

四次元流総（概要）

国土交通省水管理・国土保全局下水道部
平成27年9月

流総大改革～2つのコンセプト～

○新しい時代の水環境マネジメントを実現するため、平成27年1月に流総指針を改訂。また、計画書の様式に新たに「中期的な整備方針」を追加するなど、下水道法施行規則を改正（平成27年7月19日施行）。
 ○水質環境基準の達成といった「水質」の軸に加え、「エネルギー」、「時間」、「空間」といった3つの軸も考慮した『四次元流総』の策定をお願いしたい。

能動的

施策イメージ



- 【改革①】水質環境基準以外の多様な目標の設定
- 【改革②】資源・エネルギー利用、省エネの推進
- 【改革③】統廃合等の最適計画の促進

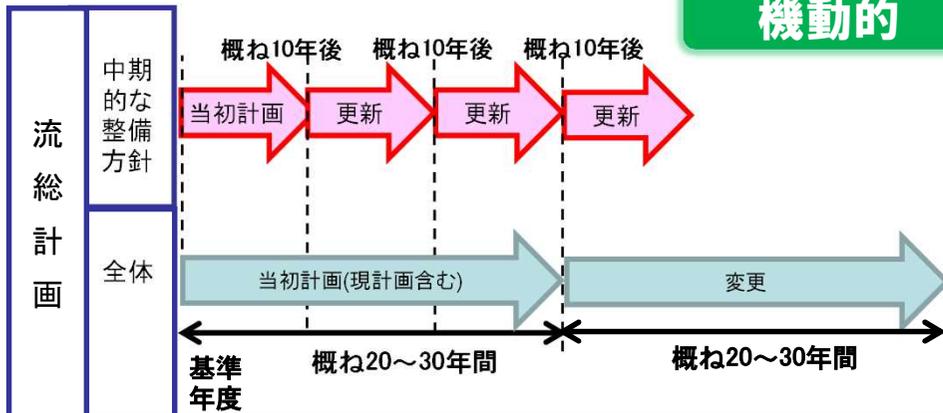
水質環境基準+改革①



改革②①③

- 【改革④】中期的な整備方針の設定 (高度処理の導入方針等)
- 【改革⑤】作業の簡略化

機動的



流総大改革～5つの改革～

【改革①】水質環境基準以外の多様な目標の設定

能動的

- 水質環境基準の達成及び維持する目標に加えて、下水道管理者として地域の実情や特性を勘案し、水質環境基準以外の目標(季節別目標水質、エネルギーに関する目標など)を定めることが可能

【改革②】資源・エネルギー利用、省エネの推進

能動的

- 現況のエネルギー消費量、水・資源・エネルギーポテンシャルを算定
- 発生源別目標負荷量や計画処理水質は、エネルギー消費量も勘案した上で設定

【改革③】統廃合等の最適計画の促進

能動的

- 下水道の根幹的施設の配置は、必要に応じて費用やエネルギー消費量、実施体制等を総合的に勘案した上で、広域化を踏まえた統廃合等の組み合わせを検討し、流総計画の目標を効率的に達成するように設定

【改革④】中期的な整備方針の設定

機動的

- 概ね10年間で優先的に整備すべき内容(整備方針、高度処理導入方針、流入水量最大時の対応方針)を設定
- 高度処理が必要な処理場については、段階的な高度処理方法を検討
- 中期的な整備方針は、流総計画策定後概ね10年毎に定期的に更新し、アダプティブマネジメントを実施

【改革⑤】作業の簡略化

機動的

- 排水量と汚濁負荷量の現況と見通しは、流域全体の汚濁負荷量や計画処理水量への影響が小さい場合は、統計資料や既流総計画値を活用することで、作業の簡略化が可能
- 人口、工場、家畜、土地利用形態等のフレームの分布状況は、GISを活用して精度向上と検討の簡略化が可能
- 将来の人口減少等を踏まえ、流総計画の前提条件等が、将来人口の想定年度の前後5年程度の間と同程度となることが予測される場合は、流総計画の変更は不要

1. 水環境等の目標設定

【改革①】水質環境基準以外の多様な目標の設定

・地域の実情に応じて、水利用の状況等から水質環境基準以外の目標設定が要望されている。

改訂内容

・水質環境基準の達成及び維持する目標に加えて、下水道管理者として地域の実情や特性を勘案し、水質環境基準以外の目標設定を可能とする。

(例)

- ✓ 水利用の状況等より、水質環境基準よりも厳しい目標や季節別の運転により海域の栄養塩類循環のバランスをとる必要がある場合
- ✓ 省エネ法を勘案して省エネルギーに関する目標を定める場合
- ✓ 下水道が有するポテンシャルを有効に活用するための創エネルギーに関する目標を定める場合

