

## 1 実証研究の概要と設置状況

本章では、本実証研究において実施した調査の概要と、設置した測定機器等について整理する。

### 1.1 実証フィールドの概要

#### (1) さいたま市

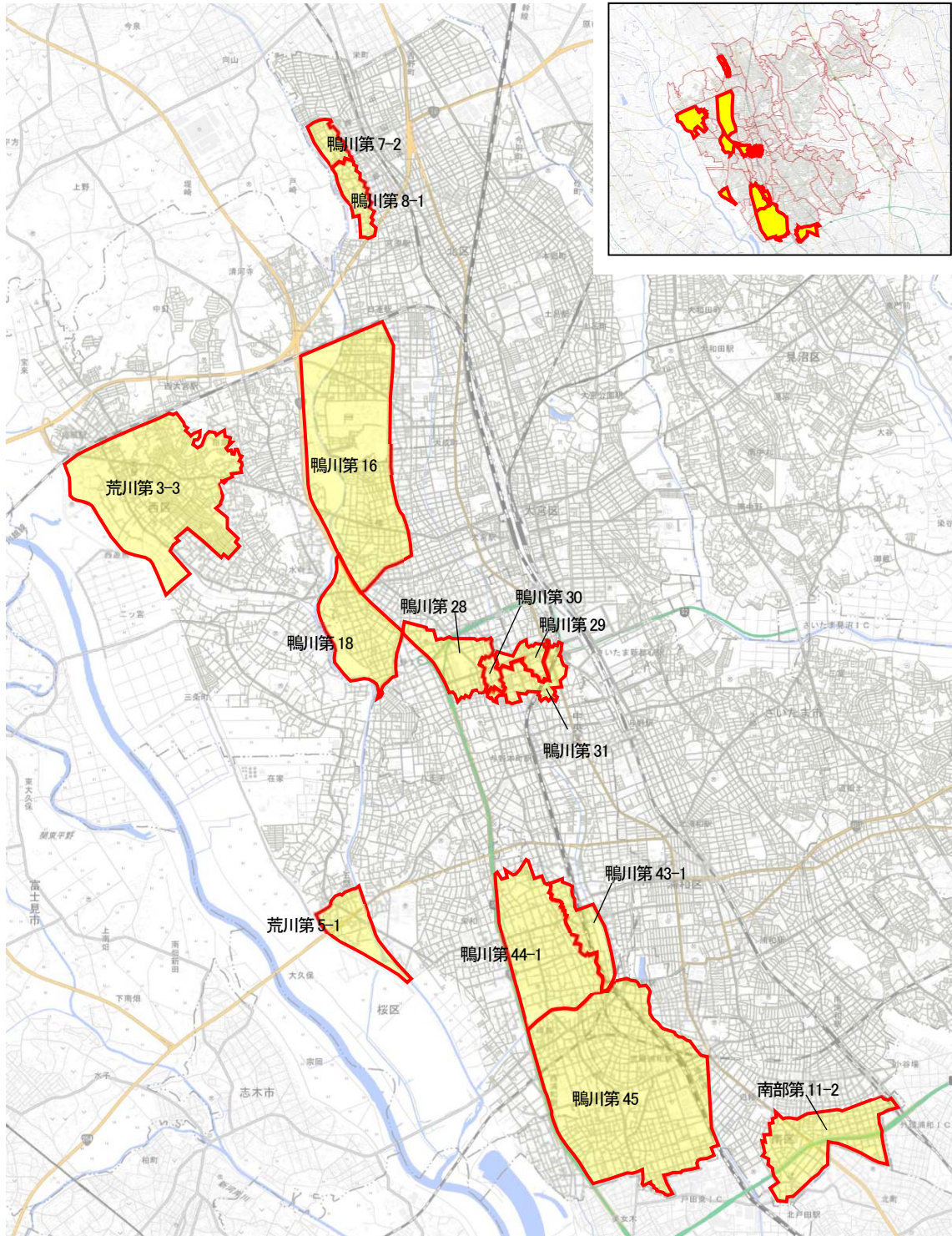
さいたま市では、大雨時の汚水溢水被害の発生や流域負担金額の増大などにより、市内全域において不明水の削減への取り組みが必要となったことから、平成 18 年度及び平成 30 年度に市全域を対象とした流量解析を実施し、対策の実施方針を作成して取り組んでいる。しかしながら、対象となる区域が大きく、その調査や対策に掛かる費用が莫大であるため、対策が十分に進んでいるとは言えない状況である。また、基礎調査から 10 年以上が経過し、ゲリラ豪雨の増加や土地利用の変化など、新たな懸念要素もあることから、不明水対策実施方針の見直し、特に雨天時浸入水に特化した不明水対策計画の策定が喫緊の課題となっている。

