

研究最前線4

環境影響評価モデル

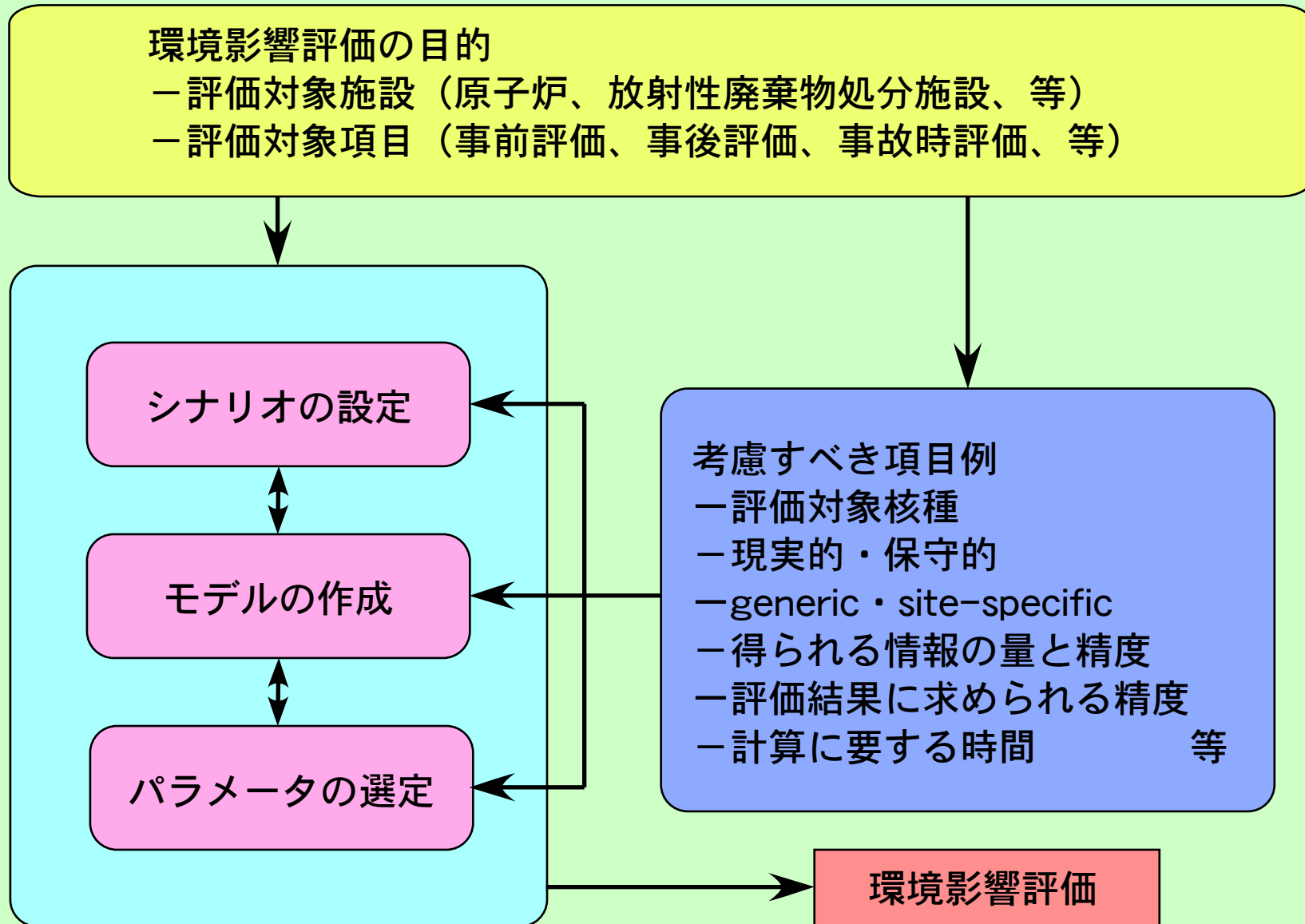
京都大学原子炉実験所 原子力基礎工学研究部門

高橋 知之

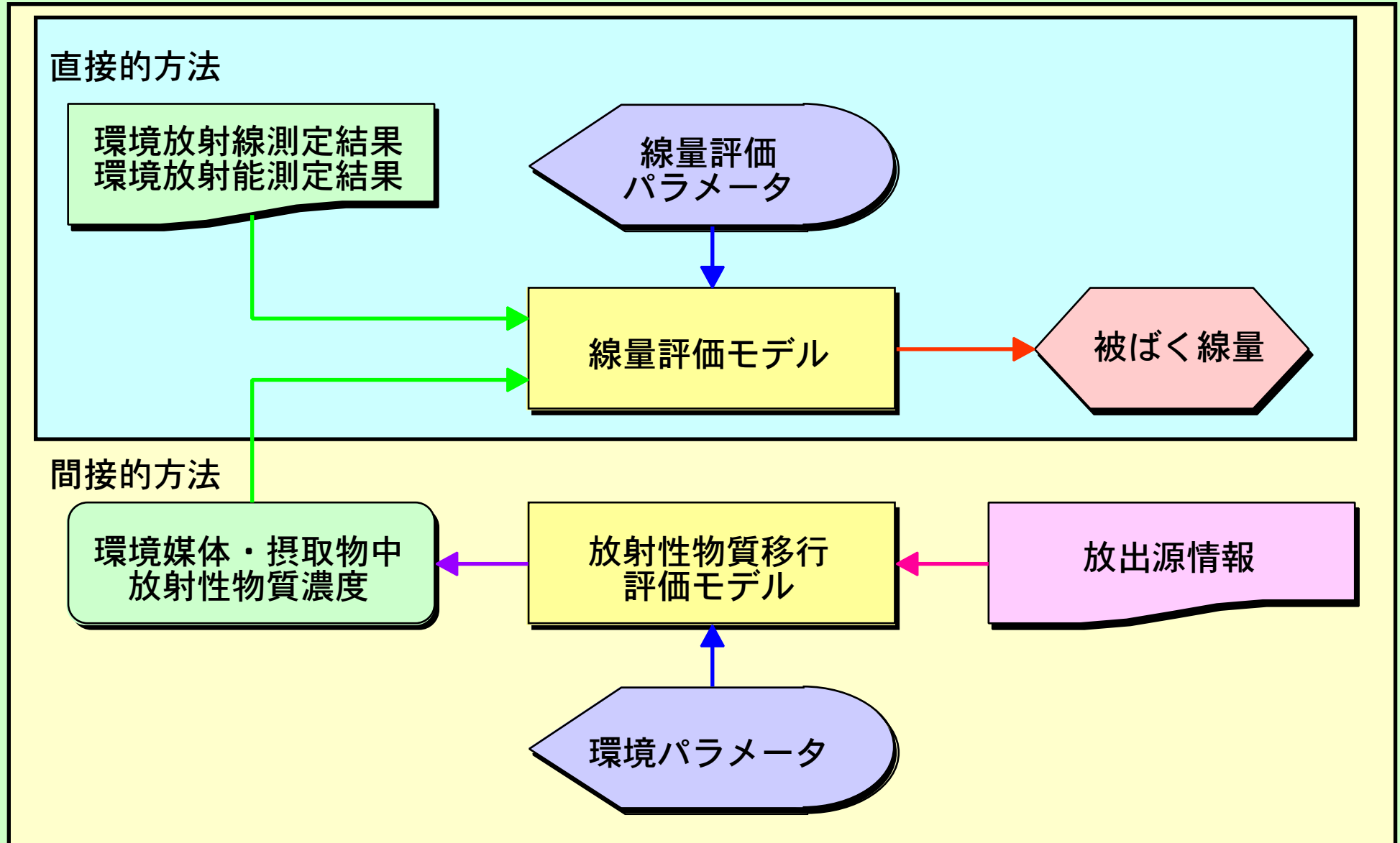
2004年度バックエンド週末基礎講座

2004年10月10日

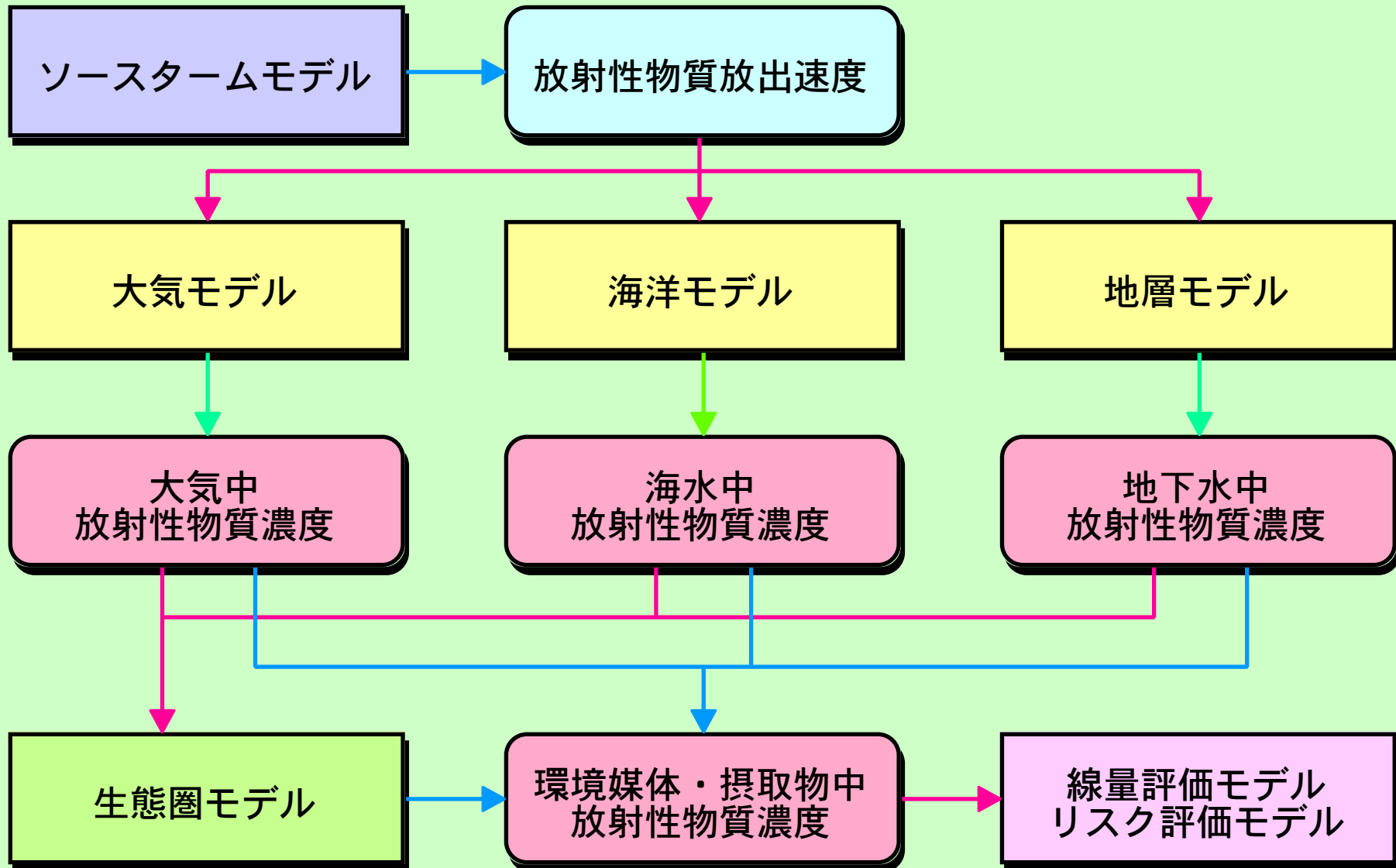
環境影響評価手法の概念図



