

第3回水環境マネジメント検討会 資料4

流域全体での資源・エネルギーの最適管理

第3回検討委員会での論点整理と方向性

1. 流域全体での資源・エネルギーの最適管理に向けた取り組み
2. 資源エネルギー管理と水環境の関わり
3. 流域全体で、水質保全と統合した資源・エネルギーの最適管理を進めるために

～参考編～

第1回検討会での論点整理と方向性

第1回検討会論点

論点5: 流域全体での資源・エネルギーの最適管理

第1回検討会での意見

・資源・エネルギーの評価の必要性がある

・エネルギーと高度処理は総合的に考える必要

・リンなどの資源利用は広域的な視点が重要

方向性

・環境基準の達成を第一とし、エネルギー削減も併せて総合的に評価するための手法を整理する

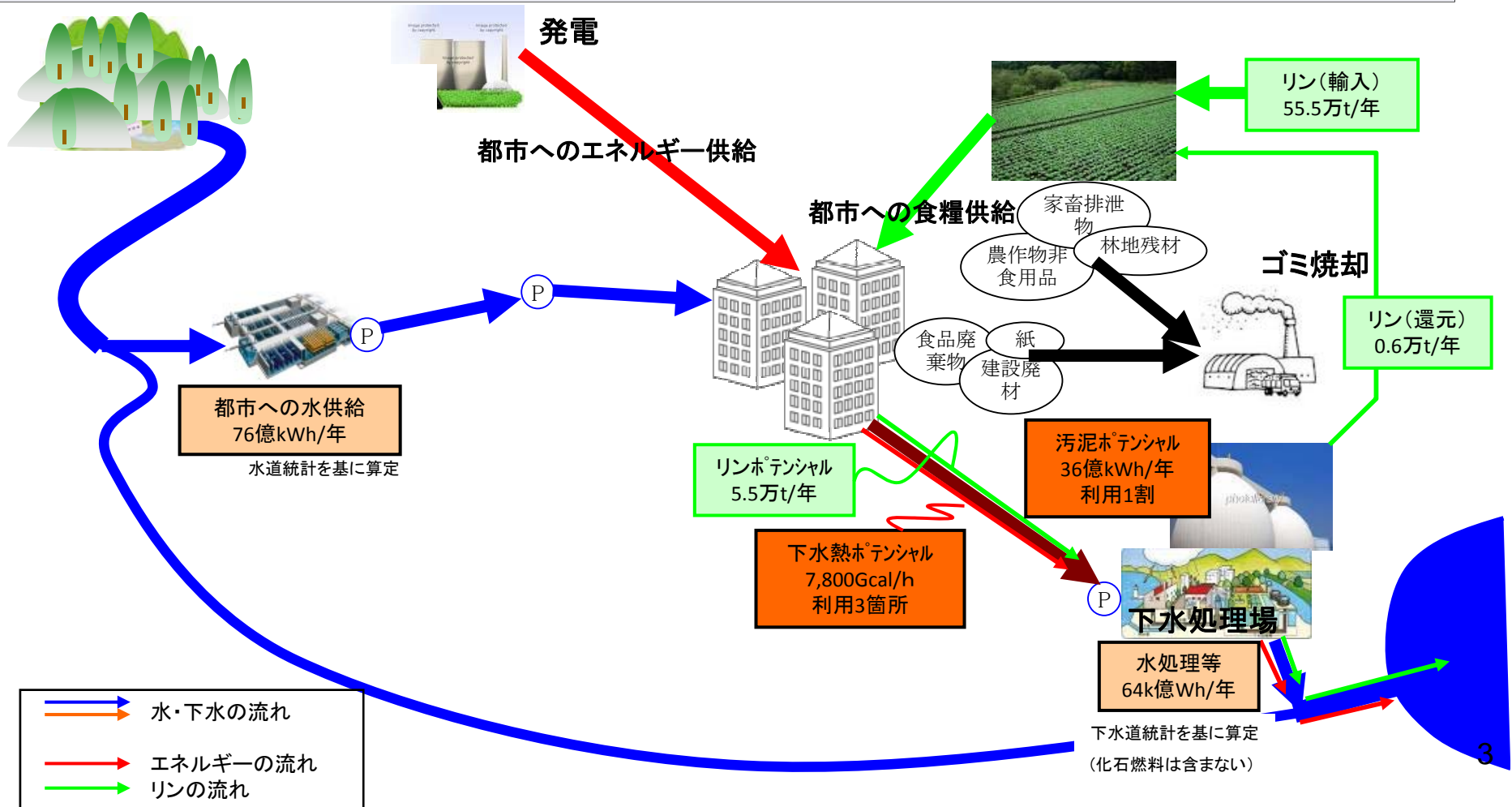
・流域全体の水質保全を図りつつ、資源・エネルギーの利用を促進するための方法を検討する

1. 流域全体での資源・エネルギーの最適管理に向けた取り組み 国土交通省

(1) 現状

これまでの都市活動は、大量取水・大量排水のエネルギー消費型システムであった。また、大地震を経験した我が国では、一層の省エネルギーの要求も高まっていることや輸入に依存するリン資源についても枯渇が懸念されていることなど、資源・エネルギー問題が顕在化している。

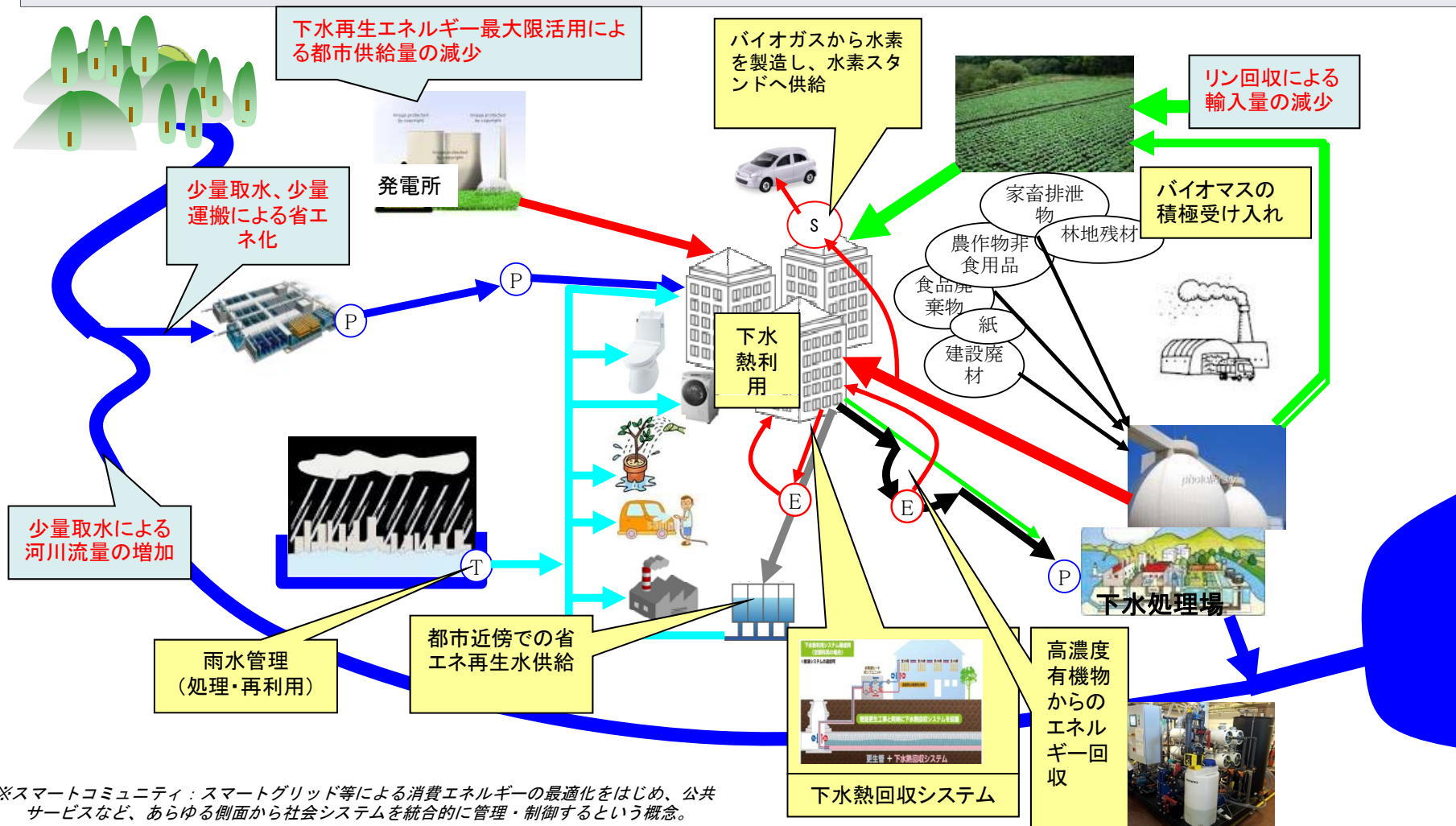
下水道は都市から発生するバイオマス等が集約する施設であり、資源・エネルギー供給施設への転換が求められている。



