

2010/2/25

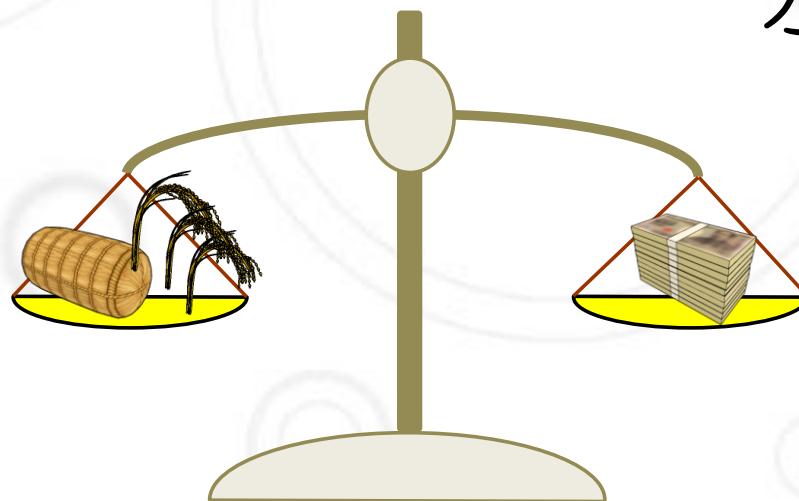
第27回 土・水研究会

食の安全、農業環境問題におけるトレードオフを克服する



リスク論から眺める 農業環境をめぐるトレードオフ

(独) 農業環境技術研究所 有機化学物質研究領域
永井孝志





研究会のテーマ

「食の安全、農業環境問題における トレードオフを克服する」

トレードオフの問題解決には

1. 技術革新によって両者を解決する
 2. 両者の妥協点を探る
- という二つのアプローチがある

両者に共通する必須事項が

「リスク評価」



	ハザード	リスク
包丁	ヒトに対して 殺傷能力を持つ	人に危害が 及ぶ可能性
H ₂ O	数時間内に10-20 L の摂取で死に至る	10-20 L 摂取する可能性

- ・毒物が存在する→問題アリ→毒物の低減が必要 (ハザード管理)
- ・毒物が存在する→リスク評価→ヒト健康や生態系への実害アリ
→問題アリ→リスクの低減が必要 (リスク管理)
- ・毒物が存在する→リスク評価→ヒト健康や生態系への実害ナシ
→問題ナシ (リスク管理)

農林水産省が優先的にリスク管理を行うべき有害化学物質のリスト

・リスク管理を継続するため、

リスク評価、リスク低減技術の開発等を行う必要のある危害要因

(環境中に存在する危害要因)

ヒ素、カドミウム、メチル水銀、ダイオキシン類(コプラナーPCB含む)

(かび毒)

アフラトキシン、デオキシニバレノール(DON)、ニバレノール(NIV)、オクラトキシンA、パツリン

(調理、加工などで生成する危害要因)

アクリルアミド、多環芳香族炭化水素(PAH)、クロロプロパノール類(3-MCPD、1,3-DCP)

・リスク管理を継続する必要があるかを決定するため、

リスク評価を行う必要がある、または既にリスク管理措置を実施している危害要因

(1) 一次産品に含まれる危害要因

(環境中に存在する危害要因)

鉛、ポリブロモジフェニルエーテル(PBDE)

(かび毒)

フモニシン、T-2トキシン、HT-2トキシン、ゼアラレノン

(その他)

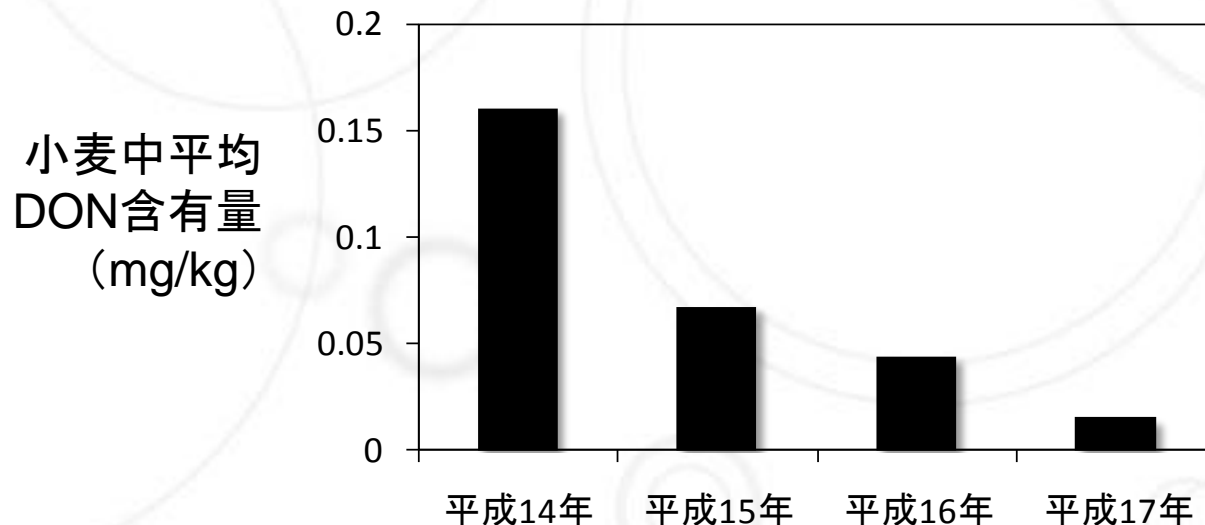
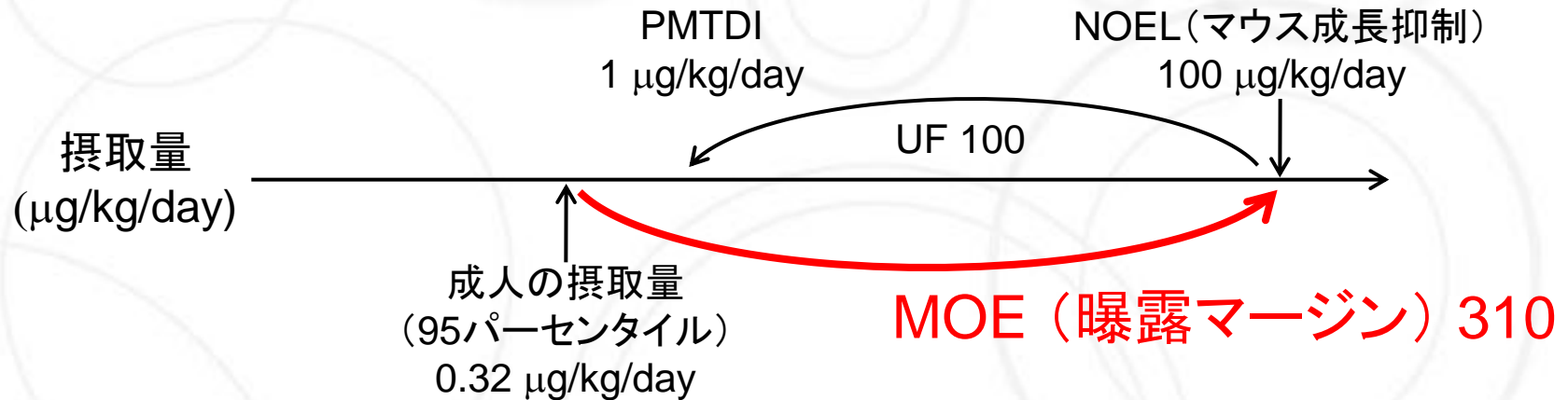
硝酸性窒素、麻痺性貝毒、下痢性貝毒、残留農薬、フラン、トランス脂肪酸

リスク管理検討会メンバーの意見例



デオキシニバレノール(DON)

