

発生直後対応のための情報の統合

- 高橋 邦彦**（東京医科歯科大学M&Dデータ科学センター）
若井 建志（名古屋大学医学系研究科予防医学）
菱田 朝陽（名古屋大学医学系研究科予防医学）
大谷 隆浩（名古屋市立大学医学研究科公衆衛生学）



災害・事故に伴う化学物質等の拡散



プロテインケミカル福井工場爆発
(2018/7/2 福井新聞)



国盛化学小牧本社工場火災
(2018/10/7 毎日新聞)



利根川水系ホルムアルデヒド水質事故
(2012/5/18 日本経済新聞)

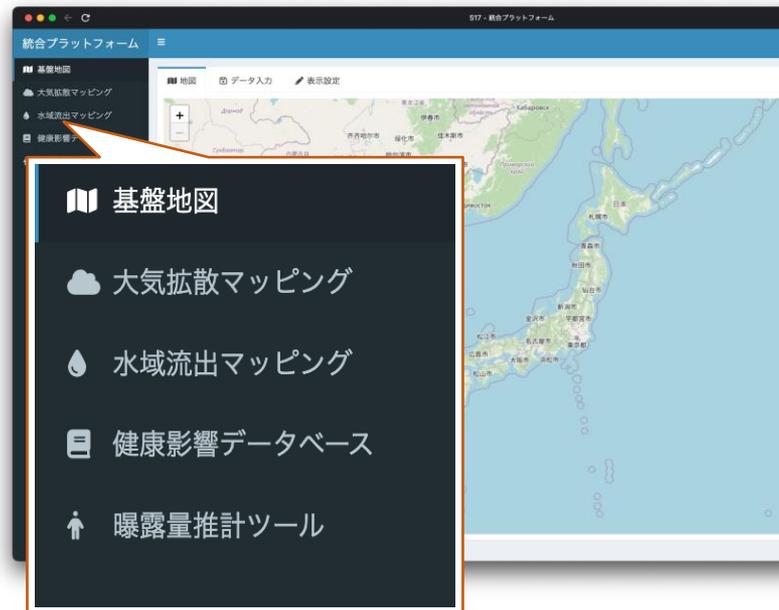
環境および人の健康への懸念

- ▶ 流出した化学物質の拡散状況を迅速に把握
- ▶ 健康への影響に関する情報を収集し適切な対応を検討
- ▶ 事故直後の迅速対応として「とりあえず、ざっくり」の情報も重要

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の開発

- 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
- ユーザーインターフェースの工夫

基盤地図

The screenshot displays a web-based GIS application interface. On the left, a navigation menu includes '基盤地図' (Base Map), '大気拡散マッピング' (Air Dispersion Mapping), '水域流出マッピング' (Water Outflow Mapping), '健康影響データベース' (Health Impact Database), and '曝露量推計ツール' (Exposure Estimation Tool). The main map area shows a city grid with various colored overlays and markers. A pop-up window for '南浄水場' (Nanjiyosha) provides details: '事業主体' (Project Owner) as '和光市' (Wakou City), '事業名' (Project Name) as '和光市水道事業' (Wakou City Water Supply Project), and '日給大給水量 (m³)' (Daily Water Supply) as '30810'. The right side features a '施設の表示' (Facility Display) panel with a list of facility types: PRTR事業所 (checked), 大気環境測定局, 公共用水域水質測定点 (checked), 病院 (checked), 福祉施設, 保健所, 学校, and 浄水場 (checked). Below this is a 'マップの表示' (Map Display) panel with options for 'メッシュ人口' (checked), '洪水浸水想定区域' (checked), '津波浸水想定区域' (checked), '高潮浸水想定区域' (checked), and '土砂災害警戒区域' (checked). A '人口の推計' (Population Estimation) section is also visible. The top of the interface shows '統合プラットフォーム' (Integrated Platform) and navigation icons.