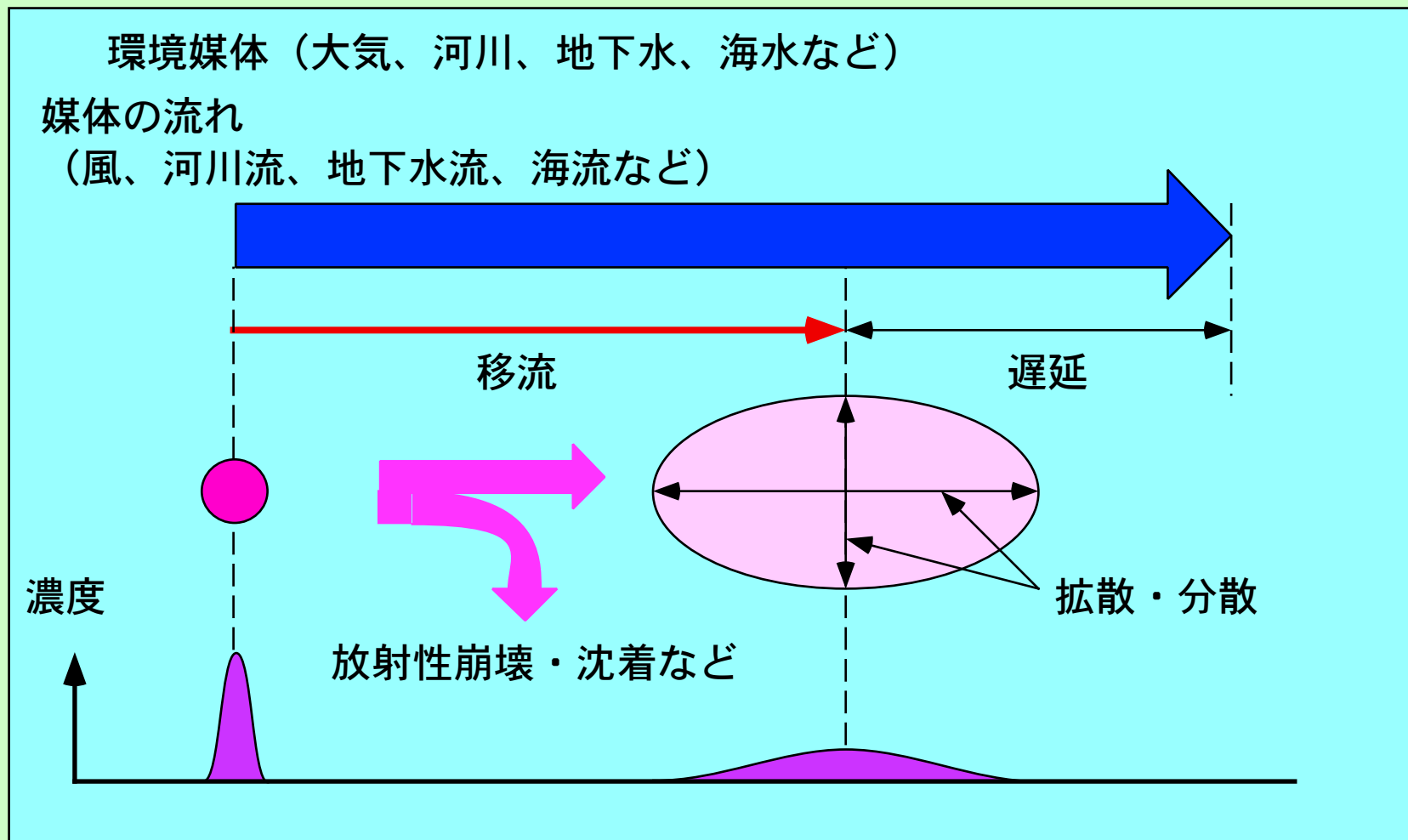
線量評価手法の概念図



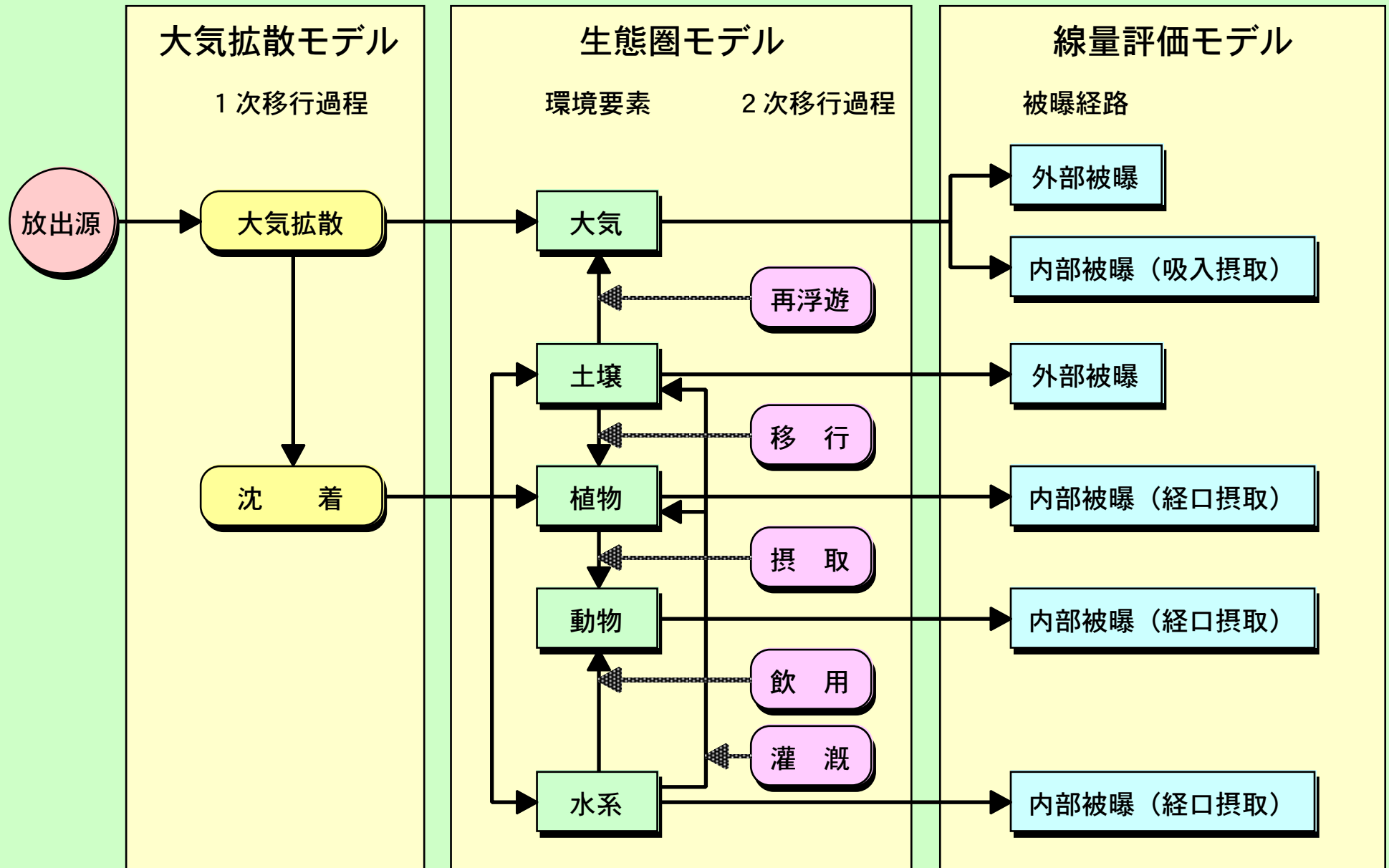
原子力施設の環境影響評価手法の基本的骨格



環境中における放射線核種の 主な移行機構の概念図

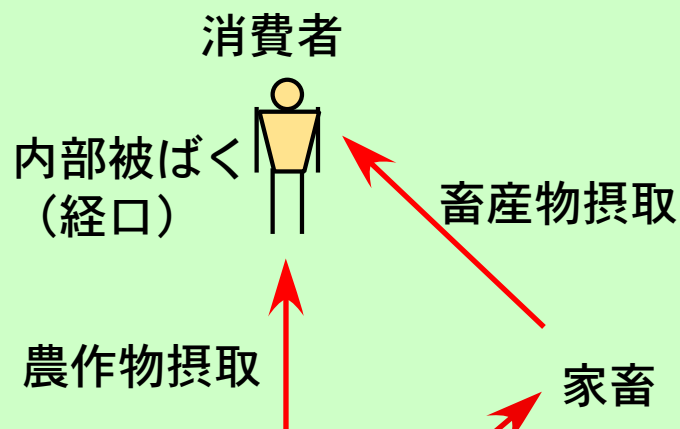
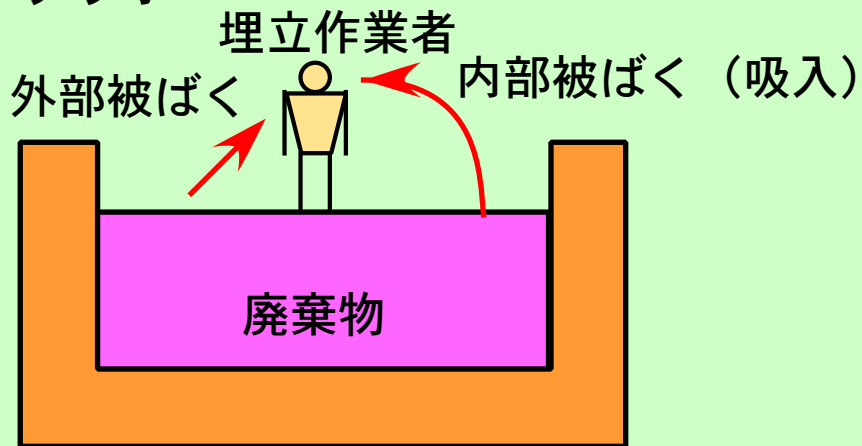