地域の実情や特性に応じた目標の多様化が可能となる

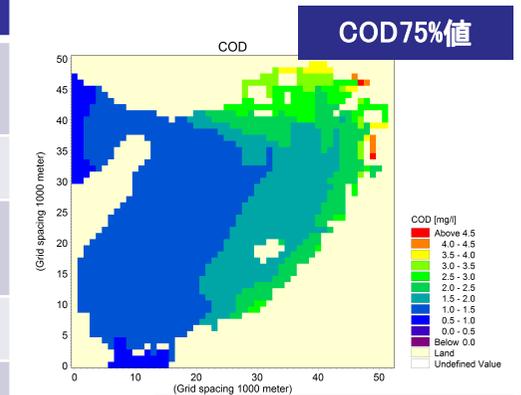
BOD、COD、全窒素、全磷以外の評価指標の設定例

指標	対象	各計画での設定事例
(糞便性)大腸菌群数	河川 湖沼 海域	・湾再生行動計画(東京湾) ・河川整備計画(常呂川)
濁り(SS)	河川 湖沼	・河川整備計画(吉野川、那賀川、物部川)
透明度	河川 湖沼 海域	・湾再生行動計画(東京湾、広島湾) ・河川整備計画(鶴見川)
底層DO	湖沼 海域	・湾再生行動計画(東京湾、大阪湾、広島湾)
表層COD	海域	・湾再生行動計画(大阪湾)
環境ホルモン	河川	・河川整備計画(最上川)
臭気度、臭い	河川	・河川整備計画(鶴見川、庄内川)
水質のふれあい等級	河川	・河川整備計画(鶴見川)
水の色、泡立ち	河川	・河川整備計画(庄内川)

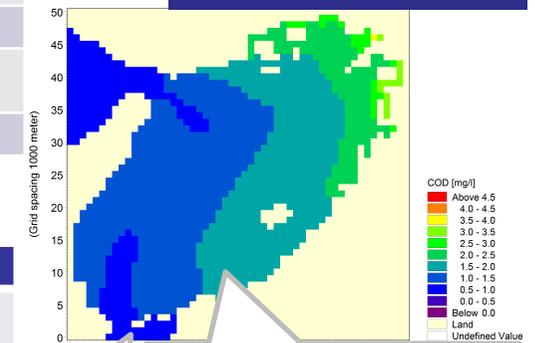
目標像の設定例

目標値	各計画での設定事例
上水水源	・流総計画(岡山県旭川・吉井川、 広島県太田川・瀬野川)
水産資源	・流総計画(広島県広島湾) ・ヘルシープラン(播磨灘北東部)
景観	・湾再生行動計画(大阪湾)
海水浴	・湾再生行動計画(大阪湾) ※水浴場水質判定基準により設定
他地点並	・流総計画(神奈川県芦ノ湖・早川) ・河川整備計画(千代川)

モデル水域のCOD水質解析結果



冬季のCOD二次処理時



どこも75%値は超過しない

モデル検討結果より、季節によって負荷量を増加させても水質環境基準達成には影響が出ない場合もあるため、水質環境基準を達成した上で、地域の実情に応じた季節別の目標設定が可能

2. 下水道の計画処理水質の設定

【改革①】水質環境基準以外の多様な目標の設定

○季節別の処理水質の設定

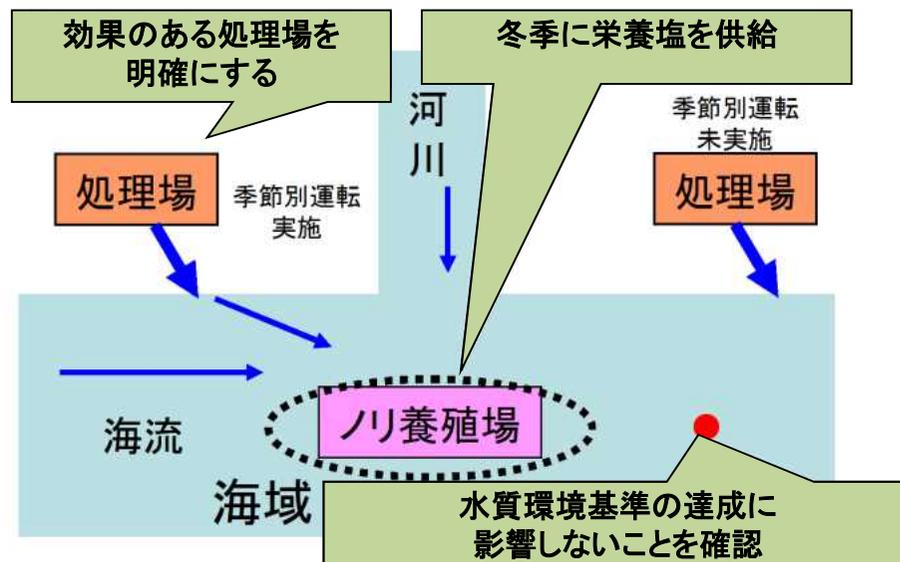
・水環境の目標の多様化に伴い、季節別に目標水質を設定する場合、下水道においても季節別の処理水質を設定する必要がある。