- PRTR事業所（種別），大気環境測定局，浄水場，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

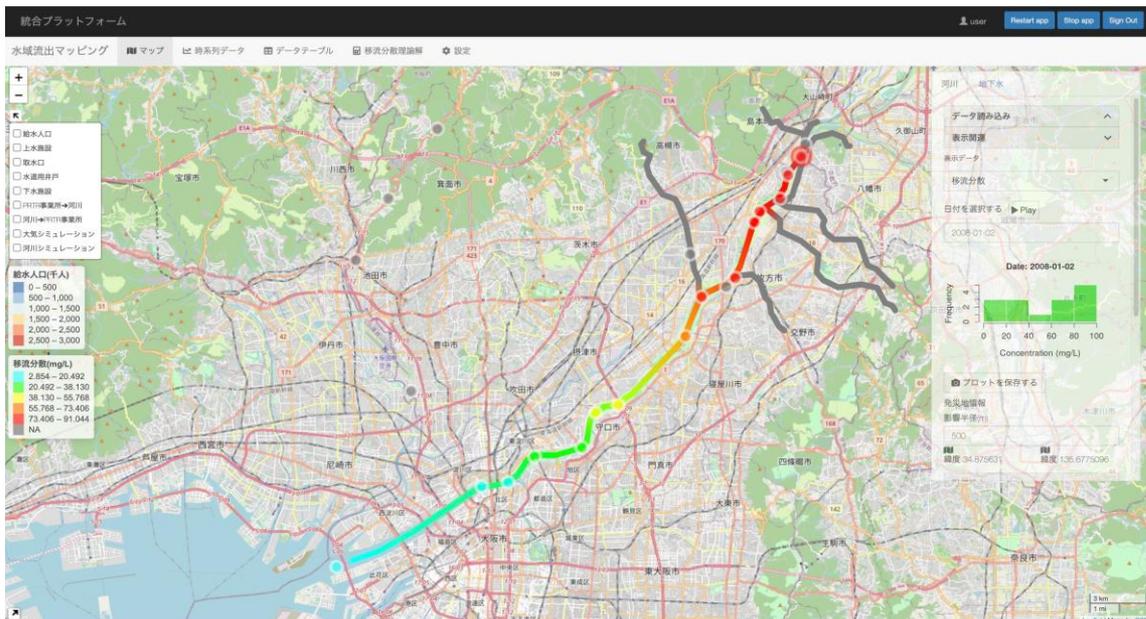
大気拡散マッピング

簡単なデータ形式
欠測値にも対応

	A	B	C	D	J	K	L
1	位置	経度	緯度	単位	3月17日PM	3月18日AM	3月18日PM
13	福島県No9	140.55445	37.6176	μ Sv/h	4.7		
14	福島県No10	140.579	37.5963	μ Sv/h	3.8	3.3	4
15	福島県No11	140.57694	37.5707	μ Sv/h	4.9	4.8	5
16	福島県No12	140.58792	37.434	μ Sv/h	1.5	0.6	1
17	福島県No13	140.62912	37.4411	μ Sv/h	1.7	0.8	0.8
18	福島県No14	140.65315	37.4367	μ Sv/h	1.4	0.8	0.7
19	福島県No15	140.67444	37.4498	μ Sv/h	3.3	2	1.6
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
22	福島県No21	140.71564	37.5092	μ Sv/h	7.3	8.7	8.5
23	福島県No22	140.64491	37.513	μ Sv/h	0.7	2.2	2
24	福島県No23	140.61539	37.5059	μ Sv/h	1.3	2.8	2.8
25	福島県No31	140.74551	37.5669	μ Sv/h	61.6	45	40
26	福島県No32	140.75323	37.5669	μ Sv/h	158	150	140
27	福島県No33	140.75323	37.5669	μ Sv/h	78.2	52	52
28	福島県No34	140.73892	37.6126	μ Sv/h			
29	福島県No35	140.73892	37.5536	μ Sv/h			
30	福島県No36	140.73892	37.5536	μ Sv/h			
31	福島県No37	140.73892	37.5536	μ Sv/h	3.5	2.9	3
32	福島県No38	140.73892	37.5536	μ Sv/h	3.2	3	3
33	福島県No39	140.73892	37.5536	μ Sv/h	2	1.7	1.8
34	福島県No40	140.73892	37.5536	μ Sv/h	3.3	2.9	3
35	福島県No45	140.96918	37.2426	μ Sv/h	4.7	4.6	4
36	福島県No46	140.87666	37.562	μ Sv/h	38	32	33
37	福島県No51	140.61762	37.2909	μ Sv/h	4.7	0.9	0.9
38	福島県No52	140.57282	37.439	μ Sv/h	1.7	0.9	1.6