1. 流域全体での資源・エネルギーの最適管理に向けた取り組み 国土交通省

(2) 今後の方向性

これからの下水道は、カスケード型の水利用、熱・バイオマス・資源の効率的な供給施設へと変貌していく必要がある。我が国は、膜技術、汚泥処理技術等個々のレベルは最先端を行くところであるが、複合的マネジメントや水戦略に欠けている。未利用熱等を有効活用した熱のネットワーク構築や、エネルギー消費の見える化によるライフスタイル変革等のスマートコミュニティ（※）を目指す視点を取り入れるなど、21世紀型下水道システムへの転換の準備が必要である。



※スマートコミュニティ：スマートグリッド等による消費エネルギーの最適化をはじめ、公共サービスなど、あらゆる側面から社会システムを統合的に管理・制御するという概念。

1. 流域全体での資源・エネルギーの最適管理に向けた取り組み 国土交通省

(3) 取組 ①目標の共有

流域全体での資源・エネルギーを最適管理を進めるにあたって、流域全体で関係者の連携のもと、水利用の最適化、消費エネルギーの最小化、資源・エネルギーの回収などの目標（※エネルギー自立率の設定等）を共有する必要がある。

※個別の下水処理場もしくは下水道管理者単位における、下水処理場におけるエネルギー消費量に対する、下水処理場内で生産されるエネルギーの場内利用量の割合

資源・エネルギーに関する目標のイメージ

■水利用の最適化	都市における効率的な再生水利用を行うことにより水供給に費やすエネルギーの削減を図る。
	都市内の水循環利用により、河川からの取水量を少なくする。これにより河川水量の確保を図る。
■消費エネルギーの最小化	流域全体での消費エネルギー最小化の目標を共有する。
■資源・エネルギーの回収	流域全体での資源・エネルギーの回収などの目標（※エネルギー自立率の設定等）を共有する。
	食品廃棄物、家畜排泄物、農作物非食用品、林地残材などのバイオマスを下水道で積極的に受け入れることによるエネルギーポテンシャルの増加を図る。
	リン資源の戦略的な回収、積極的な資源化と利用。

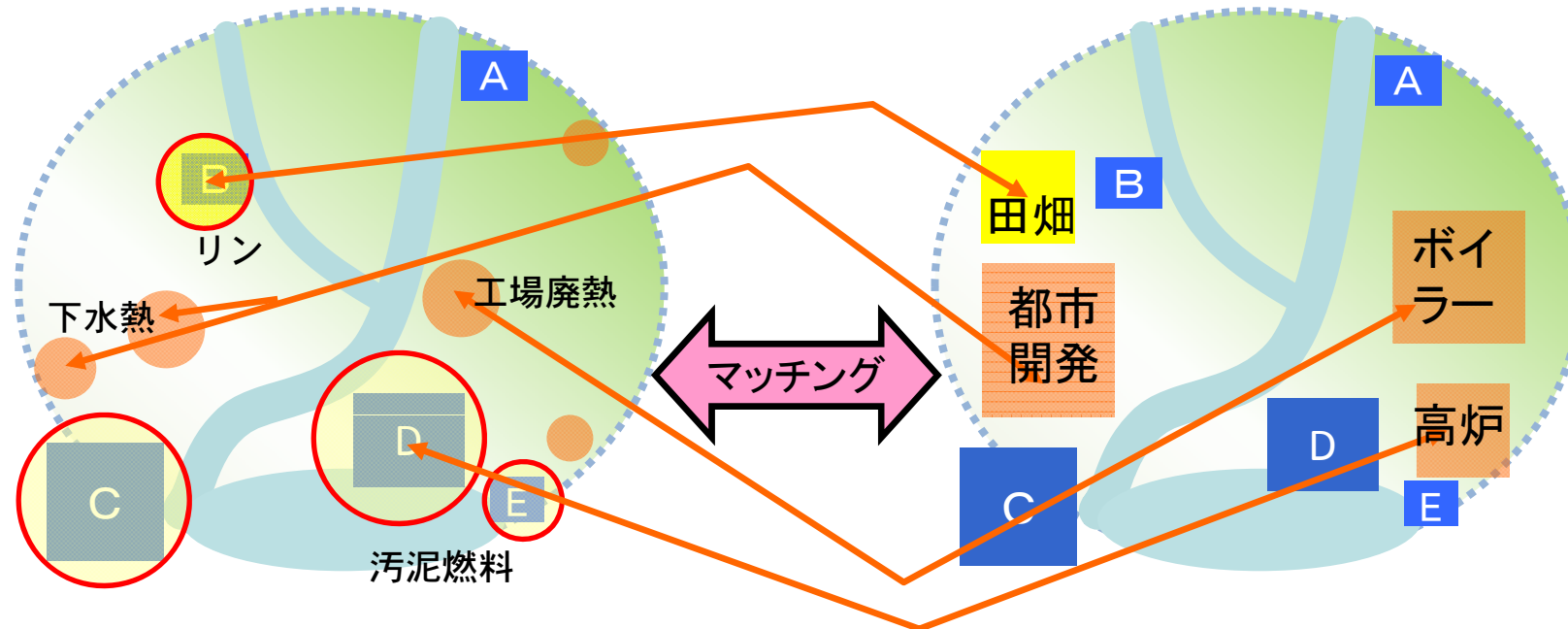
1. 流域全体での資源・エネルギーの最適管理に向けた取り組み 国土交通省

(3) 取組 ②情報の共有

流域の関係者が目標達成に必要な情報を共有する。例えば、熱エネルギー、バイオマスエネルギーの発生マップやリンのポテンシャルマップを作成し、流域全体として、ポテンシャルとニーズのマッチングを図ることにより、資源・エネルギーの効率的回収と積極的活用を促す。