改訂内容

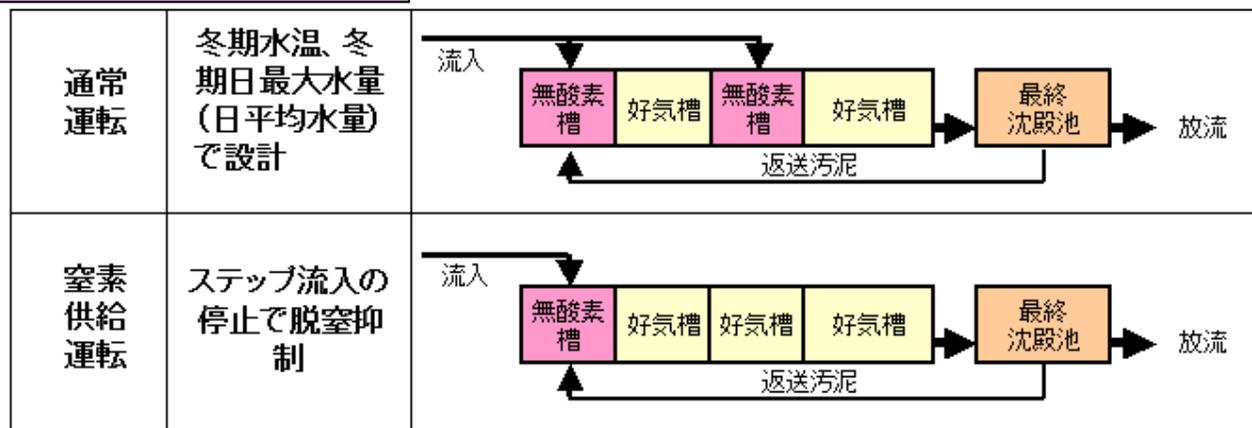
・水質環境基準の達成・維持が水質汚濁解析等により担保できること、地先の周辺水質等への大きな影響が想定されないことを確認した上で、下水道の終末処理場の季節別運転方法を季節別の処理水質として定めてもよい。

実際の運転管理については、「下水放流水に含まれる栄養塩類の能動的管理のための運転方法に係る手順書(案)(平成27年9月)」「栄養塩類の循環バランスに配慮した運転管理ナレッジに関する事例集(平成26年3月)」を参照

季節別運転の事例 (イメージ)



季節別運転の事例 (ステップ流入式硝化脱窒法における窒素供給時)



3. 下水道の計画処理水質の設定

【改革②】資源・エネルギー利用、省エネの推進

○エネルギー消費量の考慮

- ・下水処理場の高度処理化は、水量規模が大きいほどスケールメリットがはたらき、費用的に有利となる。
- ・このため、処理場の規模で処理レベルに差を持たせることで効率的な汚濁負荷削減を行うことが期待できる。

処理方式別エネルギー消費量原単位の全国平均値

処理方式	算定式		日平均処理水量 (m ³ /日) 別エネルギー消費量原単位 (L/m ³)					
	a	b	1,000	5,000	10,000	50,000	100,000	200,000
OD法	1.7538	-0.384	0.124	0.067	0.051	0.028	0.021	0.016
標準法	0.5235	-0.206	0.126	0.091	0.079	0.056	0.049	0.042
A0法	1.839	-0.315	0.209	0.126	0.101	0.061	0.049	0.039
多段法	1.084	-0.200	0.272	0.197	0.172	0.125	0.108	0.094
A20法	2.9574	-0.296	0.383	0.238	0.194	0.120	0.098	0.080
循環法	2.3026	-0.261	0.380	0.249	0.208	0.137	0.114	0.095

