

# 詳細リスク評価におけるモデリング技法の役割

---

吉田喜久雄

Kikuo YOSHIDA

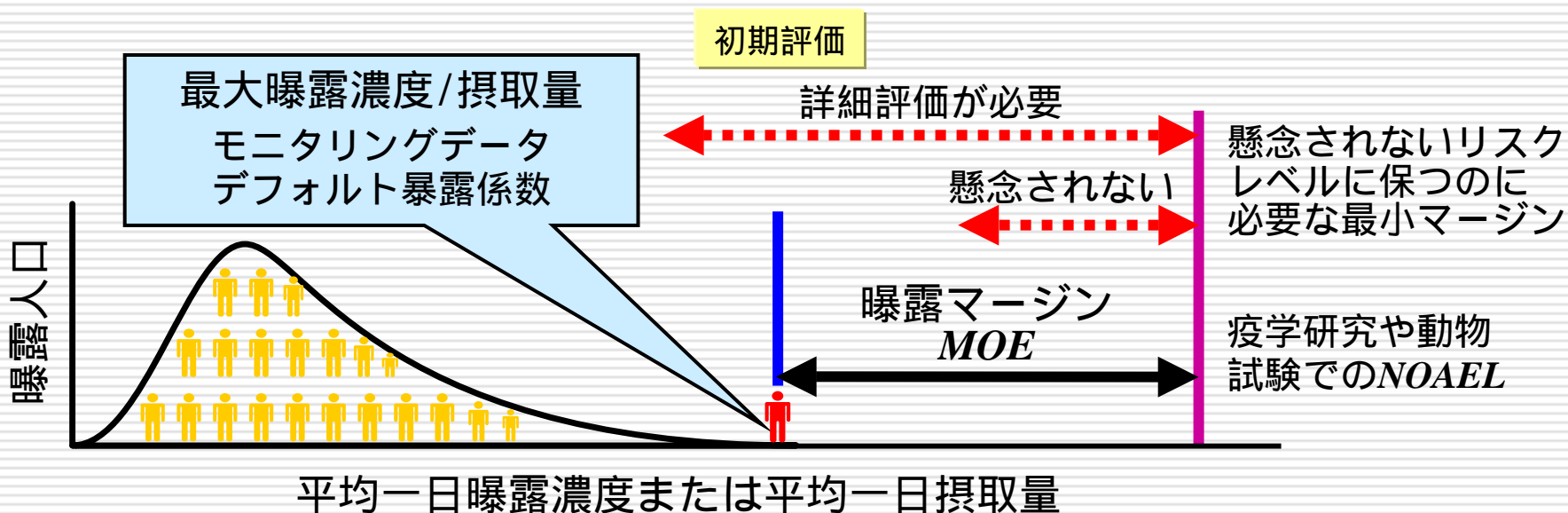
産業技術総合研究所 化学物質リスク管理研究センター

Research Center for Risk Management,

National Institute of Advanced Industrial Science and  
Technology

# 背景

- 近年，わが国における化学物質のヒト健康と生態へのリスク評価結果がリスク評価書として公開されている
- NEDO(新エネルギー・産業技術総合開発機構)の化学物質総合評価管理プログラム
  - 初期リスク評価書(製品評価技術基盤機構)：55物質（2007.1.10現在）
  - 詳細リスク評価書(産業技術総合研究所)：11物質（2007.1.10現在）



# 詳細評価, 調査が必要と判定された物質

- NEDO初期リスク評価：55物質の判定結果が公開。29物質が「詳細評価が必要」または「調査が必要」と判定されている

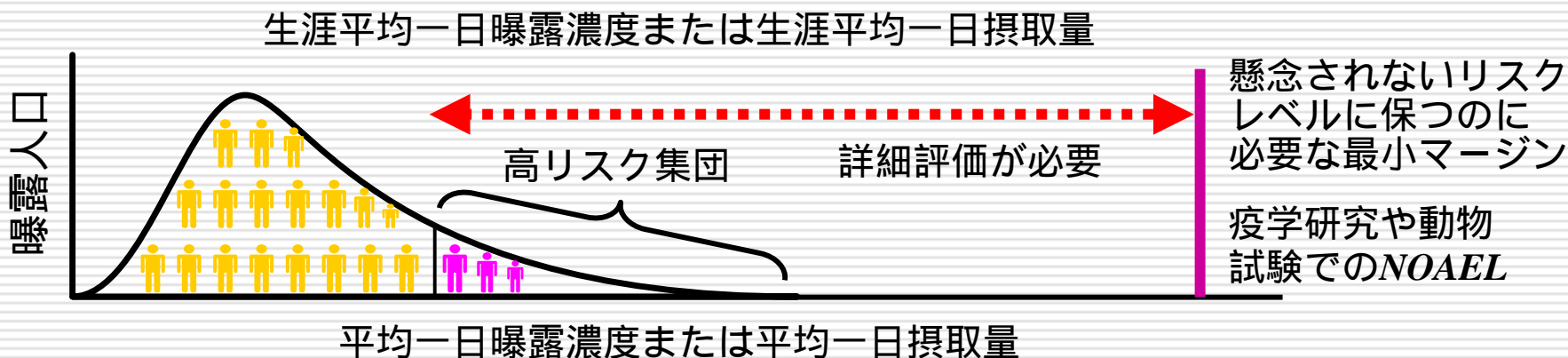
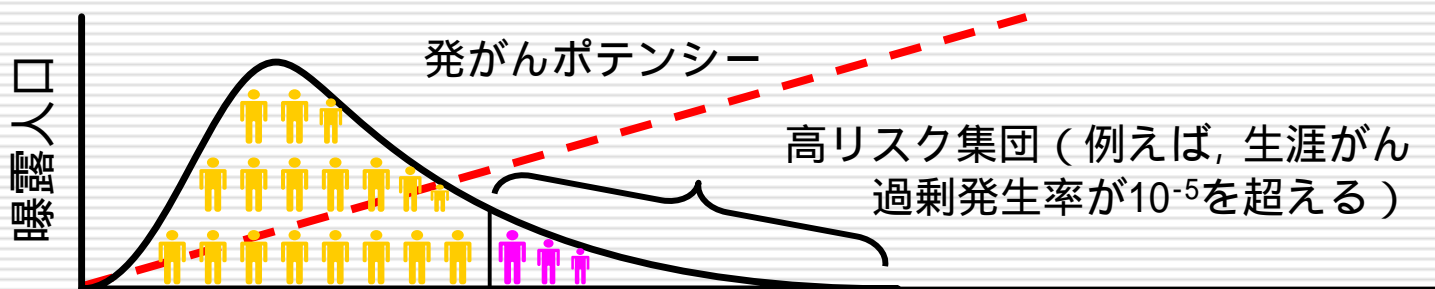
アクリロニトリル, アクロレイン, アセトアルデヒド, **直鎖アルキルベンゼンスルホン酸及びその塩**, イソプレン, エチレンオキシド, **エチレンジアミン四酢酸**, キシレン, o-クロロアニリン, p-クロロアニリン, 塩ビモノマー, 酢ビモノマー, 1,4-ジオキサン, 1,2-ジクロロエタン, 3,3'-ジクロロ-4,4'-ジアミノジフェニルメタン, ジクロロメタン, ジニトロトルエン, 1,1,2-トリクロロエタン, トリクロロエチレン, **ビス(水素化牛脂)ジメチルアンモニウム=クロリド**, ヒドラジン, フェノール, ブタジエン, フタル酸ジ(2-エチルヘキシル), N-(tert-ブチル)-2-ジベンゾチアゾールスルフェンアミド, ポリ(オキシエチレン)=アルキルエーテル, ホルムアルデヒド, メタクリル酸, ジクロルボス

