

リスクを少なくすること

原則、化学物質、製品、食品

NITE理事長としての講演ではありません。
個人的な見解と将来への希望を述べます。

安井 至

国際連合大学名誉副学長・東京大学名誉教授

<http://www.yasuienv.net/>

講演要旨

- リスクを少なくすることを包括的に考える。
 1. リスクのTolerableなレベルとは何か。そして、その社会的受容性は時代とともに変貌している。
 2. リスクを管理する。ISO31000が意味すること。
 3. リスクの包括的性格。
 4. ヒトの生存リスクがやはりベースラインか。
 5. 食品というもののリスク。
 6. 製品リスクに関しては、方向性のみで留める。

そもそもリスクとは？

- “リスク=risk”の日本語訳は？
 - 危険、冒険
 - 危険、恐れ
- それなら、dangerとどう違う？
 - 類義語辞典によれば
 - danger「危険」の意の最も普通で広義の語.
 - リスク=risk 自発的に冒すことによつて、付随して起きる危険.

キーワード「リスク管理」

- ところが、これが日本人にはもっとも難しい言葉である。なぜか？
- 日本にはコタツがあるのに、欧米にはなぜないのか？ 実は「答」は同じ。

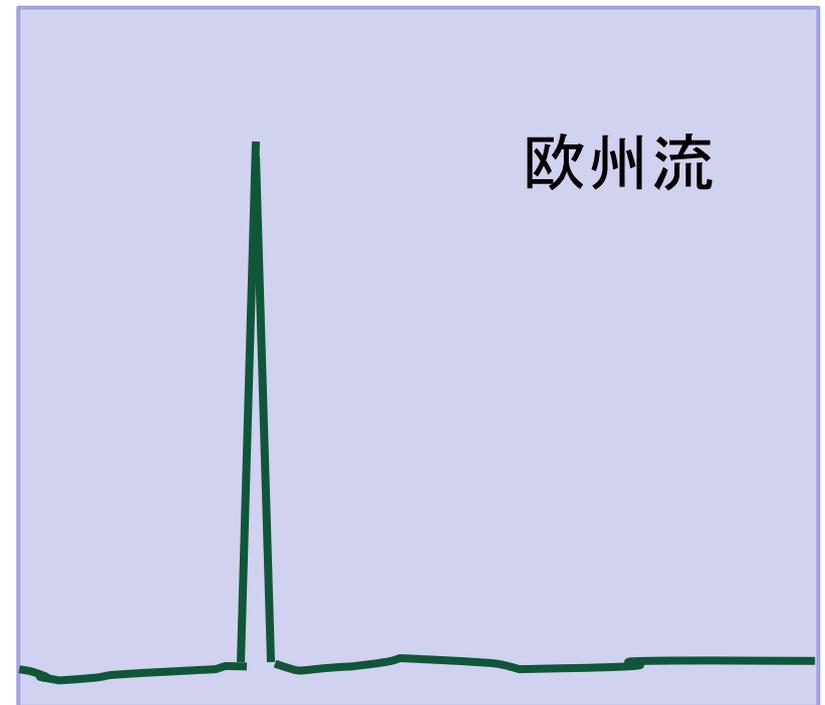
リスク感覚＝リスク分布

典型例：ノンフロン冷蔵庫、臭素系難燃剤



個人・空間etc

我慢型のリスク受容



個人・空間etc

保険型のリスク受容

フグのリスクとチャレンジ

- 食中毒による死者の最大の原因は、いまだにフグ。次がキノコ。
- フグを食べることは、まさにリスクである。
- 世界的に、フグを食べる国は日本のみ。
- フグ毒に関しては、世界で唯一チャレンジした国民。例外的。
- 場合によっては、ヒジキもそうかもしれない
 - ヒジキは無害な有機ヒ素ではなく無機ヒ素を含む

ISO31000による新しい定義

- ISO31000 リスクマネジメントが発行
2009年11月
- もちろん任意規格である 認証は無い
- リスクという単語の意味が相当議論された
(三菱総研 野口氏)
 - **risk=effect of uncertainty on objectives**
「リスクとは、(その組織などの)目的に対して、不確実性が引き起こす影響である」。
 - リスクとは悪い影響だ、と言っていない。

ISO31000の含意

- 組織などは、リスク(不確実性)を最小化することによって、目的(=持続性、実効性、雇用、社会貢献、など)を達成すべきである。それには、リスクの管理が必要である。
- ヒトが構成している社会は、、、、
- 個々のヒトも、リスクを最小化することによって、恐らく「目的」を維持すべき。しかし、個々のヒトにとって「目的」とは何か。
- 「リスク」の意味する範囲は一体何か。
- 包括的視点が重要

