

国立環境研究所 環境リスク研究プログラム 中核PJ1  
化学物質曝露に関する複合的要因の  
総合解析による曝露評価

代表者

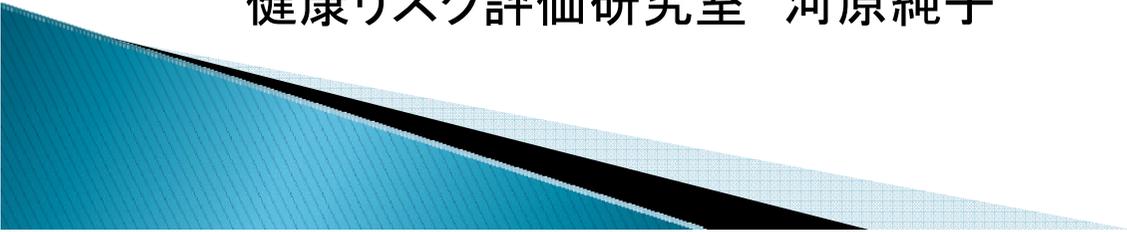
環境リスク研究センター 曝露評価研究室長 鈴木規之

分担者

曝露評価研究室 櫻井健郎、今泉圭隆、小林淳、Solovieva Elena

環境曝露計測研究室 白石不二雄(室長)、鑪迫典久、中島大介、  
鎌田亮、平井滋恵、小田重人、小塩正朗、影山志保

健康リスク評価研究室 河原純子



# 「化学物質曝露に関する複合的要因の総合解析による曝露評価」PJの目的

- ▶ 化学物質曝露評価における新たな課題
  - 複合影響、化学物質ライフサイクル曝露、ハイリスク集団への着目、地球規模の化学物質問題、...
- ▶ 多数の化学物質による多重曝露の問題に対する取り組みをしたい
  - 基本的な条件
    - 複合影響の二つの見方
      - 多数の物質による影響の重なり
      - 一つの生物における多重疾患
    - 地域・時間変動をあわせて把握する必要
      - 平均的状況のみの理解では人、生態系とも適切な理解は困難
    - 複合影響のリスク評価手法が未確立の段階では、論理的なアプローチは難しいが、ともかくも多数の化学物質が共存する曝露状況を的確に把握することが必要ではないか
  - いくつかの方法での地域分布を持った多重曝露を示すことを目標

# PJ1の目的と構成:複合曝露を3つのサブテーマによって把握する

動態モデル推定により、  
多種物質による複合的  
な曝露状況を把握

- ・地球規模動態モデル→POPs等の地球規模汚染の曝露への反映
- ・地域詳細モデル→農薬類などの詳細動態解析
- ・残留性物質の生物移行一般モデルの確立→水生生物への移行一般モデルの確立

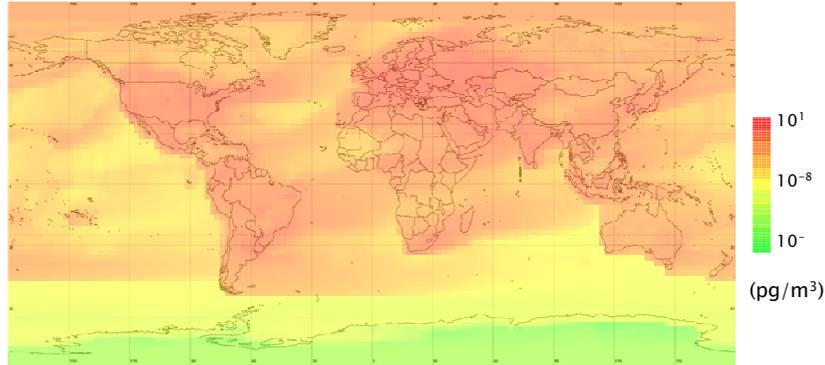
バイオアッセイおよび網  
羅的分析の環境調査に  
より、複合的な曝露状況  
を把握

- ・河川水のin vitroバイオアッセイ・網羅分析全国調査
- ・大気のin vitroバイオアッセイ・網羅分析全国調査
- ・日本版WET(J-WET)構築
- ・小児の曝露評価

