

# S17-2災害・事故における異常検知と影響予測手法の開発

テーマリーダー：国立保健医療科学院 生活環境研究部 浅見真理

## 【テーマ1】 災害・事故時の非定常環境汚染の異常検知と影響予測に関する研究

- 1) 浅見 真理 国立保健医療科学院生活環境研究部上席主任研究官
- 2) 小坂 浩司 国立保健医療科学院生活環境研究部上席主任研究官
- 3) 市川 学 芝浦工業大学システム理工学部環境システム学科准教授
- 4) 越後 信哉 京都大学都市地球環境学堂教授
- 参加者) 服部 晋也 大阪市水道局工務部 水質試験所副所長

## 【テーマ2】 水質事故迅速モニタリング手法の開発と拡充

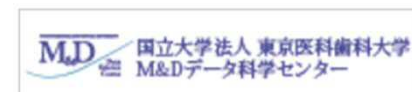
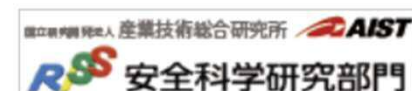
- 5) 小林 憲弘 国立医薬品食品衛生研究所生活衛生化学部第三室長
- 6) 土屋 裕子 国立医薬品食品衛生研究所生活衛生化学部第三室

## 【テーマ3】 災害・事象事象に対応する迅速拡散予測手法の開発

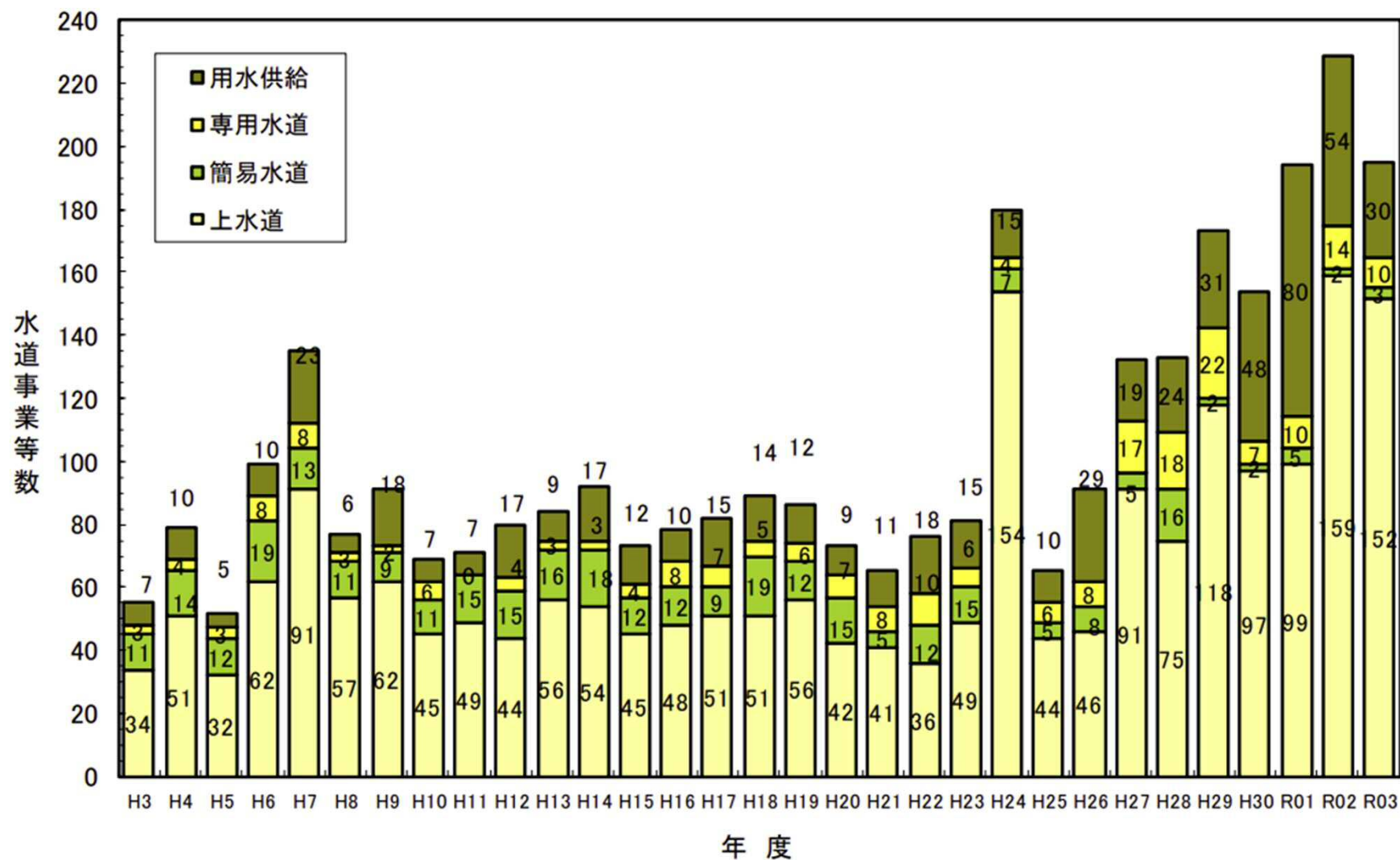
- 7) 恒見 清孝 産業技術総合研究所安全科学研究部門研究グループ長
- 8) 小野 恭子 産業技術総合研究所安全科学研究部門主任研究員
- 9) 石川 百合子 産業技術総合研究所安全科学研究部門主任研究員

## 【テーマ4】 迅速予測手法の統合プラットフォームの開発

- 10) 高橋 邦彦 東京医科歯科大学M&Dデータ科学センター 生物統計学分野教授
- 11) 若井 建志 名古屋大学大学院医学系研究科総合医学専攻社会生命科学教授
- 12) 菱田 朝陽 名古屋大学大学院医学系研究科社会生命科学講座予防医学分野准教授
- 13) 大谷 隆浩 名古屋市立大学大学院医学研究科公衆衛生学分野講師



# 水質異常の影響を受けた水道事業等数の推移



厚生労働省HP（R4年度）より

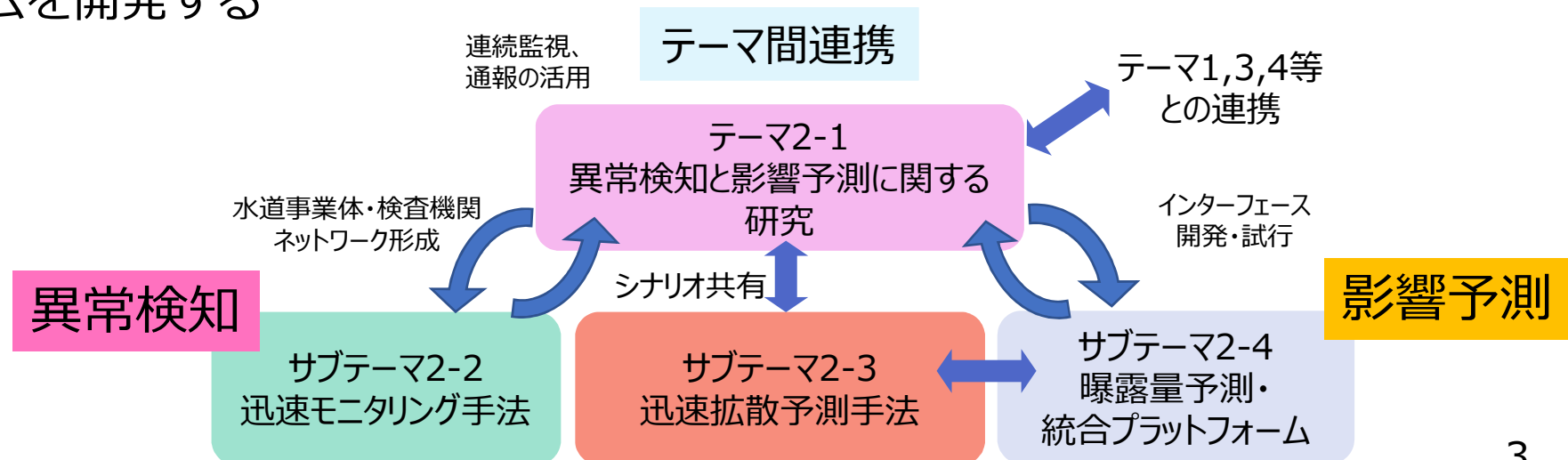
# 全体目標

サブテーマ1 非定常状態の汚染について、連続モニタリングの異常検知の手法検討と化学物質の異常検知の分析手法について検討を行い、関係者らのネットワークにより情報共有を行う

サブテーマ2 実際の試料の迅速モニタリングの手法の開発を行う

サブテーマ3 迅速な影響予測手法の開発とそれらの共有方法の検討を行う

サブテーマ4 周辺情報等と統合し、多媒体でのモデル、迅速予測、統計的な視点からの感度解析、不確実性解析などさまざまな要因の影響を加味して横断的に統合し、必要な情報の結果を提示するプラットフォームを開発する