- 任意の観測点のデータから大まかな空間補間を実行

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 地下水 大連市

データ読み込み

観測データ(csv)を読み込む

Browse... data.csv

Upload complete

観測点(shp)を読み込む

Browse... 4 files

Upload complete

計算パラメータ(csv)を読み込む

Browse... parameters.csv

Upload complete

表示関連

表示データ

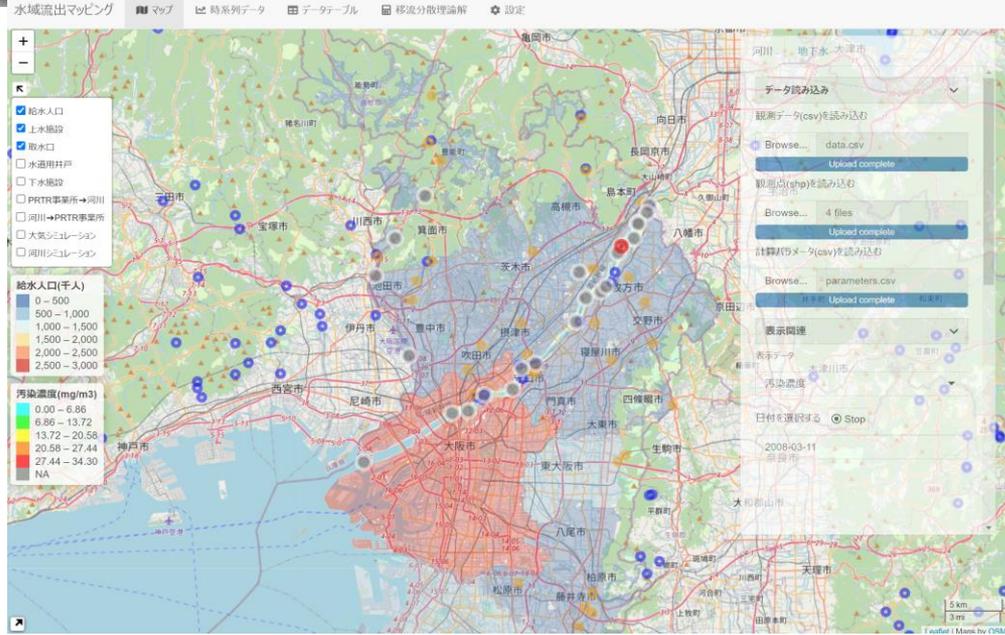
汚染濃度

河川流量

汚染濃度

移流分散

到達時間



- 河川内の濃度や経時変化を推計
- 人口等の情報を重ねて影響範囲を把握できる

水域流出マッピング (河川)

統合プラットフォーム

Restart app Stop app Sign Out

水域流出マッピング マップ 時系列データ データテーブル 移流分散理論 設定

水域流出マッピング マップ 時系列データ **データテーブル** 移流分散理論 設定

10 件表示

No	NAME	ITEM	YMD	VALUE	LOG
1	芥川	河川流量	2008-01-01		
2	吉田橋上流	河川流量	2008-01-01	3.49	0.652246341003323
3	高浜	河川流量	2008-01-01	10.31	1.05346260492546
4	小戸	河川流量	2008-01-01	2.03	0.481442628502305
5	上止々呂美	河川流量	2008-01-01	0.45	0.161368002234975
6	枚方	河川流量	2008-01-01		
7	利倉	河川流量	2008-01-01	4.28	0.722633922533812
8	Y1	汚染濃度	2008-01-01	1.5	0.397940008672038
9	Y2	汚染濃度	2008-01-01	3.623	0.664923893438082
10	Y3	汚染濃度	2008-01-01	8.5	0.977723605288848