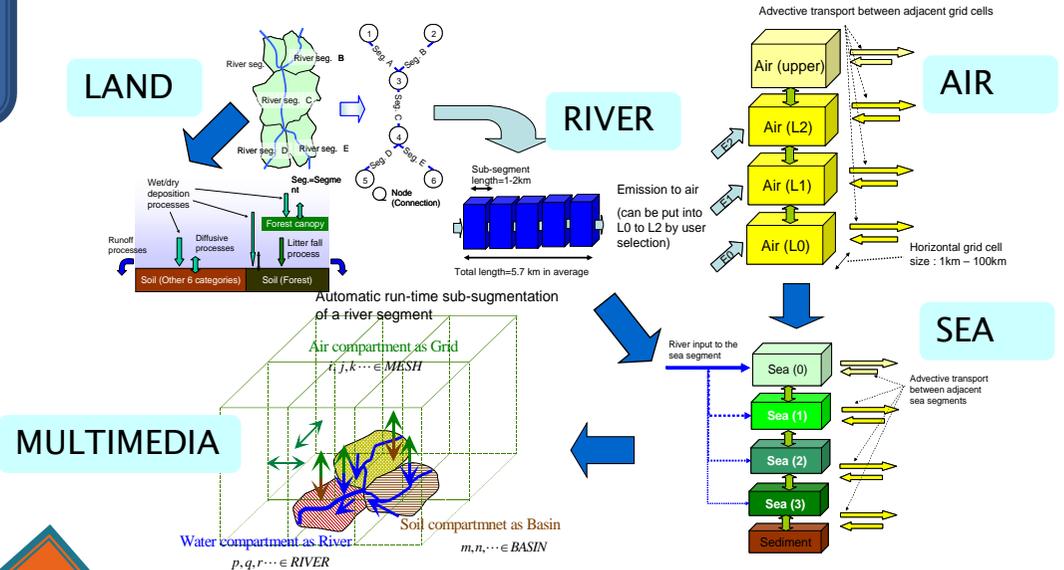
多重曝露の評価と分析・  
バイオアッセイでの検証

- ・多重曝露状況の把握←モデル推定
- ・多重曝露・複合影響の検証←バイオアッセイ

# 地域規模および地球規模GIS詳細動態モデルの構築



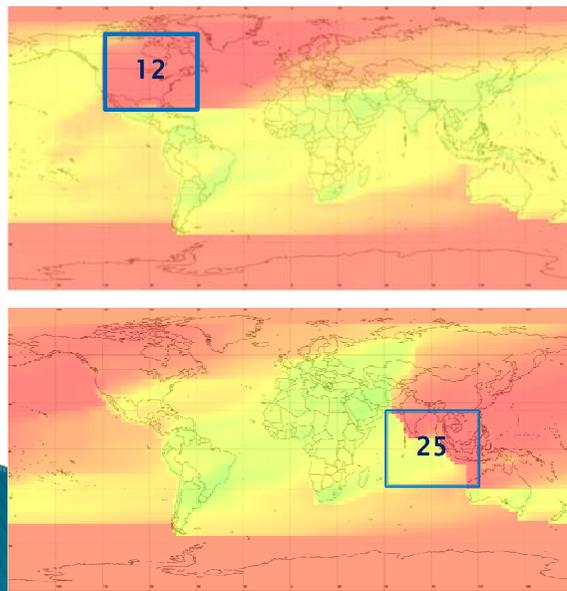
PCB#153の全球動態の予測



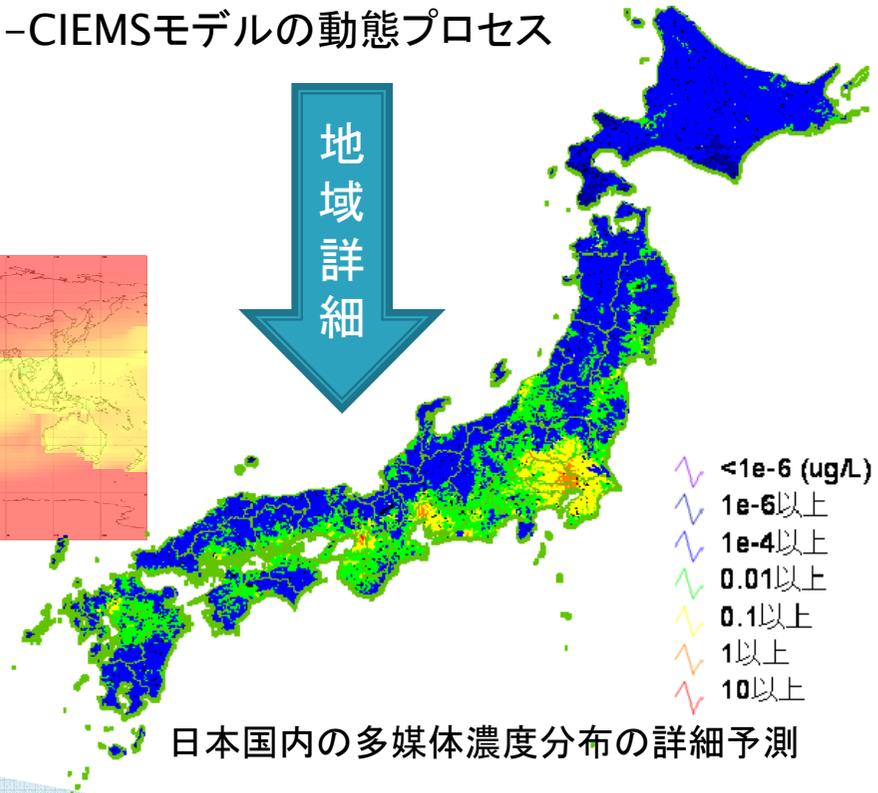
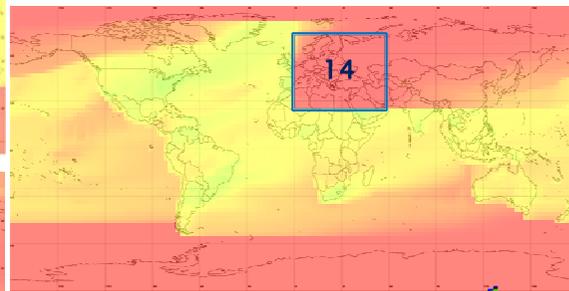
G-CIEMSモデルの動態プロセス

地球規模

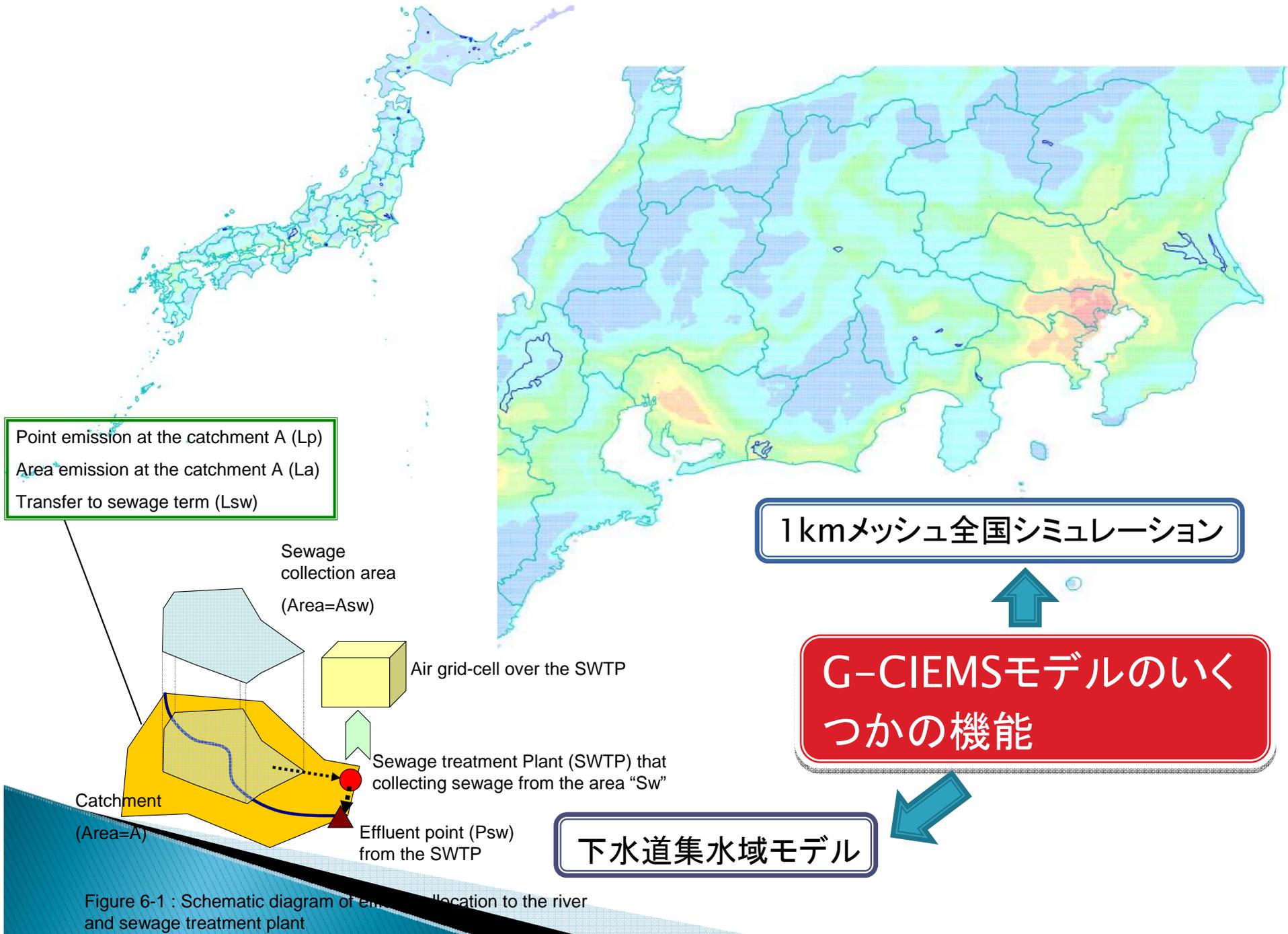
地域詳細



グローバルな地域寄与の検討結果



日本国内の multimedia 濃度分布の詳細予測



Point emission at the catchment A ( $L_p$ )  
 Area emission at the catchment A ( $L_a$ )  
 Transfer to sewage term ( $L_{sw}$ )