# 全体目標と目標の達成状況

| 全体目標                                                                                                                      | 目標の達成状況                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 災害・事故に起因する化学物質の <b>異常検知手法の確立と迅速測定手法の開発</b> を行い、 <b>地方機関と連携した検証</b> を行う。また、 <b>河川および大気に拡散した場合の迅速な影響予測とその情報共有基盤の開発</b> を行う。 | <p><b>目標を上回る成果をあげた</b></p> <p>災害・事故の際の対策の一つとして水質<b>異常の場合の原因物質を予測する手法を開発</b>した。関係者らの情報共有によりネットワークを強化し、<b>曝露量の推定と影響予測を可能とする監視手法の最適化及び情報共有手法を開発し、S-17全体の情報基盤に知見を掲載</b>することができた。</p> <p>実際に水質汚染事故が発生した際に水道事業体や関連機関が迅速に原因を特定して必要な対応を速やかに取ることができるように、<b>分析方法や定量法の検討を行い、地方自治体の協力者による試行</b>ができ、当初の想定よりもこれらの機関との緊密な<b>ネットワークを構築することができた</b>。今後とも、本研究で開発した手法の普及を図り、協力体制を構築することで、対応体制の基盤を強化し、環境汚染の拡大を防止し、水道等の利用者の安全を確保に資することができる。</p> |

# 環境政策等への貢献

- これまでも**水道と環境は連携して水質事故等への対応**にあたってきたが、一層の連携が重要とされるところである。**災害・事故に備え、PRTR 施設やその排水口の位置と取水口の位置の関係性を解析**することや、浄水場の連続監視データを用いた水質解析、**水質事故時に備えた対応フローや前処理方法の確立、精密質量 による物質同定方法の確立**は、環境政策への貢献度が大きい。
- **事故時の未知物質の同定など水質事故への対応**は、国民的ニーズが極めて高いほか、環境省、厚生労働省における審議会、委員会等でも議論され、必要性が高い。**大気経由の拡散**についてもシミュレーションや汚染状況の迅速な把握が必要である。
- 関係者らの情報共有によりネットワークを強化し、**曝露量の推定と影響予測を可能とする監視手法の最適化及び情報共有手法を試行したため、実際に水質汚染事故が発生した際に水道事業者や環境部局、防災関連機関等が迅速に原因を特定して必要な対応をより速やかに行うことができる**。本研究で開発した手法の普及を図り、協力体制を構築し、対応体制の基盤を強化することにより、環境汚染拡大防止や安全な水道水の供給、化学物質曝露の低減化につなげることができる。

## <行政等が既に活用した成果>

- 環境省の令和2年度及び3年度災害事故時化学物質漏洩流出対応検討会
- 「自治体環境部局における化学物質に係る災害・事故対応マニュアル策定の手引きの作成」
- 日本水道協会発行「**水質異常の監視・対策指針2019**」の内容に寄与

## <行政等が活用することが見込まれる成果>

- 本研究で構築した情報プラットフォームにおける排出源情報と取水口の関係、水質異常時の物質の同定方法、浄水処理性に関する情報は、今後水質事故事例の解析などに活用されることが見込まれる。

# サブテーマ1 異常検知と影響予測に関する研究

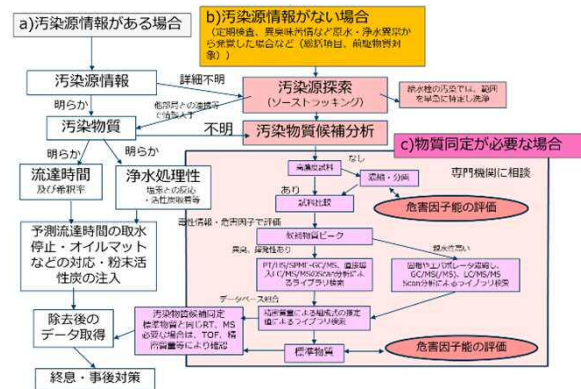
(国立保健医療科学院・芝浦工業大学・京都大学・大阪市水道局)

| サブテーマ1 目標                                                                                                                                                                                                                                                             | 目標の達成状況                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>●水道の上流の施設等を把握し、報告されている排出先と実際の一致について解析し、取水口の位置と合わせ水質異常の監視に適した地点を抽出する。</li><li>●連続監視データの解析を行い異常検知方法の開発を行う。</li><li>●自然災害等による化学物質の放出の事例等を参考にして事故に対する対応フローを提案する。</li><li>●水質異常時の精密質量分析を用いた物質同定手法を提案し、優先度の高い化学物質を用いて検証を行う。</li></ul> | <p><b>目標を上回る成果をあげた</b></p> <p>淀川水系内に存在するPRTR届出事業所2424事業所のうち、報告された下水道終末処理施設の名称と国環研が作成した下水道DBとの関連付けを行うと、18事業所で報告されている下水道施設が異なる場合があった。サブテーマ4の統合プラットフォームに表示させることができた。</p> <p>厚生労働省や水道関係者等の情報から化学物質の事故に関する事例の収集を行った。</p> <p>浄水場の浄水工程における約10年分の3000項目余りの毎分データ全約70GBを収集し、解析した。天候が一定時間後の水質に影響することなどが解明された。</p> <p>事故時のフローの作成を行った。水質異常時の物質が不明時のデータを用い、精密質量分析を用いた物質同定、構造と分析感度等について検討を実施した。候補物質の分子式、可能性の高い構造の同定に至ることができた。</p> <p>文献等にある情報を収集するとともに水道事業体等と協力して浄水処理性に関する情報を収集検討し、情報共有を行うことができた。</p> |

# 1. 異常検知と化学物質の分析手法について検討結果

(国立保健医療科学院・芝浦工業大学・京都大学・大阪市水道局)

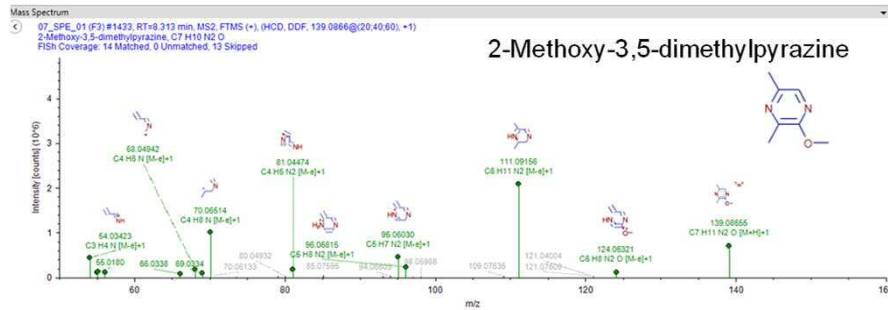
事故時のフローの作成を行った。水質異常時の物質が不明時のデータを用い、精密質量分析を用いた物質同定、構造と分析感度等について検討を実施した。候補物質の分子式、可能性の高い構造の同定に至ることができた。



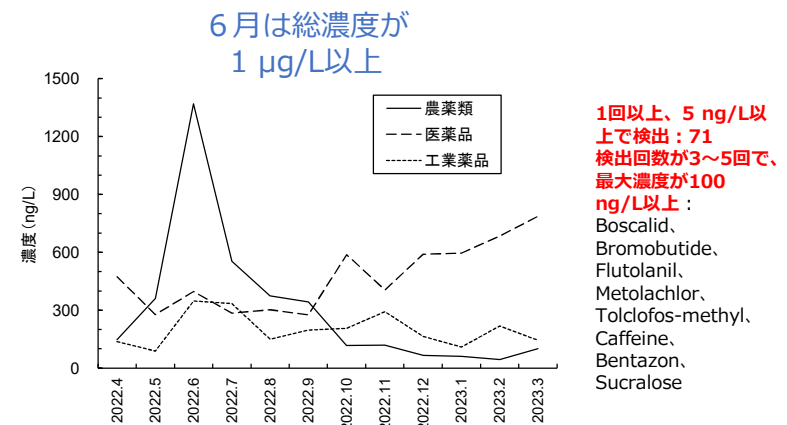
水質事故の汚染源情報、物質同定の有無による対応フロー



模擬汚染物質の自動検知の様子 (左：検出結果；右，そのピーク強度比とp値)