75,624 件中 1 から 10 まで表示

河川流量

排出量

利倉
枚方
上止々呂美
小戸
高浜

水域流出マッピング マップ 時系列データ **データテーブル** 移流分散理論

時間(d): 20
距離(m): 1e+05
漏洩量(kg): 5000
河道断面積(m²): 1500
分散係数(m²/s): 1000
流速(m/s): 0.15
歪度(-): 0

ファイルに保存 すべてダウンロード

感度解析の実行 リフレッシュ

Estimated Breakthrough Curve

- 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

水域流出マッピング (地下水)

統合プラットフォーム

user Restart app Stop app Sign Out

水域流出マッピング マップ 時系列データ データテーブル 移流分散理論 設定

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

給水人口(千人)
 0 - 500
 500 - 1,000
 1,000 - 1,500
 1,500 - 2,000
 2,000 - 2,500
 2,500 - 3,000

Concentration(mg/L)
 0.0 - 47.4
 47.4 - 94.8
 94.8 - 142.2
 142.2 - 189.6
 189.6 - 237.0
 237.0 - 284.4
 284.4 - 331.8
 331.8 - 379.2

河川 地下水
 16 16
 K係数
 5
 帯水層幅
 150
 ボックスの長さ
 河川 地下水
 16 16
 漏洩源
 35.7749774815667
 方向(度)
 119.104427448472
 物性値
 その他のプロパティ
 計算タイプ
 デフォルト
 マイ設定 1
 マイ設定 2
 漏洩源
 漏洩源を選択:
 グリッド横
 16
 グリッド縦
 16
 地下水中物質
 K係数
 4
 帯水層幅
 150
 ボックスの長さ
 424
 漏洩源
 35.7748441133625 - 139.610438352231
 方向(度)
 116

物性値	
気孔率	0.25
透水係数	25
縦方向の分散性	30
横方向の分散性	15
垂直分散性	11
油圧勾配	0.01
分配係数	4

その他のプロパティ	
分子拡散係数	6
減衰定数	4
固体の容積密度	1398
水の密度	0
誤差の許容範囲	0.001
時間間隔サイズ	30
排出時間	100000
廃棄物排出量	6.28

- 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

健康影響データベース

統合プラットフォーム

- 基盤地図
- 大気拡散マッピング
- 水域流出マッピング
- 健康影響データベース
- 曝露量推計ツール

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
- 眼症状
- 皮膚症状
- 消化器症状
- がん

Show 25 entries

化学物質

ICSCデータベース

GHS分類結果

IRIS

IARC

S17
情報
基盤

S17情報基盤との連携

ホルムアルデヒド
Formaldehyde

CAS No.
50-00-0

症状

吸入：咳、咽頭痛。胸痛
背部の灼熱感。頭痛。息
切れ。
皮膚：発赤。
眼：流涙。充血。痛み。か
すみ眼。

応急処置

吸入：新鮮な空気、安静。
半座位。人工呼吸が必要
なことがある。直ちに医療機
関に連絡する。
皮膚：汚染された衣服を脱
がせる。多量の水がシャワ
ーで、皮膚を洗い流す。体調
がよくないと感じた場合は、医
療機関を受診する。
眼：多量の水で洗い流す。

- 飲み込むと有害
- 皮膚に接触すると有毒
- 吸入すると生命に危険 (ガス)
- 皮膚刺激
- 強い眼刺激
- 吸入するとアレルギー、喘息または呼吸困難を起こすおそれ
- アレルギー性皮膚反応を起こすおそれ
- 遺伝性疾患のおそれの疑い
- 発がんのおそれ

詳細情報

Showing 1 to 25 of 1,305 entries

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

- 化学物質名および症状から検索
- ICSC, GHS, IRIS等の健康影響情報データを日本語で表示
- S17情報基盤へのダイレクトリンク

曝露量推計ツール

- 基盤地図
- 大気拡散マッピング
- 水域流出マッピング
- 健康影響データベース
- 曝露量推計ツール

吸入曝露量の推計 経口曝露量の推計 経皮曝露量の推計

推計結果

パラメータ設定

化学物質の空気中濃度 (ppm)

曝露時間 (h)