【資源・エネルギーのポテンシャルマップ】

【資源・エネルギーのニーズマップ】



例えば、下水熱のポテンシャルは、下水管より直接取ることが効率的であるため、その位置とポテンシャルをマッピングする。バイオマスやリンは、処理場に集約されるため、ポテンシャルの整理を行う。

例えば、下水熱は地域冷暖房システムとして利用するため、要望の高そうな地域をマッピングする。バイオマスエネルギーは高炉やボイラー等のニーズにマッチングする。また、リンは田畑でのニーズがあるため、その位置をマッピングする。

- 【凡例】
- 熱ポテンシャル
 - エネルギーニーズ
 - バイオマスポテンシャル
 - リンニーズ
 - リンポテンシャル

1. 流域全体での資源・エネルギーの最適管理に向けた取り組み 国土交通省

(3) 取組 ③ 推進方策

流域の関係者が連携して目標達成のための取り組みを推進し、国はそれを支援する。例えば、B-DASHプロジェクトのような実証事業の活用により、技術開発を促進する。
また、例えば、下水熱利用推進協議会の枠組みを形成して下水熱利用を推進するような取組を進める。

B-DASHプロジェクト

下水道における低炭素・循環型システムの構築のため、下水汚泥のエネルギー利用、下水熱利用、下水処理に係る革新的技術等について、国が主体となって実規模レベルの施設を設置して技術的な検証を行い、ガイドラインをとりまとめ、民間企業のノウハウ、資金を活用しつつ全国の下水道施設への導入促進を図る。

「固定床型アナモックスプロセスによる高効率窒素除去技術に関する技術実証事業」

嫌気性消化汚泥脱水ろ液からの窒素除去に、固定床方式を用いた高効率なアナモックス反応技術を適用して連続運転を実施し、コスト削減効果や省エネルギー効果等を実証

「神戸市東灘処理場 栄養塩除去と資源再生（リン）革新的技術実証事業」

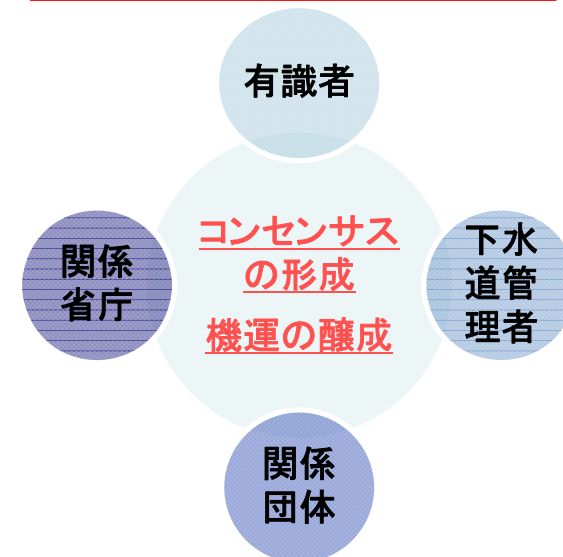
消化汚泥を対象としたリン除去・回収技術の実証設備による運営コスト削減効果等の検討、回収したリンの利活用等を実証

下水熱利用推進協議会

下水熱利用システムの事業採算性の向上等に向けた情報・意見交換、各種課題の整理等を行うことにより、下水熱利用推進に向けて取り組むべき施策の方向性についてのコンセンサスを形成するとともに、下水熱利用に向けた機運の醸成を図ることを目的として設置。

【協議会の組織】

連携のプラットフォームとして活用

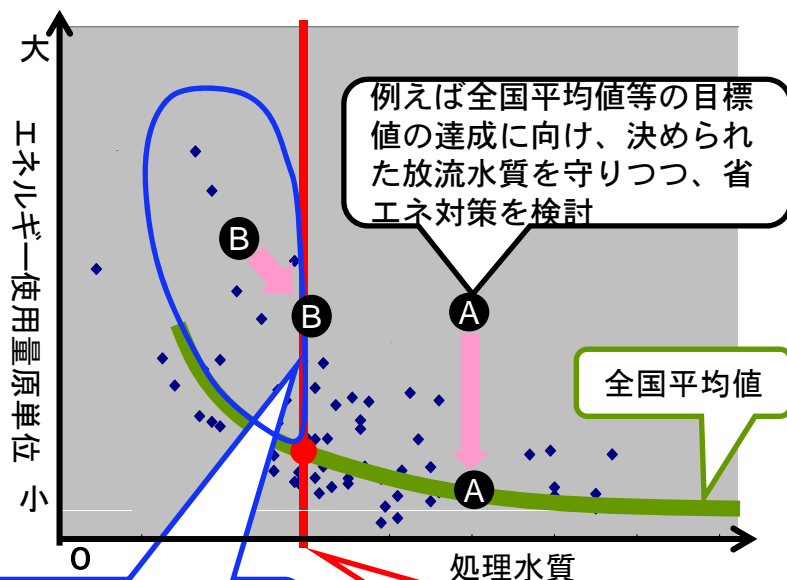


2. 資源・エネルギー管理と水環境の関わり

1. で示したように、流域全体で様々な主体が連携し、資源・エネルギー最適管理に取り組むことが重要である。この取り組みを水環境との関わりから見ると以下の視点から考えることが必要である。

① エネルギーの視点から 処理水質を設定

消費エネルギーと処理水質の高度化はトレードオフになっている。これからの処理水質の検討においては、エネルギーの観点を踏まえて処理水質を決定すべきである。(例えば下水道だけで高度処理をするのではなく、他に消費エネルギーの少ない面源負荷対策があれば、そちらを優先すべきである。)