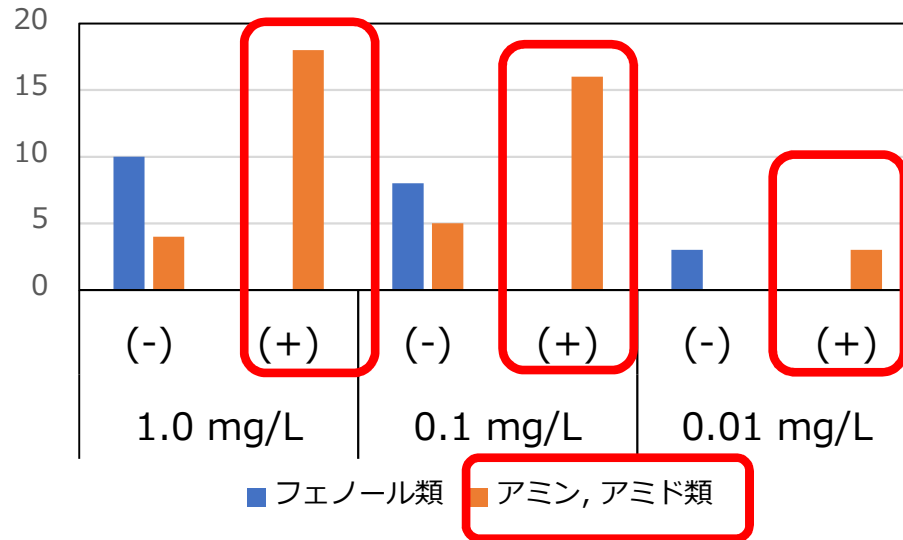
2-Methoxy-3,5-dimethylpyrazine (MDMP) の MS/MSスペクトル帰属例



A浄水場原水での検出物質濃度の推移

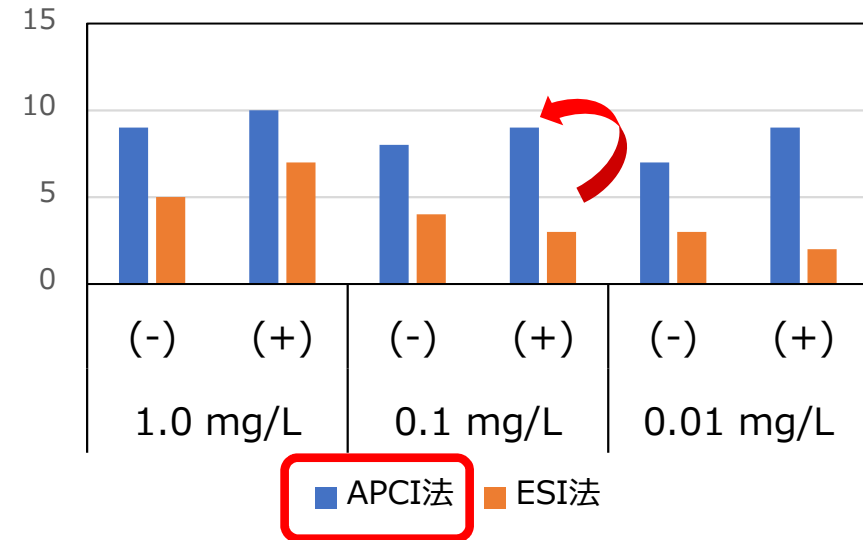
## 2. 物質構造とイオン化法による検出感度比較

検出物質数



検出物質数

フェノールを除く芳香族類



1. ネガティブモードにおいてフェノール類の検出率が高い
2. ポジティブモードにおいてアミン, アミド類の検出率が高い
3. フェノールを除く芳香族類はAPCI法で検出率が高い

これらで検出された物質は0.1 mg/Lの濃度\*においても検出されており  
これは水質事故発生時の環境水中における濃度レンジに該当

環境水中の特定の**化学物質の流出**を  
**ノンターゲット分析**で検出できる可能性が示された

\* 厚生労働省, 平成 24 年 5 月に発生した利根川水系における水質事故

## サブテーマ2 水質事故迅速モニタリング手法の開発と拡充

(国立医薬品食品衛生研究所)

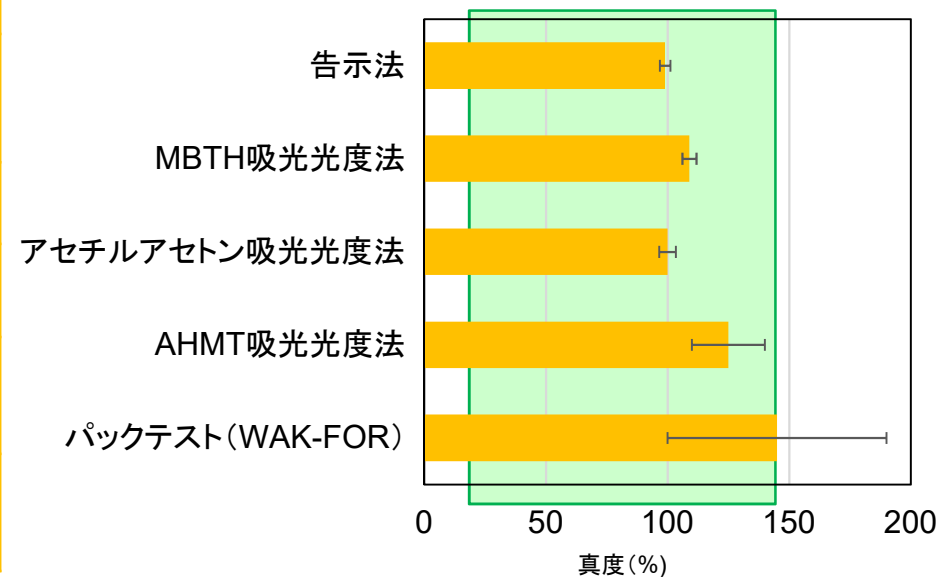
| サブテーマ2 目標                                                                                                                                                                                                                                                                | 目標の達成状況                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>● 水質汚染事故発生時には即座に濃度把握が必要となることから、事故発生時に迅速にデータを得られる分析法を開発する。</li><li>● 具体的には、公定法よりも迅速（～1時間以内）に採水現場において測定が可能な簡易分析法と、標準物質を必要とせず広範囲の物質を分析可能なGC/MSスクリーニング分析法について検討する。</li><li>● これらの水質の迅速モニタリング手法の開発と普及により、水質検査・監視のネットワークを構築する。</li></ul> | <p><b>目標どおりの成果をあげた</b></p> <p>簡易分析法の検討に関しては、ホルムアルデヒド、陰イオン界面活性剤8種を対象に、<b>簡易分析法による定量精度について検討</b>し、市販の測定器を用いた場合は濃度が過大評価となる可能性もあったが、迅速・簡便な方法として有用であることが示された。<b>スクリーニング分析法の検討に関しては複数の装置により作成した検量線および定量値の誤差について評価</b>した結果、異なる装置で作成した検量線を用いた場合も、<b>対象物質の多くを5倍以内の誤差で定量</b>できることが示された。</p> <p>水質検査・監視のネットワーク構築に関しては、実試料を用いたバリデーション試験により、機関による定性・定量結果の違いを検証し、バリデーション試験を繰り返し行い、<b>解析者のトレーニングを行うことにより、各農薬の定量下限の2倍以上であれば解析者の判断はほぼ一致</b>することが示された。</p> <p>実際のこれらの検討を通じ、水道事業体、地方衛生研究所関係者、分析機器メーカーの有力なネットワークが構築された。</p> |

## サブテーマ2 水質事故迅速モニタリング手法の開発と拡充

### 1. 簡易分析法の検討

- 公定法よりも迅速（～1時間以内）に，採水現場において測定が可能な方法を検討
  - ホルムアルデヒド，陰イオン界面活性剤の簡易分析法について検討
    - 水道水にホルムアルデヒドを水質基準（0.08 mg/L）になるよう添加した試料を調製し，各試験法5試料ずつ試験を実施
    - 告示法が真度・精度ともに最も良好であったが，MBTH，アセチルアセトン，AHMT吸光光度法も概ね良好な結果
- 水質事故時における最も迅速・簡便な方法として，簡易分析法は有用であることが示された

| 分析法                       | 反応試薬                                      | 機器             | 時間  |
|---------------------------|-------------------------------------------|----------------|-----|
| 告示法<br>(溶媒抽出-誘導体化-GC-MS法) | ペンタフルオロベンジルヒドロキシルアミン (PFBOA)              | GC-MS          | 半日  |
| MBTH吸光光度法                 | 3-メチル-2-ベンゾチアゾリノンヒドラゾン (MBTH)             | 吸光光度計          | 数十分 |
| アセチルアセトン吸光光度法             | アセチルアセトン                                  | 吸光光度計          | 数十分 |
| AHMT吸光光度法                 | 4-アミノ-3-ヒドラジノ-5-メルカプト-1,2,4-トリアゾール (AHMT) | 吸光光度計          | 数十分 |
| パックテスト (WAK-FOR)          | 3-メチル-2-ベンゾチアゾリノンヒドラゾン (MBTH)             | 標準色と比較 (吸光光度計) | 数分  |

