

環境リスク論

2023年度2学期

真名垣 聡



本日の内容

- 講義概要
- リスクとは



今年度の講義の進め方

- 授業を受ける場所がPC教室ではなく自分の部屋になったと単純に考えてください。
- 教室の授業では、
 1. 授業の資料を入手
 2. 課題作業の説明を受ける
 3. 課題を提出する(受講の証)の予定でした。
- 今回はこの1~3を全てPC(スマートフォン等も含む)上でさせていただきます。

具体的に1~3を説明します。



今年度の講義の進め方 その1

1. 授業の資料を入手

- 資料はその週のはじめ(つまり月曜日)に掲示される予定です。
- MUSCAT経由で情報を流し、Webに授業の資料をあげます。必ず確認し、資料をダウンロードしてください。



今年度の講義の進め方 その2

2. 授業を受ける

- 最初は慣れないと思います。授業と同じように（姿勢を正す、1回で理解する）受けるとだらけずに良いそうです。
- 授業を受ける方法は2つあります。Youtubeでの映像配信と自分で配布資料や解説文を見る方法です。内容は同じです。容量制限、個人の理解しやすさに基づいて判断ください。



今年度の講義の進め方 その3

3. 課題を提出する

- この提出が出席の証明となるので**必ず提出**してください。
- 課題は演習回 (5～12回)のみで全4つです。
- 期限は設定しますが、遅れても提出してください。



演習の流れ (例)

背景説明 (20分程度)



演習の説明 1 (15分程度)

演習1 (30分程度)



演習の説明 2 (15分程度)

演習2 (30分程度)



演習の説明 3 (15分程度)

演習3 (30分程度)



講義計画 (予定)

第1回 講義計画の説明 (6・19)

第2回から第4回までは主に「**講義**」、第5回から第12回までが「**演習**」

第2回 環境リスクとは何か (6・19)

第3回 環境リスク解析 (1) (6・26)

第4回 環境リスク解析 (2) (6・26)

第5回 基準値とリスク (7・3)

第6回 基準値とリスク (7・3)

第7回 水道水におけるリスクトレードオフ (7・10)

第8回 水道水におけるリスクトレードオフ (7・10)

第9回 ダムの効用 (7・17)

第10回 ダムの効用 (7・17)

第11回 生物の環境リスク (7・24)

第12回 生物の環境リスク (7・24)

第13回 期末試験 (8・3)

第14回 総復習 (8・3)



講義

- スライドをプリントアウトした資料、及び演習用テキスト
- 応用科目なので、他科目の基礎用語の説明は省略

参考文献

- 吉田喜久雄、中西準子著 「環境リスク解析入門」, 2006年
- 中西準子編 「演習 環境リスクを計算する」, 2003年



成績評価方法

- 演習課題: 講義時に行う演習ファイル提出 (全8回分: 10点 x 4つの課題) 40%
 - 期末試験 60%
演習型テスト
- 5回～12回(8回分)の演習課題は提出義務
演習にはエクセルが必要



授業内容

本講では身近に存在する化学物質、放射性物質等の有害事象を事例としてとりあげ、これらがヒト健康や生態におよぼす際の、リスク因子の影響実態とその評価方法、また解釈の仕方について理解を深める。

到達目標

- ヒト健康や生態におよぼすリスクについて自分で理解・評価できること
- リスク評価やリスク管理をおこなうためのより適切な情報の入手方法、評価方法の習得



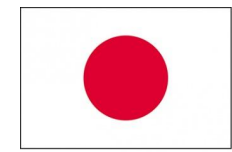
授業内容

我々の日常は様々な不確定要素(リスク)が潜み、未来への選択を強いられる

- 食の選択(高価な食材と安価な食材)
 - 値段は高いがおいしく安全な確率が高い。
一方、安価な場合はなにか問題があるかもしれない
- 職業の選択
 - はやりの職業は給与が高く、おもしろそう。だが、おそらく競争ははげしいだろう。
昔からある職業は安定的だが、この先生き残れるのか。
- 結婚相手 etc.