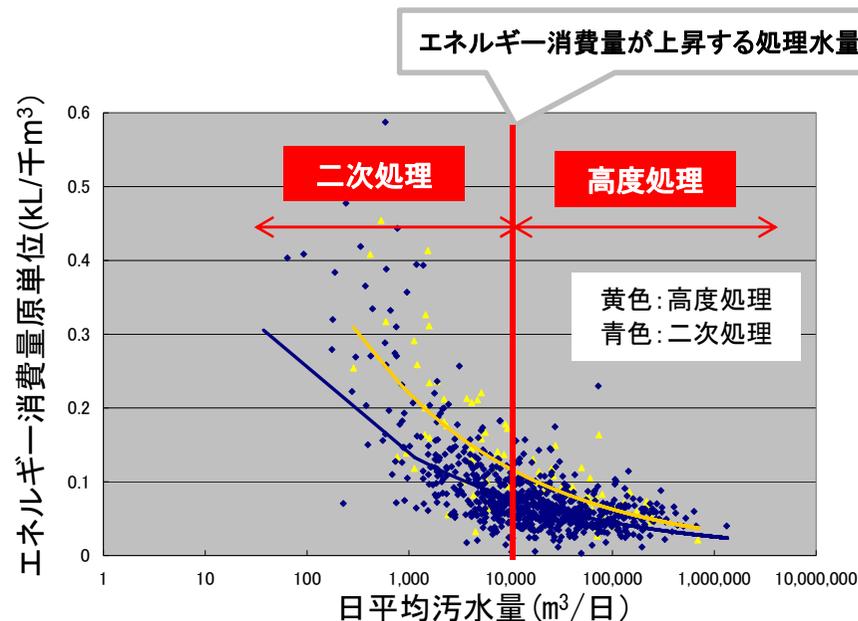
注) エネルギー消費量原単位 (L/m³) = a × 日平均処理水量 (m³/日) ^ b
出典) 平成21年度下水道統計を基に集計

改訂内容

- ・計画処理水質の決定にあたっては、エネルギー効率性の観点からエネルギー消費量を勘案することを原則とする。
- ・エネルギー消費量の勘案方法としては、高度処理共同負担事業の活用や、処理場の規模を踏まえた処理水質の決定が挙げられる。
- ・なお、エネルギー消費量の面から妥当性を確認した上で、当初流総計画における規模別の区分を踏襲してもよい。

水処理にかかるスケールメリットを考慮し、エネルギー消費量の削減に貢献する。

エネルギーに配慮した規模別処理レベルの決定イメージ



注) 二次処理：標準活性汚泥法と同程度に下水を処理することができる方法

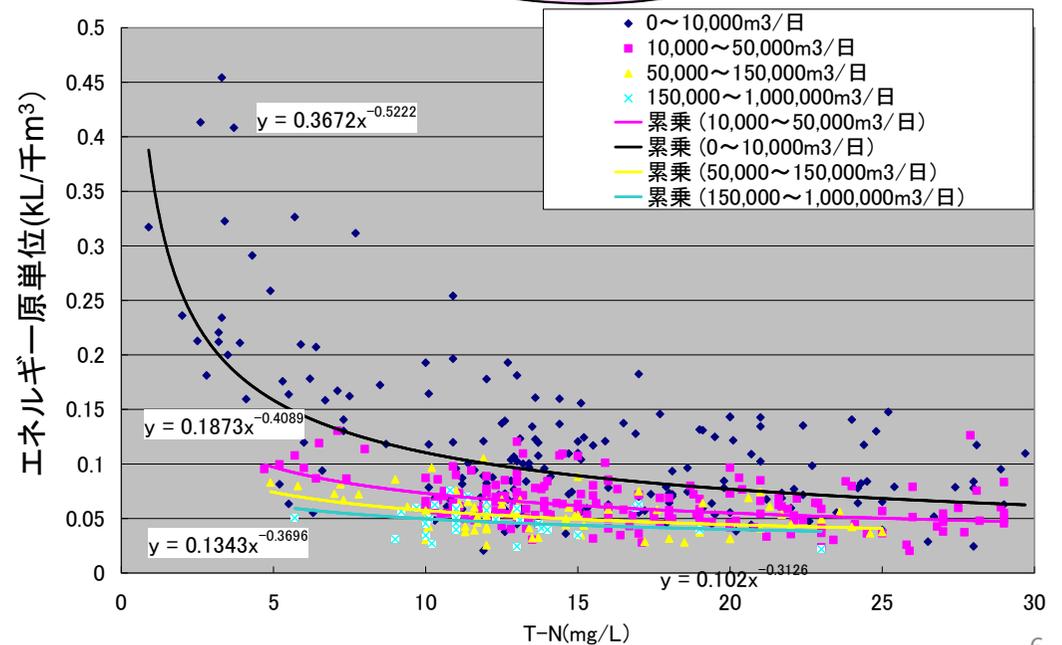
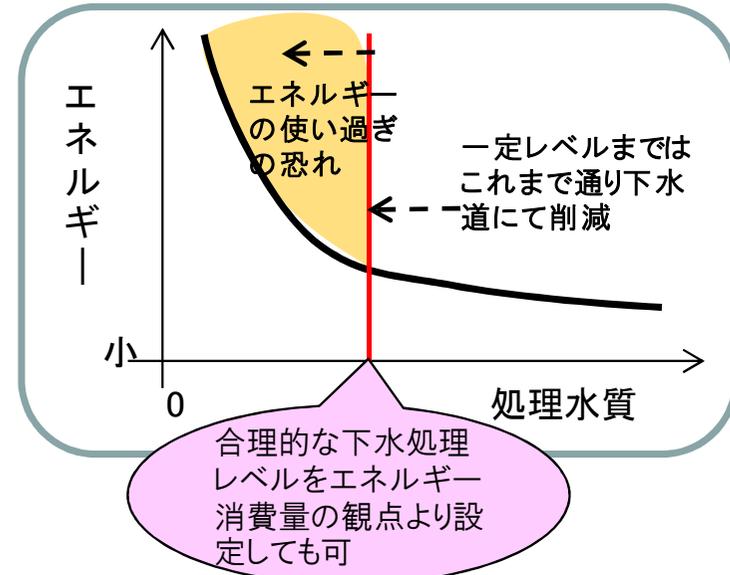
4. 発生源別目標負荷量