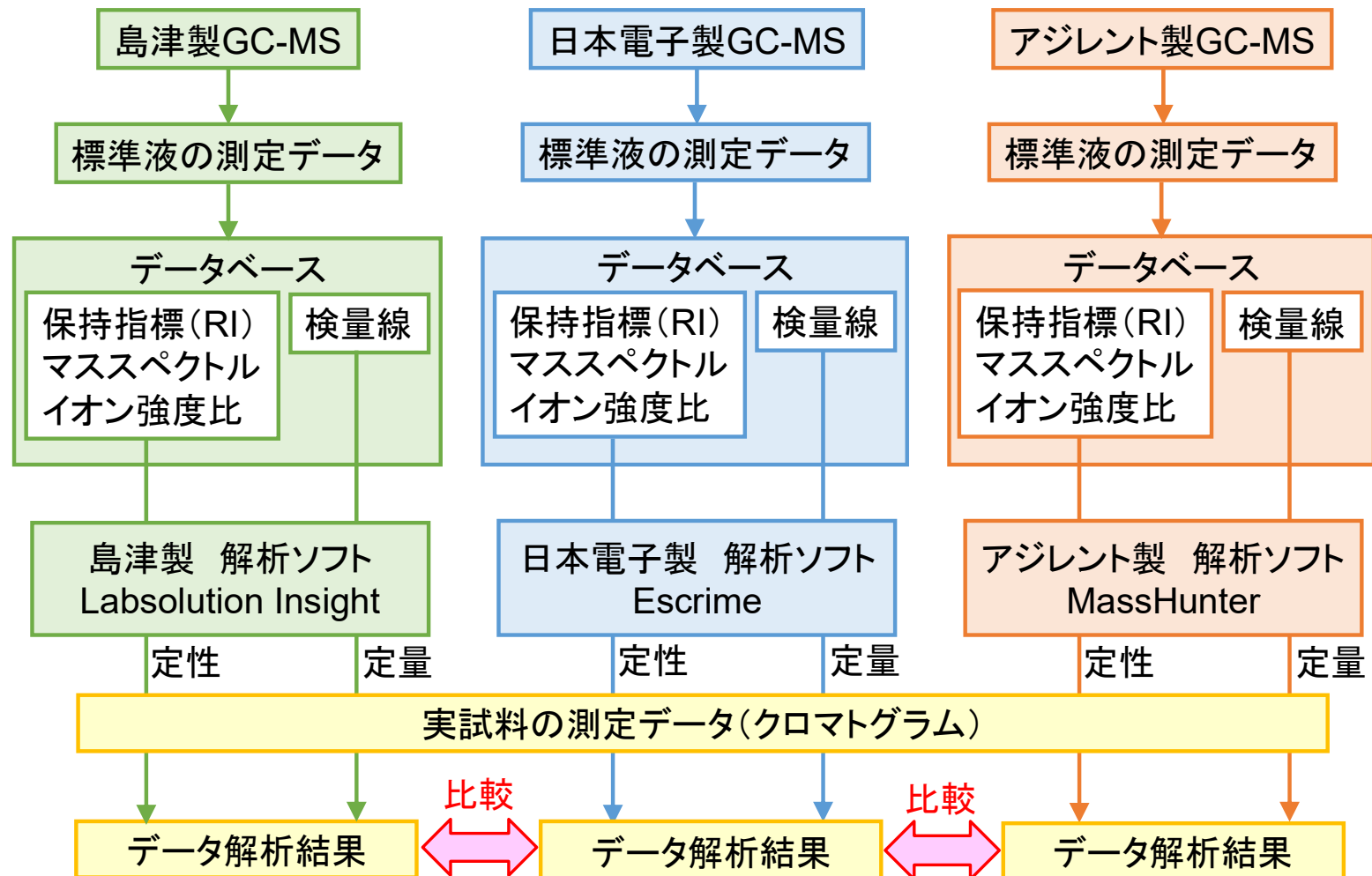


迅速分析法の精度

## サブテーマ2 水質事故迅速モニタリング手法の開発と拡充

### 2. 水質検査・監視のネットワーク構築①

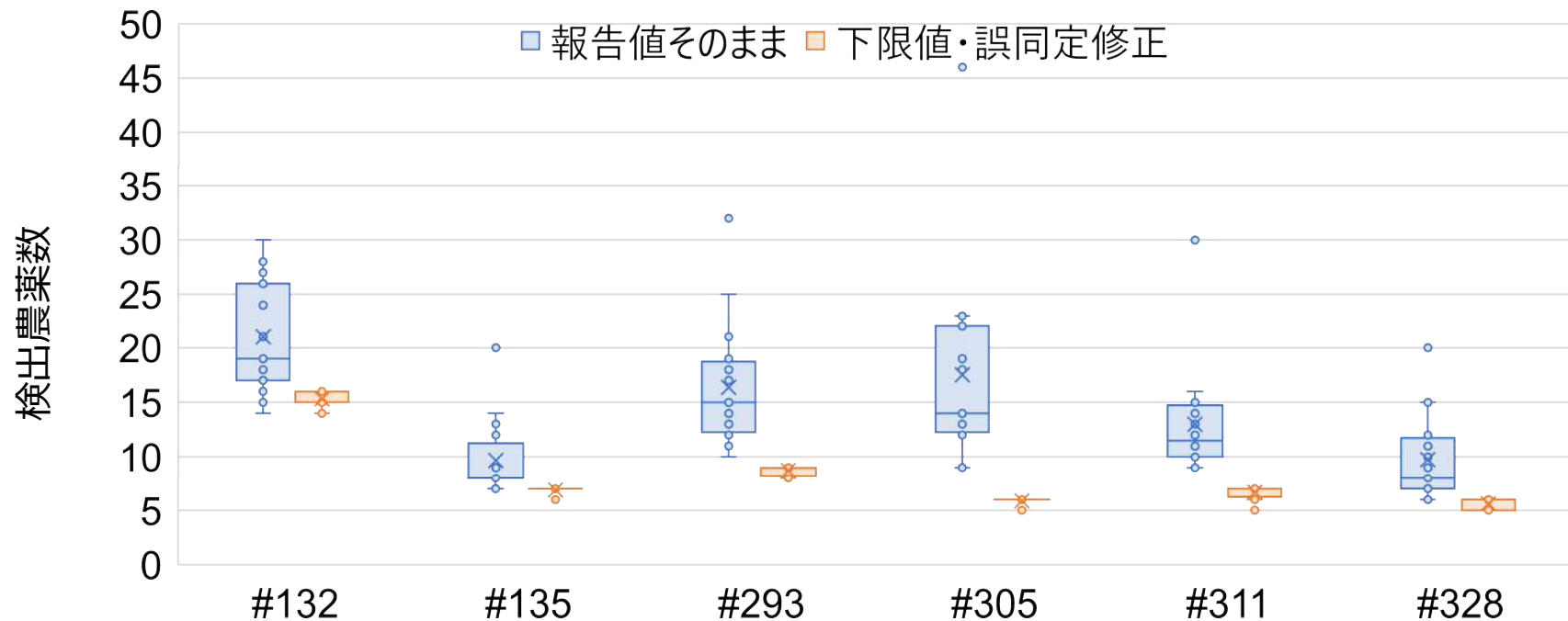
- 水質事故発生時に、地方衛生研究所等の対応に当たる機関で同等の結果が得られるようにするため、スクリーニング分析法のバリデーション試験を実施
- 実試料を用いたバリデーション試験により、機関による定性・定量結果の違いを検証



## サブテーマ2 水質事故迅速モニタリング手法の開発と拡充

### 3. 水質検査・監視のネットワーク構築②

- 各解析者の報告結果は検出農薬数にばらつきが大きかったが，定量下限値と誤同定を修正した結果，検出・不検出の判断はほぼ一致
- 解析者のトレーニングを行うことにより，異なる解析者（機関）でも同じ結果が得られるようになった
- 水質汚染事故発生時に，全国の衛生研究所等と連携して対応に当たる体制の基盤が構築できた



## サブテーマ3 災害・事故事象に対応する迅速拡散予測手法の開発

(産業技術総合研究所)

| サブテーマ3 目標                                                                                                                                                                                                                                                 | 目標の達成状況                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>● 事故や災害による事故的排出の代表的な汚染物質排出シナリオを明確化し、迅速予測に必要な情報を整備する。</li><li>● 大気汚染について、汚染影響範囲の迅速な判断に資するモデルについて最適な時空間解像度を検討し、特徴的な物性を持つ物質について大気中濃度を予測する。</li><li>● 水域汚染についても同様の時空間解像度と物性に対応した移流拡散モデルを設定し、迅速な水中濃度予測手法を開発する。</li></ul> | <p><b>目標どおりの成果をあげた</b></p> <p>災害・事故時の大気及び河川における拡散予測手法を開発するため、<b>大気および水域における化学物質の排出シナリオを作成</b>した。漏洩流出事故データの解析を行い、代表的な化学物質の非定常排出時における平均およびワーストケースの漏洩規模を特定した。</p> <p>大気は、既存の<b>拡散モデルの時空間解像度を検討して適用可能なモデルを特定</b>した。そのモデルを用いて、具体的な漏洩条件（排出シナリオ、気象状況）に対応した大気拡散解析をアンモニア、塩素、揮発性有機化学物質（VOC）について実施した。これらを取りまとめて<b>急性影響閾値を超過する範囲を示す早見表</b>を作成した。</p> <p>水域は産総研の河川モデルを改良し、平常時だけではなく雨天時や集中豪雨時の時間的空間的な流下状況も把握可能とした。<b>全国河川を流域面積や流量で類型化し、流域規模が異なる代表的な3水系について事故発生地点、気象状況、排出量、物性の異なるシナリオで拡散状況を解析</b>し、これらを要因とする暴露濃度の変化を定量的に示したほか、早見表をクロロホルムについて作成した。</p> |

