を進める必要がある。

（２）各設定値の課題

新たな保安システムではガス漏えいを検知した際にはガスの遮断を行い、安全を確保する機能を保有することが要求される。ガスを遮断する判断はガス流量を基に判断されているが、例えばマイコンメータにおいてはガス復帰時に２１L/hを検知した際にはガス漏れと判断し、遮断する仕組みとなっている。新保安システムにおいてもそれらの遮断設定流量を決定する必要があり、基本的には現行のマイコンメータ等で設定されている設定値を参考としつつ、集合住宅の供給管の特有の条件を考慮した設定値を決定する必要がある。そのための課題としては、新たな保安システムのガス漏えい検知能力を明らかにするため、様々な検証データを蓄積することでその信頼性を高める必要がある。

（３）漏えい判定精度に関する課題

瞬時流量値を比較することでガス漏えい検知の可能性について検証を行った。その検知精度は本管を流れる流量に対して最大3.2%の流量差幅であり、これらの測定差の分布は、その多くが±０付近にあり、高い漏えい検知精度の可能性があることがわかった。また、供給管の長さの違い（1.7m と 20m）による検知精度への影響は見られなかった。

以上のことから、瞬時流量を比較する原理によりガス漏えいを検知できる可能性は高い

ことが解ったが、今後の課題としては、以下のものが考えられる。

①様々なケースでの漏えい検知精度の検証を重ね、検証データを増やすことで漏えい検知精度の向上・確立を図っていく必要がある。供給管の長さの違い、大流量時と小流量時の違い、メータの数の違い等による条件において検証データを蓄積していくことが望まれる。

②今回の計測・分析では各メータの器差を考慮せずに行っている。取得した計測値を統計分析することで各メータの器差等を推測し、計測値のバラつきを低減できる可能性がある。これにより漏えい検出精度を高めることができる。

③配管長等の違いにより漏えい検出精度は影響が少ないと考えられるが、漏えい量自体が供給管の流量や配管長に影響されると考えられるため、ガス漏えいを判断する設定値を決定する際にそれらを考慮する必要がある。

（４）プログラムの動作順に関する課題

今回は４つの基本的な原理プログラムの検証を行った。

①地震の発生を正確に検知するプログラム

②供給管のガス漏れを各メータのガス流量を比較することで検知するプログラム

③供給管のガス漏れを各メータでガスを止めて検知するプログラム

④供給停止状態から復帰する際に供給管のガス漏れを検知するプログラム

③のプログラムは①と④のプログラムを連続して行うプログラムであり、ガスを一旦停止することが条件である。②のプログラムではガスを停止する必要がないため、震災時の作動に加えて平常時での漏えい検知も可能である。また、①の地震発生検知プログラムは地震時にメータからの発呼が集中する課題も確認された。

以上のことから、現行の集中監視システムで稼働している無線機器等を可能な限り有効活用して新保安システムを構築することを考えた場合、②及び④のプログラムを中心とした漏えい検知方式の構築が今後の課題であると考えられる。

（平成２６年度実施）

平成２６年度は平成２５年度に検討した課題に対応するため、親メータ１台、子メータ１０台の配管モデルを使って、配管の条件やガス流量の違いなどの条件によるデータ収集を実施した。また、それらを基にガス漏えい判別方法に関する検討した。

(1)瞬時流量値の比較による漏えい判定精度と影響因子について

①子メータの数

３戸と１０戸の集合住宅を想定して、漏えい判定精度への影響についてデータを収集し検討を行った。両者の違いによる漏えい判定精度への影響は見られなかった。

②流量の違い

親メータと子メータの瞬時流量比較について、小流領域からと大流量域（約１００００L/h）までの流量特性に関するデータ収集をおこなった。４０００L/h 付近で親メータと

子メータの流量差の流量特性が変化することが見受けられた。４０００L/hまでは親メータと子メータの流量差が流量に応じて直線的に増加するが、４０００L/hを超えると不規則になった。

③供給管長の違い

流量が４０００L/h付近までは供給管長の違いよる流量差の特性は一致していた。即ち供給管長による流量差の違いは見受けられないが、４０００L/h付近を超えると供給管長が短い方が、流量差が増加する傾向が見られた。

④漏えいの有無によるデータ分布の違い

漏えいが有る場合は漏えいが無い場合の特性を維持したまま分布が移動するが、漏えい量が小さいほどその境界が見分けるのが難しくなる。また、流量特性が４０００L/h付近で変化するため、流量域全体を一定の設定値だけで判定を行うことは難しい。

⑤統計分析処理によるガス漏えい検出精度の向上

重回帰分析により線形回帰関数を求め、各子メータの値に係数をかけることで、親メータの値に近づくように補正される。供給管に異常がない場合の補正値を記憶し、地震発生時に計測した値と比較することでより正確に流量判定ができる可能性がある。

(2)漏えい判断方法に関する検討

以上の結果を踏まえ、漏えい判断方法を検討するために、今回実施した計測条件を色々と変えた計測結果を、「漏えい有り」と「漏えい無し」の分類でプロットした図を以下に示す。

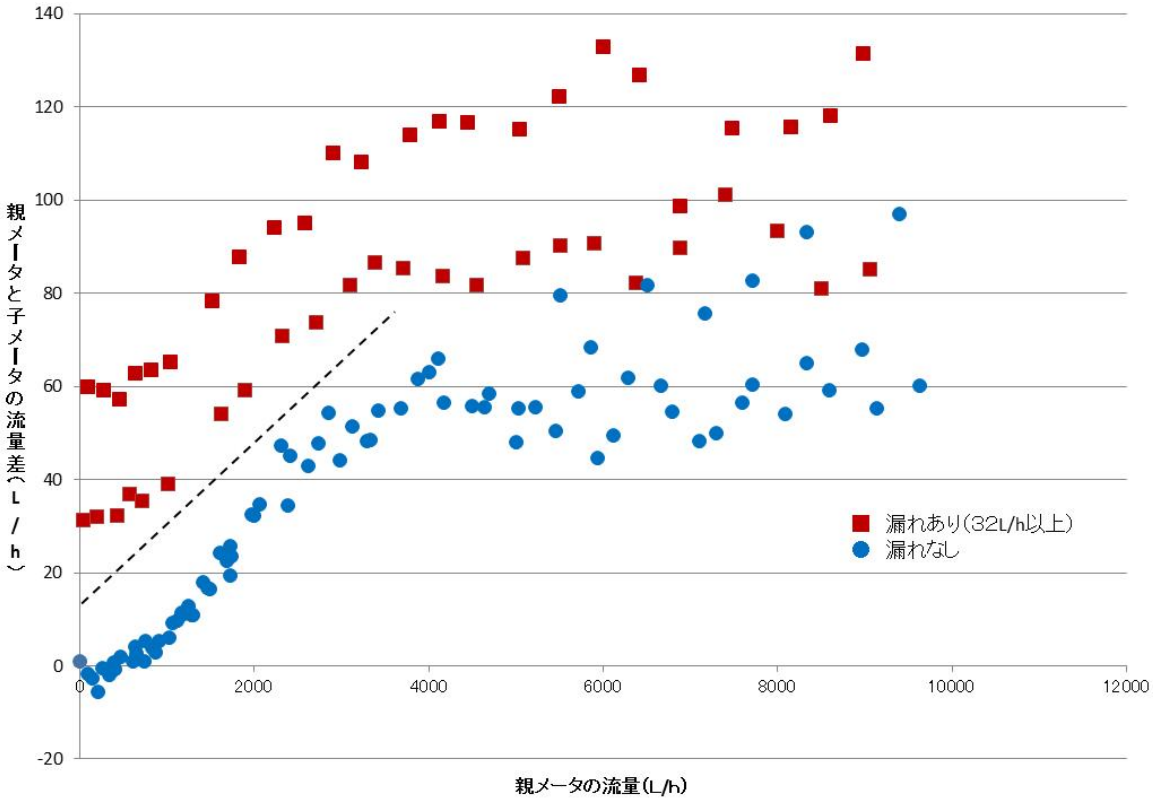



図 8.2.1　漏えいの有無の分布

- 供給管流量が４０００L/h 付近において流量差の特性が変化すると考えられるため、その前後で判断方法を変える必要がある。
- 流量が４０００L/h 付近より大きい場合は流量差のバラツキ幅が大きくなる傾向があるため３２L/h 以下の漏れの判別は難しいことが考えられる。
- 流量が４０００L/h 付近より小さい場合には流量に比例して流量差が大きくなる傾向であり、特性が安定しているように見受けられる。従ってこの区間についての回帰直線に平行な漏えい判定のための直線（図中の破線）を設けることにより、判定が可能であると考えられる。

流量差を Y、親メータの流量を X とした場合、

$$Y = 0.0174X + 13$$

の式により漏えい判定のための設定値を暫定値として得ることができた。

なお、この設定値は、供給管の流量が４０００L/h 付近以下の場合での適切な漏えい判定値であると考えられる。これに関して、集合住宅の供給管の流量に関するデータが過去に計測されており、そのデータを考察してみると、１０戸程度の集合住宅における供給管の流量の平均値は５００L/h 程度であった。また、流量の最大値は最も大きい場合５０００L/h 程度を記録した場合があったが、時間的には瞬間的な短い間であったことがわかっ

た。

（平成２７年度実施）

平成２７年度は平成２６年度に構築した配管設備モデルを使用して、配管条件等に関する流量計測データを蓄積して、適切な漏えい判定方法に関する検討を行った。次世代保安システムに関するシステムの機能に関する検討を行うとともに、システムの試作モデルを使っての検証を行い、動作の確認を行った。

新たな保安システムの機能及びシステム導入による効果等をまとめた「導入支援マニュアル」及び「次世代ＬＰガス保安システム機能概要」を作成し、新たなＬＰガス保安システムとして提言を行った。

(1)検証用モデルの検討

1)ガス漏えい検知精度向上

(a)マイコンメータの瞬時流量計測データによる検討

① 供給管の長さ及び通過流量の影響について、配管長が異なる場合であっても４０００L/h 付近までは、流量差が流量に比例して増加する傾向が、ほぼ一致していた。

② 漏えいの有無との関係について、供給管のガス漏えい有りの場合と無い場合の流量特性を比較した場合、漏えいありの場合は漏えい量の分だけ流量特性を維持したまま移動していると考えられる。

③ 気温差との関係として、流量が４０００L/h 付近までの気温の影響は見受けられず、流量特性は同傾向と考えられる。

④ ガス種の違いについて、比重の異なるアルゴンガスと空気の流量差に関する流量特性はほぼ同じであると考えられ、検討中である超音波式マイコンメータの瞬時流量計測による検知原理は流体の比重による影響は少ないと考えられる。

⑤ 親メータの容量の違いについて、親メータに使用されるメータの容量が異なる場合であっても、瞬時計測による子メータとの流量差に関する流量特性はほぼ同じであると考えられる。

(b)漏えい判定方法の検討

漏えい判定方法として関数（1 次関数、3 次関数）を使った漏えい判定値の検討、統計処理（重回帰分析）による判定精度の向上のための検討を行った。

2)導入支援マニュアル

検討を行った新たな保安システムである集合供給設備遠隔監視システムを実際に導入する場合に必要となる機器、必要な対応人員及び導入するメリット等を整理し、液化石油ガス販売事業者等がシステム導入を検討する上で参考となる導入支援マニュアルを策定した

3)集合供給設備遠隔監視システムの安全装置等動作確認

- 検証用モデルを使用して、新たなシステムに蓄積された大規模災害時のシステムの動作状況、各戸のマイコンメータの作動状況について、ハンディ端末により情報収集が可能であることを検証した。
- 大規模災害時には公衆回線による通信が使用できないケースが想定される。近距離無線により各集合住宅の安全を確保することが新たなシステムの機能であると同時に、巡回に来たＬＰガス販売事業者が集合住宅に到着し点検作業等をする際の支援を行うため、情報を蓄積、表示することが可能となることで、点検作業者の省力化や迅速化に寄与することが可能となる。

(2)検証用モデルの製作等

次世代液化石油ガス保安システムの機能を検証するため、次世代ＬＰガス検証モデルを製作し、高圧ガス保安協会に構築された集合住宅の疑似配管を使って検証を行った。

（検証結果）

(a)地震発生時のガス漏えい検知プログラムの検証

- 地震が発生してからシステムが作動し、供給管の漏えい判定を行い安全確認するまでに要する時間は約１分２７秒程度であった。
- 供給管損傷のガス漏えいが無い場合は集合住宅における各メータのセキュリティ情報を収集し、データを蓄積する。安全確認と各子メータからセキュリティ情報を収集する動作が完了するのに要した時間は約３分３４秒程度であった
- 地震により供給管が損傷し漏えいがあった場合には、２分５５秒後に親メータの遮断弁を閉じ、安全を確保している。安全を確保した後、各子メータからのセキュリティ情報の情報収集を行った。
- ガス漏えいの判定方法について、