Sewage collection area  
 (Area= $A_{sw}$ )

Air grid-cell over the SWTP

Sewage treatment Plant (SWTP) that collecting sewage from the area "Sw"

Effluent point ( $P_{sw}$ ) from the SWTP

Catchment  
 (Area= $A$ )

1kmメッシュ全国シミュレーション

G-CIEMSモデルのいくつかの機能

下水道集水域モデル

Figure 6-1 : Schematic diagram of emission allocation to the river and sewage treatment plant

# G-CIEMSモデル公開版

環境多媒体モデルG-CIEMS TOP - Windows Internet Explorer

http://www.nies.go.jp/gciems/gciems.html

環境リスク研究センター  
Research Center for Environmental Risk

国研研Top > 環境リスク研究センターTop > 情報基盤整備 Database > 環境多媒体モデルG-CIEMSトップ

トップ 著作権と免責事項 モデルプログラム ユーザーインターフェース バージョン その他

**G-CIEMS (Grid-Catchment Integrated Environmental Modeling System) の概要**

図1 G-CIEMSモデルの動態計算過程の概要

G-CIEMSは国立環境研究所において新たに開発した詳細な空間分解能を持つGIS多媒体モデルです。環境中に放出された化学物質は、大気、水、土壌、底質などの媒体の間を移動

G-CIEMSモデル用ユーザーインターフェースの概要 | 環境多媒体モデルG-CIEMS - Windows Internet Explorer

http://www.nies.go.jp/gciems/user/download.html

環境リスク研究センター  
Research Center for Environmental Risk

国研研Top > 環境リスク研究センターTop > 情報基盤整備 Database > 環境多媒体モデルG-CIEMSトップ > G-CIEMSモデル用ユーザーインターフェースの概要

トップ 著作権と免責事項 モデルプログラム ユーザーインターフェース バージョン その他

**G-CIEMSモデル用ユーザーインターフェースの概要**

G-CIEMSモデル用ユーザーインターフェースは、環境省の請負業務(平成17年度)として(株)国立環境研究所環境リスク研究センターにおいて開発されたプログラムです。

ユーザーインターフェースプログラムは、G-CIEMSモデルに投入する入力データの操作と保存等を行い、さらに入出力データ等を指定してモデル計算を実行する機能を有する入力データ整形ツールと、計算された結果の統計処理、図化等を行う出力結果編集ツールからなっています(図3)。機能の詳細はマニュアルをご参照ください。

図3 ユーザーインターフェースの概要

<http://www.nies.go.jp/gciems/gciems.html>

# 水田用農薬の環境中濃度の日変動予測

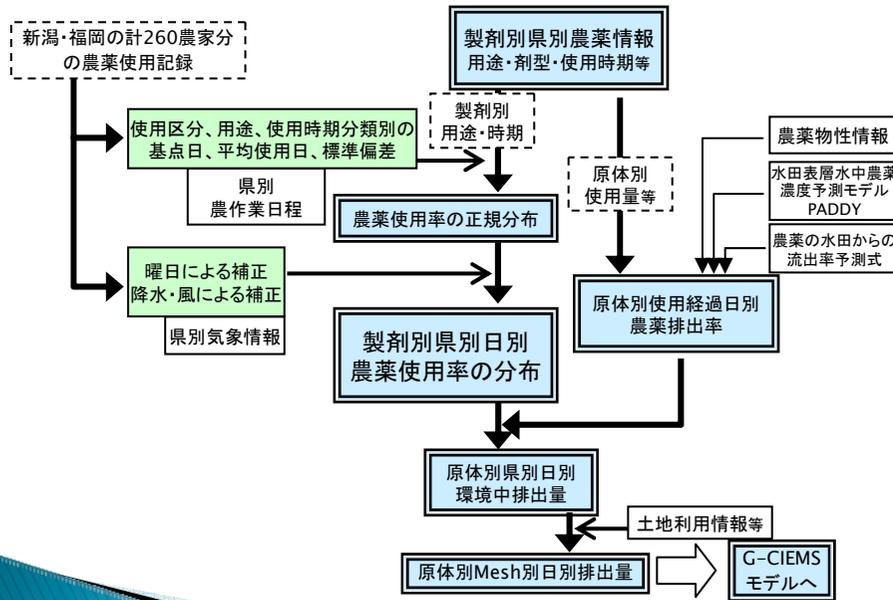
【目的】日本全国の空間濃度分布の予測に加え、農薬に関して週変動程度の時間変動の予測を可能にする

## 方法

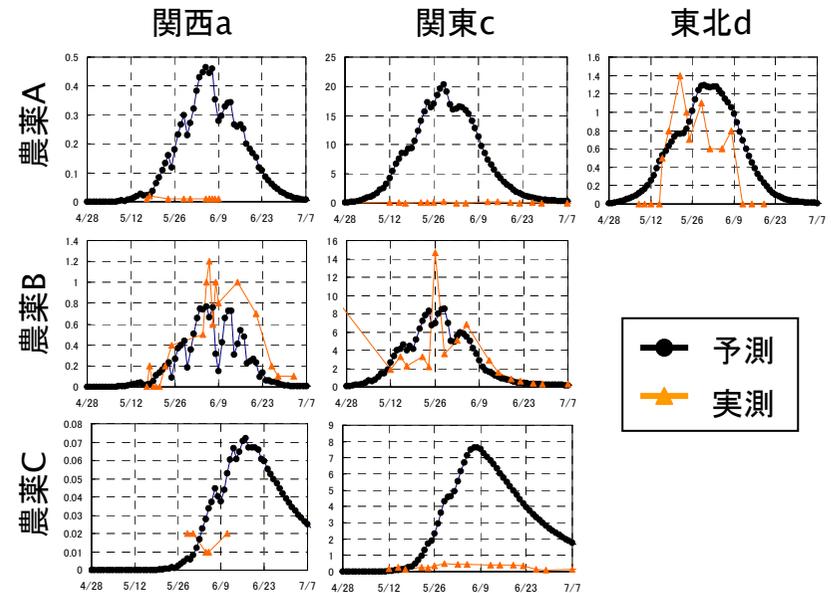
- ・ 農薬登録情報や使用実態を基に、各製剤を分類
- ・ 地域別農薬原体別の使用量日変動を予測
- ・ 原体の物性より水田外への排出量日変動を予測
- ・ 多媒体モデル「G-CIEMS」にて環境中濃度を予測

## 試算結果

- ・ 一部の農薬・地点にて高精度で日変動を再現
- ・ その他の農薬・地点でも、濃度の増減傾向は概ね再現可能
- ・ 予測が大きく異なる地点・農薬に関してその原因を精査中