「リスク」とは？ その語源



リスク

危険、リスク、損傷のおそれ



risk (英語)

Take risks 危険をおかす



risque (フランス語)



risco (イタリア語)

狭隘な水路をなんとかうまく操船して抜ける、勇気を持って試みる

risicare (ラテン語)

→ 選択の意味をもつ



rhiza (古代ギリシャ語)

断崖



リスク認識の違い

日本 リスク

Risk (欧州)

危険を回避する/させる

自ら危険を認識しつつ
敢えてその危険に挑む

(一方的な負の要素)

(利を求めることの代償)

外部から襲来するもの

人の意思と行為に基づくもの

この柵内立入禁止!
(この柵の中に入れば危険
がふりかかりますよ)

Beyond this barricade
At your own risk
(この柵から先へは
あなたの責任で入りなさい)



リスクの意味

- 人の健康、福利、生活・社会環境などに対するある事象の発生の不確かさの程度と望ましくない結果の大きさの程度 (池田、森岡, 1983)
- 何が起きうるか？ それはどのくらい起こりそうか？
その結果は何か？ (Kaplan and Garrick, 1981)



様々な「リスク」

- 経済上のリスク: 企業倒産、正社員と非正社員
- 医療・介護のリスク:
長生きと体力の衰えによる病気やケガ, 老後の生活資金
- 社会リスク: 少子高齢化、いじめ、犯罪、テロ
- 自然災害: 地震、暴風雨、落雷
- 貧困のリスク: 対応力(疾病、災害、環境問題等)への低下

環境リスクとは?



環境リスクとリスク評価

環境リスク

人の活動によって環境に加えられる負荷が環境中の経路を通じ、環境保全上の支障を生じさせるおそれをいい、人の健康や生態系に影響を及ぼす可能性を示す概念

環境省：第三次環境基本計画

環境リスク解析

「私たちが吸入する空気中や食べたり飲んだりする食物や飲料水中に含まれる化学物質を長期にわたり体内に取り込むことにより、どのような種類の有害な健康影響をどの程度の可能性で被るのかを知ること」