活動の強度

曝露量推計ツールについて

このツールでは米国Environment Protection Agency (EPA)「Guidelines for Human Exposure Assessment」(Oct 2019, EPA/100/B-1/001)に基づいて曝露量を推計します。

Guidelines for Human Exposure Assessmentより抜粋

2.4. 曝露推定値の算出

曝露評価者は、曝露シナリオ、濃度、活動パターン、その他の曝露要因を記述した情報やデータを組み合わせることで、個人や集団の曝露量を定量的に推定することができます。前述のように、曝露の特徴を明らかにするには、質量と時間の定義が必要です。

このセクションでは、最も一般的な曝露経路である吸入、摂取、経皮の各経路での曝露量を推定するための経路別の式と関連する入力変数を示します。ここでは一般的な式を示しているが、詳細は「Draft Protocol for Measuring Children's Non-Occupational Exposure to Pesticides by All Relevant Pathways」(U.S. EPA 2001b)に記載されており、吸入および経皮経路による曝露を推定するための式も含まれています。これらの曝露方程式の様々な形式の詳細（様々な曝露モデルで使用されるモデルのデフォルト値を含む）は、Williamsら（2010）に記載されている。

2.4.1. 吸入による曝露

化学物質を吸い込むことにより、曝露は吸入経路で発生します。化学物質は、気道に直接影響を与えるか（吸入点影響）、気道組織を経由して血流に入り、身体他の器官に影響を与える可能性がある（標的器官影響）。単純化した仮定として、ガス、エアロゾル、2.5マイクロメートル以下の微細な（「呼吸可能な」）粒子については、吸入曝露が線量に等しいとされています。より詳細な線量の推定には、ストレス因子のADMEパラメータを考慮した別の方程式やモデルが必要となる。大きな粒子を吸い込んだ場合、肺の最下部（肺胞）に到達する可能性は低い。肺の中の繊毛の動きによってそのような粒子が取り除かれることもあり、その場合は飲み込むこととなります。ナノメートルサイズの粒子は、上気道に堆積し、標的臓器に到達する可能性があります（Oberdorster et al. 2007）。吸入曝露による摂取に関連する線量の推定は、呼吸器系の複雑な性質のために複雑である。入口としての呼吸器系の複雑な性質のため、吸入曝露による摂取に関連する線量の推定は複雑である（U.S. EPA 1994b; U.S. EPA 2009f）。

最も簡単に言えば、ある曝露事象における吸入曝露は、人がいる場所の空気中の平均的な化学物質濃度と等しい。人の呼吸域の空気中の化学物質の平均濃度に吸入率を乗じたものである。以下の式による（U.S. EPA 2001b）。

$$E_{inh} = (C_a)(IR)$$

- E_{inh} = 吸入曝露量（単位時間あたりの質量）
- C_a = 化学物質の空気中濃度（呼吸域の空気量あたりの化学物質の質量）
- IR = 吸入率（単位時間あたりに呼吸した空気量）

特定の化学物質への曝露をより詳細に推定するためには、追加の要因が考慮される。例えば、粒子状物質への曝露を含む複雑な状況では、肺への沈着と吸入も考慮されます。肺への沈着と呼吸も考慮する。あるいは、該当する曝露期間の曝露濃度から曝露量を推定することもできます。また、EPA基準濃度（米国）を用いて危険度指数を算出する際には、該当する曝露期間の曝露濃度で曝露量を推定する。EPA基準濃度（U.S. EPA 2004a; U.S. EPA 2009f）を用いて危険度指数を算出する際には、該当曝露期間の曝露濃度で推定することもできる。

- 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

まとめ

- GISなどの高度な専門知識を必要とせず簡便に利用できる
- 事故時に避難が必要な地域や人数の迅速な把握などに役立つ
- 無償のオープンソースソフトを利用して開発されており、汎用性も大きい

行政の担当者などでも利用しやすいものを

注意点

- 表示される推計結果は精密なものではない
- 提示される化学物質情報は既知の情報をすべて網羅したものではない
- ネットワーク環境に依存（スタンドアロン版/Web版）

災害時だけでなく普段から利用しておくことも重要

本日の演習セッションで本プラットフォームの紹介・演習を行います。是非ご参加ください。