

# 昭和と平成を生きて

丹保憲仁 (Tambo Norihito)

昭和8年(1933年)3月10日に生まれ  
平成21年(2009年)1月26日講演日現在75歳11ヶ月  
東京大学サントリー寄付講座「水の知」にて

# 時代の背景

|       |                                                   |                                                                                                                                                        |
|-------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1850年 | 日本開国(クローズからオープン)<br>立憲国家<br>日清戦争                  | (丹保の学・職歴)                                                                                                                                              |
| 1900年 | 日露戦争<br>大正モダン<br>日中15年戦争<br>太平洋(大東亜)戦争<br>太平洋戦争敗戦 | 1933(S8)年 生まれる 天塩<br>1939(S14)年 札幌市立小学校入学<br>1945(S20)年 旧)札幌1中入学<br>1948(S23)年 新)札幌1高・高校再編で札幌東高<br>1926(S26)年 北海道大学入学 学士・修士<br>1957(S32)年 北海道大学衛生工学科教員 |
| 1950年 | 軽武装・経済大国への道<br>公害問題の激化<br>便利と快適・安全の追求             | 1962(S36)年 フロリダ大学化学科研究員<br>1969(S44)年 北海道大学教授<br>1991(H3)年 北大学生部長と工学部長<br>1995(H7)年 北大総長 (学術会議会員)                                                      |
| 2000年 | グローバル経済<br>地球環境制約の時代<br>人口減少社会の入り口                | 2001(H13)年 放送大学長<br>(土木学会長、国際水協会長、大学設置法人審議会<br>長、北海道電力監査役、……)<br>2007(H19) 北海道開拓記念館長、中央大学研究開<br>発機構教授、                                                 |

## 1933年天塩川の辺に生まれ育つ

- 天北原野:日本最北の平野で、利尻と向かい合う湿原、泥炭地で、生誕地豊富市街(豊富温泉)に電気が来たのが生まれる前々年1931年(満州事変の年)
- 僻地の、米のとれない寒村・開拓地を、単級校長の父について移動。
- 泥炭地で水は全て褐色(フミン質)、飲用の20-40リットルだけ学校には鉄道給水車(日に2回)から、照明は石油ランプ
- 3-4歳の時は、遠別川上流の開拓部落。町から40km、吊り橋10本、積雪深5mに暮らす。ランプと薪ストーブ、熊
- 5歳半年札幌、半年留萌町に住む、鯊大漁の終期。
- 小学校一年生:札幌へ、札幌師範付属尋常小学校入学、以後札幌を本拠に後の70年を暮らす。昭和16年の札幌人口20万人、現在200万人弱

# 小学校:国民学校と戦後旧制中学・新制高校(6年一貫) あらゆる変動下を生きる

- **昭和14年:尋常小学校1年生**(昭和12年秋日支事変始まる、日中15年戦争の2年目、
- **昭和16年12月:国民学校3年生**(大東亜戦争:太平洋戦争始まる)アジアの歴史地理、米英独伊仏の軍艦名(外国語単語の自習)
- **昭和20年4月:旧制北海道庁立札幌第一中学校1年生**(最後の軍事教練と援農、校長の英断で英語の継続、栄養失調)
- **昭和20年8月:敗戦**(全ての価値観の転倒、大状況の相克、一匹狼的規範の醸成、指導者不信と自己陶冶)
- **昭和23年4月:新制高校発足**(自動移行、教科書レベル降下、旧制高校入試延期、浪人一掃、バラ色の時代)
- **昭和25年4月:強制的小学区・男女共学**(反対運動、学校、市域の高校連合リーダーとしての鍛錬、生徒会長、朝鮮戦争1950年6月始まる)

# 北大学生時代

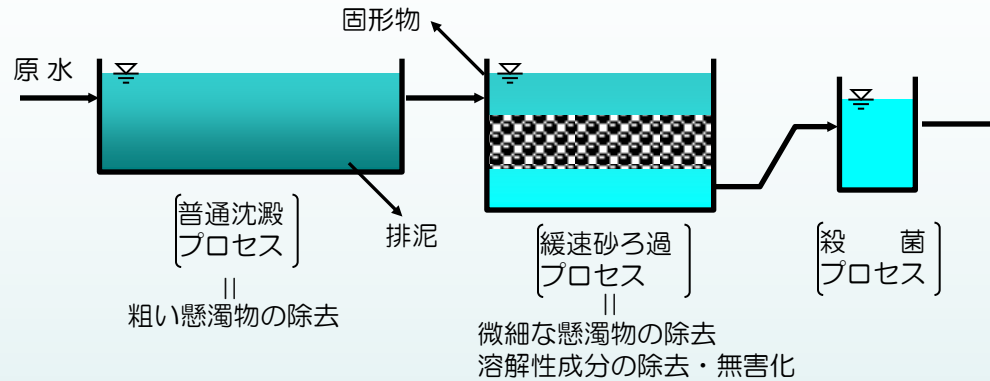
- **昭和26年:北大教養部理類入学**(教養自治会執行委員:全学連宮城前で警官隊と衝突・山村工作隊、学生大会議長、山登りと山スキー、工学部土木工学へ27年9月移行、)
- **昭和28年:北大工学部土木工学科**(自然とかかわる仕事、伊能忠敬の生涯、部分問題より総合問題、基礎への努力、鉄道からダムへ(29年春、門司水害で小河内ダムへ、人生の岐路は偶然と人との出会い)、ついで河川から衛生工学へ、卒論は桂沢ダムのスピルウェイ(加速射流の水理)、広井勇賞)
- **昭和30年:北大土木工学科卒業、新制大学院修士3期生**(土木工学専攻、衛生工学専修)、衛生工学科創設要員として、資料調査・調整、学科創設の下計画案準備、学部生への演習で教官代理、後輩の卒論指導、土曜午後と日曜は山登りとスキー、日本最初の河川水質基準設定の準備(石狩川:WHOと内藤幸穂さんとの出会い、大坪学部長の代理)、博士の奨学資金)