環境リスク解析入門（吉田、中西著）



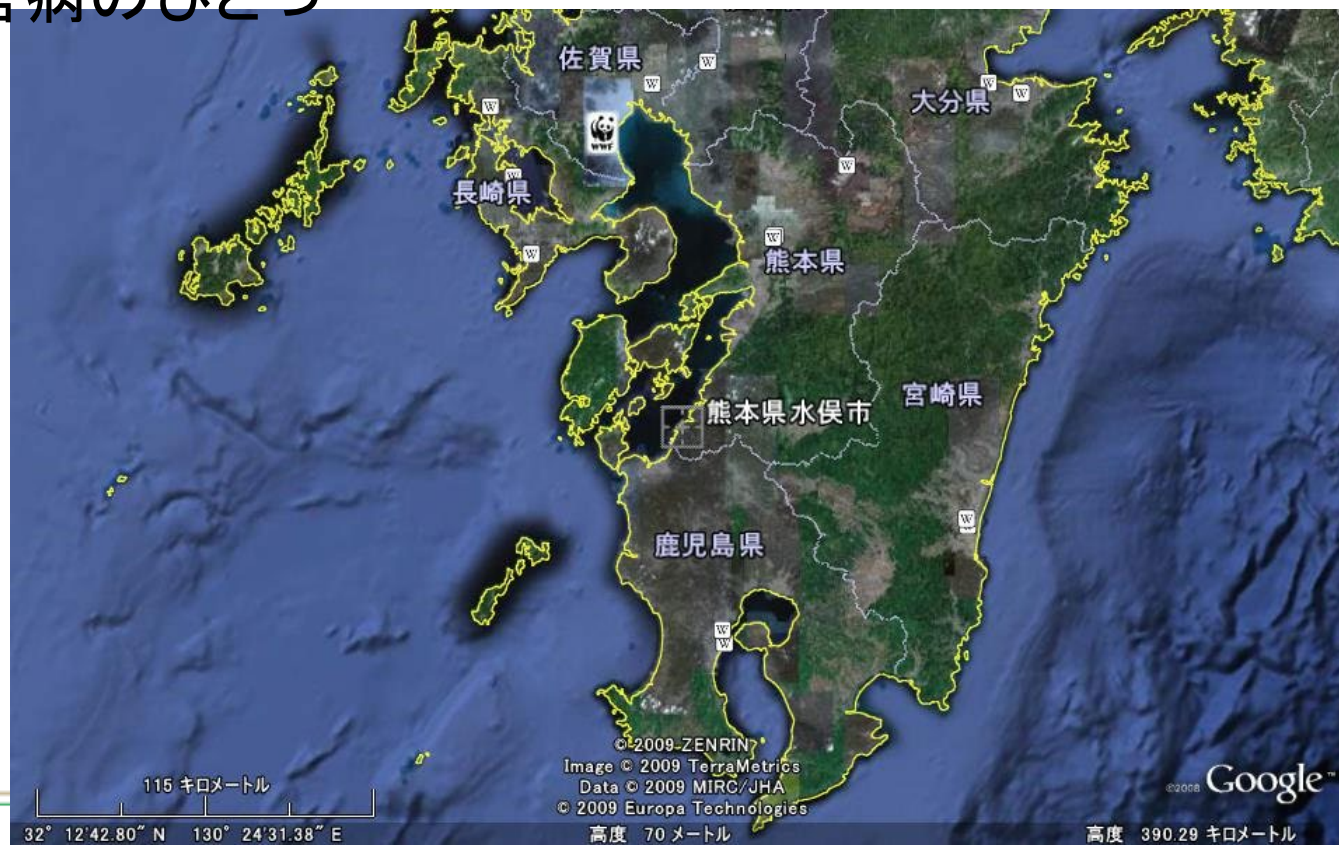
なぜリスクという学問体系が環境で確立されたのか

→ なにが不安材料だったのか



環境汚染≡公害という恐怖

- 水俣病は、熊本県水俣市を中心にした、不知火海(八代海)で発生した水銀中毒
- 認定患者だけで2000人を超す日本最大の公害病で、四大公害病のひとつ



公害の歴史～水俣病～

水俣病の歴史

- 1908年 日本窒素肥料(株)[後のチッソ]水俣工場操業開始(石灰窒素)
- 1920年頃 水俣湾での魚が浮く(漁業被害の補償に類したことあり)
- 1932年 アセトアルデヒド・合成酢酸製造開始
- 1950年代 水俣湾での魚類死亡例多数 ネコが狂い死する例多数
漁業被害の補償契約(1951年 & 1954年)
- 1953年頃 奇病が水俣に現れる
- 1954年 (後日判明患者:12人)
- 1955年 (後日判明患者:9人)
- 1956年 (後日判明患者:43人)
- 1956年5月 細川医師から水俣保健所に奇病患者の発生が報告される
(公式発見)

カルテの追調査でこの地域で似たような症例があることが判明

- 1953～60年の間 121人の患者(大人68、子供30、胎児23. 内死亡46)
- 1956年8月 熊本大学医学部に水俣病研究班が設置される。



水俣病の症状

メチル水銀による神経系の傷害 メチル水銀は神経系の特定部位に強い傷害を起こす。その結果それぞれの部位が持つ役割に応じた障害が起こります。様々な組み合わせで現れるのが水俣病の特徴。

- ①わけもなくころぶ。まっすぐ歩けない。ボタンをかけたリ、衣服の着脱など日常の動作が思うようにできない。(運動失調) ことばが不明瞭。(講音障害)
- ②まっすぐ見たときに周辺が見えにくい。(視野狭窄)
- ③触れているのはわかるが手のひらに書かれた数字がわからない。さわった物の形や大きさがわからない。ざらざらとすべすべの区別がわからない。(感覚障害)
- ④力が入りにくい。筋肉がけいれんを起こしやすい。(運動障害)



原因物質

水銀元素	Hg
無機水銀	HgCl ₂ , HgSO ₄
有機水銀	<u>メチル水銀</u> <u>CH₃-Hg⁺</u> ジメチル水銀 (CH ₃) ₂ -Hg

メチル水銀の特徴

エラや食物連鎖で濃縮 5000—50000倍

体内から排泄が遅い (半減期=70~75日、脳:230日)

無機水銀と異なり、脳に蓄積(脳血管関門を通過)

胎児に移行(胎盤を通過)