青字:発がんリスク, 赤字:生態リスク, 下線:CRM詳細評価対象

# 詳細評価の必要性

- 化学物質の曝露を被る集団の中で**高リスク集団**は、どのくらいの規模で、どのような特徴を有するのか？

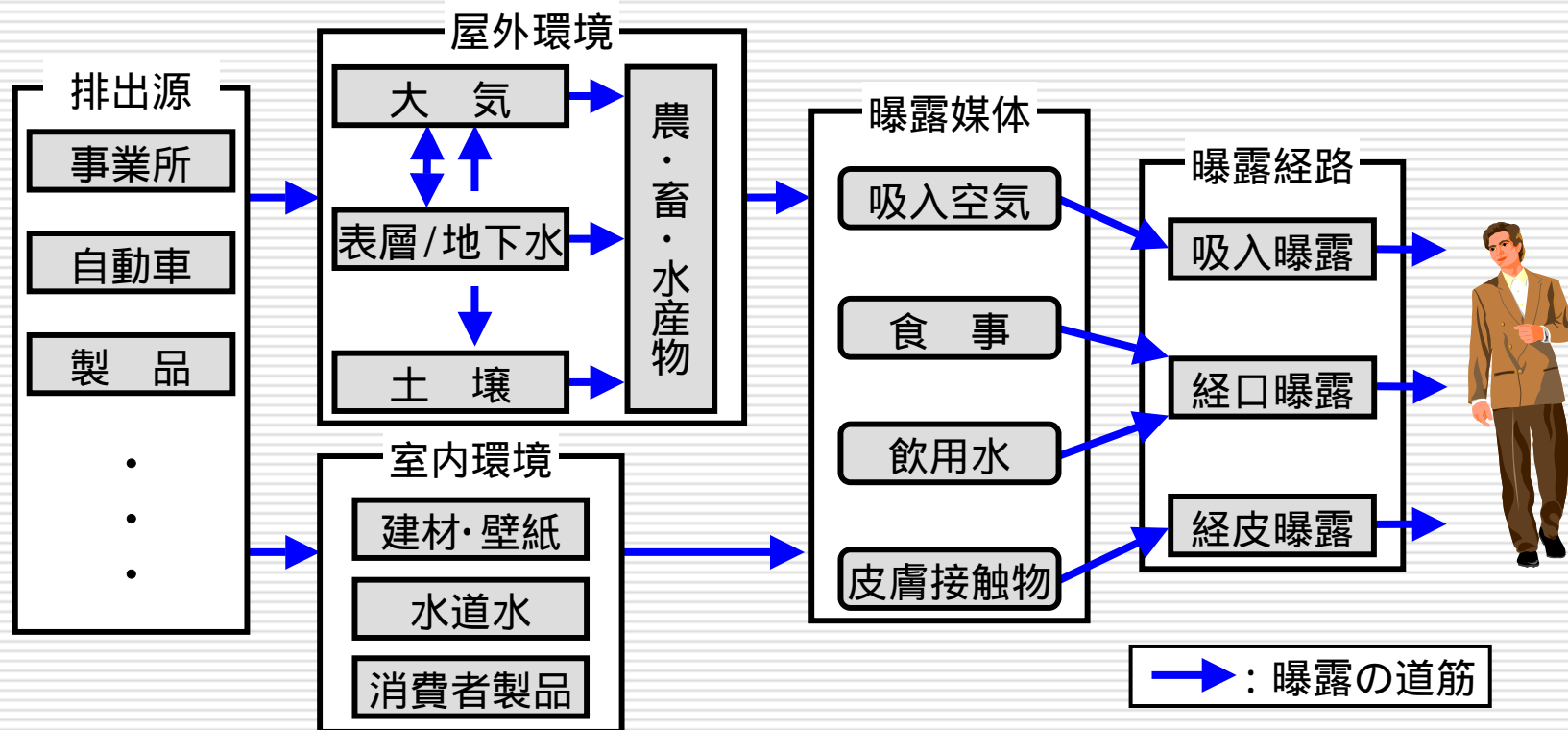
集団の曝露（濃度, 摂取量）の分布情報が必要



# 詳細評価の必要性

- 高リスク集団のリスクを低減するには、どのような**排出削減対策**が効果的か？

排出源からヒトや環境生物への化学物質の移動経路把握が必要



← 曝露に関連する濃度の時空間変動

曝露因子の個人差 →

# 曝露の定量的評価

曝露濃度や摂取量は、下記の方法で定量的に評価できる

## □ 再構築

生体試料中濃度から体内用量を評価し、さらに、吸収率を考慮して体内用量と摂取量を関係づける

## □ 接触点測定

ある曝露期間中の外部境界面での化学物質濃度を直接測定し、曝露濃度を推定する。測定期間中の曝露を正確に定量化できる

## □ シナリオ評価

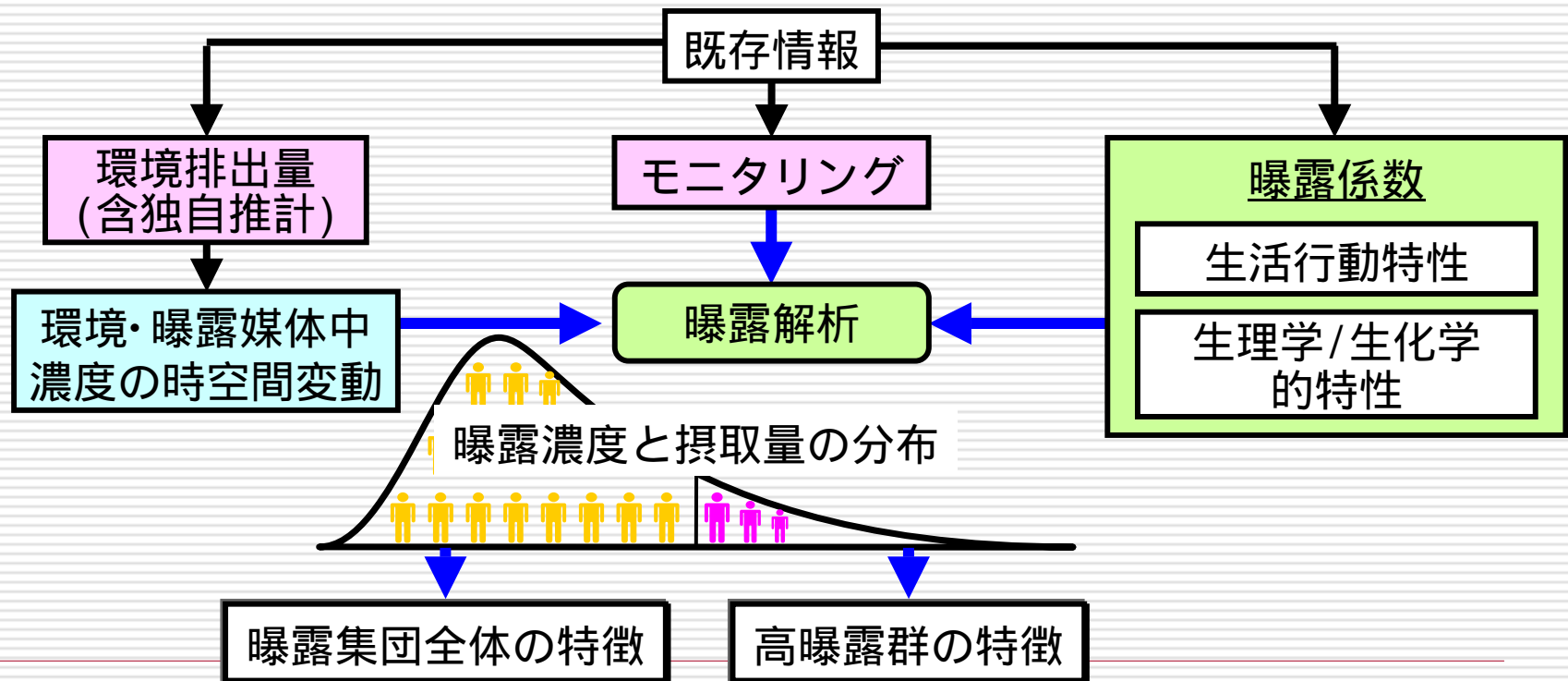
環境中濃度を計測またはシミュレーションにより評価し、それらから摂取媒体中濃度を推定する。さらに、身体・生理学的特性、行動特性、摂食特性等を仮定し、曝露濃度や摂取量を算出する



モデルを用いるシナリオ評価法が最もフレキシブル  
ただし、適切な曝露係数を用いる必要がある

# 曝露の分布と主要移動経路の推定

- 分布と経路推定のために、様々な数理モデルを開発、公開
- 数理モデル：複雑な現象の重要な要素を取り出し、それらの要素間の関係を数学記号で表現したもの  
シミュレーションモデル、曝露・リスク評価ツール、発生源解析手法等



# モデル, ツール等の開発・公開年表

- 以下に示すように, モデル, ツール及び解析手法を開発し, 公開した

			2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	
環境中濃度推計	大気系	広域 ADMER	Ver.0.8		Ver.1.0	Ver.1.5		Ver.2.0	
		近傍 METI-LIS	Ver.1.0	Ver.2.0		Ver.2.0.2	Ver.2.0.3		
	水系	河川 SHANEL				Ver.0.8	Ver.1.0		
		海域 RAM				東京湾	伊勢湾	瀬戸内海	
曝露解析およびリスク評価			Risk Learning			曝露係数 ハンドブック	RiskCat-LLE		
解析手法			マテリアル・フロー解析 (DEHP排出量推計) 室内曝露濃度解析 (トルエン) . . . 農・畜産物への媒体間移行						