例えば全国平均値等の目標値の達成に向け、決められた放流水質を守りつつ、省エネ対策を検討

全国平均値

このゾーンにある処理場は、処理水質の妥当性も含めて省エネ対策を検討

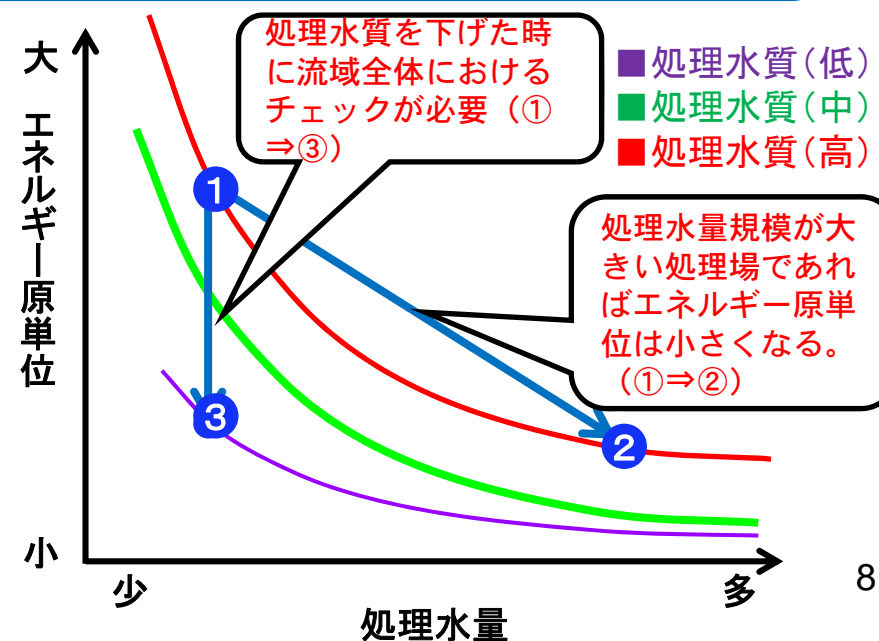
急にエネルギー使用量が上昇する処理水質

② 流域全体でエネルギーの 削減を目指す

省エネ・創エネの取り組みと水質保全是総合的に考える必要がある。

効率的に流域全体のエネルギーを最小化するには、例えば処理場規模のスケールメリットを考慮して処理水質を考える必要がある。

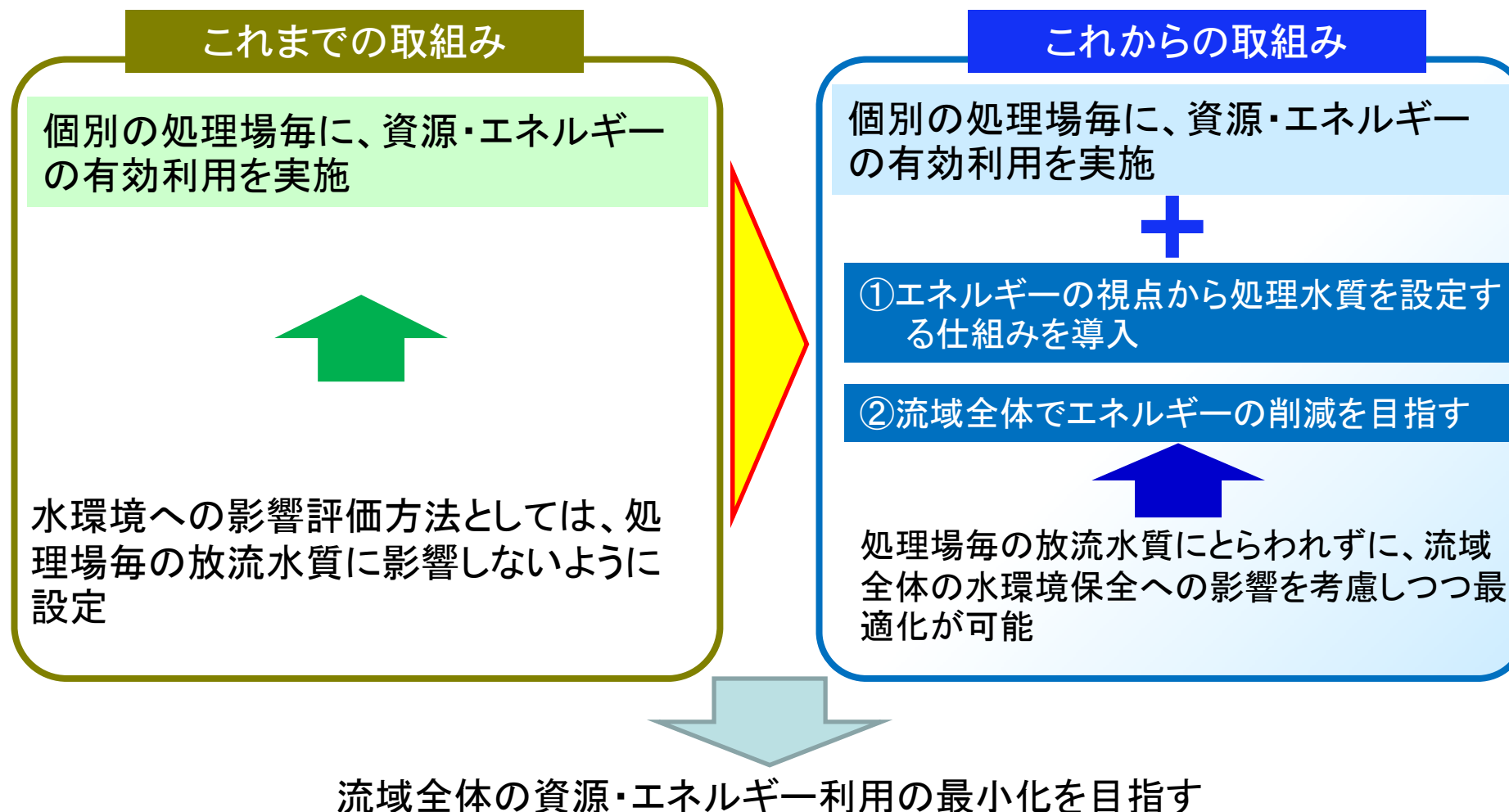
また、水質影響を評価した上で、下水汚泥以外のバイオマスを受け入れることも推進すべきである。



2. 資源・エネルギー管理と水環境の関わり

基本的な取り組み姿勢

これまでの資源・エネルギーの有効利用は、個別処理場の放流水質に影響を与えない範囲で行われていた。これからは、処理場毎の放流水質にとらわれずに、流域全体の水環境保全への影響を考慮しつつ最適化を図ることが必要ではないか。