# 標的に弾を当てることからトーチカの奪取まで

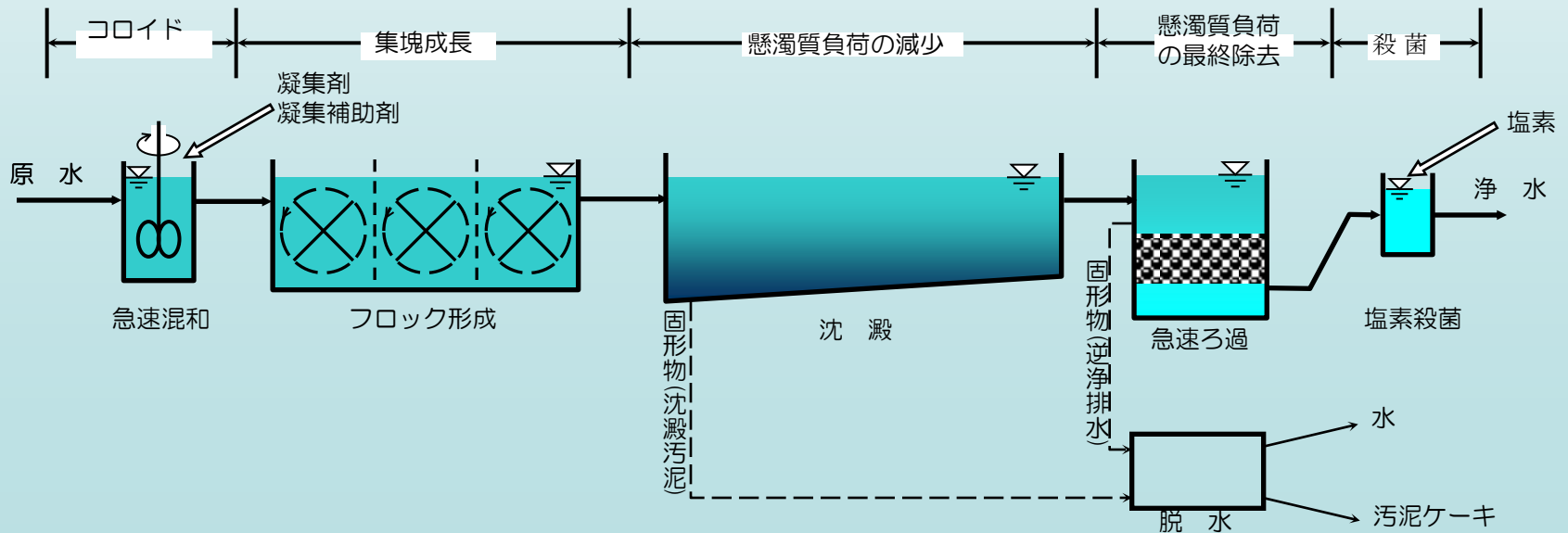
- 水道普及率30%から:急速濾過:鑄鉄管:ダム
- フロック形成の導入:CampのG値・GT値理論(1950年代)
- フロックの性質(構造密度と強度)+衝突合一機構+フロック形成槽水理+凝集剤の評価(ALT比と補助剤)
- 沈澱池の設計+水理と整流・多段化の提案
- 高速沈澱池(接触フロック形成+層沈澱)
- ペレット集塊+超高速ペレット沈澱池設計+晶析分離まで
- 深層濾過の理論(Ivesを超えて)+ケーキ濾過+膜(MF)濾過
- 表面負荷率理論を超えるフィン分離の研究+多層高容量ラシヒリング濾過池
- 急速濾過システムの沈澱と濾過池への負荷配分機としてのフロック形成池
- 汚泥処理を考えた急速濾過システムの研究:ALT比制御
- 急速濾過システムの理論設計

# 境浄水場全景

## 緩速ろ過システム (4m/day)



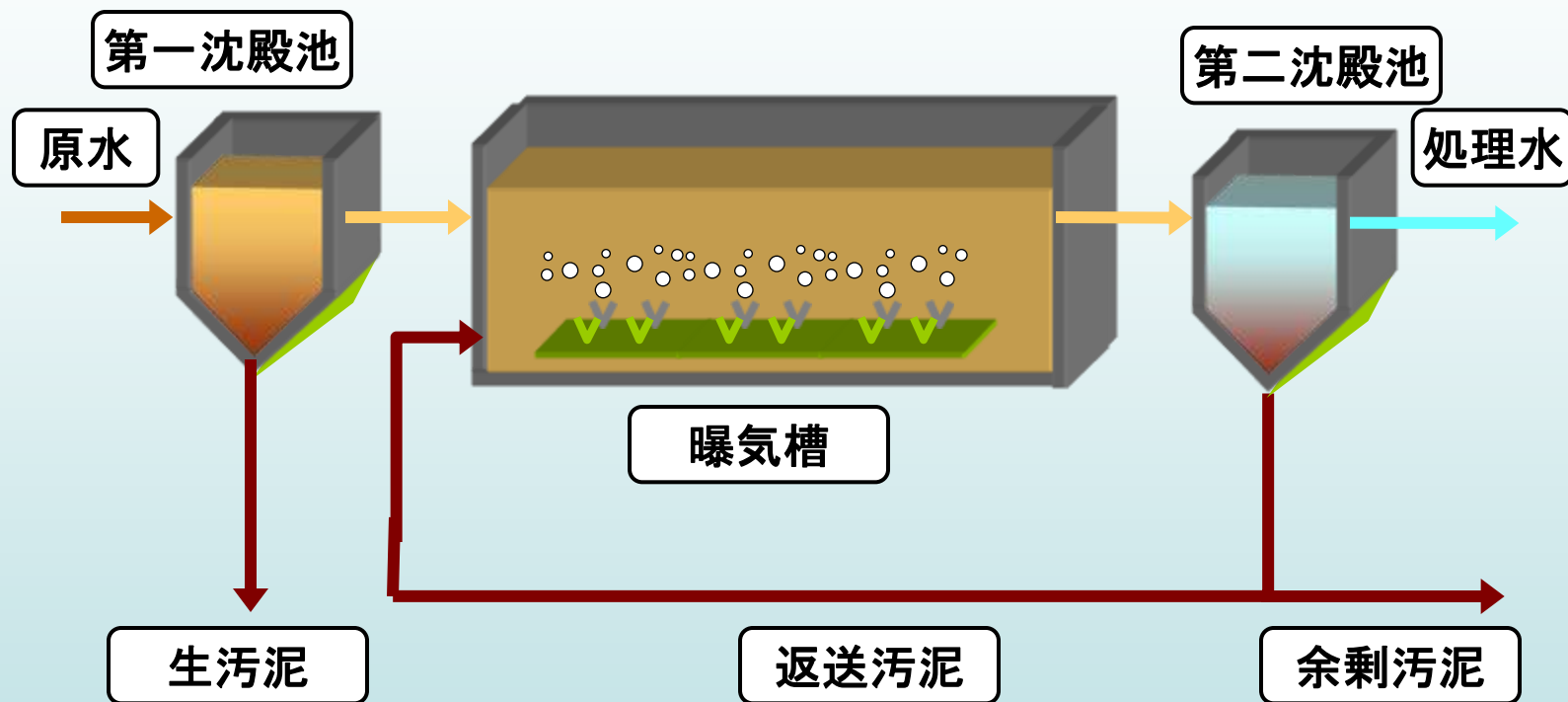
## 急速ろ過システム (120-180m/day)