大気放出放射性物質の生態圏における 主な移行経路及び被ばく経路

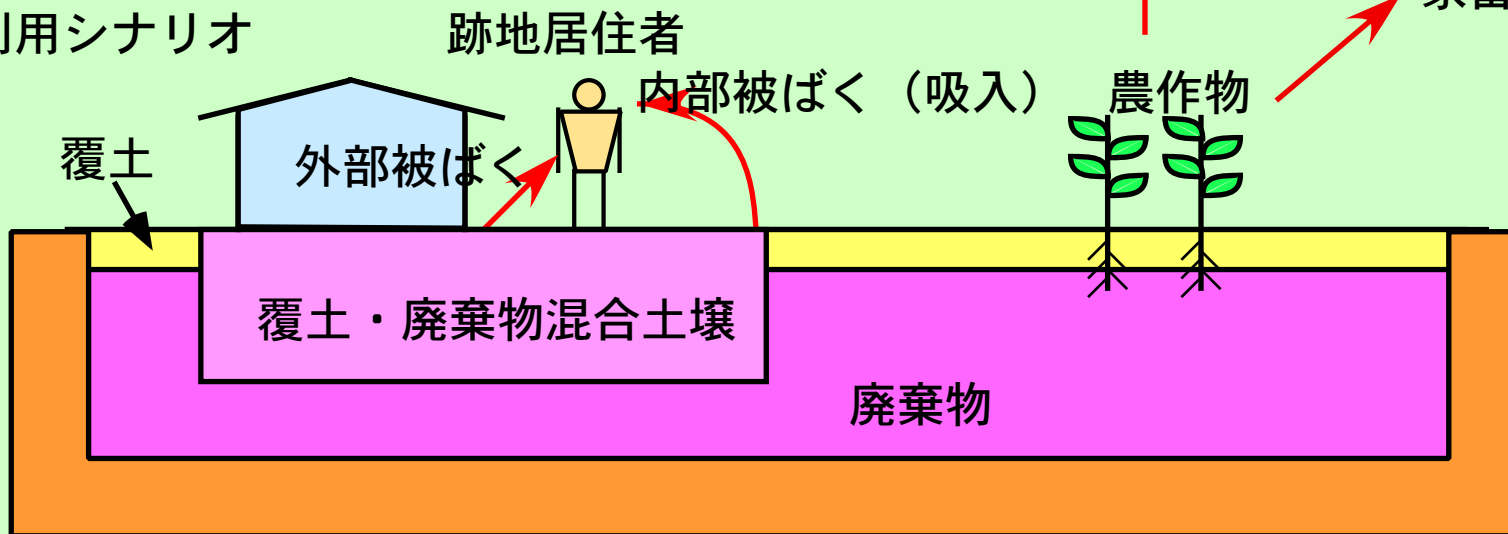


放射性廃棄物のクリアランスにおける 主な被ばくシナリオ（埋設処分・操業、跡地利用）

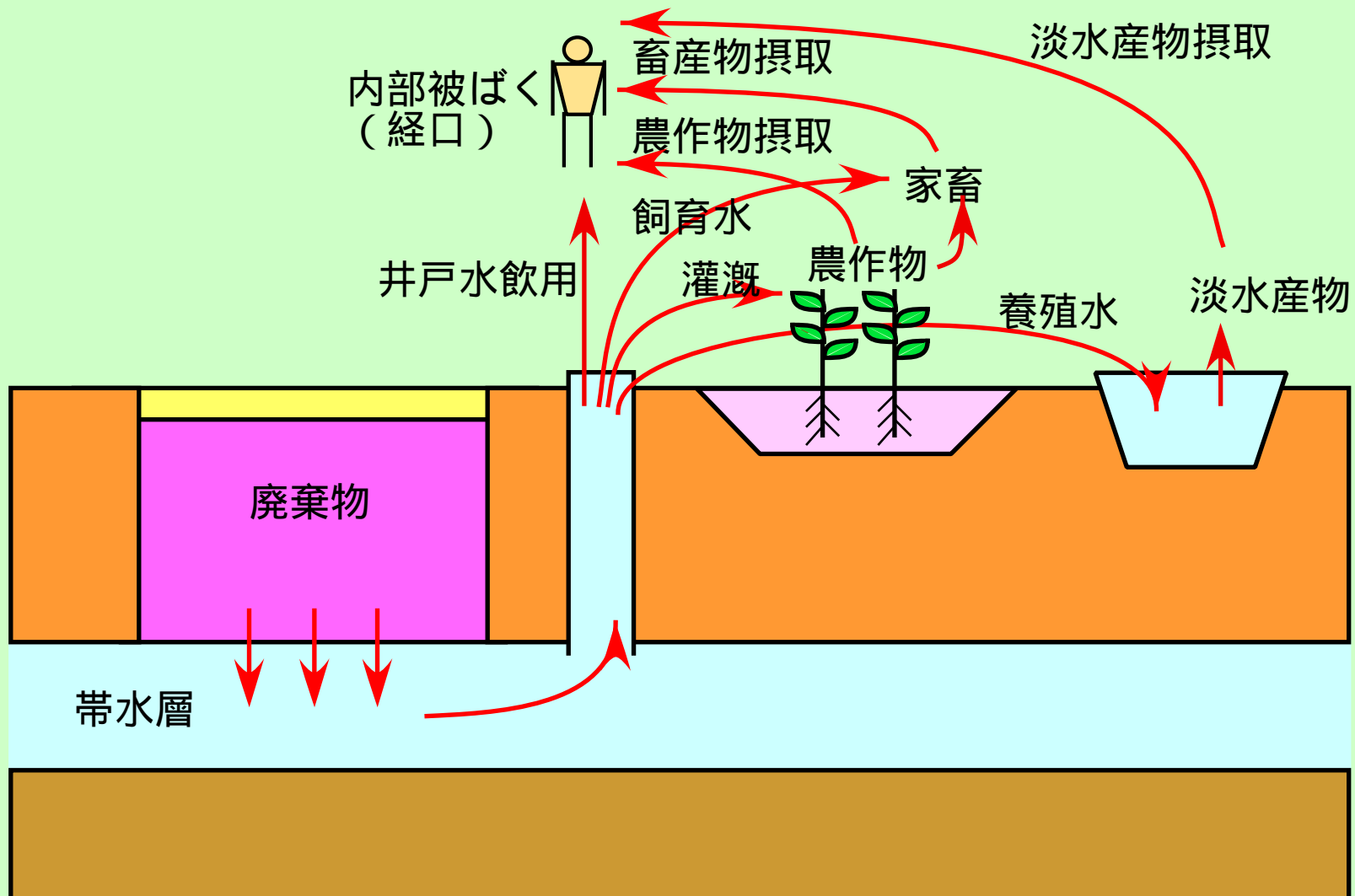
・ 操業シナリオ



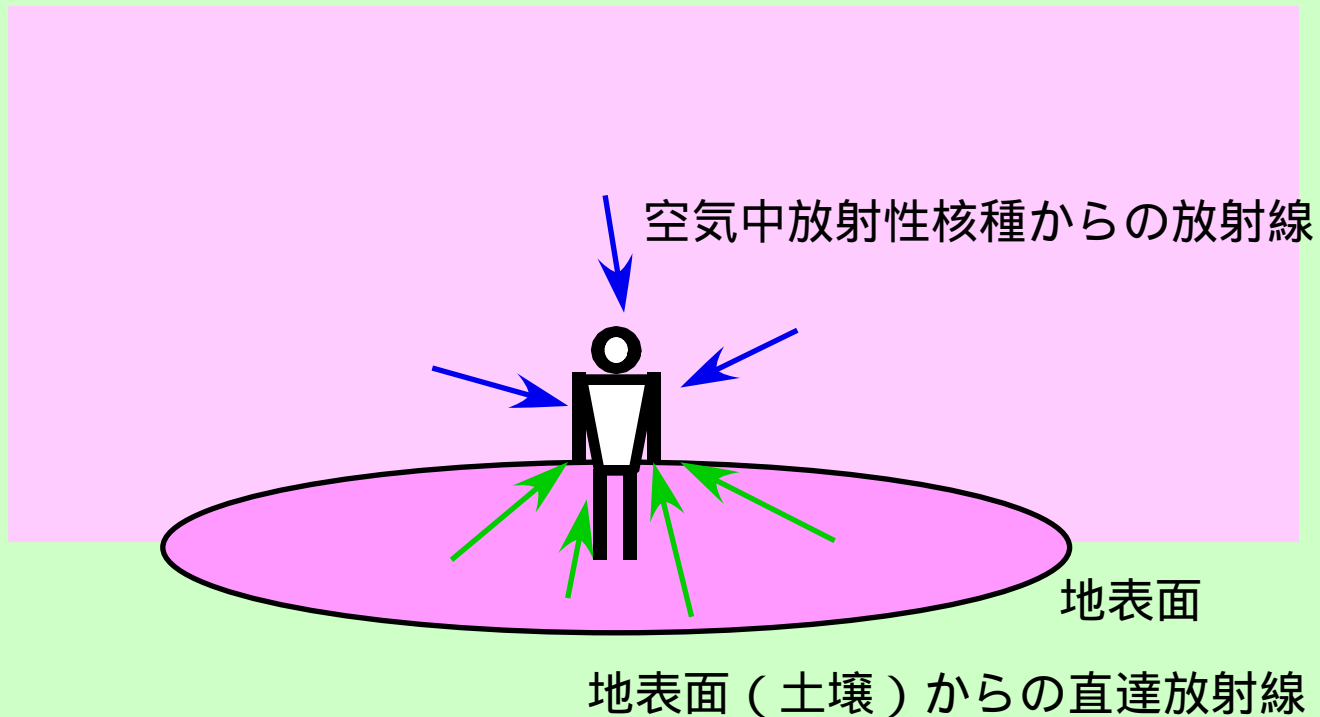
・ 跡地利用シナリオ



放射性廃棄物のクリアランスにおける 主な被ばくシナリオ（埋設処分・地下水移行）



外部被ばく経路の概念図



$$E = K_E CTf$$

E 被ばく線量($\mu\text{Sv/y}$)

K_E 外部被ばくに関する線量係数($(\mu\text{Sv/h})/(\text{Bq/m}^3)$)

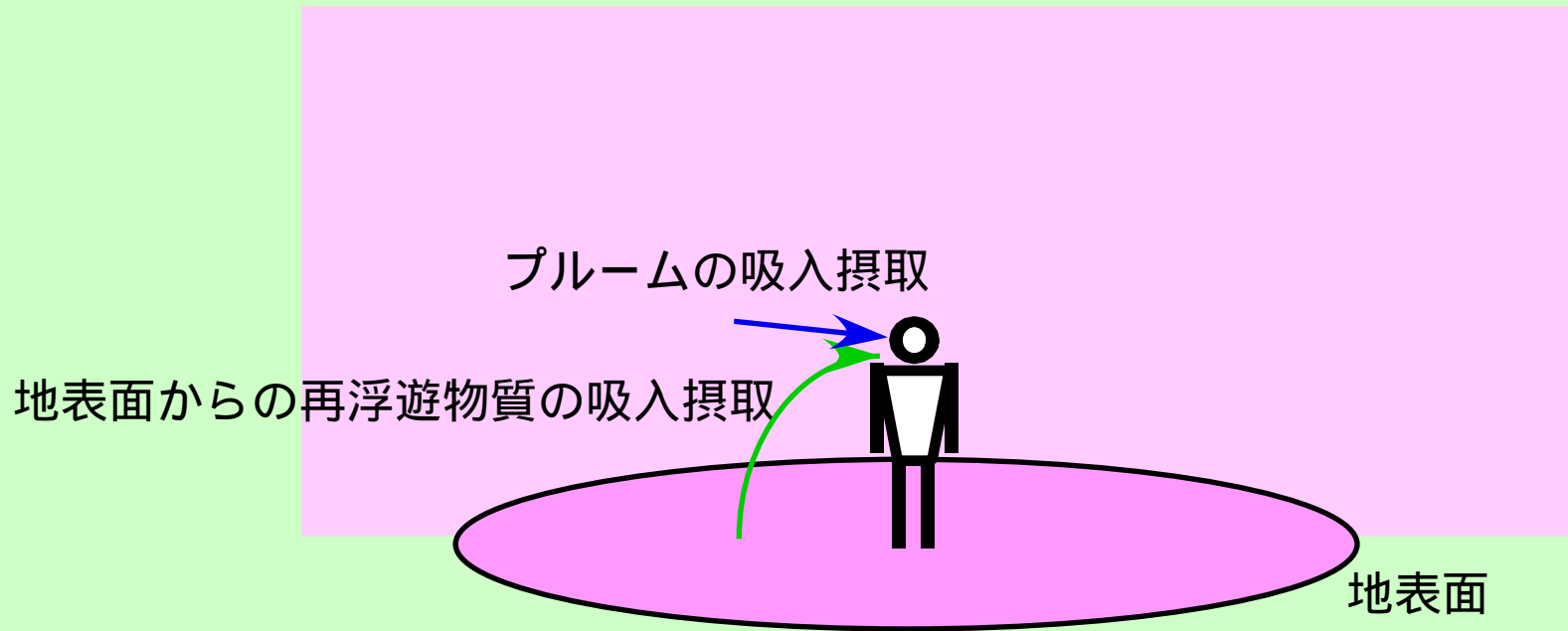
C 環境媒体中放射性核種濃度(Bq/m^3)

