

海域のヘルシープラン策定の手引き
[海域の物質循環健全化計画]
(案)

平成24年11月版

～はじめに～

海は、人の生存に欠かせない食料、資源、エネルギーなど様々な恵沢を与えてくれている。特に沿岸域は、陸域や外海から供給される栄養によって多くの生物の生息場となっており、漁業等の産業が営まれる場である。

海の生物にとって重要な窒素、りん等の栄養塩類は、陸域・海域の物理的・化学的・生物的作用を受けながら循環している。しかし、栄養塩類はその過剰流入や海域をめぐる社会経済活動、自然条件の変化による生物相の変化等によって循環バランスが損なわれると、赤潮や貧酸素水塊の発生等の様々な影響が現れ、水産被害の発生が見られる海域も存在している。

昭和30年代から40年代の高度経済成長期の栄養塩類の海域へ流入増加や沿岸域の埋立て等の開発により社会問題となった「富栄養化」に対して、昭和45年に水質のCODの環境基準が設けられ、平成5年には全窒素や全りんが項目として加えられ、流入負荷の削減に取り組んだ。この取組みにより、過剰な一次生産をおさえ、赤潮を減少させるなど、低次の生態系への働きかけを行うことにより水質の改善に一定の効果を挙げてきた。

しかし、低次の生産を抑制したことにより、高次の生物へ栄養が循環せず、水産資源の減少を招いている海域もあり、一方で未だ赤潮や貧酸素水塊の発生が収まらない海域もあるなど、陸域・海域を通じた栄養塩類の循環バランスが損なわれた海域が見られる。

海域の栄養塩類の循環を適切に管理するための海域及び周辺地域（集水域）において実施すべき方策は、海域の地理的・地形的条件、海域の利用状況、周辺地域の経済・社会活動の状況等によって大きく異なる。

そのため、それぞれの海域ごとに海域・陸域一体となった効率的かつ効果的な栄養塩類が円滑に循環するための管理方策を明らかにすることが有効であり、これに基づき、行政、地域住民、事業者、研究者等が連携して生物多様性に富んだ豊かで健全な海域の構築に向けた総合的な取組みを実施する必要がある。これら取組みを計画的に実施するためには、関係者の理解が得られた海域において、栄養塩類の円滑な循環を維持・達成するためのプランを策定し、これに基づき関係者が共同で対策に取り組む必要がある。

この海域の栄養塩類循環のバランスを健全な状態にすることを目的として、環境省では「海域の物質循環健全化計画（海域のヘルシープラン）」の検討を進めてきた。海域のヘルシープランは陸域・海域を通じた総合的な物質循環に係る取組みを進めることにより、海域内の生態系の低次から高次へ滞り無く物質を循環させ、水質の改善のみならず、生物多様性の向上や生息・生育場の保全も含めて、海域を将来に向けてより豊かに、より健全にしていくためのものである。

本書は、豊かで、健全な海を目指した「海域のヘルシープラン」を作成する際に参考となる「手引き」であり、対象とする海域は、主に、全国津々浦々の閉鎖性の強い「地域の海」を想定している。

手引きの内容は、栄養塩類の循環バランスの崩れが主な要因となって生じる様々な影響を改善するために、どのように検討を進め、対策を講じ、モニタリングを行っていけばよいか、

その手順を示したものとなっている。

手引きの作成にあたっては、実際にモデル地域（気仙沼湾、播磨灘北東部、三河湾及び三津湾）において、平成22年度から3か年程度かけて、モデル地域ごとに海域のヘルシープランの作成を行い、作成に際し工夫した点、課題となった点等を取り入れた。

なお、気仙沼湾については、現地調査を実施し、栄養塩類循環バランスの崩れに関する検討へ進み始めたところで東日本大震災が発生したことから、その後の検討は中断されている。

本手引きを活用し、地域の海を“ヘルシー”にしていくためのプラン（海域のヘルシープラン）を策定し、多様な主体が一体となり“ヘルシー”な海を取り戻す際の参考となれば幸いである。

なお、手引きの作成にあたっては、「海域の物質循環健全化計画統括検討委員会」の委員の皆様にご指導を頂いた。検討委員会の座長である松田治広島大学名誉教授をはじめとする各委員の皆様、モデル地域でご検討頂いた関係者の皆様から賜った多大なご指導とご協力に対して心より感謝いたします。

海域の物質循環健全化計画統括検討委員会

委員名簿

氏名	所属
松田 治（座長）	広島大学名誉教授
鈴木 輝明	名城大学大学院総合学術研究科特任教授
寺島 紘士	海洋政策研究財団常務理事
中田 喜三郎	名城大学大学院総合学術研究科特任教授
中田 英昭	長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科長
西村 修	東北大学大学院工学研究科教授
藤原 建紀	京都大学大学院農学研究科教授
山本 民次	広島大学大学院生物圏科学研究科教授

（委員については、五十音順・敬称略）

目次

I. 海域の“ヘルシー”の考え方	1
1. 海の役割	1
2. 沿岸の海域の役割	3
3. 沿岸の海域への人為的関わりと海の物質循環	4
4. 沿岸の海域における“ヘルシー”とは	6
5. “ヘルシー”な海を目指すための合意形成と海域のヘルシープラン策定の必要性	8
6. 海域のヘルシープラン見直し（順応的管理）の必要性	9
II. 海域のヘルシープラン策定の要領	10
STEP1 現状把握	15
1-1 基本情報の把握	15
1-2 調査項目	20
1-3 調査期間	23
1-4 調査方法	25
1-5 取りまとめ方法	27
STEP2 問題点の抽出	30
STEP3 健全化に向けた課題の抽出	38
STEP4 基本方針の決定	39
STEP5 健全化に向けた方策	41
5-1 方策のリストアップ	41
5-2 方策の効果の評価	41
5-3 実現可能性の検討	42
5-4 健全化に向けた実施方策の決定	43
5-5 健全化に向けた方策を評価するための指標の設定	43
5-6 方策実施のロードマップの作成	51
STEP6 方策の実施状況や効果等を確認するためのモニタリング計画	53
6-1 モニタリング項目	53
6-2 モニタリング期間	53
6-3 モニタリング方法	53
6-4 モニタリング結果の評価	54
STEP7 海域のヘルシープランの改善（順応的管理）	54
STEP8 海域のヘルシープランの記載内容	56
III. モデル地域でのヘルシープラン例	57
参考 ヘルシープラン策定に係る関連情報	57
1. 物質循環の健全化に係る主な関係法令	57
2. 環境改善手法の概要	57

I. 海域の“ヘルシー”の考え方

1. 海役割

海は約 40 億年前に最初の生物が誕生した場と言われており、生物は海から陸へと様々な環境に適応して進化を続け、現在では約 3,000 万種とも推定される生物が地球上に存在している。海は、人の生存に欠かせない食料、資源、エネルギーなど様々な恵沢を与えてくれており、特に海洋環境とそこに生息する生物資源は重要である。

1992 年にリオデジャネイロで開催された国連環境開発会議で採択された、21 世紀に向けて持続可能な開発を実現するための具体的な行動計画「アジェンダ 21」の第 17 章には、「海洋、閉鎖性及び準閉鎖性海域を含むすべての海域及び沿岸域の保護及びこれらの生物資源の保護、合理的利用及び開発」とあり、沿岸域を含むすべての海域とそこに生息する生物資源を保護し、合理的に利用、開発することが唱えられ、序 17. 1. には「海洋環境（外洋とすべての海域及び隣接する沿岸域を含む）は、地球の生命支持システムに不可欠な構成部分であり、持続可能な開発の機会を提供する積極的資源である。・・・」とあり、海は地球上の生命にとって不可欠であること、これを保全・維持していくことの重要性を示している。

最近では、人が生存していくために必要な恵沢を自然界（生態系）が提供してくれるサービスは「生態系サービス」と呼ばれ、①供給サービス（食料、燃料等を人に与えてくれる）、②調整サービス（水質浄化や気候を調整してくれる）、③文化的サービス（レクリエーション、精神的充足を与えてくれる）、④基盤サービス（栄養循環、水循環など①～③を支えるサービス）などが提唱されている（Ecosystems and Human Well-being, 2005 年、Millennium Ecosystem Assessment）。

このように海は、人に限らず地球上の様々な生物が生存するために必要不可欠であり、今後も世界各国がこの海を守りながら、持続的に利用していくために、国際連合条約（国連海洋法条約）が発効され、各国が海（海底を含む）を利用するための取り決めが定められてきた。

【国連海洋法条約から海の利用保全に関する部分を抜粋】

- ・ 沿岸国は 200 海里までの排他的経済水域を設定することができ、その中にいる魚などの生物資源、鉱物などの非生物資源の探査と開発について、沿岸国の権利が認められる。
- ・ 海洋環境の保護について国家の権利と義務を規定し、沿岸国の管轄権を強化する。
- ・ 平和的目的の海洋の科学調査について、国際協力を進める。

また、国内においても、環境基本法や海洋基本法（海洋基本計画）が策定され、海の継続的な開発と利用について、以下のように位置づけがされており、海役割を保つための様々な取組みが進められている。

【環境基本法から海の利用・保全に関する部分抜粋】

- ・ 現在及び将来の世代の人間が健全で恵み豊かな環境の恵沢を享受するとともに人類の存続の基盤である環境が将来にわたって維持されるように適切に行われなければならない。
- ・ 人の健康が保護され、及び生活環境が保全され、並びに自然環境が適正に保全されるよう、大気、水、土壌その他の環境の自然的構成要素が良好な状態に保持されること。
- ・ 生態系の多様性の確保、野生生物の種の保存その他の生物の多様性の確保が図られるとともに、森林、農地、水辺地等における多様な自然環境が地域の自然的社会的条件に応じて体系的に保全されること。
- ・ 人と自然との豊かな触れ合いが保たれること。

【海洋基本法から海の利用・保全に関する部分抜粋】

- ・ 海洋の開発及び利用と海洋環境の保全との調和
- ・ 科学的知見の充実
- ・ 海洋産業の健全な発展
- ・ 海洋の総合的管理

【海洋基本計画から海の利用・保全に関する部分抜粋】

- ・ 海洋資源の開発及び利用の推進
- ・ 海洋環境の保全
- ・ 海上輸送の確保
- ・ 海洋調査の推進
- ・ 海洋科学技術に関する研究開発の推進
- ・ 海洋産業の振興及び国際競争力の強化
- ・ 沿岸域の総合的管理
- ・ 海洋に関する国民の理解の増進と人材育成

2. 沿岸の海域の役割

海の中でも沿岸の海域は、陸地と外海、大気と海底に囲まれており、これらの4つの境界面を通し、栄養塩類をはじめとして、淡水、土砂、生物、その他の物質が循環している(図 I-1)。また、沿岸の海域(特に閉鎖性の高い海域)は外洋に比べて容積が小さいために、外部の変化の影響を敏感に受けて、時間的にまた空間的に大きな変化を示す。

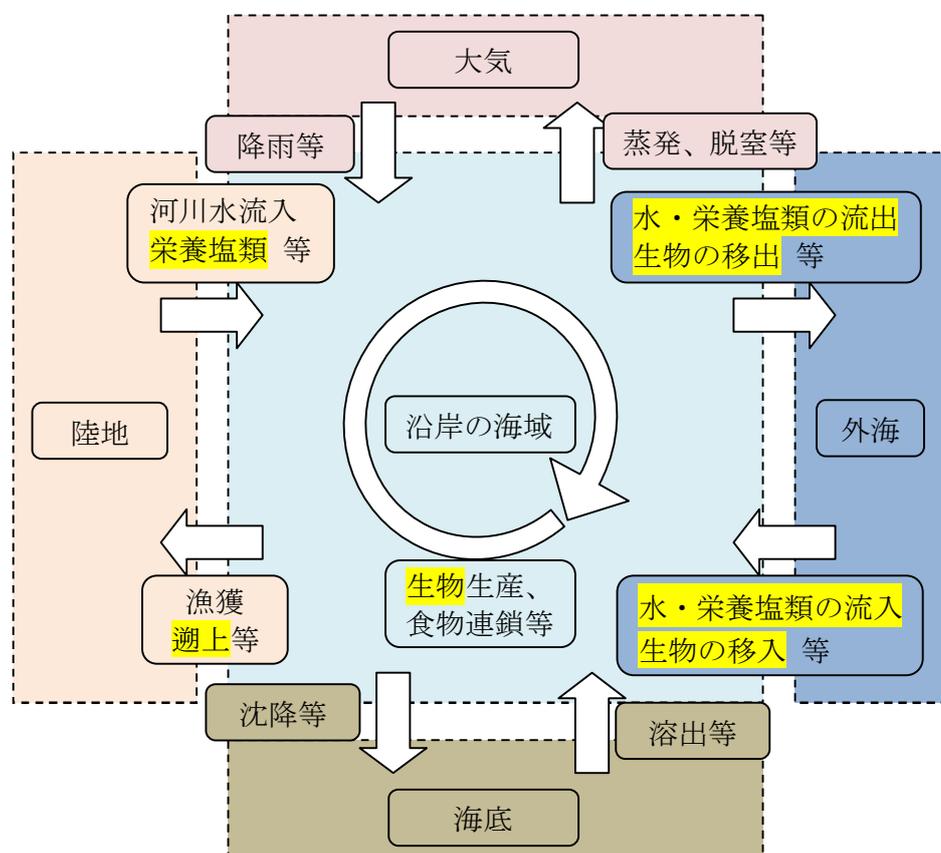


図 I-1 沿岸の海域とそれを取り囲む境界の領域

このような沿岸の海域の特徴の一つとして、陸域や外海から流入する豊富な栄養塩類の供給により、生物生産が極めて活発に行われていることが挙げられる。

図 I-2 は、沿岸の海域の栄養塩類、水及び生物等の循環のイメージを示したものである。陸域や外海から河川や潮流によって流入した栄養塩類は、一次生産者である植物プランクトンに取り込まれ、植物プランクトンは、上位の魚介類に捕食され、次第に栄養段階の高い方に循環していく。さらに漁業によって、魚介類を食料等とするため陸域に取り上げるることにより、水中の栄養塩類は陸上へと循環し、下水道や畑地等を通じてまた海へと戻っていく。このように沿岸の海域での物質循環には、河川や潮流といった物理的な循環メカニズムに加えて、生物が循環の重要な担い手となっている。

また、沿岸域(臨海部含む)は豊富な水産資源の確保に利用されているだけでなく、港、空港等の運輸・交通の拠点、発電所・エネルギー備蓄基地等のエネルギー供給、農地・工業地帯・商業空間等の経済活動の場、レクリエーション活動の場や廃棄物最終処分等、様々な目的として高度な利用がなされており、人の生活にとって欠かせない重要な役割を担っている。