# 大気中濃度推計モデル

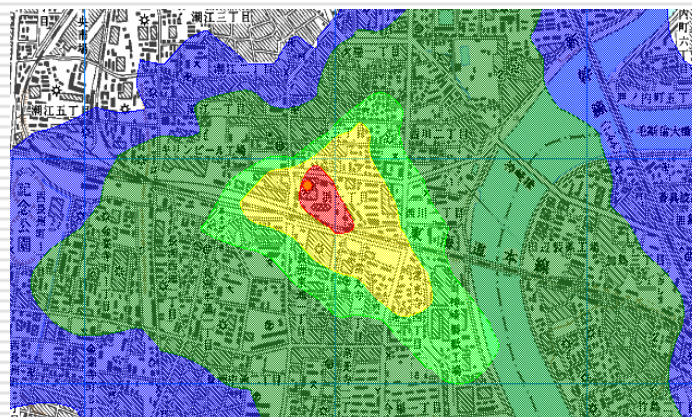
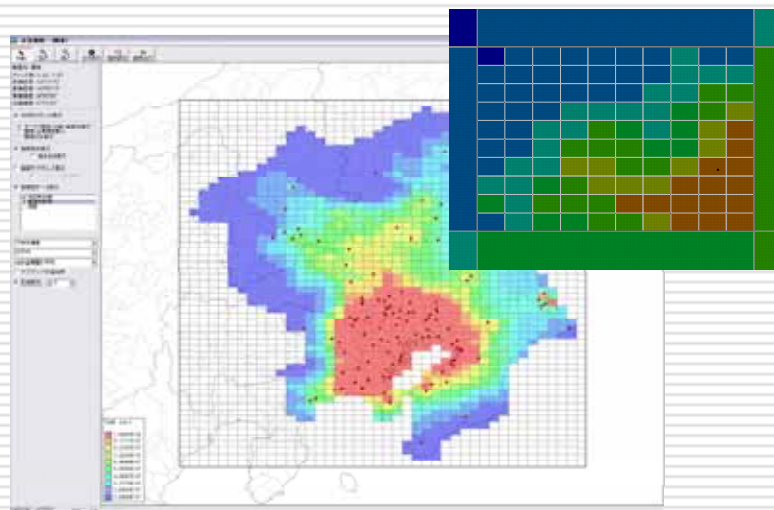
## AIST-ADMER Ver.2.0

- 対象空間：全国域を対象
- 空間解像度：5 km ~ 最高100 m
- 時間解像度：年平均, 月平均  
1,3-ブタジエン, DEHP, 1,4-ジオキサン, トルエン, ジクロロメタン, *p*-ジクロロベンゼン

## METI-LIS Ver.2.0.3

- 対象空間：事業場, 沿道等の排出源近傍を対象
- 空間解像度：任意
- 時間解像度：年平均, 期平均, 月平均, 日平均, 1時間値  
1,3-ブタジエン, 1,4-ジオキサン, トルエン, ジクロロメタン, *p*-ジクロロベンゼン, 鉛

サブグリッド解析機能で高解像度化を実現



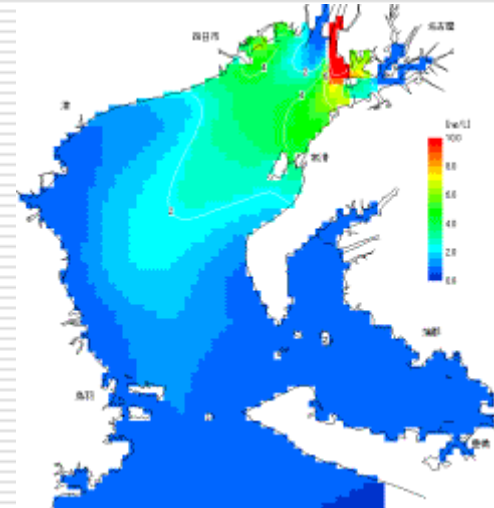
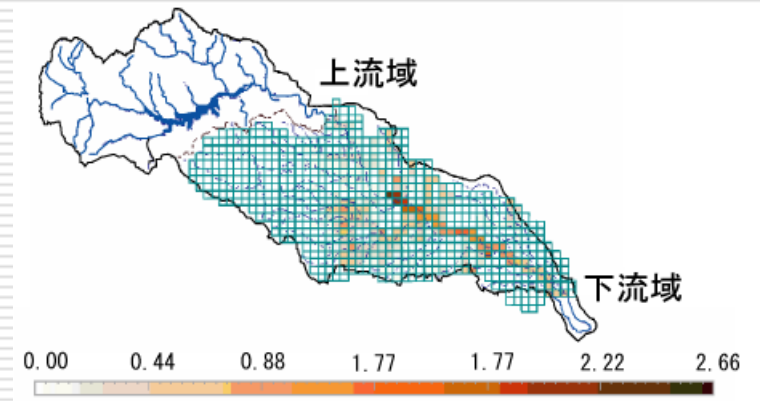
# 水系濃度推計モデル

## AIST-SHANEL Ver.1.0

- 対象空間：広域13水系(利根川・荒川, 淀川, 多摩川, 石狩川, 阿武隈川, 信濃川, 木曾川, 太田川, 吉野川, 筑後川, 日光川, 大聖寺川, 石津川)を対象
- 空間解像度：1 km
- 時間解像度：月平均  
ノニルフェノール, DEHP