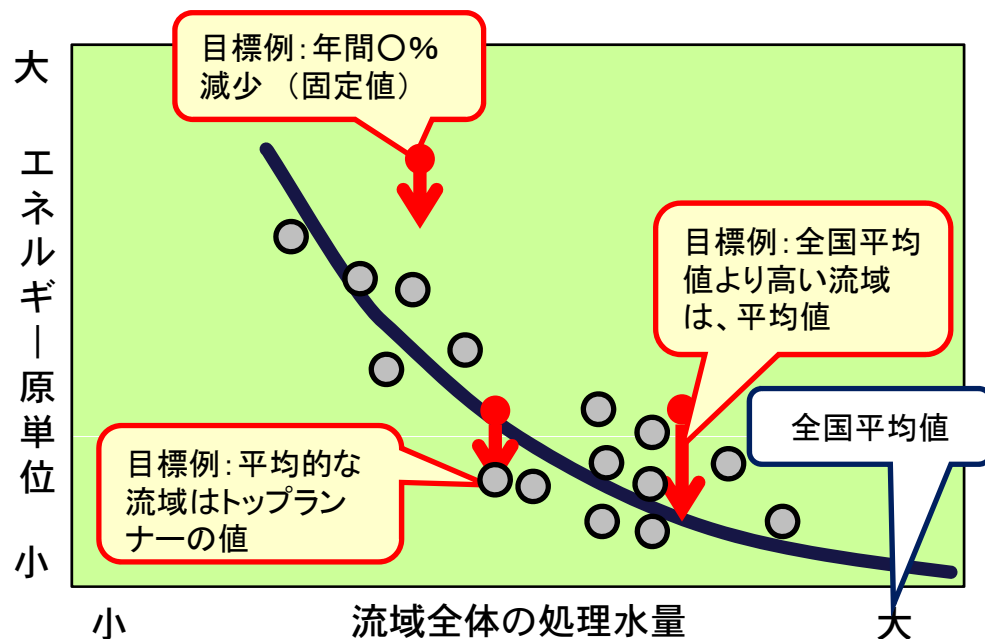


3. 流域全体で、水質保全と統合した資源・エネルギーの最適管理

(1) 目標の策定

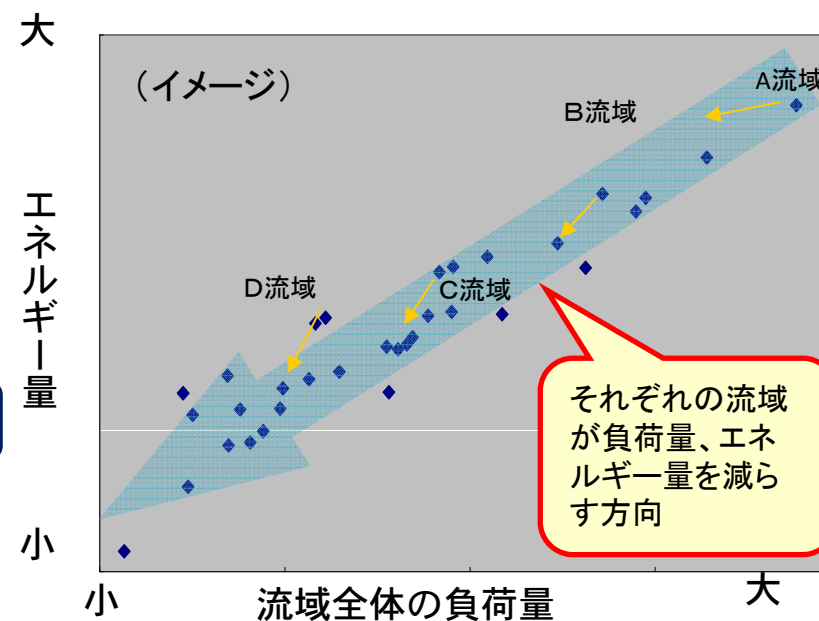
下水道管理者がエネルギーを大量に消費している状況に鑑みて、率先して下水道管理者が自らエネルギーの削減に努めるべきでないか。この際、水環境との関連から、流域単位でエネルギーの削減量などの目標を設定し、流域全体で取り組むべきではないか。目標の設定にあたっては、水質保全の観点から評価を行う仕組みが必要ではないか。

目標値の設定方法の考え方のイメージ



目標設定には「全国平均を目標に」「トップランナーを目標に」「前年比一定減少」がある。

評価手法の考え方のイメージ



評価手法は、従来の負荷量に消費エネルギー量を加え二軸評価とする仕組みを考える。

3. 流域全体で、水質保全と統合した資源・エネルギーの最適管理

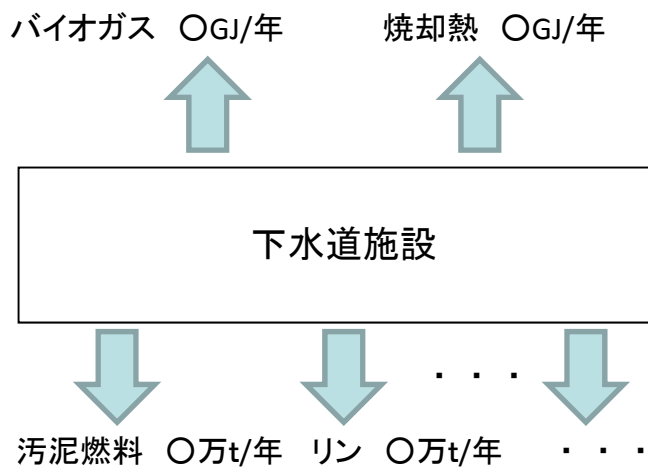
(2) 具体的な取り組み

従来通り個別の処理場で実施する対策を進めるとともに、下水道システムが有するエネルギーポテンシャルを把握し、活用することが重要。また、流域全体で水質をチェックしながら効率的な資源・エネルギーの最適管理を図る。具体的には、流総計画策定時に、水質の視点に立ち、資源・エネルギーの最適管理を図る観点から、エネルギーポテンシャルの把握を行い、情報として公開を行う。また、併せて、資源・エネルギーの最適管理について流総計画の中で検討を行えるようにする。