T 被ばく時間(h/y)

f 補正係数（遮蔽係数など）(-)

単位は例示

吸入摂取による内部被ばく経路の概念図

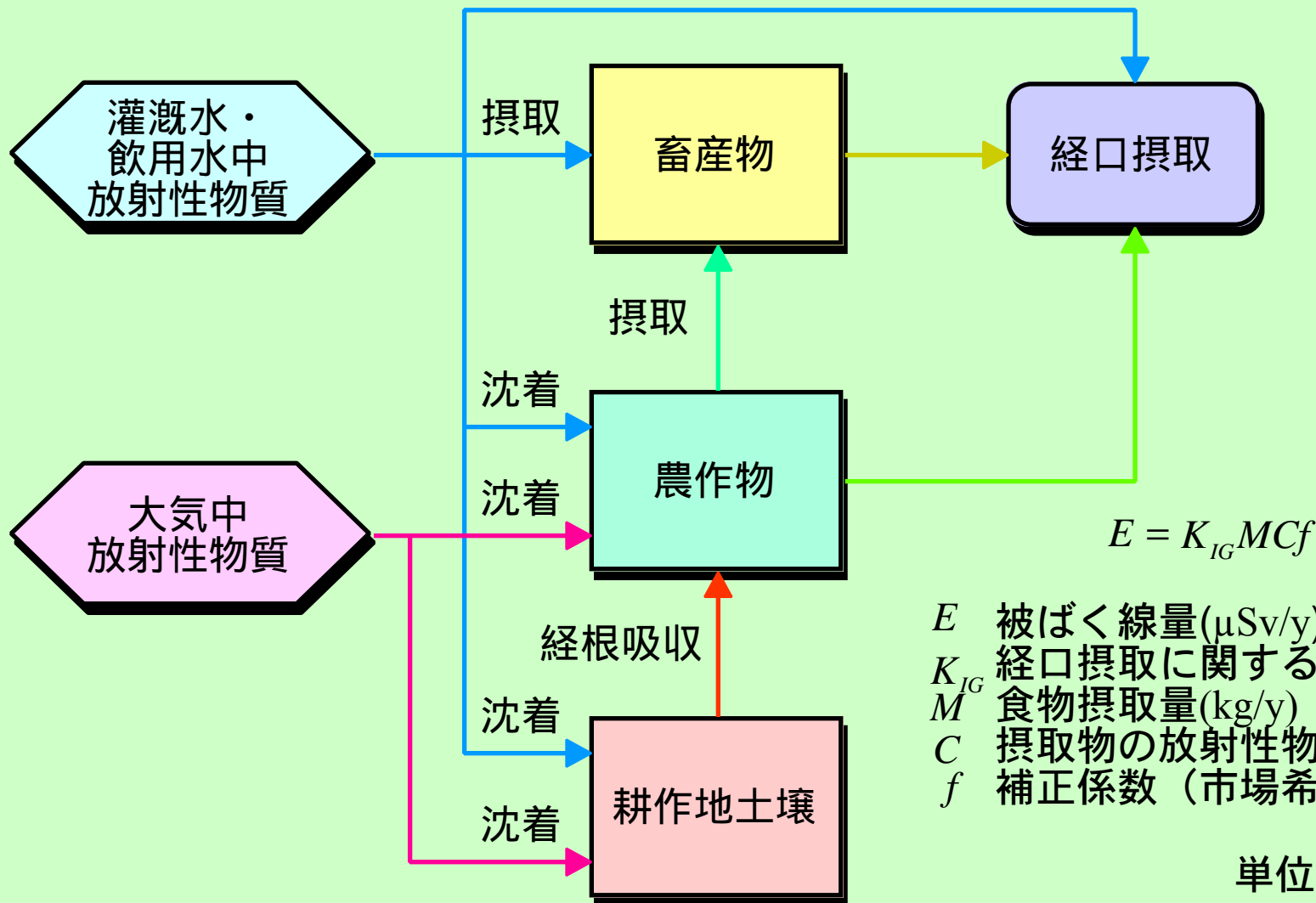


$$E = K_{IH} B \chi T f$$

E	被ばく線量($\mu\text{Sv}/\text{y}$)
K_{IH}	吸入摂取による線量係数($\mu\text{Sv}/\text{Bq}$)
B	呼吸率(m^3/h)
χ	空气中放射性物質濃度(Bq/m^3)
T	被ばく時間(h/y)
f	補正係数 (吸入遮蔽係数など) (-)

単位は例示

経口摂取による主な内部被ばく経路



動的コンパートメントモデルの概念図

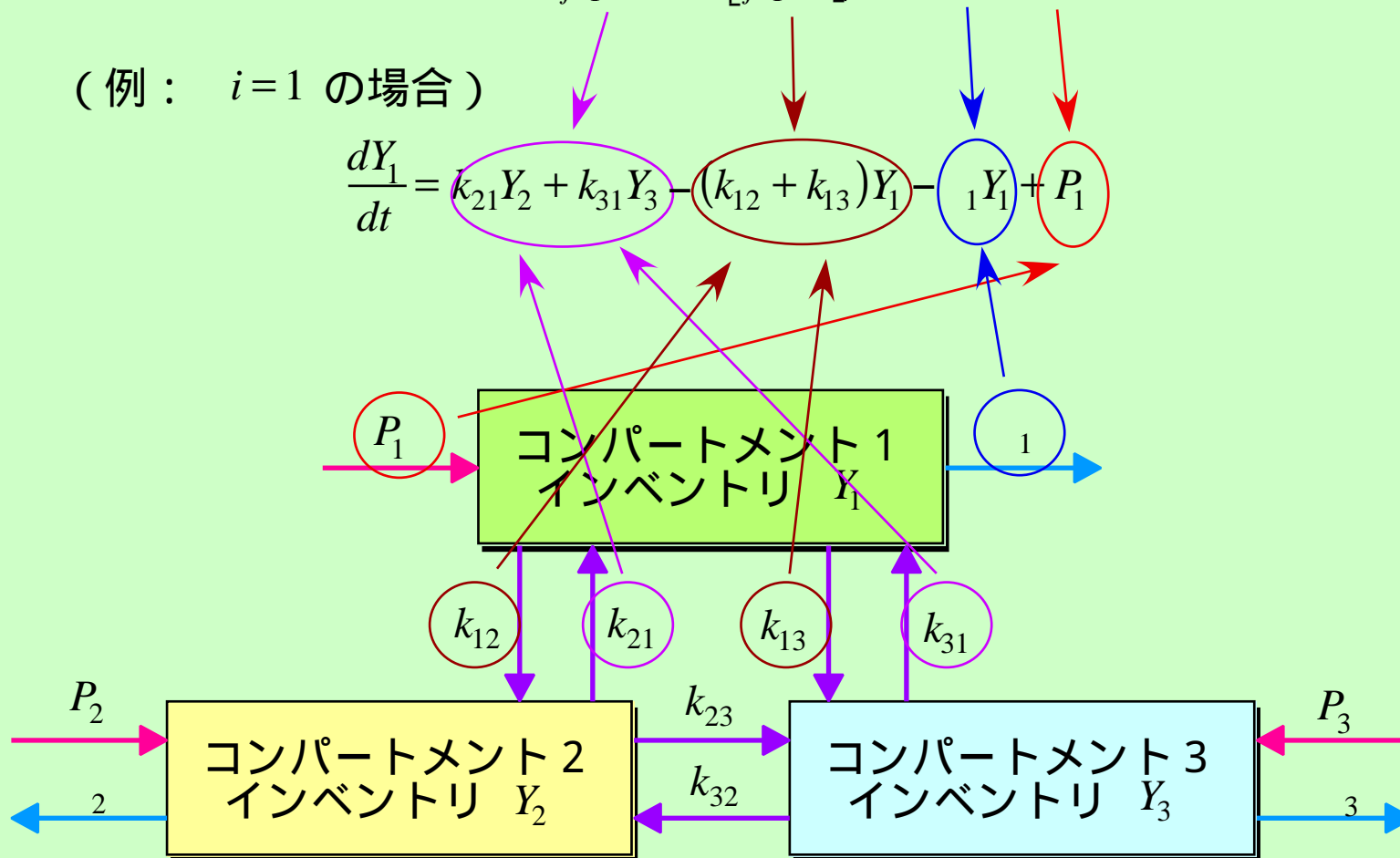
(3-コンパートメント構造による例示)

物質収支式

$$\frac{dY_i}{dt} = \sum_{j=1}^n k_{ji} Y_j - \left[\sum_{j=1}^n k_{ij} \right] Y_i - {}_i Y_i + P_i$$