## AIST-RAMTB/RAMIB/RAMSIS

- 対象空間：東京湾, 伊勢湾, 瀬戸内海を対象
- 空間解像度：任意
- 時間解像度：日平均  
トリブチルスズ

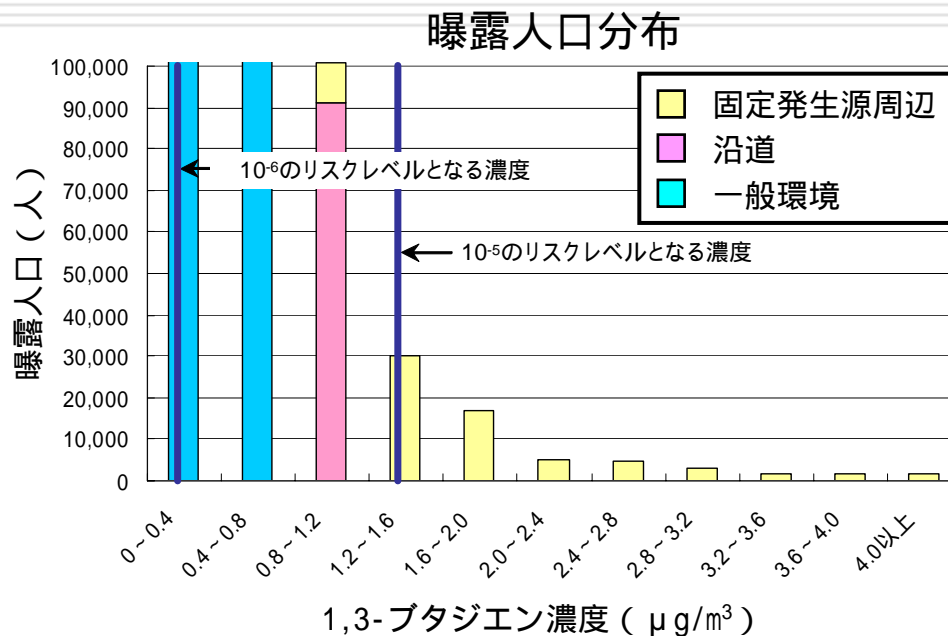


# 曝露人口の推計 - 1,3-ブタジエン

- 大気中濃度推計モデルのAIST-ADMERとMETI-LISを用い、一般環境と固定発生源(コンビナート)近傍の濃度を予測
- 一酸化炭素濃度と1,3-ブタジエン濃度の相関を求め、モニタリングデータが豊富な一酸化炭素濃度から、沿道における1,3-ブタジエン濃度の推定