# 部隊の戦術的調整と兵団の運用(1)

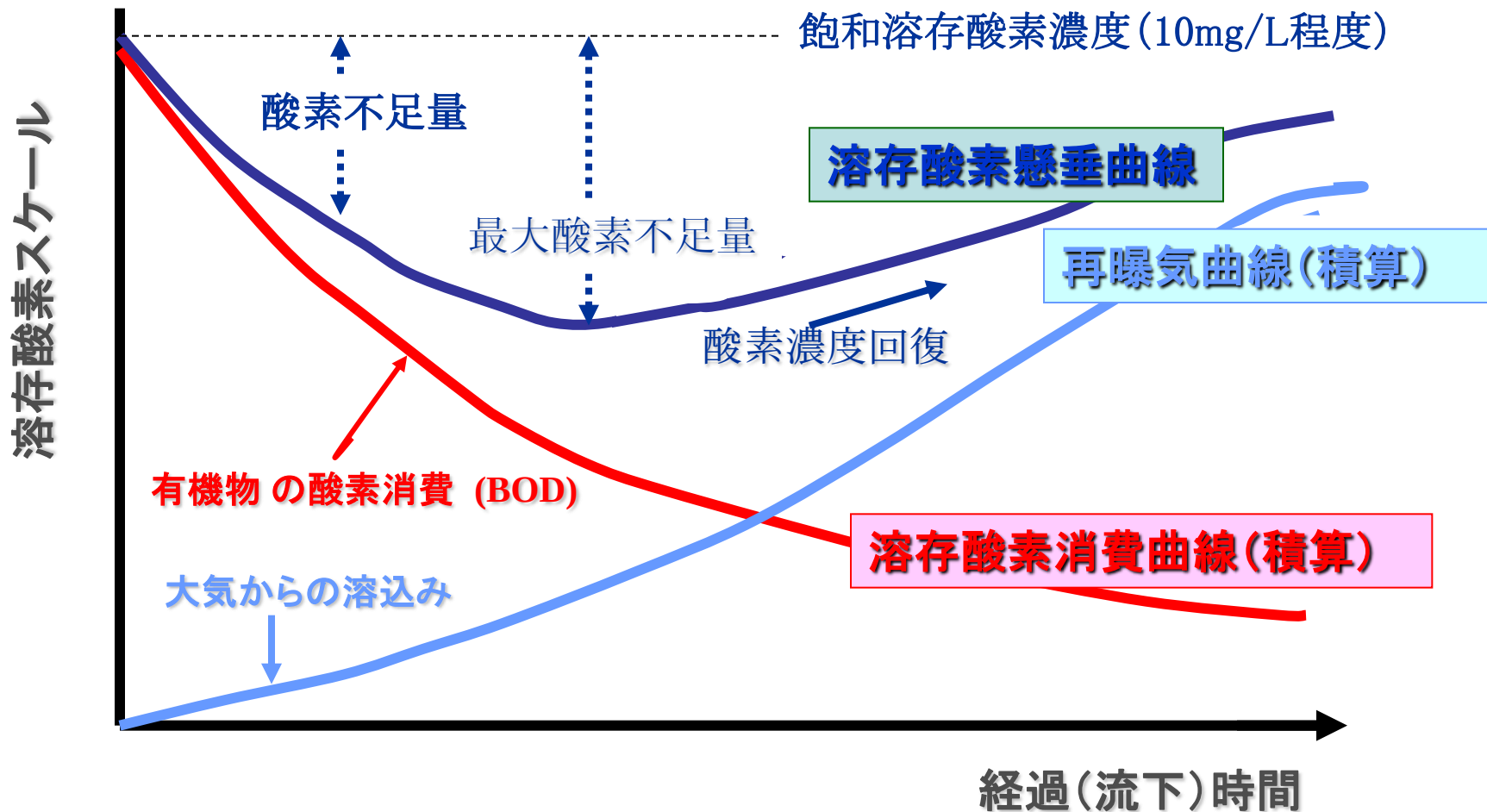
- 水質と水処理性のマトリックス表現の研究：上水道・下水道・河川水質管理の統一的質評価の展開
- 濁度・BODとCOD(ストリータ・フェルプス・エッケンフェルダー体系)からの脱却：物質収支と反応速度の統一的評価：mg/L基準の有機炭素TOCによる定量表示の汎用化
- 分子量分画等による不純物寸法計測と、紫外部吸光度/TOC比導入による、生物分解性と難分解成分の定量分割により水質を2次元マトリックスで表示し、代表的な水処理プロセス、自然浄化作用を定量評価する(水質変換マトリックス)
- 水質マトリックス：水質変換マトリックスを地球上(国土)に展開する様々な水循環フラックスの結節点(又は質変換点)通過水の、水質成分の評価(制御)フィルターとして、通過水量と重ねて水の質量フローを確定する。