  ①１次関数による方法

  ②３次関数による方法

  ③統計処理（重回帰分析）による方法

  の３種類に対してシミュレーション検証を行った結果、判定率が１００％となるのは①と③であった。③の統計処理による判別方法がデータ処理時の課題を残していることを考慮すると、１次関数による判定方法が適切な判定方法であると考えられる。
- 適切な判別式の検討を行った結果、次の式となることがわかった。

  判定値＝0.0169X+1.25

(b)供給管の復帰安全確認プログラムの作動確認

- 供給管にガス漏えいが無い場合には、復帰操作を開始して計１分２１秒で安全確認が完了している
- 供給管にガス漏えいが有る場合には、システムが動作を開始してから２分５０秒後にシステムの動作が終了する。この時、親メータの遮断弁は閉じた状態であるとともに、各子メータの遮断弁も閉じたままであり、消費者が復帰使用としても復帰できない状態となっている。

- 供給管長が４０ｍの条件の下で、判定精度は１００％であることを確認した。また、２１L/h 未満のガス漏えい（最小漏えい量：7.6L/h）を検知できることも確認できた。

８．３　集合供給設備災害対策の先進取組動向の調査

将来予期されている大規模な災害（首都直下型地震、東海地震、東南海地震など）に向けた各ＬＰガス関係者の先進的な取組に関する情報を収集して取りまとめることにより、新たな保安システムの提言する際の参考とした。

（Ａ）平成２６年度実施項目

（１）災害発生時の集合住宅に関する供給管異常検知手法

（主な聞き取り内容）

- １２戸を超える集合住宅に対しては、ガス漏えい検知装置を設置している。
- 対震ガス遮断装置を設置している設備もある。
- 集合住宅に関しては、可能な限り容器庫を設置するようにしている
- 容器が倒れても配管損傷が発生しにくい振れ止め配管の配慮
- 配管支持金具等の固定具間隔の狭くして強度を増強
- 簡易ガス供給の供給先も含めて、ガス消費者へパンフを配布している。
- 高齢者等のガス消費者については、重点的に配布している。

（２）保安情報収集手段

（主な聞き取り内容）

- 各顧客に対する巡回。
- 大規模災害時において集中監視システムが使用している公衆回線は混雑が起こりしばらくの間通信不能状態が続いた。
- 地震発生直後は感震器遮断等により通信件数が急激に増えた。
- 地震による無線機の破損は無かった。
- 有線方式に比べ無線方式のほうが復帰までの時間が短い。
- 通信用のサーバーの損害は無かった
- 通信事業者も災害時の通信機能強化を進めているため通信不可の状態も短くなる見通し。
- 大規模災害時の通信不可の原因は通信混雑によるものがほとんであるが、停電により通信機器類が稼働できなかったケースもあった。

（３）保安情報収集活動体制

（主な聞き取り内容）

- ＬＰガス事業者は大規模災害に備えて基準をまとめている
- 近隣地域のガス事業者間で応援体制について連携を考えている。
- 社内体制についても本社と現地に分けて要領を策定している。
- 大規模災害発生に備えて、県の協会が中心となり県内を複数のエリアに分けて、各エリアの災害拠点事業所（ＬＰガス事業者）を制定することとしている。災害拠点事業所は大規模災害時において、ＬＰガス消費者の保安の確保と早期復旧、避難所等へのＬＰガス供給による公共への貢献を目的としている。（（一社）静

岡県ＬＰガス協会「防災対策要綱」、「災害拠点事業所マニュアル」、「大規模地震発生時の行動指針」）

- 災害対策運用マニュアルを作成し、大規模災害発生時の基本行動ルールを定めている。本部の設置、体制とともに具体的な業務内容（ＬＰガス供給、設備の保全、顧客への対応など）が定められている。

（４）ガス供給再開時保安確認手法

（主な聞き取り内容）

- 復帰に必要な専用のツールなどは特にないが、復帰時点検用のチェックシートを作成することで、迅速および確実な点検の実施に努めている。
- 復帰時の点検については従来通りの漏えい試験を実施して行うこととしている。
- 温度補正付の漏えい検査機器等を使用して行うことも想定している。
- 使用を想定しているツールは以下の通り。圧力計、ガス検知機、ガス検知液、新しい転倒防止機器、スコップ、容器設置台、水平器（メータの水平の確認など）、線量計（原発災害地区）、使用禁止札　など

（５）大規模災害対応と供給機器について

（主な聞き取り内容）

- 超音波式マイコンメータの普及率は徐々に向上している。
- ＬＰガス用マイコンメータの感震器遮断（流量有無確認つき）機能については現行のままでよい。
- 東日本大震災後に過流出防止機能付高圧ホース（張力式）の販売数は増加している

（６）安全機器と自然災害対策について

（主な聞き取り内容）

- 超音波式マイコンメータにおいて超音波による流量計測のサンプリング時間を短縮化することで保安機能の向上の可能性がある。
- マイコンメータと他のインフラとの連携として、電力分野とガス分野の通信インフラの合理化が可能となれば、通信可能なマイコンメータが普及し、保安レベルの向上も期待できる。
- 東日本大震災発生時に、ＬＰガス用地震検知器を導入している顧客（飲食店やホテルなど）から、地震発生時に確実に作動したとの情報があった。また、ＬＰガス消費者の他にＬＰガス充てん設備にも地震検知器を導入しており、作動を確認している。
- 地震検知器はＬＰガス用以外にもボイラー用やエレベーター用などにも供給している。

（７）まとめ

平成２６年度に実施した聞き取り調査結果として、集合住宅に関するＬＰガス関係者の

取り組み状況、新システムに関する意見等に関する情報収集結果から新たなシステム構築に向けた考察事項として以下の項目が挙げられる。

（１）災害発生時の集合住宅に関する供給管異常検知手法

① 災害時の供給管異常検知手法として、対策として最も多く聞かれたのはガス漏えい検知装置の設置であった。同装置には遮断機能は搭載していないが、少量のガス漏れを検知するため、現場で微少漏えいの有無を把握することができる。このことから、あらかじめ装置を設置しておいて、災害が発生した場合には自動的に設備の異常を検知しＬＰガス事業者等へ通報する機能が望まれる。

② ガス事業者側で行う災害対策の他に消費者への周知活動にも積極的であった。ガス漏えいのインフォメーション機能（例えば異常発生ランプの点灯機能など）も搭載が望ましいと考えられる。

（２）保安情報収集手段

① 各顧客への巡回を基本とするが、通信機能が使用できる状態であれば通報等による情報収集が可能となる。

② 大規模災害発生時には公衆回線に混雑が起こり、通信不可状態になってしまうが、地震による震動で通信機器が損傷することはないため、混雑が解消されれば自動的に復帰可能である。新たなシステムに必要である近距離無線通信は公衆回線に接続する必要が無いため通信機器が損傷しなければ稼動することが可能であり、供給管の異常を検知して遮断等を行うため各々の集合住宅において安全を確保することができる。

③ 通信事業者も基地局等を増強するなどして、大規模災害に備えているため通信不可状態の短縮化が期待できる。有線通信よりも無線通信方式でこれらの効果が期待されることから、新たなシステムにおいても無線集中監視システム（オール無線式）として導入する方が災害時においても有利であると考えられる。

④ ガスの集中監視システムに関する新たな無線通信規格が大手都市ガス会社等で導入を進めている状況であるため、新たなシステムでは通信方式を限定するものではなく、普及状況等に応じて対応できるような仕組みにしておくことが望ましいと考えられる。

（３）保安情報収集活動体制

① 大規模災害に備えてあらかじめ行動基準を策定することで迅速な対応の実施を想定している。全国的に事業展開しているような大規模な事業者であれば、被災していない支所から応援を呼ぶことが可能だが、中・小規模な事業者であれば対応人員の不足が予想される。従って、新たなシステムでは対応人員の省力化に有効な機能についても考慮する必要がある。

② 復帰の際の点検については従来通りの漏えい検査とともに既設の機器を利用した新たな異常検知手法があれば迅速かつ安全な復帰につながると考えられる。ＬＰガス事業者が独自にツールを開発することは難しいため、既に設置しているマイコンメータ等の機能を有効活用することで復帰作業の省力化に結びつけることが可能と考えられる。

（４）ガス供給再開時保安確認手法

① ガス供給再開時に二次災害を防止するための手法として、復帰時点検用のチェックシートを作成したり、従来通りの漏えい検査を実施している意見があった。確実な復帰

時点検を行うためには事前の準備や手順の確認が重要であることから、新たなシステムでは復帰時安全確認プログラムを搭載し、自動的に安全を確保する仕組みを設けることが求められる。

（５）大規模災害対応と供給機器について

① Ｅ型メータ（超音波式メータ）の普及率は、現時点では低いが増加傾向にある。Ｅ型メータの瞬時流量計測機能は新たな保安システムにおいて重要な機能であるため、一層の普及が要望される。

② ＬＰガスの供給設備の主な地震対策機器としてマイコンメータ及び過流出防止機能付高圧ホースが挙げられる。メータより下流に対してはマイコンメータ、容器周りは高圧ホースによる対応となり、その中間である供給管の部分についての対応についての地震対策として新たなシステムが考えられる。

（６）安全機器と自然災害対策について

① マイコンメータ以外の地震に対応した安全機器は今後も普及がすすむことが考えられるため、地震を検知するデバイス開発・製造も求められ、コスト的にも有利になっていくと予想される。地震検知性能が向上し、より的確に作動することで保安レベルの向上が考えられる。

② 超音波式マイコンメータの瞬時流量計測機能は、サンプリング速度や処理能力を向上させることでより高度な保安機能の創出の可能性が期待される。

（Ｂ）平成２７年度実施項目

（１）災害発生時の集合住宅に関する供給管異常検知手法

（主な聞き取り内容）

①容器周りの対策

- 容器周りの対策としては、ガス放出防止機能付高圧ホース（張力式）の普及が進んでいる。
- 容器の固定方法は集合住宅の場合、容器庫を使用する。
- 鎖掛けは２段掛けの他に１段掛けまたは専用のベルトを使用する場合もある。
- 震災対策についてはマイコンメータだけでなく他の安全機器（特に高圧部）の併用が重要であると考えられる。
- 震災対策用に移動可能な供給設備ユニットは市販されており、避難場所等において迅速なガスの供給が可能となる。

②供給管の対策

- 集合住宅の供給管対策は漏えい検知装置が取り付けられているケースが多いが、漏えい表示のみであり、遮断機能は無い。
- 供給管用の低圧部用対震遮断弁の設置は機器の構造的に難しい。

③マイコンメータ以降の対策

- ホームページによる情報発信
- 情報誌等による周知

- 地域のイベント等による啓蒙活動
- マイコンメータ以降の機器の対策の要望は特にない

（２）保安情報収集手段

（主な聞き取り内容）

- 電話回線が利用可能な場合は自社のコールセンターによる対応
- 緊急連絡用通信システムの活用
- 災害時には集中監視システムは利用できないことを想定して、人的対応による顧客対応を考えている。

（３）ガス供給再開時保安確認手法等

（主な聞き取り内容）

- 大口の顧客、業務用設備等から重点的に点検を行う。
- マイコンメータの復帰安全確認機能を活用
- 温度補正が可能な点検機器を活用している。

（４）集中監視システムの取組状況

（主な聞き取り内容）

- マイコンメータの普及状況について、機器メーカの意見では、膜式メータ（Ｓ型マイコンメータ）の製造がほとんどであり、超音波式メータ（Ｅ型マイコンメータ）は本格的な生産には至っていないとの意見が多かった。
- 超音波式メータのメリットである小型・軽量については、特に業務用（大型）についてユーザーに認識されている。
- 完全に電子化されていること（例えば液晶表示など）について、抵抗を感じているユーザーも多い。
- コストを気にするユーザーも多い。
- 各社とも超音波式メータについて生産しているものの、膜式メータに比べその割合は低く急激な普及には至っていないことが考えられる。

（５）新たな保安機能の方向性

（主な聞き取り内容）

- マイコンメータについては通信機能、電子デバイス（感震センサなど）、ソフトウェア等の各部品の改良により機能の高度化を図ることができる。
- 新たな通信規格への対応や電力メータ等との連携も必要。
- 今後の課題として集中監視システムの更なる普及のためには、システム導入のコスト削減とともに、インセンティブや認定制度の改革も必要と考えられる。
- マイコンメータに関する震災対策機能についてマイコンメータの感震遮断機能についてはその有効性は認識されているが、現行の機能を活用することで更なる向上が期待される。例えば保安点検後の集中監視システムによる監視など。