## サブテーマ3 災害・事故事象による化学物質の大気・水域拡散予測手法の開発

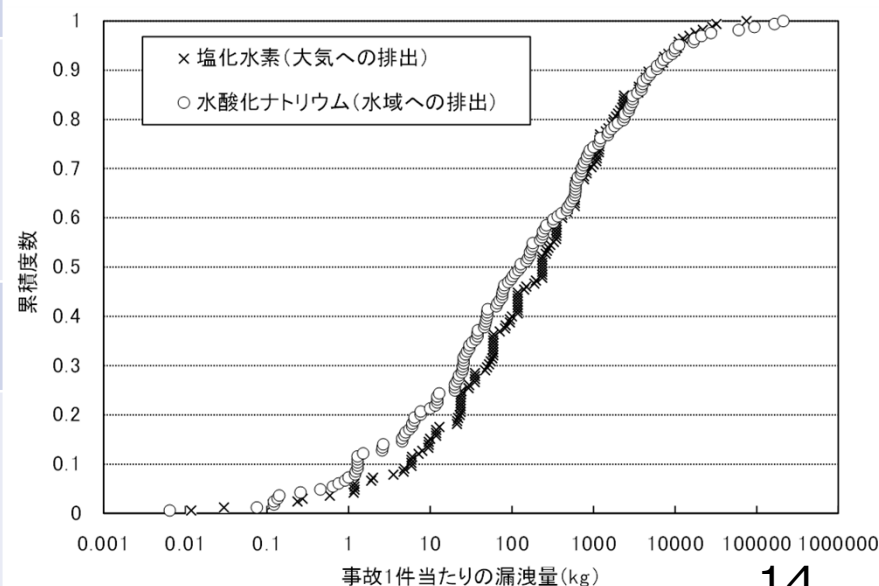
### 1. 排出シナリオの作成

- 目標：事故や災害による事故的排出の代表的な汚染物質排出シナリオを明確化し、迅速予測に必要な情報を整備する。
- 災害・事故時の大気及び河川における拡散予測手法を開発するため、大気および水域における化学物質の排出シナリオを作成した。漏洩流出事故データの解析を行い、代表的な化学物質の非定常排出時における平均およびワーストケースの漏洩規模を特定した。

### 排出シナリオ

| 項目        | 大気                                            | 水域                                           |
|-----------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 場所        | ✓ 事業所、場所を特定しない                                | ✓ 対象水系を類型化                                   |
| 排出経路      | ✓ 気体・エアロゾルとしての挙動、防液堤等からの蒸発後の大気中での移流拡散         | ✓ 河川へ流出後の水中での移流拡散                            |
| 解析条件      | ✓ 風速、大気安定度                                    | ✓ 晴天時・雨天時・集中豪雨時                              |
| 解析のアウトプット | ✓ 大気中濃度<br>✓ 急性毒性クライテリアを考慮して、避難すべき距離範囲を早見表で示す | ✓ 河川中濃度<br>✓ 河川水の水質基準・環境基準超過の時間帯と距離範囲を早見表で示す |

### 事故情報データベースによる 事故1件あたりの化学物質 漏洩量分布

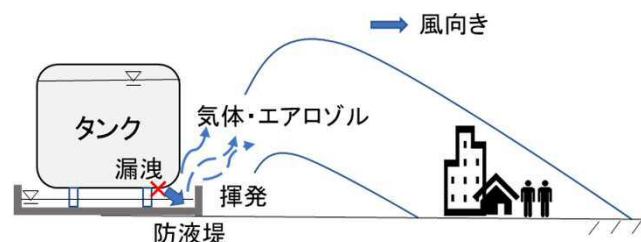


## サブテーマ3 災害・事象による化学物質の大気・水域拡散予測手法の開発

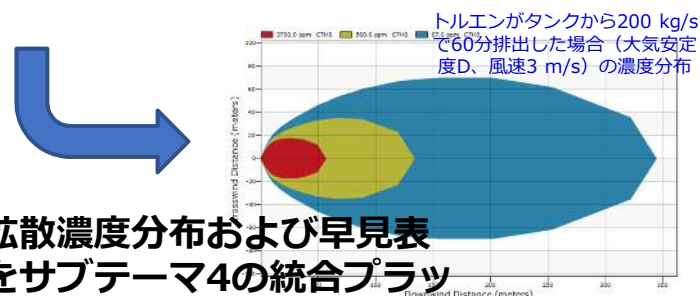
### 2. 大気シミュレーション

- 目標：大気汚染について、汚染影響範囲の迅速な判断に資するモデルについて最適な時空間解像度を検討し、特徴的な物性を持つ物質について大気中濃度を予測する。
- 既存の拡散モデルの時空間解像度を検討して適用可能な定常モデルを特定した。そのモデルを用いて、具体的な漏洩条件（排出シナリオ、気象状況）に対応した大気拡散解析をアンモニア、塩素、揮発性有機化学物質（VOC）について実施した。これらを取りまとめた急性影響閾値を超過する範囲を示す早見表を作成した。

### VOCの拡散予測と早見表作成



- ✓ 排出時間10分、60分のタンクからの定常漏洩とし、排出速度を0.2-1000 kg/sと変化させた。
- ✓ 濃度推定には米国のCANARY ver.4.6を使用。
- ✓ 事故時の対策（避難等）の迅速な判断が可能。



拡散濃度分布および早見表  
をサブテーマ4の統合プラットフォームに掲載

### AEGL2を超える風下方向の距離[m]：トルエン

| 大気安定度       | D (昼間, 曇天時) |     |         |     | F (夜間等)   |     |         |     |
|-------------|-------------|-----|---------|-----|-----------|-----|---------|-----|
| 風速          | 1.5 [m/s]   |     | 3 [m/s] |     | 1.5 [m/s] |     | 3 [m/s] |     |
| 流出時間[分]     | 10          | 60  | 10      | 60  | 10        | 60  | 10      | 60  |
| 流出速度 [kg/s] |             |     |         |     |           |     |         |     |
| 2           | 2           | 8   | 1       | 2   | 14        | 21  | 12      | 19  |
| 4           | 14          | 24  | 2       | 3   | 19        | 30  | 16      | 26  |
| 6           | 18          | 31  | 2       | 3   | 23        | 37  | 19      | 32  |
| 8           | 22          | 36  | 2       | 4   | 26        | 42  | 22      | 37  |
| 10          | 24          | 40  | 3       | 4   | 29        | 48  | 25      | 41  |
| 20          | 38          | 59  | 30      | 50  | 41        | 66  | 34      | 57  |
| 40          | 53          | 77  | 42      | 71  | 58        | 90  | 49      | 82  |
| 60          | 64          | 90  | 52      | 87  | 70        | 110 | 60      | 100 |
| 80          | 73          | 100 | 60      | 100 | 81        | 120 | 69      | 110 |
| 100         | 80          | 110 | 68      | 110 | 90        | 130 | 77      | 130 |
| 200         | 100         | 130 | 94      | 140 | 120       | 160 | 110     | 170 |
| 400         | 130         | 170 | 130     | 190 | 160       | 200 | 150     | 230 |
| 600         | 150         | 190 | 160     | 220 | 180       | 240 | 180     | 270 |
| 800         | 170         | 230 | 180     | 240 | 200       | 260 | 210     | 310 |
| 1,000       | 190         | 240 | 200     | 270 | 240       | 280 | 240     | 340 |

橙色：距離が200m以上となる条件。一般家屋が200m離れて存在すると想定。

AEGL2：これ以上で、回復不能又は重篤な健康影響が長期間持続する、あるいは避難の能力が低下し始める濃度。トルエンの場合、10分値1,400ppm、60分値560ppm。

## サブテーマ3 災害・事象による化学物質の大気・水域拡散予測手法の開発

### 3. 水域シミュレーション

- 目標：水域汚染についても同様の時空間解像度と物性に対応した移流拡散モデルを設定し、迅速な水中濃度予測手法を開発する。
- 産総研の河川モデルを改良して、平常時だけではなく雨天時や集中豪雨時の時間的空間的な流下状況も把握可能とした。全国河川を流域面積や流量で類型化し、流域規模が異なる代表的な3水系について事故発生地点、気象状況、排出量、物性の異なるシナリオで拡散状況を解析し、これらを要因とする暴露濃度の変化を定量的に示したほか、クロロホルムについて早見表を作成した。

#### 早見表の類型化

- ✓ 事故発生地点の**河床勾配**と**集水面積**を両軸として、**晴天時・雨天時・集中豪雨時**の拡散予測を1つの早見表に表示した。
- ✓ **河床勾配**が大きい上流ほど化学物質の流下速度が速く、流下時間は短くなる傾向
- ✓ **集水面積**が小さいほど気象条件による差が小さい傾向