# 標準活性污泥法

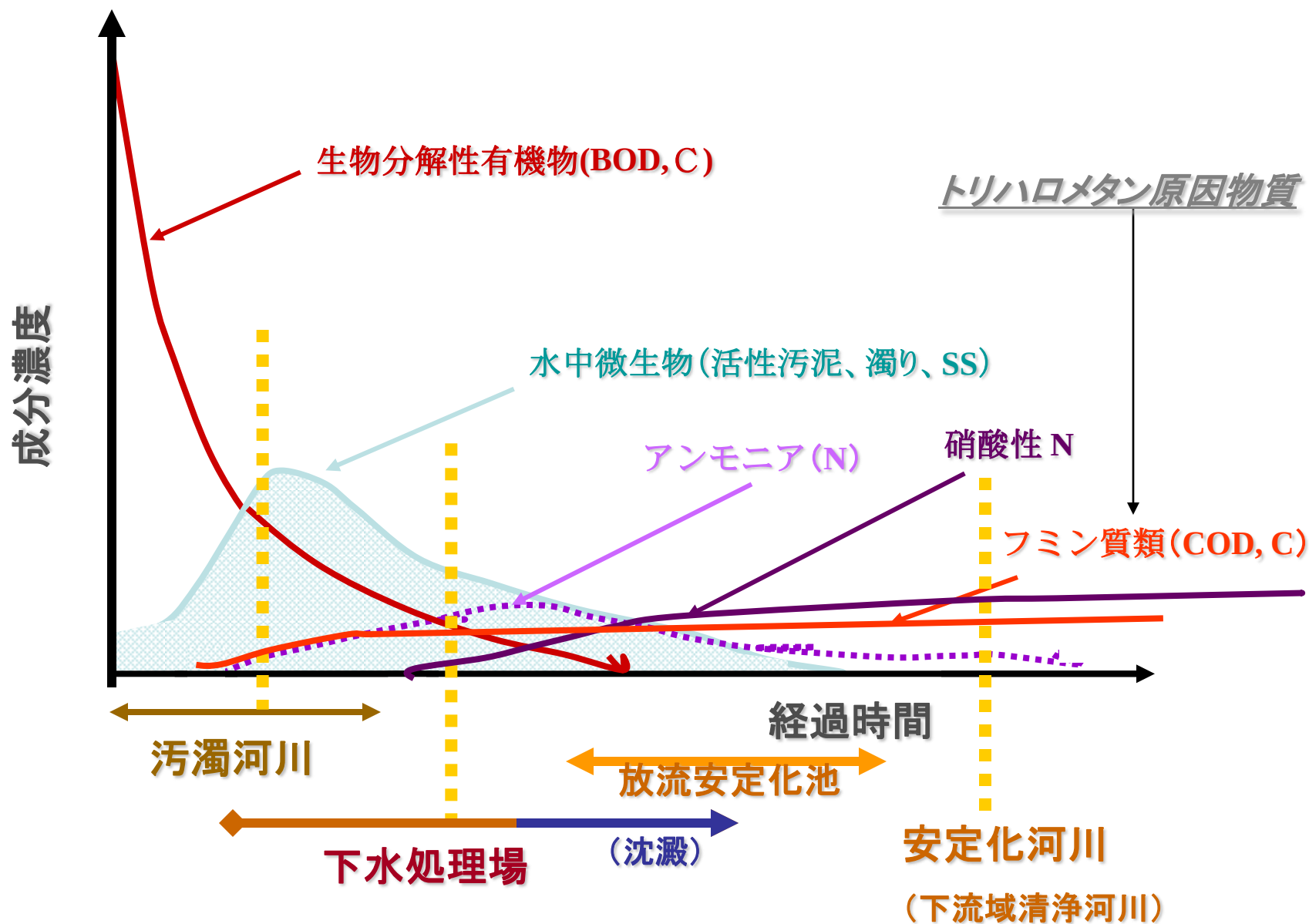


## 部隊の戦術的調整と兵団の運用(2)

- 自然系有機物NOMをUVsensitive,UVinsensitive,nonTOCの擬似2成分系とすることによって、COD－BODとBODのTOCによる分離を果たし、前者をフミン質系TOC,後者を生物分解性と定義し、分子量の大小と組み合わせて、現代の処理法の分離性を定量化した
- UVsensitive TOCの有機微量成分、重金属との競合、溶解性微量有機成分の挙動の基底となることを明確にした
- 其の上に、自然系、処理系(上下水、高度処理、消毒系)における有機物、重金属類などの挙動を明らかにした。
- トリハロメタン生成能と生成反応をUVsensitive TOCを基準にして、塩素添加率との関係で動力的機序解明に進んだ
- 地表水、地下水流出の機序と重ね、降雨が樹幹流などとなって地上に降るところから、流出までの流れを標的化した
- マトリックスを評価格子として、近代都市・自然系の水の流れを、質変化を、物質収支を明確にして扱えるようにした。