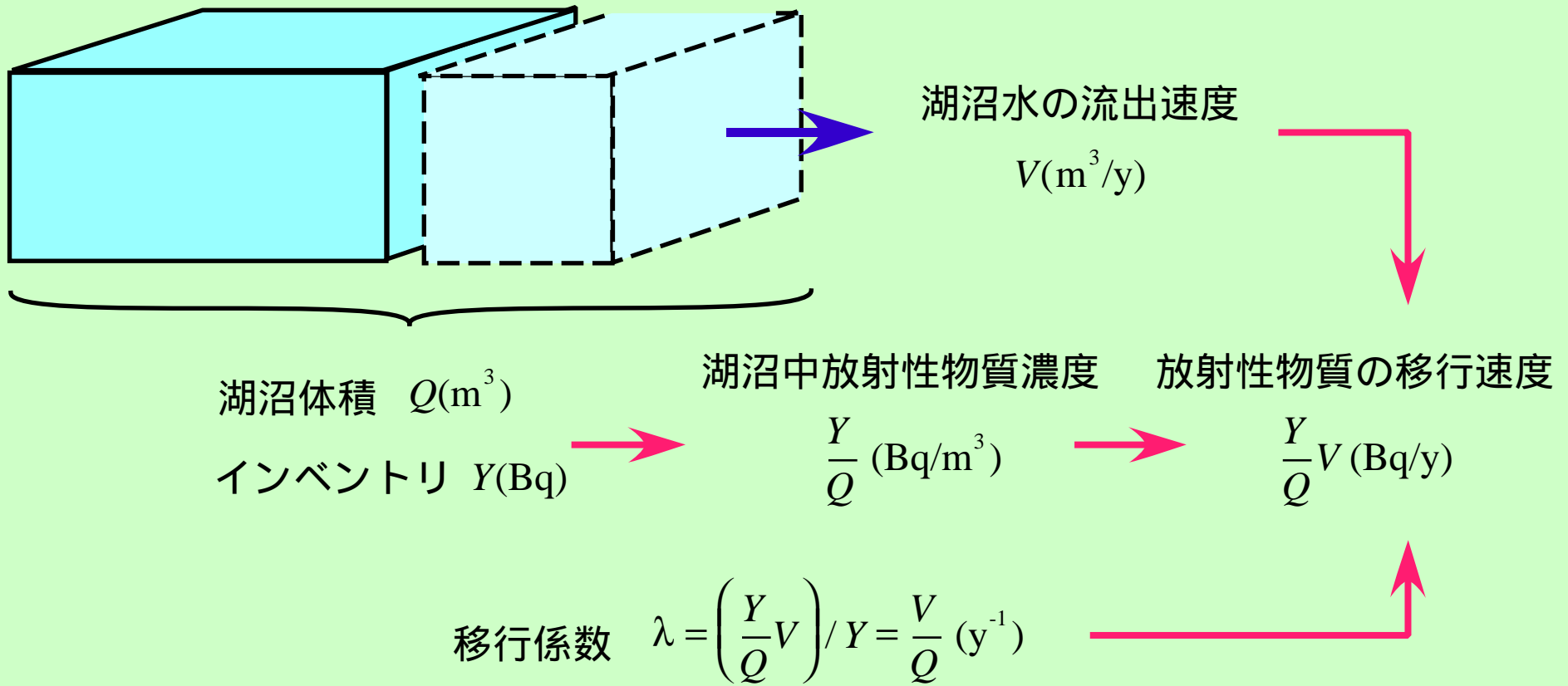
(例: $i=1$ の場合)

$$\frac{dY_1}{dt} = k_{21} Y_2 + k_{31} Y_3 - (k_{12} + k_{13}) Y_1 - {}_1 Y_1 + P_1$$

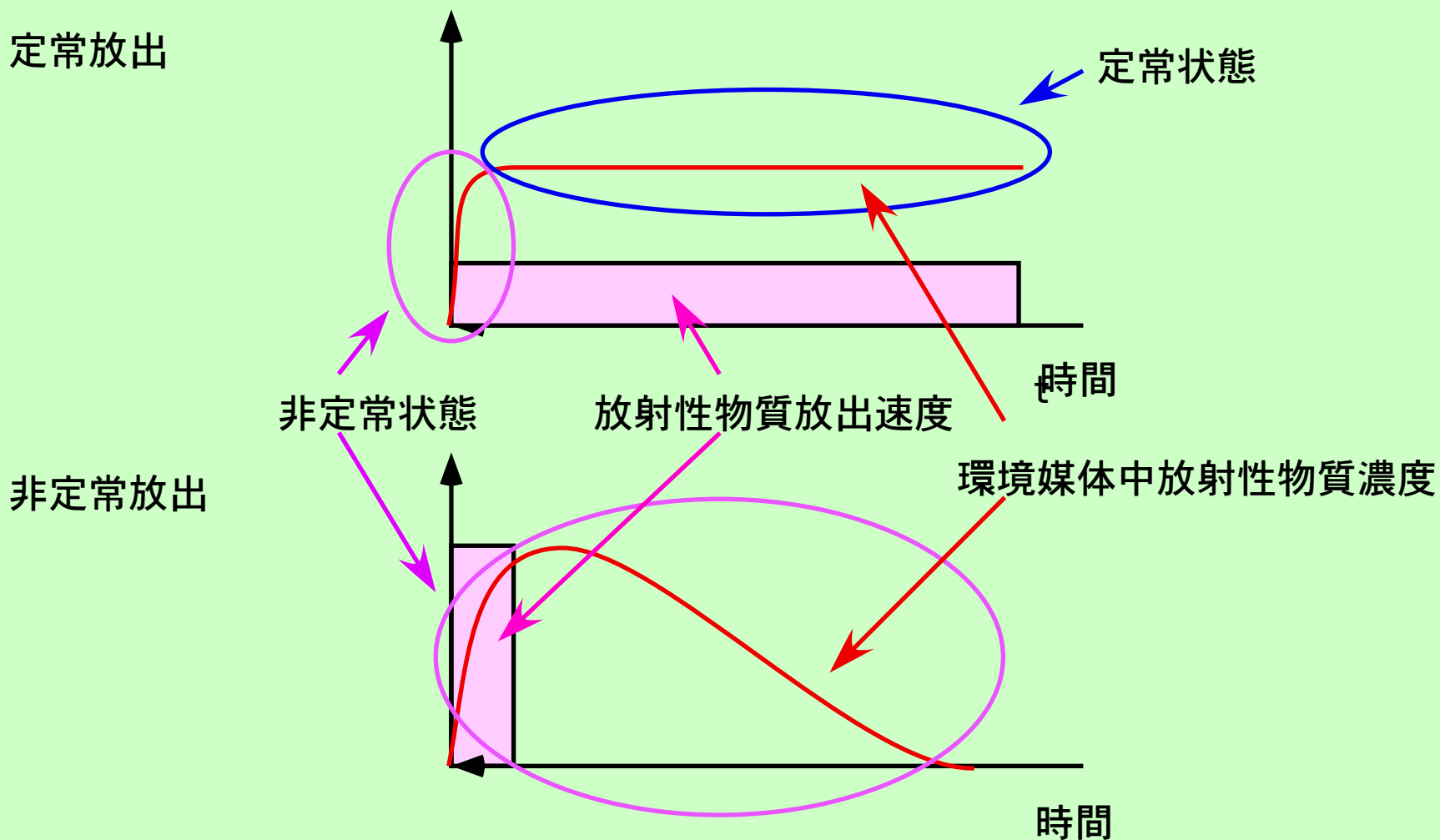


移行係数の算出例

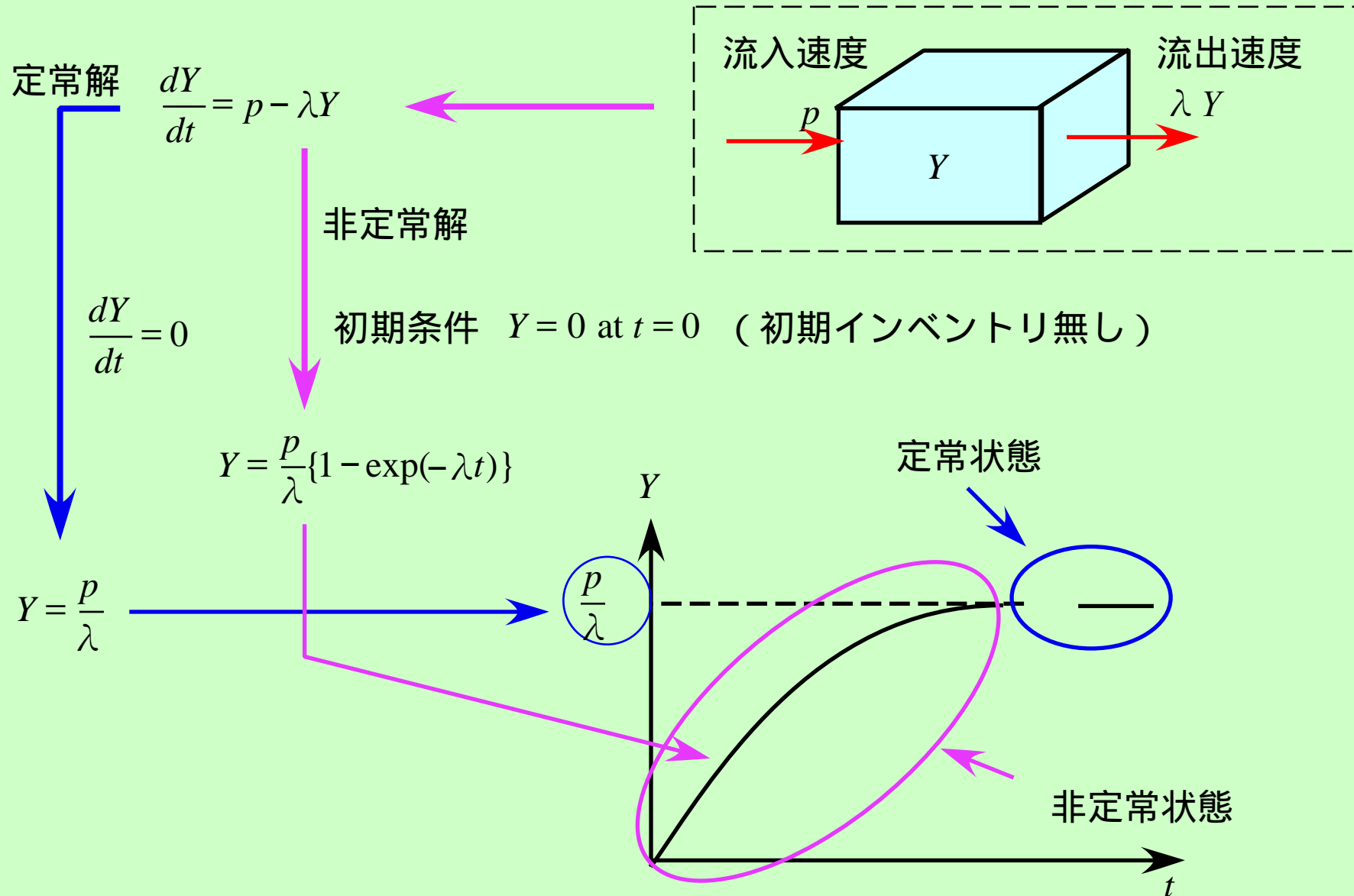
(湖沼水からの流出速度)