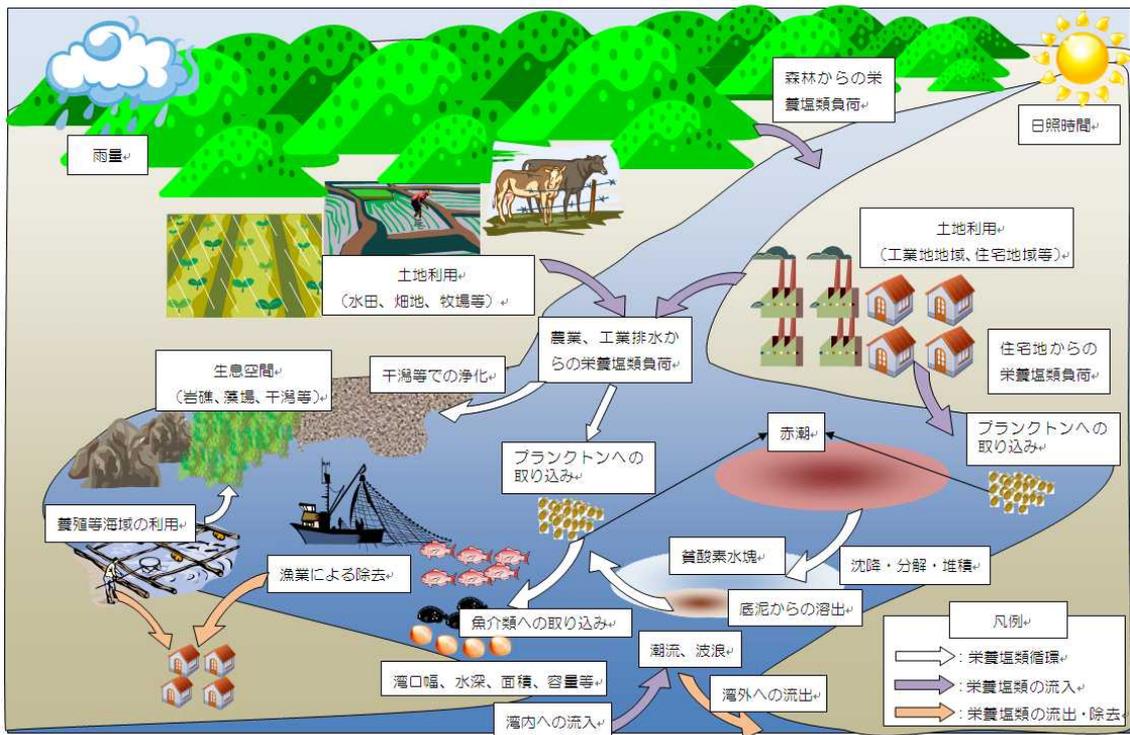


図 I-2 沿岸の海域の栄養塩類循環のイメージ

3. 沿岸の海域への人為的関わりと海の物質循環

沿岸の海域は人の生活環境に隣接しており、また河川を通じて流域圏を含む広い範囲から、様々な影響を受けている。

我が国の沿岸の海域に対する人為的な関わりとしては、例えば、以下のようなものが挙げられる。

【河川の上流域との関わり】の例

- ・ ダムの整備、河道での砂利採取等による海域への土砂供給量の減少に伴う、海岸・干潟等の衰退
- ・ ダム、堰等の整備による淡水供給量の減少によるエスチュアリー循環流[※]の弱まり
- ・ 植林等の森林保全等の取組みによる、栄養塩類（鉄分等含む）の供給 等

※淡水が海域の上層を沖へ向かって流れ、下層の海水が河口に向かって流れるような鉛直循環流のこと

【河川の中・下流域との関わり】の例

- ・ 人口の集積等による生活排水、工業排水等の流入
- ・ 道路等のノンポイント汚染源からの排水の流入
- ・ 農業、畜産業からの栄養塩類等の流入
- ・ 陸域での諸活動によるゴミの流入
- ・ 多自然川づくりによる生物の生息・生育・繁殖環境の保全・創出 等

【臨海部・沿岸部との関わり】の例

- ・ 工業排水等の流入
- ・ 複雑な埋立地形による、流れの滞留部の発生

- ・船舶のバラスト水による生物相の変化
- ・魚つき林の整備による、魚類の蛸集
- ・湧水保全による海域の水質悪化の低減 等

【海域との関わり】の例】

- ・埋立てによる干潟、藻場、サンゴ礁等の消失
- ・航路浚渫や土砂採取等による深掘部での、貧酸素水塊の発生
- ・漁業による過剰な漁獲
- ・生物共生護岸、干潟・浅場創出等による新たな生息・生育場の創造、水質浄化
- ・MPA（海洋保護区）の設置による、生物保全 等

～人為的関わりでの伝播について～

このような人為的な関わりを受けている沿岸の海域について、海の中に着目した物質循環のイメージを図 I-3 に示す。海の中での物質循環は、複雑な物質循環の経路があり、このことから、どこかの経路が多少損なわれても、他の経路を通じて物質が循環することができ、耐久力のある構造となっている。

しかし、この耐久力を上回るようなインパクトを人為的に与えた場合、その影響は、伝播しながら様々な部分に更なる影響を与えてしまい、沿岸の海域の物質循環のバランスが損なわれてしまう。

例えば、物質が滞りなく循環していた豊かな海に、人為的な影響により流入負荷が増大した場合、水中の栄養塩類が過剰となり、それを利用する植物プランクトンが異常繁殖することにより赤潮が発生する。枯死した大量の植物プランクトンはやがて海底に沈み、これを分解するバクテリア等によって海底の酸素が消費されることにより貧酸素が発生し、海底付近に生息する生物が死滅するなど、循環のバランスが崩れることにより、物質循環を構成する様々な要素に影響が生じることとなる。

これとは逆に、栄養塩類が不足する場合には、藻類が利用する栄養が足りなくなり、藻類の色落ち、貧栄養が原因の一つと考えられている磯焼けの発生、植物プランクトンの減少等が考えられ、これを捕食する高次の生物の減少や漁獲量の減少につながるような障害が発生する場合もある。

このような現象は、特に沿岸域で発生しており、「生物多様性国家戦略 2012-2020」（平成24年度）においても「沿岸域における環境負荷の削減は進みましたが、栄養塩のバランスが損なわれ、赤潮や貧酸素水塊が発生している海域もあります。このほか、近年ではクラゲ類が大量発生し、漁業や海洋生態系に影響を与えることが大きな問題となっています。」との記載があり、栄養塩類のバランスの崩れが問題視されている。

このような循環バランスが崩れてしまった海に対し、海の豊かさを守るため、栄養塩類の過剰な流入の防止に係る取組みや干潟の造成など生物の生息場の保全対策、山地の森林の保全や植林による海に対する栄養塩類（鉄等を含む）の管理等、バランスの崩れを治すような種々の取組みも既に行われている。

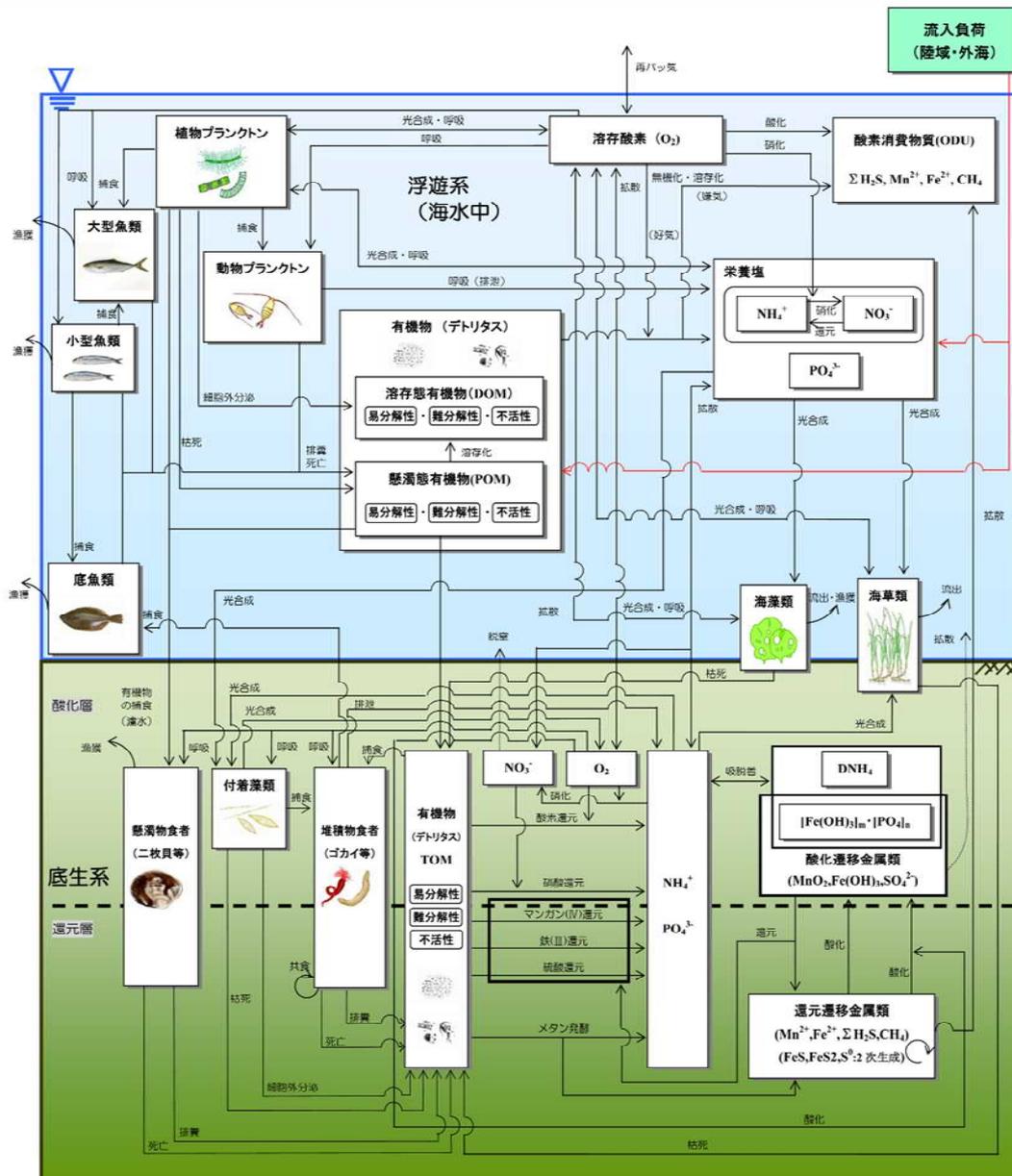


図 I-3 海中の栄養塩類循環のイメージ

4. 沿岸の海域における“ヘルシー”とは

先に述べたとおり、沿岸の海域では陸域・外海から流入した栄養を一次生産者である植物プランクトンが利用し、それ捕食する高次の生物まで様々な生物の営みがある。我々はこの生物の営みの中から一部を食料として利用しており、今後も海の恵みを持続的に利用していくためには、海の仕組みを理解し保全していく必要がある。

海の中の物質循環のフローは図 I-3 に示したとおりであるが、栄養塩類という物質と、それを体内に取り込み運ぶ生物とが相互に機能することにより、物質の循環が行われている。つまり、栄養塩類という物質が植物プランクトンという生物に取り込まれ、より上位の生物に滞りなく循環している状態が「健全な物質循環の状態」と言える。これとは逆に、栄養塩類が不足したり、栄養塩類の質が変化することにより、植物プランクトンが栄養塩類を取り込めなかったり、取り込める量が少ない場合には、上位の生物へ栄養塩類が循環せず、物質循

環に滞りが生じてしまう。このような状態は物質循環が健全な状態であるとは言えない。

すなわち、栄養塩類という物質と、その物質の運搬者である生物がバランスよく機能し、更に陸域・海域を通じた栄養塩類が滞りなく循環している海は“ヘルシーな海”と言える。

また、滞りなく物質が循環するためには、物質の運搬者である生物が持続的に生息し続ける（再生産が行われる）ことが重要であり、そのためには、生息に必要な量・質の栄養と生物の産卵場や成長の場、採餌の場といった環境の保全が重要となってくる。

つまり、沿岸の海域における“ヘルシー”とは「再生産可能な生物資源を生み出す海の仕組みが十分に機能していること」と言える。

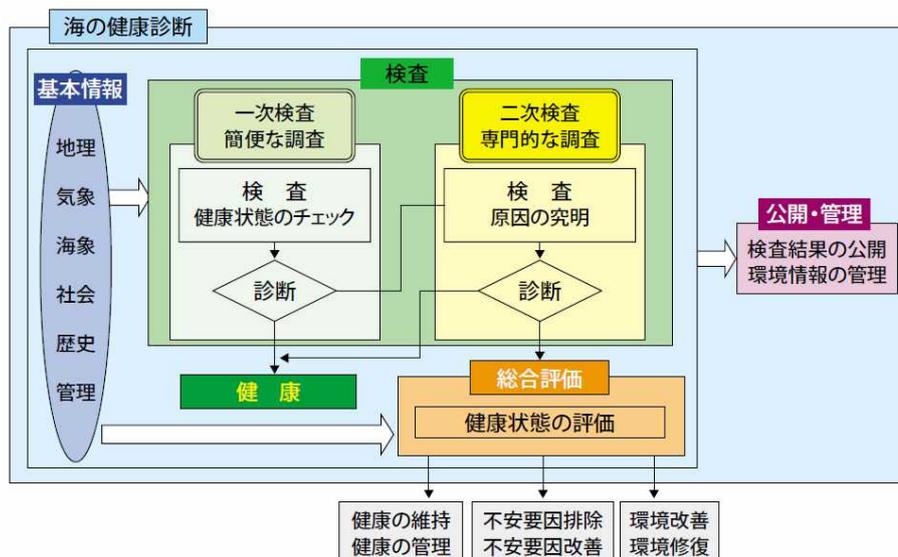
コラム

沿岸の海域の“ヘルシー”については、これまでに、多様な主体によっても研究が行われている。

その一例を示すと、海洋政策研究財団では、「海の健康診断」という海洋の様々な営みを簡便な手法で継続的に監視することが可能なモニタリング手法を研究している。

「海の健康診断」では、“海湾の健康な状態”つまり“ヘルシー”な状態とは「物質循環が円滑で、生態系の安定性が大きいこと」と定義され、海の健康を診断するための調査手法が提案されている。

この方法によれば、比較的簡易に、海の“ヘルシー”な状態を診断することができる。



出典：「海の健康診断」～考え方と方法（海洋政策研究財団、2006）

図 「海の健康診断」の調査フロー

5. “ヘルシー”な海を目指すための合意形成と海域のヘルシープラン策定の必要性

「再生産可能な生物資源を生み出す海の仕組みが十分に機能していること」がヘルシーな海であると言えるが、ヘルシーな海にしていくアプローチ方法は様々である。

例えば、栄養塩類が過剰にある場合には、流入負荷量を減らして、海域の生物量に見合った循環バランスを改善する方法も考えられるし、海での栄養塩類の消費量（生物量）を増やしてバランスを改善する方法も考えられる。

栄養を消費する生物についても、藻場を増やして海藻草類に栄養を消費させる方法や、二枚貝類を増やし、植物プランクトンを摂食させることにより栄養を消費させる方法など、様々な方法がある。

このような改善方策を実施するためには、地域の海に関係する多様な関係者間の連携が必要であり、循環バランスの改善方策についての合意形成が重要となってくる。

改善方法や改善目標について、関係者それぞれの立場によって考え方は異なると想定されるため、すべての意見を集約し、関係者すべてが合意された方法によって“ヘルシー”な海を作り上げていくことが望ましい。

また、目標や手法を決定するためには、地域の海を取り巻く状況を知っておくことが重要であり、自然的・社会的な調査を行い、“ヘルシーさ”が損なわれた原因、もしくは現時点の“ヘルシーさ”はどの程度なのかを把握した上で、どのように“ヘルシー”な海を目指していくのか、具体的に取りまとめる必要がある。

そのための参考として本手引きを活用し、地域の海を“ヘルシー”にしていくためのプラン（海域のヘルシープラン）を策定し、地域の合意形成を図った上で、多様な主体が一体となり“ヘルシー”な海を実現していくための参考となれば幸いである。