（６）新システムに関する意見

（主な聞き取り内容）

- 集合住宅における安全機器として従来の漏えい検知装置よりも速効性があることが予想できる。
- 表示機能や精度に関して、更なる向上が必要。
- 課題として普及のためには保安機能の向上以外にコストの低減､新たなサービスの検討、新たな通信規格等への対応等の意見があった。
- ガス事業者から､保安機能の他に親メータを使った残量管理機能について期待する意見があった。
- 不要な遮断の低減
- 親メータを設置による集合住宅の容器配送管理を期待する
- 無線通信による保安システムを利用したい。
- 現場で情報をダウンロードすることが復旧作業に役立つ。
- 設置によるインセンティブ制度が必要
- 普及のためには導入コストの抑えることが必要

（７）まとめ

平成２７年度に実施した聞き取り調査結果として、集合住宅に関するＬＰガス関係者の取り組み状況、新システムに関する意見等に関する情報収集結果から新たなシステム構築に向けた考察事項として以下の項目が挙げられる。

① 容器周り（高圧部）の対策としてはガス放出防止機能付高圧ホース（張力式）の普及が進んでいる｡容器が転倒した際には当機能によりガスを遮断して安全が確保されるが､容器が転倒しない場合の安全確保の手段としての機能が新たな保安システムに求められる。

② 供給管用の低圧部用対震遮断弁は構造的に難しいことから､マイコンメータに内蔵されている遮断弁を活用することが合理的と考えられる。

③ マイコンメータの以降の新たな安全機器の要望はないことから､地震時のガス消費者への安全対策はマイコンメータの感震機能で対応できていると考えられる｡新たな保安システムはマイコンメータの上流部の安全対策機能が必要と考えられる。

④ 大規模地震発生時において通信機能が使用できる場合とできない場合があるため、新たな保安システムではどちらの場合にも対応が行えることが望ましい。

⑤ 超音波式マイコンメータの普及率は膜式マイコンメータの比べて低いが､メリットを理解することとコスト的な課題を解決することで将来普及していくことが考えられる。

⑥ 新たな保安機能としてマイコンメータや通信機能の高度化が期待されており､新たなシステムにおいてもその機能を活用することで、高機能化が期待できる。

⑦ 新たなシステムの普及については､システムの信頼性や低コストが求められている。またシステム導入に対するインセンティブ制度も効果があると思われる。

## ８．４　集合供給設備遠隔監視システムの提言

集合供給設備遠隔監視技術の検証及び集合供給設備災害対策の先進取組動向の調査結果を基に、次世代液化石油ガス保安システムに関する内容（機能や性能など）を整理し、提言を行うための技術文書として取りまとめた。

●別紙参照

別紙１　次世代液化石油ガス保安システム導入支援マニュアル

新たな保安システムである集合供給設備遠隔監視システムを実際に導入する場合に必要となる機器、必要な対応人員及び導入するメリット等を整理し、主として液化石油ガス販売事業者等がシステム導入を検討する上で参考とするためのもの。

別紙２　次世代液化石油ガス保安システム保安システム機能概要

主として機器メーカ、システム事業者及びＬＰガス販売事業者等に向けて、災害に備えた新たな保安システムの製造や販売、運営等を行う上で必要とされるシステムの機能・内容等について取りまとめたもの。

## ８．５　おわりに

東日本大震災の発生を受けて、集合住宅における大規模災害時の保安確保のための新たな保安システムの調査・検討を実施し、「導入支援マニュアル」、「次世代液化石油ガス保安システム機能概要」という形で提言を行った。大規模な地震が発生した際に集合住宅の供給管の異常（ガス漏えい）を迅速に発見する新たな機能を確立するための方法として、無線通信機能と瞬時流量計測機能を利用することによりガス漏えいを検知することが可能となることを示した。

新たなシステムではこの機能により地震発生時の迅速な保安確保を行うとともに、ガス設備復帰時の二次災害防止のための確実な安全復帰機能を実現することが可能となる。更に、新たなシステムは災害発生時だけでなく平常時においてもガス漏えい検知機能を利用することでＬＰガス消費者の保安レベルは向上することが期待できる。

無線通信機能及び超音波式マイコンメータを利用した瞬時流量計測機能は既に普及が始まっているものであることから実現性が高いとともに、今後も性能の向上が期待されている機能であるため、システムの性能の向上に結びつく可能性がある。

また、当該システムは可能な限り既存の機器を活用することでコストを抑え、普及することを目指している。

今後、新たなシステムの普及については、今回の提言を基に、実際のシステム製作や実際のＬＰガス供給設備に取り付けてのフィールドテスト等による実証試験等を実施し、量産化に向けた詳細仕様の検討等が必要であると考えられる。

また、当該システムを使用した場合のインセンティブ制度の導入やシステムを構成する機器（親メータ、子メータ、無線機等）の使用期限の統一化等は、システムの普及に向けての効果があると思われる。

別紙１

# 次世代液化石油ガス保安システム

# 導入支援マニュアル

平成２８年３月

次世代液化石油ガス保安システム調査研究委員会

（１）システムの概要

災害に備えた新たな保安システムである「次世代液化石油ガス保安システム」(集合供給設備遠隔監視システム)は現行の無線式集中監視システムに新たな機器を追加することで、災害時又は平常時において集合住宅の供給管のガス漏えいを検知し、必要に応じて遮断や通報を行うシステムとする。

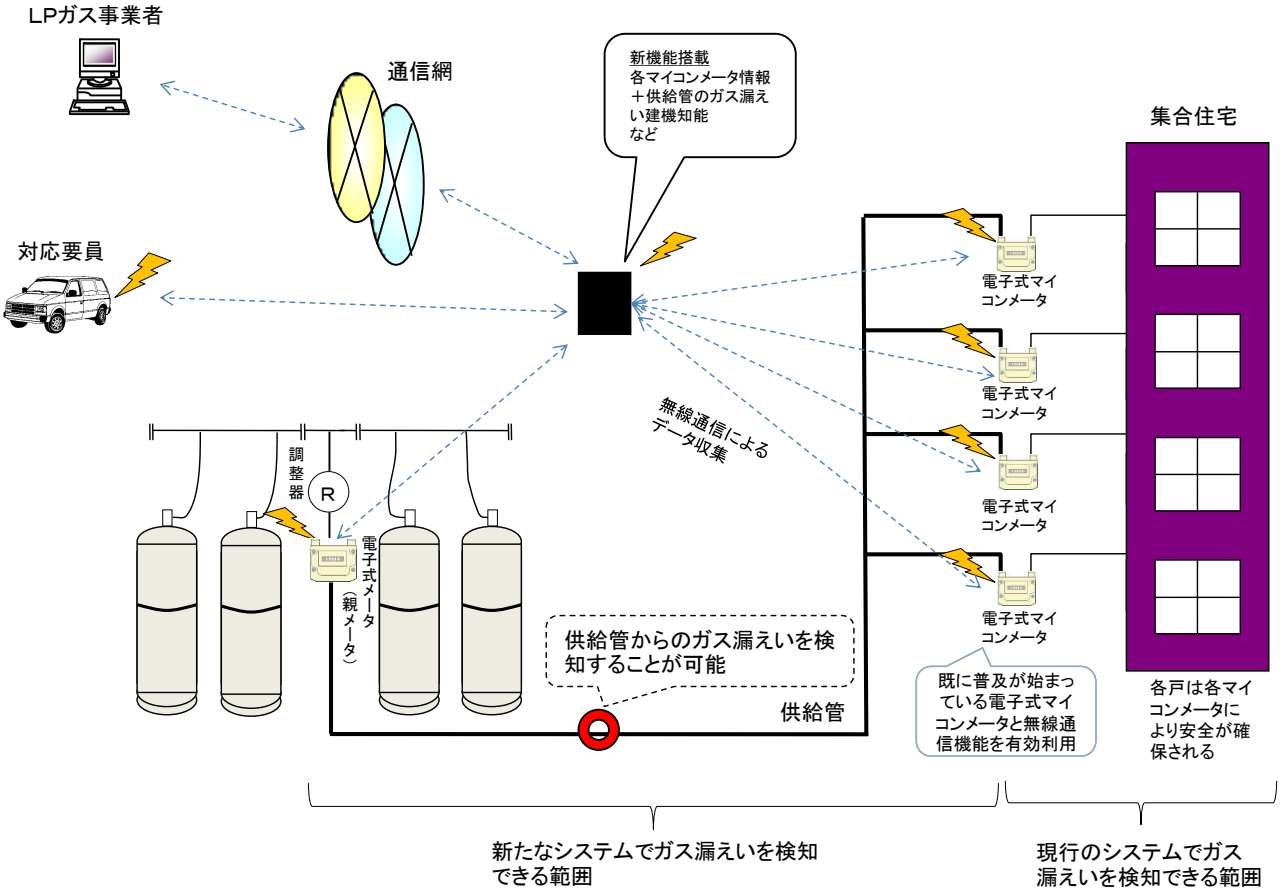
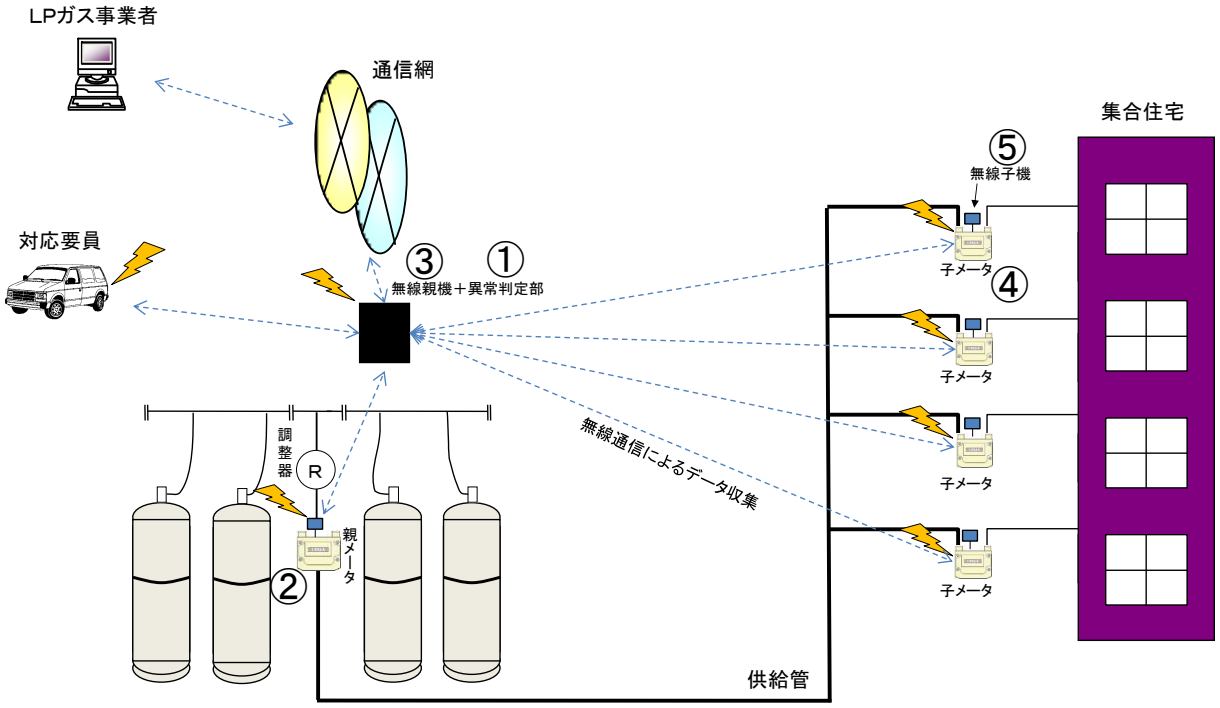



図１　災害に備えた新たな集合住宅用保安システム
（集合供給設備遠隔監視システム）

（２）導入に必要な設備

当該システムを導入するためには以下の機材が必要となる。




異常判定部・・・・・・・無線親機又は親メータからの信号で異常を判断（システム本体）

②親メータ・・・・・・・・・供給管に設置される超音波式ガスメータ（遮断弁、圧力センサ内蔵）

③無線親機・・・・・・・・・異常判定部に接続され、子メータと通信する無線機

④子メータ・・・・・・・・・各戸に設置される超音波式ガスメータ

⑤無線子機・・・・・・・・・子メータ及び親メータに接続される無線機

図２　必要とする機材

①異常判定部

異常判定部は当該システム導入のため新たに無線親機に接続又は内蔵する必要がある。無線親機により収集された情報を分析することで、供給管のガス漏えいを判定する。

②親メータ

親メータは当該システム導入のために新たに調整器直下に設置される必要があります。超音波式ガスメータであり、当該システム専用の機能を有します。親メータの容量は集合住宅の戸数や保有燃焼器等に応じて選択することができる。

③無線親機

無線親機は各子メータ及び親メータに接続された無線子機と通信を行い、情報を収集する。また、一般公衆回線網に接続し集中監視センターとの通信を行うことができる。さらに、設置現場においてハンディ端末等との無線通信を行うことができる。