雨天時浸入水の影響が大きい地区は、市の中心部かつ交通量が多い「荒川左岸南部流域処理区」に集中している。そのため、これまで 5 つの処理分区において、流量調査、誤接合調査、テレビカメラ調査、人孔調査等を実施し、その調査結果を受けて管きよの補修工事、並びに対策効果確認等を実施してきたが、近年、雨天時浸入水を要因とする住民からの苦情が増加してきており、早急な対策の実施が求められている。

そこで本実証研究では、荒川左岸南部流域処理区のうち、既存の流量解析において雨天時浸入水率が高いと評価された処理分区を抽出し、実証フィールドに選定した。

処 理 区：荒川左岸南部流域処理区（約 1,575ha） 処理分区：鴨川 7-2、8-1、16、18、28、29、30、31、43-1、44-1、45 処理分区、 荒川 3-3、荒川 5-1 処理分区、南部 11-2 処理分区
---

資図 1-1 に、調査フィールド案内図（全体図）を示す。



資図 1-1 調査フィールド案内図（全体図）（さいたま市）

## (2) 藤沢市

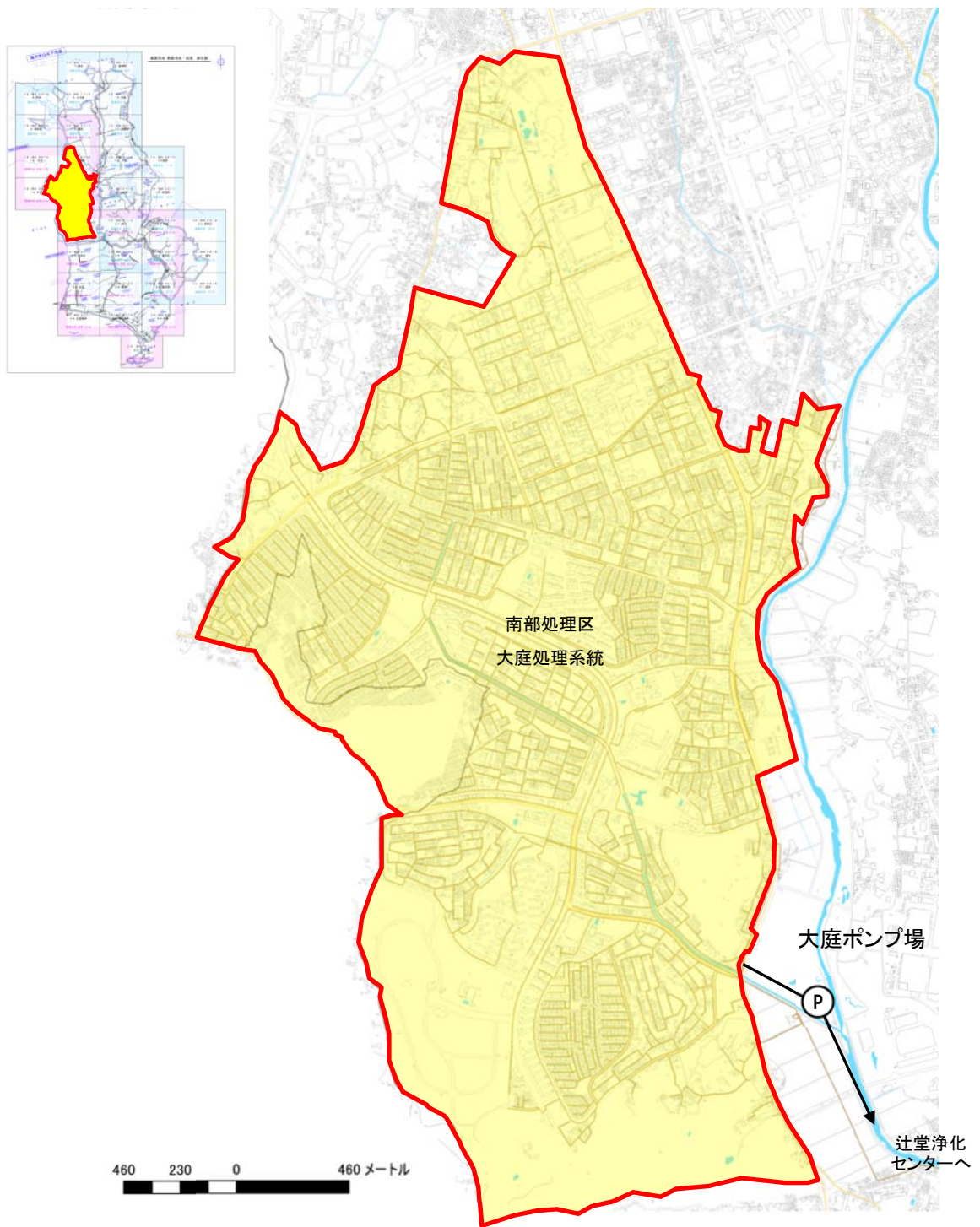
藤沢市の大庭地区は、市の中央部に位置し、昭和 40 年代から山の造成によって一戸建てから中低層までの住宅団地が開発された地区である。本地区では昭和 44 年度から下水道整備が着手され、下水道整備面積約 730ha、管きょ延長約 140km に及んでいる。また、古くから下水道の整備が進んだため、陶管が約 4 割を占めており、管路施設の老朽化が懸念されている。

本地区の下流部には大庭ポンプ場が位置しているが、平成 23 年度のポンプ稼動実績から雨水混入比は約 3 倍と推測されており、雨天時浸入水によるポンプ場や下流の処理場施設における運転管理への影響、汚水溢水による衛生面や環境面への影響、また処理費用増大による経営面への影響など、雨天時浸入水の削減が重要な課題であることが認識された。そのため、藤沢市では「大庭地区」を対象に、平成 25 年度に一部地域において常時浸入水の把握を目的とした流量調査を実施しているが、対象となる区域が大きく、その調査や対策に掛かる費用が莫大であること、さらに、雨天時浸入水の原因特定も難しく、対策が十分進んでいるとは言えない状況にある。