包括的視点とは

- 様々な事象の相互関係を考える
- 主体（組織から個人）に関しては、面的なサイズで序列化すれば
- 地球 > 多国籍企業 > 経済圏 > 国家 > 地方自治体 > 事業体・企業 > 団体・グループ > 家族 > 個人
- 主体によって「目的」が異なるため、単一の視点での解析では不十分

化学物質をなぜ意図的に使うか

- それは日常生活を便利にするから
- 例えば、プラスチックが無かったら？
 - 使える材料は、金属、木材、紙、ガラス、陶器などに限られる
 - 食品の包装が無ければ、傷みが速くなる
 - 家電製品の価格が、相当高くなる
 - 少なくとも液晶テレビ・ノートパソコンは存在しない
- もしも化粧品が無かったら？
 - 昔は、鉛白、京紅、椿油、、、
 - 今は、多種多様な化学物質を使っている

白粉(おしろい)、京紅(べに)

- 白粉 中国から輸入された高級品は鉛白(塩基性炭酸鉛:有毒)であった。国内では、伊勢白(多分、塩化第一水銀:有毒)。
 - 鉛白は、1934年に禁止に。
 - お岩さんは鉛中毒?
- 京紅 ベニバナから
 - もともとは黄色
 - 水にさらすと紅くなる
 - 乾燥して粉末に
- 天然アカネ色素が禁止に。



注意

1分

止 10秒

1分

サイレン



危険ですので同時に
五人以上の通行を
禁止致します。
寸又峡温泉組合



安全性の目安＝安全係数

- 安全係数(マージン)とは
- 吊り橋の安全の判断は？
- ワイヤロープの強さと荷重
 - 安全係数＝ワイヤロープが切れる荷重／想定される最大の荷重
 - ワイヤロープのように機械的な部品の場合、安全係数が**3倍**程度以上でOKと考える
http://www.ropo.co.jp/products/technical/th_03.html
 - 工業製品であるため、特性がほぼすべてワイヤロープについて同じ

発がん物質に関する安全係数

- 安全係数 = 下限ベンチマーク用量 / 摂取量
- 発がん物質の場合、安全係数が10000倍あれば、安全だと判定する。
- 発がん物質には2種類。
 - 1. 遺伝子に傷を付ける物質(本当の発がん物質)
 - 2. 発生したがんを増大させる
- IARCが示すヒトの発がん物質
= グループ1は108種類
- IARCの恐らくヒトの発がん物質
= グループ2Aは66種類

エコナはなぜ自主的販売中止に

- そもそもエコナ(花王製)とは何か

- 特別保健用食品

 - 体脂肪に

 - なりにくい食用油

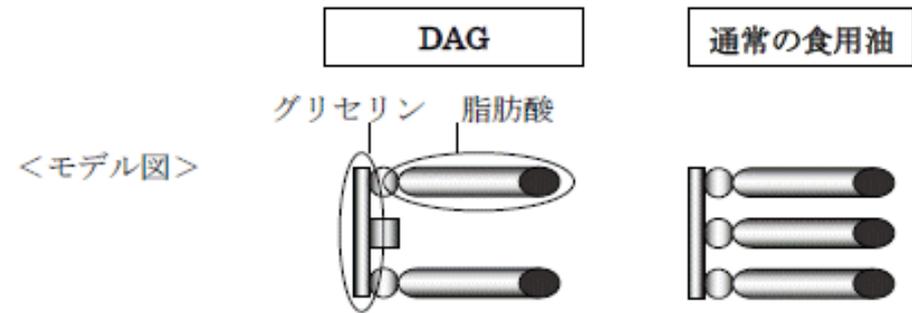
- 食油の分子構造を

 - 人為的に変化

- 不純物として

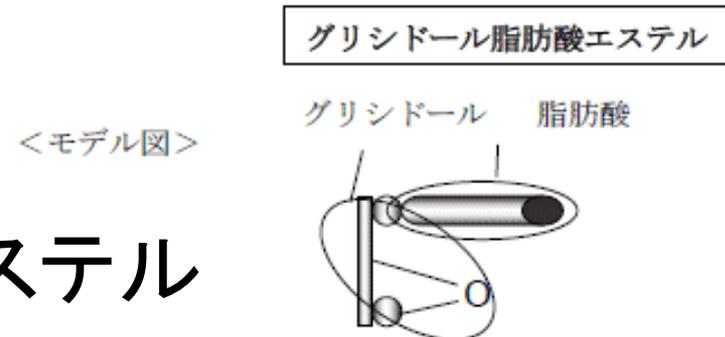
 - グリシドール脂肪酸エステル

ジアシルグリセロール (DAG) とは



(事業者ホームページ「ジアシルグリセロール (DAG) とは」を改変)