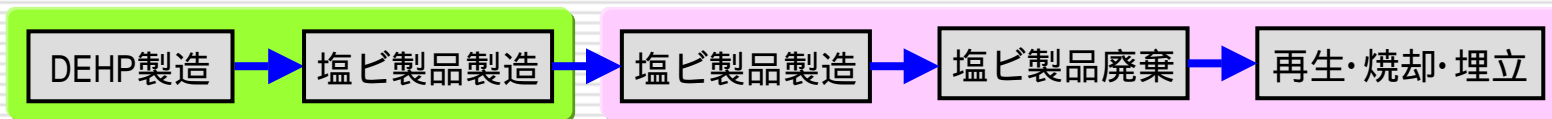


- 高曝露集団の特徴を把握 コンビナート周辺と沿道周辺住民
- 排出削減対策が効果的な主たる排出源の把握



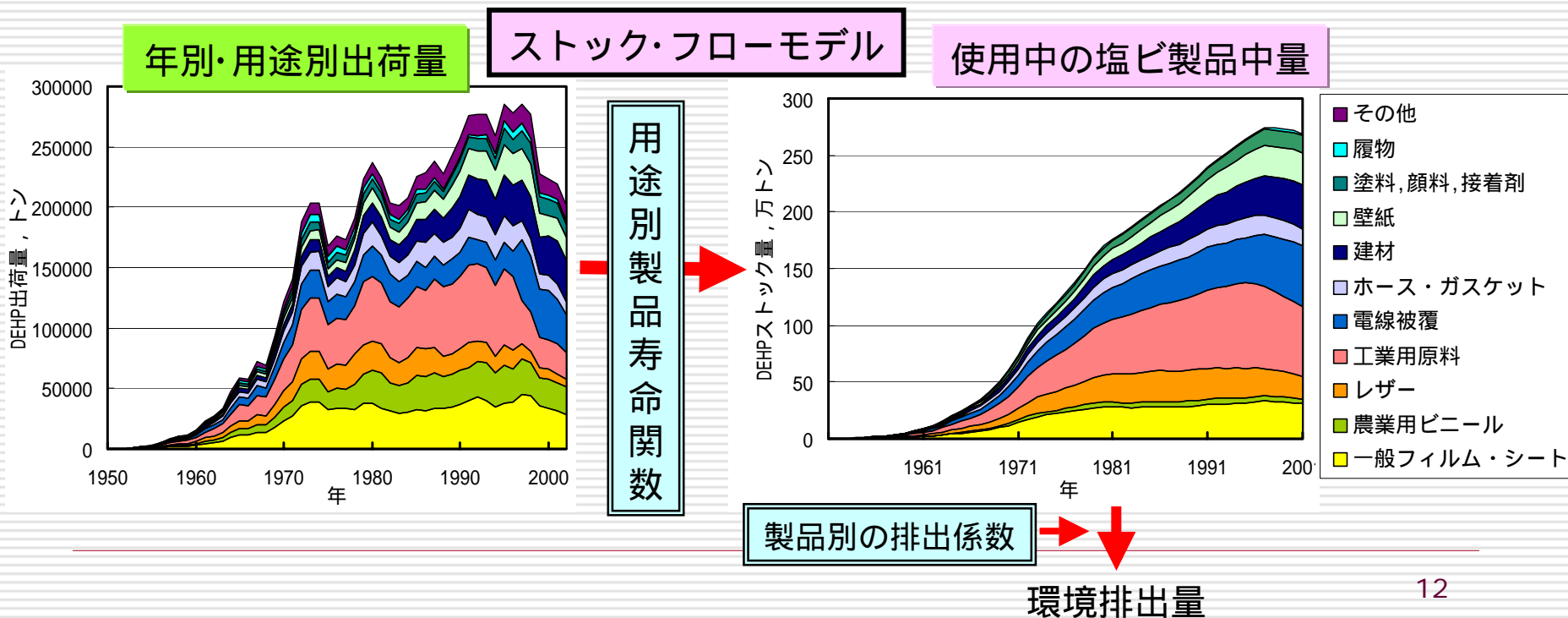
# 環境排出量の推計 - DEHP

- PRTR調査で全ての環境排出量が把握できない場合がある  
例えば、プラスチック製品中の含有物質等



PRTR届出値・推計値

詳細リスク評価での独自推計

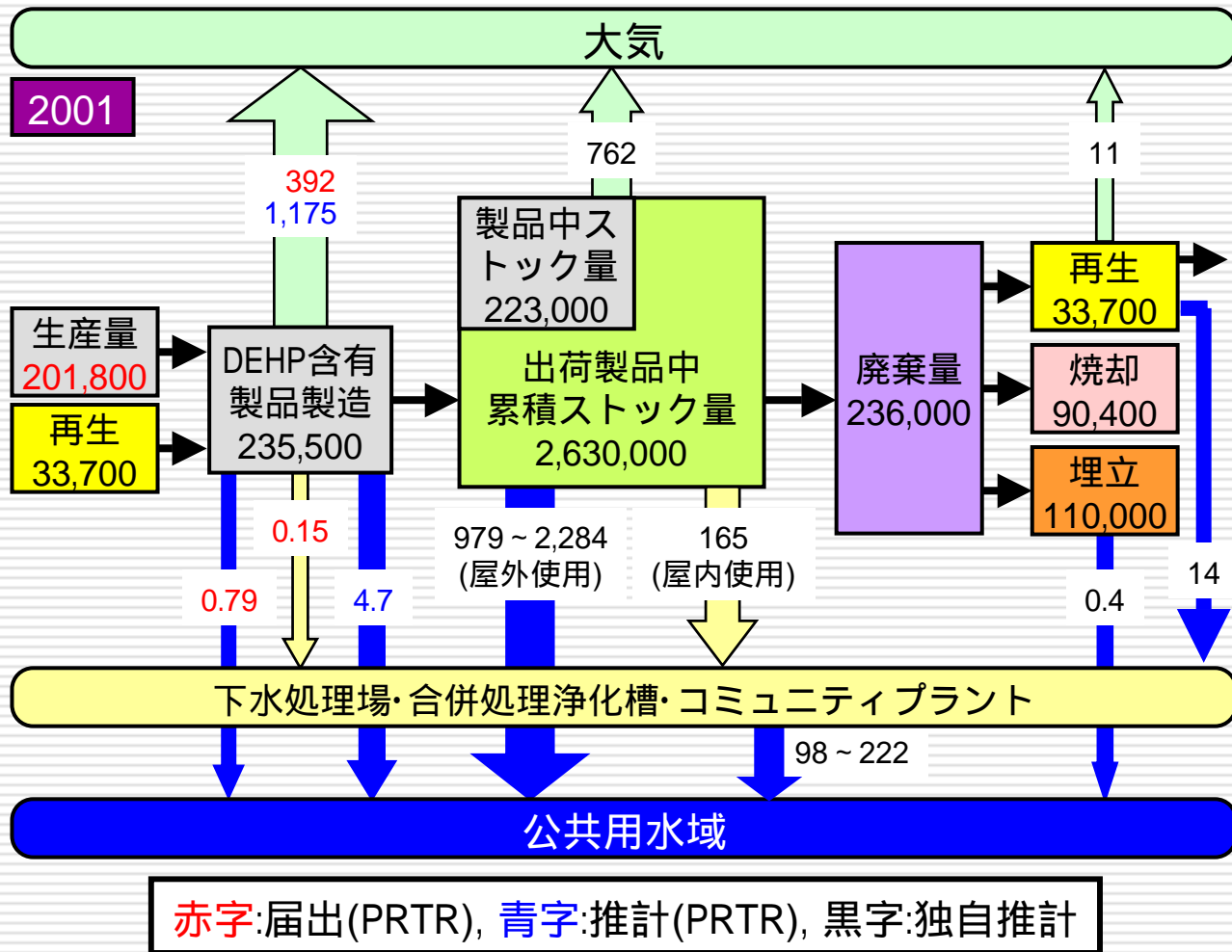


# 環境排出量の推計 - DEHP

- 化学物質のライフサイクルの全段階からの環境排出量を把握

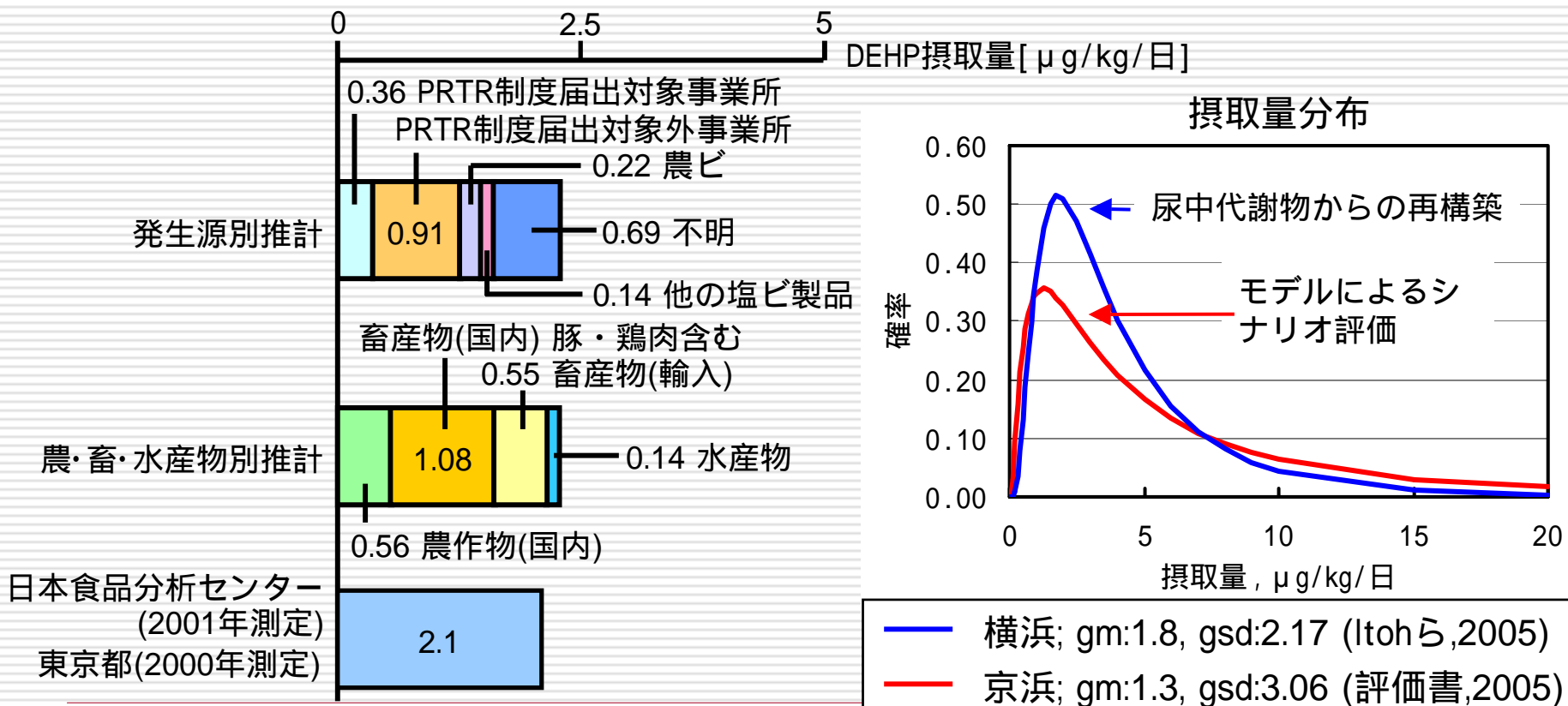
数理モデルに入力

- 曝露の分布や主要な曝露の道筋等の適切な解析
- 化学物質の適切なリスク管理