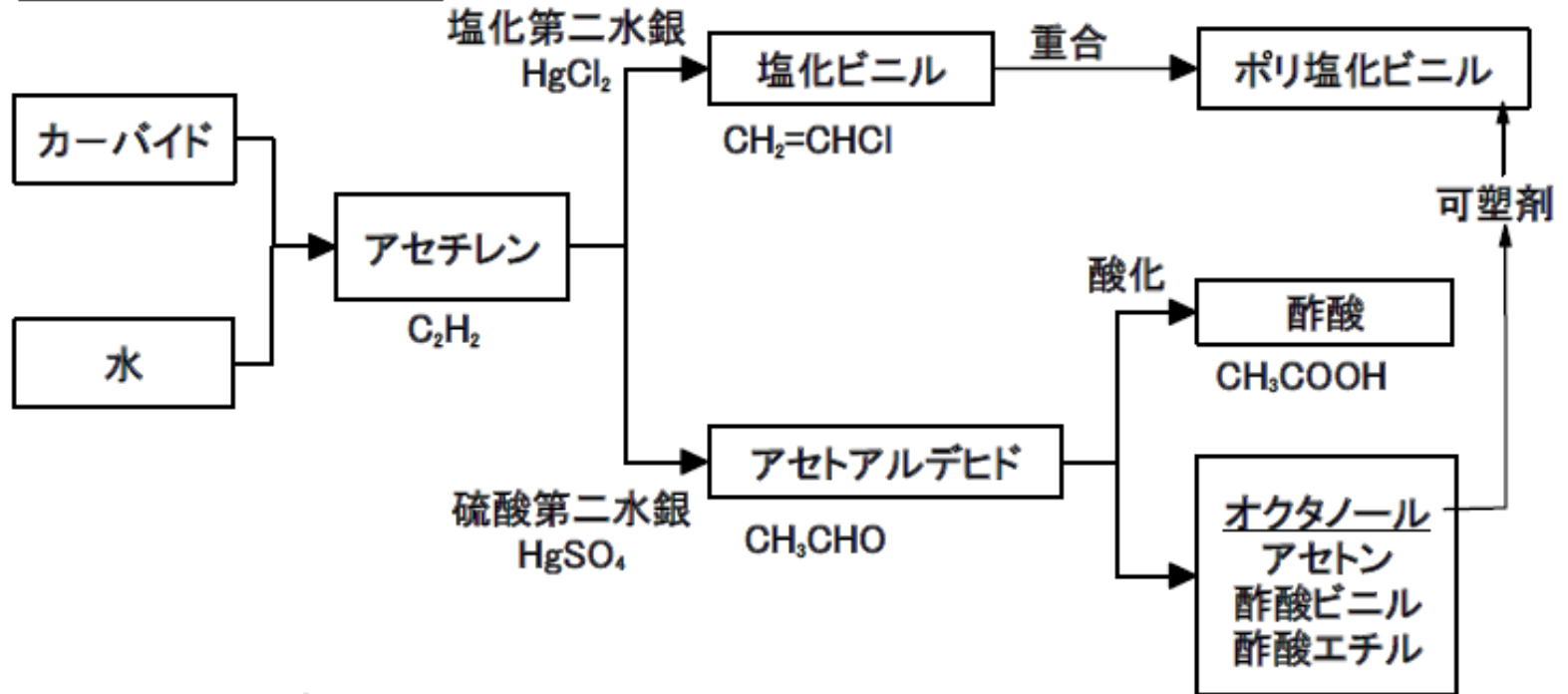
タンパクと結合

治癒しない傷害を及ぼす



チツソの生産プロセス

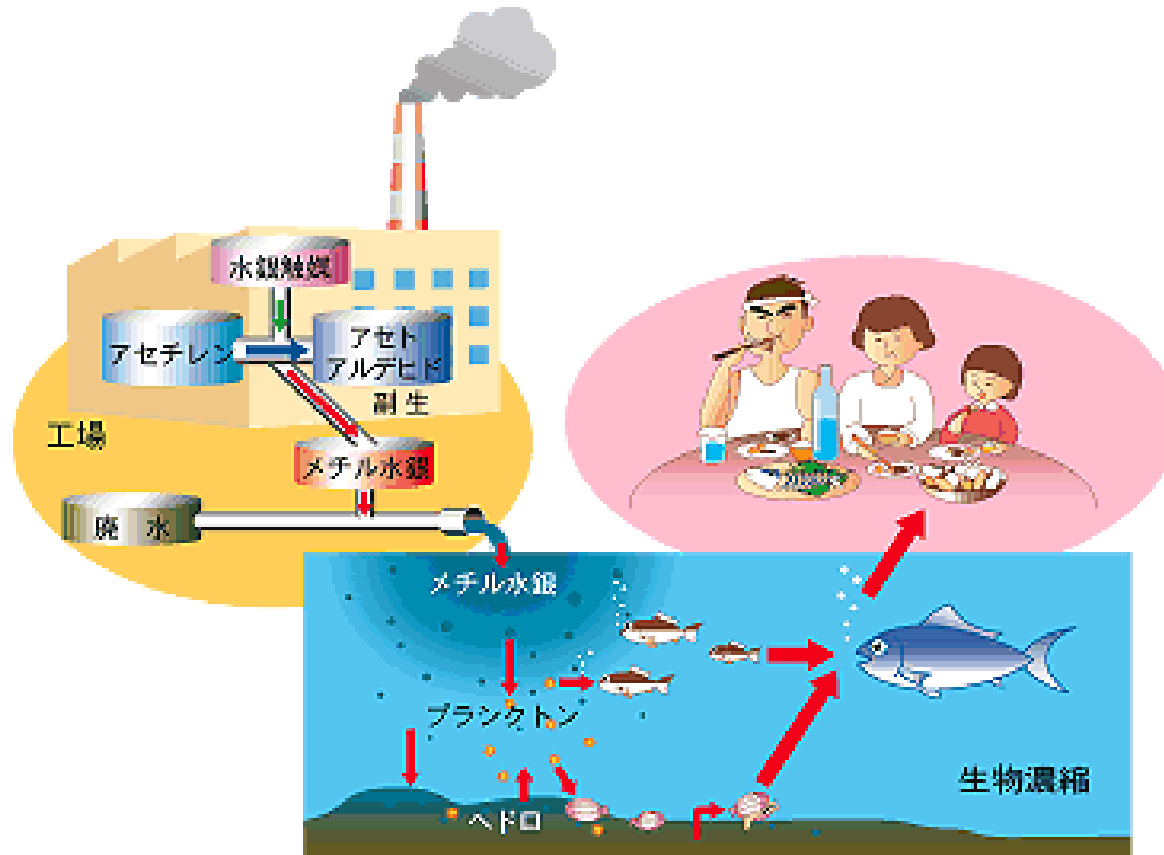
電気化学プロセス



石油化学プロセス



メチル水銀の人体への摂取経路



工場から流れ出たメチル水銀が海の生物を汚染。
海の中ではエラなどから直接メチル水銀が魚介類に濃縮される。
また貝や小魚を食べた大型の魚にもメチル水銀が蓄積される(生物濃縮)。
こうして汚染された魚介類を人が食べることで環境中のメチル水銀は人体に入る。

原因解明までの時間

1957. 1 熊本大研究班「原因は工場廃水の重金属の疑い」と中間発表
1959. 7 熊本大研究班 有機水銀にたどり着きながら「水銀がきわめて注目される」と発表
1959. 9 日本化学工業協会理事が「爆薬説」(旧日本軍の爆薬投棄事実なし)
- 10 工場内「ネコ400号実験」で廃水による発症確認(この事実の発覚は1968.8)
- 11 東工大 清浦雷作教授「非水銀説」の研究報告書
- 11 厚生省食品衛生調査会「魚介類中の有機水銀」と答申(解散へ)
- 12 チッソと患者「見舞金協定」締結
1960. 4 清浦教授が「有毒アミン説」発表
1961. 4 東邦大 戸木田菊次教授が「腐敗アミン説」発表
1963. 2 熊本大研究班、工場排水からメチル水銀を検出
1965. 6 新潟県の阿賀野川流域に「第二水俣病」を確認
1967. 6 新潟水俣病で第一次訴訟提訴
1968. 5 チッソ、アルデヒド製造停止
1968. 9 政府「メチル水銀化合物が原因」と見解発表、公害病と認定