そこで本実証研究では、上記の背景から、「南部処理区大庭処理系統」を実証フィールドに選定した。

処 理 区 : 大庭地区 (約 700ha)
------------------------

資図 1-2 に、調査フィールド案内図 (全体図) を示す。



資図 1-2 調査フィールド案内図（全体図）（藤沢市）

## 1.2 調査の実施概要

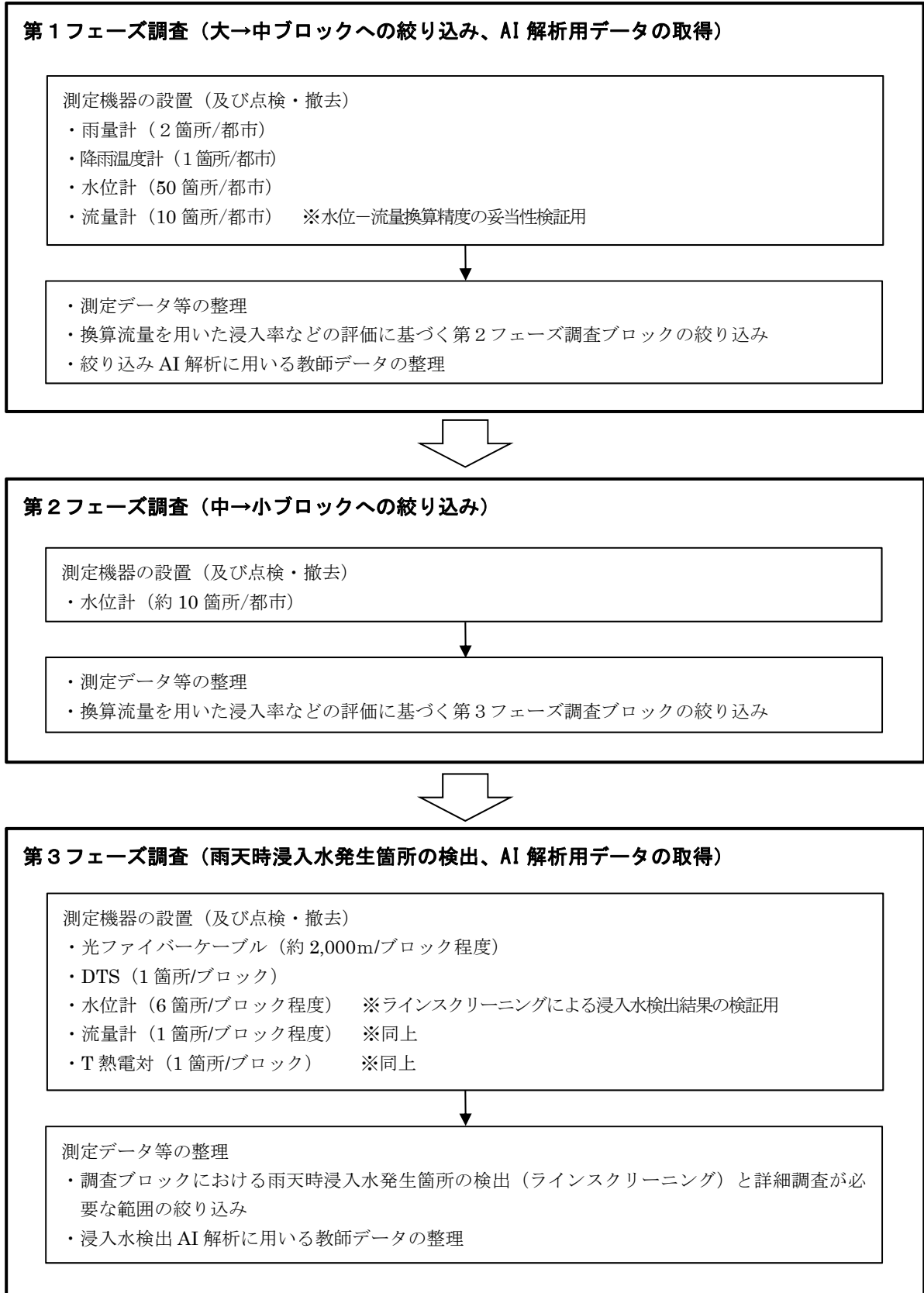
本研究では、さいたま市と藤沢市を実証フィールドとして、絞り込み AI と水位計によるブロック絞り込み技術、及び浸入水検出 AI によるラインスクリーニング（雨天時浸入水発生箇所を効率的に検出するスクリーニング技術）の2つを実証するものである。

実証にあたっては、さいたま市及び藤沢市の公共下水道区域において、雨量、降雨温度、水位、流量、下水温度に関する調査を実施し、本実証の基礎データを取得した。ここで、調査は、第1～第3フェーズ調査の3つに大別される。