グリシドール脂肪酸エステルとは



グリシドール脂肪酸エステル

■ 事実その1

- 消化時に、グリシドールと脂肪酸に分解される。
- このグリシドールには発がん性(グループ2A)があるとされている。

■ 事実その2

- パーム油などの他の食用油にも存在している
- しかし、エコナには、比較的多いとされているパーム油の30倍以上が含まれている

化学物質管理分野

化学物質の総合的なリスク評価・管理に関するさまざまな情報を提供しています。

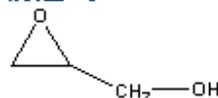


総合情報

(現在、データの無い項目も表示しています)

[一般情報](#) [国内法規制](#) [各国インベントリ](#) [各国有害性評価](#) [物理化学性状](#) [環境毒性](#) [健康毒性](#)

構造式



I. 一般情報 [先頭に戻る](#) [データの説明](#)

CAS番号	556-52-5
日本語名	2,3-エポキシプロpan-1-オール
英語名	2,3-epoxypropan-1-ol
分子式	C3H6O2

国連番号・分類 [データの説明](#)

Name and Description	TOXIC LIQUID, ORGANIC, N.O.S.		
UN No.	2810	Class or Division	6.1

製造・輸入量 - 化審法監視化学物質届出結果 [データの説明](#)

分類/通し番号	該当なし
化学物質名称	-
平成19年度(t)	-
平成18年度(t)	-
平成17年度(t)	-

日本産業衛生学会—作業環境許容濃度・発がん性評価 [データの説明](#)

評価物質名称	グリシドール			
分類	許容濃度		許容濃度の提案理由書	発がん性評価
	許容濃度(ppm)	許容濃度(mg/m ³)		
-	-	-	-	2A;人間に対しておそらく発がん性があると考えられる物質(証拠がより十分な物質)
備考	発がん物質分類小委員会により再評価中。			

ACGIH—作業環境許容濃度・発がん性評価 [データの説明](#)

評価物質名称	Glycidol		
分類	TWA	STEL	発がん性評価
-	2ppm	-	A3;動物に対して発がん性が確認された物質であるが、ヒトへの関連性は不明
備考	-		

発がん性評価 [データの説明](#)

評価機関	評価内容	
EU	評価物質名称	2,3-epoxypropan-1-ol, glycidol, oxiranemethanol
	評価ランク	2ヒトに対して発がん性があるとみなされるべき物質。一般に次の事項に基づいて、ある物質へのヒトのばく露が発がんを発生させることになるかもしれないことを強く推測させる十分な証拠がある:適切な長期の動物実験、その他の関連情報
EPA	評価物質名称	該当せず
	評価ランク	-
IARC	評価物質名称	Glycidol [556-52-5] (Vol. 77; 2000)
	評価ランク	2A;ヒトに対しておそらく発がん性を示す
NTP	評価物質名称	Glycidol
	評価ランク	R;ヒト発がん性があると合理的に予測される物質

エコナの結論

- エコナは不純物として、消化時に発がん物質を発生する可能性がある物質を含む。
- 他の食用油にも含まれている物質ではあるが、30倍ぐらい多い。
- もしも、**全量がグリシドールになると仮定し安全係数を計算すると、通常10000倍必要とされているが、どうも1000倍ぐらいしか安全係数がないか？**

真実はさらに複雑

- グリシドールという物質は、水があると反応して、グリセリン(無害)になる。
- 酸があると反応はさらに速い。
- 消化管には、水分は大量にある。また、胃酸などがあり酸性。
- グリシドールは消化管の中では不安定なのではないか。すぐ分解？
- となると、安全係数はやはり10000倍あるのではないか？

消費者委員会

- 特定保健用食品という「健康を謳う」食品に発がんの可能性があるということは、大きな自己矛盾がある(=社会の目的に反する)
- 「特定保健用食品を取り消すべき」と主張
- 花王は、自主的に取り下げた
- しかし、「まともに化学物質のリスクの議論ができれば勝てた」のか
- 論点が全く違うので、「単純なリスク論(=ヒトの健康)でまともに戦って勝つ可能性がない」という理解を受け入れたと推量