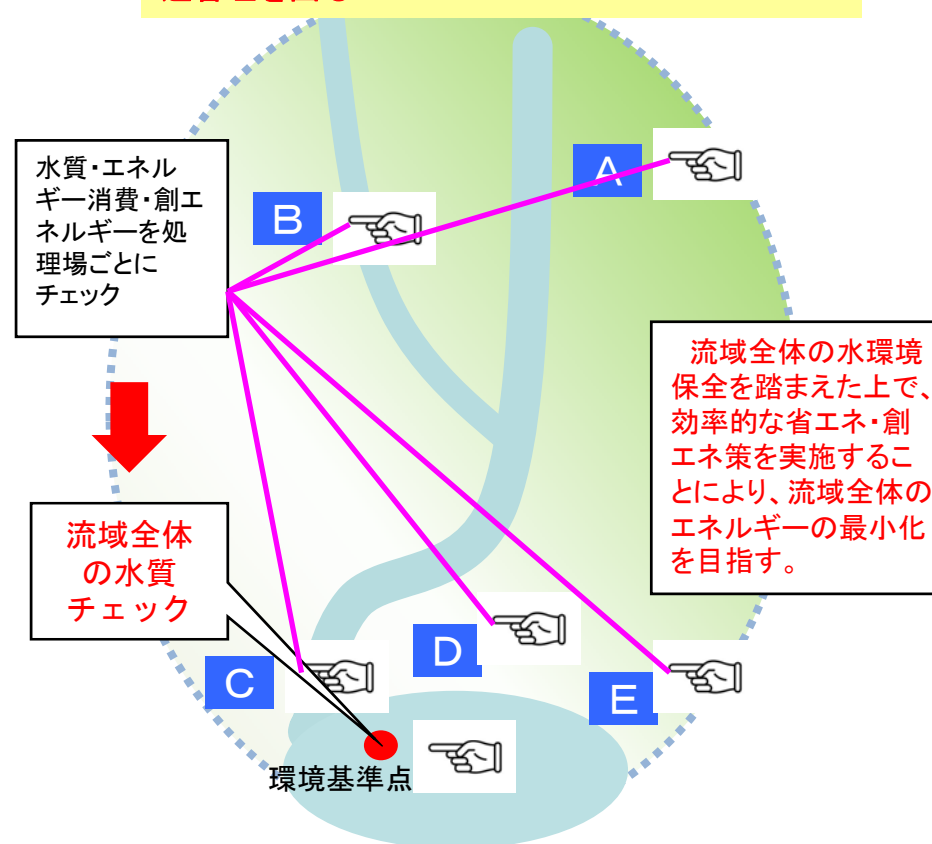
下水道システムが有するエネルギーポテンシャルの把握・活用

流総計画の中で、下水道における、バイオマス、リン、下水熱等の資源・エネルギーポテンシャルの把握を行い、その情報を公開する。

資源・エネルギーポテンシャルのイメージ



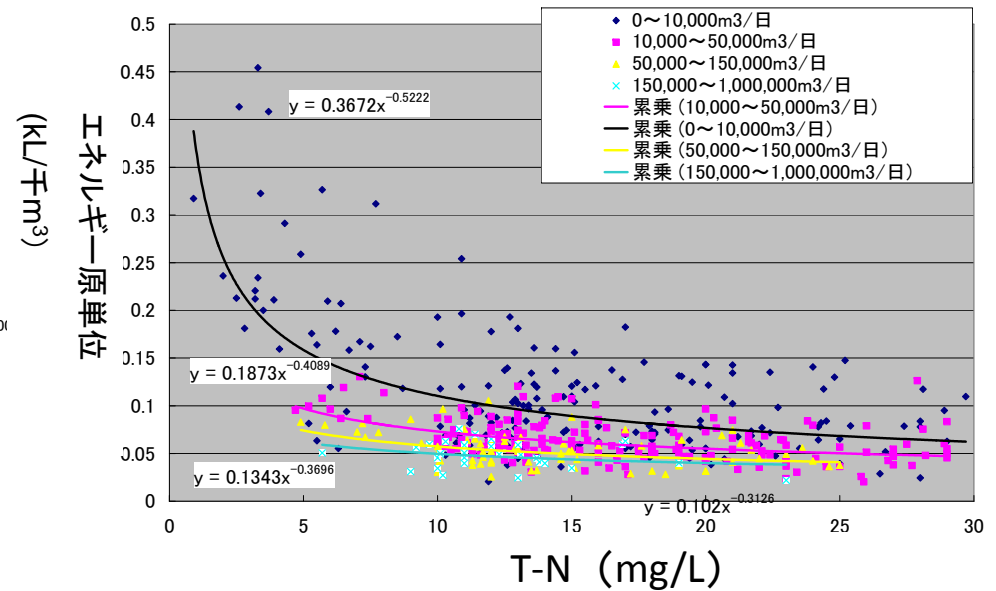
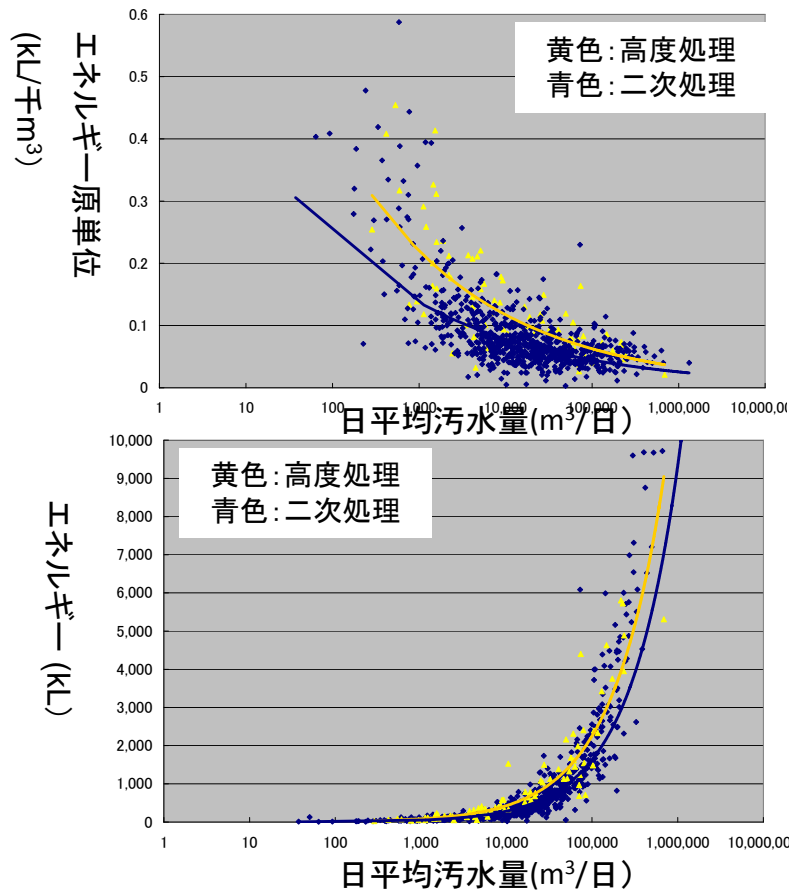
水質をチェックしながら資源・エネルギーの最適管理を図る



参考編

(1) 流域全体でエネルギーの削減を目指す①

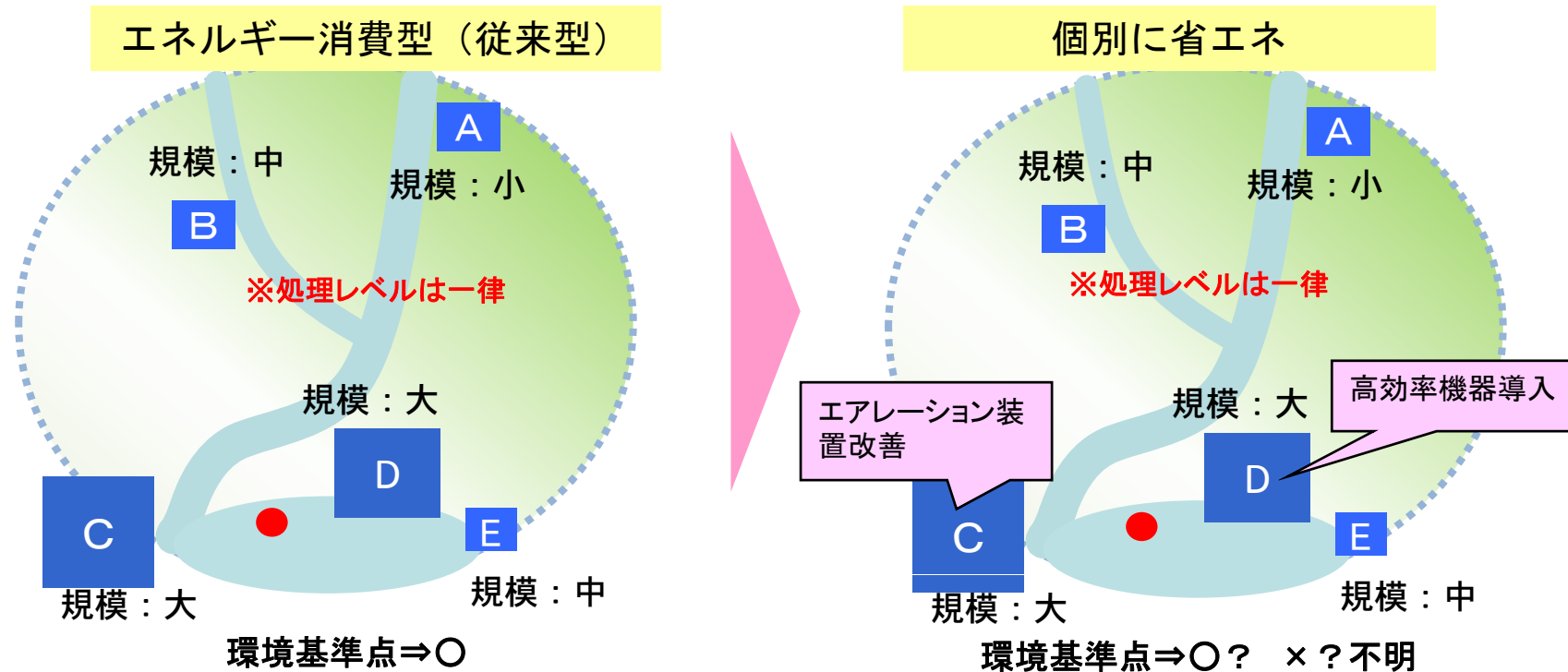
処理場規模が大きくなるほど、消費エネルギー原単位が小さくなり、スケールメリットが生じる。また、エネルギー使用量も大きくなるため、省エネ効果が大きくなる。また、処理水質をあげるにつれてエネルギー使用量が大きくなる。