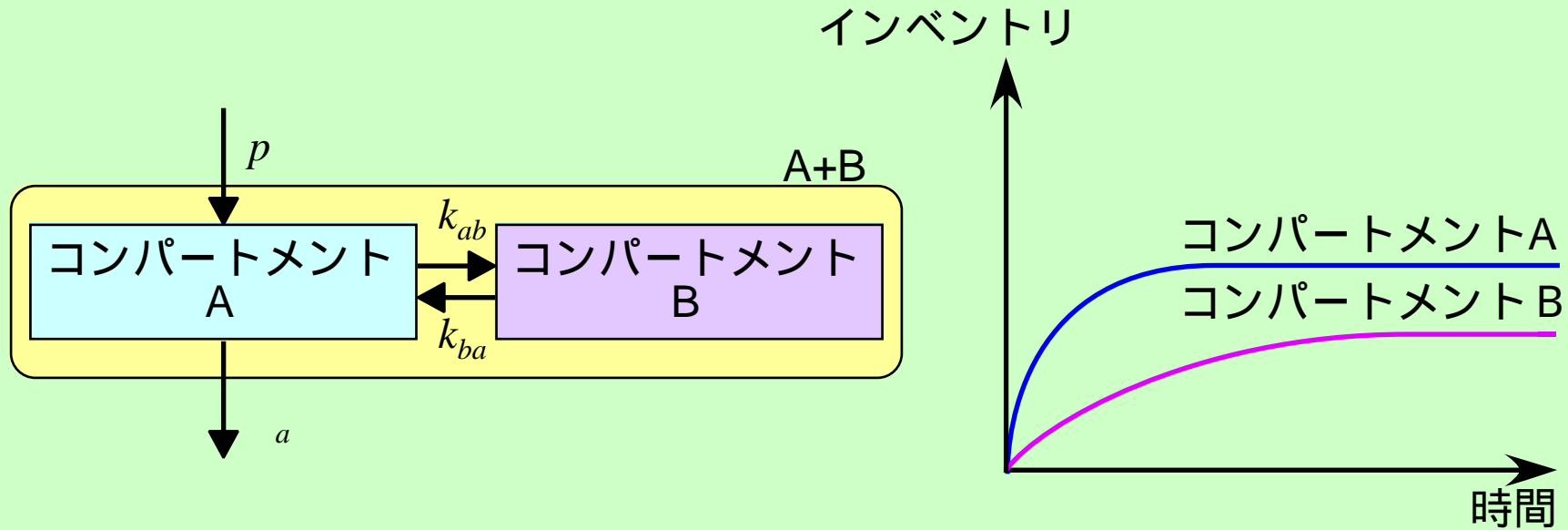
定常放出と非定常放出による 環境媒体中放射性物質濃度の概念図



定常解と非定常解の例



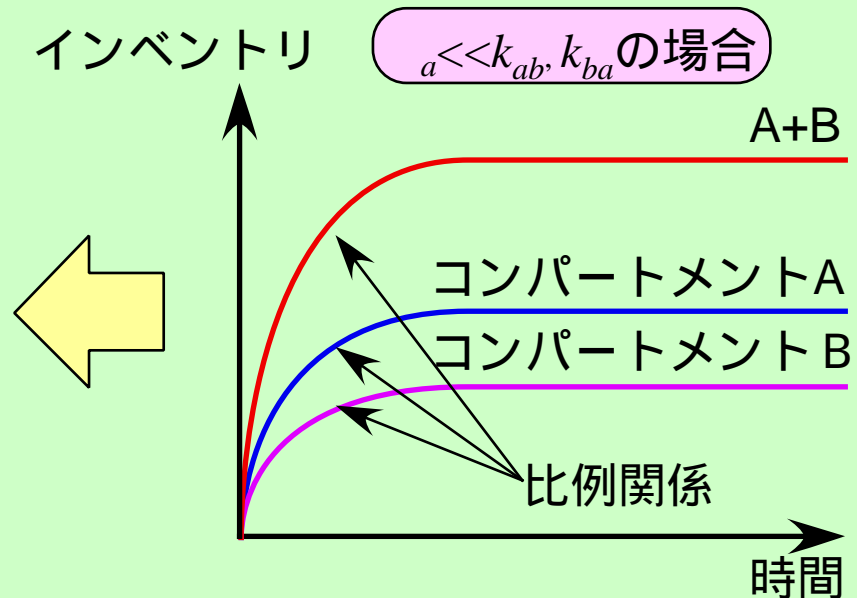
動的コンパートメントの設定例



コンパートメントの設定例

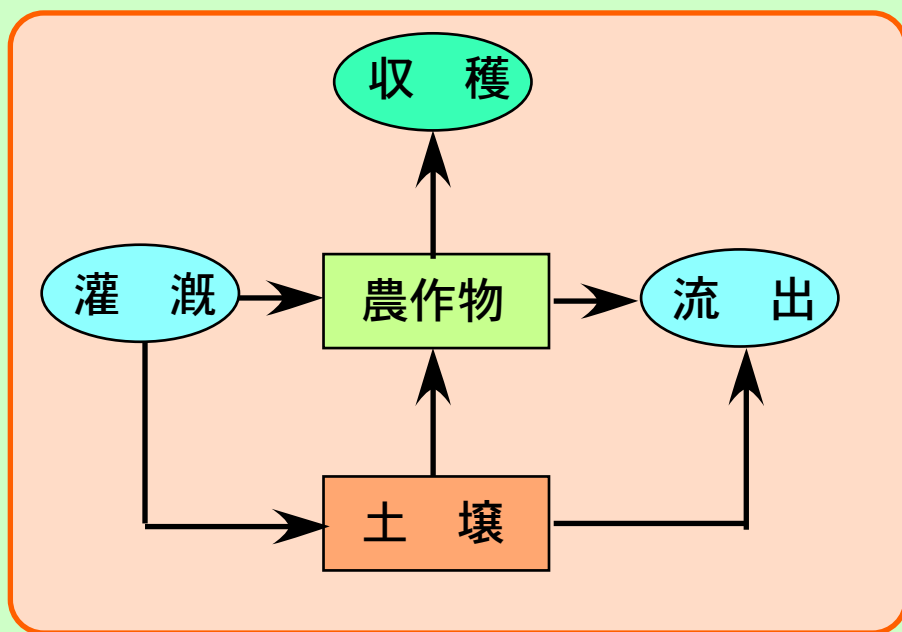
A+Bは瞬時平衡状態：
A+Bを1コンパートメントと見なす

($A \gg B$ の場合)
Aをコンパートメントとし
BはAに常に比例するとする
(Bのインベントリは無視する)