# 主要な曝露の道筋の確認 - DEHP

- AIST-ADMERで推計された大気中濃度を基に, 媒体間移行モデルと流通データで, 京浜地区一般住民の摂取量を推計

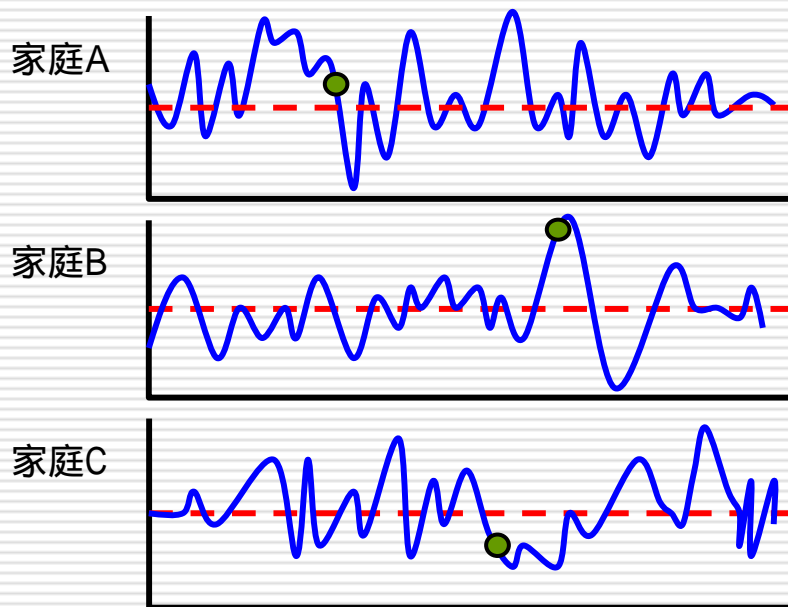


# 室内曝露の解析

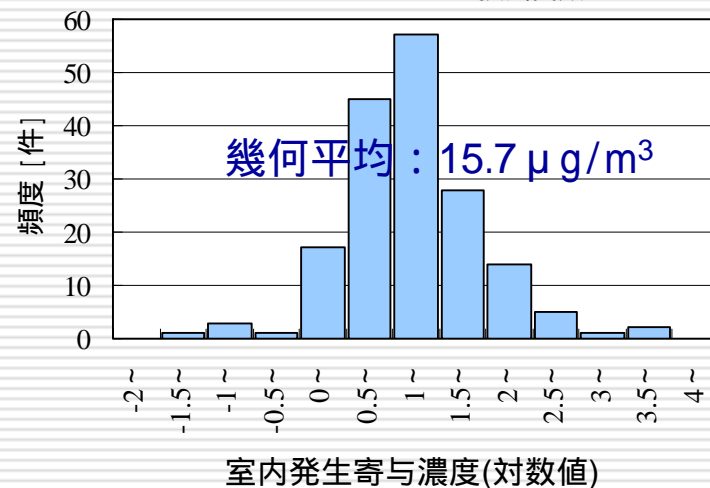
□ 厚生省(1998)等のモニタリングデータは, 測定日の値( )の変動を表しており, これから得られる変動の大きさは, 家庭間の年間平均値( - - )の変動よりも大きいと予想される

■ 室内発生寄与濃度 = 室内空气中濃度 - 屋外大気中濃度

■  $[\ln(\text{幾何標準偏差}_{\text{年}})]^2 = [\ln(\text{幾何標準偏差}_{\text{日}})]^2 - [\ln(\text{幾何標準偏差}_{\text{換気回数}})]^2$



— 1日平均値の変動  
 - - 年間平均値レベル  
 ● ある計測日の1日平均値



幾何標準偏差  
 日 : 5.17  
 年 : 4.28

# 詳細評価で考慮された曝露経路

評価対象物質	吸入曝露			経口曝露			その他の経路
	屋外		室内	食事	飲用水	その他	
	広域	局所					
1,3-ブタジエン	●	●					
ノニルフェノール	○		○	●	○		○
DEHP	●		●	●	●	●	
1,4-ジオキサン	●	●			●		●
トルエン	●	●	●				
ジクロロメタン	●	●	●				
短鎖塩素化パラフィン	●	●		●	●		
ビスフェノールA	●		●	●	●	○	●
p-ジクロロベンゼン	●	●	●				
鉛	●	●		●	●		

●:モデル推計+実測, ●:モデル推計, ●:実測, ○:その他推計

経口曝露その他:調製乳,離乳食(DEHP),調製乳,離乳食,缶詰・缶飲料,食器,おもちゃ(ビスフェノールA)

その他経路:皮膚保湿剤・香水からの経皮曝露(ノニルフェノール),洗浄製品からの経皮曝露(1,4-ジオキサン),尿中濃度から再構築法による摂取量推定(ビスフェノールA)