- ・生産段階での低減措置が必要。
- ・消費者の関心は低いが、放置すればリスクは大きいので、重視すべき。



水道水はなぜ嫌われる？



水道水よりもミネラルウォーターの方が基準が緩い

項目数

水道水 50項目、ミネラルウォーター18項目

ヒ素の基準

水道水10 ppb、ミネラルウォーター50 ppb

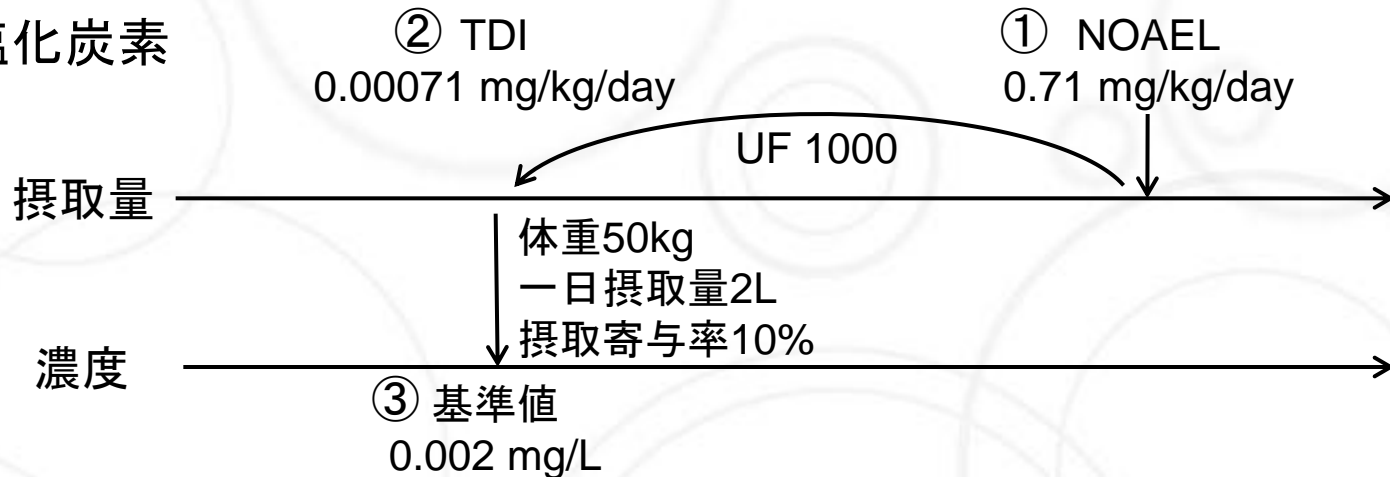
科学よりも感情が重要???

→リスクコミュニケーションへ

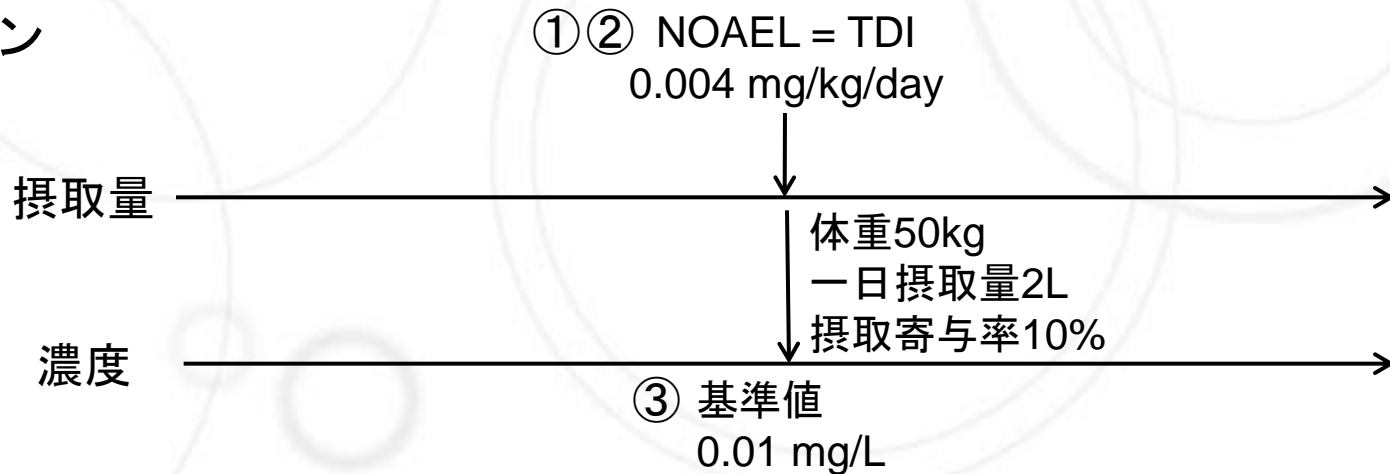
水道水質基準の決め方



四塩化炭素



セレン



基準を超えた水を飲んだらキケン???



四塩化炭素

TDI
0.00071 mg/kg/day

NOAEL
0.71 mg/kg/day

摂取量

MOE 1000

体重50kg
一日摂取量2L
摂取寄与率10%

濃度

基準値
0.002 mg/L

基準値の10倍
0.02 mg/L

セレン

NOAEL = TDI
0.004 mg/kg/day

摂取量

↑ MOE 0

体重50kg
一日摂取量2L
摂取寄与率10%

濃度

基準値
0.01 mg/L

基準値の10倍
0.1 mg/L

水道水質基準の決め方

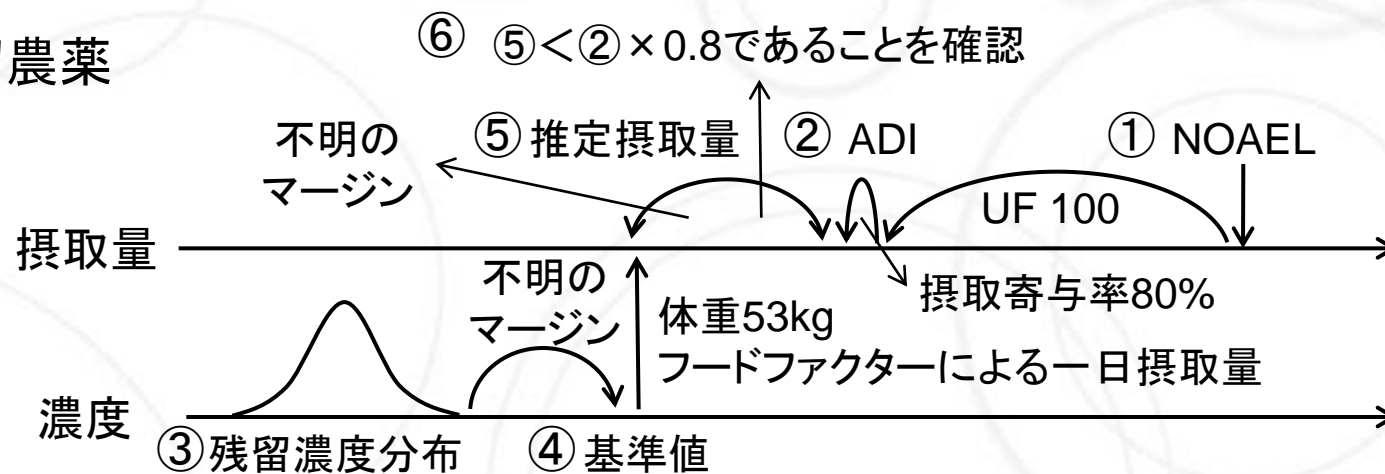


	NOAEL (mg/kg/day)	UF	TDI (mg/kg/day)	基準値(WHO) (mg/L)
ホルムアルデヒド	15	100	0.15	0.9
ブロモホルム	17.9	1000	0.0179	0.1
抱水クロラール	16	10000	0.0016	0.01