なお、「生物多様性国家戦略 2012-2020」（平成 24 年）においては、沿岸域の「望ましい地域のイメージ」として、栄養塩類のバランスの改善について以下の一文がある。

「内湾などの閉鎖性海域においては、栄養塩バランスが適切に確保され、ヘドロのたい積や貧酸素水塊の発生、漂流・漂着ごみなど沿岸環境の悪化の問題が改善され、上流の森林は漁業者をはじめ関係者の協力を得て適切に維持され、豊かな漁場が保全されている。豊かな生命を育む沿岸域は、多様で豊富な魚介類を持続的に供給するとともに、北の海ではアザラシが、南の海ではジュゴンが泳ぐ姿が見られるなど、人間と自然の共生のもとに健全な生態系を保っている。」

また、我が国全体での沿岸域の管理については、「海洋基本法」にその計画が定められている。海洋基本法では、海洋に関する施策の総合的かつ計画的な推進を図るため、政府が海洋に関する基本的な計画を定めるものとして「海洋基本計画」を策定することとされており、海洋基本計画をもとに沿岸域に生じている様々な課題に対して、沿岸域の総合的な管理が始まっている。

海洋基本計画では沿岸域の総合的な管理に向け、以下のような取組みを行い、「地域の実情を踏まえた沿岸域管理のあり方の明確化、施策の推進」を目指している。

- 陸域と海域を総合的・一体的に管理
 - ※総合的な土砂管理の取組みの推進
 - ※栄養塩類及び汚濁負荷の適正管理と循環の回復・促進
 - ※陸域・海域一体となったゴミ投棄抑制の取組み
 - ※自然に優しく利用しやすい海岸づくり 等
- 海面利用のルールづくりの推進等適正な利用関係の構築
- 地方公共団体を主体とする関係機関の情報共有・連携体制づくり

6. 海域のヘルシープラン見直し（順応的管理）の必要性

地域において、目指すべき”ヘルシー”な海の改善方法について合意形成が進み、“ヘルシー”な海づくりに向けた方策が講じられ、想定した通りの方策の効果が表れ、“ヘルシー”な海が作り上げられているような場合においても、時代の変化や人々の要望等の変化により、当初目指した”ヘルシー”が、必ずしも適切であり続けるとは限らない。

また、各種の方策を講じたにも関わらず、想定した通りの効果が現れないことも考えられる。場合によっては、方策を講じたことにより、副次的な影響が生じる可能性も否定できない。

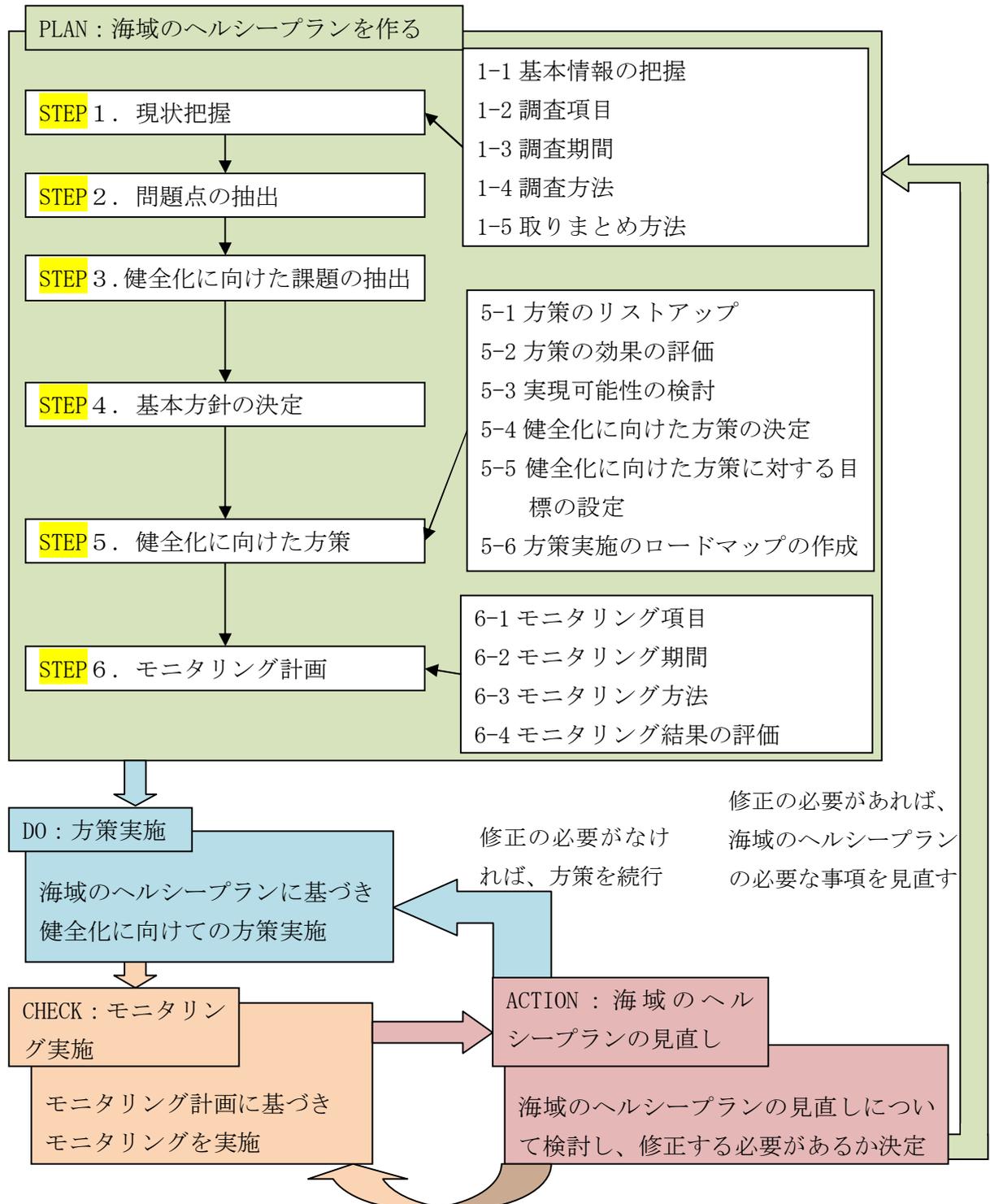
そのため、策定した“海域のヘルシープラン”は、方策の実施と並行してモニタリングを行い海の状況を把握し、状況に応じて各種の方策を見直すような“順応的管理”のもとにプランを実行する必要がある。

以降の章に、実際に“海域のヘルシープラン”を策定し、方策を実行し、見直しを行うまでの具体的な手法について、実際に一連の検討を行ったモデル地域での具体的な例も合わせて説明する。

II. 海域のヘルシープラン策定の要領

海域のヘルシープランの策定から方策実施までの全体のフロー (PDCA サイクル) を図 II-1 に示す。海域のヘルシープランに基づき方策を実行し、方策を実施した後もモニタリングを行い、順応的管理によってプランの見直しを行っていくことが基本となる。

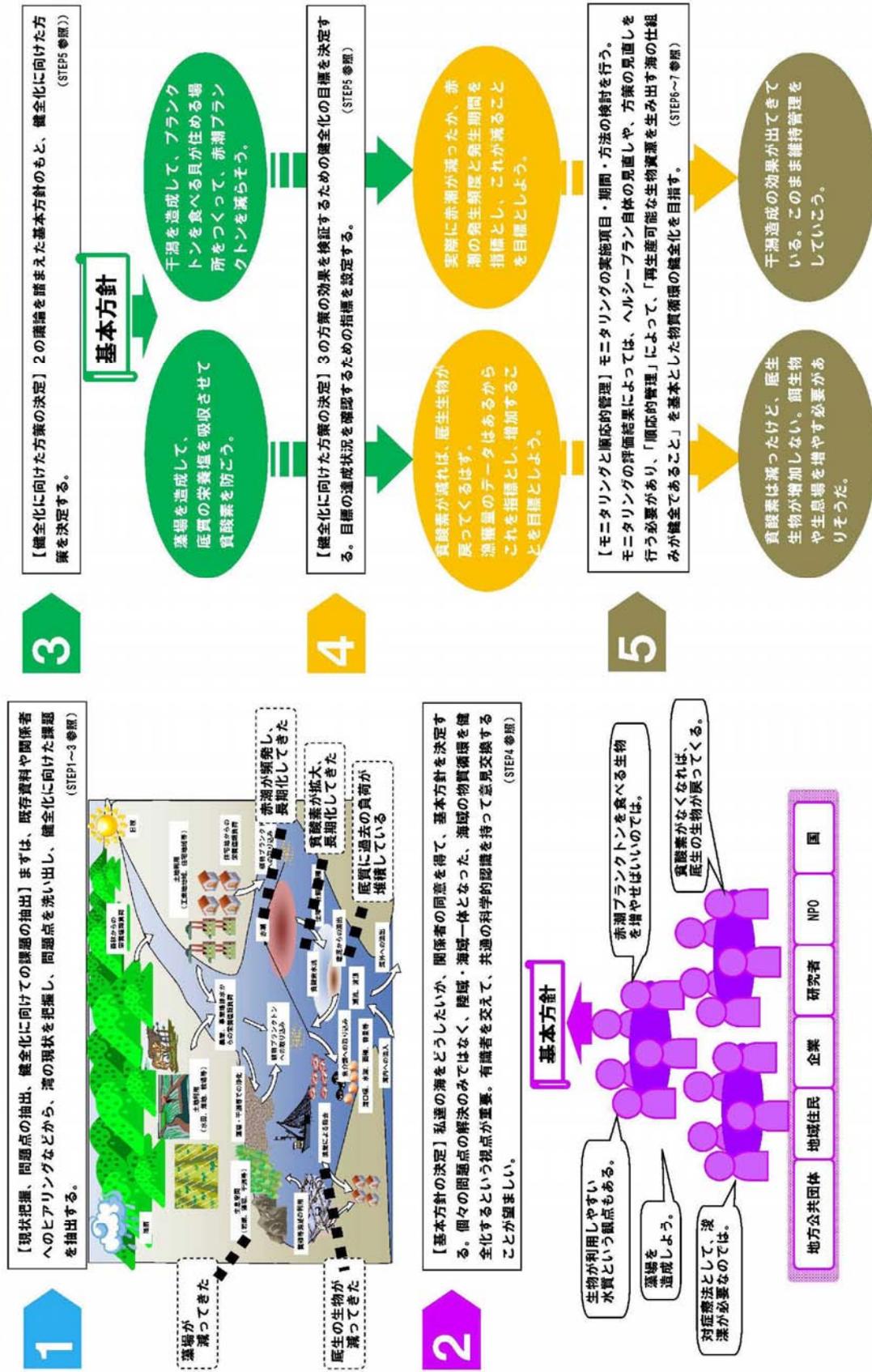
また、海域のヘルシープランの策定からプランの見直しまでのイメージを図 II-2 に示す (※最終的には巻末に示す予定)。



方策が想定通りに機能していればであれば、モニタリングを継続

図 II-1 「海域のヘルシープラン」全体のフロー

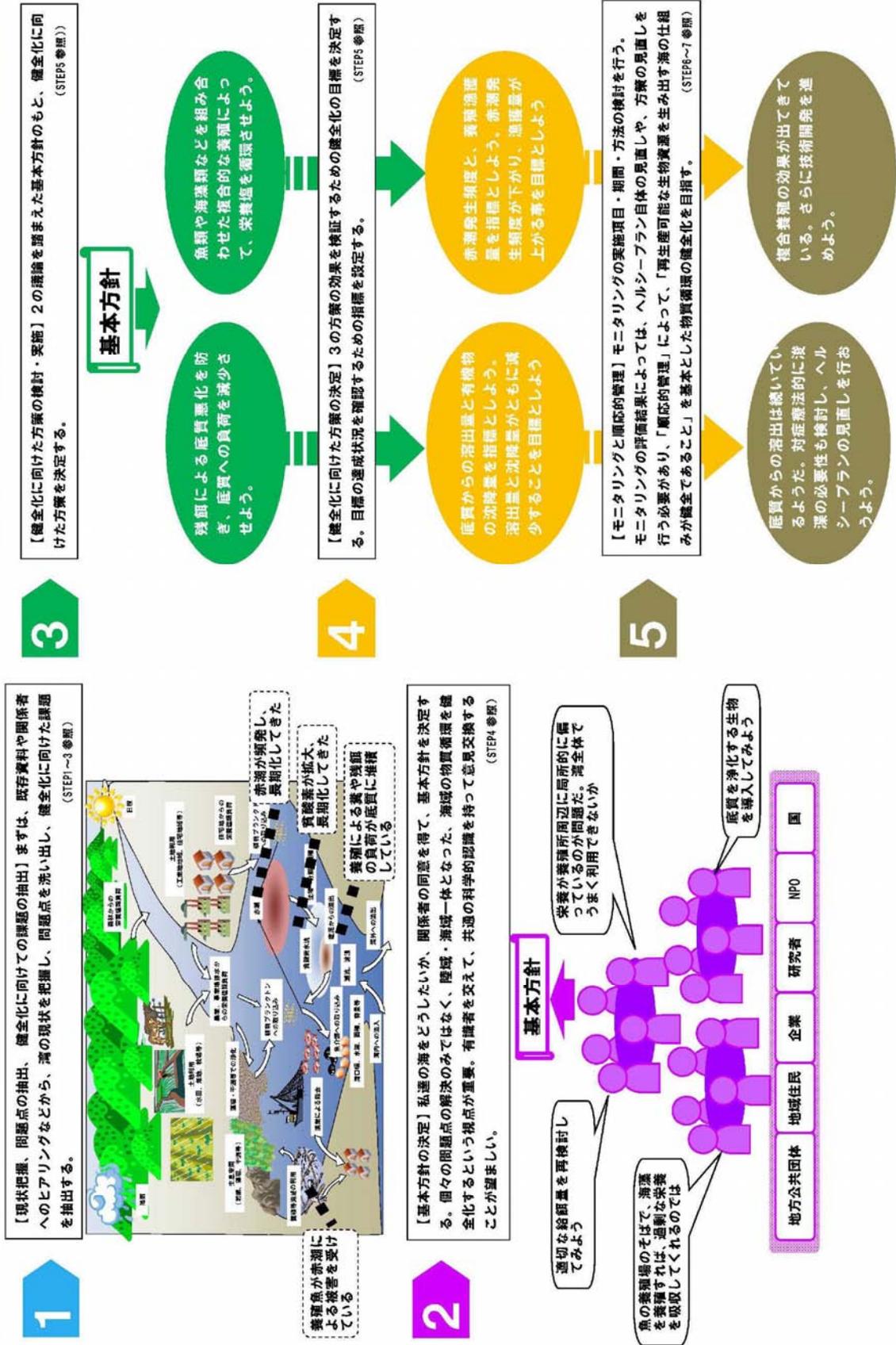
貧酸素や赤潮被害等の問題が発生している場合（陸域からの栄養塩負荷が蓄積された湾）（案）