④子メータ

子メータは集合住宅の各戸に設置されているマイコンメータであり、マイコンメータＥ型（超音波式マイコンメータ）とする。

⑤無線子機

無線子機は親メータまたは各子メータに接続され、メータの情報を無線親機に送信または異常判定部の情報を受信する。

なお、集中監視システムが既に導入されている集合住宅の場合、追加する機材は以下の通りである。

①異常判定部を内蔵した無線親機
②親メータ
③マイコンメータＥ型（現在設置されているものがＳ型マイコンメータの場合）

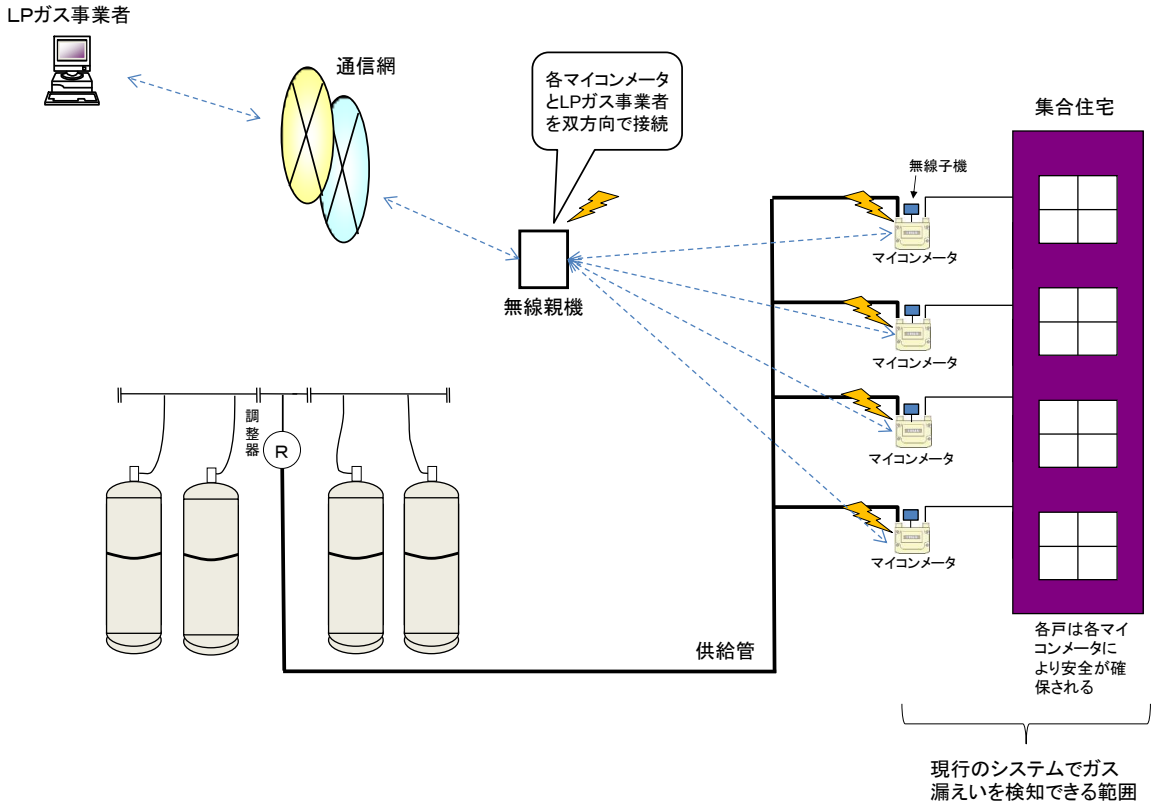



図３　現行の集合住宅用集中監視システム

（３）導入メリット

1)保安効果

(a)災害発生時における集合住宅の保安確保

① 強い地震等が発生した際に集合住宅の供給管からのガス漏えいを自動的に検知し、ガスを遮断するとともにＬＰガス事業者へ通報することが可能となる。

② ＬＰガス事業者が各集合住宅を巡回して点検するよりも迅速にシステムが独自に安全を確保する。

③ 余震等により地震が頻繁に発生した場合においても、その都度システムが自動的にガス漏えいを検知することができる。

④ ガス供給設備の復帰の際にシステムが安全を確認するため、二次災害の防止につながる。

⑤ 通信回線が使用できない場合でも、各集合住宅の近距離通信を使うことで、安全を確保することができる。

(b)平常時における集合住宅のガス漏えい対策

① 供給管のガス漏えいを集中監視センターから任意に行うことができる。

② ガス漏えい検知は集合住宅の消費者がガス使用中であっても行うことが可能であるため、消費者に負担をかけずに実施することが可能。

③ ＬＰガス事業者が必要と考えられる場合には集中監視センターから集合住宅のガス供給を遮断することができる。

④ 供給管からの微少漏洩を検知することができ、漏えい検知装置の代替となる可能性がある。

2)合理化効果

(a)保安業務の省力化

① 災害発生時にＬＰガス事業者が各集合住宅を巡回して保安点検を行う際に、システムに蓄積された情報を得ることで、現場での状況確認が容易となる。

② 集合住宅の現場で、各マイコンメータのセキュリティ情報等を収集することが可能となる。

③ 復帰作業を実施する際にシステムが自動で安全確認を行った後、各マイコンメータへの復帰許可を行う。

(b)配送の合理化

① 親メータのガス残量管理機能を使用することで、集合住宅のガス残量管理を行うことができる。

② ハンディ端末を使用することで、現場での各子メータの情報取得が可能。

（４）必要な対応人員

集中監視システムが導入されていない設備に当該システムを導入する場合は、集中監視ステムを導入する場合と同等の対応人員（例えば集中監視センターの人員や緊急出動のための人員等）が必要となる。

既に集中監視システムが導入されている設備に当該システムを導入する場合にあっては、更なる対応人員を必要としない。システム導入における保安効果及び合理化効果によって逆に対応人員を削減することが可能となる。

（５）次世代液化石油ガス保安システムの機能

災害に備えた新たな保安システム（集合供給設備遠隔監視システム）の機能について取りまとめた「次世代液化石油ガス保安システム機能概要」を別紙に記載します。

→別紙２参照　「次世代液化石油ガス保安システム機能概要」

主として機器メーカ、システム事業者及びＬＰガス販売事業者等に向けて、災害に備えた新たな保安システムの製造や販売、運営等を行う上で必要とされるシステムの機能・内容等について取りまとめたもの。

別紙２

# 次世代液化石油ガス保安システム機能概要

平成２８年３月

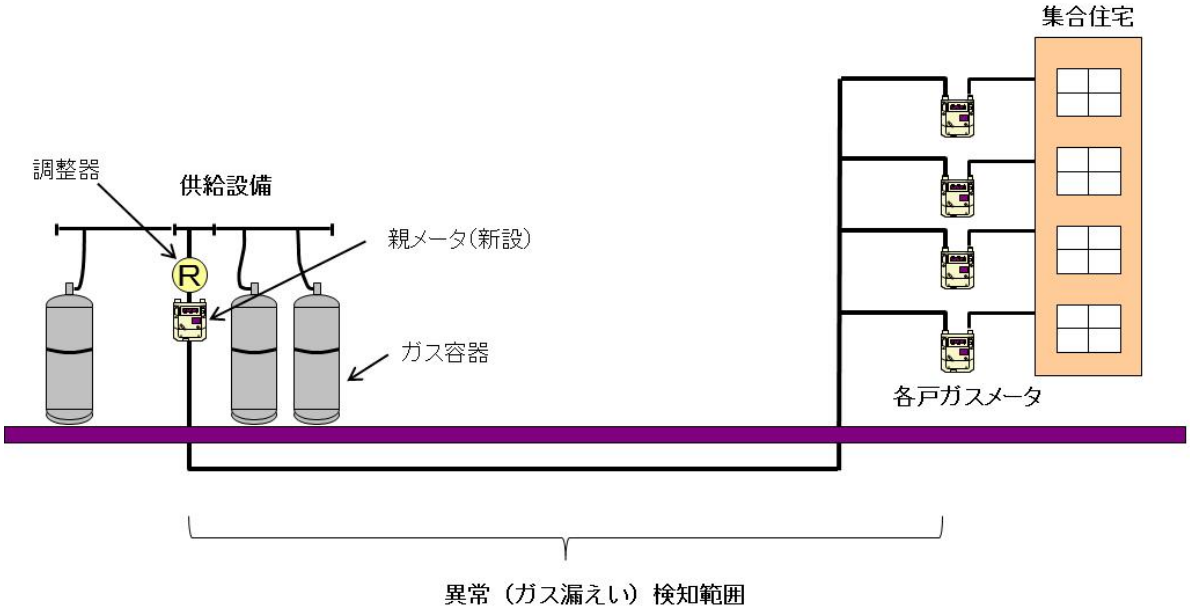
次世代液化石油ガス保安システム調査研究委員会

# 目　次


１．適用範囲 …… 1
２．システムの概要 …… 2
2.1　システムの種類
2.2　システムの構成
３．計測 …… 3
3.1　容　量
3.2　圧力損失
3.3　流量計測精度
3.4　微少流量作動
3.5　外部漏れ
3.6　常用作動圧力
3.7　使用環境温度
４．表示 …… 4
4.1　セキュリティに関する表示
4.2　施工に関する表示（取付に関する表示）
５．機能 …… 5
5.0　無線通信による漏えい検知
5.1　流量計測による漏えい検知
5.2　外部機器入力による異常検知
5.3　その他システム等の異常検知
5.4　遮断弁の制御
5.5　圧力監視機能
5.6　通　信
5.7　プログラム設定方法
5.8　流量表示
5.9　スイッチ信号
６．外部機器 …… 26
6.1　接続端子と接続機器

## １．適用範囲

集合住宅におけるガス供給設備の圧力調整器の下流側に親メータを設置し、親メータから各戸に設置されたガスメータまでの間(供給管)で発生する異常（ガス漏えい）を検知するシステムとする。



## ２．システムの概要

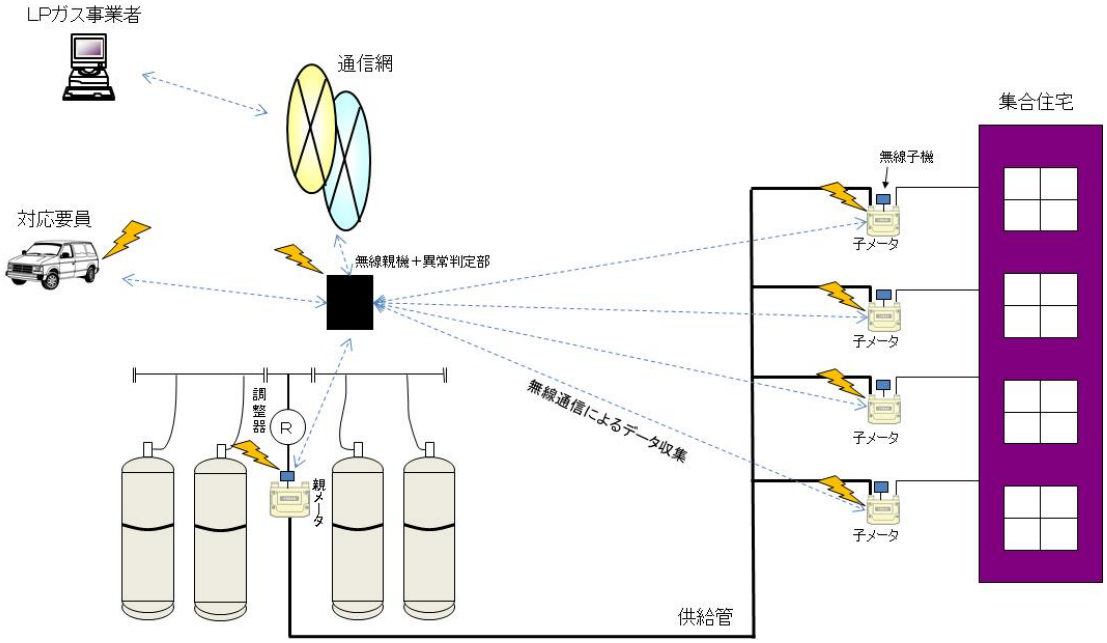
### ２.１　システムの種類

システムの種類はシステムが供給管からのガス漏えいありと判断した時に遮断を行う遮断型の１種類とする

### ２．２ システムの構成

システムの構成を以下に示す。

・異常判定部･･･････無線親機又は親メータからの信号で異常を判断（システム本体）
・親メータ･･･････供給管に設置される超音波式ガスメータ（遮断弁、圧力センサ内蔵）
・無線親機･･･････異常判定部に接続され、子メータと通信する無線機
・子メータ･･･････各戸に設置される超音波式ガスメータ
・無線子機･･･････子メータ及び親メータに接続される無線機