食品中化学物質の基準の決め方



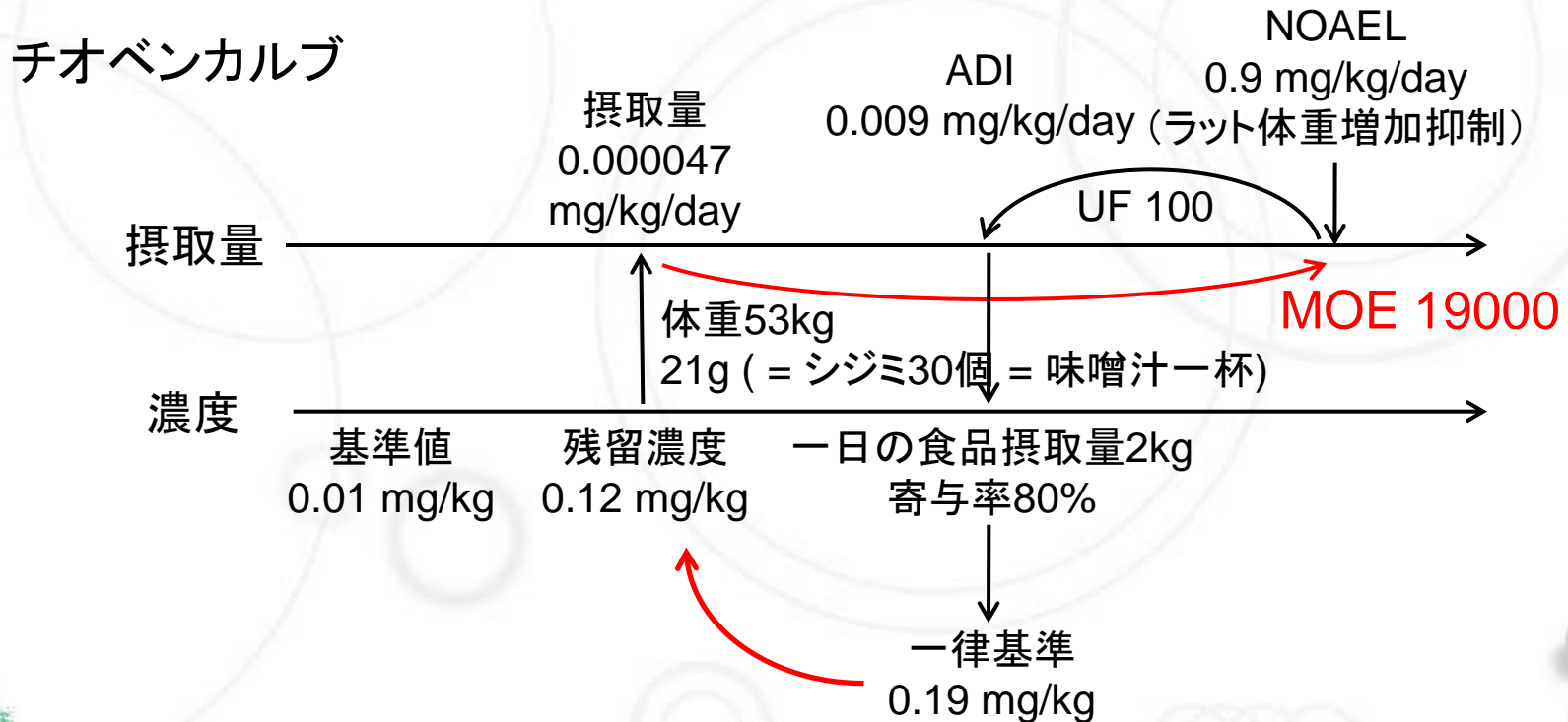
残留農薬



ポジティブリスト制にかかわる残留農薬の一律基準

基準値の設定がされていないものについては、
0.01 mg/kgという一律基準が自動的に課せられる

島根県でシジミから最大0.12 mg/kgの
チオベンカルブの残留が見つかる → 基準値違反



食品中化学物質の基準値超過とリスク



基準値は大きく安全側に偏った仮定の下で設定される

基準値以下なら「リスクは低い」と判定できるが、基準値超過した場合に「リスクは高い」と判定することはできない

基準値の遵守にこだわる一方、基準値の設定されていない天然物や普通の食品などのリスクは放置されている

天然物のリスク



YAHOO! JAPAN ニュース [ログイン](#)
IDでもっと便利に [新規取得](#)

キーワードを入力 [ニュース検索](#) [検索オプション](#)

ニュース [ピックアップ](#) [写真](#) [動画](#) [地域](#) [雑誌](#) [ブログ/意見](#) [リサーチ](#) [ランキング](#)

[北海道](#) | [東北](#) | [関東](#) | [信越](#) | [北陸](#) | [東海](#) | [近畿](#) | [中国](#) | [四国](#) | [九州](#) | [沖縄](#)

[PR] [濃いヒゲ1日集中脱毛で男の見た目はどこまで変わる? ※ウ](#)

[東海](#) | [愛知](#) | [岐阜](#) | [静岡](#) | [三重](#)

食中毒? : ジャガイモで 児童11人症状、2人入院 — 武豊・富貴小調理実習 / 愛知

2月23日10時55分配信 [毎日新聞](#)

武豊町の富貴小学校(杉山匡司校長)で22日、調理実習でジャガイモを食べた4年生11人が腹痛や頭痛、嘔吐(おうと)の症状を訴え、9人が病院で診察を受けた。そのうちの男子児童2人が比較的症状が重いことや経過観察のため入院した。2人とも意識ははっきりしているという。半田保健所はジャガイモによる食中毒とみて原因を調べている。

学校や町教委によると、調理実習は午前8時50分からの1~2時間目で29人が参加。学校の農園で育てたアンデスレッドという品種のジャガイモをゆでて食べたという。実習後に11人が症状を訴え、4人が救急車で病院に運ばれ、5人は父母が病院に連れていった。うち7人は症状が軽く、自宅に帰った。

調理実習は4年生の2クラスが先週木・金曜日に行ったが、問題はなかったという。

ジャガイモによる食中毒は09年7月に奈良市の小学校でも起きた。未成熟や小さいジャガイモは全体に毒性のあるソラニン類が多く含まれているという。【河部修志】

2月23日朝刊

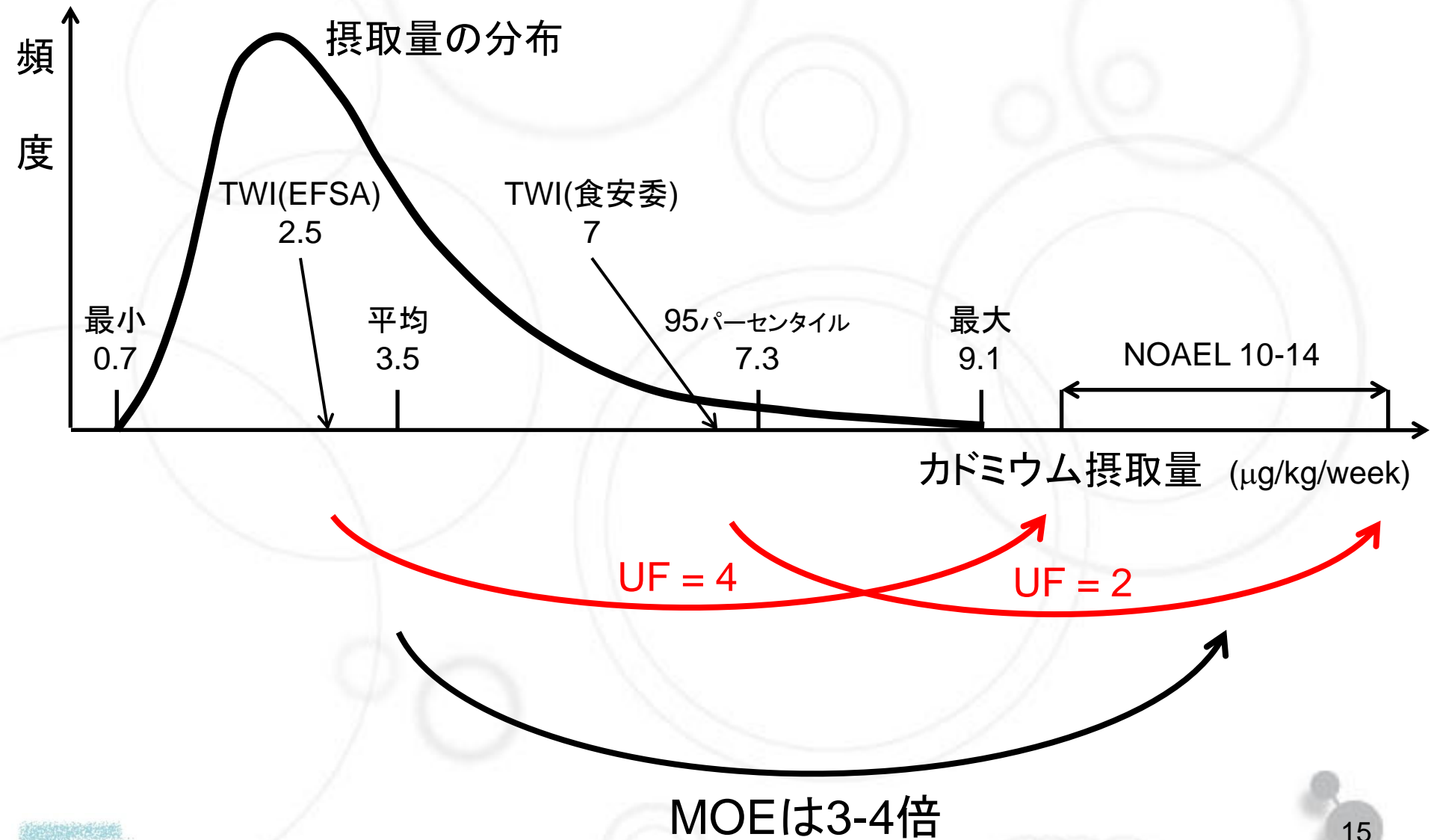
食品中化学物質の基準値超過とリスク

	NOAEL	含有量	基準値	食品摂取量	摂取量	MOE
	mg/kg/day	mg/kg/	mg/kg/	g/day	mg/kg/day	
キクラゲ中 フェンプロパトリン	3	0.02	0.01	10	0.000004	750000
ジャガイモ中 ソラニン、チャコニン	1	10	-	200	0.04	25
タマネギ	50	-	-	30.3	606	0.08