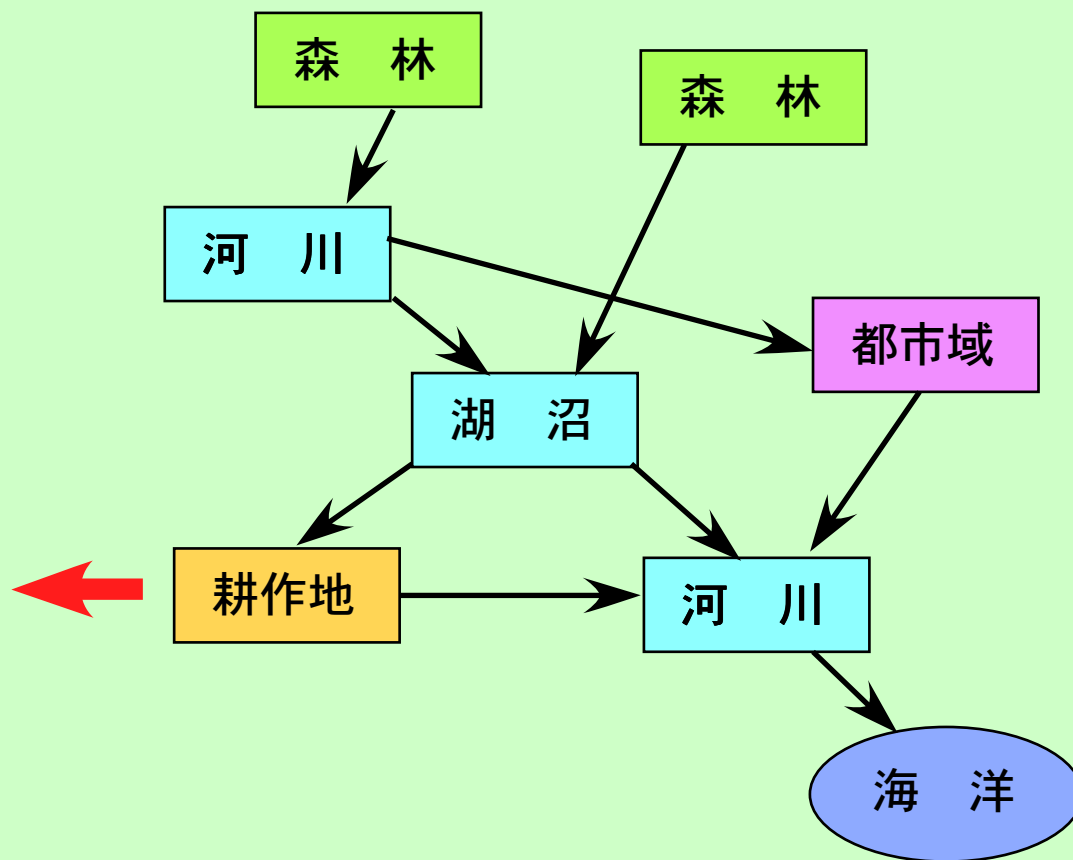


広域コンパートメントメントモデルの構築例

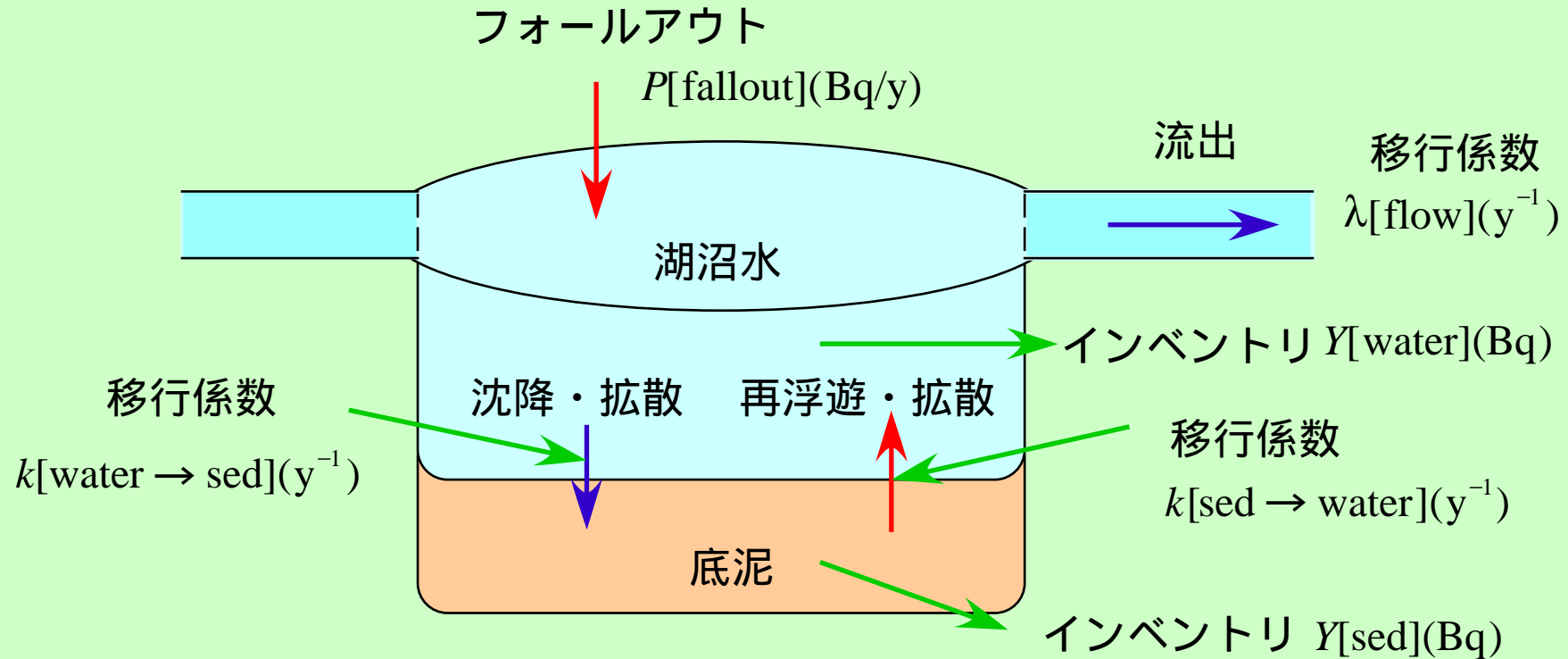
耕作地モデルの例



広域モデル化の例



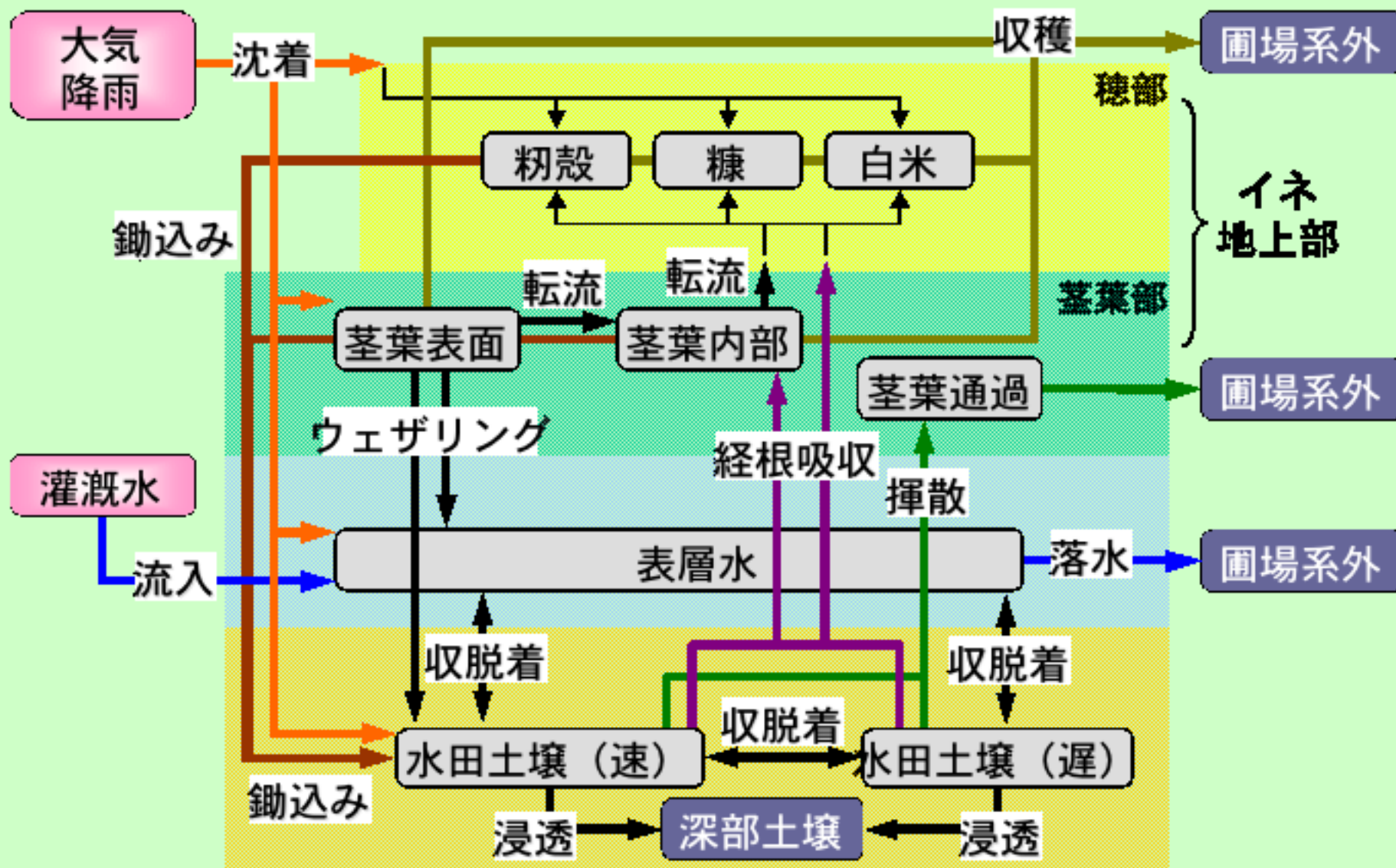
湖沼系におけるコンパートメントモデルの例



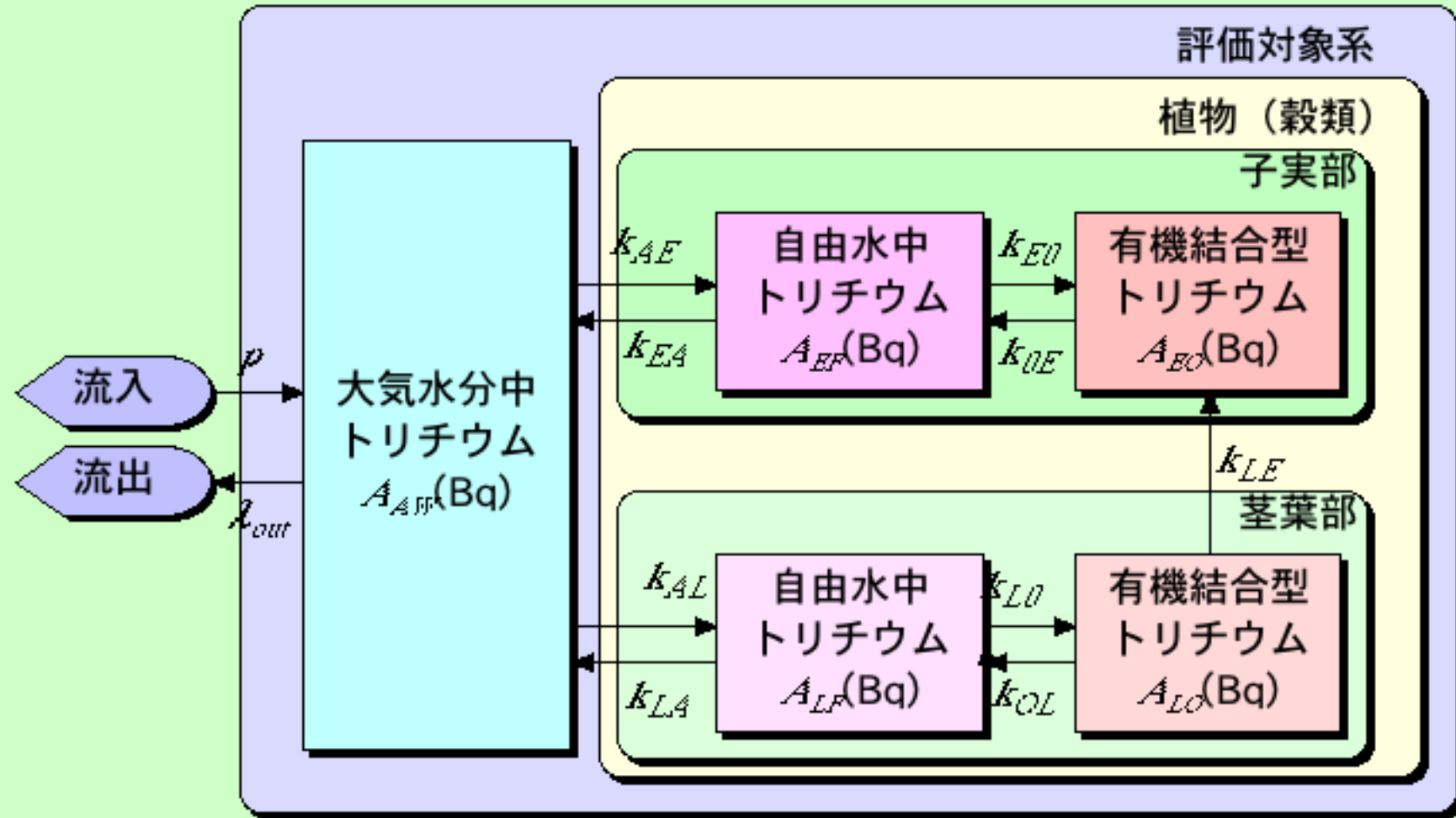
$$\frac{dY[\text{water}]}{dt} = k[\text{sed} \rightarrow \text{water}]Y[\text{sed}] - k[\text{water} \rightarrow \text{sed}]Y[\text{water}] - \lambda[\text{flow}]Y[\text{water}] + P[\text{fallout}]$$

$$\frac{dY[\text{sed}]}{dt} = k[\text{water} \rightarrow \text{sed}]Y[\text{water}] - k[\text{sed} \rightarrow \text{water}]Y[\text{sed}]$$

圃場系におけるコンパートメントモデル構築例



トリチウムの穀類への移行に関する コンパートメントモデル構築例



環境負荷物質陸域移行予測コードMOGRA (Migration Of GRound Additions)の特徴

- フェールベルグ公式と呼ばれる6段5次のルンゲ=クッタ公式を使用
- パーソナルコンピュータ (Windows) で使用可能
- グラフィカルユーザインターフェイスにより、コンパートメントの作成・削除、コンパートメント間における評価対象物質の移行の設定等がマウスによる簡単な操作で可能
- 陸域生態圏における評価対象物質の移行や被ばく線量評価に用いられる基本的なテンプレートを備えており、評価対象系の構築が容易