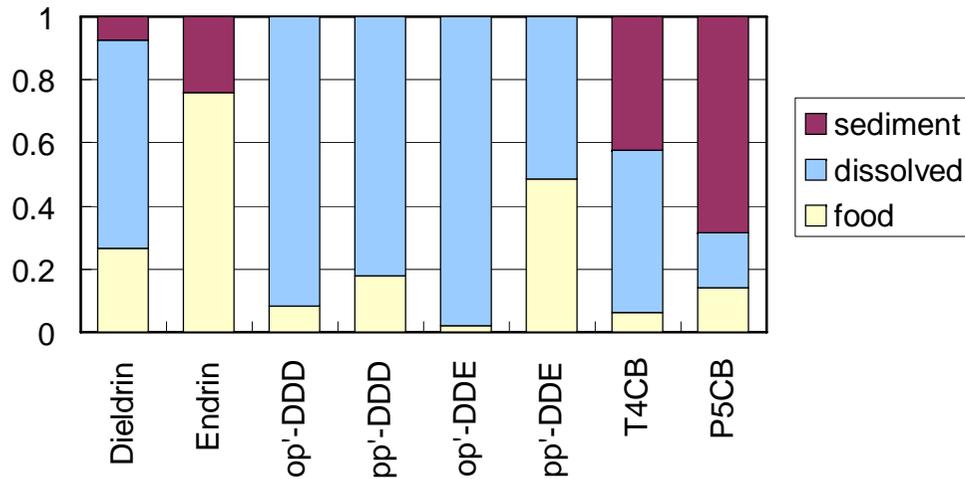
各農薬の排出量予測手順



除草剤を対象とした試算例の抜粋

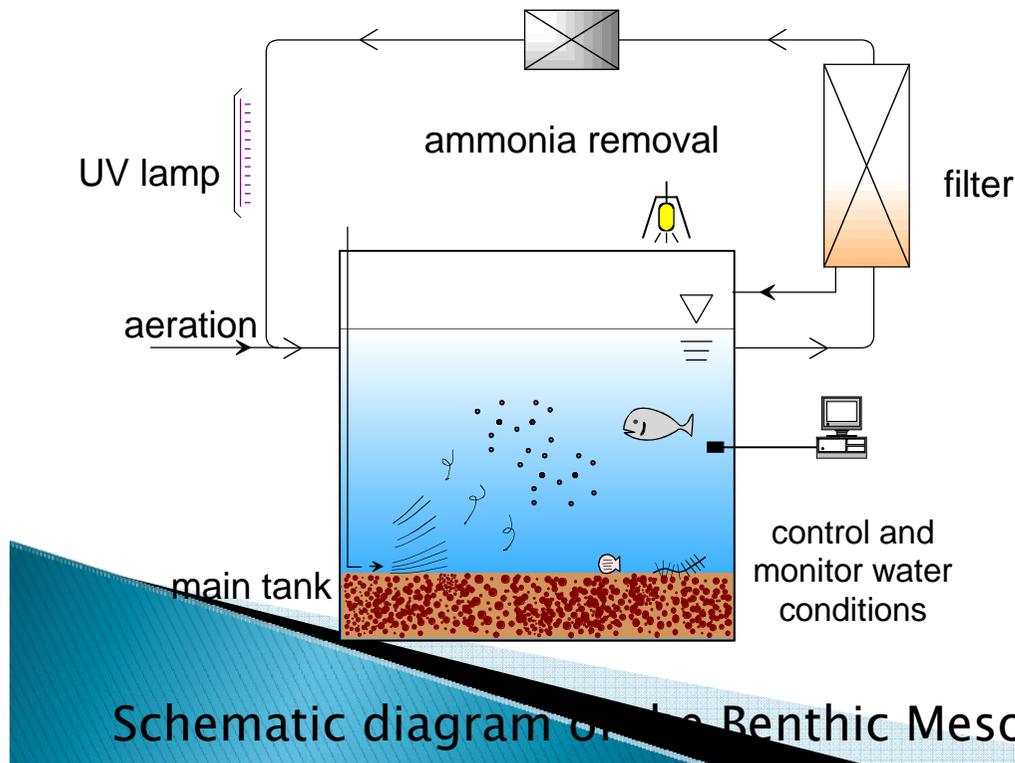
# 残留性物質の生物移行一般モデルの構築

Contribution to concentration in fish whole body in bottom sediment tank based on steady-state assumption



$$\frac{dC_b}{dt} = (k_F C_F + k_{W(\text{dis})} C_{W(\text{dis})} + k_{\text{sed}} C_{\text{sed}} - k_2 C_b)$$

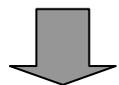
$$C_{b-\text{eq}} = \frac{1}{k_2} (k_F C_F + k_{W(\text{dis})} C_{W(\text{dis})} + k_{\text{sed}} C_{\text{sed}})$$



main tank

# 東京湾における水、底質、生物のフィールド観測

- ▶ 湾内の空間分布や分配状況を把握できるデータを取得。



- ▶ 室内実験と動態モデルによる推定結果の検証

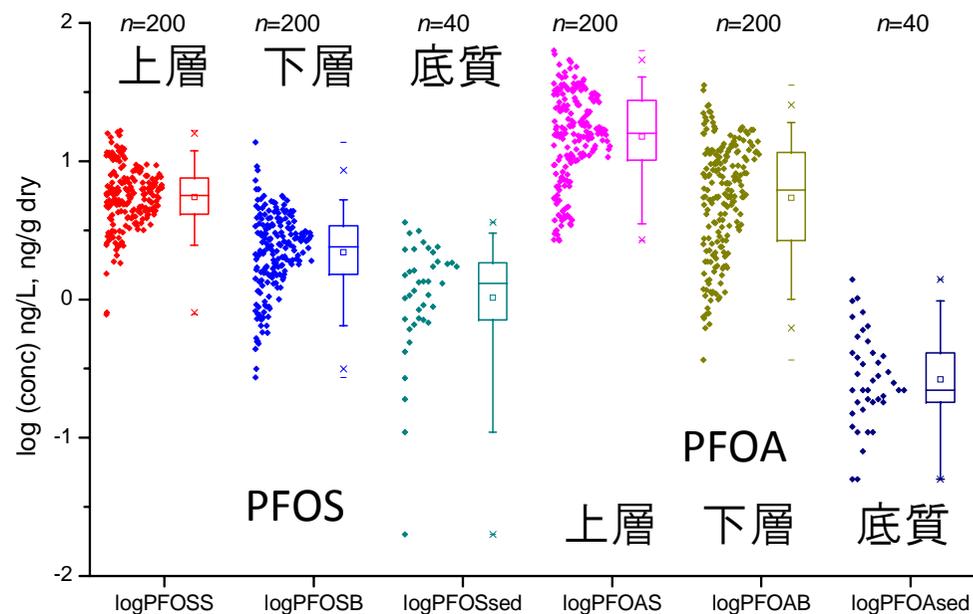
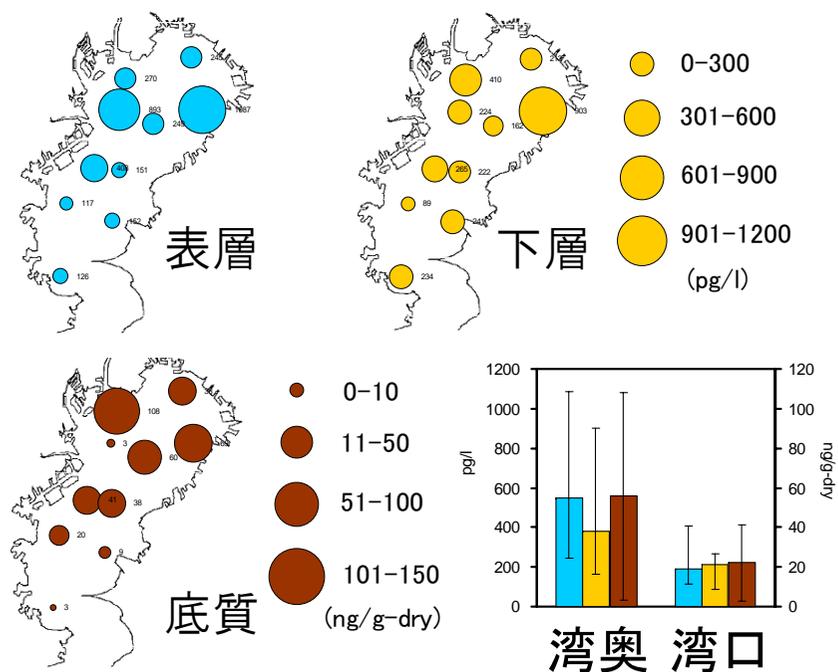