基準値超過とリスクの有無は無関係

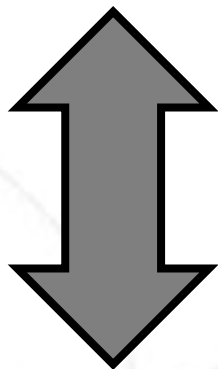
基準値の有無に関わらずリスク評価は必要

カドミウムのリスク評価



食品安全委員会による評価書の結論

「一般的な日本人における食品からのカドミウム摂取が健康に悪影響を及ぼす可能性は低いと考えられる」



矛盾はないのか？

行政の取組み

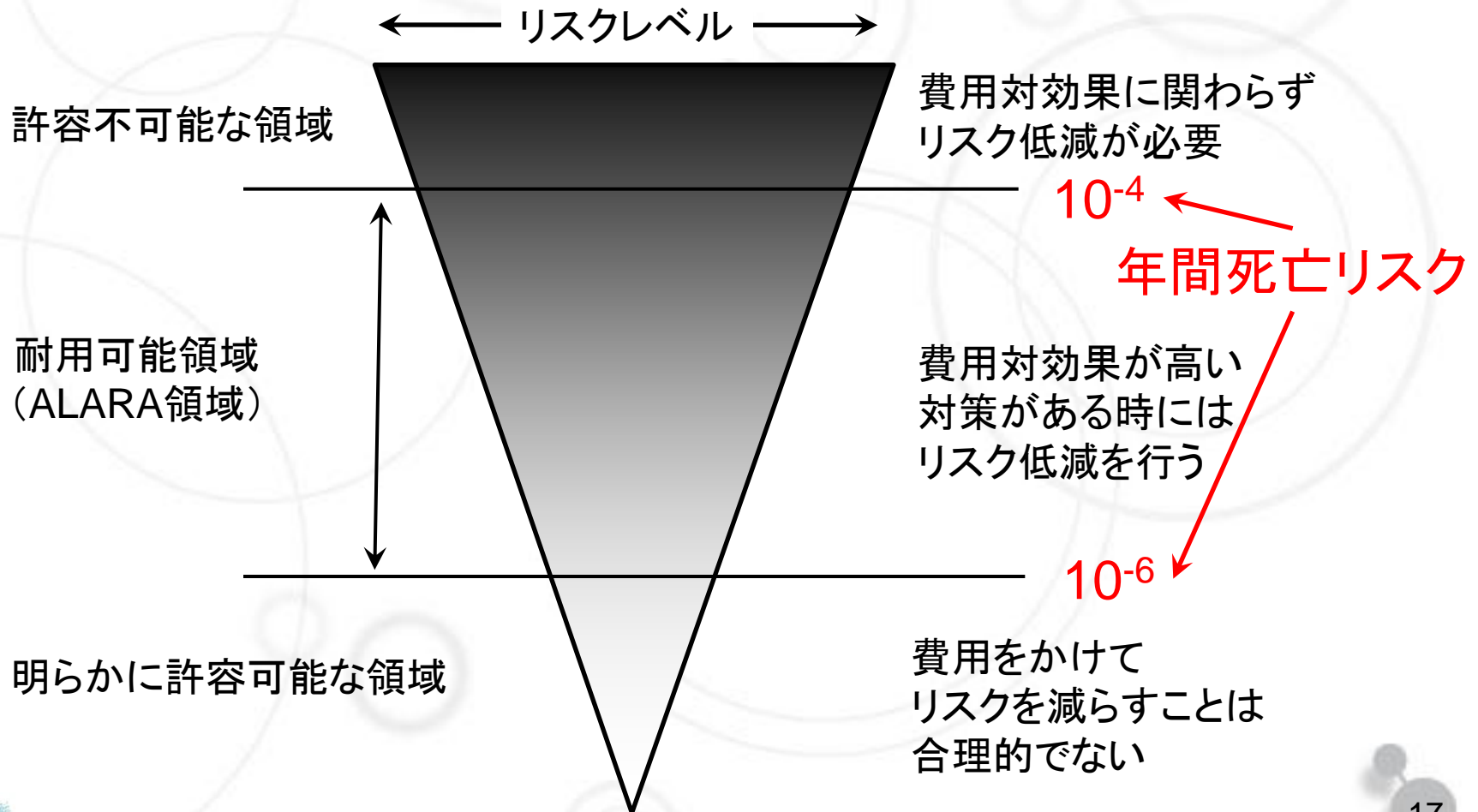
ALARA (As low as reasonably achievable) の原則に従いさらに摂取量を減らす

コメ中カドミウムの基準値が1 mg/kgから0.4 mg/kgへ

英国におけるALARPの概念図



ALARP (As low as reasonably practicable) は
ALARAの英国における解釈



カドミウムの有害性評価のエンドポイント

カドミウムは腎臓機能に最も影響するが、、

- ・エンドポイントは尿細管障害 (β_2 -MG排泄量の増加)
- ・それ自体が必ずしも有害であるわけではない
(腎障害の予兆) → 死亡リスクと比較ができない
- ・ヒトの曝露量と健康状態を調べる疫学調査は
せいぜい1000人レベル
- ・影響が無い≠ゼロリスク
 10^{-3} 以下であることを示しているだけ
- ・低用量曝露で影響が見られるのは50歳代以上
いつの曝露の影響なのかよくわからない

各要因による死亡リスク



要因	年間死亡リスク
たばこ	4×10^{-3}
アルコール	1×10^{-3}
自殺	2×10^{-4}
交通事故	9×10^{-5}
食品による窒息	7×10^{-5}
コーヒー	2×10^{-6}
カドミウム*	2×10^{-6}
自然災害	1×10^{-6}
ヒ素(発がん)*	6×10^{-7}
メチル水銀*	2×10^{-7}
航空機事故	1×10^{-7}
残留農薬	2×10^{-8}
食品添加物	2×10^{-9}
原子力	8×10^{-10}
BSE	1×10^{-12}

10^{-4}

10^{-6}

死亡数によるリスク
市民のための環境学ガイド
[http://www.yasuienv.net/
RiskSortedbyDeath.htm](http://www.yasuienv.net/RiskSortedbyDeath.htm)
より改変して抜粋

*Gamo et al. (2003)による
損失余命から換算



- ・as low asは基準値をできるだけ低く、
ではなくリスクをできるだけ低く、
という意味
- ・基準値を下げるというのはあくまで対策の一つ
- ・基準値を下げるという対策がリスク低減のための
費用対効果が本当に高いのかどうかを検証する必要がある



基準値で縛り付けると、
現場は必要以上に基準値超過を恐れる
(出荷停止、地域ブランドに傷、風評被害、、、)



必要以上に確実な浄化方法を求めてしまう
(もし、さらに基準値が下がったら、、、)