・従来の流総計画では、河川域の場合には家庭・営業系、工場系、畜産系等、閉鎖性水域の場合はこの他に市街地、農地の汚濁負荷量を削減するように、目標負荷量を配分することとなっている。このため、生活系の汚濁負荷量の割合が小さい地域では、下水道で最大限の処理を実施するように目標負荷量を配分すると、エネルギーの面から非効率となる場合が見られる。

改訂内容

- ・下水処理過程におけるエネルギーの消費量は、一般に処理水質とトレードオフの関係がある。このため、効率的なエネルギー消費量を勘案して汚濁発生源別に目標負荷量を配分する。
- ・山地からの汚濁負荷量の割合が高い地域では、山林系も削減しなければ環境基準の達成が困難な場合があるため、全発生源を削減対象としてもよい。

処理水質とエネルギー消費量の関係



5. エネルギーポテンシャル等の現況把握

【改革②】資源・エネルギー利用、省エネの推進

- ・省エネ社会への転換・温室効果ガスの削減、下水エネルギーの利用が期待されている。
- ・下水道計画の上位計画における流総計画においてもエネルギー消費量を考慮し、下水道事業の省エネ・創エネを促進する必要がある。

改訂内容

- ・将来の予定処理区域や計画処理水質をエネルギー消費量の観点から効率的に設定するために、現況のエネルギー消費量を算定する。
- ・広域的視点も含めた最も効率的な資源・エネルギーの有効活用検討を促進するため、下水道が有する現況の水・資源・エネルギーのポテンシャルを把握する。
- ・今後の水・資源・エネルギーの有効利用方策についても検討することが望ましい。

水・資源・エネルギーポテンシャル（現況）の算定方法

ポテンシャル算定項目	算定方法
下水処理水	・処理水量
化学結合エネルギー	・流入エネルギー：流入水質 × 流入下水量 × 有機物のエネルギー原単位 ・汚泥エネルギー：生汚泥量（初沈＋余剰） × 汚泥発熱量原単位
熱エネルギー	・流入下水量 × 利用温度差 × 単位熱量 × 空調使用日数 × 換算係数
位置エネルギー	・流入下水量 × 有効落差 × 総合効率 × 稼働率 × 換算係数 ※小水力発電を想定
燐資源	・汚泥中の燐量 = 流入下水量 × (流入下水の燐濃度 - 放流水の燐濃度)

- ・いずれも下水道統計等の公表値を使用することで簡便に推計が可能。
- ・将来の化学結合エネルギーは、将来の汚泥量が想定可能な場合についてのみ算定する。

6. 下水道の根幹的施設の配置の検討

【改革③】 統廃合等の最適計画の促進

- ・エネルギーの視点から予定処理区域の統廃合検討を実施し、消費エネルギー削減に貢献する必要がある。
- ・複数の集合処理施設を有している比較的小規模な自治体では、処理施設の維持管理が大きな負担となっている。
- ・場合によっては、エネルギー消費量の効率性から予定処理区域として設定した方が有利な場合もある。(例:ブロック2,7)

(集合処理区域の統廃合の検討結果例)

エネルギーは水処理※に関するもののみ

統合 ブロック	事業費(百万円)						エネルギー消費量(L/日)	
	個別ケース			統合ケース			個別ケース	統合ケース
	建設費	維持管理費	合計	建設費	維持管理費	合計		
2	149.2	139.2	288.4	280.7	85.2	365.9	43.4	34.6
3	229.7	183.2	412.9	232.0	91.6	323.6	63.7	36.8
4	741.9	888.9	1,630.8	392.8	354.5	747.3	183.8	165
5	254.5	323.2	577.7	216.7	112.2	328.9	80.2	34.7
6	85.1	58.0	143.1	62.3	28.3	90.6	22.9	11.7
7	631.0	621.8	1,252.8	1,071.0	309.5	1,380.5	185.5	119.6