システムの構成
（無線親機と異常判定部が一体の場合）

## ３．計測

計測は親メータ及び子メータが行う。各々の性能を以下に示す。

### ３．１　親メータ

#### ３.１．１　容量

・親メータに使用するガスメータは超音波式（電子式）ガスメータとする。
・流量計測可能な最大流量は、集合住宅の戸数、保有燃焼器等により決定する。
・計測上限値を超える流量については、計測上限値以上の流量であることが判定できる
・使用最大流量は、圧力損失との関係等により個別に定める（3.1.2 参照）

#### ３.１．２　圧力損失

・密度約 2.2kg/㎥のＬＰガスを表記されている使用最大流量で通したときに、入口と出口との圧力差が 0.15kPa 以下とする
・空気等を 15L/h の流量で通したときに、入口と出口の圧力差が 0.05kPa 以下とする

#### ３.１．３　流量計測精度

流量計測精度は、下記の限界内とする

| 流　量 | 精度 | 適　　用 |
|---|---|---|
| 小流量 | ±3.0%以内 | 最大計測流量の２０分の１以上から最大計測流量の１０分の１未満の流量 |
| 大流量 | ±1.5%以内 | 最大計測流量の１０分の１以上から最大計測流量以下の流量 |

#### ３.１．４　微少流量作動

空気等を下記の流量で通したときに、確実に作動させる

| 流　量 | 適　　用 |
|---|---|
| 微少流量 | 検知可能な最小流量は 3L/h 未満とし、検知時間は３０秒以下とする |

#### ３.１．５　漏れ

##### ３.１．５.１　外部漏れ

10kPa 空気圧下にて３分間以上の漏れ検査を行い外部への漏れを発生させない。

##### ３.１．５.２　内部漏れ

4.2kPa 空気圧下にて３分間以上の漏れ検査を行い出口側から 0.55L/h 以下の漏れ量とする。

#### ３.１．６　常用作動圧力

親メータの入口で、2.8±0.5kPa の圧力でＬＰガスを通したとき、正常に作動する。

#### ３.１．７　使用環境温度

－30℃～＋60℃

### ３．２　子メータ

子メータの性能は高圧ガス保安協会基準 KHKS0741「液化石油ガス用マイコン型流量検知式自動ガス遮断装置（Ｅ・ＥＢ流量検知式自動ガス遮断装置（Ｅ・ＥＢ型）規格（基準）」に適合するものとする。

## ４．表示

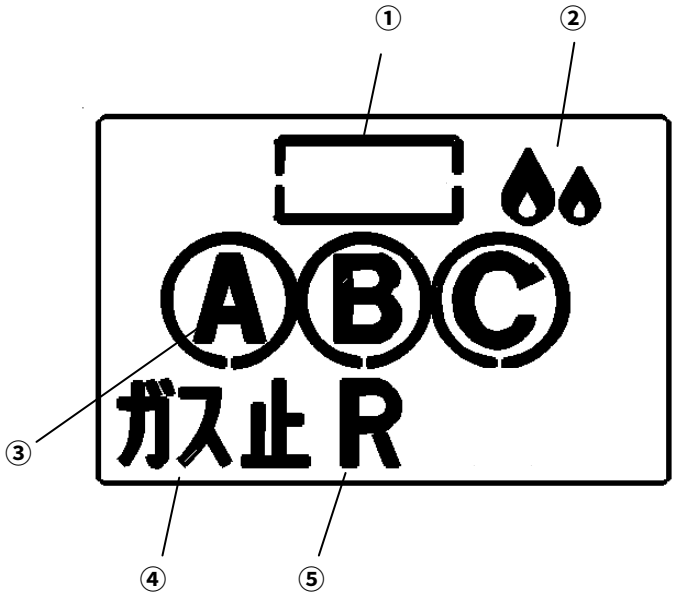
### ４.１　セキュリティに関する表示

#### ４.１.１　表示方法

セキュリティに関する表示方法はＬＣＤにより行う。

ＬＣＤ表示：液晶の文字及び記号の点灯又は、点滅位置により、異常検知内容の表示を行う。

ＬＣＤ意匠




| | | |
|---|---|---|
| ① | | 自動設定機能の動作状態の表示 |
| ② | | システム内を流れている流量の有無と大きさの表示 |
| ③ | | 異常検知内容の表示 |
| ④ | ガス止 | 遮断弁の作動状況表示（遮断型のみ） |
| ⑤ | R | 圧力監視に関する表示 |

### ４.２　施工に関する表示（システム取付けに関する表示）

施工のための表示は下記の通りとする

| 項　目 | 表示内容 | 表示場所 |
|---|---|---|
| ガスの流れ方向 | | 親メータの上面、前面より見える所 |

## ５．機能

### ５．０ 無線通信による漏えい検知

供給間に設置された親メータ及び各子に設置された子メータと無線通信によりデータを収集し、異常判定処理を行うことで供給管のガス漏えい等の異常を判断する機能である。

#### ５．０．１　瞬時流量比較による漏えい検知

親メータ及び各子メータに内蔵された流量センサにおいて瞬時流量計測等を行い、無線通信によるデータ収集及び予め設定された判定値との比較を行い、異常と判断した場合は異常表示、遮断又は通報を行う機能である。異常と判断した場合は親メータの遮断弁を駆動しガス通路を遮断する機能を有する。通信端子に信号を出力する機能を有する。

(1)　異常判定

・異常判定部から送信された信号により親メータ及び子メータは瞬時流量計測を実施し、計測データを異常判定部に送信する。
・異常判定部は収集したデータを基に予め設定された数値又は自動学習機能により設定された判定値と比較を行うことでガス漏えいの判定を行う。
・ガス停止判定流量は２１L/h 以上のガス漏えい有りの場合、ガス停止と判断する。
・異常と判断した場合、判定結果を無線親機に出力する。通信が不能状態の場合、結果を蓄積する。オプションとして、各子メータのセキュリティ情報を収集して送信又は蓄積を行う機能を有する。

a)異常判定アルゴリズムの例

・親メータの瞬時流量と子メータの瞬時流量の合算値との比較を行い、供給管のガス漏えいを検知する。
・収集した瞬時流量値において、子メータの瞬時流量値がすべて０の場合、親メータに２１L/h 以上の流量があった時に、漏えいと判定する。子メータの瞬時流量の合算値が０でない場合は、以下の異常判定値において判定する。
・異常判定値は以下の式において決定する

異常判定値　＝　0.0169Ｘ　+1.25　（親メータの瞬時流量：　Ｘ　）

・判定は計測した数値（親メータの瞬時流量から子メータの瞬時流量の合算値を引いたもの）が異常判定値を超えた場合、異常と判定する。但し、子メータの数が１０個以内であり、かつ親メータの流量が 3000L/h 以下の場合。

(2)　実施タイミング

漏えい検知処理を行うタイミングは以下の通りとする

・親メータから地震検知あるいは流量計測による漏えい検知等の信号が入ったとき
・任意に異常判定部に信号が入ったとき

#### ５．０．２．　復帰安全確認中漏えい検知

システムが異常と判断してガス通路を遮断した後、親メータの遮断弁を復帰させた場合、遮断弁下流側（供給管）にガス漏えいがないかどうかをチェックし、ガス漏えいがあった場合は異常と判定して再びガスを遮断し異常検知理由の表示を行う機能である。通信端子に信号出力を出す機能を有する。

(1)　異常判定

・遮断弁の遮断出力信号を出力した時より、６０秒間復帰安全確認を行い、復帰安全確認時間中に 21L/h 以上の流量が観測された場合は遮断する。

(2)　処理

・異常判定部に検知を開始する信号が入ると、以下の処理を行う。
　a)　異常判定部は各子メータにセンター遮断の信号を出力する。
　b)　各子メータの遮断弁が閉まった後に親メータの遮断弁を開ける。
　c)　親メータの流量を６０秒間監視する。

d)　２１L/h 以上の流量が確認されれば、親メータの遮断弁を閉じる。
e)　２１L/h 以上の流量が無ければ親メータの遮断弁を開いた状態にして、各子メータにセンター遮断の解除信号を送信する

## ５.１ 流量計測による漏えい検知

親メータに内蔵された流量センサにより流量計測を行い、予め設定されたそれぞれの流量判定値と抵触した場合、ガス漏えいの監視タイマを開始する。それぞれの流量判定値に対して、制限時間（漏えい判定値）を設定し、この時間を超えた場合に異常と判断し、異常判定部に信号を送る機能である。異常判定部においてガス漏えい有りと判断されれば異常表示又は遮断等を行う。

### ５.１.１　流量式微少漏えい検知

親メータを通過するガス流量が停止することなく継続し普通ではあり得ない時間の継続使用であると判断した時、供給管からの微少のガス漏れの可能性有りと判断（異常判定）して、異常判定部に信号を出力する機能を有する。
尚、微少漏えいの継続日数をシステム内部で積算し、必要に応じて通信端子より読み出せる。

(1)　異常判定
・ガスの供給が、停止することなく予め設定された制限時間を超えて継続した時
・ガス供給の停止を検知した場合は、制限時間監視タイマをリセットする

ガス停止判定流量：3L/h 未満のガス流量をガス停止と判断する
異常判定値（制限時間）：別途記述された自動設定機能により設定される

| | 上限値 | 下限値 |
|---|---|---|
| 異常判定値［時間］ | ７２０ | ２４ |

(2)　処理
・異常判定があった場合、所定の表示を行う。
・通信端子に所定の信号を出力する。

### ５.１.２　同一流量継続時間異常検知

親メータを通過するガス流量が±５％以内の一定状態で継続し普通ではあり得ない時間の継続使用であると判断した時、供給管からのガス漏れの可能性有りと判断して、異常判定部に信号を送る。異常判定部の異常判定結果により遮断等を行う。

(1)　異常判定
・流量が±５％の変動がないまま、予め設定された制限時間を超えて継続した時
・流量が±５％を越えて変動した場合は、制限時間監視タイマをリセットし再度制限時間の監視をスタートする

異常判定値（制限時間）：別途記述された自動設定機能により設定される

| | 上限値 | 下限値 |
|---|---|---|
| 異常判定値［分］ | １４４０ | １２０ |

(2)　処理
・異常判定により異常と判断された場合、異常判定部に信号を送る。
・異常判定部において 5.0.1 の処理により異常と判定された場合、所定の信号を送受信し異常表示及び遮断を行う。

### ５.１.３　大流量継続時間異常検知

500L/h 以上のガス供給が継続し普通ではあり得ない時間の継続使用であると判断した時、供給管からの大流量のガス漏れと判断して、異常判定部に信号を送る。異常判定部の異常判定結果により遮断及異常表示を行う。

(1)　異常判定

・500L/h 以上の流量が、予め設定された制限時間を超えて継続した時
・500L/h 未満の流量になった場合は、制限時間監視タイマをリセットする

異常判定値（制限時間）：別途記述された自動設定機能により設定される

| | 上限値 | 下限値 |
|---|---|---|
| 異常判定値［分］ | １４４０ | １００ |

(2)　処理

・異常判定により異常と判断された場合、異常判定部に信号を送る。
・異常判定部において 5.0.1 の処理により異常と判定された場合、所定の信号を送受信し異常表示及び遮断を行う。

## ５.２　外部機器入力による異常検知＜オプション機能＞

### ５.２.１　ガス漏れ警報器作動検知

親メータはガス漏れ警報器よりガス漏れ警報信号を受信した場合、作動判定し且つ流量確認機能の条件を満足した時に異常を判定し、異常検知理由の表示を行う。また、遮断弁を駆動しガス通路を遮断する。オプションとして、通信端子に信号出力を出す機能を有する。

(1)　異常判定

・警報器の作動を判定し、且つ流量確認機能の条件を満足した時
・復帰安全確認中は、流量確認機能を停止する
・異常判定後ガス漏れ警報信号が継続しているときは、弁開信号を受け付けない。又は復帰しても再遮断する

(2)　処理

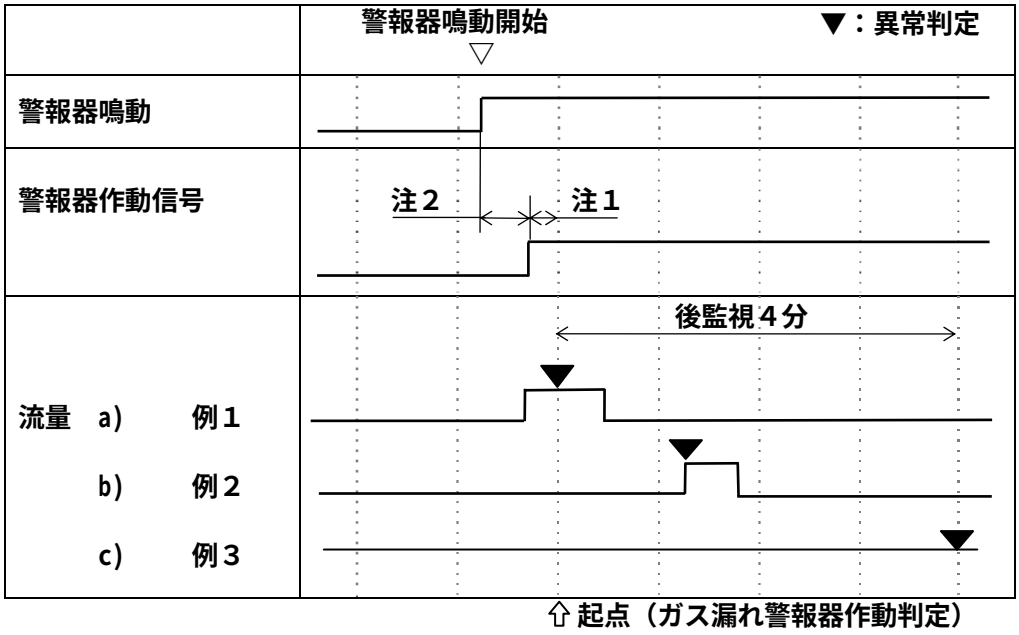
・異常判定により異常と判断された場合、異常表示及び遮断を行う。
・所定の信号を異常判定部に送信する。