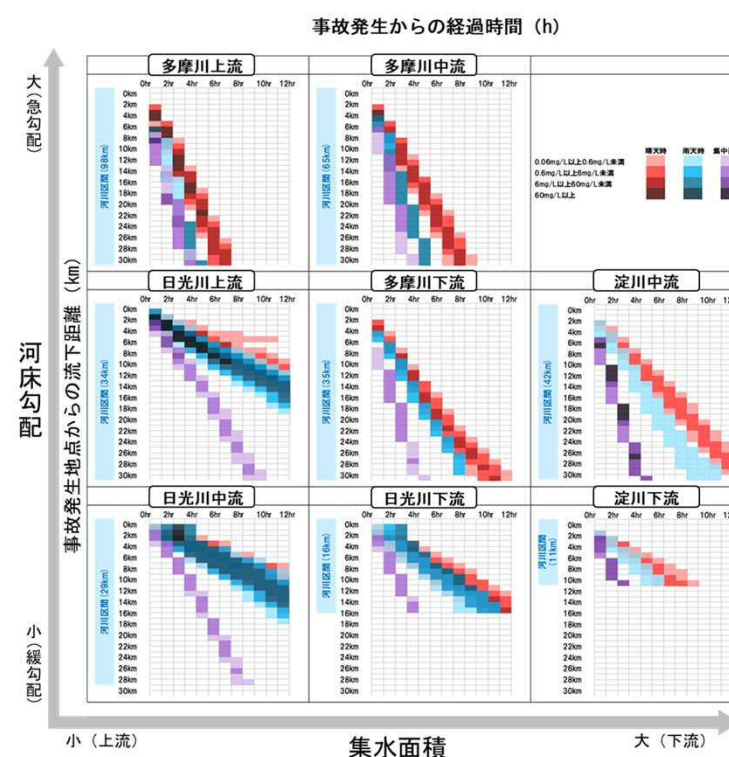


濃度分布および早見表をサブテーマ4の統合プラットフォームに掲載



日光川上流で晴天時にクロロホルムが瞬時に1t流出した場合の14時間後の濃度分布

晴天時・雨天時・集中豪雨時の拡散を示す早見表  
(クロロホルムの例)



## サブテーマ4 迅速予測手法の統合プラットフォームの開発

(東京医科歯科大学, 名古屋大学, 名古屋市立大学)

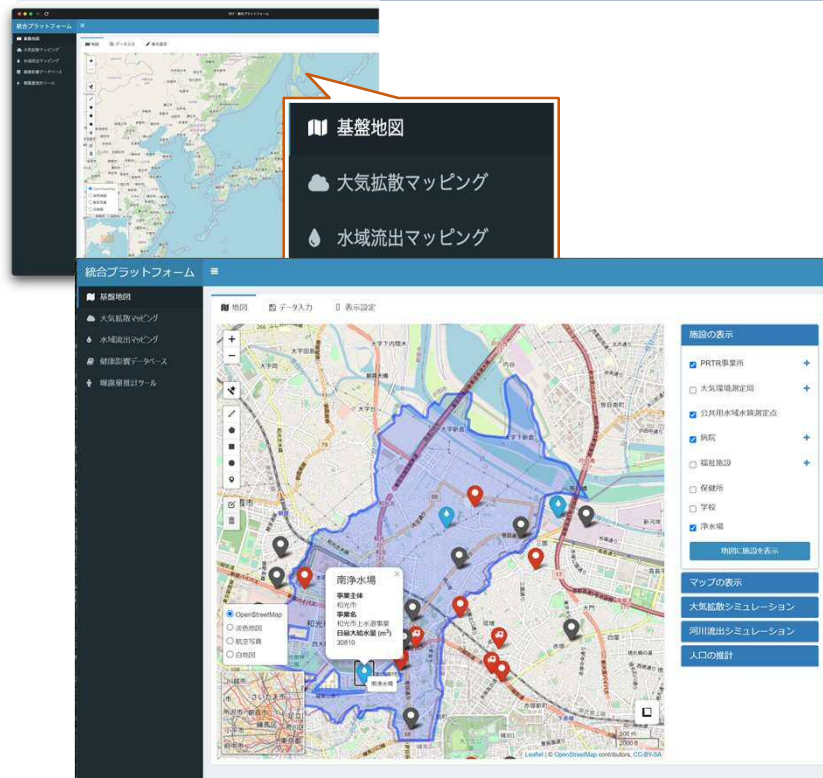
| サブテーマ4 目標                                                                              | 目標の達成状況                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ●多媒体でのモデル、迅速予測、統計的な視点からの感度解析、不確実性解析などさまざまな要因影響を加味して横断的に統合し、必要な情報の結果を提示するプラットフォームを構築する。 | <p><b>目標を上回る成果をあげた</b></p> <p><b>迅速予測手法の統合プラットフォーム</b>のプロトタイププログラムを製作し、化学物質の空間拡散事故を想定した人への曝露量推計方法と評価についての基礎的な検討を行った。<b>事故対応を想定した地理情報システム, 物質濃度推計ツール, 健康影響情報検索ツール, 曝露量推計ツールの実装について検討</b>を行った。その他の情報との統合, 曝露量推計ツールの検討を行い, <b>行政担当者らを対象に試行</b>を行った。</p> <p><b>化学物質の健康影響データベースの一部の日本語化</b>を行った。</p> <p>迅速予測手法の統合プラットフォームの拡充を行い, <b>他のサブテーマの成果などと連携のためのデータ入出力, 河川流出マッピング, シミュレーション機能, 日本語環境での化学物質・健康影響情報検索ツール, 濃度・暴露時間・活動強度に応じた曝露量推計視覚化ツールを開発</b>した。最終年度において他のサブテーマの情報の連携機能を実装し, 全体の情報基盤への組み込み体制を整え, <b>実務者らの試行により当初目標を上回る改善を行うことができた。</b></p> |

# サブテーマ4 迅速予測手法の統合プラットフォームの開発

## 1. 基本的な考え方, 基盤地図

### 行政等での初期対応を支援する迅速対応統合プラットフォーム

- 立ち上げてすぐに様々なツールを利用できるアプリケーション
  - ✓ 化学物質の拡散状況が**地理空間情報**とともに表示できる
  - ✓ 人口等の関連情報を重ねて**地図による視覚化**できる
  - ✓ **人への健康影響**を検索・把握できる
  - ✓ **無償**で簡単な操作で実行できる



- スタンドアロン版に加えWeb版を開発
- 基盤地図, 大気拡散・水域流出マッピング, 健康影響情報, 曝露量推計
- 他のサブテーマ情報との連携
  - ファイルのインポート・エクスポート
  - 位置情報等によるリンク
- **PRTR事業所（種別）, 津波想定区域, 排水口, 大気環境測定局, 浄水場, 取水口, 病院, 学校**など様々なデータを地図とともに表示
- 外部のGISデータ（他サブテーマの結果等）も取込可能

## サブテーマ4 迅速予測手法の統合プラットフォームの開発 2. 大気拡散マッピング

ファイルから読み込む

新しい地点データの登録

空間補間データの作成

スタイルの設定

パレット: Reds

最小値: 1.03 最大値: 10850

階級の数: 9

分類方法: 等量 (Quantile)

マーカーの大きさ (px): 5

アニメーション表示

空間補間データの作成

空間補間データは同一グループ内の地点データを集約して作成されます。グループの設定を変更する場合は「地点データ」を開き、該当する地点データを編集してください。

表示するグループ: 3月17日AM

補間手法を選択: 通常クギング法

▶ 空間補間を実行

スタイルの設定

パレット: Reds

最小値: 1.03 最大値: 10850

階級の数: 9

分類方法: 等量 (Quantile)

マーカーの大きさ (px): 5

アニメーション表示

表示するグループ: グループを選択

表示する順番 (上から順に表示)