日本の公害防止設備投資額

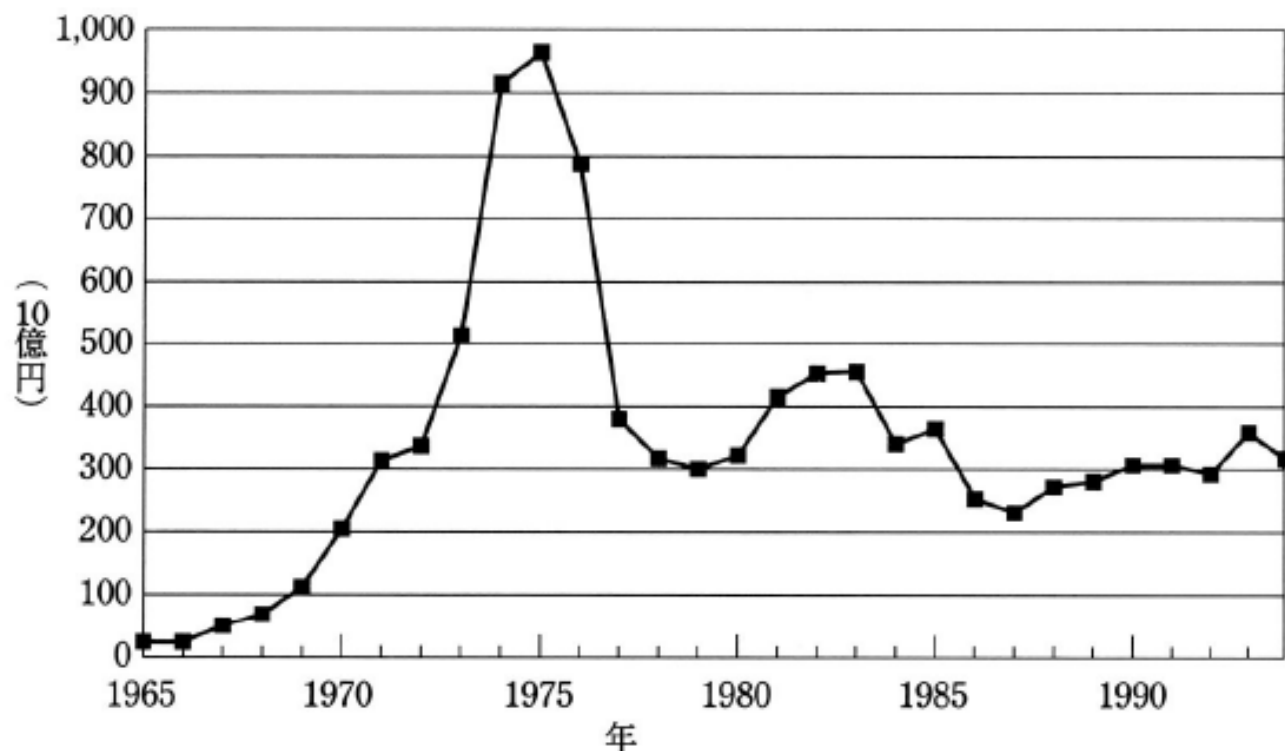


図 4-1 日本の公害防止設備投資額の推移(名目値)〔出典：環境庁「エコ・アジア長期展望プロジェクト報告書」(1997年)〕



リスク導入までの経緯

- 公害という明らかにずば抜けて大きい事象への対処が求められた時代
 - 行政機関の対応は「絶対安全」、つまりゼロリスク
 - 例えば、発がん物質が特定されるようになったときにもゼロリスク原則に基づき、量がわずかであっても発がんの可能性があれば使用を禁止するという規制がまずは優先。
 - 目的リスクの削減には大きな効果。
- 一方、時代が進むと新たな問題が発生
 - 水道水の塩素処理過程で発生する副生成物、大気中にごく微量で存在する発がん性物質などが新たな（健康）リスクとして注目。
 - かつての規制では、水道水での塩素処理による副生成物などは完全に禁止することが困難（つまり水道水を使う以上、ゼロリスクの達成が不可能なため）、新たな管理原則が必要。
 - このような背景から、一定の大きさのリスクを受け入れ、あるポイントを超える場合に規制していくというリスク原則が導入。
 - 結果としてわが国では1990年代に、世界保健機構(WHO)の飲料水質ガイドラインに従い、発がん性化学物質については生涯発がん確率 10^{-5} （10万分の1のリスク水準）が根拠とされ、リスク概念に基づいた基準値が設定された。