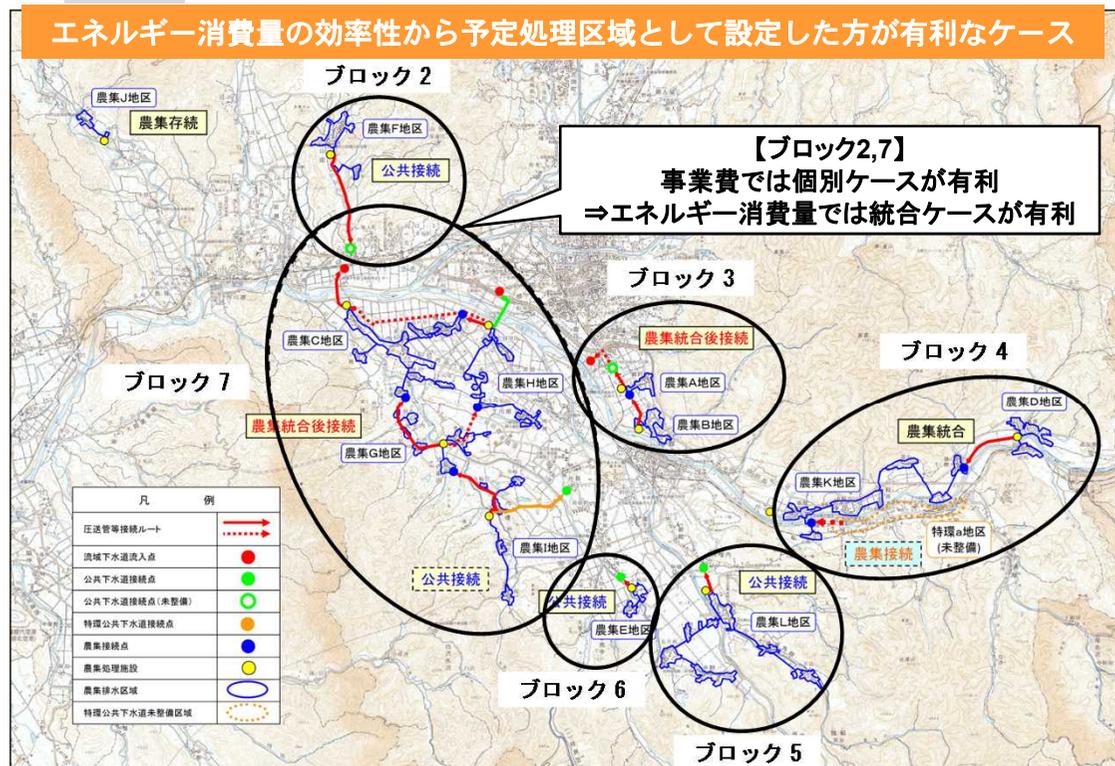
：有利なケース

※エネルギー消費量は電力量・燃料使用量にて算定。

改訂内容

- ・下水道の根幹的施設の配置については、都道府県構想を参考とするが、必要に応じて費用やエネルギー消費量、実施体制等を総合的に勘案した上で、流総計画の目標を効率的に達成するように設定する。
- ・その際、都道府県構想における集合処理区域割を検討単位として設定し、地域の地形状況や地方公共団体の要望等を勘案して、広域化(集約化)を踏まえた統廃合の組み合わせを検討する。

エネルギー消費量の効率性から予定処理区域として設定した方が有利なケース



○：エネルギー消費量の効率性から予定処理区域として設定した方が有利な区域

7. 中期的な整備方針

【改革④】中期的な整備方針の設定

- ・中期的な整備方針は、実態と計画の状況を適正に評価し、機動的にアダプティブマネジメントを実施するために、今後10年間の下水道整備方針を定める必要がある。
- ・段階的な高度処理方法※等の高度処理導入を中期整備方針に位置づけることにより、汚濁負荷削減の促進を図ることができる。