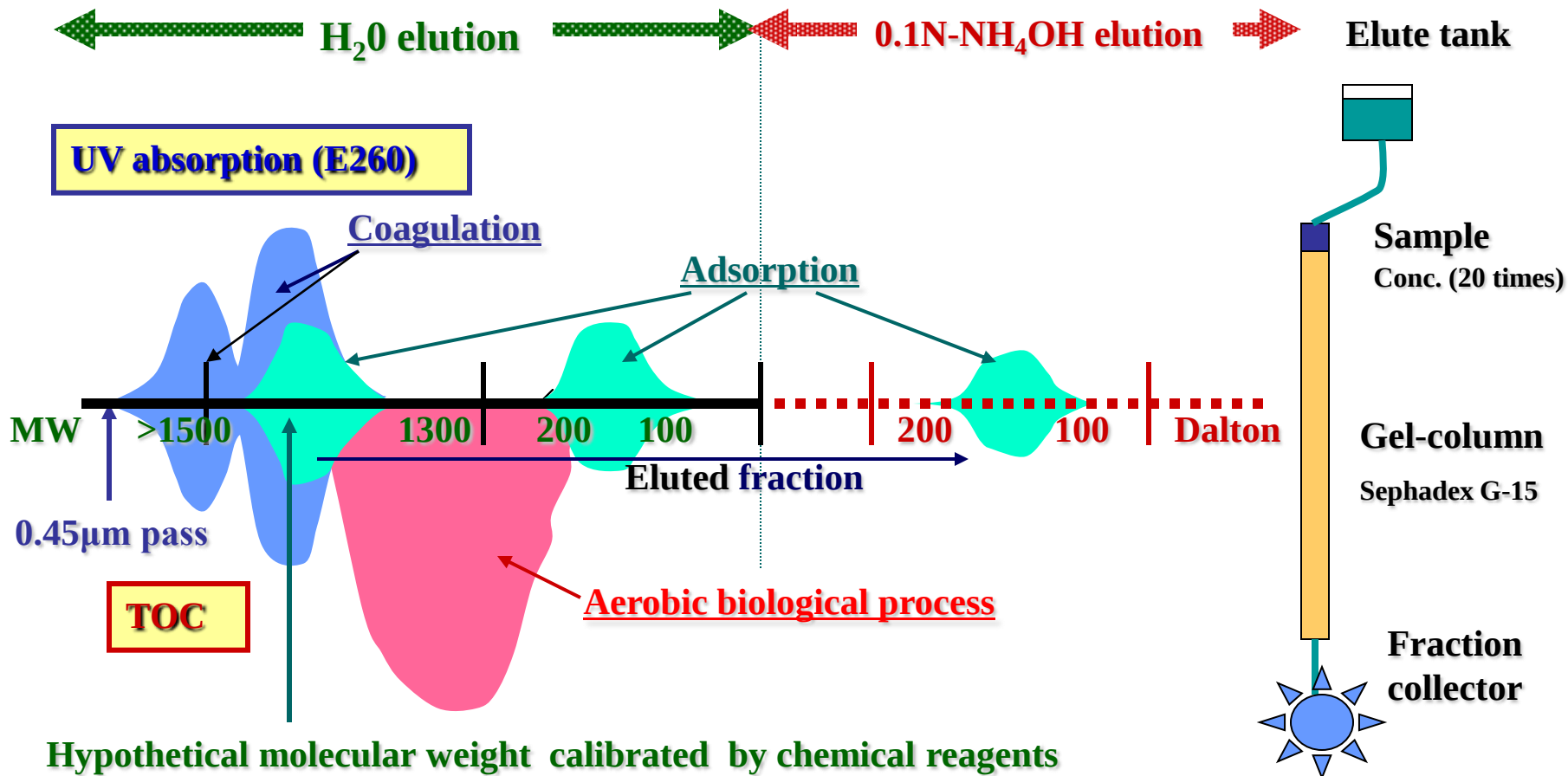


**溶存酸素懸垂曲線**



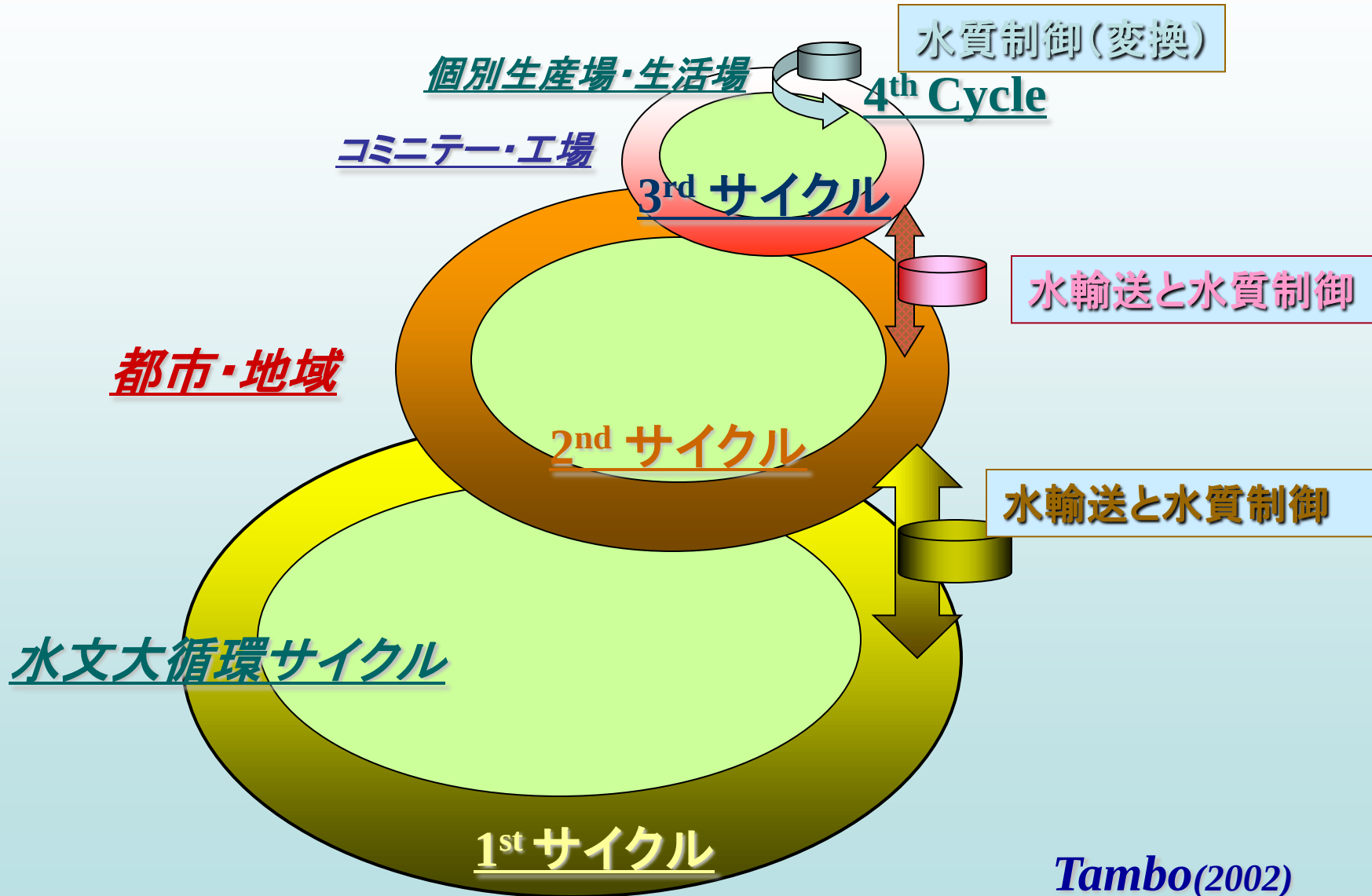
## 生物分解性物質(BOD)の挙動

# Molecular weight & TOC/E260



**Sephadex G-15 gel-chromatogram of domestic wastewater & its treated effluents**

# 水循環のスペクトル



# 水質変換マトリックス

| 化学的<br>性質<br><br>寸法   | 有機物          |                          | 無機物     |                                                                                                         |                                                                 | 除去<br>限界<br><br>膜分離 |
|-----------------------|--------------|--------------------------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------|
|                       | 生物分解性<br>BOD | 生物難分解性<br>COD - BOD      | 有機錯体    | 凝析性物質                                                                                                   | 安定物質                                                            |                     |
| mm 10 <sup>-3</sup> m |              |                          |         |                                                                                                         |                                                                 |                     |
| 懸濁質                   |              | ヒュームス                    |         |                                                                                                         | シルト                                                             |                     |
| μm 10 <sup>-6</sup> m | 細菌           | 好気性生物処理                  |         | 気泡                                                                                                      | 粘土                                                              |                     |
|                       | ウイルス<br>多糖類  | フミン質                     | 金属フミン錯体 | 凝集処理                                                                                                    |                                                                 | MF                  |
| nm 10 <sup>-9</sup> m | 臭・味<br>有機酸   | フルボ質<br>マイクロ・<br>ポリュータント |         | Fe <sup>+2</sup> Mn <sup>+2</sup> Ca <sup>+2</sup><br>PO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> CO <sub>2</sub> (G) | Na <sup>+</sup> Cl <sup>-</sup><br>NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | UF<br>1500D         |
| 溶解質                   |              |                          |         |                                                                                                         |                                                                 | NF                  |
| Å 10 <sup>-10</sup> m |              |                          | 活性炭吸着   | 凝析                                                                                                      | イオン交換                                                           | (RO)                |