天然食品は安全なのか？

畝山智香子「ほんとうの食品の安全」より

- タマネギを食品添加物として見なすと
 - カレー一皿に許容される量は、0.016g
 - サラダなら、0.008g
- ジャガイモの毒性がもし残留農薬由来ならすべて回収の対象。
 - ソラニンなどの毒性物質を含むため
 - 5～50mg/kgで危ない
- 英国では、ヒジキは危険物（乾物は危険）
- 大豆（特に豆乳）に含まれるイソフラボンを環境ホルモンだとして疑問視する国は多い

天然食品の安全係数

- 多くの天然食品について、人工物なみの毒性の試験は行われていない。
- そのため、確実なデータはないが、推測では、安全係数が10～20程度のものが多いか。
- それでも「安全な」理由は、まず、10倍も食べられない。
- しかも歴史的に証明済み＝文化的な継続性があるゆえに、「社会の目的に適合」。
- しかし食塩など事実上安全係数の低いことが分かっている食品もある。

野菜・果物は健康に**よい**。しかし、、

- だからといってすべての植物が食べられるわけではない。むしろ、食べられない。
- 理由：植物は動けないから、、
- 植物は、一般に自己防衛のために、天然農薬をせっせと作る。
- 有機農法は極めて難しい。方法は唯一
＝「**分かち植え**」：生産性が低い
- ネギ、ニラ、などの虫が嫌う野菜の活用
- 一方、穀物、果実に毒は作らない

成分を濃縮した健康食品は？

不確実性が大きいエリア

- 100倍も濃縮すると、かなり怪しい。現在、人体実験が進行中であるとも解釈(個人的)できる。
- 理論的に利かないことが分かっている健康食品も多い。
- 代表例は食べるコラーゲン
- → (独)国立健康・栄養研究所のホームページに詳細な情報がある。
- <http://hfnet.nih.go.jp/>

もっとすごいものが許可されている

- それは**タバコとアルコール**
- IARCのグループ1の発がん物質でそのリスクは格段に高い

2002年に分かったすごい毒物

- それは**ポテトチップス、かりんとう**に！
- IARCのグループ2Aの**アクリルアミド**を大量に含んでいる
- それでも歴史的にみて大丈夫だった？

メタミドホス入り汚染米転用事件

- この農薬の毒性に関するメディアの報道
- かなりひどいものだった
- 最近の、汚染米転用事件にもメタミドホス
- 基準の5倍！！ 0.05ppm含有

- しかし、ギョーザ事件との違いはどこまで認識されているのか。
- ちなみにピーマンの残留基準

残留農薬の特殊性 ＝ポジティブリスト

- それぞれの野菜に使用が許可されている農薬があり、濃度が決まっている。
- ところが、それ以外の野菜に対しては、許容濃度が決まっていない。一律、0.01ppmである。
- 中国ギョーザ事件で有名になった**農薬メタミドホス**は、**コメには使われない**。 → 規制値は一律の値0.01ppm。

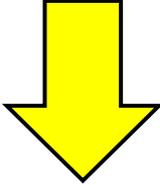
リスクを少なくすること

- リスクを受ける主体には、社会、企業体、個人など多様なものがある
- リスクに顕在化した際に損なわれる対象も持続性、健全性（健康）、経済的価値など
- リスクには、明らかにTolerableなレベルというものがある＝価値観により変動する
- それは、主体の目的への思いの強さと、不確実性に対する認識によって異なるから

リスクを少なくするとは、Tolerableなレベル以下にすること

リスクを少なくする＝定量可能？

最低限考慮すべきこと

- リスクにはトレードオフがある
 - リスクはゼロにはできない
 - リスクは**個人の価値観**に依存する
 - リスク感覚はもっている情報によって支配されている
- 
- リスク対応にはコミュニケーションが重要である

日本という国の特性とリスク

- 国境を閉じてても生きられる国か
→ NO！
- エネルギー、食糧、資源の輸入が必須
- それなら国境を開いていればOKか
→ NO！
- 何かを輸出して、必要物を輸入
＝今後ともチャレンジが必要な国

対世界主要輸入品の推移(年ベース)