資表 1-1 に調査実施項目及び設置機材数量（1都市当たり）を示す。また、資図 1-3 に調査実施フローを示す。

資表 1-1 調査実施項目及び設置機材数量（1都市当たり）

調査の種類	主な目的	設置機材・期間	備考
第1フェーズ調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>・大→中ブロック（第2フェーズ調査対象ブロック）の絞り込み</li> <li>・絞り込み AI 解析用データの取得</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・雨量計 2箇所・7ヶ月</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・第3フェーズ調査完了まで継続</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・降雨温度計 1箇所・7ヶ月</li> </ul>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・水位計 50箇所・4ヶ月</li> </ul>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・流量計 10箇所・4ヶ月</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水位-流量換算精度の妥当性検証用</li> </ul>
第2フェーズ調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>・中→小ブロック（第3フェーズ調査対象ブロック）の絞り込み</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水位計 (さいたま市) 11箇所・3ヶ月 (藤沢市) 10箇所・3ヶ月</li> </ul>	
第3フェーズ調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>・雨天時浸入水発生箇所（詳細調査対象路線）の絞り込み</li> <li>・浸入水検出 AI 解析用データの取得</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・光ファイバーケーブル (さいたま市) 3,154m・4ヶ月 (藤沢市) 4,334m・4ヶ月</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・左記は管路延長</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・DTS 2箇所・4ヶ月</li> </ul>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・水位計 (さいたま市) 9箇所・4ヶ月 (藤沢市) 11箇所・4ヶ月</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ラインスクリーニングによる浸入水検出結果の検証用</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・流量計 (さいたま市) 3箇所・4ヶ月 (藤沢市) 2箇所・4ヶ月</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ラインスクリーニングによる浸入水検出結果の検証用</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・T熱電対 2箇所・4ヶ月</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ラインスクリーニングによる浸入水検出結果の検証用</li> </ul>



資図 1-3 調査実施フロー

### 1.3 各調査の実施概要

以下に、第1～第3フェーズ調査の実施概要を示す。

#### (1) 第1フェーズ調査（大→中ブロックへの絞り込み）

##### 1) 水位計の設置

第1フェーズ調査では、水位計を用いた大ブロックから中ブロックへの絞り込み手法を実証するため、調査対象流域（50ブロック）に3種類の水位計<sup>※1</sup>を用いた管内水位の連続測定を実施し、雨天時浸入水の多い中ブロック（10～20ha程度<sup>※2</sup>）を絞り込む。

第1フェーズ調査の実施により取得した50の中ブロックの水位データは、マニング式を用いて流量に換算し、それらをブロック間で比較することによって、雨天時浸入水の影響が疑われる中ブロックを選出し、第2フェーズ調査の対象ブロックとする。

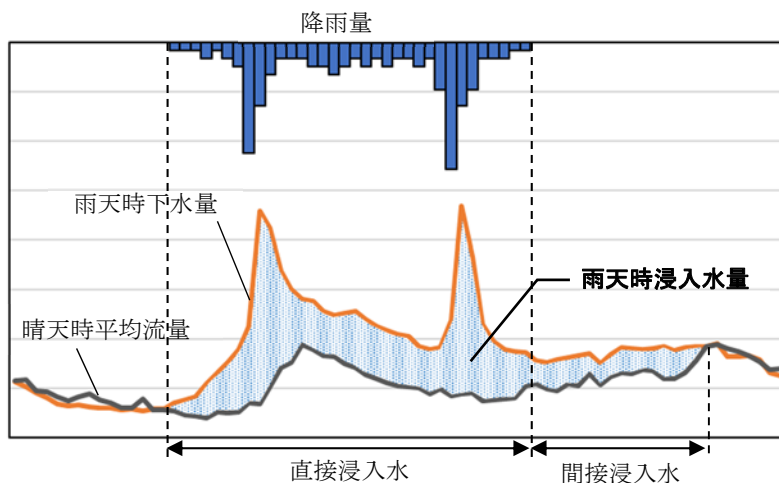
なお、本実証研究では、絞り込み作業の効率化のための統計的処理やAIによる異常データの除外等の検討を行うため、第2フェーズ調査移行後においても測定は継続する（調査期間：4ヶ月間）。