# WATER QUALITY MATRIX

| Chemical Nature<br>Size                      | Organic M.     |                    | Inorganic M.         |                          |                                        | Cut off level |
|----------------------------------------------|----------------|--------------------|----------------------|--------------------------|----------------------------------------|---------------|
|                                              | Bio-degradable | Bio-non degradable | Organo-complex       | Precipitate-able         | Stable                                 |               |
| mm $10^{-3}m$                                |                |                    |                      |                          |                                        |               |
| Suspended Matter                             |                | Humus              |                      |                          | Silt                                   |               |
|                                              | Bacteria       |                    |                      | (Gas Bubble)             | Clay                                   |               |
| $\mu m$ $10^{-6}m$                           |                |                    |                      |                          |                                        |               |
| Colloidal Matter<br>$10^{-7}m$<br>$10^{-8}m$ |                |                    |                      |                          |                                        | MF            |
|                                              | Virus          |                    |                      |                          |                                        | UF            |
|                                              | Polysaccharide | Humics             | Metal humate         |                          |                                        |               |
|                                              |                | Fulvics            | Organo-metal complex |                          |                                        | NF            |
| nm $10^{-9}m$                                | Taste & Odor   | Micro-pollutants   |                      |                          |                                        | (Loose)       |
| Soluble M.                                   | Organic acid   |                    |                      | $Fe^{+2}$<br>$PO_4^{-2}$ | $Mn^{+2}$<br>$CO_2(G)$                 | RO            |
| $\text{\AA}$ $10^{-10}m$                     |                |                    |                      |                          | $Ca^{+2}$<br>$Na^+$ $Cl^-$<br>$NO_3^-$ |               |
|                                              |                |                    | Reverse Osmosis      |                          |                                        |               |

# 水システムの統合

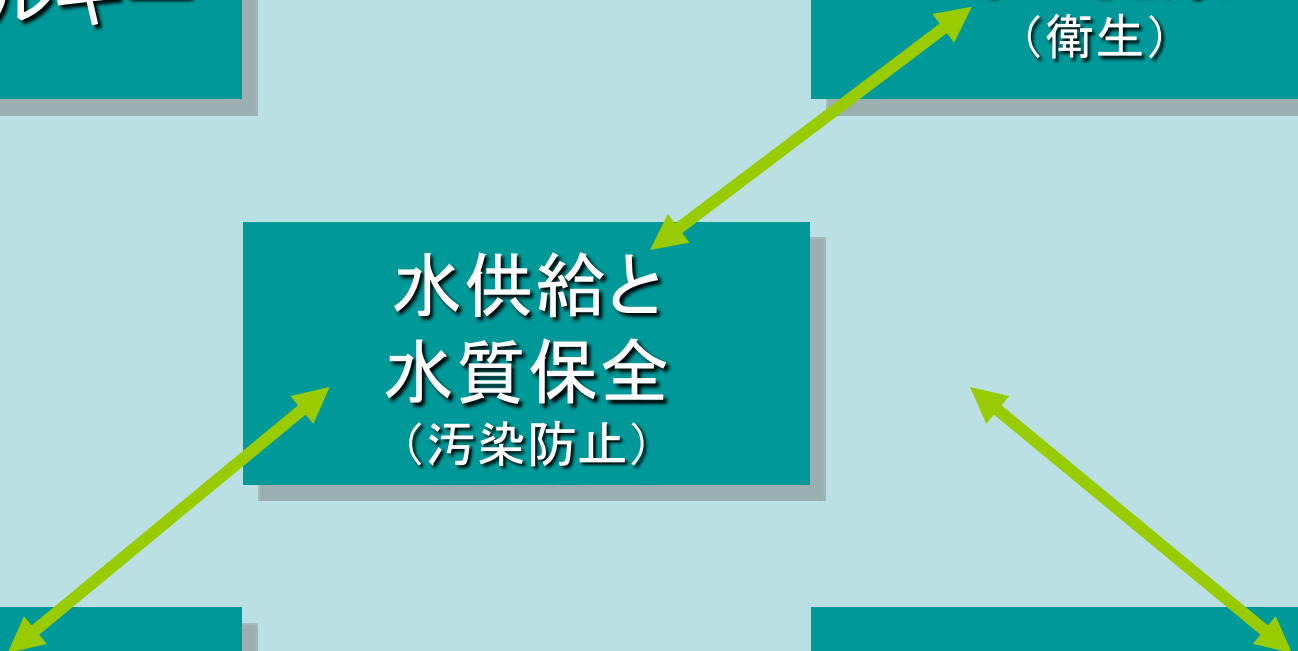
水とエネルギー

水と健康  
(衛生)

水供給と  
水質保全  
(汚染防止)

水と生物多様性  
(生態系保全)

水と農業  
(食料確保)



