

# 安全学基礎

## — 環境リスク評価 —

システム創成学科



# ハザード、リスク、エンドポイント



- ◆ ハザード
  - 有害物質が単独で単位量(1g、1mol)あるとき、強い毒性を示すかどうか
- ◆ リスク
  - 不都合な出来事(エンドポイント)の発生確率
- ◆ エンドポイントの決定要因
  - 多数の人がその回避を望んでいる。
  - 健康や環境への影響を回避するために重要である。
  - エンドポイントの測定や予測が可能である。
  - 解決したい問題に対して敏感である。



## 発がんリスク

- ◆ 発がんについては閾値なしを想定

生涯発がんリスク

$$= (\text{曝露量}) \times (\text{発がんポテンシー})$$

着目集団における生涯発がん件数

$$= (\text{生涯発がんリスク}) \times (\text{集団人口})$$

着目集団における年間発がん件数

$$= (\text{生涯発がん件数}) \div (\text{集団の平均寿命})$$



## 非がんリスク

- ◆ 1日摂取許容量(ADI)

$$\text{ADI} = \text{NOAEL} / \text{安全係数}(10)$$

- ◆ 1日耐用用量(TDI)

- 便益を期待しない毒物摂取に対する指標

- ◆ ハザード比(HQ)

$$\text{HQ} = \text{曝露量} / \text{AID} \quad \text{または} \quad \text{曝露量} / \text{TDI}$$

- ◆ ハザード指標(HI)

- 有害物質が複数個存在する場合

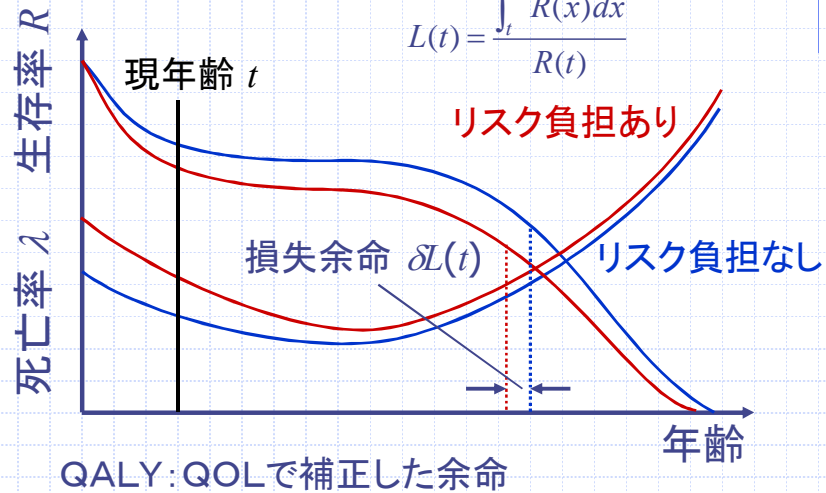
$$\text{HI} = \sum \text{HQ}_i$$



## 損失余命 (LLE)

$$R(t) = \exp\left[-\int_0^t \lambda dx\right]$$

$$L(t) = \frac{\int_t^{\infty} R(x) dx}{R(t)}$$



## 生態系への影響

### ◆ エンドポイントの設定における論点

- 個体 < 個体群 < 群集 < 生態系のどこに着目するか
- どの生物種を選定するか

### ◆ リスク評価手法

- 絶滅確率
- 専門家判断
- フィールド観察
- ハザード比
- モデルによる推定



## リスク許容水準に関する考え方

### ◆ 等リスク原則

- 一定のリスク水準を定め、それを超えるリスクを削減する。

例 飲料水の発がんリスク <  $10^{-5}$ /生涯

### ◆ リスク便益原則

- リスクあたりの便益が低いリスクから削減する。  
(相対的な対策優先度の決定)
- 絶対的なリスクあたりの便益が非常に大きいリスクの削減は控える。



## 便益リスク比(B/R比)

$$\frac{B}{R} = \frac{\text{[リスクを負うことで得られる便益]}}{\text{[負うことになるリスク]}}$$

または

$$\frac{B}{R} = \frac{\text{[リスク削減に要するコスト]}}{\text{[削減されるリスク]}}$$

### ◆ 分母となるリスクの単位

- 人命1人あたり(この場合のB/Rは命の値段)
- 損失余命1年あたり



## リスク便益分析の例

R: 損失余命1年

事 例	B/R比 (万円/人・年)
シロアリ防除剤クロルデンの禁止	4,500
苛性ソーダ製造での水銀法の禁止	57,000
乾電池の無水銀化	2,200
ガソリン中のベンゼン含有率の規制	23,000
自動車のNOX法	8,600
ごみ焼却施設でのダイオキシン規制	
緊急対策	790
恒久対策	15,000



## コスト便益分析

- ◆ 別の方法で評価した命の値段とB/Pを比較する
  - 労働市場で危険な職業とそうでない職場との賃金格差から算出
  - CVM (Contingency Valuation Method) で WTP (Willing To Pay) を直接聞く
- ◆ さまざまな問題がある
  - 社会的弱者への配慮
  - 自発的リスクと非自発的リスクとの違い
  - リスク評価の不確かさ