※段階的な高度処理方法：既存の下水処理施設の運転方法を工夫することによって、一定の全窒素又は全燐の除去を可能とするもの

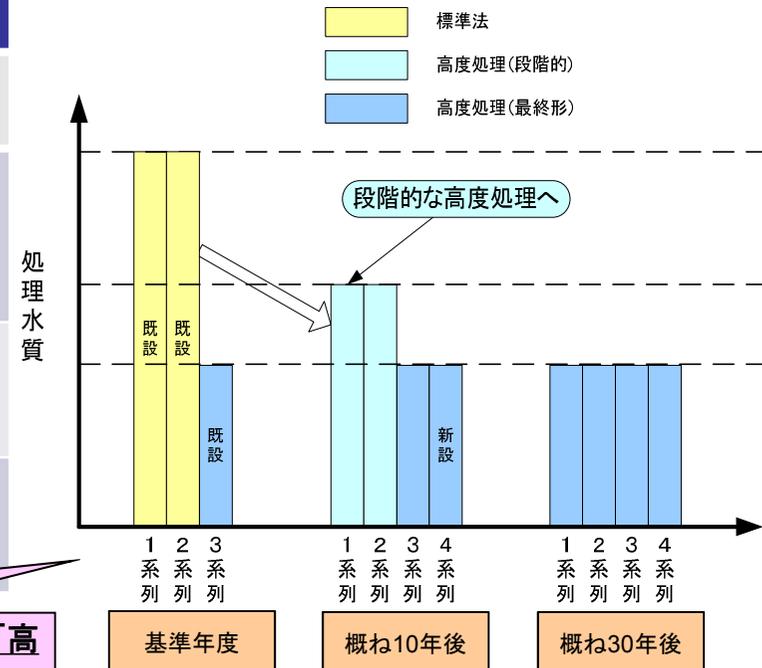
改訂内容

- ・中期整備方針として、概ね10年間で優先的に整備すべき内容（実施順位等の整備方針、高度処理導入方針、流入水量最大時の対応方針）を定める。
- ・高度処理が必要な処理場については段階的な高度処理方法を検討する。

中期的な整備方針として定めるべき事項

中期的な整備方針	内容
中期整備計画年度	・基準年度か中期的な整備方針の更新時から概ね10年間
整備方針	・面整備の進捗状況や整備優先順位の検討結果を踏まえて、早期整備の観点から概ね10年間の整備方針を設定 ・処理区の統廃合や水・資源・エネルギーの利活用等の方針も記載可能
高度処理導入方針	・段階的な高度処理方法等の高度処理導入方針を設定 ・高度処理が必要な処理場については、段階的な高度処理方法を原則検討
流入水量最大時の対応方針	・人口減少下における一時的な流入水量増加時に際して、最低限下水道が有すべき処理能力の確保方法等の対応方針を記載

既存施設を活用した段階的な高度処理導入イメージ



「既存施設を活用した段階的の高度処理の普及ガイドライン(案)(平成27年7月)」「高度処理ナレッジ集(平成26年3月)」を参照

8. フレーム・原単位の設定

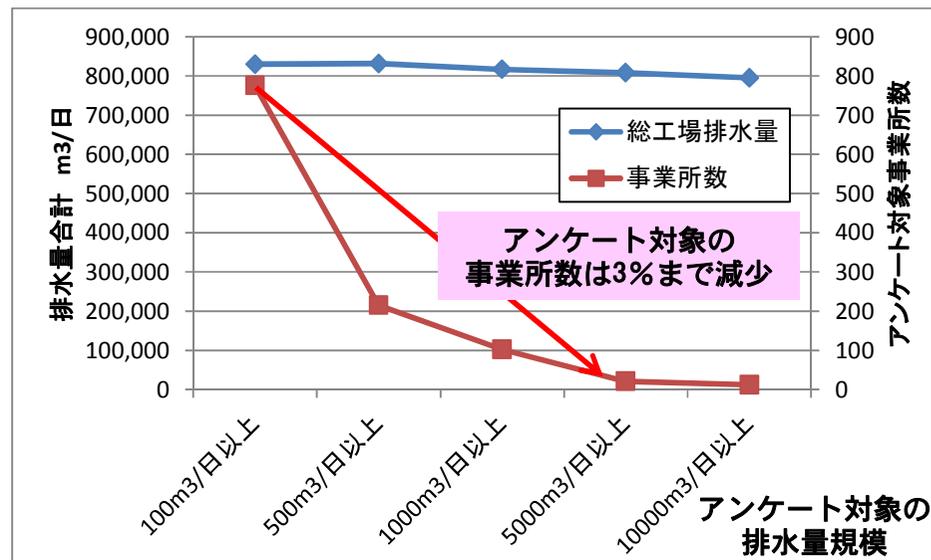
【改革⑤】作業の簡略化

- ・従来の流総計画では、人口、工場排水、家畜、観光客、土地利用等、過年度の動向や各種計画を勘案して将来フレームを推定し、フレームの分布は既存資料を基に把握することとなっており、作業量が多く、簡略化が望まれている。
- ・排水量や汚濁負荷量の割合が小さい場合は、簡略化しても全体の精度に影響しない。
- ・アンケートによる実態調査の範囲を減らしても全体への影響が小さい場合がある。

改訂内容

- ・流域全体の汚濁負荷量や計画処理水量への影響が小さい場合は、統計資料や既流総計画値を活用することで、排水量や汚濁負荷量の算定作業の簡略化を行ってもよい。
- ・人口、工場、家畜、土地利用形態等のフレームの分布状況は、GISを活用して精度向上と検討の簡略化・効率化を図る。