図1. 東京湾海水、表層底質中PCB濃度水平分布(エラーバーは最大-最小値)  
(1-10塩素化物、全異性体分析、10地点)

図2. PFOS, PFOAの測定値の分布(対数値)  
(PFOS + PFOA、20地点×上下2層×4季)

# 小児の曝露特性把握のための調査：運動負荷-肺換気量測定試験

Sedentary



仰臥安静



椅座位安静



立位安静

Light



座位・机上作業



積木作業



歩行

Moderate  
Vigorous



階段昇降



ハンドボール投げ



走行

# 1日の肺換気量推定結果

5-6歳児の1日の肺換気量推定結果(単位:m<sup>3</sup>/day, A幼稚園 N=18)

	Mean	min	max
Day1	8.4	6.7	10.0
Day2	8.3	6.7	9.5
Weekend	7.8	6.6	9.2
Mean	8.2	6.9	9.5

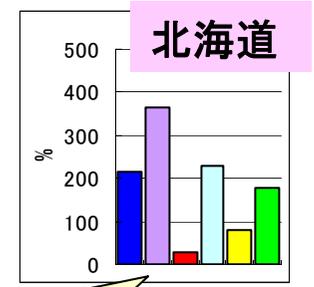
- ・Adams(1993)の栄養摂取量からの推定では、  
3-5歳児で8.3m<sup>3</sup>/day, 6-8歳児で10m<sup>3</sup>/day
- ・本研究対象者の体重あたりの1日肺換気量  
0.41 m<sup>3</sup>/kg/day  
成人男性(60kg) 15 m<sup>3</sup>/day :0.25 m<sup>3</sup>/kg/day .  
成人女性(50kg) 15 m<sup>3</sup>/day :0.30 m<sup>3</sup>/kg/day.

# 80河川水の*in vitro*アッセイ群による環境調査の結果 -都道府県別平均値の全試料平均に対する%-

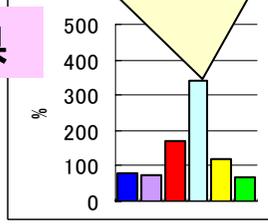
- 全有機炭素量
- 発光細菌毒性
- ヒト・エストロゲン活性
- メダカエストロゲン活性
- RAR結合活性
- AhR結合活性

メダカエストロゲン活性;  
豆腐加工場排水の寄与(?)

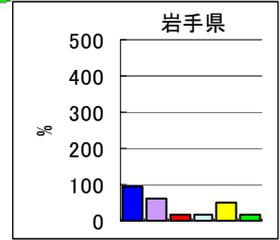
製紙工場排水の寄与



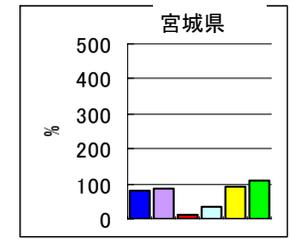
長野県



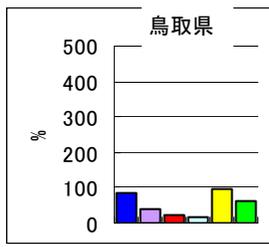
岩手県



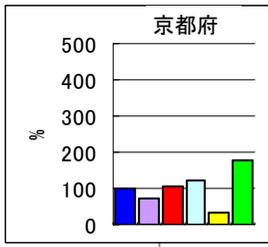
宮城県



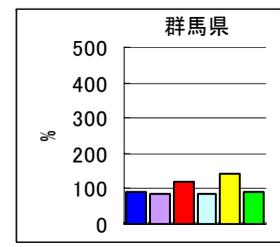
鳥取県



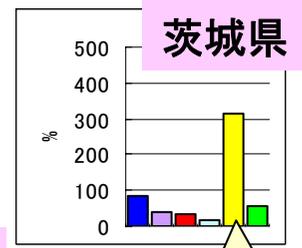
京都府



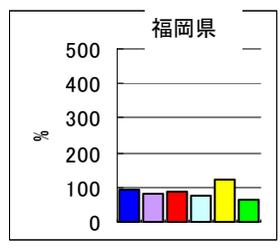
群馬県



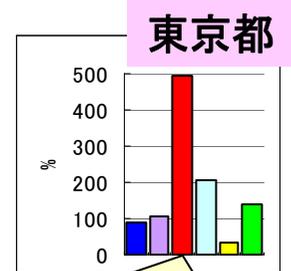
茨城県



福岡県

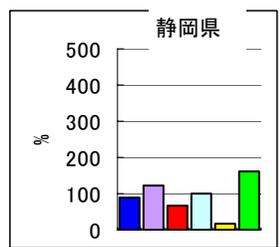


東京都



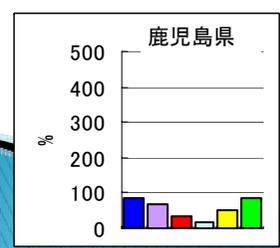
RAR結合活性;  
藻類の寄与(?)

静岡県

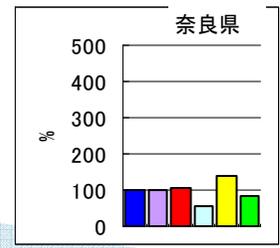


ヒトエストロゲン活性;  
下水処理場排水の寄与(?)