※1 本実証研究では、「圧力チップ」「横打超音波式水位計」「画像・水位変換システム」を使用した。

※2 幹線への接続系統状況によっては、10ha未満のブロックも存在する。

#### 【参考】 ブロックの絞り込み手法について

本技術では、マニング式を用いた水位の換算流量より晴天時平均流量、雨天時浸入水量を把握し、これらより算定した浸入率や浸入水量を基に対策優先順位を決定してブロックの絞り込みを行う。ここで、雨天時浸入水量は、雨天時下水量から晴天時平均流量を差し引くことで算出する（資図1-4を参照）。



$$\begin{aligned} \text{雨天時浸入水量} &= \text{降雨時に増加した流量が晴天日平均流量に復帰するまでの差分流量} \\ &= \text{雨天時下水量} - \text{晴天時平均流量} \end{aligned}$$

資図1-4 雨天時浸入水量の算出方法（参考）

## 2) 流量計の設置

本実証研究では、水位計の測定データを用いた水位－流量換算結果の妥当性を検証するため、水位計 50 箇所のうち 10 箇所に流量計\*を併設し、雨天時浸入水による下水流量変化の連続測定を実施する。なお、流量計の設置に当たっては、水位計の水位測定に影響を及ぼさないよう留意して設置箇所を選定する。

また、本実証研究では、絞り込み作業の効率化のための統計的処理や AI による異常データの除外等の検討を行うため、第 2 フェーズ調査移行後においても測定は継続する（調査期間：4ヶ月間）。

## 3) 雨量計・降雨温度計の設置

第 1～第 3 フェーズ調査の評価の基礎データとなる雨量の状況を取得するため、調査区域内の 2 箇所に雨量計を設置する。うち 1 箇所には、気温、降雨温度、雨天時浸入水温との関係を把握するため、雨量計と併せて T 熱電対（温度計）を設置する。

雨量及び降雨温度測定は、調査の全体期間（第 1～第 3 フェーズ調査）に渡り継続する。

### (2) 第 2 フェーズ調査（中→小ブロックへの絞り込み）

第 2 フェーズ調査では、水位計を用いた中ブロックから小ブロックへの絞り込み手法を実証するため、第 1 フェーズ調査にて選出された中ブロックを 10 程度の小ブロック（2～5ha 程度）に分割し、各小ブロックの流末に水位計を設置して、管内水位の連続測定を実施する（調査期間：3ヶ月間）。

第 2 フェーズ調査の実施により取得した 10 程度の小ブロックの水位データは、マニング式を用いて流量に換算し、それらをブロック間で比較することによって、雨天時浸入水の影響が強く疑われる小ブロックを 1 都市当たり 2 ブロック選出し、第 3 フェーズ調査の対象ブロックとする。