# 戦略的集団の運用と政策(1)

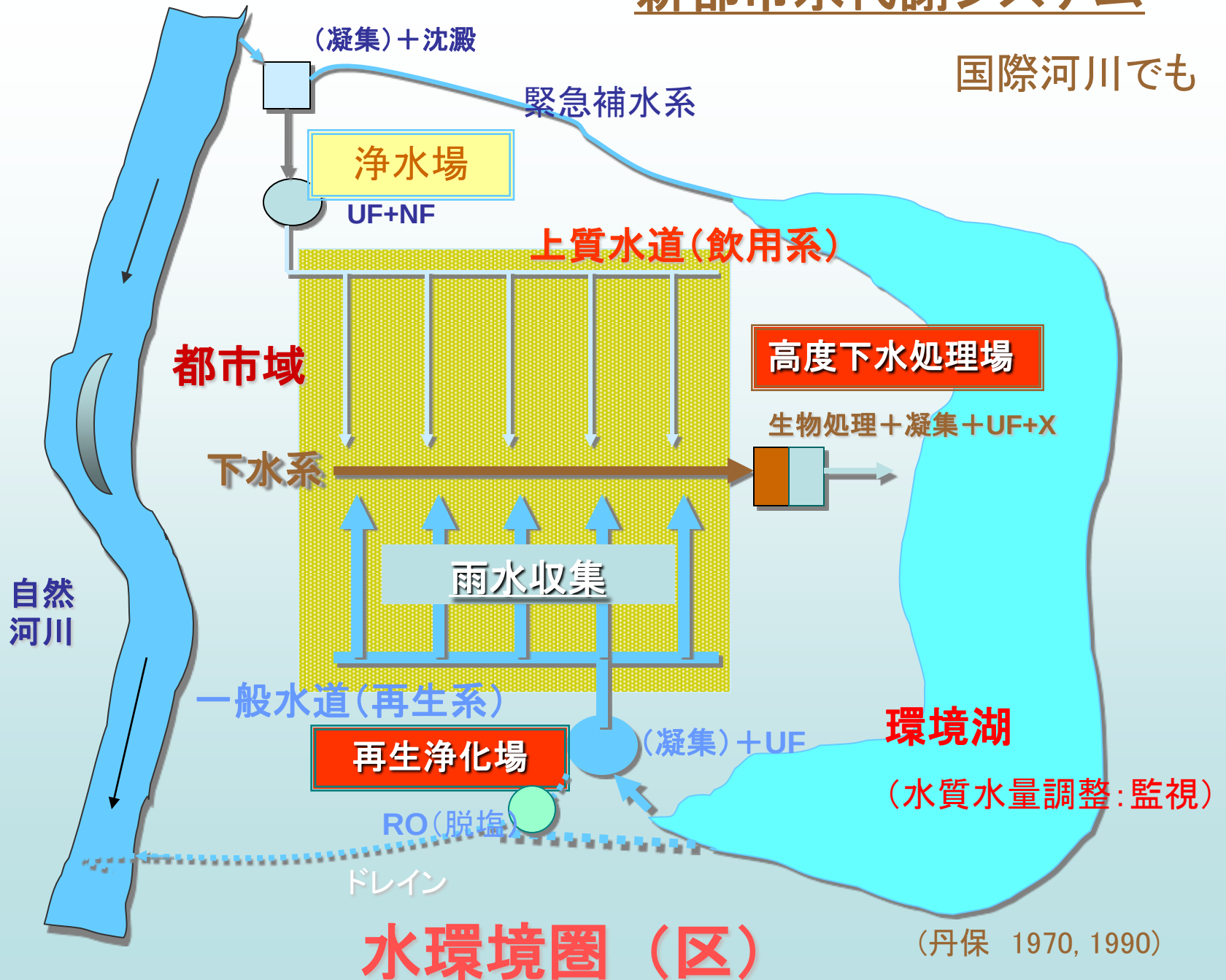
- Campに始まる、急速濾過法の統一的な理論化は、Ivesのろ過の仕事等を参考に、多くのことを丹保研の流れの中で論じえた。
- Streeter, Phelpsの仕事はフロリダ大学で触れて石狩川で具体的に研究を進めた。新しい理論を作ることはなかった。
- Eckenfelderとは一度ともに講演をしただけで、其の原理性に尊敬をしていたが、自ら研究対象とすることはなかった。京都の宗宮研などの仕事を常に見てきたが、具体的に自ら研究することがなかった。
- Wolmanの都市の代謝論に共鳴するところ多く、以後「都市・地域の水代謝」という切り口で、総合的に水システムを扱う研究に進む。
- 都市と生産緑地、自然保全域の確立と、水システムの自立化に研究の主題は進む。

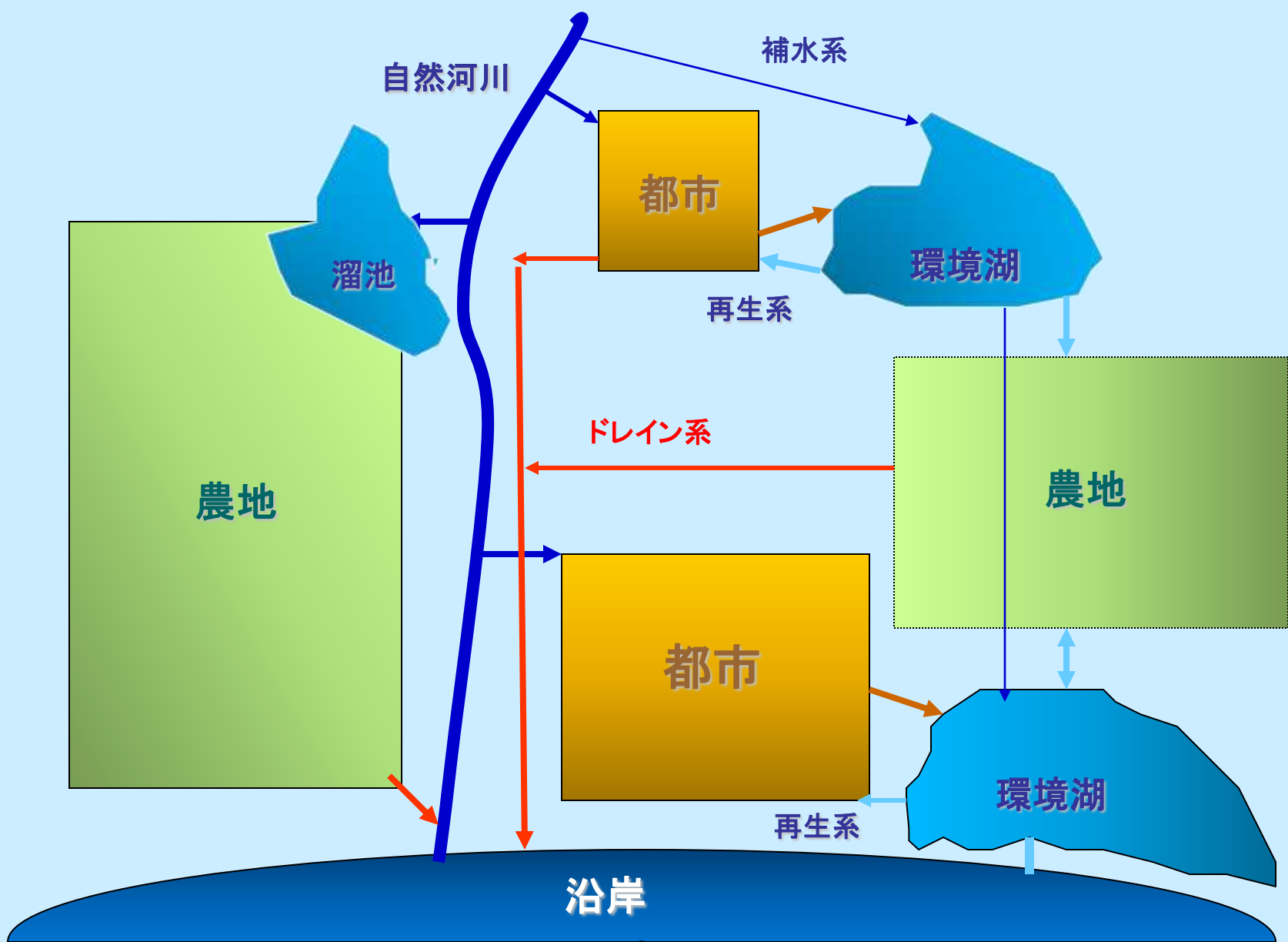
## 戦略的集団の運用と政策(2)