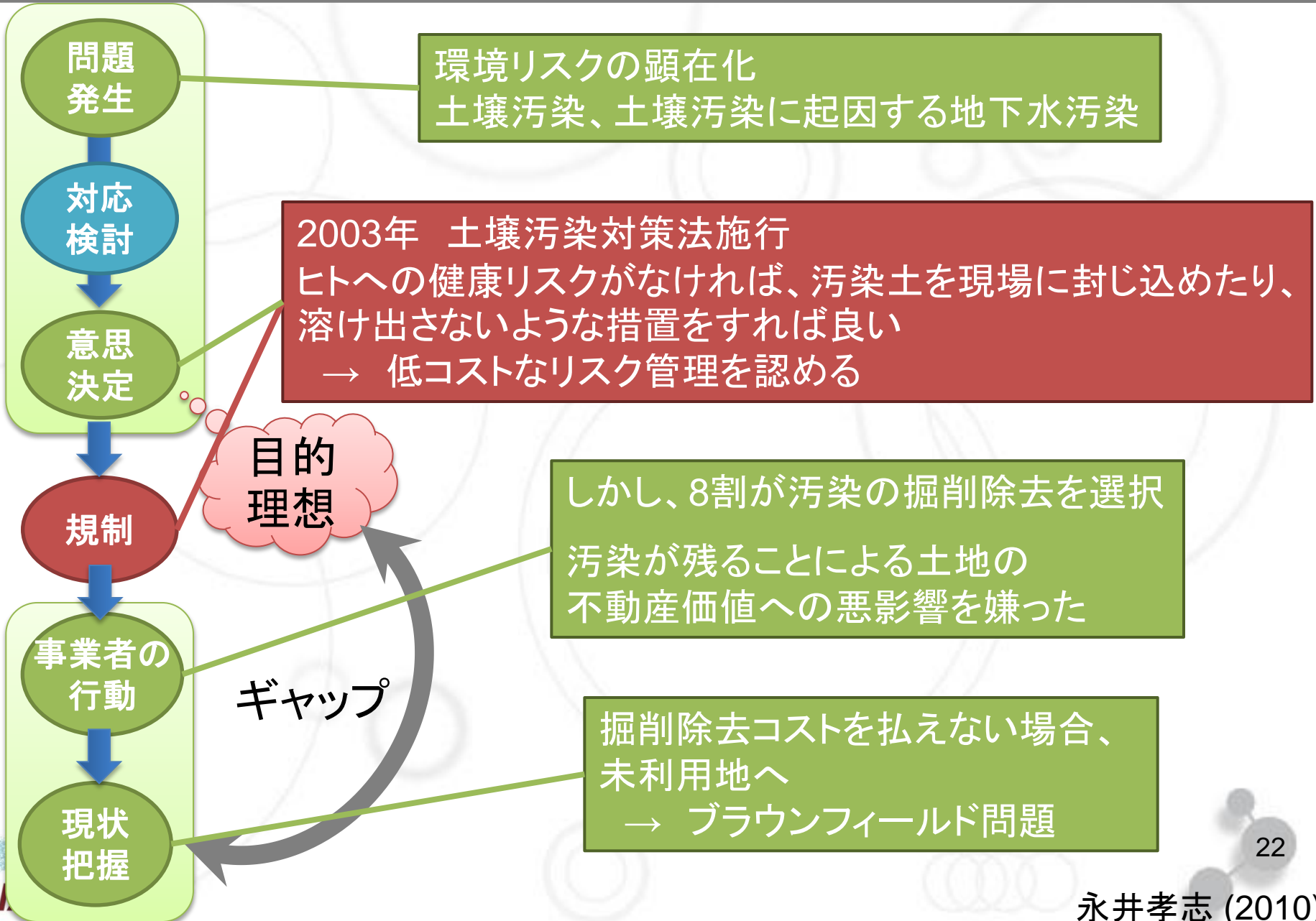


低コストな浄化方法が選択されずに客土を選択してしまう



リスク低減対策の費用対効果が改善しない

市街地土壌汚染の事例





1. 裏の意思決定者(現場)の存在を認識する

- ・意思決定者はリスク管理者だけではない

2. 環境リスクから生まれる経済リスクをヘッジする

- ・経済リスクは保険でヘッジ
- ・米国の *No further action letter*
- ・ *As low as* じゃダメ

3. 順応的管理のシステム化

- ・現場で想定外の事が起こることをあらかじめシステムに組み込む



研究会のテーマ

「食の安全、農業環境問題における トレードオフを克服する」

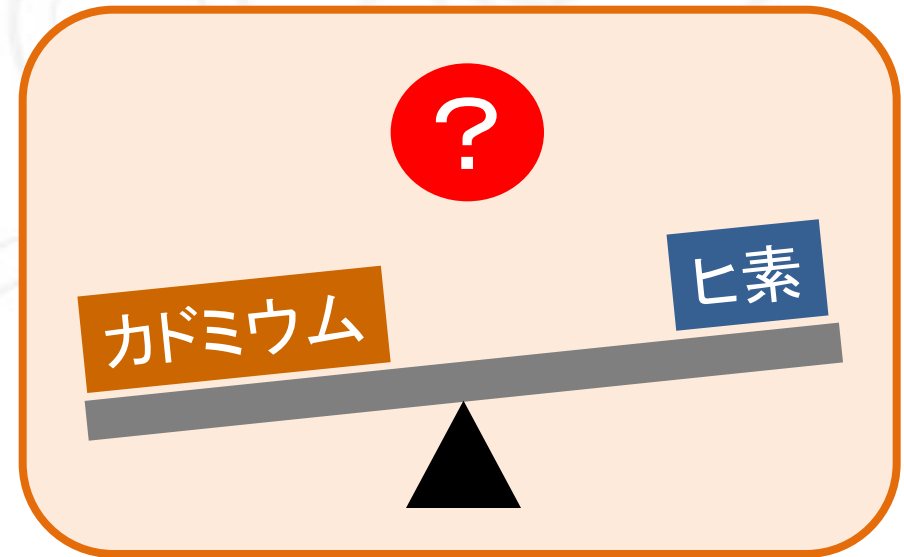
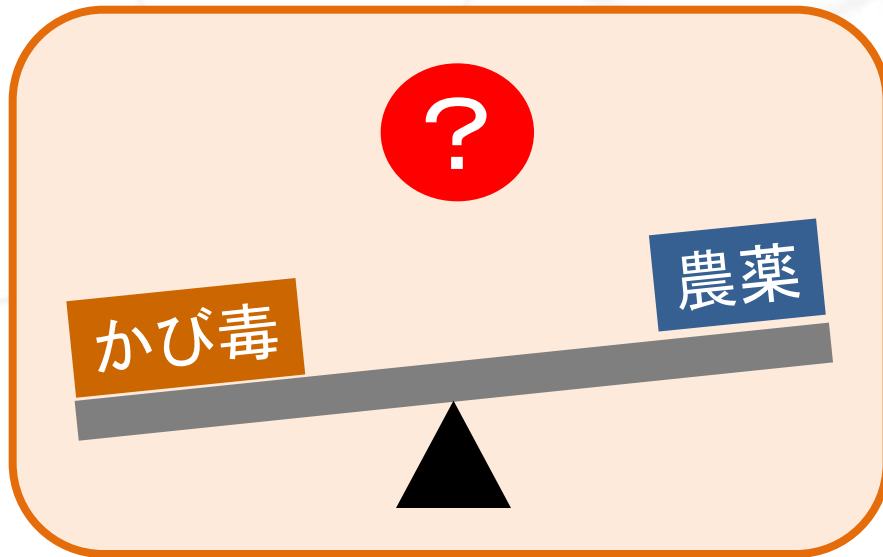
トレードオフの問題解決には