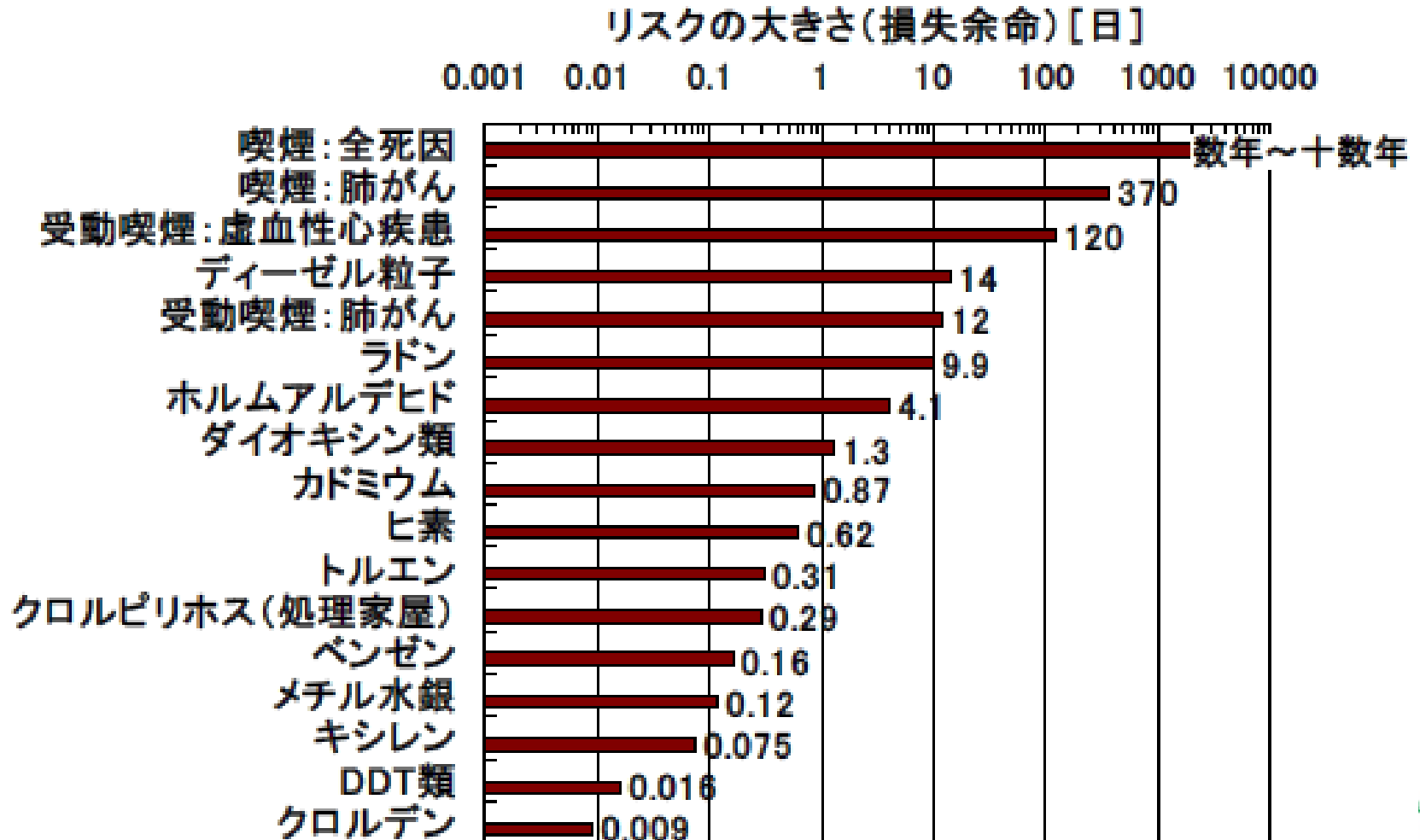


リスクという学問体系が環境で確立されて
何が可能となったか



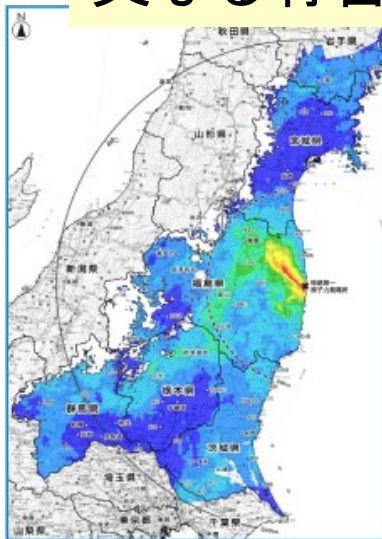
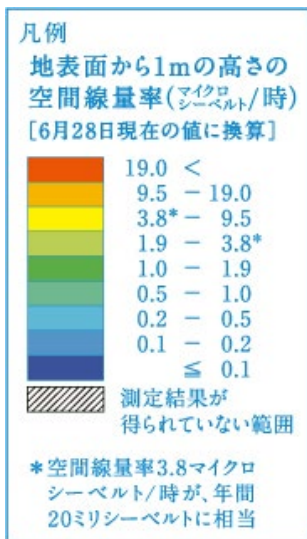
日本における化学物質のランキング