アニメーション間隔 (ミリ秒): 1000

再生

|    | A       | B         | C       | D      | J       | K       | L       | M       | N       |
|----|---------|-----------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
|    | 位置      | 経度        | 緯度      | 単位     | 3月17日PM | 3月18日AM | 3月18日PM | 3月19日AM | 3月19日PM |
| 13 | 福島県No9  | 140.55445 | 37.6176 | μ Sv/h | 4.7     |         |         | 6       | 6       |
| 14 | 福島県No10 | 140.579   | 37.5963 | μ Sv/h | 3.8     | 3.3     | 4       | 2.4     | 2.5     |
| 15 | 福島県No11 | 140.57694 | 37.5707 | μ Sv/h | 4.9     | 4.8     | 5       | 3.5     | 4.2     |
| 16 | 福島県No12 | 140.58792 | 37.434  | μ Sv/h | 1.5     | 0.6     | 1       | 0.7     | 0.6     |
| 17 | 福島県No13 | 140.62912 | 37.4411 | μ Sv/h | 1.7     | 0.8     | 0.8     | 0.7     | 0.7     |
| 18 | 福島県No14 | 140.65315 | 37.4367 | μ Sv/h | 1.4     | 0.8     | 0.7     | 0.5     | 0.7     |
| 19 | 福島県No15 | 140.67444 | 37.4498 | μ Sv/h | 3.3     | 2       | 1.6     | 1.3     | 1.7     |
| 20 | 福島県No16 | 140.71358 | 37.4569 | μ Sv/h | 5.5     |         |         |         |         |
| 21 | 福島県No20 | 140.61092 | 37.6526 | μ Sv/h | 0.8     | 2       | 2       | 0.8     | 1.8     |
| 22 | 福島県No21 | 140.71564 | 37.5092 | μ Sv/h | 7.3     | 8.7     | 8.5     | 6       | 5.8     |
| 23 | 福島県No22 | 140.64491 | 37.513  | μ Sv/h | 0.7     | 2.2     | 2       | 1.5     | 1.3     |
| 24 | 福島県No23 | 140.61539 | 37.5059 | μ Sv/h | 1.3     | 2.8     | 2.8     | 1.8     | 1.8     |
| 25 | 福島県No31 | 140.74551 | 37.5669 | μ Sv/h | 61.6    | 45      | 40      | 42.1    | 39.8    |
| 26 | 福島県No32 | 140.75323 | 37.5929 | μ Sv/h | 158     | 150     | 140     | 132     | 132     |
| 27 | 福島県No33 | 140.74928 | 37.6126 | μ Sv/h | 2       | 52      | 52      | 57.1    | 57.1    |
| 28 | 福島県No34 | 140.73692 | 37.5536 | μ Sv/h |         |         |         | 19.8    | 19.8    |
| 29 | 福島県No35 | 140.625   | 37.5419 | μ Sv/h |         |         |         | 3.1     | 3.1     |
| 30 | 福島県No41 | 140.75134 | 37.4556 | μ Sv/h | 3.8     | 2.9     | 3       | 2.7     | 2.4     |
| 31 | 福島県No42 | 140.75134 | 37.4556 | μ Sv/h | 3.8     | 2.9     | 3       | 2.7     | 2.4     |
| 32 | 福島県No43 | 140.75134 | 37.4556 | μ Sv/h | 3.8     | 2.9     | 3       | 2.7     | 2.4     |
| 33 | 福島県No44 | 140.75134 | 37.4556 | μ Sv/h | 3.8     | 2.9     | 3       | 2.7     | 2.4     |
| 34 | 福島県No45 | 140.75134 | 37.4556 | μ Sv/h | 3.8     | 2.9     | 3       | 2.7     | 2.4     |
| 35 | 福島県No46 | 140.75134 | 37.4556 | μ Sv/h | 3.8     | 2.9     | 3       | 2.7     | 2.4     |
| 36 | 福島県No47 | 140.75134 | 37.4556 | μ Sv/h | 3.8     | 2.9     | 3       | 2.7     | 2.4     |
| 37 | 福島県No48 | 140.75134 | 37.4556 | μ Sv/h | 3.8     | 2.9     | 3       | 2.7     | 2.4     |
| 38 | 福島県No49 | 140.75134 | 37.4556 | μ Sv/h | 3.8     | 2.9     | 3       | 2.7     | 2.4     |
| 39 | 福島県No50 | 140.75134 | 37.4556 | μ Sv/h | 3.8     | 2.9     | 3       | 2.7     | 2.4     |
| 40 | 福島県No51 | 140.75134 | 37.4556 | μ Sv/h | 3.8     | 2.9     | 3       | 2.7     | 2.4     |
| 41 | 福島県No52 | 140.75134 | 37.4556 | μ Sv/h | 3.8     | 2.9     | 3       | 2.7     | 2.4     |
| 42 | 福島県No53 | 140.75134 | 37.4556 | μ Sv/h | 3.8     | 2.9     | 3       | 2.7     | 2.4     |
| 43 | 福島県No54 | 140.75134 | 37.4556 | μ Sv/h | 3.8     | 2.9     | 3       | 2.7     | 2.4     |

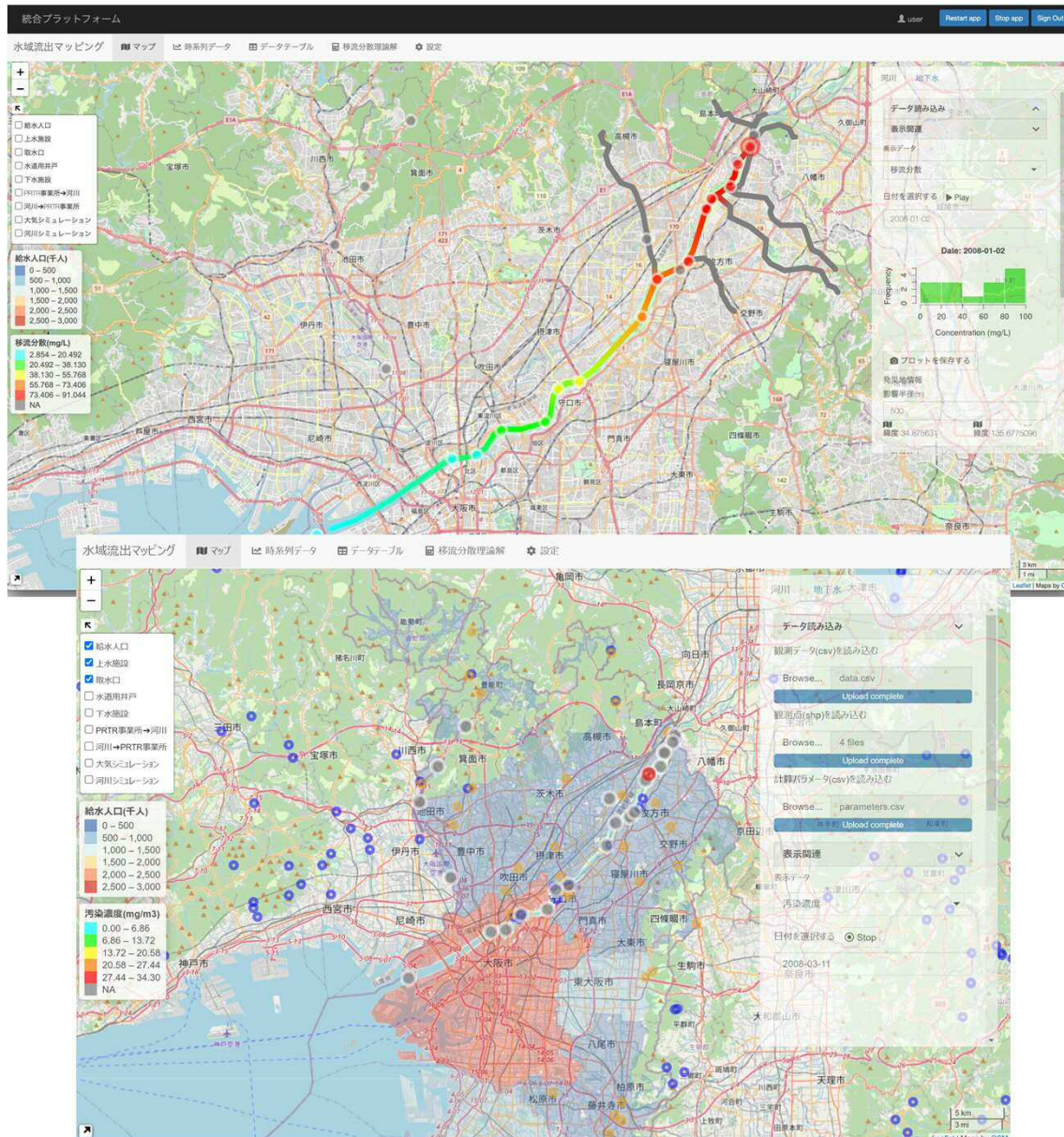
✓ 簡単なデータ形式

✓ 欠測値にも対応

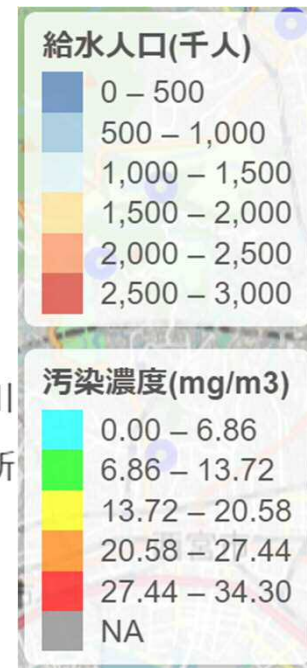
- 任意の観測点のデータから大まかな空間補間を実行（事故時，実際のデータの表示に有効）
- アニメーション表示