1. 技術革新によって両者を解決する
2. 両者の妥協点を探る

という二つのアプローチがある

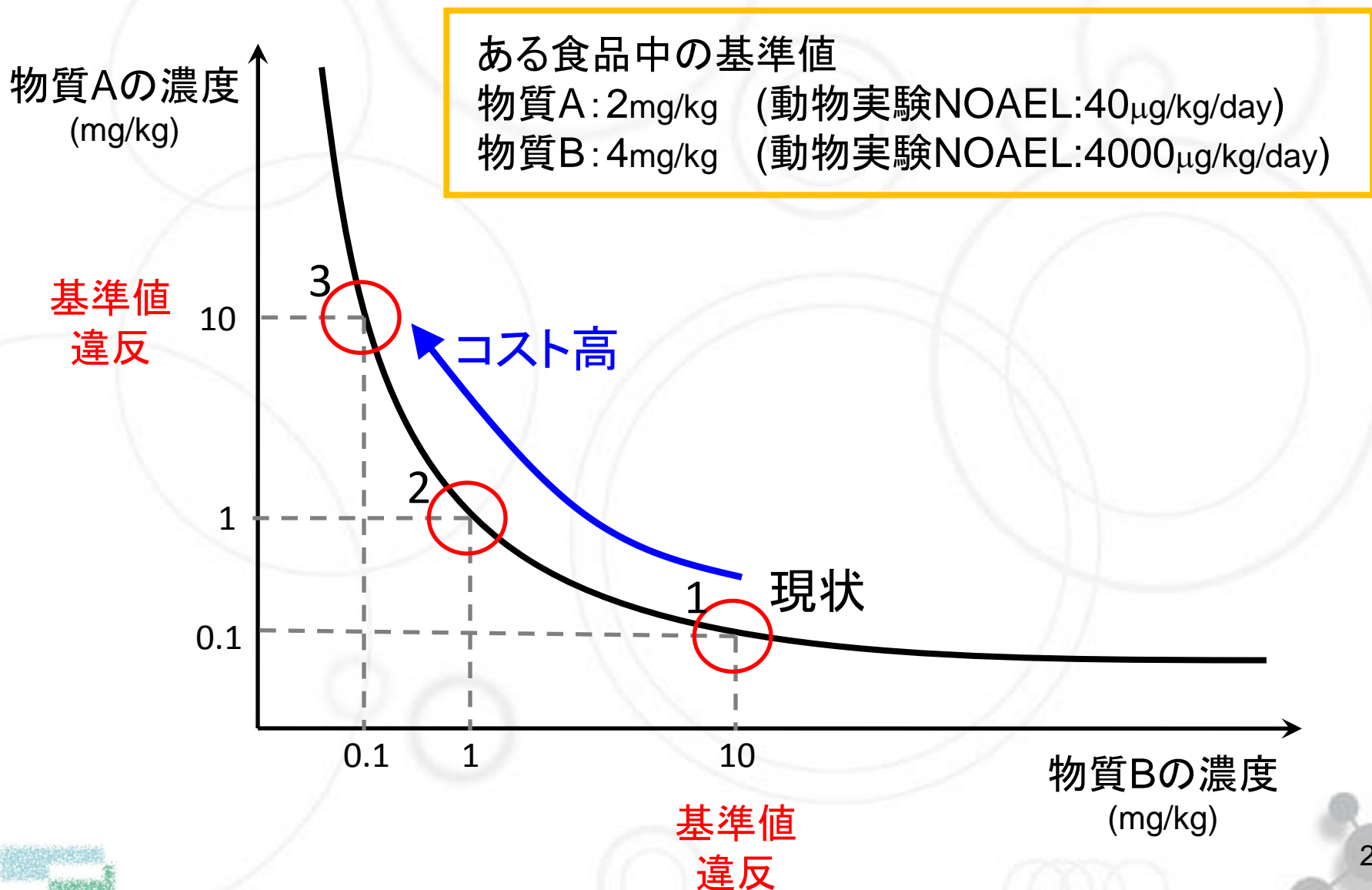
両者に共通する必須事項が

「リスク評価」



両者のトータルリスクをミニマムにする
「現時点での」最適管理基準を導く

トレードオフ関係にある2物質のリスク



トレードオフのリスク評価



一日摂取量100g、体重50kg、寄与率20%
動物実験→ヒト健康のUF100

シナリオごとの摂取量

	MOE	} リスクの懸念は 最も低い
1: A: $0.1 \times 0.1/50 \times 10^3 = 0.2 \mu\text{g/kg/day}$	→ 200	
B: $10 \times 0.1/50 \times 10^3 = 20 \mu\text{g/kg/day}$	→ 200	
2: A: $1 \times 0.1/50 \times 10^3 = 2 \mu\text{g/kg/day}$	→ 20	
B: $1 \times 0.1/50 \times 10^3 = 2 \mu\text{g/kg/day}$	→ 2000	
3: A: $10 \times 0.1/50 \times 10^3 = 20 \mu\text{g/kg/day}$	→ 2	
B: $0.1 \times 0.1/50 \times 10^3 = 0.2 \mu\text{g/kg/day}$	→ 20000	

リスクトレードオフでは基準値を一旦忘れよう



MOE = NOAEL/摂取量

発がん性のある物質(遺伝子損傷性のある物質)の場合、
毒性に閾値が無いという前提をとるため、
NOAELの評価が理論的に不可能

カドミウムは経口曝露では非がんの影響(腎機能障害)、
ヒ素は皮膚がん、
これらのリスクトレードオフはMOEでは解析できない

NOAELの評価のエンドポイントが
腎臓や肝臓への影響、神経障害、成長抑制など物質によってバラバラ、
実際の影響の程度が等しくないものを横並びで比較している



・損失余命－発がんとは非がんによるリスクの比較

疫学調査によって報告される化学物質への曝露による死亡率上昇の情報を、生命表などを用いて一人あたりの損失余命に換算したもの

カドミウムは0.8日、ヒ素(発がん)は0.3日、メチル水銀は0.1日
(Gamo et al. 2003)

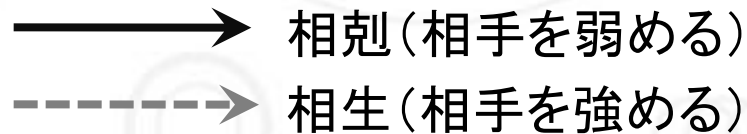
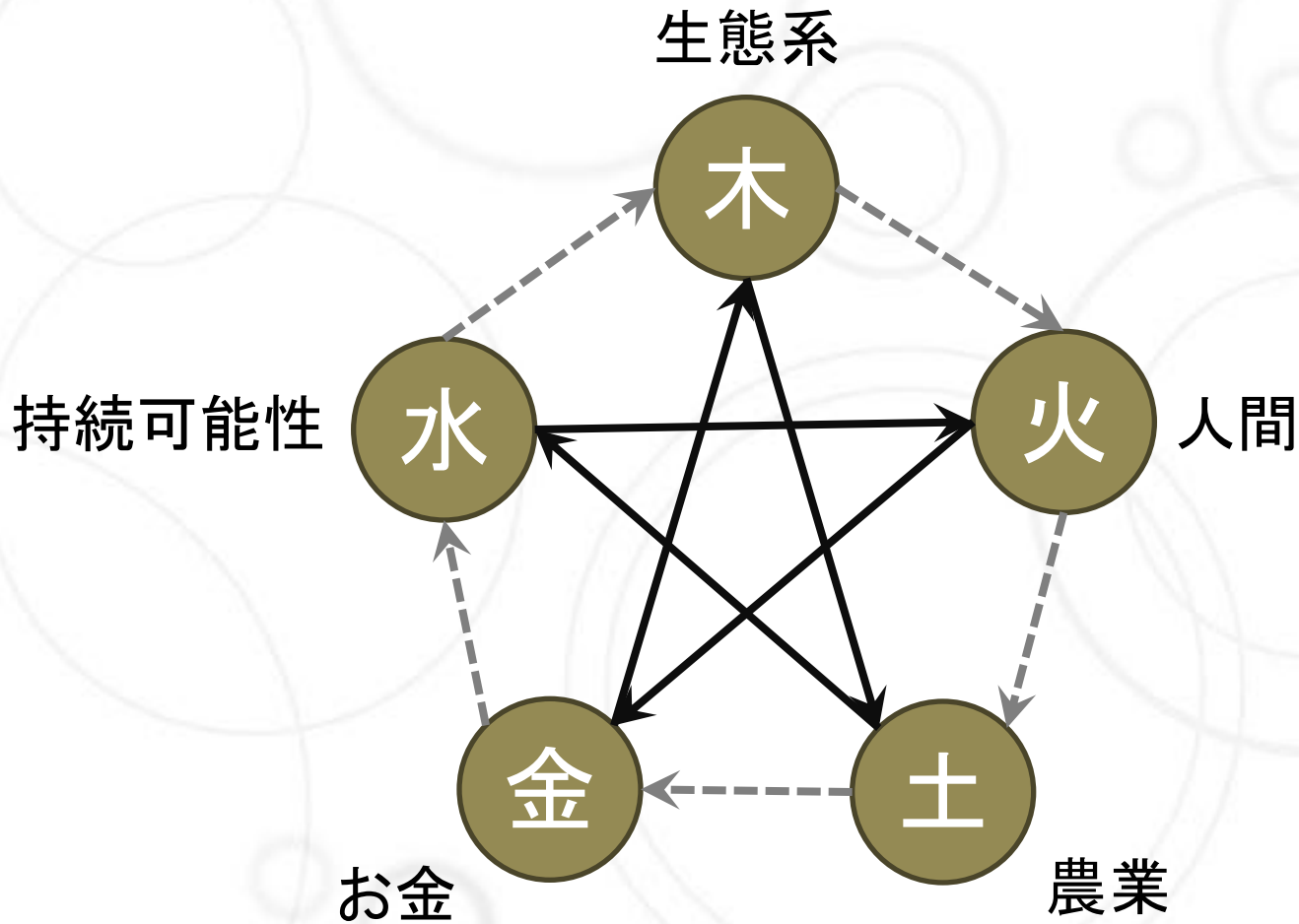
・DALY, QALY－エンドポイントの違いを考慮