※最終的には巻末に示す予定

図 II-2 (1) 「海域のヘルシープランの策定からプランの改善までのイメージ

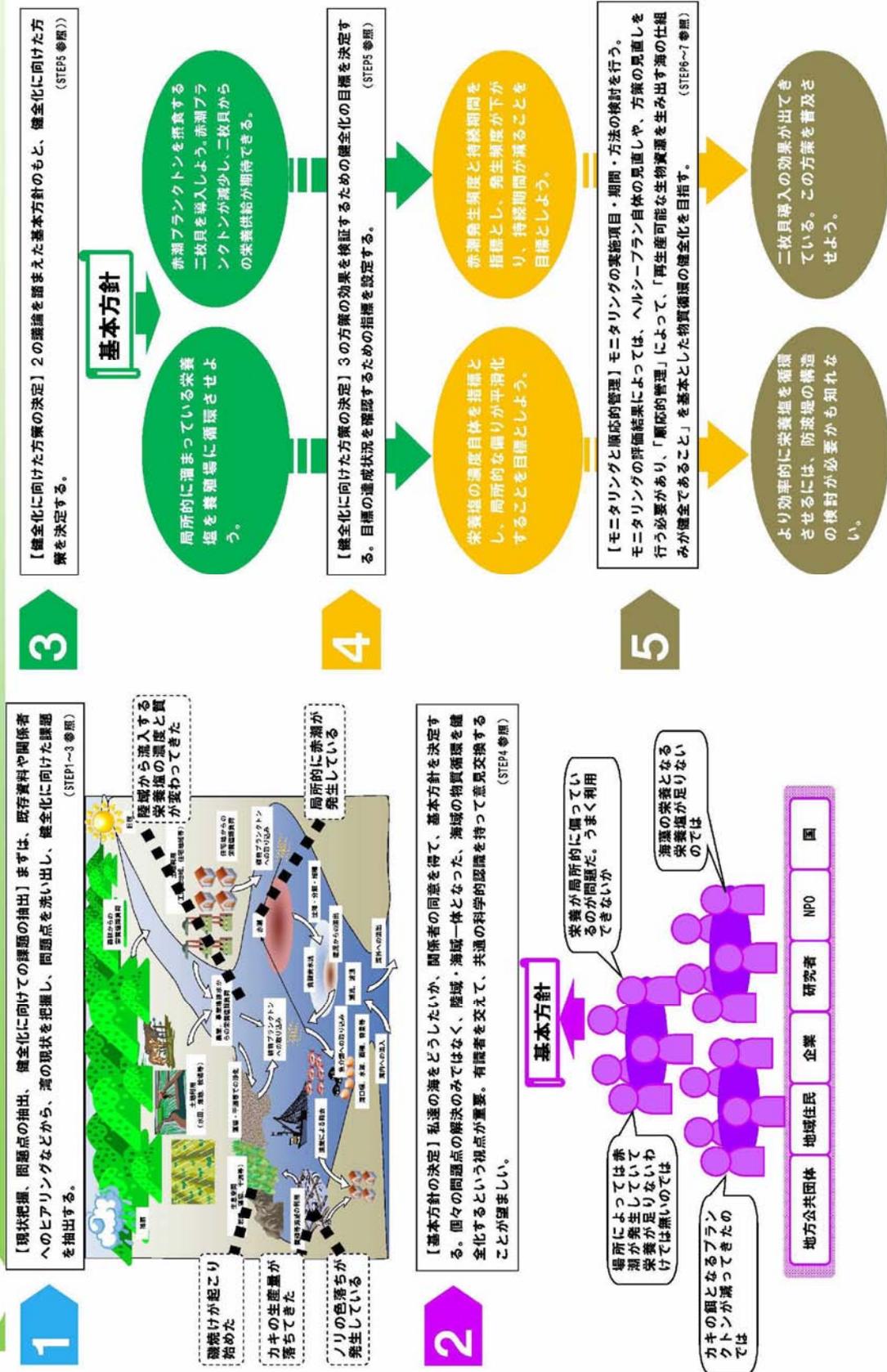
3 底質の悪化や赤潮被害等の問題が発生している場合（給餌養殖業が盛んな湾）（案）



※最終的には巻末に示す予定

図 II-2 (2) 「海域のヘルシープランの策定からプランの改善までのイメージ」

栄養不足や栄養の偏り等の問題が発生している場合（無給餌養殖業が盛んな湾）（案）



※最終的には巻末に示す予定

図 II-2 (3) 「海域のヘルシープランの策定からプランの改善までのイメージ

魚類等高次の生物量が低下している場合（生物生産量が低下している湾）（案）

※最終的には巻末に示す予定

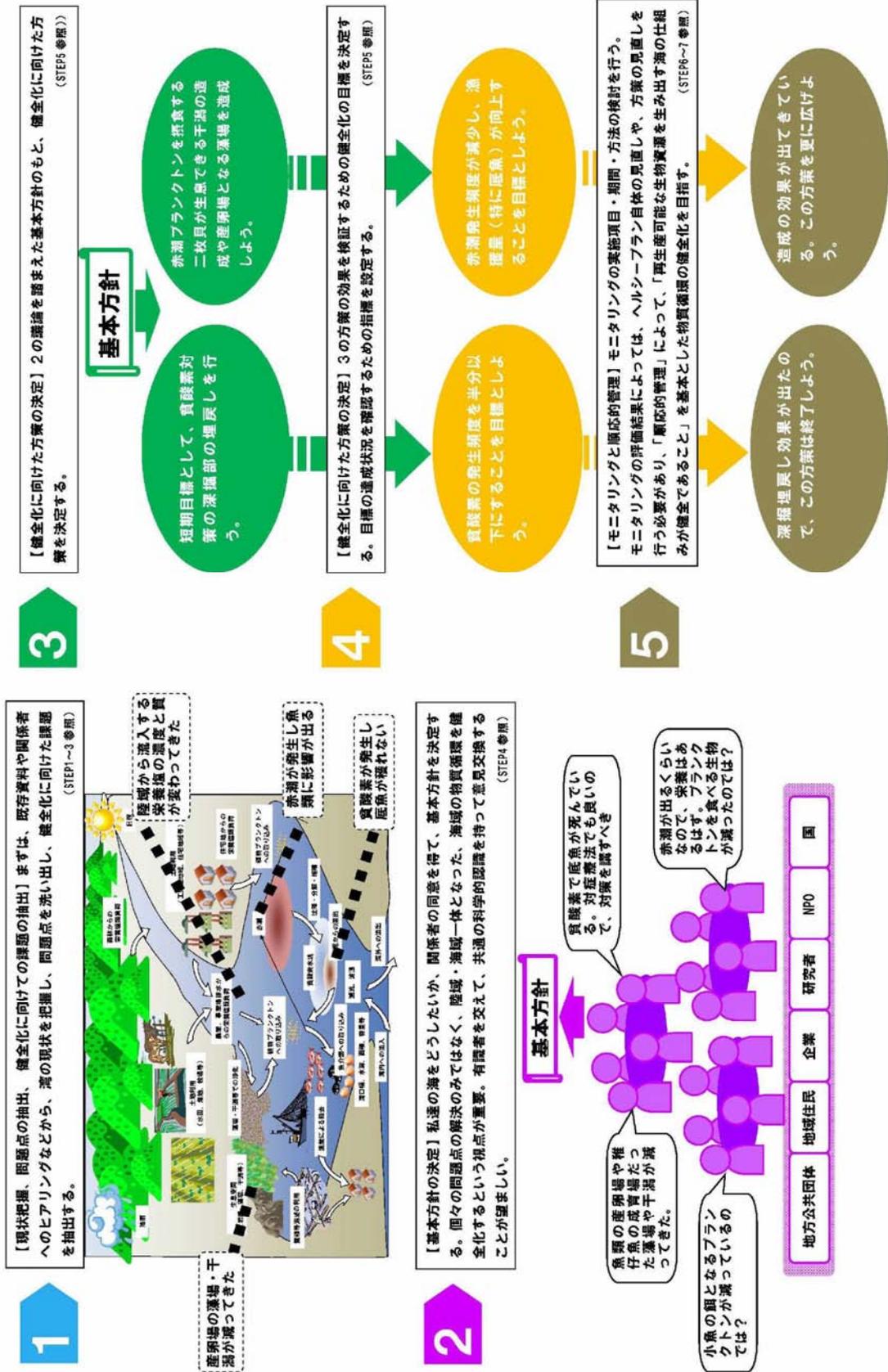


図 II-2 (4) 「海域のヘルシープランの策定からプランの改善までのイメージ」

STEP1 現状把握

1-1 基本情報の把握

物質循環の健全化を目指すためには、まず、対象となる海域の基本情報を把握しておくことが重要である。

効率的に現状を把握するためには、対象となる海域で生じている不具合について、おおよその原因を推測し、その原因に関連する情報から収集整理する。

なお、本手引きで対象とする海域の規模は、主に、全国津々浦々にある閉鎖性の強い「地域の海」を想定している。

【解説】

①基本情報の把握

我が国は南北に長く、沿岸域の地形も様々である。また、沿岸域は陸域からは河川等の流入や、海域（外洋）からは黒潮、親潮等の海流の貫入等様々な影響を受けている。

そのため、物質循環の検討を行う海域について、海域の基本状況を把握し、どのような特徴を有する海域であるか、基本的な特徴を把握しておくことが重要であり、検討対象とする海域の特徴を踏まえた上で、地域の海に必要な基本情報を収集し、検討を進める必要がある。

また、同程度の規模の湾でも、直接外海域に面し黒潮や親潮のような外海の影響を受けやすい湾と、瀬戸内海のように幾つもの湾が隣あい、互いに影響を受けている湾とでは、考えられる対策も自ずと異なってくる。

参考として表 II-1 に、以下のような参考資料から、我が国の海域ごとの水質に係る基本的な特徴を示した。

- ・「日本全国沿岸海洋誌」（日本海洋学会編、東海大学出版会、1985）
- ・「続・日本全国沿岸海洋誌〈総説編・増補編〉」
（日本海洋学会編、東海大学出版会、1990）
- ・「平成 20 年度 全国閉鎖性海湾の海健康診断[®]調査報告書
全国 71 閉鎖性海湾の海健康診断[®]一時診断カルテ」（海洋政策研究財団、2009）
URL: http://www.sof.or.jp/jp/report/pdf/200903_ISBN978-4-88404-221-9.pdf
- ・「日本の閉鎖性海域（88 海域）環境ガイドブック」
（(財) 国際エメックスセンター、2001）
URL: <http://www.emecs.or.jp/japanese/encsea.html>

表 II-1 海域の基本的な特徴

海域		主に水質に係る基本情報
北海道～ 青森	石狩湾	水塊は「外洋水」「沿岸水」「汽水性沿岸水」に大別される。汽水性沿岸水の栄養塩類の濃度が最も高く、春～秋は比較的乏しく、11月以降に増大し、冬季に最大となる。
	噴火湾	冬季な栄養塩類は高濃度であり、鉛直的にほぼ均一である。春季は上層から栄養塩類は減少し始め、秋季まで枯渇状態が続く。春季から秋季にかけて、下層では栄養塩類の蓄積が認められる。春季～夏季煮かけて中層に亜硝酸態窒素及びアンモニア態窒素の極大ピークが現れる。栄養塩類の濃度は、津軽暖流水や親潮系水の流入による影響を受ける。
	陸奥湾	栄養塩類は水平的には湾口部で高い傾向があるが、その他は年間を通じて全湾に比較的一様である。 また、湾中央部の底層は海底面上数 m までで、分布は広くないものの、安定的に存在している。
太平洋側 東北地方	三陸沿岸	三陸沿岸はリアス式海岸であり、宮古以南では湾口の幅に比して奥行きが深く等深線が大きく湾入する。一方、宮古以北では奥行きが小さく等深線が湾入しない。 三陸沿岸の各湾は程度の差こそあれ沖合水（津軽暖流、親潮第1分枝、暖水塊等）の影響を受けており、特に親潮の影響を強く受ける。
太平洋側	東京湾	東京湾の有機物の濃度は外洋に比較して数倍である。また、水深が浅く生物生産が大きいので、プランクトンなどの懸濁態有機物が未分解のまま堆積し、海底から有機物の一部が溶出している状況である。
	相模湾	相模湾は開放型の湾であり、沖合を流れる黒潮によって湾内の水塊の性質は強く支配されている。表層部の栄養塩類は生物活動によって、下層部は黒潮水系の物理的変動に支配される度合いが強い。
	駿河湾	駿河湾は内湾としては日本で一番深い湾である。湾口部も広いため、相模湾同様に黒潮の影響を受ける度合いが大きい。
	伊勢・三河湾	伊勢湾は、水域面積 2,342km ² の規模を持つ我が国最大級の内湾である。湾口部に大小の島々が存在し、かつ、湾内の海底地形が中央域で盆状であることから、外海水との水交換が悪く、汚濁物質が蓄積しやすい。（伊勢湾環境データベースより引用）
瀬戸内海		瀬戸内海は、東西約 400km、南北約 50km、平均水深は約 40m と浅く広い海域であり、多くの湾、灘、島を有している。かつては富栄養化による赤潮が多発し、各種対策が取られたが、近年では貧栄養化も指摘されている。
日本海側	富山湾	富山湾は急に深くなっており、大陸棚の発達が悪い。沖合を流れる対馬暖流と日本海固有冷水の消長、河川水の動向により流況は複雑である。栄養塩類は海面では河川水の増減によって変動が大きく、鉛直方向では 10m 以深では、貧栄養水塊になると報告されている。
九州・沖縄地方	大村湾	大村湾は典型的な袋状海湾であり、大河川の流入もなく、塩分は比較的高い。また、閉鎖的湾形から、潮差も小さく湾内水は停滞気味である。このため、夏季には海底で無酸素状態となるが、その他の層の栄養塩類濃度

		は比較的低い。
有明海		有明海は我が国で最大の潮差と広大な干潟を特徴とする。また、多くの河川が流入し河川からの栄養塩類を負荷するとともに、河口、沿岸域の干潟形成に大きな役割を果たしている。
鹿児島湾		鹿児島湾の沖合には黒潮の分枝流が流れており、湾内海況等に大きな影響を及ぼすと考えられている。湾奥に桜島があり湾奥部で初夏の季節に赤潮が発生している。また、湾奥には海底噴気孔があり、pHやD _O 等の水質に影響を与えている。
沖縄周辺		沖縄周辺には黒潮が流れており、地形的にサンゴ礁に囲まれて遠浅の海となっている所が多い。サンゴ礁海域は貧栄養な海域である事が多いが、近年では農地などから降雨時の高濃度の窒素、りんが表面流出し、下流域の水環境への影響が懸念されている。

②不具合の原因の推定、作業の方向性の検討

検討対象とする海域の基本的な特徴を把握したところで、海域で生じている不具合について調査・検討する事項の方向性をおおまかに決定する。海域での不具合は見当たらないが、地域の海の物質循環の現況を把握したい場合には、次項以降を参考に作業を行う。

本手引きでは不具合、問題点、課題という用語が出てくるが、表 II-2 のように定義して説明する。ただし、図 II-3 に示したように不具合の整理の段階で問題点の抽出も行えることもあるため、不具合と問題点の境界は必ずしも明確でない場合もある。

なお、参考として、我が国で生じている閉鎖性海域の物質循環に係るおおまかな不具合について、検討を進める際の手がかりとして表 II-3 に例を示す。

表 II-2 不具合、問題点、課題の例

分類	説明	例
不具合	生じている被害（実感しているものの）	漁獲量の減少 赤潮による魚類の斃死、景観阻害、悪臭 青潮による魚類の斃死、景観阻害 等
問題点	不具合の原因、もしくは、不具合は生じていないものの、地域が望まない方向に海の状況が変化しつつある事象	赤潮の発生 青潮の発生 透明度の低下 等
課題	問題点を改善するための必要な事象（改善対策を実施すべき事項につながるもの）	（赤潮の発生原因となっている） 過剰な流入負荷、有機物蓄積 等 （青潮の発生原因となっている） 過剰な流入負荷、有機物蓄積、深掘存在 等