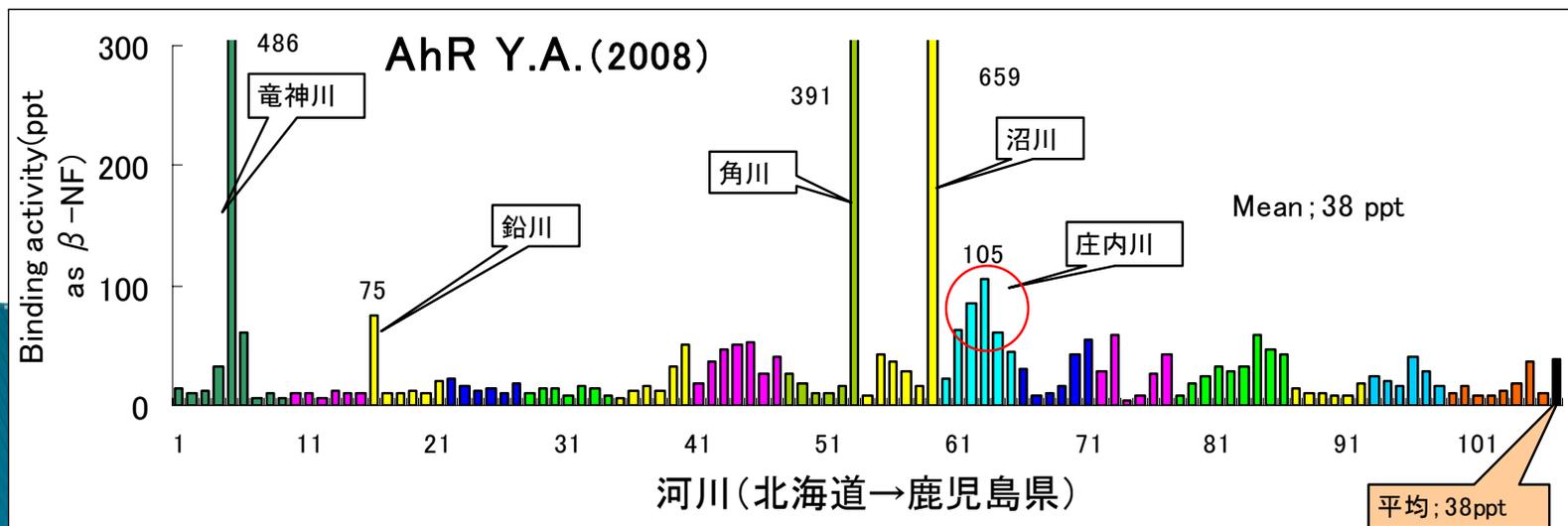
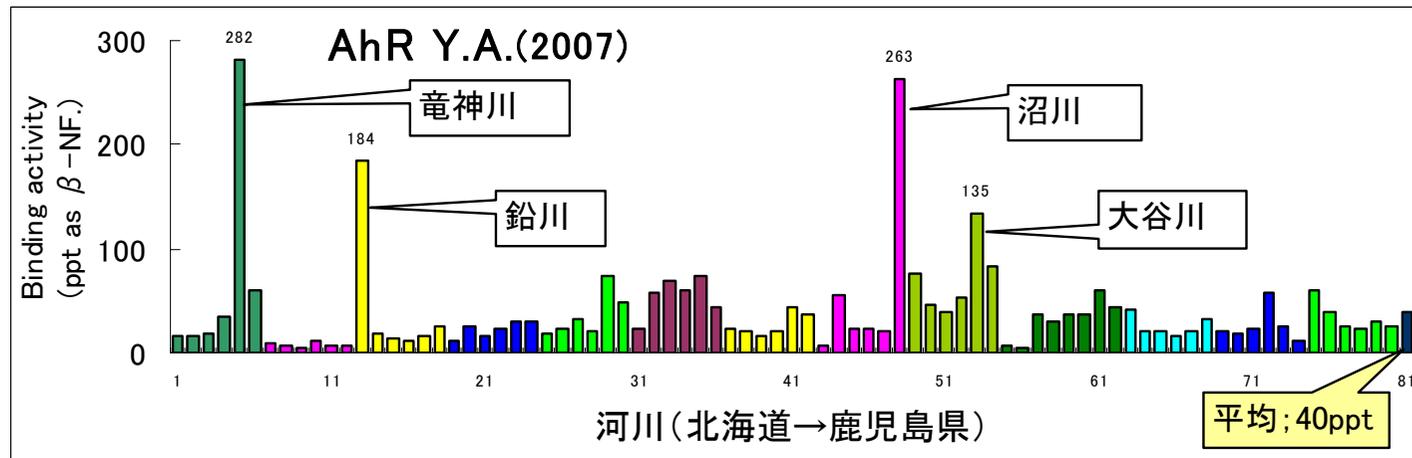
鹿児島県



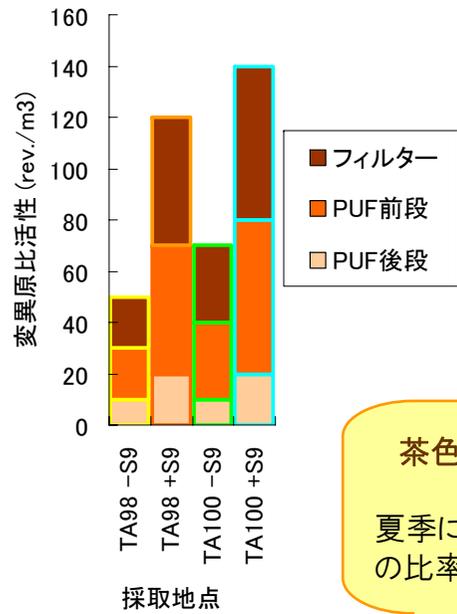
奈良県



# 全国河川水のAhR導入酵母アッセイ(AhR Y.A.)による結合活性 - 2007年(80検体)と2008年(106検体) -



# 大気のin vitroアッセイ群による環境調査の結果



粉じん(フィルター)  
気相(ポリウレタンフォーム)  
を分けて捕集

それぞれ  
ソックスレー  
抽出

バイオアッセイ

機器分析  
GCMS

## 一大気中変異原性 (rev./m<sup>3</sup>)

茶色が粉じんの変異原性  
夏季には粉じんの変異原性の  
比率が低い

全国的にTA98-S9条件  
(フレームシフト型直接変異  
原)が高いパターン

鹿児島では塩基対置換  
型直接変異原が強いパ  
ターン

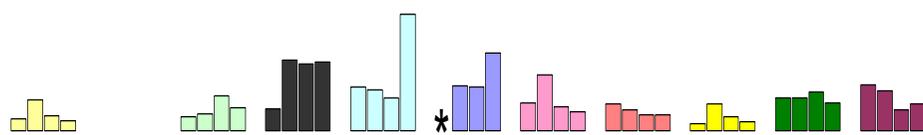
- その他測定項目
- 粉じん濃度
- hAhR活性
- 発光umu試験



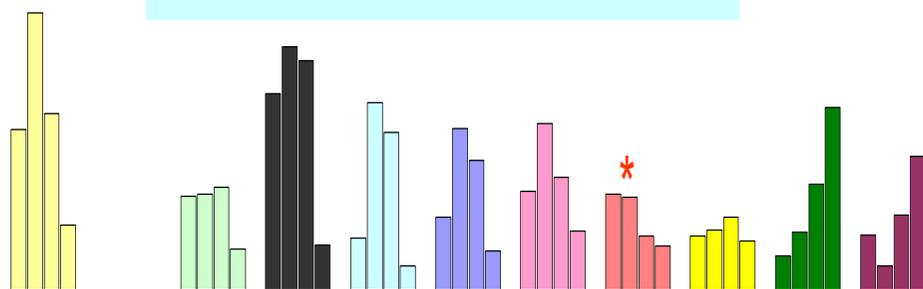
## 全国大気一斉サンプリング (H19.7.23-27)