化学物質の悪影響は死に至らなくても様々な健康上の障害を引き起こし、QOLを低下させる

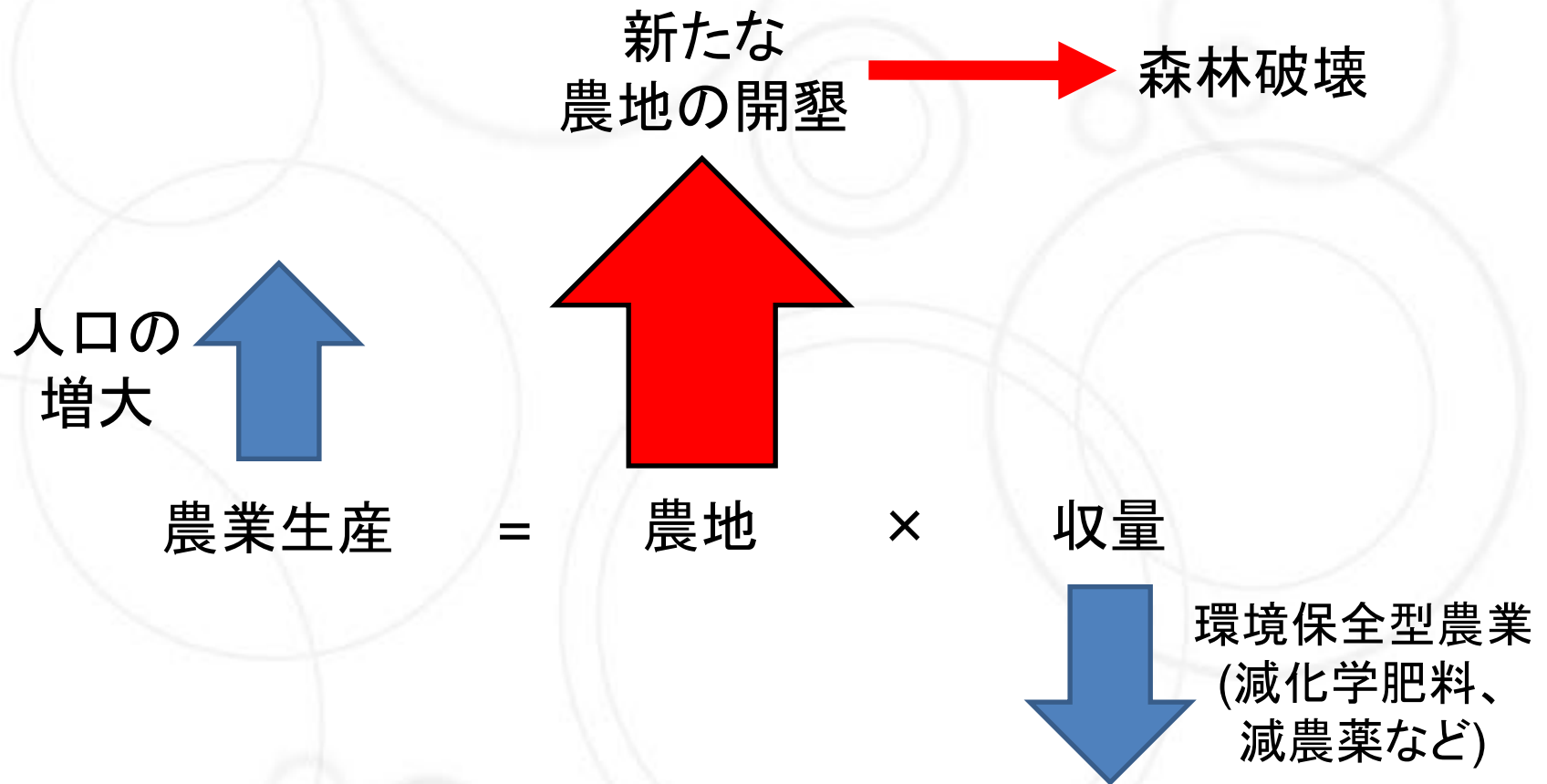
死亡以外の健康影響をQOLの低下度合いによって定量化したものが障害調整余命年数(Disability adjusted life year, DALY)、質調整余命年数(Quality adjusted life year, QALY)

不健康な食事や喫煙＋運動不足＋アルコールの過剰摂取が最も損失DALYが大きい、
化学物質による損失DALYは非常に低い
(RIVM 2006)