### (3) 第 3 フェーズ調査（詳細調査対象範囲の絞り込み）

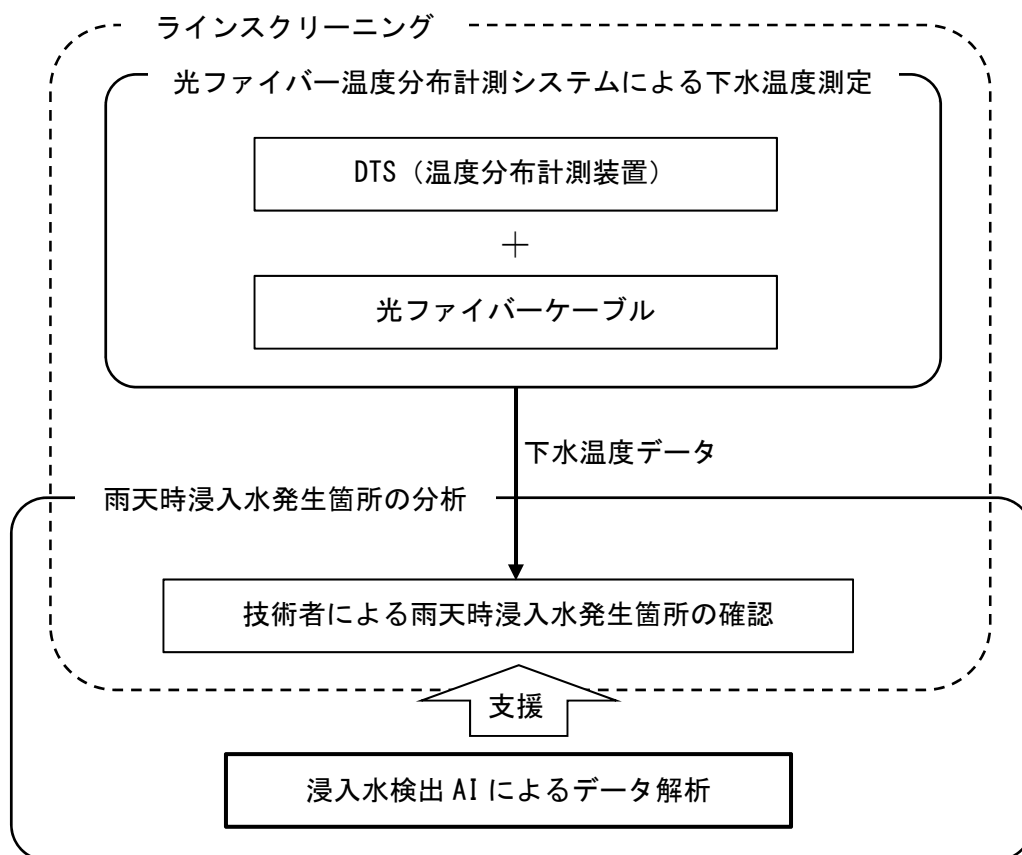
#### 1) DTS・光ファイバーケーブルの設置

第 3 フェーズ調査では、第 2 フェーズ調査にて選出された 2 つの小ブロック内に敷設された下水管路に、DTS・光ファイバーケーブルで構成される「光ファイバー温度分布計測システム」を設置し、管内長手方向の連続的な下水温度分布の測定を行う（調査期間：4ヶ月間）。調査対象管路延長は、各ブロック約 2,000m、計 4,000m 程度とする（1 都市当たり）。また、DTS は各ブロックに 1 台設置する。

従来は、技術者の目により下水温度データから雨天時の特性を確認し、雨天時浸入水の発生箇所を検出（本調査手法を「ラインスクリーニング」と称する）していたが、これら分析作業の効率化を図るため、浸入水検出 AI を導入する。

資図 1-5 に、ラインスクリーニングと浸入水検出 AI との関係を示す。





資図 1-5 ラインスクリーニングとの浸入水検出 AI の関係

## 2) その他測定機材の設置

本実証研究では、ラインスクリーニングで検出された雨天時浸入水発生箇所の検証用に、水位計、流量計、T 熱電対を設置する（調査期間：4ヶ月間）。

### ① 水位計

ラインスクリーニングによる雨天時浸入水検出結果の妥当性を評価するため、各ブロックの管路内に6箇所程度の水位計を設置する。

### ② 流量計

ラインスクリーニングによる雨天時浸入水検出結果の妥当性を評価するため、各ブロックの流末に流量計（PB フリューム）を設置する。

### ③ T 熱電対

ラインスクリーニングによる下水温度測定値の妥当性を評価するため、各ブロックの流末に T 熱電対（温度計）を設置する。