mogra@popsvr.tokai.jaeri.go.jp

放射性廃棄物処分の安全評価における 不確実性の分類

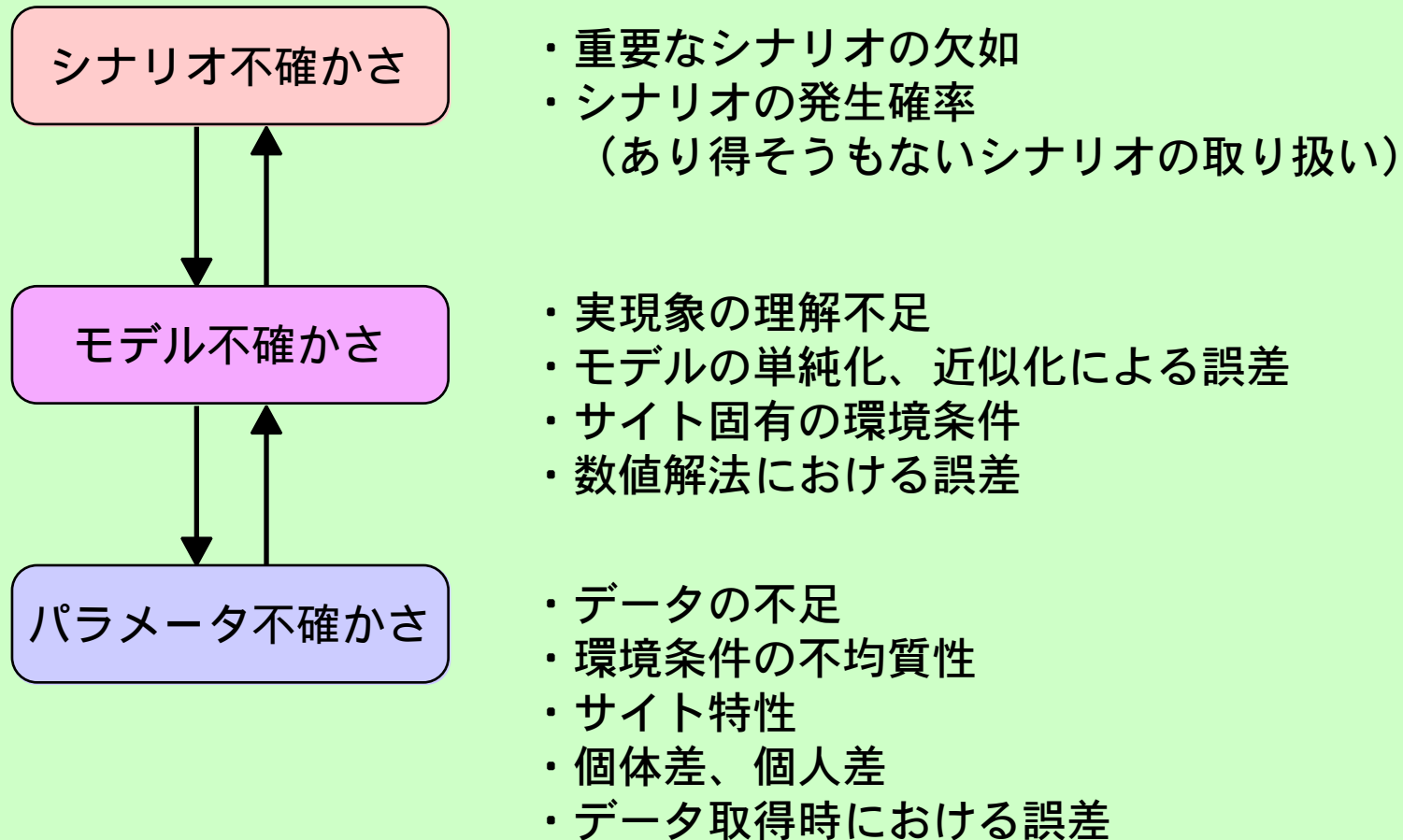
＜評価手法の段階による分類＞

- ・ シナリオ不確実性
- ・ モデル不確実性
- ・ パラメータ不確実性

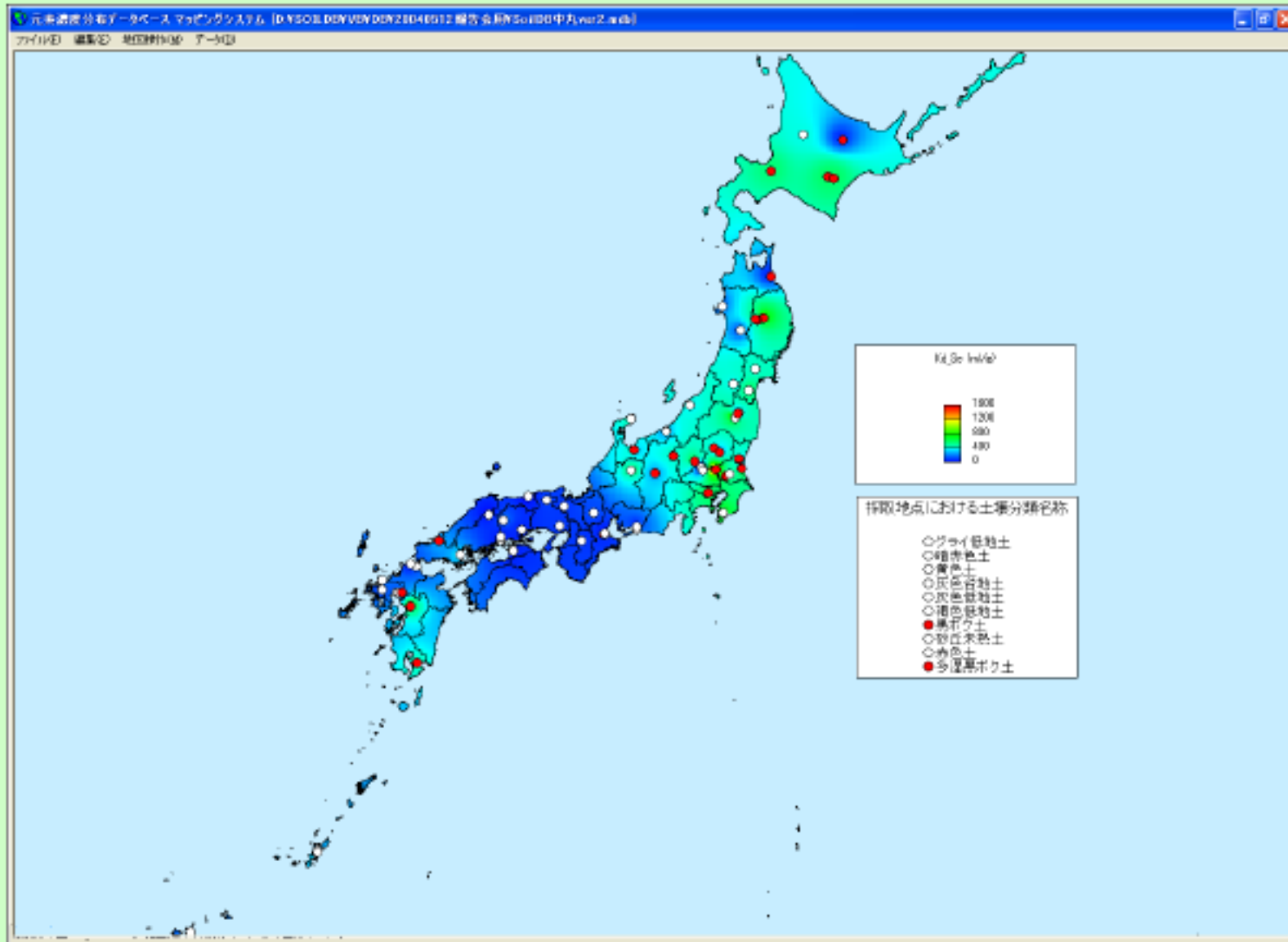
＜不確実性の要因による分類＞

- ・ Variability（分布または変動に基づく不確実性）
- ・ Uncertainty（知識が不十分であることによる不確実性）

環境影響評価における不確かさの例



土壤中元素濃度マッピングシステムMdSoiLを用いた セレンの分配係数の分布と土壌分類の表示



主な放射性廃棄物処分の不確実性の特徴

高レベル廃棄物：長期的評価、サイト未確定

- 長期的評価による不確実性が大きい
- シナリオの網羅性、低確率発生事象の取り扱いが重要

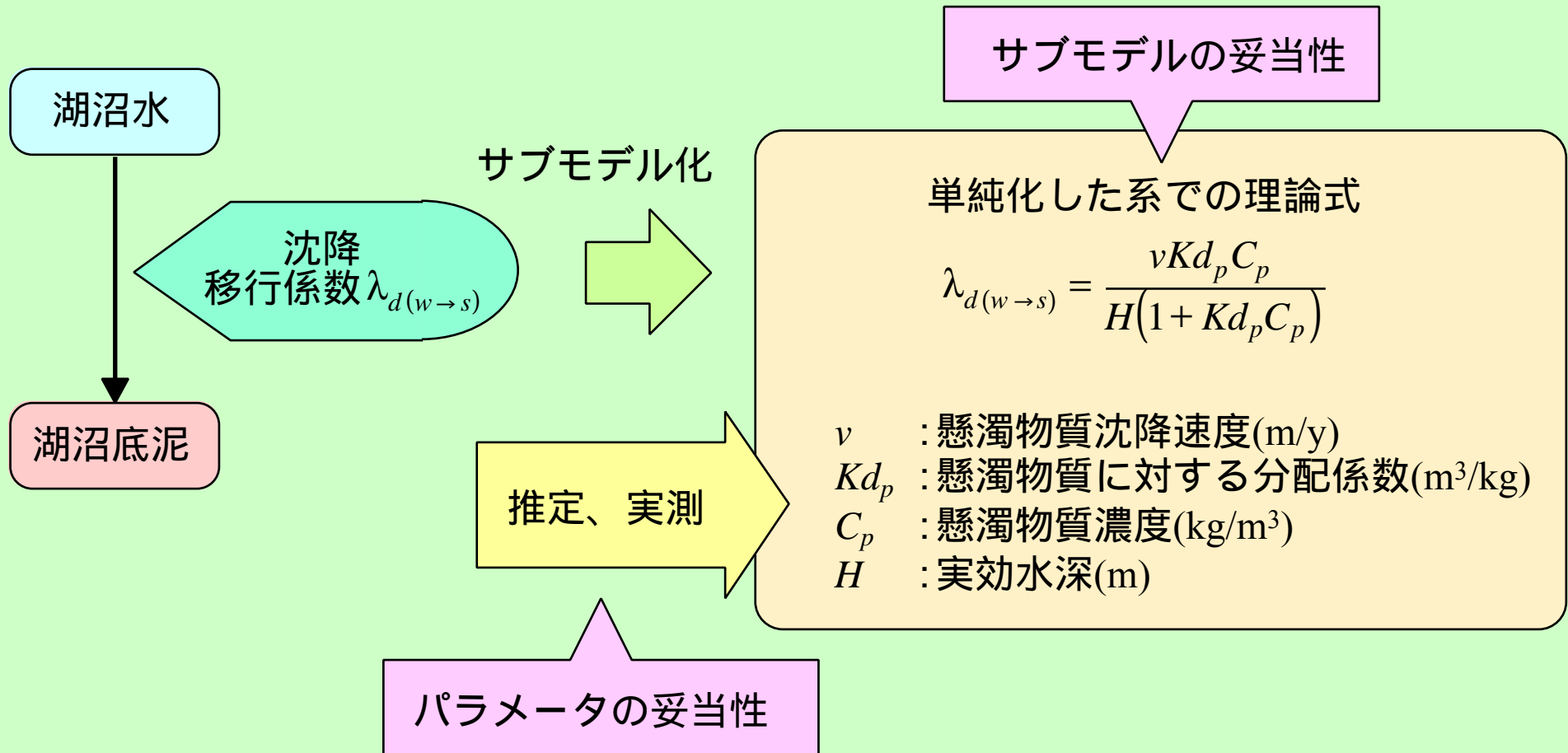
低レベル廃棄物：比較的短期評価、サイト確定

- 一般的なシナリオの想定が比較的容易
- サイトの社会的条件から低発生確率事象の想定が可能

クリアランスレベル：比較的短期評価、サイト不定

- シナリオが多岐にわたり、発生確率の設定が困難
- パラメータ不確実性が大きい

サブモデルとパラメータの例



パラメータ不確実性に関する 決定論的評価と確率論的評価の概念図