## サブテーマ4 迅速予測手法の統合プラットフォームの開発

### 3. 水域流出マッピング (河川)



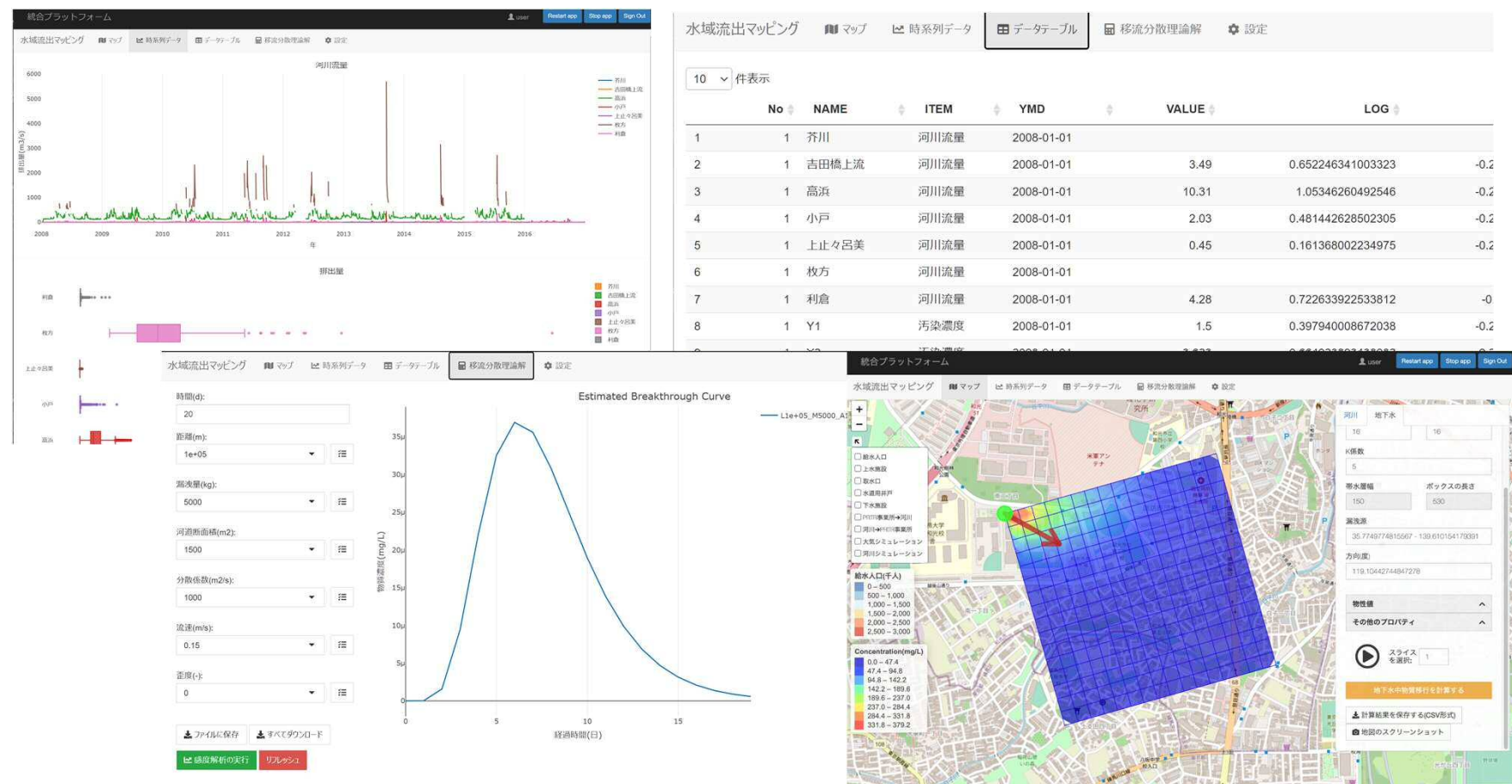
- ☒ 給水人口
- ☒ 上水施設
- ☒ 取水口
- ☐ 水道用井戸
- ☐ 下水施設
- ☐ PRTR事業所→河川
- ☐ 河川→PRTR事業所
- ☐ 大気シミュレーション
- ☐ 河川シミュレーション



- 河川水中の濃度や経時変化を推計
- 給水区域を概算できる
- 人口等の情報を重ねて影響範囲を把握できる

# サブテーマ4 迅速予測手法の統合プラットフォームの開発

## 4. 水域流出マッピング (河川・地下水)



- 観測値の情報とともに，モデルを用いた推計値，感度解析によるシミュレーションを実行可能
- 地下水については、物質排出量、漏洩源・流下方向・地盤物性値等のパラメータに基づき、地下水中の物質移行を推計・表示

# サブテーマ4 迅速予測手法の統合プラットフォームの開発

## 5. 健康影響データベース・曝露量推計ツール

- 化学物質名および症状から検索
- 疫学データとの連携

統合プラットフォーム

化学物質名で検索

症状による絞り込み (AND検索)

呼吸器症状 皮膚症状 消化器症状 アレルギー

Show 25 entries

化学物質

ホルムアルデヒド  
Formaldehyde  
CAS No. 50-00-0

症状  
吸入：眼、喉頭痛、胸骨痛、鼻部の灼熱感、頭痛、息切れ、皮膚：発赤、紅：流涙、充血、痛み、かすみ眼。

詳細情報

化学物質の情報一覧

選択した化学物質に関連した情報を表示するページです。

基本情報

chem\_id : chm00027 name\_j : ホルムアルデヒド webkis\_id : YOT00441 casrn : 50-00-0 mtl\_no : 2-0482 pac\_name : Formaldehyde prtr\_no : 411

毒性値情報

本物質の毒性情報を収録している場合、ガイドライン等の濃度を掲載した表が表示されます。なお、情報源のページから全ての情報を収集している訳ではないため、ここで表示されない物質についても情報源のページに存在する可能性があります。

CIEPA/AEGL (急性毒性ガイドライン濃度) を表示します。AEGLの概要は注釈を、本物質についての正確な情報は下記関連外部リンクからEPAのページをご確認ください。

| 単位 : ppm | 10 min | 30 min | 60 min | 4 hr | 8 hr |
|----------|--------|--------|--------|------|------|
| AEGL 1   | 0.9    | 0.9    | 0.9    | 0.9  | 0.9  |
| AEGL 2   | 14     | 14     | 14     | 14   | 14   |
| AEGL 3   | 100    | 70     | 56     | 35   | 35   |

注釈

○有害化学物質  
○有害化学物質 (第一画) より



S-17-1情報  
基盤との連携

- 化学物質の人への曝露量を迅速に推計
- 性・年齢の別、活動量を考慮
- 数理モデルについての説明も日本語説明も追加

# 研究成果の発表状況

## 査読付き論文 11件（下に主な論文例）

- 1) Cordero, J. A., He, K., Janya, K., Echigo, S., and Itoh, S. (2021). Predicting formation of haloacetic acids by chlorination of organic compounds using machine-learning-assisted quantitative structure-activity relationships. *Journal of Hazardous Materials*, 408, 124466.
- 2) 高橋英司, 川瀬悦郎, 小坂浩司, 浅見真理. 工場排水中の未知物質に由来する阿賀野川水系における原水の異常臭気への対応：原因物質の特定に関する連携と知見. *水道協会雑誌*. 2021;90(8):5-15.
- 3) 小林憲弘, 土屋裕子, 高木総吉, 五十嵐良明. 水道水中農薬のGC/MSスクリーニング分析法の開発と実試料への適用. *環境科学会誌*, 33(5), 136-157 (2020).
- 4) 小野恭子, 吉田愛, 加藤悦子, 恒見清孝. 化学物質非定常排出シナリオ構築のための事故情報解析. *安全工学* 60(1) 15-23. 2021年2月
- 5) 石川百合子, 村田道拓, 川口智也, 小野恭子, 恒見清孝. 化学物質流出事故対策に活用可能な河川流下予測早見表の開発—多摩川, 淀川, 日光川におけるクロロホルムを例として—. *水環境学会誌* (論文受理済)
- 6) Takahiro Otani, Kunihiro Takahashi, Ayano Takeuchi, Mari Asami. Comparison of Spatial Interpolation Methods based on Exposure Assessments of Air Pollutants: A Case Study on Nuclear Substances in Fukushima. *Proceedings of the 12th International Joint Conference on Biomedical Engineering Systems and Technologies*. 2019; 5: 415-421.
- 7) Takahiro Otani, Kunihiro Takahashi. Flexible scan statistics for detecting spatial disease clusters: the rflexscan R package. *Journal of Statistical Software*. 2021; 99(13): 1-29.

## その他発表件数

|                  |       |
|------------------|-------|
| 査読付き論文に準ずる成果発表   | 2 件   |
| その他誌上発表（査読なし）    | 1 1 件 |
| 口頭発表（学会等）        | 5 3 件 |
| 「国民との科学・技術対話」の実施 | 2 6 件 |
| マスコミ等への公表・報道等    | 3 件   |
| 本研究費の研究成果による受賞   | 0 件   |
| その他の成果発表         | 0 件   |



- 浅見真理, 小林憲弘, 日本水道協会会議室, 2019年3月, 水質事故に対応する新しい水質分析.
- 小林憲弘. 水道水質検査のためのGC/MSスクリーニング分析法の開発と適用. 環境科学会2018年会 シンポジウム「スクリーニング分析法を用いた水道水質検査」
- 浅見真理. 水道・環境のリスク管理. 水質検査精度管理研修会. 2021.5.21  
など、実務者ネットワークの形成にも寄与

# 汚染源・物質情報の有無による対応の違い