順位	2004年	2005年	2006年	2007年
	492,166 億円 +10.9%	569,494 億円 +15.7%	673,443 億円 +18.3%	731,359 億円 +8.6%
1	原粗油 60,651 億円 +13.8% (12.3%)	原粗油 88,233 億円 +45.5% (15.5%)	原粗油 115,351 億円 +30.7% (17.1%)	原粗油 122,788 億円 +6.4% (16.8%)
2	衣類・同付属品 23,305 億円 +4.0% (4.7%)	衣類・同付属品 24,695 億円 +6.0% (4.3%)	半導体等電子部品 28,729 億円 +22.4% (4.3%)	液化天然ガス 31,403 億円 +18.1% (4.3%)
3	半導体等電子部品 22,802 億円 +13.1% (4.6%)	半導体等電子部品 23,480 億円 +3.0% (4.1%)	衣類・同付属品 27,536 億円 +11.5% (4.1%)	半導体等電子部品 28,521 億円 ▲0.7% (3.9%)
4	電算機類(含周辺機器) 19,046 億円 +3.4% (3.9%)	電算機類(含周辺機器) 20,663 億円 +8.5% (3.6%)	液化天然ガス 26,595 億円 +34.0% (3.9%)	衣類・同付属品 27,960 億円 +1.5% (3.8%)
5	液化天然ガス 16,498 億円 ▲2.7% (2.4%)	液化天然ガス 19,853 億円 +20.3% (3.5%)	非鉄金属 21,622 億円 +47.9% (3.2%)	非鉄金属 26,189 億円 +21.1% (3.6%)
6	魚介類 15,386 億円 +4.3% (3.1%)	音響映像機器(含部品) 16,001 億円 +15.3% (2.8%)	電算機類(含周辺機器) 21,019 億円 +1.7% (3.1%)	非鉄金属鉱 21,363 億円 +27.8% (2.9%)
7	音響映像機器(含部品) 13,877 億円 +20.5% (2.8%)	魚介類 15,623 億円 +1.5% (2.7%)	石油製品 18,668 億円 +26.3% (2.8%)	石油製品 19,816 億円 +6.2% (2.7%)
8	非鉄金属 13,247 億円 +32.1% (2.7%)	石炭 15,128 億円 +38.3% (2.7%)	科学光学機器 18,005 億円 +23.8% (2.7%)	電算機類(含周辺機器) 18,666 億円 ▲11.2% (2.6%)
9	科学光学機器 12,277 億円 +9.0% (2.5%)	石油製品 14,777 億円 +24.0% (2.6%)	非鉄金属鉱 16,712 億円 +67.7% (2.5%)	石炭 17,405 億円 +8.0% (2.4%)
10	石油製品 11,915 億円 +19.6% (2.4%)	非鉄金属 14,617 億円 +10.3% (2.6%)	石炭 16,119 億円 +6.6% (2.4%)	科学光学機器 16,212 億円 ▲10.0% (2.2%)

輸入

エネルギー関係
合計 19兆円

資源関係
合計 5兆円

この他に食料
合計 6兆円

(注1) 下段左欄は伸び率、同右欄の()は総額に対する構成比。品目区分は2005年1月以降の報道発表掲載品目による。

(注2) 上記数値はすべて確定値。

対世界主要輸出品の推移(年ベース)

順位	2004年	2005年	2006年	2007年
	611,700 億円 +12.1%	656,565 億円 +7.3%	752,462 億円 +14.6%	839,314 億円 +11.5%
1	自動車 92,142 億円 +3.6% (15.1%)	自動車 99,288 億円 +7.8% (15.1%)	自動車 122,995 億円 +23.9% (16.3%)	自動車 143,170 億円 +16.4% (17.1%)
2	半導体等電子部品 43,953 億円 +7.9% (7.2%)	半導体等電子部品 44,016 億円 +0.1% (6.7%)	半導体等電子部品 48,547 億円 +10.3% (6.5%)	半導体等電子部品 52,426 億円 +8.0% (6.2%)
3	自動車の部分品 25,617 億円 +11.4% (4.2%)	鉄鋼 30,368 億円 +20.5% (4.6%)	鉄鋼 34,851 億円 +14.8% (4.6%)	鉄鋼 40,423 億円 +16.0% (4.8%)
4	鉄鋼 25,195 億円 +21.9% (4.1%)	自動車の部分品 28,006 億円 +9.3% (4.3%)	自動車の部分品 30,227 億円 +7.9% (4.0%)	自動車の部分品 33,555 億円 +11.0% (4.0%)
5	科学光学機器 24,985 億円 +22.6% (4.1%)	科学光学機器 24,780 億円 ▲0.8% (3.8%)	科学光学機器 24,686 億円 ▲0.4% (3.3%)	原動機 25,930 億円 +11.8% (3.1%)
6	原動機 19,199 億円 +11.0% (3.1%)	原動機 21,865 億円 +13.9% (3.3%)	原動機 23,196 億円 +6.1% (3.1%)	有機化合物 23,590 億円 +13.5% (2.8%)
7	映像機器 19,073 億円 +6.1% (3.1%)	有機化合物 18,832 億円 +11.0% (2.9%)	有機化合物 20,788 億円 +10.4% (2.8%)	プラスチック 23,394 億円 +14.5% (2.8%)
8	有機化合物 16,961 億円 +15.2% (2.8%)	映像機器 17,912 億円 ▲6.1% (2.7%)	プラスチック 20,425 億円 +19.1% (2.7%)	科学光学機器 20,905 億円 ▲15.3% (2.5%)
9	電気回路等の機器 16,108 億円 +20.0% (2.6%)	プラスチック 17,157 億円 +16.1% (2.6%)	電気回路等の機器 19,175 億円 +13.7% (2.5%)	電気回路等の機器 20,172 億円 +5.2% (2.4%)
10	電算機類の部分品 15,895 億円 +1.9% (2.6%)	電気回路等の機器 16,859 億円 +4.7% (2.6%)	電算機類の部分品 17,786 億円 +6.7% (2.4%)	電算機類の部分品 18,727 億円 +5.3% (2.2%)