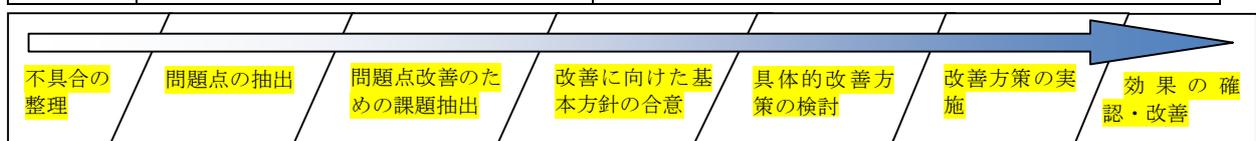


図 II-3 作業の進め方のイメージ

表 II-3 問題点や不具合の検討を始める事項

1. 貧酸素（青潮）の発生（問題点）	
想定される原因	検討を始める事項
<ul style="list-style-type: none"> ・海底に有機物が堆積し、有機物の分解に酸素が使われている 	貧酸素の発生し始めた時期、頻度、規模などを中心に検討を進める
<ul style="list-style-type: none"> ・深掘跡等の存在により、貧酸素化しやすい場所がある 	底質変化の時期、有機物の堆積量、有機物が堆積しやすい場所などを中心に検討を進める
<ul style="list-style-type: none"> ・海水が滞留し、上下層の混合が弱まり、下層に酸素が届きにくい 	
2. 赤潮の発生（問題点）	
想定される原因	検討を始める事項
<ul style="list-style-type: none"> ・底質から栄養塩類が過剰に溶出している ・赤潮プランクトンを摂食する生物が減少 ・栄養塩類を吸収する植物の減少 	底質変化の時期、有機物の堆積量、有機物が堆積しやすい場所などを中心に検討を進める
<ul style="list-style-type: none"> ・陸域から過度な栄養塩類が流入している 	陸域（河川、事業場等）から流入する栄養塩類の濃度の変遷、海域の栄養塩類の濃度の変遷などを中心に検討を進める
3. 魚類等の動物の減少（不具合）	
想定される原因	検討を始める事項
<ul style="list-style-type: none"> ・特に底魚・貝類が減少している場合は、底層が貧酸素化している可能性が高い ・過剰な漁獲による減少 ・産卵、成長、生息場の減少 ・餌生物の減少 	貧酸素の発生し始めた時期、頻度、規模などを中心に検討を進める
<ul style="list-style-type: none"> ・特に浮魚が減少している場合は、栄養塩類が高次の生物に循環していない（食物連鎖が細くなっている）可能性が高い 	生物組成（特に、上位の生物を支える、植物プランクトン、動物プランクトン）の変化を中心に検討を進める
4. 海藻草類等の植物の減少（不具合）	
想定される原因	検討を始める事項
<ul style="list-style-type: none"> ・陸域・外海からの栄養塩類の供給が少なくなっている 	陸域（河川、事業場等）や外海から流入する栄養塩類の濃度の変遷、海域の栄養塩類の濃度の変遷などを中心に検討を進める
<ul style="list-style-type: none"> ・底質悪化が改善し、底質からの栄養塩類の溶出が少なくなっている 	底質変化の時期、有機物の堆積量、堆積している場所などを中心に検討を進める
<ul style="list-style-type: none"> ・生育基盤の減少 ・移入する種子の減少 	埋立て等による生育基盤の変遷、構造物の設置等による流況の変化時期・場所などを中心に検討を進める

本手引きの作成にあたり、実際に「海域のヘルシープラン」を作成するためにモデル地域で検討を行った。

モデル地域は気仙沼湾（宮城県）、播磨灘北東部（兵庫県）、三河湾（愛知県）、三津湾（広島県）の4地域である。

本手引きでは、これらのモデル地域での検討結果の例をケーススタディとして適宜示していくので、参考とされたい。

ケーススタディ

●三河湾の基本特性把握の事例

三河湾では、赤潮や苦潮（貧酸素：三河湾では青潮のことを「苦潮」と呼ぶ。）により漁業被害等の不具合が生じており、赤潮や苦潮といった問題点を改善するため、過去から様々な調査が大規模に行われてきた。また、苦潮等の発生の課題を改善するため、干潟造成等、各種方策も講じられてきた。

これらの方策を通じて、アサリの漁獲量が回復するなど一定の効果が見られたものの、苦潮の発生等の問題点は現在も生じている。

苦潮が発生する原因は、過剰に発生した植物プランクトンが海底に沈み、これが分解されるときに酸素を消費し貧酸素となるとされ、このことは既存文献で見当は付いていた。

しかし、専門家へのヒアリングを行っていくうちに、高次の生物に摂食・捕食されにくい微小なプランクトン（ピコ・ナノプランクトン^{*}）が増えているのではないかと分かってきた。

そこで、三河湾では、特にピコ・ナノプランクトンについて、資料収集や現地調査、ピコ・ナノプランクトンの増殖実験等を通じて、三河湾のヘルシープラン策定に向けて検討を行うこととなった。

^{*}大きさが0.2 μ m~2 μ mのプランクトンを「ピコプランクトン」、2 μ m~20 μ mのプランクトンを「ナノプランクトン」という。通常のプランクトンネットでは採取できず、特殊な顕微鏡等による観察が必要となる。

1-2 調査項目

物質循環の健全化を目指すためには、まず、対象となる海域の基本情報を調査しておくこと必要がある。

物質は河川等を通じて陸域から海域に流入し、海域での物理化学的な作用や生物と関係しながら、様々な影響を受けて循環している。そのため、調査を行う項目は海域のみならず陸域を含めて収集する必要がある。

調査項目は、海に係る自然的な情報に加えて、海の利用に係る社会的な情報についても収集する必要がある。

【解説】

物質循環の状況は、対象とする海域の形状や、外力、生物等によって変わってくる。海域には、陸域や海域から様々な物質が流入するため、流入する物質の発生源及び負荷量を把握することは物質循環の状況を検討するうえで基本となる。

流入する物質の量や質は様々な事象（自然的、社会的）が複雑に関連しており、物質循環の現状を把握するためには、物質循環に関係する自然的・社会的状況を把握しておく必要がある。

また、流入した物質がどのように対象海域外に流出（取り出し）するかを把握することにより、対象海域への物質の流入・流出の収支を検討する材料となる。

特に沿岸域は多種多様な主体により高度に利用されており、対象海域の物質流入・流出に係る状況を把握する上で、利用状況の変遷を調査することは重要である。

図 II-4 に「沿岸の海域の栄養塩類循環のイメージ」を再掲したが、この図を参考として、沿岸の海域への栄養塩類の「流入」－「海中での循環」－「流出・取り上げ」に係る表 II-4 に示した項目について情報を収集する。

このような、物質循環に係る全ての項目を収集整理することは、労力を要するため、不具合や問題点が分かっている場合には、これらに関連する事象を中心として資料を収集する。

海域での不具合は見当たらないが、地域の海の物質循環の現況を把握したい場合には、表 II-4 に示した項目全般について情報を収集する必要がある。

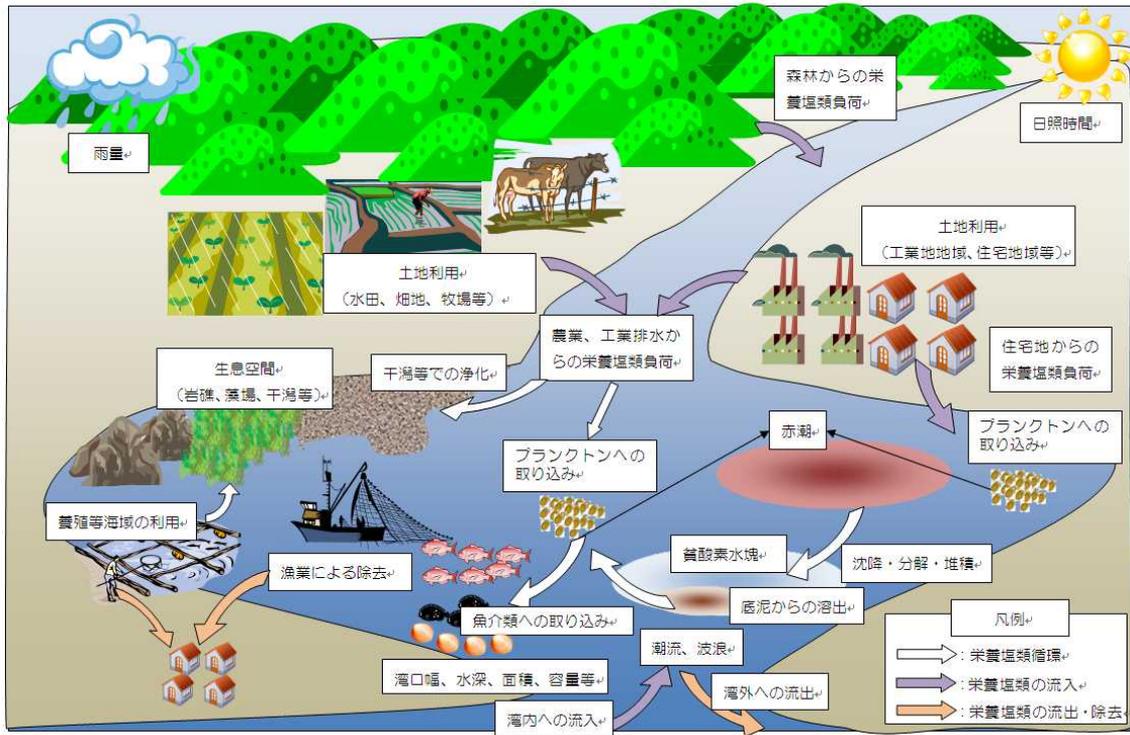


図 II-4 沿岸の海域の栄養塩類循環のイメージ

表 II-4 調査項目の例

流入に係る項目	海中での循環に係る項目	流出・取り上げに係る項目
海域へ流入する水質（生物が利用する栄養塩類を中心とする。T-N、T-P、NO ₃ -N、NO ₂ -N、NH ₄ -N、PO ₄ -P等）	湾内の水質・底質（生物の生産・生息環境に係る物質を中心とする。T-N、T-P、NO ₃ -N、NO ₂ -N、NH ₄ -N、PO ₄ -P、クロロフィルa、フェオフィチン、DO、硫化物等）	湾外への流出する水質（生物が利用する栄養塩類を中心とする。T-N、T-P、NO ₃ -N、NO ₂ -N、NH ₄ -N、PO ₄ -P等）
河川からの流入量・水質・地点	生物の生息空間の状況（藻場、干潟、サンゴ礁等の分布状況）	漁獲量・種（魚介類、海藻草類等）
工場、事業場等からの流入量・水質・地点	動植物の生息状況	
湾外からの流入量・水質	赤潮の発生状況	
	貧酸素の発生状況	
	流況	
	養殖場の分布・利用状況	
共通する項目：湾の地形、海岸の状況（埋立地、自然海岸線、港湾・漁港）等		

なお、モデル地域である三河湾では、調査項目として以下のように基本情報を収集しており(一部改変)、参考として示す。

ケーススタディ

【モデル地域である三河湾の例】

三河湾では、物理的な流動に関係する湾の地形や海岸線の状況を整理し、流動に影響を与える気象や河川の状況、水質そのものの情報や水質に影響を与える社会条件、生物の生息状況や漁獲の状況等について把握している。

1. 湾の成り立ち
 - 1.1 地盤(地形・地質)
 - 1.2 地形(海底地形、水深の変遷、現在の汀線形式)
 - 1.3 人工的な改変(埋立及び海岸線、港湾・漁港)
2. 湾への外力(気象・海象等)
 - 2.1 気候
 - 2.2 気象(気温、降水量、風向・風速)
 - 2.3 流入河川(流入河川位置、流量)
 - 2.4 流況
 - 2.5 外海水の状況
3. 水塊構造
 - 3.1 水温・塩分の分布
 - 3.2 水質分布
4. 底質分布
5. 負荷
 - 5.1 流域範囲
 - 5.2 社会条件(人口、就業者数、出荷額等、土地利用状況、自然公園等)
 - 5.3 沿岸域の利用状況の変遷
 - 5.4 発生負荷量
 - 5.5 負荷の処理状況
 - 5.6 主要河川の負荷(水質、人工構造物、土砂供給と土砂採取)
6. 生物生産(藻場、干潟・浅場、生物)
7. 生じている障害(発生状況、発生メカニズム、被害状況)
8. 漁業(漁業経営体数、漁獲量、漁業による窒素・リンの回収)
9. 攪乱(主要な風水害、地震及び津波、台風及び高潮、洪水等)
10. 流域における施策の実施状況(海域を含む)

1-3 調査期間

最新の知見を収集することが基本となるが、物質循環の状況の把握においては、これまでの変遷を把握することが重要である。

【解説】

海域で発生する問題点や不具合は、自然的・社会的状況の変化の積み重ねが原因の一つとなって生じる。そのため、対象とする海域において、これまでどのような変化が生じてきたのか、その変遷を把握することは、物質循環の変化の原因を検討する手がかりとなる。

海域の状況が変化し始めた時期は、最新の知見（地域の環境白書、論文等）を収集し推定する。地域の環境白書には、環境上の問題や講じた施策、環境の変化に係る人為的改変等が年表形式で巻末に記されている場合もあり、過去からの変遷を調べる際にも参考となる。

海域の状況が変化し始めた時期が推定できた段階で、変化が起こる以前から（基本的には過去のデータが存在する時点から）現在までの既存資料を収集し、対象海域で生じた、自然的・社会的変遷を把握する。

ケーススタディ

【モデル地域での実際の事例】

モデル地域では、調査項目により収集できる年代は異なるが、おおよそ以下の年代から情報を収集することにより、変遷を把握できた。

●気仙沼湾（不具合の問題点がある程度見当が付いている例）

1950年代から現在に至るまでの情報を収集

- ・湾奥では1950年代から底質の悪化が進み、1970年代初頭には湾奥～湾央で水産用水基準を超過していた。
- ・1976年から1987年にかけて、湾奥において大規模な浚渫が実施されていた。延べ浚渫面積は32万m²、総浚渫土量は19万m³にのぼる。
- ・湾奥には1960年代以前には、約39haの干潟が存在したが、現在では消失している。

●播磨灘北東部（改善したい項目（課題）がある程度絞り込めている例）

1960年代から現在に至るまでの情報を収集

- ・かつては下水道整備率が低く（1980年代で40%程度）、加古川の栄養塩類濃度は高かった（T-N：約3.0mg/L）。近年の下水道整備率の上昇（90%程度）や総量規制等の成果により、河川（加古川）のT-Nは、最も高かった頃の3分の1程度まで減少した。
- ・栄養塩類濃度が高かった1980年代は赤潮の発生回数も50回/年と多く、近年は20回/年程度に減少した。

●三河湾（多様な変化が生じており、不具合の原因が複雑な例）

1960年代から現在に至るまでの情報を収集

- ・1960～1970年代に、干潟・浅場の減少、陸域からの流入栄養塩類の増加、河川における人工構造物の設置といった三河湾の環境を変化させる可能性があるインパクトがあった。
- ・1970年代に基礎生産（植物プランクトン）の増加、貧酸素水の発生範囲の拡大が起きた。同時期に干潟・浅場の減少が起こっていた。