農業環境をめぐるトレードオフ

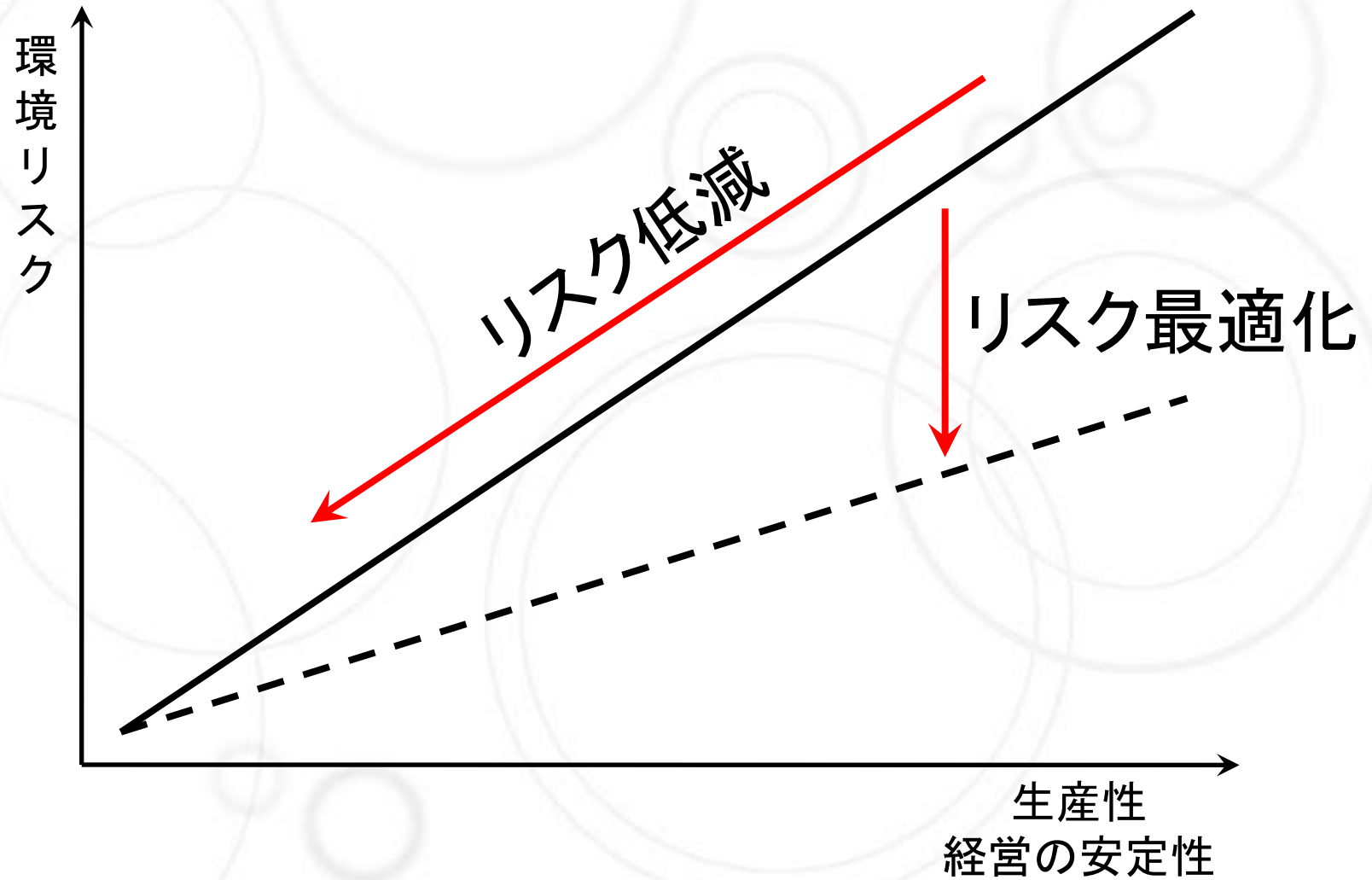


持続可能な農業とは？



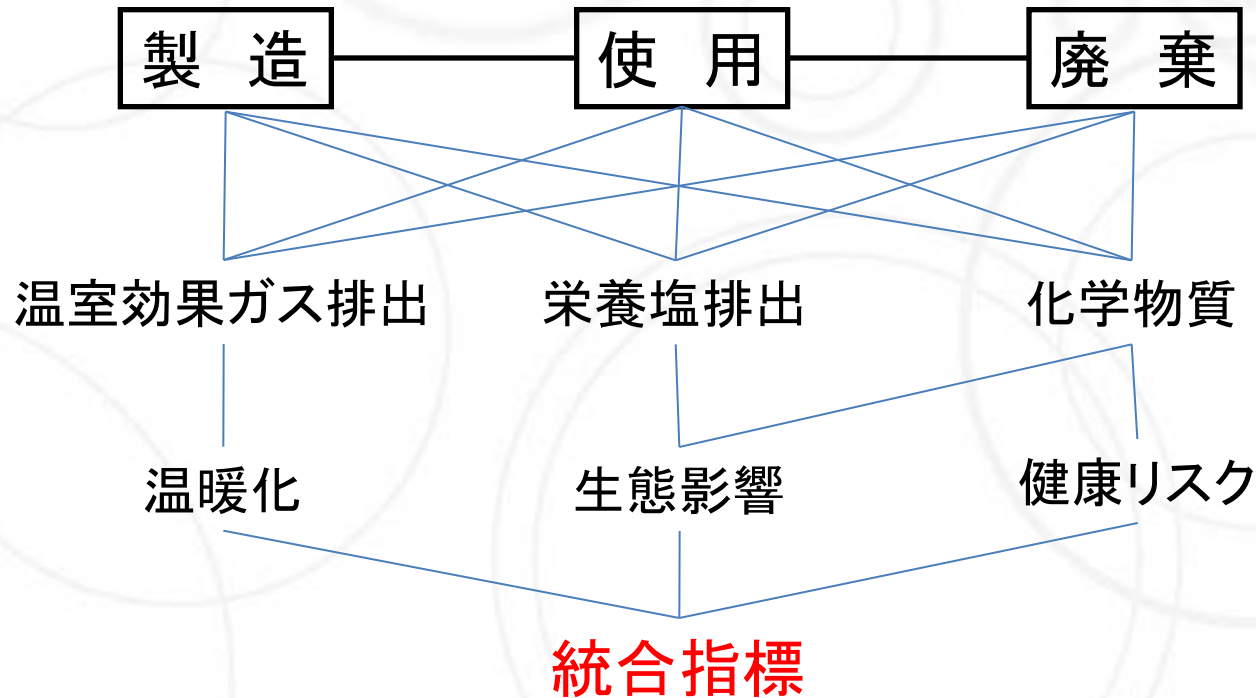
持続可能？？？

持続可能な農業とは？





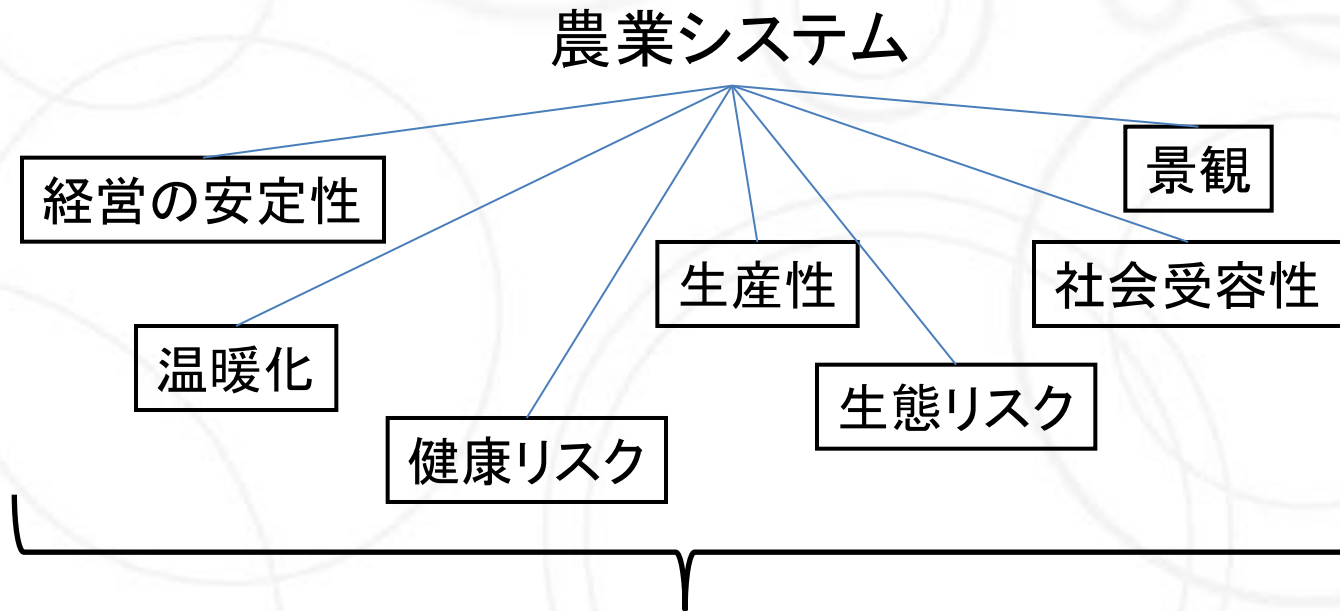
1. ライフサイクルアセスメント(LCA)



どんな農業システムが良いか数字で判断できる



2. 多基準分析 (MCDA)



項目毎にスコア付け
項目ごとに重み付けして統合

扱える項目の範囲が広い



研究会のテーマ

「食の安全、農業環境問題における トレードオフを克服する」

トレードオフの問題解決には

1. 技術革新によって両者を解決する
 2. 両者の妥協点を探る
- という二つのアプローチがある

両者に共通する必須事項が

「リスク評価」

肉骨粉のリサイクル → BSE
遺伝子組換え作物 → 社会受容性

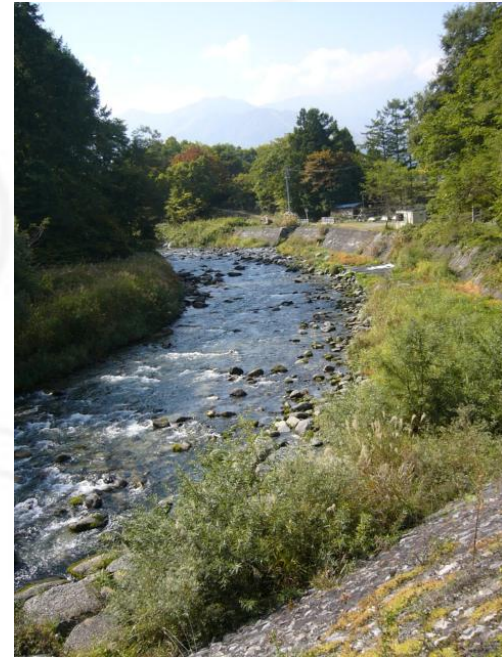
湛水管理 → ヒ素の吸収の増加
豚糞堆肥の利用 → 亜鉛の流出

テクノロジーアセスメントが必要

カドミウム汚染土壌の化学洗浄法の事例

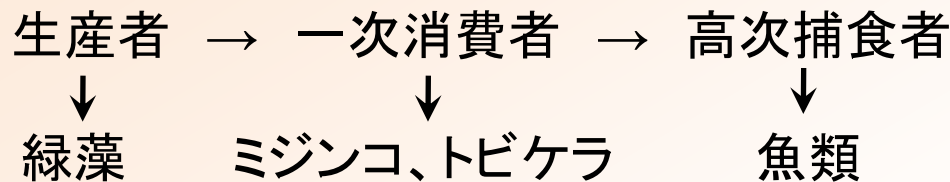


洗浄排水



悪影響はないか？

水圏生態系



毒性試験

指標生物への影響を評価

生態系への影響へ外挿

WET試験



リスク評価の重要性は今後も増す

リスク評価はより定量的、総合的、汎用的に進化すべき

リスク評価と意思決定のギャップを埋める必要がある

壁を破るインセンティブを！