# 大気浮遊粉塵のAhR結合活性と他アッセイ結果との相関

【夏】2007年7月23日~27日



【冬】2008年1月21日~25日



【夏】2008年7月28日~8月1日



各バイオアッセイ結果の相関

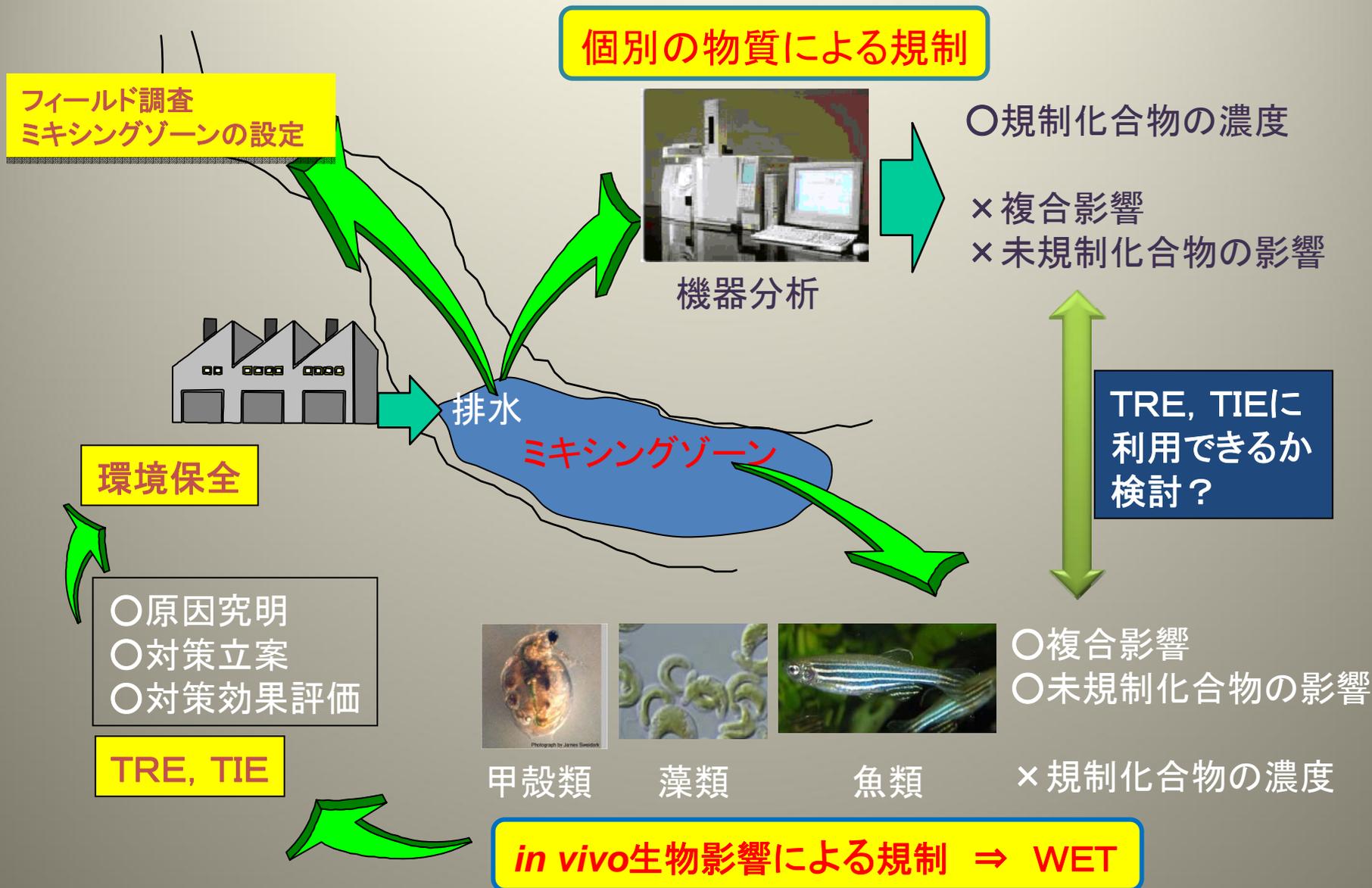
	TSP	AhR	TA98 -S9	TA98 +S9	TA100 -S9	TA100 +S9
TSP	—	0.121	0.327	0.366	0.187	0.305
AhR		—	0.638	0.604	0.426	0.684
TA98 -S9			—	0.789	0.441	0.671
TA98 +S9				—	0.461	0.724
TA100 -S9					—	0.542
TA100 +S9						—