●三津湾（生物の成長が鈍化しているが、問題点が不明である例）

1950年代から現在に至るまでの情報を収集

- ・流域の状況について見ると、1950年代からゆるやかに流域の人口が減少し、下水道が2007年から稼働を始める。
- ・海域環境の変化としては、1950年代から1970年代にかけて、沿岸整備の推進や干拓事業が実施されてきた。カキ養殖は1960年代にかけて急速に展開したが、以後、収穫量は概ね横ばいとなっている。
- ・生物に着目すると、1980年代からアサリが急激に減少し、底魚を含めた漁獲量も1990年代まで減少傾向を示し、その後ゆるやかに回復している。特にアマモの繁茂が2000年代後半から急増している特徴がある。

1-4 調査方法

調査方法は、既存資料から情報の収集を行うことを基本とする。また、必要に応じて、関係機関や地域の有識者等にヒアリングを行うことが望ましい。

【解説】

物質循環の状況を把握するためには、自然的・社会的に多岐にわたる情報収集が必要であるが、実際に現地調査を行うには時間も費用も要する。

そのため、既存資料により情報収集を行い、情報が収集できない項目等が出てきた段階で、関係機関や地域の海の情報を有している有識者等からヒアリングにより情報を収集すると効率的である。

物質循環状況の検討に必要な資料は、様々な機関から公表されており、表 II-5 に主な調査項目とデータの公表元を参考として示す。

表 II-5(1) 主な調査項目とデータの公表元

項目		詳細項目	データの公表元
流動・物質循環に共通の情報			
地形	基本的な情報	水深・海岸線	海図（海上保安庁） 深浅調査（港湾部局等） JODC 統合水深データセット（日本海洋データセンター： http://www.jodc.go.jp/index_j.html ）
流動場を把握するための情報			
淡水流入量	河川	流量	河川整備基本方針、河川整備計画、流量年表、 水文水質データベース（国土交通省： http://www1.river.go.jp/ ）
	工場、事業場、 下水処理場からの流入、海水の取排水		発生負荷量等算定調査（環境省）、環境部局資料
流況、水温・塩分、潮位	流況	流向、流速、潮流調和定数	港湾部局資料、海上保安庁資料
	水温、塩分	水温・塩分	広域総合水質調査（環境省： http://www2.env.go.jp/water/mizu-site/mizu/kouiki/kouiki_top.asp ） 浅海定線調査（水産庁）
	潮位	潮位、基準面高さ	気象庁データ （ http://www.data.kishou.go.jp/kaiyou/db/tide/dbindex.html ）

表 II-5(2) 主な調査項目とデータの公表元

項目		詳細項目	データの公表元
物質循環系を把握するための情報			
流入負荷量	河川	生物が利用する栄養塩類を中心とする。T-N、T-P、NO ₃ -N、NO ₂ -N、NH ₄ -N、PO ₄ -P 等)	河川部局資料
	工場、事業場、下水処理場からの負荷		事業場ヒアリング 水質部局資料等
水質、底質、生物量等の存在量に関わる情報	水質	各項目（特に生物の生産・生息環境に寄与する物質を中心とする。T-N、T-P、NO ₃ -N、NO ₂ -N、NH ₄ -N、PO ₄ -P、フェオフィチン、DO、等)	公共用水域水質測定結果（環境部局） 広域総合水質調査（環境省） 浅海定線調査（水産庁）
	生物	生物（水産資源含む）	水産試験場・水産部局資料、浅海定線調査 農林水産統計年報（農林水産省・水産部局： http://www.maff.go.jp/j/tokei/index.html ）
		植物プランクトン、クロロフィル a	公共用水域水質測定結果（環境部局） 広域総合水質調査（環境省） 浅海定線調査（水産庁）
		動物プランクトン	水産試験場、水産部局資料
		藻場、干潟、サンゴ礁等の面積	自然環境保全基礎調査（環境省： http://www.biodic.go.jp/kiso/fnd_list_h.html ） 航空写真（国土地理院）
底質	各項目（硫化物等）	公共用水域水質測定結果（環境部局）	
社会的状況を把握するための情報			
人口	流域の人口密度、人口の変遷		自治体統計書、国勢調査結果
産業	産業別就業者数、出荷額		政府統計の総合窓口（e-Stat）（独立行政法人統計センター： http://www.e-stat.go.jp/ ）
土地利用状況	宅地、農用地、森林、その他		自治体統計書 政府統計の総合窓口（e-Stat）（独立行政法人統計センター： http://www.e-stat.go.jp/ ）
	埋立ての状況		自治体港湾計画 地形図、航空写真（国土地理院）
	自然公園		自治体資料、自治体環境白書
下水道	し尿処理人口、下水道普及率・接続率		下水道部局資料
施策	既往の環境改善等各種施策		国資料、自治体環境白書 環境技術実証事業（環境省： http://www.env.go.jp/policy/etv/ ） 新技術情報提供システム（国土交通省： http://www.netis.mlit.go.jp ）

1-5 取りまとめ方法

収集した資料を時系列的に比較し、沿岸の海域で生じたイベントと自然的条件、社会的条件等の比較を行うことが基本である。その際、「再生産可能な生物資源を生み出す海の仕組みが十分に機能しているか」という視点から整理する。

【解説】

先に述べた通り、海域の不具合は様々な問題点が重なりあって生じている。

どのような問題点が重なりあい不具合が生じたのか把握するためには、収集した情報を横並びで見て時系列的に比較検討し、それぞれの問題点の因果関係が視覚的に表現するとよい。

その際、社会的な情報、自然的な情報の両方の情報を並べて比較することにより、どのような社会的な状況の変化が自然環境の変化と関係がありそうか、おおまかに把握することが可能になる。

ケーススタディ

【モデル地域での実際の事例】

モデル地区では以下のように整理がなされている。

●気仙沼湾の取りまとめ例（ある程度問題点が把握できている例）

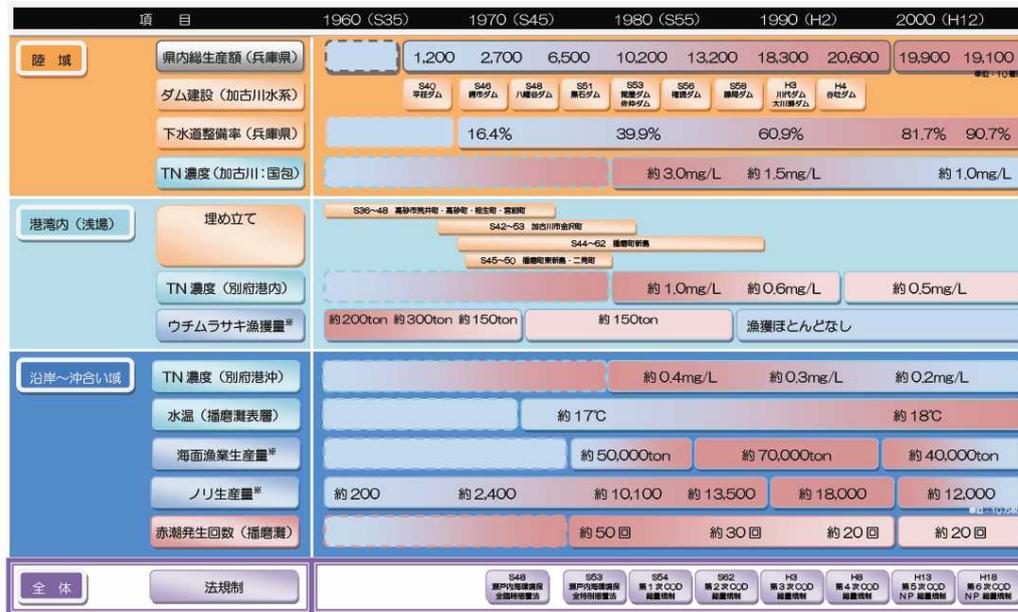
気仙沼湾では、過去に水質悪化による大規模浚渫が行われたことがわかっており、この以前から環境が悪化していたと想定されたことから、「悪化期」、「対策期」、「改善期」に分けて、どのような社会状況の変化と環境が変化したかを時系列的に取りまとめられている。

		悪化期		対策期		改善期	
項目		1950年代	1960年代	1970年代	1980年代	1990年代	2000年代
インパクト		流入水質の悪化（ペド等） ※ペド：油分と蛋白質を含む粘着性の物質 ●干潟（約39ha）の消失					
湾内の環境	水質	CODピーク		やや低下	低下し、安定		
		水質悪化（ペドの流入）		T-Nピーク	やや低下	減少傾向	
				T-Pピーク	低下し、安定		
	底質	緩やかに悪化	著しく悪化	湾全体では横ばいに推移 (湾奥～湾奥では悪化傾向)			
貧酸素の発生 (DO4.3mg/L以下)		1970年代以前の発生状況不明		湾奥～湾奥で発生		1990年代以降減少 (現在でもほぼ毎年発生)	
	赤潮の発生	赤潮発生開始 (毎年発生)		湾奥を中心に発生		1990年代以降減少 (現在でもほぼ毎年発生)	
養殖業	湾奥でカキのへい死、ノリの枯死 湾奥（鼎浦湾）の漁場環境の悪化	ノリ・カキ生産量の減少 湾奥の漁場消失 →湾奥から湾口へ漁場が移動		養殖種を変えつつ、生産量増加傾向 ●赤変カキ発生 (底生魚介類の漁獲量は低下傾向)			
対策	下水道整備（1984年供用開始） 大規模浚渫（湾奥）1978年～1987年 排水規制（1971年一律排水基準、1972年県特別排水基準）						

（平成 22 年 12 月時点での整理結果）

● 播磨灘北東部の取りまとめ（想定された課題を中心にまとめた例）

播磨灘では、貧栄養（T-Nの濃度減少）の改善が課題の一つとなっていることから、T-Nの濃度と関わりのある要素について、時系列的に示している。また、陸～沖合のT-Nの濃度変化にも着目している。

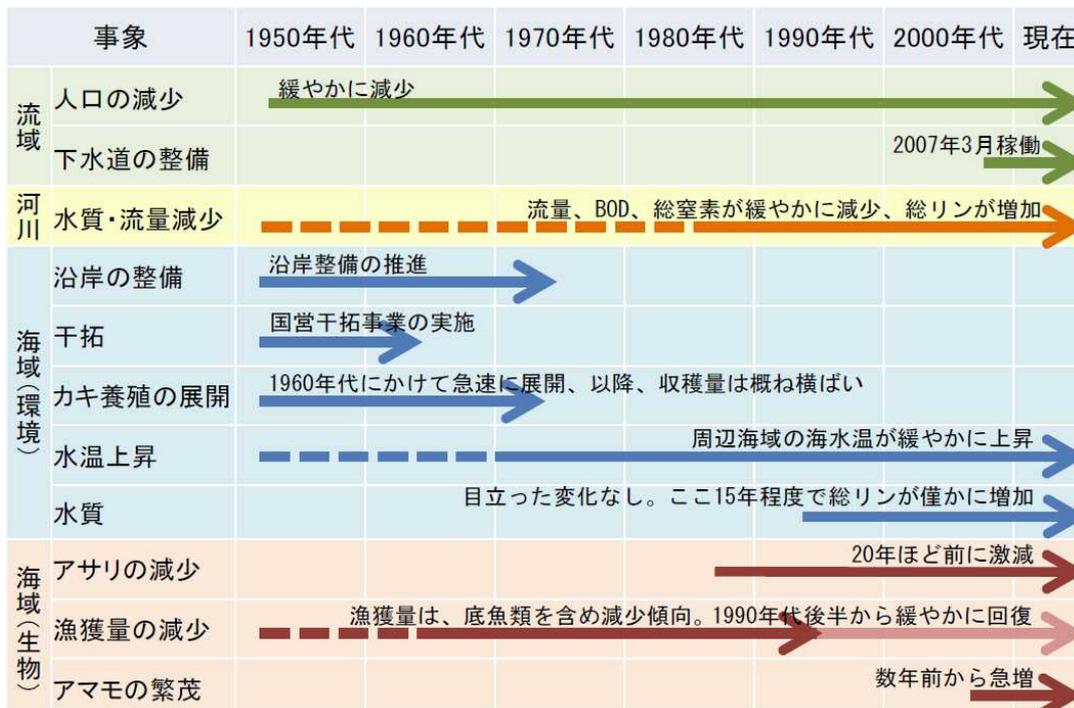


データなし（調査が実施されていない、未取得等）： []

*ウチムラサキ漁獲量：播磨地区
海面漁業生産量：兵庫県（瀬戸内海区）
ノリ生産量：兵庫県

● 三津湾での取りまとめ（生物の成長（魚介類）との関係に着目して整理した例）

三津湾では、数年前から底層付近におけるカキの斃死やアサリの減少など生物の成長が鈍化しているとされてきた。既存文献に加えて、漁業者へのヒアリング等も行い、アサリの減少やアマモの繁茂状況についても整理がされている。



STEP2 問題点の抽出

既存資料や、ヒアリングの取りまとめ結果から地域で生じている不具合の原因となっている問題点の抽出を行う。

なお、不具合の原因となる自然的条件や社会的条件との関係性が不透明な場合には、必要に応じて現地調査や数値シミュレーションによる解析を行うことが望ましい。

【解説】

ここまで、情報の収集・整理を行うと、対象とする海域で生じてきた自然的・社会的変化と海域で生じている不具合の概要が把握できてくる。

そこで、「1-1 基本情報の把握」において想定した不具合の原因となっていると物質循環上の問題点の抽出を行う。

なお、「1-1 基本情報の把握」において、不具合の原因となっている問題点が既に分かっている場合には、STEP3 に進む。

ケーススタディ

【モデル地域での実際の事例】

●気仙沼湾での例（ヒアリングを通じて新たな問題点が見えてきた例）

気仙沼湾での問題点として、湾奥部の水質や底質の悪化が挙げられていた。当初、湾奥部の水質や底質の悪化の課題の1つとして、河川や事業場等の陸域からの流入負荷を想定していた。

既存資料調査や関係機関へのヒアリングを通じて、水質悪化の課題として、漁船の船倉排水（漁獲物の血液等が混じった排水）からの負荷も考慮する必要があることが浮かび上がった。

●播磨灘北東部での例（既存資料から栄養塩類のバランスの崩れが見えてきた例）

播磨灘北東部の不具合として海域が貧栄養状態となり、動植物の成長が鈍化（生態系が細くなった）し、ノリ等の漁業生産にも影響が出ている不具合が挙げられた。

既存資料を整理した結果、海域でも港湾内（埋立地の背後滞留域）では栄養塩類が過剰にあり、沖に向かうにしたがい、貧栄養状態となっており、港湾内と沖との間で水平的に栄養塩類のバランスが崩れていることが問題点であることが分かってきた。

●三津湾での例（ヒアリングを通じて新たな不具合が見えてきた例）

三津湾では、不具合として底層付近のカキの斃死が挙げられ、底層付近の貧酸素化が問題として想定された。

漁業者へのヒアリングを行ったところ、カキについては食害の影響も大きいとの不具合や、カキ以外にアサリについても20年前ほどから激減していることなどの不具合が浮かび上がった。

「1-5 取りまとめ方法」において、時系列的に情報を整理し、どのような自然的・社会的変化が積み重なって、海域に不具合が生じてきたかを整理した。この整理結果を基に物質循環に係る「関連図」を作成することにより、不具合の原因となる問題点の抽出を行う。