輸出

輸送機器関係
合計 20兆円

鉄鋼
合計4兆円

電子部品機器類
合計 9兆円

化学品類
合計 4.7兆円

(注1) 下段左欄は伸び率、同右欄の()は総額に対する構成比。品目区分は2005年1月以降の報道発表掲載品目による。

(注2) 上記数値はすべて確定値。

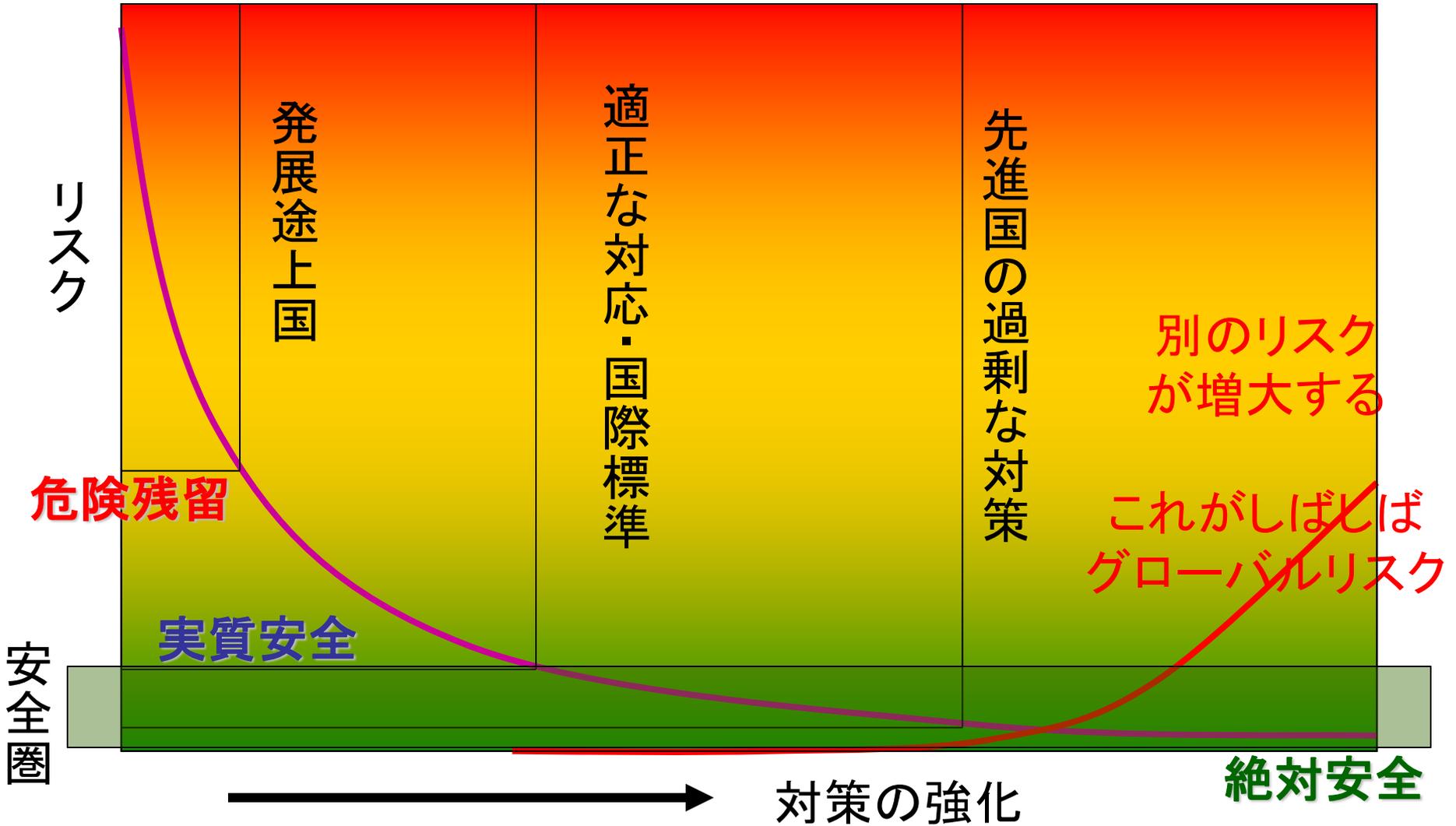
日本産業の未来は？

- どうも、化学関連産業がその中心になりそうな気がする。例：**液晶用プラスチック**
- 理由：**ノウハウを隠すことが可能**
- **組み立て産業は、途上国の追従が厳しく、リードを保ちにくい。**
- 電子部品などを含め、原材料が分かりにくい産業は、ノウハウが見えない。
- 有機系の物質は、特に、そう言える。

リスク評価の信頼を得るには

- Tolerableリスクの概念が普及しない！
 - (1) リスクの安全圏(あるいはベースライン)
 - (2) リスクのモノサシ
 - (3) ヒトのメカニズムに内在するリスク
 - (4) 「食物への幻想」から「食物の現実」へ
 - (5) 持続可能と継続可能の差異
- リスクとは、ベネフィットの認識で受容が違う
 - 消費者のリスク受容と事業者のリスク受容は違う
 - これまで、事業者寄り過ぎたのではないか

環境ローカルリスク低減の理解



	10万人あたり死亡数	出典	コメント
飢餓(世界全体)	1460	注7	損失余命20年と仮定
喫煙(喫煙者)	365	注8	喫煙者2816万人、直接喫煙による死亡者10.2万
がん	250	中谷内	
肥満	140	注11	損失余命1.9年と仮定
心臓病・血管関係の病気	127	中谷内	
アルコール飲料	117	注9	損失余命1.6年と仮定
自殺	24	中谷内	
発がん物質(職業上)	17	注14	損失余命0.23年と仮定
交通事故	9	中谷内	
窒息	6.9	中谷内	
転倒・転落	5.1	中谷内	
地震(阪神淡路大震災)	5	武田	