(3) 流量確認機能

ガス漏れ警報器作動判定時を起点として、その前後の流量の有無を判断し、流量の発生状態に応じて以下の動作をする。

a) 警報器作動判定直前に 21L/h 以上の流量があった場合は、警報器作動判定時に異常判定する。
b) 警報器作動判定直前に 21L/h 以上の流量がなく、後監視時間中に 21L/h 以上の流量が確認された場合は、その時点で異常判定する。
c) 警報器作動判定直前、後監視時間とも流量が確認されず、警報器よりガス漏れ信号の入力が継続している時は、後監視終了時点で異常判定する。

流量確認機能のタイミングチャート




注１．ガス漏れ警報器の信号入力時より作動判定までの時間
注２．ガス漏れ警報器鳴動後、信号出力までの時間（警報器による）

### ５．２．２　感震器作動検知

親メータに内蔵した感震器が震度階級５相当以上の震動を受けた場合、作動判定をし、且つ流量確認機能の条件を満足した時に異常判定部に信号を送る。異常判定部の異常判定結果により遮断等を行う。通信端子に信号出力を出す機能を有する。なお、作動判定のみの即時遮断も選択可能とする。

(1)　異常判定

- 親メータに内蔵された感震器の作動を判定し、且つ流量確認機能の条件を満たした時
- 学習モードが『０』→『１』→『２』手順で『２』以降になった時、異常判定が有効となる
- 復帰安全確認中は、流量確認機能の停止を行う
- 感震器は、震度５相当以上で作動させる

(2)　処理

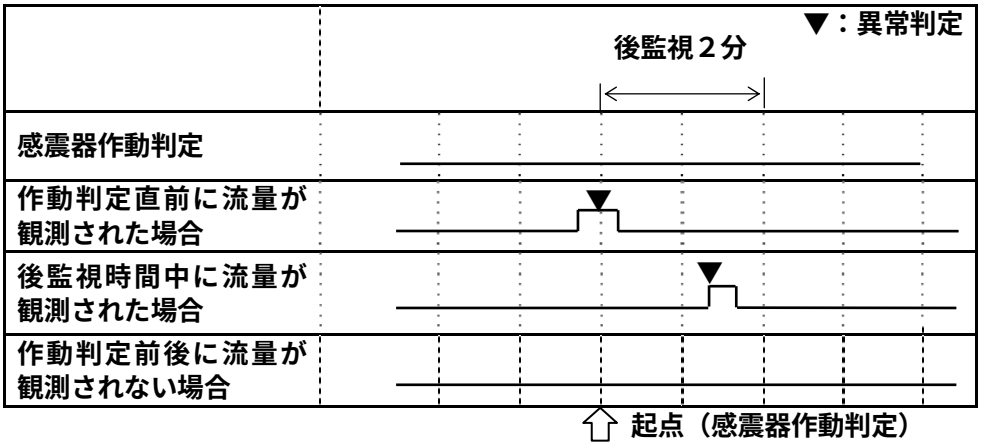
- 異常判定により異常と判断された場合、異常判定部に信号を送る。
- 異常判定部において 5.0.1 の処理により異常と判定された場合、所定の信号を送受信し異常表示及び遮断を行う。

(3)　流量確認機能

感震器作動判定時を起点として、その前後の流量の有無を判断し、流量の発生状態に応じて以下の動作をする

a)　感震器作動判定時を起点として直前に 21L/h 以上の流量があった場合は、作動判定時に異常判定する
b)　感震器作動判定直前に 21L/h 以上の流量がなく、後監視時間中に 21L/h 以上の流量が確認された場合は、その時点で異常判定する
c)　感震器作動判定直前、後監視時間とも 21L/h 以上の流量が確認されていない場合は異常判定しない
d)　後監視２分経過後、感震器がＯＮ状態であれば異常判定する

動作タイミングチャート



### ５．２．３　外部機器２作動検知（自切通報）

外部機器端子２に接続された外部機器の作動を検知して、指定された機器に対応した通報を通信端子に信号を出力する機能である。

(1)　作動判定

・作動パターンは９種類保有し、そのうち１つの指定されたパターンの条件の入力を満たした時、通報を行う
・作動判定は、ＯＮ判定時とする

作動判定パターン

| | ＯＦＦ時間 | ＯＮ時間 | |
|---|---|---|---|
| パターン０ | ― | ― | 接続機器無し |
| １ | | | 外部機器接続用空番 |
| ２ | １分 | １２時間 | |
| ３ | １分 | ２４時間 | |
| ４ | １２時間 | １分 | |
| ５ | ２４時間 | １分 | |
| ６ | １～５秒 | １～５秒 | |
| Ｅ | １分 | １２時間 | 作動判定後のＯＦＦ判定時、残量管理リセット処理を行う |
| Ｆ | １分 | ２４時間 | |

## ５.３　その他システム等の異常検知

### ５.３.１　電池電圧低下異常

親メータに搭載している電池の電圧低下を検知したとき、異常検知表示を行う。オプションとして通信端子に信号を出力する機能を有する。

(1)　異常判定

『規定の時間』ごとに電池の電圧をチェックし、『所定の電圧』以下を検出した時。

(2)　処理

・異常判定があった場合、所定の信号を送信し異常表示及び遮断を行う。

### ５.３.２　遮断異常

遮断弁閉出力を出した後、流量を検出した場合、遮断弁の作動不良，遮断弁閉止不完全等と判断し異常検知表示を行う。オプションとして通信端子に信号を出力する機能を有する。

(1)　異常判定

遮断信号出力後、『規定以上の流量』を検出した時。

(2)　処理

・異常判定があった場合、所定の信号を送信し異常表示及び遮断を行う。

## ５.４　遮断弁の制御

### ５.４.１　テスト遮断

親メータの出荷モードの解除、マイコン、遮断弁等の作動試験及び圧力監視機能の『漏えい検査モード』の脱出等を行う機能であり、システムに取り付けられたスイッチを特殊工具で作動させ、遮断弁を駆動し遮断理由の表示を行う。オプションとして通信端子に信号を出力する機能を有する。

(1)　遮断判定　　テスト遮断スイッチが作動判定をした時。

(2)　処理

・遮断判定があった場合、所定の信号を送信し異常表示及び遮断を行う。

(3)　その他

a)　テスト遮断後の処理

遮断事象の前事象がテスト遮断の状態で、再度テスト遮断が発生した場合、２回目の遮断信号出力後、１２０秒間以内に復帰操作が行われない場合、出荷モードに移行する。

１回目のテスト遮断状態では、復帰操作が行われるまで又は２回目のテスト遮断事象が発生するまでテスト遮断中モードを継続する。

b)　感震器作動検知による遮断の有効、無効の判定をする

・有効判定　　学習モードが『０』→『１』→『２』手順で、『２』以降になった時

・無効判定　　学習モードが『１』より『０』になった時

### ５.４.２　Ｎライン　緊急遮断

通信にて『Ｎライン緊急遮断要求』の信号を受信した時、遮断弁を遠隔で遮断させ、遮断理由の表示を行う。

(1)　遮断判定　　通信端子より『緊急遮断要求』の電文を受信した時

(2)　処理
・遮断を行い、所定の表示を行う。

### ５.４.３　遮断弁開スイッチによる遮断弁開

親メータに取り付けられた『遮断弁開スイッチ』により遮断弁を開く機能である。

(1)　遮断弁開判定　　遮断弁開スイッチが『規定の時間以上ＯＮ』状態になった時

(2)　処理
・復帰安全確認機能により、ガス漏えい無しが家訓された後、遮断弁を開ける。

### ５.４.４　センター開（Ｎライン遮断弁開）

通信にて『遮断弁開要求』の電文を受信した時、遮断弁を開く機能である。

(1)　遮断弁開判定
通信端子より『遮断弁開要求』の電文を受信した時

(2)　処理
・復帰安全確認機能により、ガス漏えい無しが確認された後、遮断弁を開ける。

## ５.５　圧力監視機能

### ５.５.１　供給圧力異常検知

ガス使用中の親メータ内の圧力を計測し、その値が適正値（2.3kPa～3.3kPa）から逸脱することが複数回発生した場合、警告を発する機能である。

(1)　異常判定

a)　上限値異常判定
ガス使用中（流量21L/h以上）に流量変化後、５分経過時に計測し、３０日以内に１５回所定値（3.3kPa）を超える圧力を計測したとき。
但し、１日に２回以上の異常を観測しても１回と数える。

b)　下限値異常判定
ガス使用中（流量21L/h以上）に流量変化後、５分経過時に計測し、３０日以内に１５回所定値（2.3kPa）未満の圧力を計測したとき。
但し、１日に２回以上の異常を観測しても１回と数える。

(2)　処理
・所定の表示を行い、信号を出力する。

### ５.５.２　閉塞圧力異常検知

ガス使用停止直後の親メータ内の圧力を計測し、その値が適正値（3.5kPa 以下）から逸脱することが連続して発生した場合、警告を発する機能である。

(1)　異常判定

a)　ガス使用時に合計流量が500L/h以下からガス使用停止判定後（流量21L/h未満）より２分経過後に圧力を計測して$P_0$とする。$P_0$計測時点でガス未使用時（3L/h未満）に$P_0$（計測圧力）を有効とし、その値が所定値（3.5kPa）を超えることが３０日以内に１５回に達した場合。
但し、１日に２回以上の異常を計測しても１回として数える。

b)　閉塞圧判定流量以下で、同一流量の継続時間が５分以上の状態から、ガス使用停止判定後（流量21L/h未満）より１分経過後に圧力を計測して$P_0$とする。$P_0$計測時点でガス未使用時（3L/h未満）に$P_0$を有効とし、その値が所定値（3.5kPa）を超えることが３０日以内に１５回に達した場合。
但し、１日に２回以上の異常を観測しても１回として数える。

c)　上記b)において有効とした$P_0$記録されている供給圧力データの値を超えている場合を閉塞圧力と判定し、閉塞圧力$P_0$が3.5kPa超えが連続１５回に達した時、閉塞圧力異常検知の処理を行う。
「供給圧力のデータ＋0.1kPa」から「閉塞圧力判定値3.5kPa」未満の範囲の閉塞圧力を計測した時は、積算回数を“０”に戻す。

なお、閉塞圧判定流量は、合計流量で500L/hと210L/hに選択できるものもあり、その選択は、210L/h未満の流量が５分間以上継続して流れた時、210L/hを選択する。

(2)　処理

・所定の表示を行い、信号を出力する。

### ５.５.３　供給圧データ記憶

親メータ内に内蔵された『圧力センサ』により、ガス流量変化あり判定時に圧力を計測し、最大値・最小値をマイコンに記憶する機能である。このデータを確認することにより供給設備の適性を確認する。データは、通信で読み出せる。

(1)　更新判定及び処理

ガス使用中（流量21L/h以上）に、流量変化５分経過時ごとに計測し、計測値が登録された最大値よりも大きいとき、又は最小値よりも小さいときにデータを更新する。

### ５.５.４　閉塞圧データ記憶

ガス使用直後の親メータ内の圧力を計測し、その最大値，最小値をマイコンに記憶をする機能である。このデータを確認することにより供給設備の適正を確認する。
データは、通信電文で読み出せる。

(1)　更新判定及び処理

合計流量500L/h（210L/h）以下で且つ、同一流量の継続時間が５分以上の状態から流量なし（21L/h以下）判定後、１分後の圧力を計測して$P_0$とする。
その有効データが記録されている閉塞圧データの最大，最小値を超え、または下回っている場合、データを更新する。

### ５.５.５　漏えい検査機能

親メータ内に内蔵された圧力センサを利用して漏えい検査を行う機能。

(1)　検査方法

遮断方式

親メータが検査要求信号１を受信したとき、圧力が2.3kPaを超え5.5kPa未満の時、遮断弁を閉じてから検査を開始し、指定時間（５～２４分）の間に検査開始時の圧力から以降の計測圧力が所定値（圧力変動=0.1kPa）を超えて低下するか否かを検査する。