なお、数値シミュレーションを実施した場合、物質循環の状況が定量的に把握できるため、可能であれば実施することが望ましい。

【関連図の作成】

①インパクト・レスポンスフロー図（モデル地域の事例（気仙沼湾、三津湾参照））

インパクト・レスポンスフローは、ある原因（インパクト）が引き起こす結果（レスポンス）を検討し、その因果関係を図としてつなげていくものである。

そのため、不具合が把握できている場合、不具合を中心に置き、関連する事象をつなげていくと、関連する事象が可視化され、問題点を抽出しやすい。

②構造図（モデル地域の事例（三河湾参照））

不具合は生じているが、その原因となる問題点が見えづらく、どこに問題があるのか不明確な場合には、まず、物質循環がどのような状態であるのか、物質循環に係る要素同士のつながりを考えた物質の流れの構造図を作成し、過去と現在の比較により、構造のどこに違いが生じてきたかを把握することにより、問題点が浮き彫りとなってくる。

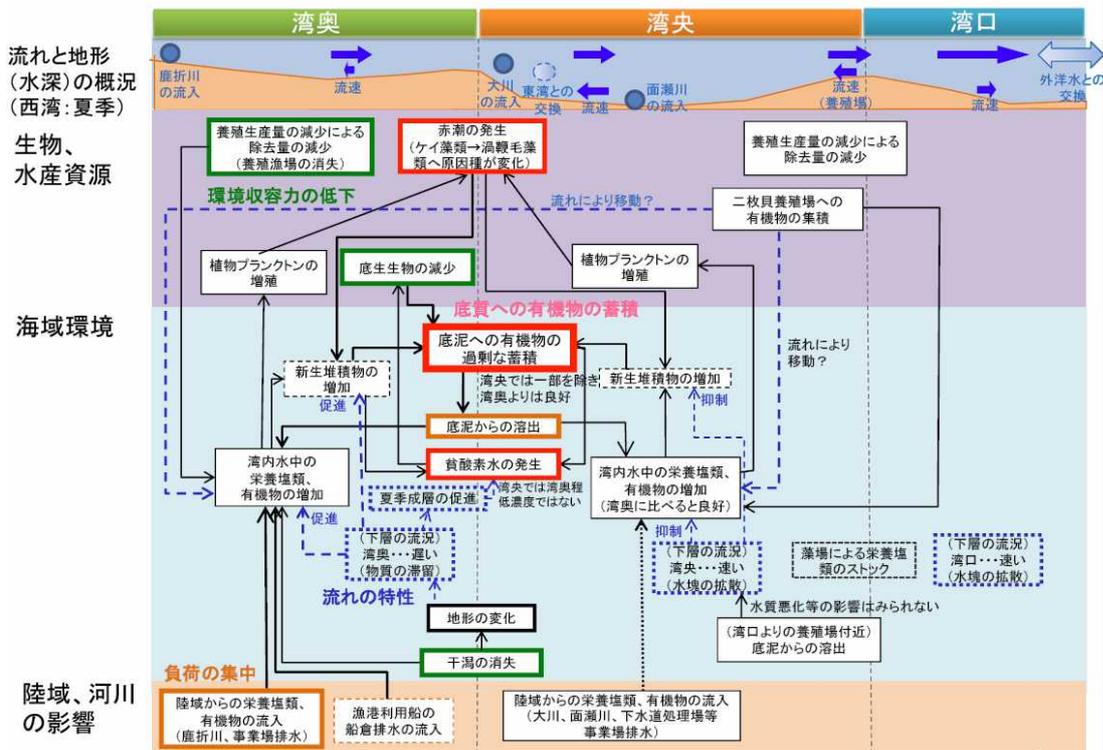
ケーススタディ

【モデル地域での実際の事例】

● 気仙沼湾のインパクト・レスポンスフロー

気仙沼湾では、「底泥への有機物の過剰な蓄積」や「貧酸素水の発生」を問題点の中心に置き、この問題に関連する事象を定性的に関連付けている。

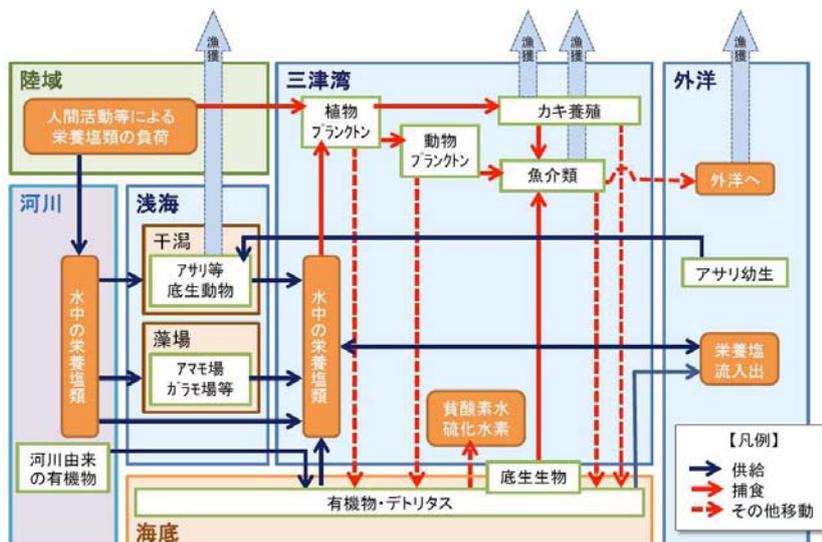
さらに湾奥、湾央、湾口という地形的な特徴も考慮し、物質がどのように循環しているのかを模式化している。



● 三津湾のインパクト・レスポンスフロー

三津湾では、漁獲による取り上げに関連する事象を定性的に関連付けている。

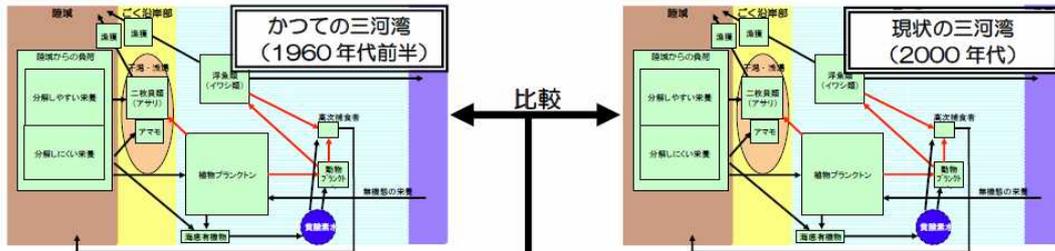
また、瀬戸内海の一部の湾であることから、外洋（瀬戸内海）との関係にも着目して問題点を抽出しようとしている。



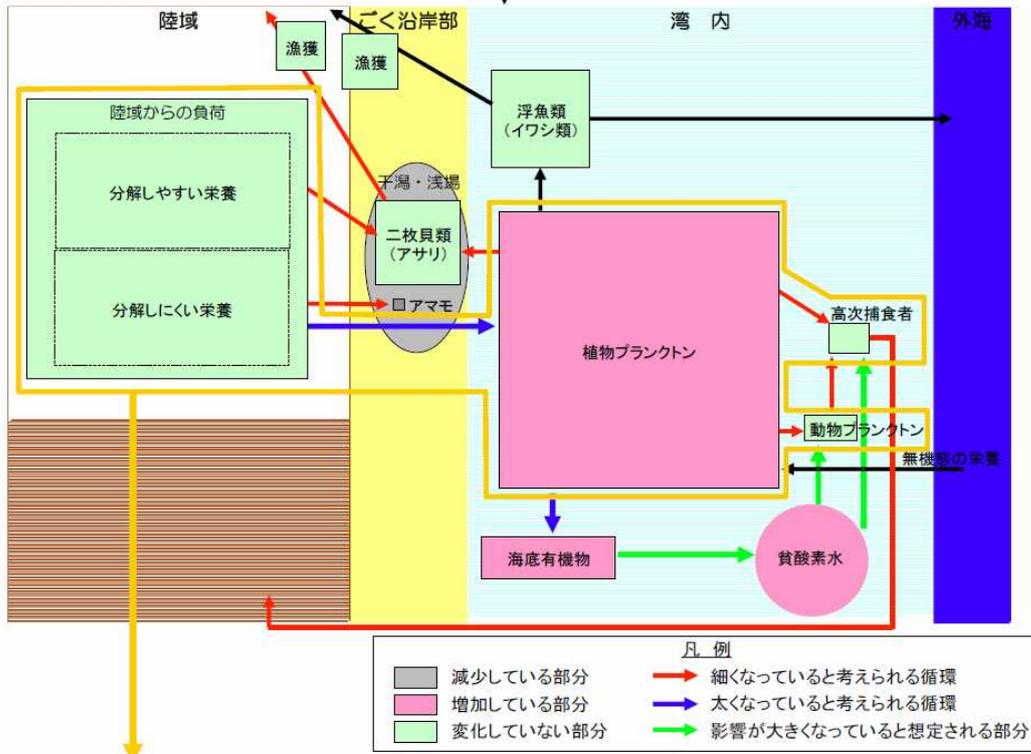
●三河湾の構造図の比較図

三河湾では陸域から海域にかけての物質循環の構造図の作成を過去と現在について作成している。

それぞれの構造図の比較を行うことにより、物質循環のどこに変化がでてきたのか、問題点の抽出を行っている。

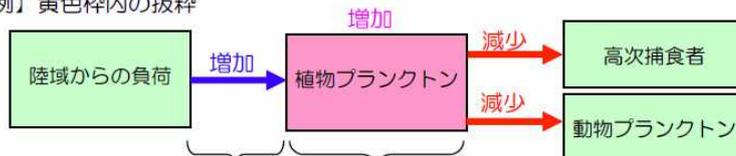


1. 各年代の図を比較し、変化箇所を解明する



2. 比較結果(変化図)から滞りが生じていると考えられる箇所を見極め、滞りの有無を検討する

【例】黄色枠内の抜粋



滞り箇所 a 滞り箇所 b

→滞り箇所 a, b のどちらか、または両方で滞りが生じていると考えられる。

その他の循環についても同様に検討を進め、物質循環全体の中で滞りの生じている箇所を明らかにする。

③インパクト・レスポンスフローの定量的な把握方法

図 II-5 に全国の閉鎖性海域で一般的に見られるような基本的な物質循環のフローを示した。①に示したインパクト・レスポンスフロー図は、定性的に関連を見るのに適しているが、図 II-5 に示すような物質循環のフローを作成し、各要素（図中の□囲みや○囲み）の栄養塩類のストック量と、「→」で示した流れの移行量を記載していくと、定量的に物質循環の状況を把握でき、どこで物質が過剰・不足しており、どこで滞っているのかを視覚的に認識することができる。

ただし、物質循環フローを作成するためには、既存の情報が少ない場合には、詳細な現地調査を行う必要があるため、必要に応じて、フロー図の簡略化等を行い定量的に把握するとよい。

図 II-5 は一般的なフローであるため、地域によっては図 II-5 の各要素の中をさらに細かく分類する必要も生じるものと考えられるので地域の実情に応じて、各要素をクローズアップしたフロー図の作成も行うとよい。

例えば、モデル地域である三河湾では、微小プランクトン（ピコ・ナノプランクトン）が基礎生産としても重要であるとわかってきており、これに着目すると図 II-6 のようなフローが考えられる。

底質環境の悪化が問題となっている海域では、有機物の沈降と、底質からの栄養塩類の溶出を要素として取り入れた図 II-7 のようなフローが考えられる。

播磨灘北東部では、陸域から流入する栄養塩類について、生物に利用しにくい形態（難分解性）が増えているとの指摘もあり、栄養塩類の形態も要素として取り入れると図 II-8 のようなフローが考えられる。