チェルノブイリ(ソ連圏、40万人、20年)	5	注18	
銃が原因の死者(米国)	4	注20	朝日新聞の記事
ディーゼル微粒子	2.8	注13	損失余命14日と仮定
入浴	2.6	中谷内	
火事	1.7	中谷内	
ホルムアルデヒド	0.8	注17	損失余命4.1日と仮定
他殺	0.52	中谷内	
チェルノブイリ(原発国、40万人、20年)	0.5	注18	
チェルノブイリ(ソ連圏、4万人、20年)	0.5	注18	
魚の有害物+漁業労災	0.35	注19	

ダイオキシンなどの有害物質	0.3	注6	損失余命1.5日と仮定
ヒ素(ミネラルウォーターと食品)	0.22	注15	
コーヒー	0.2	注10	損失余命1日と仮定
ヒ素(水道水と食品)	0.12	注15	損失余命0.6日と仮定
自然災害	0.1	中谷内	
チェルノブイリ(原発国、4万人、20年)	0.05	注18	
チェルノブイリ(ソ連圏、4千人、20年)	0.05	注18	
HIV/エイズ	0.04	中谷内	
銃が原因の死者(日本)	0.02	注20	朝日新聞の記事
航空機事故	0.013	中谷内	
ガス器具による一酸化炭素中毒死	0.008	注19	1986年から20年間で199名死亡
チェルノブイリ(原発国、4千人、20年)	0.005	注18	
食中毒	0.004	中谷内	
電磁波(超低周波磁場)	0.004	注16	
残留農薬	0.002	注4	損失余命0.01日と仮定
落雷	0.002	中谷内	
一酸化炭素中毒(パロマ関連)	0.0008	注2	20年間で20名の死者と仮定
サプリメント・痩せ薬	0.0008	注12	20年間で死者20名と仮定
チェルノブイリ(原発国、4千人、20年)	0.0005	注18	軽水炉と黒鉛炉のリスク比1.0と仮定
食品添加物	0.0002	注5	損失余命0.001日と仮定
原子力関係の事故	0.00008	注1	20年間で2名の死者と仮定
BSE	0.0000001	注3	1000年に1名の死者と仮定