- 水代謝の閉鎖系化、自立連携、自然環境保全を水質の使い分けで進める、**水環境圏**の構想を1970年代初めに示す。
- 水環境圏(区)を基本構造とし、最小のエネルギー消費で水質を必要に応じて使い、可能性に応じて再循環するシステムを流域に配することによって、近代の一括型水利用・排除のシステムを超えようと考えた。流域、国際河川を問わぬ基本。
- 農業における水循環、都市との連関、を導入して自然系に残せる上質の水をなるべく多くしようとする。
- ナショナルミニマムとして、ダブリン宣言の言う、50L/P/dを超の水を都市は新鮮水として取らないことが目標である。
- 利水は、ローマ以来の長距離導水・近隣一括排除型システムから、用途別の循環水質利用スペクトル型に進む
- 新しい分散型を含む資源保全型の水代謝構造の創設であり、「水循環の回復」といった人事のような表現をとらない。

# 新都市水代謝システム

国際河川でも





水環境区の連担と農業用水との接続

## 新技術の導入と部隊・兵団の再編

- 1980年代に海水淡水化ROが出現し膜処理の可能性がはじまり、セルローズアセテート膜の自家製を含む研究に着手した。
- 膜単体の化学工学的研究に、丹保研はほとんど進展を見せられず、研究は放置されていた。MAC21という膜研究が水道分野で始まり、様々な膜が利用できるようになり、委員長としていささかの蓄積を企業に提供して日本の膜研究が始まる。
- MF,UF,NF(RO)などの機能分離膜が国産で多種大量に作られるようになり、分離工学の精度が飛躍的に上がる。
- 単体の、もしくは処理システムとしての膜研究は、かつて急速ろ過、活性汚泥法に各大学が群がったような時期を迎えていて、個別研究はかなり進んでいる。
- 新水システムとしての運用を考えると、ようやく本当の水環境区が作れるところに来たと思う。管路更新、浄水場、下水処理場更新だけの新しい時代の哲学無しの話は終わりにしたい。

# 独り言をつぶやけば

- 常に位置の確認を：円の中心にいないで偏心に佇み、いずれは新しい芯に成る努力（学者・研究者の曲癖：標準の超克）
- 目は無限の彼方を、足はしっかりと大地を（生涯のモットー：前田多聞文部大臣より）
- 相対競争はしない、足場を固め自己の速度で、（絶対評価：可能限界努力：トータルエネルギー一定の割り切り：残念にも酒を飲む暇を得ず）
- 工学は人のために、目的を定め、曲事を含み、あらゆる手段を駆使してシステムを作る仕事である。頼まれたら引かない。でも、綺麗な仕事というものがある。
- 繰り返しの基礎勉強と、領域の徐々の拡幅で自力をつける。
- 10年やってまとまらなければ、そのときの能力では限界、次の仕事を常に用意しておいて、新しいことで働き出し、古いテーマは能力がついたら再来・更新と複合で飛躍。（限界効用逓減の法則）

## 独り言をつぶやけば (2)

- 社会基盤工学、環境工学をやっている人間は、文献を読んで研究テーマを決めない方がよい。
- 現場を見よ、足で稼げ、つまらぬ課題研究に応募するな、自分のテーマを作れ。
- 文献は実際に行われた仕事の3年遅れ、システムの哲学が懐胎された時から10年遅れ。
- 文献は自分の仕事のチェックに使い、補完に用い、独りよがりの誠めに使う。(理論物理ではない)
- よほどのことがない限り、多人数の連名はしない。(調査報告は別)
- 計測手段や研究手法は泥棒の手口。手口主導の盗みだけでは、アルセーヌルパンにまではなれない。自分の頭と手足を使い、道具は時に応じて。ただし手口の洗練は研究者の不可欠要素。

## 独り言をつぶやけば (3)

- 学士・修士とくに博士はどのような評価で学位となるかを、教員は常にスケーリングし続けなければならない。教員自身の研鑽の歴史(履歴)が尺度設定の基本。学位はアカデミーのスケーリング。産・官・政の評価との単純相関はない。
- 特に生涯教育の時代については、大学院はプログラム、学部は教養と専門基礎。プログラムは繰り返し履修と他の大学・相当機関との互換連携。
- 学位の評価に他大学・他機関の外部評価を常に導入。
- 環境工学の学位は、目的の明確さ、手法・思考過程の健全さ、結論の有用性・汎用性、に加えて科学としての基礎学への最小限でも良いから寄与が認められること、等であろうと愚行している。30代の頃スイスの水研究所(デューベンルフ)の微生物科学の教授から、衛生工学ではどのような基準でPhDを出すのか聞かれたことの答えは未だ完結していない。

## 国際的な経験(1)

- 20台の最後: フロリダ大学Prof. Blackの下で、水化学(物理化学)を学ぶ。化学工学の創世期に出会う。ケネデー時代、キューバ危機に出会う。1976年ヨーロッパ水道視察(近代水システムの原点を見る)。
- 40台のはじめ、インドネシア水道教育使節団長などとして3年間にわたり、ジャカルタに通う(OTCAがJAICAに変わる、日本の外国技術教育援助の第一弾(試行錯誤)。JICAの途上国技術移転水道教育国内プログラムの創設と留学生の指導に働く。東南アジア各国の技術援助に短期出張を繰り返す。
- 40台の半ば、吉川東工大から、AITの環境工学の援助を依頼され、JICAのAIT環境プログラムを発足に働く。
- 1980年代初頭、文化大革命終了直後の中国全土の若手中堅環境工学教員・設計院高級工程士の教育と水道施設の指導、講演に当たる(天安門事件で渡航できなくなり中断)。おおくの中国留学生の指導。

## 国際的な経験(2)

- 1980年代、国際水道協会IWSA科学技術評議会委員(日本代表)を勤める。評議会副議長:科学技術:水処理水質管理を担当し、世界水企業、各国水道局等の技術総括責任者を勤める。
- 1990年代、国際水道協会IWAS副会長を4年にわたって務め、国際水協会IWAの創設(IWSAとIWPRC国際水質汚濁学会の大合併)に参画し、初代のIWA副会長に選ばれる。
- IWAアジア太平洋地域会議(ASPIR)の創設責任者を務め第1回をシンガポールで開く。IWA北京会議を誘導するために中国水関係者と交流。同済大学、精華大学、西安や北京科技大などでの講義・講演。
- 米国、英国、フランス、韓国や東南アジアの諸大学・研究所、水学会での講演・講義など
- 2000年代、国際水協会IWA会長に。ベルリン会議、メルボルン会議、責任者、国際学会での基調講演、招待講演多数。
- 第三回世界水フォーラム運営委員、第一回アジア太平洋水フォーラム運営委員、シンガポール水賞審査委員、など