TSP: 大気中粉じん濃度

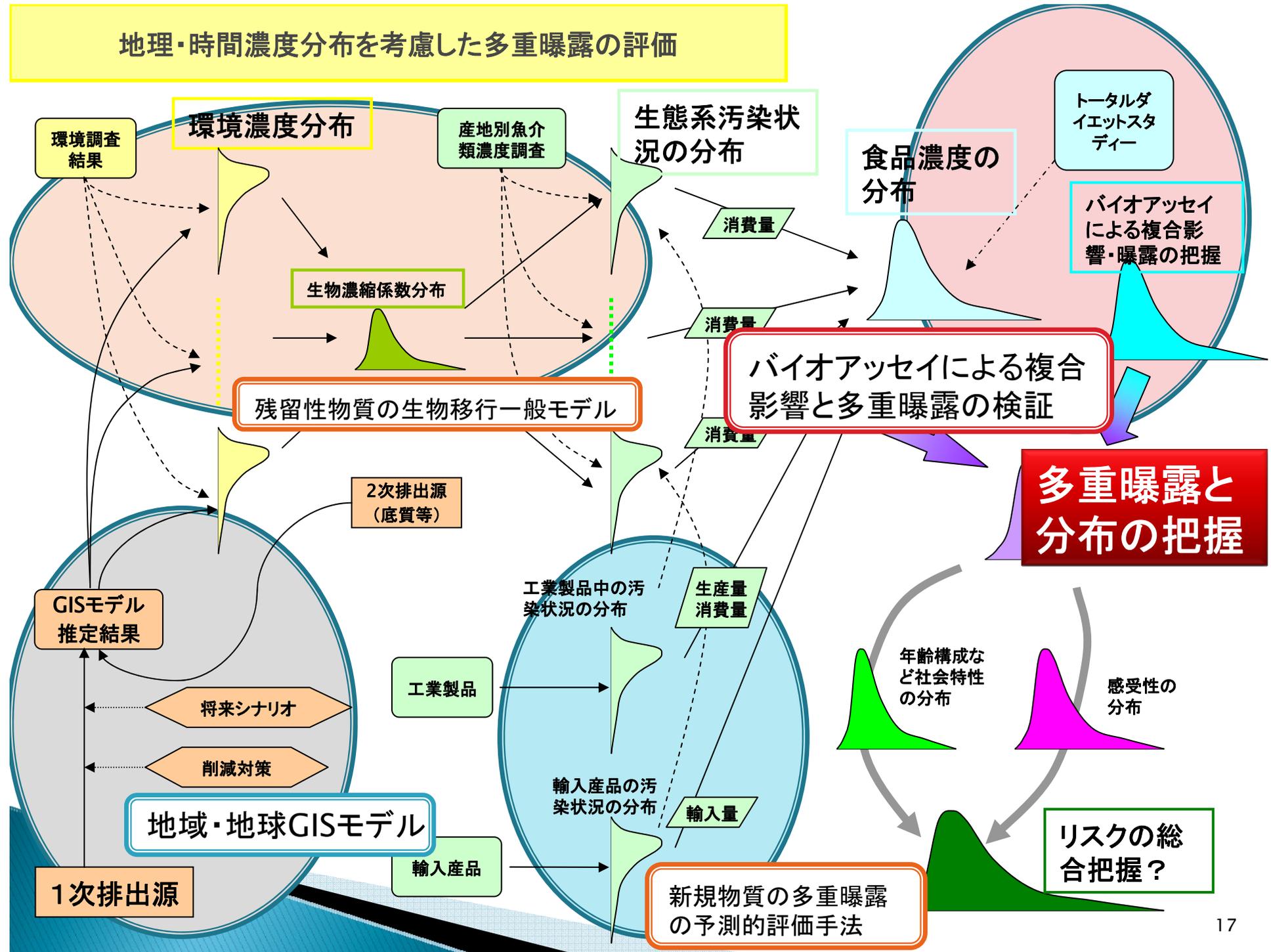
## 今後の予定

- 引き続き冬季・夏季の調査を予定している。
- 気象の影響等の検討を行なう。
- 採取地点付近の他測定データ(Noxやオキシダント等)との関連も調査する予定。

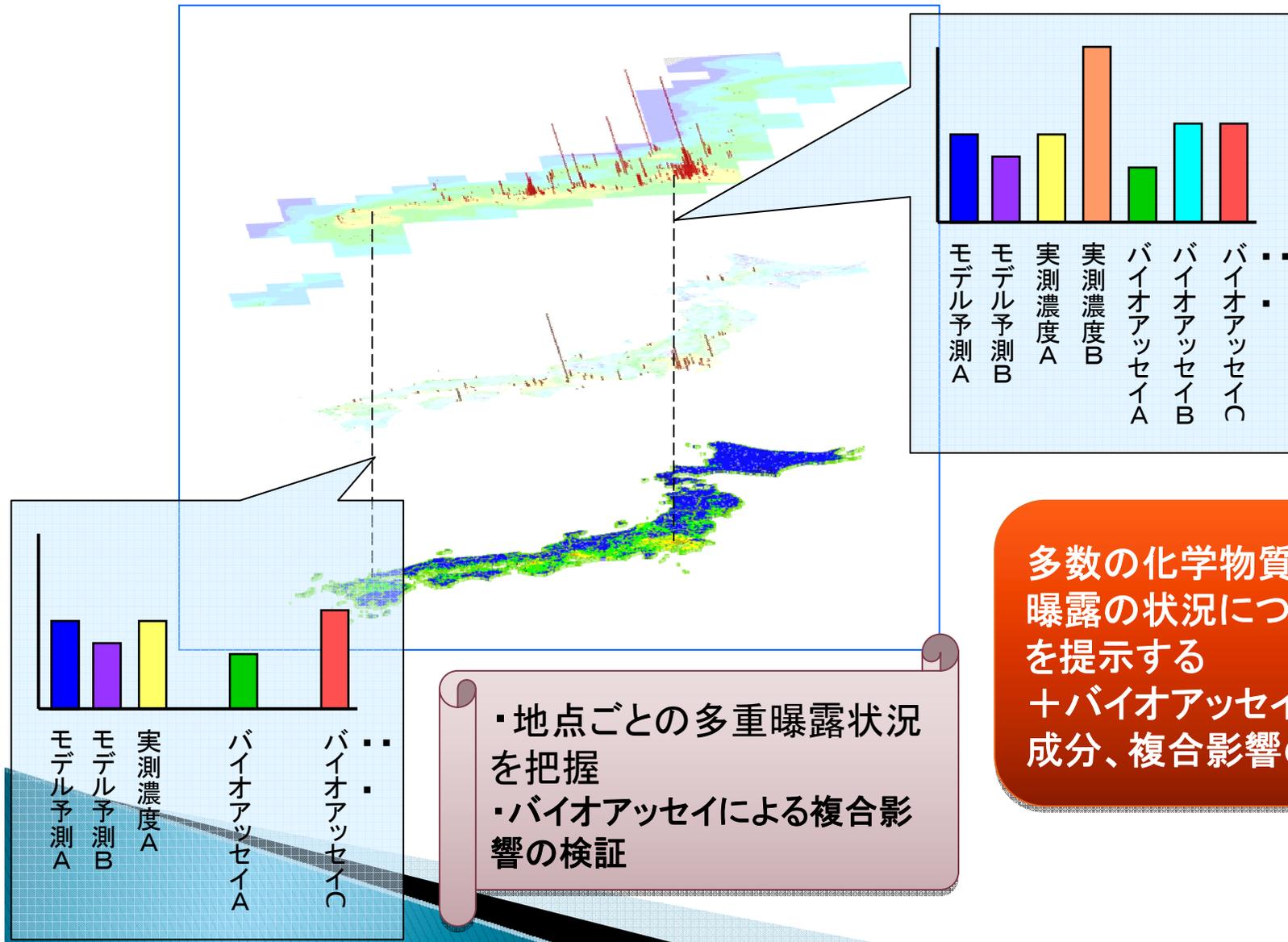
# 従来の規制(管理方法)を補完する WET(生物指標を使った環境管理)の日本への導入検討～J-WETの提案



# 地理・時間濃度分布を考慮した多重曝露の評価



# GIS上での複合曝露マップ: 成果のイメージ



多数の化学物質による多重曝露の状況について全体像を提示する

+ バイオアッセイによる未知成分、複合影響の検証

- ・ 地点ごとの多重曝露状況を把握
- ・ バイオアッセイによる複合影響の検証

# 今後の課題

- ▶ 多重曝露、複合影響は一つの重要な課題と認識
  - 曝露状況の把握
    - ・ 物質、空間、時間の変動を解明、識別
  - 複合影響
    - ・ 評価手法の確立が必要ではないか
      - ・ 相加的手法の確立が優先課題と思われる
        - ・ 多重曝露と多重疾患を区別して扱う必要
        - ・ 相乗作用の現れる組み合わせを解明
    - ・ リスク評価手法
      - ・ 特に多重疾患の観点をどう扱うか