警告型（未遮断方式）

親メータが検査要求電文２を受信したとき、圧力が2.3kPaを超え5.5kPa未満の時、遮断弁を閉じないで検査を開始し、指定時間（５～２４分）の間に検査開始時の圧力から以降の計測圧力が所定値（圧力変動=0.1kPa）を超えて低下するか否かを検査する。

検査要求の制限

要求電文は通常モードのときのみ有効。

遮断中、復帰安全確認中及び検査中の電文受信は未定義応答を返す。

検査の終了処理

終了状態に係わらず（不可，異常，正常）必ず遮断弁を閉じた状態にする。

以降、終了操作まで終了時状態（表示，セキュリティデータ）を継続する。

(2)　処理

・所定の表示を行う。

## ５.６　通　信

### ５.６.１　異常検知詳細データ

発生した異常検知情報を過去３回記憶しておく機能である。３回以前の異常検知情報は、最新の異常検知が発生した時、順送りする。

異常検知詳細は、必要に応じて通信電文により読み出せる。

異常検知詳細データの詳細

『②①』　②：異常検知事象を示す

①：異常検知事象の詳細を示す

(1)　データ内容

⑥ ⑤ ④ ③ ② ①

⑥ ⑤：前々回

④ ③：前　回

② ①：今　回

(2)　その他

データの内容等の詳細は『マイコンメータ通信インターフェース仕様書（Ｓ型）』に準ずる。

但し、マイコンメータ通信インターフェース仕様書（Ｓ型）における『遮断』を『異常検知』と読み替える。

### ５．６．２　通信セキュリティ（セキュリティデータ）

発生した事象を、事象発生時通信端子に信号を出力する機能である。尚、このデータは規定の時間親メータ内部に記録されている。又、必要に応じて通信電文で読み出せる。

(1)　警　告

マイコンメータ通信インターフェース仕様書（Ｓ型）の通信手順に従い『セキュリティデータ』の送出する。

(2)　セキュリティ

| | ｂ１ | ｂ２ | ｂ３ | ｂ４ |
|---|---|---|---|---|
| *1　① | | 継続時間遮断<br>大流量継続、<br>同一流量継続 | 流量式微少漏えい | 電池電圧低下 |
| *2　② | 外部センサ異常 | | 緊急遮断 | 遮断異常 |
| *3　③ | | 継続時間異常<br>大流量継続、<br>同一流量継続 | テスト遮断<br>復帰安全確認中<br>漏えい検知 | 遮断弁復帰 |
| *4　④ | | | | |
| *5　⑤ | 警報器作動 | | 感震器作動 | |
| *6　⑥ | | | | |
| *7　⑦ | 予備（拡張） | 圧力監視異常 | | 外部２作動 |

(注１) 検査中及び圧力監視異常判定時は、＊７－ｂ２　＝１とする

| | ｂ１ | ｂ２ | ｂ３ | ｂ４ |
|---|---|---|---|---|
| *8　⑧ | | | | |
| *9　⑨ | | | | |
| *10 ⑩ | | | | |
| *11 ⑪ | | | | |
| *12 ⑫ | | | | |
| *13 ⑬ | | 閉塞圧異常 | 供給圧異常<br>(上限) | 供給圧異常<br>(下限) |
| *14 ⑭ | 漏えい検査中 | 漏えい検査異常 | 漏えい検査不可 | 漏えい検査正常 |

注．＊8～＊12 は予備とする

(3)　その他

詳細はマイコンメータ通信インターフェース仕様書（Ｓ型）に準ずる

### ５．６．３　Ｎライン　センターローディング（メータ制御コード値）

親メータが保有している各種の機能を利用して選択・設定する機能であり、次の３種類を保有する。　又、このコードは必要に応じて通信電文で読み出せる。

システム制御コード値　　従来からの選択・設定する機能
システム制御コード値２　制御コード２の引継ぎ
システム制御コード値３　安全機能に係わる機能を選択・設定する

システム制御コード値の詳細は、マイコンメータ通信インターフェース仕様書（Ｓ型）に準ずる。

### ５．６．４　微少漏えいタイマ

微少漏えい検知機能の進行状況を、システムの保有している内部データでタイマ値を積算し、通信機能を利用して確認出来る機能である。詳細はマイコンメータ通信インターフェース仕様書（Ｓ型）に準ずる。

### ５．６．５　テスト発呼

通信接続時、集中監視システムのセンターより親メータの発呼事象を発生させ、通信機能を確認出来る機能である。電文を受信した時点より、テスト発呼電文受信１分経過時にシステムを起動し、セキュリティデータを送出する。詳細はマイコンメータ通信インターフェース仕様書（Ｓ型）に準ずる。

## ５.７　プログラム設定方法

システムが保有する機能を選択する方法を説明する。

### ５.７.１　設定・確認が可能な機能

(1)　親メータの異常判定値(制限時間)の設定

無段階自動設定機能を採用し、異常判定値(制限時間)をシステム設置先のガス消費パターンに合わせてシステム自身が学習し、自動で設定する。

(2)　外部機器入力端子の動作指定（設定・確認）

外部機器入力端子２に接続される機器に合わせて機能の動作指定を行う。

(3)　通信機能の設定・確認

通信システムに合わせてシステムの通信条件（発呼条件等）を設定・確認する。

(4)　異常判定部の設定・確認

通信システムに合わせてシステムの設定・確認する。

(5)　その他

システム設定関連の設定・確認

### ５.７.２　選択の方法

親メータに関して、異常判定値の設定以外は、ガスメータ用の工業会共通型通信設定器により通信端子を経由して設定をする。

### ５.７.３　親メータの異常判定値の設定範囲

(1)　流量式微少漏えい検知における異常判定値の設定範囲

流量式微少漏えい検知の異常判定値は、下表範囲で無段階（１時間単位）に設定される

| | 上限値 | 下限値 |
|---|---|---|
| 異常判定値［時間］ | ７２０ | ２４ |

(2)　同一流量継続時間異常検知における異常判定値の設定範囲

同一流量継続時間の異常判定値は、下表範囲で無段階（１分単位）に設定される

| | 上限値 | 下限値 |
|---|---|---|
| 異常判定値［分］ | １４４０ | １２０ |

(3)　大流量継続時間異常検知における異常判定値の設定範囲

大流量継続時間の異常判定値は、下表範囲で無段階（１分単位）に設定される

| | 上限値 | 下限値 |
|---|---|---|
| 異常判定値［分］ | １４４０ | １００ |

## ５．７．４　自動設定機能

親メータの異常判定値(制限時間)の設定は、システム設置先の供給設備が供給するガス消費パターンに応じて行う必要がある。
自動設定機能は、供給設備のガス消費パターンに合わせてシステム自身が学習し判断して、異常判定値を自動で設定する機能、及び異常判定値が設定された後、供給設備のガス消費パターンが変化した時、システム自身が再学習し異常判定値を自動で再設定する機能である。

### (1)　自動設定機能の目的

① システム設置時の設定作業の合理化による普及促進
② 異常判定値を自動で設定することにより設定ミスによる誤判定の防止
③ 供給設備のガス消費パターンに合わせて異常判定値を設定することによる安全性の向上

### (2)　用語の使い分け

自動設定　学習機能全体を表す場合『自動設定機能』と言う
学　　習　自動設定機能の個々の機能を呼ぶ場合『学習機能』と言う
異常判定値　学習機能によって設定された大流量・同一流量継続時間異常検知及び流量式微少漏えい検知機能における異常判定を行う制限時間の設定値
安全係数　本システムに用いる安全係数は、流量式微少漏えい検知、大流量継続時間異常検知、同一流量継続時間異常検知それぞれに固有の安全係数を持つこととした。

『安全係数』に入る数値は下表に示す。

| 項　　目 | 安全係数 |
|---|---|
| 流量式微少漏えい検知 | ７．５ |
| 同一流量継続時間異常検知 | ３．１ |
| 大流量継続時間異常検知 | ５．７ |

### (3)　機能概要

自動設定は下記の機能に分類される。

① 出荷モード　自動設定機能を有するシステムの電池消耗を最小限にするための処理をした状態
② 初期学習前モード　出荷モードを解除したが、システム未使用の状態
③ プリスタンバイモード　システム設置時の配管内エアー抜き等の作業用モード
④ 学習開始スタンバイモード　出荷モード解除後初期学習を開始するまでの状態
⑤ 初期学習前期７日間モード　供給設備のガス消費パターンを学習し、供給設備に合わせた異常判定値を設定する
⑥ 初期学習後期７日間モード　供給設備のガス消費パターンを学習し、供給設備に合わせた異常判定値を設定する
⑦ 増加再学習モード　供給設備に合わせた異常判定値が設定された後、ガス消費量が増加した時、ガス消費パターンを再学習して異常判定値を設定する
⑧ 減少再学習モード　供給設備に合わせた異常判定値が設定された後、ガス消費量が減少した時、ガス消費パターンを再学習して異常判定値を設定する
⑨ 再学習モード　システムが流量計測による漏えい検知を判定した場合に、復帰または強制再学習の処理をしてガス消費パターンを学習して異常判定値を再設定する

(4)　自動設定機能の仕様

①　出荷モード

自動設定機能等を有するシステム出荷時の各種機能の選択､設定をデフォルト状態にしてシステムの電池消費量を最小限とする

＜警告型＞

・リセットスタートスイッチを３０秒以内に２度操作する

＜遮断型＞

・テスト遮断後、２分間放置する

②　初期学習前モード

出荷モードを解除した状態

＜警告型＞

・出荷モード中にリセットスタートスイッチを操作する

＜遮断型＞

・出荷モード中にテスト遮断を行い、２分間以内に復帰させ流量無し状態で１分間放置する

③　プリスタンバイモード

システム設置時の配管内エアー抜き等の作業中に、システムが作動しないようにする

a)　出荷モードが解除され､『ガスが使用されたことを認識』してから１時間以上経過、又は『所定の作業』を経過するまでの期間に適用

・ガスの使用を認識する条件

21L/h　以上の流量検出

・所定の作業は下記の手順とする

テスト遮断

遮断弁復帰

復帰安全漏えい遮断（復帰後１分以内にガス使用）

遮断弁復帰

復帰安全確認

b)　１時間の経過中は、異常判定値（制限時間）は設定範囲の上限値とする

④　学習開始スタンバイモード

プリスタンバイモードが終了し初期学習が開始されるまでの状態

⑤　初期学習モード

a)　供給設備のガス消費パターンを学習し、供給設備に合わせた流量計測による漏えい検知の異常判定値（制限時間）を設定する機能である

b)　初期学習は、初期学習開始スタンバイモード終了後、21L/h 以上の流量を検出した後、初期学習開始のタイマをスタートする

c)　初期学習の 14 日間を、前期７日間、後期７日間に区分し、異常判定値を供給設備のガス消費パターンに合わせて設定する

e)　異常判定値を超えた時は漏えいと判定する

f)　ガス流量がない場合及び、外部機器等で異常判定中の場合であってもタイマは進行する

g)　学習期間中に流量計測による漏えい検知が発生した場合、学習開始スタンバイモードに戻る

初期学習期間中の異常判定値の設定

| | 初期学習の<br>前期７日間 | 初期学習の<br>後期７日間 | 学 習 終 了 時 |
|---|---|---|---|
| 流量式微少<br>漏えい検知 | 設定範囲の<br>上限値 | 前期７日間の学習データを基に異常判定値を仮設定する | 14 日間の学習データを基に異常判定値を本設定する |
| 同一流量継続時間<br>異常検知 | 設定範囲の<br>上限値 | 前期７日間の学習データを基に異常判定値を仮設定する | 14 日間の学習データを基に異常判定値を本設定する |
| 大流量継続時間<br>異常検知 | 設定範囲の<br>上限値 | 前期７日間の学習データを基に異常判定値を仮設定する | 14 日間の学習データを基に異常判定値を本設定する |