モデル流総計画の工場排水量
※アンケート対象規模による総排水量の変化

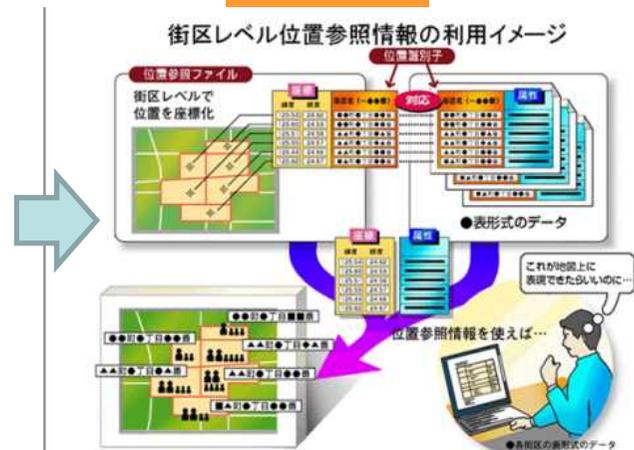


工場位置の特定方法例

従来



現在・今後



- ・市町村ヒアリング
- ・面積按分等

9. 流総計画の変更

【改革⑤】作業の簡略化

○計画の変更の必要性の判定

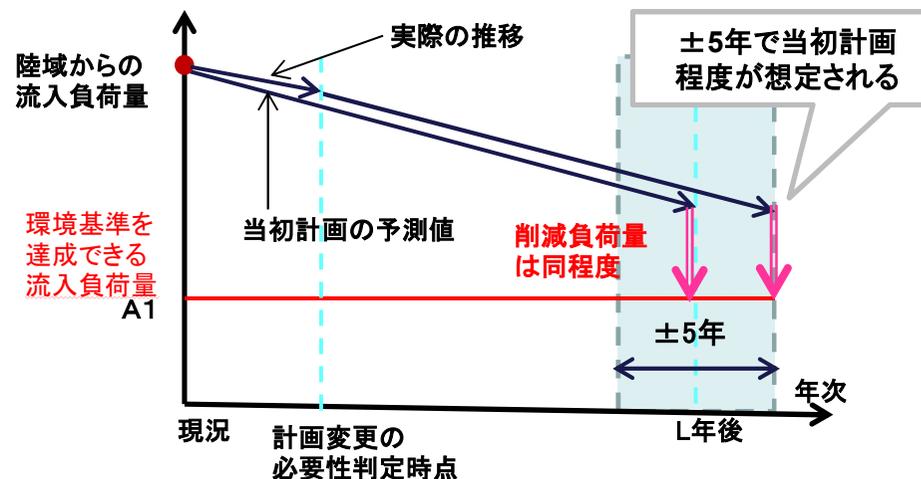
- ・従来の流総計画では、流総計画の策定から5年毎又は10年毎に流総計画の変更の必要性の判定を行い、変更する必要が生じた場合には、遅延なく流総計画を変更すること、また、整備計画年度の間年次には、原則として将来フレームの予測を踏まえた流総計画の変更を行うこととされていた。
- ・中間年次毎の流総計画の変更は作業負担が大きい。

改訂内容

- ・人口の推移が計画と乖離していても、人口減少傾向である場合は数年後には計画人口並に落ち着く可能性があるため、将来人口の想定年度の前後5年程度の間計画人口等の流総計画の前提条件が実態と同程度になることが予測される場合は、流総計画の変更は行わなくてもよい。
- ・概ね10年毎に実施する中期的な整備方針の更新に伴う流総計画の変更時に、中期的な整備方針以外の事項についての変更の必要性を判定。
- ・中期的な整備方針の更新時には、下水道整備率、処理水質、下水道による削減汚濁負荷量、公共用水域の水質改善状況の実績と計画との乖離を確認し、必要な軌道修正を行った上で次の中期整備方針へ反映。

見直し頻度が低減し、
作業負担が軽減

計画期間に幅を持たせるイメージ



整備状況を勘案した
計画の更新

10. 流総計画の変更

【改革④】 中期的な整備方針の設定

○流総計画の変更時期

・必要が生じた場合と整備計画年度の間年次には、原則として将来フレームの予測を踏まえた流総計画の変更を行うこととしていたが、中間年次毎の流総計画の変更は作業負担が大きい。

改訂内容

- ・計画期間内は、中期的な整備方針を概ね10年のサイクルで更新(その他は変更不要)する。
- ・ただし中期的な整備方針の更新後の期間が計画期間を超過する場合は、流総計画全体を変更する必要がある。