様々な物質の比較が可能となる



放射性物質リスクと他の発がんリスク

異なる有害事象の比較が可能となる



喫煙

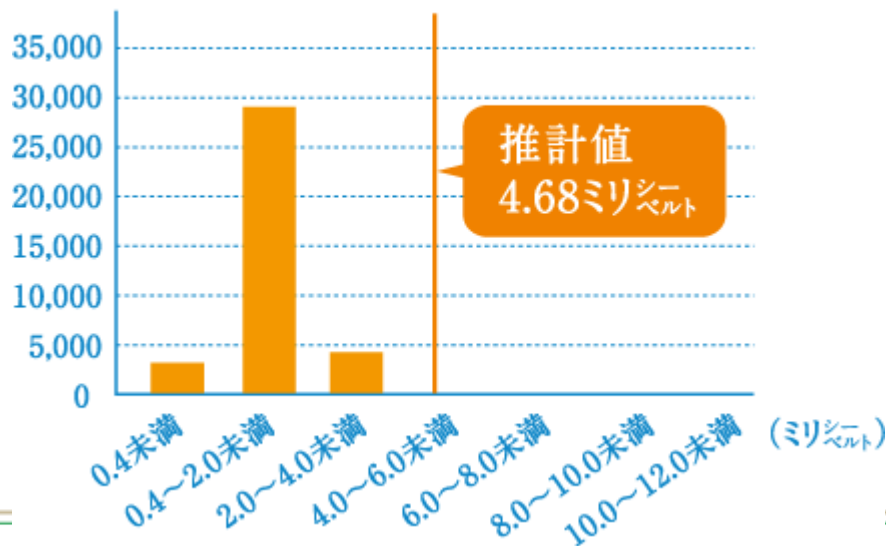
1,000~2,000
ミリシーベルト相当



受動喫煙^{※1}

100~200
ミリシーベルト相当

(人) 福島市 推定数36,767人



肥満^{※2}

200~500
ミリシーベルト相当



野菜不足^{※3}

100~200
ミリシーベルト相当

http://josen.env.go.jp/radioactive_mate

水道水中の原虫と塩素消毒リスク

政策決定に対して定量的な議論が可能となる

- コレラの蔓延は、リスク算定の間違いが原因
 - 1991年1月、ペルーで30万人のコレラ患者が発生し、3516人が死亡した。多くの患者が水道水や井戸水で感染。この原因としてがんに対するおそれ、塩素処理をやめてしまったことが原因
 - ペルーでは1980年代に、米国環境保護局による塩素消毒で発がん性物質が生成するという研究報告を引用して、リマの多くの水道や井戸の塩素処理を中止していた。また、「塩素処理の費用負担増」という事情もあったといわれている。

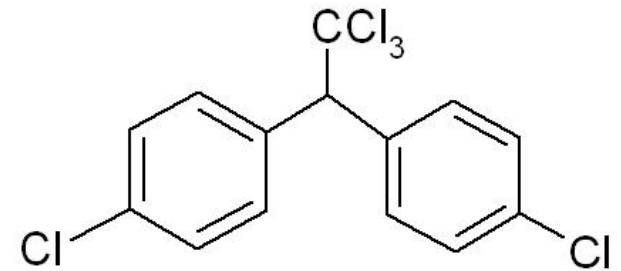


DDT

DDT (Dichloro Diphenyl Trichloro ethane)

性質; 強力な殺虫効果、安価に合成可能

用途; 殺虫剤



歴史;

1950年代～中頃 殺虫剤として特にマラリアに有効

1964年 大量の殺虫剤散布が目的害虫だけでなく他の野生生物に影響を及ぼしている (レイチェルカーソン; 沈黙の春)

→ 猛禽類の卵殻が薄くなり孵化できなくなり、数が減少

→ 人にも悪影響

1970年代 DDT 使用禁止 (耐性種の出現も重なった)

→ マラリア発生数 増加 (代替による対策)

→ 2006年 WHO は室内に限定したDDTの使用推奨を打ち出した



現代の我々が直面する様々な問題

- ゴミは焼却するとCO₂が、埋め立てると土地問題が発生。温暖化対策と埋立問題どちらを優先すべきか？
- 化学物質工場の近くに住んでいる人、妊娠や化学物質に過敏な人はどこに気をつけるべきか
- 外来生物の駆除を限られた費用でどこまでやれば効果的なのか？