ヒトのメカニズムに内在するリスク

- 女性ホルモンが発がん物質であること
- 活性酸素は細胞の意図的な死のスイッチ
 - そのため、指が5本になる。
- いずれも、次世代のヒトを作るために必須な要素である。
- ヒトはDNAの傷の修復能力が高い
- 次世代を作るために最適化されているが、次世代の教育のために若干命を長く保つようにできている。cf.シャケの場合

海草を消化できるヒトは日本人？

- 2010年4月8日版ネーチャー
- フランスの研究チーム
- チームは、ノリを餌にしている海中の細菌から、ノリの食物繊維を分解する酵素を発見、酵素を作り出す遺伝子を特定した。日米の31人の腸内細菌で遺伝子の有無を調べたところ、**日本人13人中5人の腸内細菌にほぼ同じ配列の遺伝子があり、米国人18人の腸内細菌にはなかった。**

文化的な多様性まで考慮した上で、リスクを管理する

製品安全に関わるリスク

個人的見解ではあるが、
将来の方向性だと信じていること

製品リスクの特徴

■ 他のリスクと共通

- エンドポイントは健康、環境、信頼（経営）、財産
- 定義はやはり ハザード×暴露が良い
- 「Tolerableリスクとは何か」が重要な概念

■ 製品特有のリスク要素

- 経年変化がある
- 財産への損害が大きい
- ユーザは受身の対応では不十分
- ユーザの機器の選択に依存する
- 誤使用を含めたユーザのヒューマンファクター

製品(機械・電気・燃焼)リスクの定義

- 製品リスク=ハザード×暴露
- ハザード:
 - エネルギー密度で決まる
 - 速度、温度、出力、電力、熱量、、、、
 - 使用環境(水、空気など)の影響
 - 燃焼は化学反応であり、物質のハザード
 - 使用部品も物質のハザードをもつ
- 暴露:
 - 頻度(使用頻度×発生確率)と読み替える

製品のエネルギー密度

- 温度: kT
 - 高温なものほど影響が大きい
- 速度: $1/2 \cdot mv^2$
 - 重い物 (m) が高速 (v) で動くと影響大
- 高圧: PV
 - 圧力 P が高く、体積 V が大きい
- 出力: kW 、馬力
 - 強力なモーターやエンジンは影響大
- 電力: $V \cdot A$
 - 高電圧 V で大電流 A のものは影響大
- 熱量: CT
 - 熱容量 C が大きく、温度 T が高いものは影響大

被害の出方 その1

- 温度： kT → 火事
- 可燃物の量 → 爆発
- 速度の場合： $1/2 \cdot mv^2$ → 衝突事故、自転車の急停止事故
- 出力： kW 、馬力 → エスカレータで人が潰される、電動アシスト自転車が急発進
- 電力： $V \cdot A$ → 感電事故、発火
- 熱量： CT → 火傷、低温火傷

被害の出方 その2

- 高さ: mgh → 落下事故、物品の落下
- 体積: V → 水の体積変化。蒸発すると体積1700倍になる。圧力鍋も。
- 高圧: 密閉物 → カセットボンベ
- 燃焼速度 → 着火剤など
- 物質の変化 → 酸化によって油脂類の可燃性の増大
- 冷却物の喪失 → 空焚き

利便性を追求しすぎると危険に遭遇する確率が上がる

- 例：電子レンジ：加熱状況が分かりにくい。そのため、過度に加熱する可能性が高い。
 - → 電子レンジ加熱型の湯たんぽは危険
 - → 水を加熱気化したときに体積が1700倍になるため、閉鎖状態では圧力が高まる。
臨界点：温度は374°C、圧力217.8気圧
最近の火力発電所の蒸気の温度・圧力はこれも超している。超臨界水の状態。
 - → 高圧ポンプでも150気圧程度。

製品リスクの低減：方向性

- 再発防止・拡大防止：
 - 情報提供、リコール
- 未然防止：
 - 製品の安全設計：技術基準改善と順守
 - 誤動作対策：複雑なシステムへの対応
 - 寿命の迎え方：フェイルセーフ
 - 品質向上：製造基準改善と順守
 - 社会制度：長期利用対策
 - ミスへの対応：安全設計
 - ユーザ・スキル：情報提供

未然防止に必要なプロセス

- 予測を行い制御因子を抽出
- 予測不能な因子（多分ヒューマンファクター）を抽出する
- それぞれの因子への対処の可能性を検討
- 社会の要求水準＝Tolerableを見極める
- 実現性を考える
 - コストと未然防止効果とのバランス
- 社会システムとしての可能性を判断