学習による異常判定値の設定（設定範囲を外れる場合は上下限値で設定）

・学習前期７日間終了後の異常判定値の仮設定
　前期７日間に発生したガス使用最長時間に「安全係数」を乗じた値で仮設定する

・学習 14 日間終了後の異常判定値の本設定
　前期７日間、後期７日間に発生したガス使用最長時間に「安全係数」を乗じた値で本設定する

ただし、該当する流量がなくガス使用最長時間が発生しない場合は設定範囲の下限値、ガス使用最長時間が継続している場合は上限値で設定する

⑥ 増加再学習モード（大流量、同一流量継続時間異常検知）
供給設備に合わせた異常判定値（制限時間）が設定された後、ガス消費パターンが変動し継続時間が増加した時、消費パターンを再学習して異常判定値を再設定する機能である。

a) ガス消費パターンの変化の有無を判断するため、初期学習期間に発生したガス使用最長継続時間の１２０%の点に「監視レベル１」を設ける
b) 監視レベル１を超え異常判定値以下の時間が計測された時点で、異常判定値を仮判定値に変更する
（監視時間が異常判定値に達した場合は異常と判定し、増加再学習は行わない）
［仮判定値］＝［監視レベル１を超え異常判定値以下の時間］×［安全係数］
c) 仮判定値の変更と同時に、「出現率観測期間１」（データ監視モード）をスタートさせる
但し、計測データが設定されている仮判定値を超えた場合は異常判定する
「出現率観測期間１」
・ガスの消費パターンが変化したかどうかを判断する期間であり、「監視レベル１」を超えるデータが計測された時点よりスタートし７日間以内とする
・出現率観測期間１のタイマは、「監視レベル１」を超えた時間が計測された時点でスタートする
d) 「出現率観測期間１」の「監視レベル１」は変更前の状態を維持する
e) 監視データに「安全係数」を乗じた値が、異常判定値設定範囲の上限値を超える場合は、上限値を「仮判定値」とする
f) 「出現率観測期間１」の期間中に仮判定値以下で「監視レベル１」以上のデータが、データ監視モードのタイマスタート時の１回を含めて、７日間で２回、計測されたか確認する
g) 監視データは、「出現率観測期間１」に、計測した仮判定値以下のガス使用継続最長時間を保持する
h) 「監視レベル１」以上のデータが上記 f)条件で計測された時、ガスの消費パターンが変化したと判断し、「出現率観測期間１」の期間中に計測されたガス使用継続最長時間に「安全係数」を乗じた値に異常判定値を変更(本設定)する
監視データに「安全係数」を乗じた値が、異常判定値設定範囲の上限値を超える場合は、上限値を異常判定値とする
監視データに「安全係数」を乗じた値が、仮設定に入る前の異常判定値より小さい場合は、元の異常判定値を保持する
i) 異常判定値が本設定されるタイミングは「出現率観測期間１」がスタートしてから７日間以内で２回出現した後本設定とする
j) ７日間で２回「監視レベル１」を超えるデータが発生しなかった場合は、データ監視モードを停止し異常判定値を前の値に戻す

⑦ 増加再学習モード（流量式微少漏えい検知）
供給設備に合わせた異常判定値が設定された後、消費パターンが変動し継続時間が増加した時、消費パターンを再学習して異常判定値を再設定する機能である。

a) ガス消費パターンの変化の有無を判断するため、初期学習期間に発生した最大継続時間値の１２０%の点に「監視レベル１」を設ける
b) 「監視レベル１」を超え異常判定値以下の時間が計測された時点で、異常判定値を変更する
（観測時間が異常判定値に達した場合は異常と判定し、増加再学習は行わない）
［異常判定値］＝［監視レベル１を超え異常判定値以下の時間］×［安全係数］
c) 観測データに「安全係数」を乗じた値が、異常判定値設定範囲の上限値を超える場合は、上限値を異常判定値とする

⑧ 減少再学習モード

供給設備に合わせた異常判定値（制限時間）が設定された後、ガス消費パターンが変動し継続時間が減少した時、ガス消費パターンを再学習して異常判定値を再設定する機能である。

a) ガス消費パターンの変化の有無を判断するため、初期学習期間中に発生したガス使用継続最長時間の８０%の点に「監視レベル２」を設ける

b) 異常判定値が「本設定」された直後より「出現率観測期間２」のタイマをスタートする

c) 「出現率観測期間２」をスタート後、「監視レベル２」を越えるデータが計測された時点でタイマをリセットする

再び「監視レベル２」を越えるデータが計測されなくなった時点よりタイマをスタートする（すなわち、監視レベル２を超えるデータが無くなった時点から再計測を開始する）

「出現率観測期間２」

ガスの消費パターンが変化したかどうかを判断する期間であり、「監視レベル２」を下回るデータが計測された時点よりスタートし２８日間とする。

d) 「出現率観測期間２」のタイマスタートの起点より、１日（２４時間）ステップで状態観測し各ステップの１日の中で 21L/h 未満の流量しか計測されなかった日は、「出現率観測期間２」の２８日間のカウントに加算しない（すなわち、計測期間の一時中断と見なす）

ただし、「計測期間の一時中断」は大流量、同一流量継続時間異常検知の場合にのみ適用し、流量式微少漏えい検知の場合は計測期間の一時中断はしない

e) 「出現率観測期間２」のタイマが２８日間連続して観測された時、ガスの消費パターンが変化したと判断し、出現率観測期間中に発生した「監視レベル２」を下回る観測データの最大値に「安全係数」を乗じた値に異常判定値を変更する

計算した異常判定値が、異常判定値設定範囲の下限値を下回った場合は、下限値を異常判定値として設定する

⑨ 再学習モード

流量計測による漏えい検知が作動した場合は、再び供給設備のガス消費パターンを再学習し、供給設備に合わせた異常判定値（制限時間）を再設定する。

a) 漏えい検知後の再学習

大流量・同一流量継続時間異常検知及び流量式微少漏えい検知が作動した場合、下記の手順を踏んで再学習を開始する

＜警告型＞

・リセットスタートスイッチ「ＯＮ」
・所定値（21L/h）以上の流量検出

＜遮断型＞

・テスト遮断（流量式微少漏えい検知のみ必要）
・遮断弁復帰
・復帰安全確認（１分間監視）
・所定値（21L/h）以上の流量検出

再学習開始条件

大流量・同一流量継続時間異常検知が作動した場合、大流量・同一流量継続時間異常検知の異常判定値を再学習する。

流量式微少漏えい検知が作動した場合、流量式微少漏えい検知の異常判定値を再学習する。

b) 強制再学習

システムの取り換え、入居者の増減等によりガスの消費量が変化しシステムによる異常判定に問題があることが分かっている場合に、異常判定値を強制的に再学習させる。

・強制再学習開始時の表示

ＬＣＤ表示　[　]　消灯後　[____]が点滅開始する

・強制再学習の方法

強制再学習の開始方法は、下記の２通りの方法がある

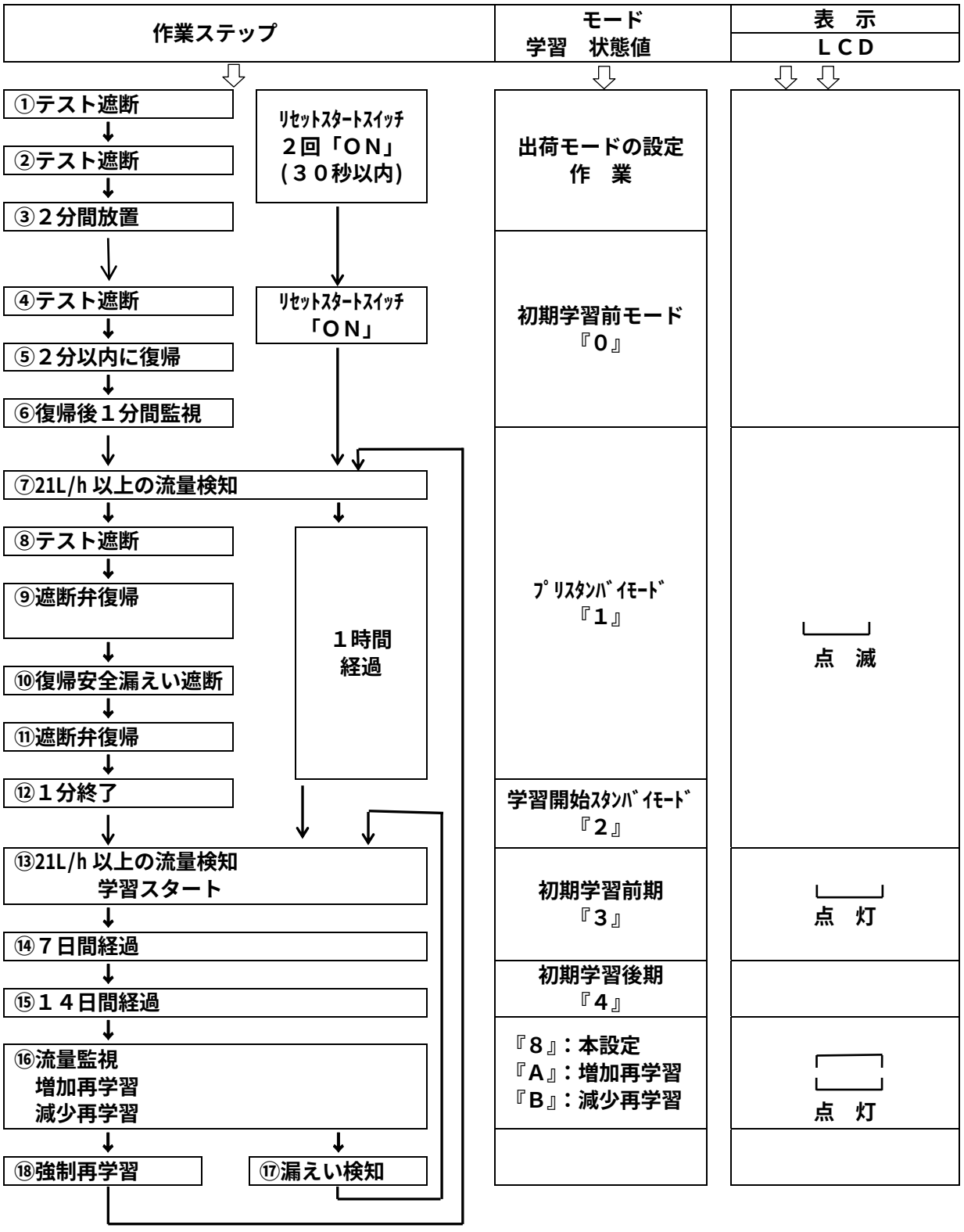
＜警告型＞

1) リセットスタートスイッチ「ＯＮ」
2) 通信で強制再学習を開始する場合、メータ制御コード値 K6「F」を送出する

＜遮断型＞

1) 遮断弁が開いている通常モードで、「遮断弁開スイッチＯＮ」をし、その状態を保持した状態で、「テスト遮断スイッチをＯＮ」する
この場合遮断しない
2) 通信で強制再学習を開始する場合、メータ制御コード値 K6「F」を送出する

参　考　　自動設定機能の学習開始手順（数値は、本文中の数値を基準とする）




*1　学習開始時に１～２秒点灯する

## ５.８　流量表示（親メータ）

### ５.８.１　概要

セキュリティの表示を液晶で行う場合は、ガスの使用状態を示す目的で、流量の大きさに対応して 2 種類の炎マークを表示する。

### ５.８.２　判定方法

計測した流量値により、下記の内容で判定及びマーク表示を行う。

| マーク | 内　　容 |
|---|---|
| | 21L/h 以上の流量で点灯 |
| | 63L/h 以上の流量で点灯 |

## ５.９　スイッチ信号（親メータ）

マイコンの制御スイッチとしてシステム周辺部に以下のスイッチを持ち、ＯＮによりそれぞれの処理を行う。

### ５.９.１　リセットスタートスイッチ＜警告型＞

出荷モードの設定と解除、異常検知状態の解除（再学習）、強制再学習を行うためのスイッチであり、スイッチ操作時のシステム状態により次の処理を行う。

(1)　出荷モードの設定

システムの状態に関わらず、３０秒以内に２回操作することで出荷モードに設定される。

(2)　出荷モードの解除

システムが出荷モードの時、スイッチ操作により出荷モードが解除される。

(3)　異常検知状態の解除(再学習)

システムが異常検知している時、スイッチ操作により異常検知が解除される。
流量計測による漏えい検知の場合は、解除とともに再学習を開始する。

(4)　強制再学習

システムが正常動作している時、スイッチ操作により強制再学習が開始される。

### ５.９.２　テスト遮断スイッチ

「5.4.1　テスト遮断」参照

### ５.９.３　遮断弁開スイッチ

遮断弁が何らかの理由のより遮断した時、遮断弁を開く操作をするスイッチである。

(1)　処理内容

「5.4.3　遮断弁開スイッチによる遮断弁開」参照

## ６．外部機器

外部機器と信号の送受信を行うための接続端子を有する場合は、以下の通りとする。
各接続端子はオプションとする。

### ６.１　接続端子と接続機器

| 端子名 | 表示 | | 機能（特徴） | 主な接続機器 |
|---|---|---|---|---|
| Ｎライン通信 | ＤＴ　ＳＧ | ＤＴ：左<br>ＳＧ：右 | システムの各種設定や通報のための通信機能を有する | 設定器、ＮＣＵ |
| 警報器 | ケイホウ<br>＋　　－ | ＋：左<br>－：右 | 警報による遮断も可能<br>詳細は『5.2.1　ガス漏れ警報器作動検知』を参照 | ガス漏れ警報器 |
| 外部機器２ | 外部２<br>＋　　－ | ＋：左<br>－：右 | 遅延時間の設定が可能<br>詳細は『5.2.3　外部機器２作動検知』を参照 | 自動切替調整器 |