(1) 流域全体でエネルギーの削減を目指す②

① 個々の処理場で省エネを実施していく視点

従来の下水道事業は、エネルギー消費量削減への配慮が十分ではなかった。流域に必要な負荷削減量が算定された後、一律に、各処理場に負荷削減量が割り当てられ、その達成に向けて処理の高度化に努めてきた。技術革新により種々の省エネ技術がでてきているが、処理場毎で省エネ対策を実施する場合は、放流先への影響が懸念されるため、処理レベルの低下は避ける必要がある。



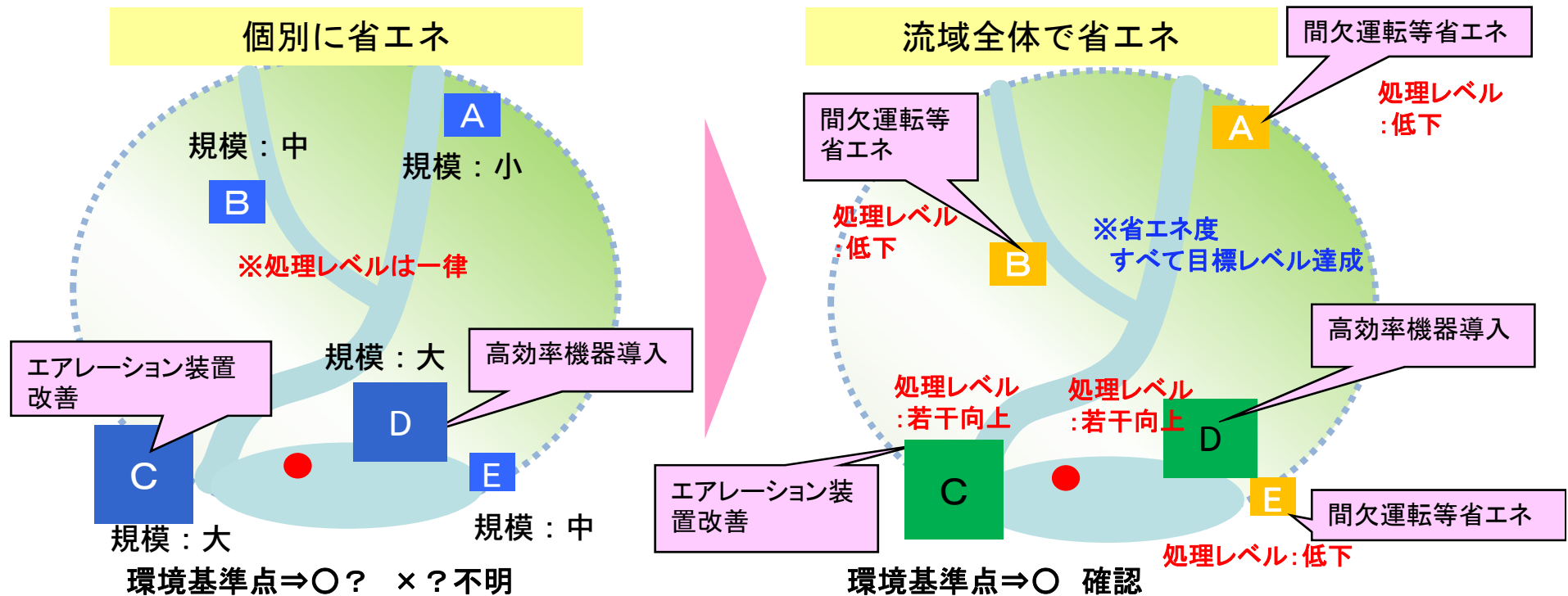
流域に必要な負荷削減量が算定された後、主に公平感の視点から、各処理場に負荷削減量が割り当てられ、その達成に向けて粛々と処理の高度化に努めるべく事業を進めてきた。

個々の処理場で省エネ対策を行う場合、処理場毎で処理水質に影響しないことを前提とした範囲でしか対応できない。
※処理水質を変更した場合の環境基準点への影響を考慮できないため。

(1) 流域全体でエネルギーの削減を目指す③

② スケールメリットを考慮した、処理レベルのメリハリを処理場ごとにつけるという視点

処理場毎で省エネ対策を実施する場合は、放流先への影響が懸念されるため、処理レベルの低下は避ける必要がある。流域全体で省エネを実施する場合は、放流先への影響も確認した上で、中小規模処理場でエネルギーの面から必要に応じて処理レベルを下げ、代わりに省エネ効率の高い大規模処理場で省エネと処理レベルの向上を図ることで、流域全体でよりエネルギー効率の高い下水道システムの構築を検討することが可能となる。



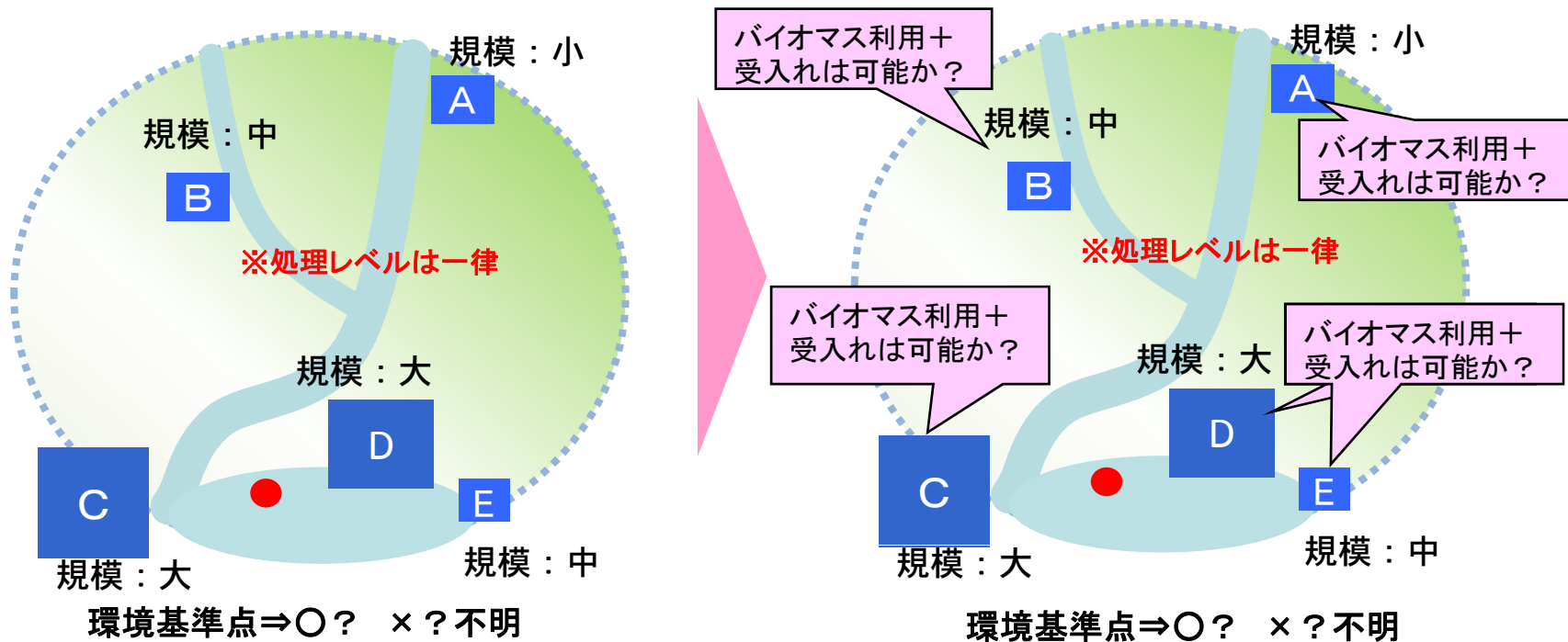
個々の処理場で省エネ対策を行う場合、処理場毎で処理水質に影響しないことを前提とした範囲でしか対応できない。
 ※処理水質を変更した場合の環境基準点への影響を考慮できないため。