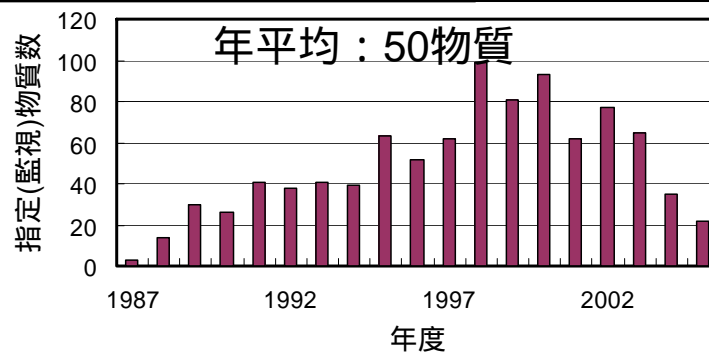
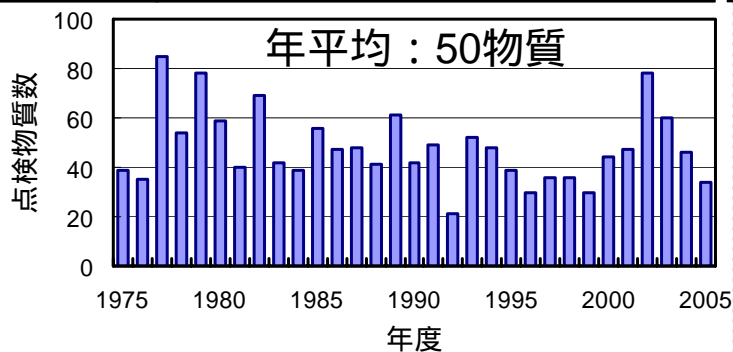
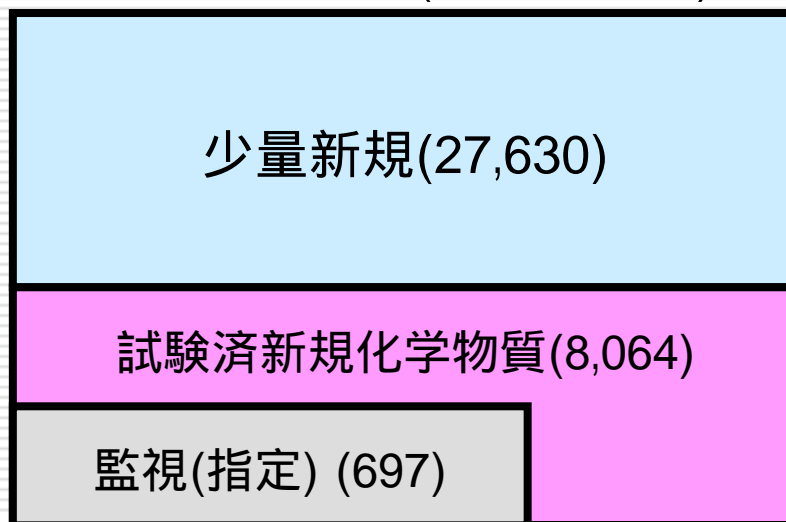
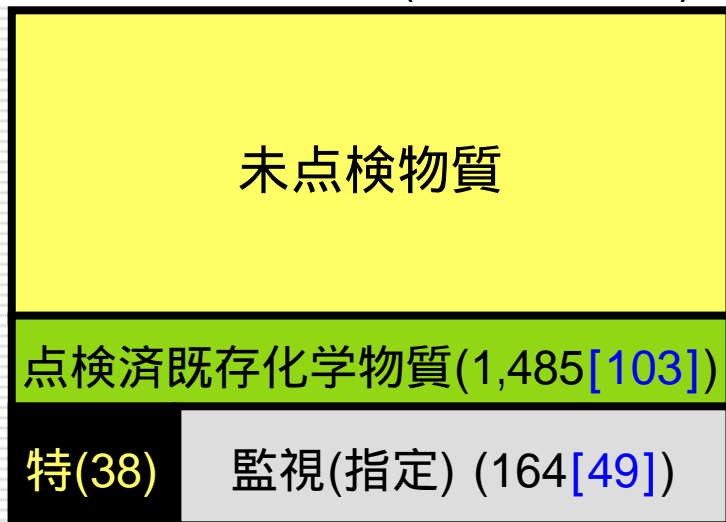


# 化審法\*における点検・審査状況

\*:化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律

既存化学物質(19,254物質)

新規化学物質(35,707物質)



厚労省・経産省・環境省 3省共同化学物質データベース

[ ]内の数値は、初期リスク評価で評価済の物質数を示す

# 今後の課題

---

- 今後のリスク評価対象物質：情報が少ない  
曝露分布と主要な曝露の道筋を解析する手法が必要
- ◆ **環境排出量**：  
用途や物性から媒体別排出量を推計でき、PRTR調査対象外の物質にも適用できる手法の開発が必要
- ◆ **室内曝露**：  
製品の用途や化学物質の物性から室内に持込まれる量と放散量を推計し、室内濃度を推計できるモデルの開発が必要
- ◆ **物流と人口流動**：  
食物経由の疎水性物質の経口摂取量を適切に評価するため、農・畜・水産物中濃度を推計する媒体間移行モデルと生産地と消費地間の流通量を推計する空間的相互作用モデルのような空間統計解析手法の導入が必要  
吸入曝露濃度をより適切に評価する上でも、人口流動の把握に空間的相互作用モデルの導入が必要

# 推計される分布の不確かさ

## 数理モデルによる推計

- 曝露の分布と主要な曝露の道筋の確認に有効

## 推定される分布の不確かさ

- 数理モデル固有の不確かさ
- モデルパラメータに起因する不確かさ
  - 変動性情報の確率密度関数への当てはめ
  - パラメータ間の独立性の仮定
- 分布の不確かさの定量的評価

モデル固有の不確かさ + モデルパラメータの不確かさ