個々の処理場で省エネ対策を行うのに加え、流域全体の水環境保全を確保しつつ、それぞれの処理場で対応可能な最大限の省エネ対策が可能。

(2) 流域全体で創エネルギーを目指す①

③ 流域全体の水環境保全を踏まえた上で、効率的な創エネ策を実施するという視点

下水はバイオマスが自然に集約される施設であり、他のバイオマスの受け入れにより一層のポテンシャル向上が図れる可能性がある。また、汚泥処理技術、エネルギー化技術も国家的プロジェクトとして進化し続けている。



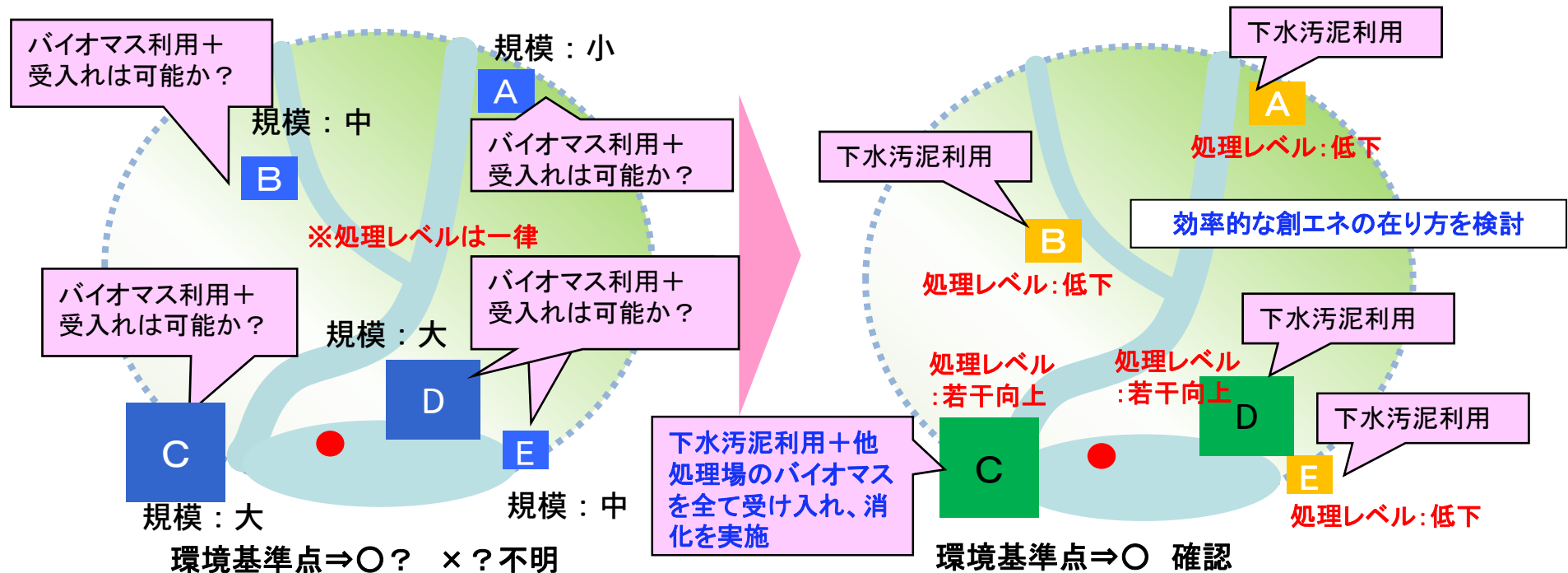
各処理場が独自の判断で創エネ事業に取り組むシステムであることから、中々事業着手に踏み込むことができない。

個々の処理場でバイオマス利用(創エネ対策)を行う場合、処理場毎で処理水質に影響しないことを前提とした範囲でしか対応できない。※処理水質を変更した場合の環境基準点への影響を考慮できないため。

(2) 流域全体で創エネルギーを目指す②

③ 流域全体の水環境保全を踏まえた上で、効率的な創エネ策を実施するという視点

処理場毎で太陽光や風力などの発電に加えて、バイオマス利用による消化ガス発電が進められているが、消化プロセスに伴う脱離液など、処理水質に影響する可能性がある対策は実施しにくい。流域全体で創エネを実施する場合は、放流先への影響も確認した上で、エネルギー効率の面から効率的に処理レベルを変えることで、エネルギー効率の高い下水道システムの構築を検討することが可能となる。



個々の処理場でバイオマス利用（創エネ対策）を行う場合、処理場毎で処理水質に影響しないことを前提とした範囲でしか対応できない。※処理水質を変更した場合の環境基準点への影響を考慮できないため。

流域全体の水環境保全を確認することで、処理レベルに差を持たせることも含めて、どの処理場でどの程度の創エネ対策を実施すれば、流域全体で最も効率的かを検討することができる。

下水道エネルギーポテンシャルの算定例

下水処理場に流入するCODから炭素の含有で決定される化学結合エネルギーを算定することで、エネルギーポテンシャル収支が算定可能となる。

- 下水道に流入する負荷量：124g-COD/(人・日) ※
- CODのもつ化学結合エネルギー
 - $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
 - 22.4L:64g(O₂)=0.35L:1g(COD) } COD1gあたりのメタン量の算定
 - ⇒ 0.35L-CH₄/g-COD × 9.97kWh/m³-CH₄ (メタンのもつ熱エネルギー) = 3.49kWh/kgCOD
 - ⇒ 124g-COD/(人・日) × 3.49kWh/kgCOD = **157kWh/(人・年)**
- 実際に回収出来ているエネルギー量や汚泥量等を元に収支の割合が算定されている。
 - ※ WATER ENERGY INTERACTIONS IN WATER REUSEのドイツとフランス実績の平均値を用いて算出