このような図を作成し、それぞれの矢印や要素に栄養塩類のフロー量やストック量を当てはめていくと、定量的に物質循環の状況を把握できる。

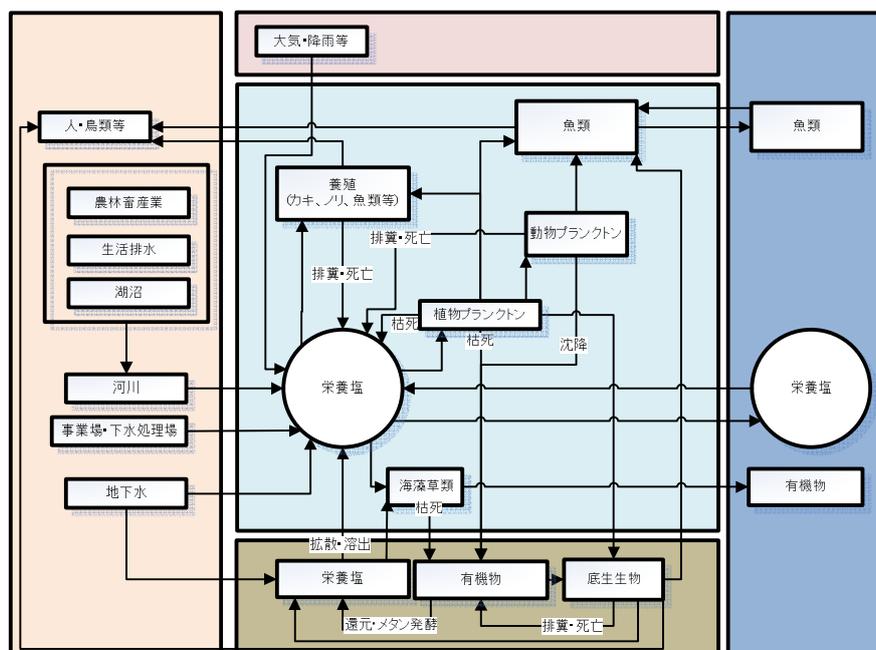


図 II-5 閉鎖性海域の物質循環の大枠

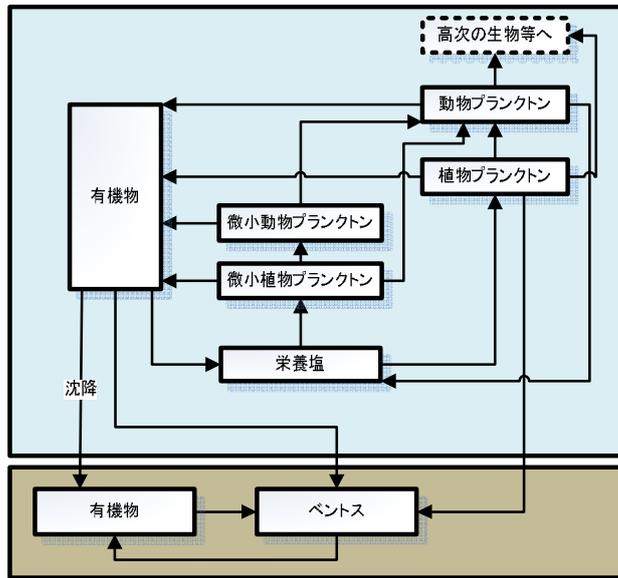


図 II-6 物質循環に関連する要素（微小プランクトンに着目したパーツ）

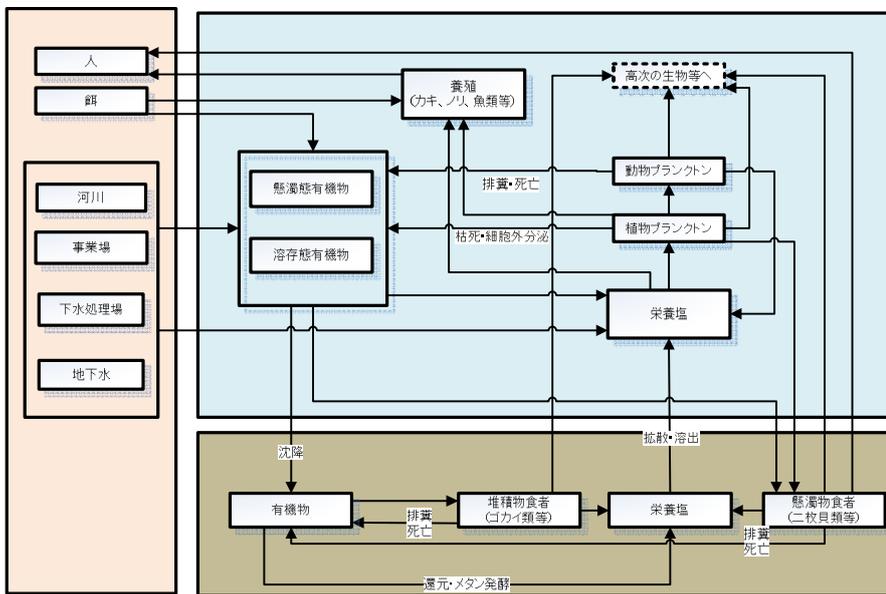


図 II-7 物質循環に関連する要素（底質の悪化に着目したパーツ）

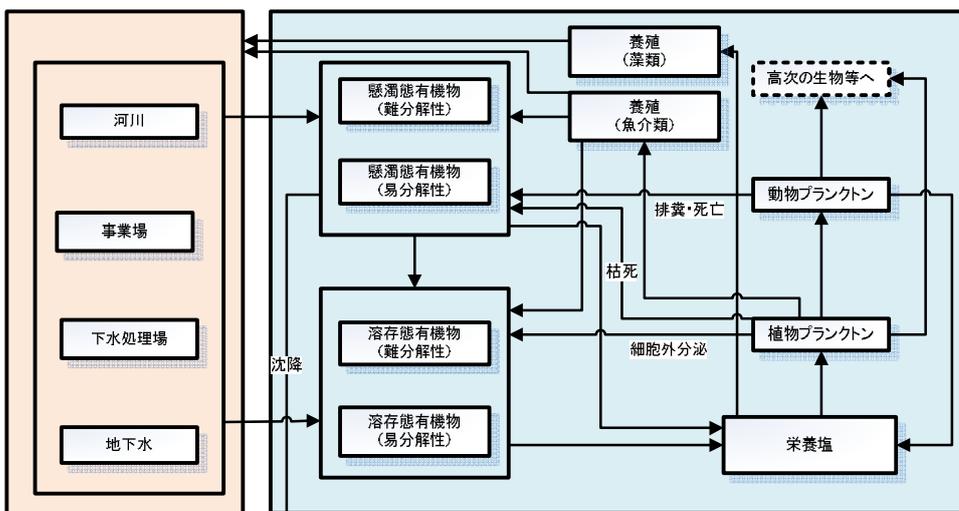


図 II-8 物質循環に関連する要素（栄養塩類の形態に着目したパーツ）

【数値シミュレーションの実施】

物質循環の状況を定量的に把握するには数値シミュレーションの実施が適している。数値シミュレーションは海域に関わる主要な物質の循環過程と構成要素を踏まえて構築するものであり、数値シミュレーションモデルを構築して計算を実施することにより、対象とする海域における主要な物質循環状況を定量的に明らかにすることができる。これらの結果は海域の物質循環の理解や不健全な状況のメカニズムの理解に有益な情報となるものである。

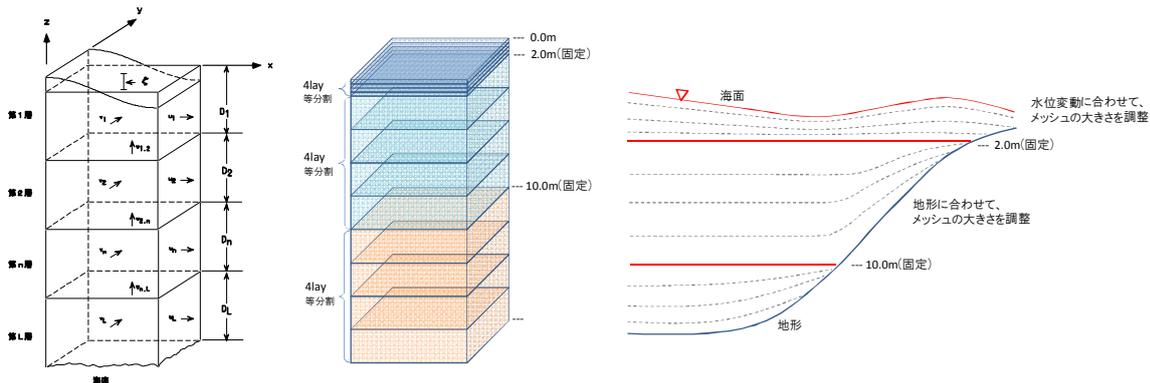
物質循環を把握するための数値シミュレーションは、①流動モデル、②生態系モデルの大きく2つのパーツからなり、モデルを構築する上では、沿岸域の特徴を考慮して構築する必要がある。

①流動モデルの構築に関する留意点

河川等からの淡水流入がある場合、淡水は海水に比べて密度が小さいため、海水の表層を薄く広がる性質がある。そのため、表層で生じる現象に着目する必要がある場合には、モデルにおいても表層の計算を詳細に行う必要がある。

また、潮汐によって水位が変化することから、潮汐による変化も考慮できるモデルとする必要がある。

例えば、一般的に用いられる多層レベルモデルに比べ、表層の変化をより詳細に計算できる一般座標系による層の構築なども考えられる（図 II-9）。



多層レベルモデルの例 一般座標系の例（水位変動に合わせて計算格子の厚さも変化するのが特徴）

図 II-9 表層に着目した計算格子の例

②生態系モデルの構築に関する留意点

栄養塩類の循環状況を把握するためには、栄養塩等の濃度の変化に応答する動植物の増殖、底質浄化機能や底生生物相の回復、これらの相互作用が及ぼすさらなる水質変化といった相乗効果についても考慮できることが必要である。

そのため、構築するモデルは、動植物、底生生物、有機物、無機栄養塩類、溶存酸素など閉鎖性海域における物質循環を考える上で主要な役割を担っている要素で構成し、海域における水質や底質、海棲生物の相互作用を窒素、りん及び炭素の生態元素で表現可能なものとし、浮遊生態系（水質）と底生生態系（底質および底生生物）を同時に解析できるモデル構造を有する水質-底質結合生態系モデルであることが望ましい（図 II-10）。ただ

し、現時点の生態系モデルでは、魚類等の高次の生態系も含めた計算には限界があり、海域のすべての現象がモデルにより解析できるわけではないことに留意する必要がある。

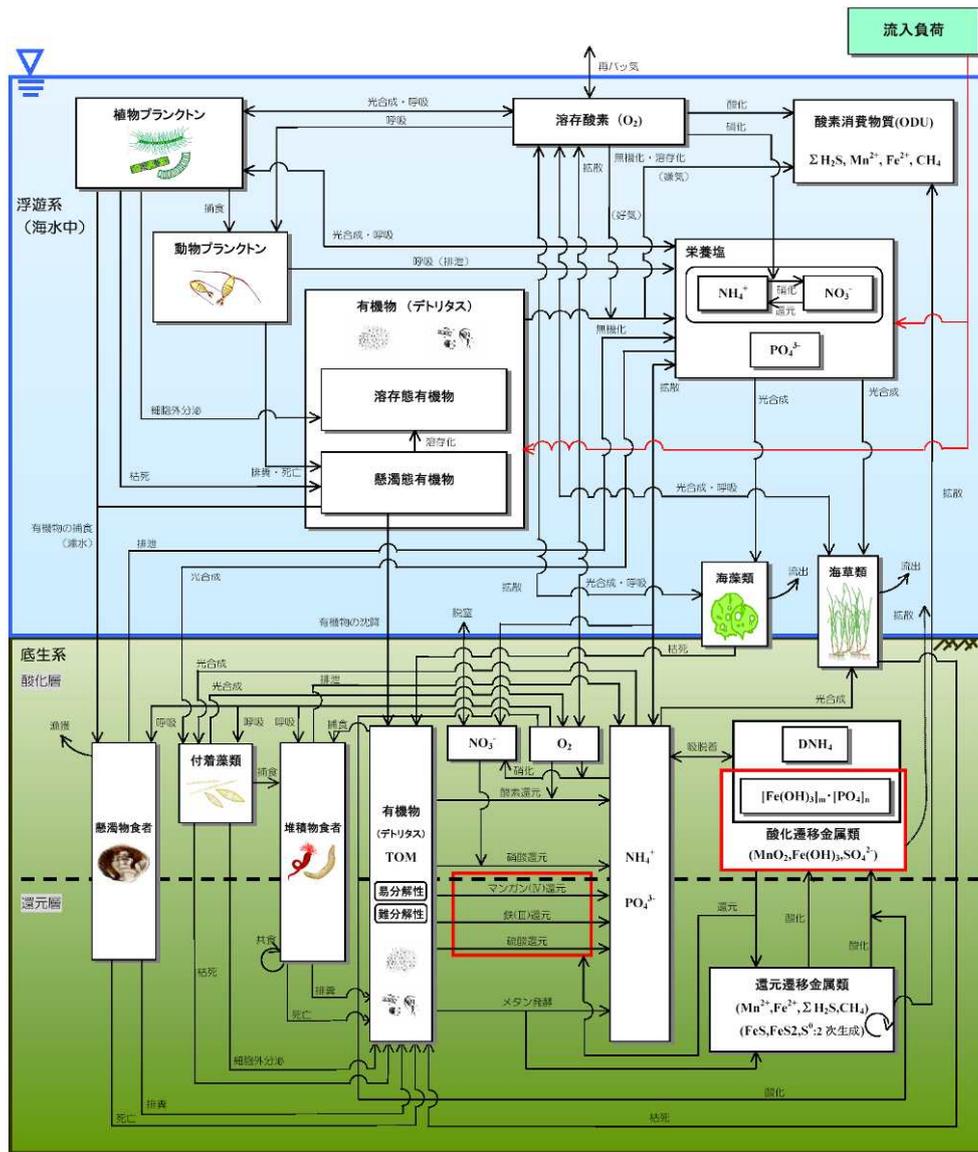


図 II-10 水質-底質結合生態系モデルの例

STEP3 健全化に向けた課題の抽出

抽出した問題点について、物質循環健全化の観点から有効な対策を検討することを目的として、問題点に係る自然的条件や社会的条件との関係性を整理し、物質循環の健全性を損ねており、改善すべき課題を抽出する。

【解説】

不具合の原因となっている問題点が抽出できたところで、この問題点を改善するための課題の抽出を行う。

改善の考え方は、あくまで、物質循環自体を健全化することにより、結果的に不具合が持続的・自律的に解決できるような課題を抽出することが重要である。対症的・個別的に課題を改善することも必要ではあるが、例えば、貧酸素が問題点となっている海域で、「貧酸素を発生させない」＝「物質循環を健全にする」とは一概には言えない。

しかし、既に深刻な問題点がある場合には、対症的・個別的に問題点に対する対策を講じることも必要であり、このような場合には短期的な課題として抽出することもあり得る。

例えば、漁業被害という不具合の原因として、赤潮の発生という問題点があった場合、これを改善するための課題は、「過剰な流入負荷」、「底質からの栄養塩の溶出」、「プランクトン捕食者の減少」等があげられる。

これらの課題の具体的な解決方策については、「STEP4 基本方針の決定」で検討することになるが、この段階では、解決すべき課題の候補をリストアップし、次のステップである基本方針を決定する際の基礎資料とする。

STEP4 基本方針の決定

課題を踏まえ、海を“ヘルシー”（再生産可能な生物資源を生み出す海の仕組みが十分に機能していること）にするために必要な方向性を基本方針として決定する。

なお、個々の問題点の解決のみではなく、陸域・海域一体となった、海域の物質循環を健全化するという視点が重要である。

【解説】

基本方針は、今後、地域の海をどのように維持・改善していくかの、その骨格となるものであり、多様な主体の共通認識を持ち、地域の海を利用している各主体の合意形成が必要である。

基本方針の考え方は、課題抽出の考え方と同様に、あくまで、物質循環自体を健全化することにより、結果的に個々の問題点が持続的・自律的に解決できるような基本方針を決定することが重要である。

しかし、既に深刻な問題が生じている場合には、短期的な方針として、決定することもあり得る。

基本方針の決定にあたっては、有識者を含む検討会を開催し、ここまでにまとめてきた地域の海の状況を科学的に分かりやすく整理し、基本方針の骨子を定めるとよい。また、有識者のみではなく、地域の多様な意見を勘案するため、海を直接的・間接的に利用している関係者からなる地域懇談会等を開催し、現在の海への思いや望ましい海の将来像等について意見交換を行うとよい。

地域懇談会等を開催する際には、有識者がコーディネーター（ファシリテーター）として参加し、地域の海の現状の説明等を行い、共通の科学的認識を持って意見交換することが望ましい。

なお、上記のように、現状の科学的な取りまとめを行い、地域の海の課題を積み重ねてボトムアップ的に基本方針を定める方法もあるが、多様な主体が認識しやすい、「キャッチフレーズ」のような基本方針を定めても良い。

例えば、沖縄県竹富町の「竹富町海洋基本計画」では、「～ふるさとの美ら海と新たな海洋立国への貢献～」とのキャッチフレーズを、三重県の志摩市では、「稼げる！学べる！遊べる！新しい里海」とのキャッチフレーズを定め、それぞれ取り組みが進んでいる。

The image shows two examples of marine basic plans. On the left is the 'Takafuji Marine Basic Plan' (竹富町海洋基本計画) from 2011. It features a blue oval containing the plan's concept: 'Takafuji Marine Basic Plan' concept: ~Contribution to the beauty of our hometown and the new ocean nation~. It lists five points: 1. Island-wide 'appropriate management' of the marine environment. 2. 'Island-type marine self-governance' focusing on safety and security. 3. Building 'safety and security' to play a role as a 'border island'. 4. Activities as a 'model' for national marine self-governance. 5. Activities as a 'member' of the 'Hachiman Mountain Area' with Takafuji and Nishino.

On the right is the 'Shima Shima Shima Shima Basic Plan' (志摩市里海創生基本計画) from 2012. It features a colorful graphic with the slogan '稼げる！学べる！遊べる！新しい里海のまち・志摩' (Work, learn, play! New Shima Shima Shima town - Shima). It also includes the text '甲斐文化の継承' (Inheritance of Kai Culture) and '豊かな自然環境の保全と再生' (Preservation and regeneration of rich natural environment).

「竹富町海洋基本計画」（竹富町、平成 23 年）

「志摩市里海創生基本計画」（志摩市、平成 24 年）

【モデル地域での基本方針の事例】

各モデル地域では、検討の初期段階で、物質循環の健全化について既存資料等の情報から想定される基本方針を策定した。

検討を進めていくうちに、新たな知見が加わり、基本方針の再検討が行われた。

このような基本方針の決定方法は、課題を積み重ねていくボトムアップ的な方法である。

以下に、当初の基本方針と再検討後の基本方針を示す。

●気仙沼湾の基本方針

当初：「湾奥部の底質悪化機構の解明と湾奥部の底質環境の改善等による物質循環健全化」



検討後：「湾奥部等の底質に由来する過剰な負荷の抑制および底質に蓄積する栄養塩類の利用促進による物質循環健全化」

底質からの溶出試験や栄養塩類の含有量調査を行ったところ、当初の想定通り、底質から栄養塩類が溶出していることがわかってきた。そのため、底質に蓄積している栄養塩類を生物等に有効に利用させ、結果として底質の改善を図る事を基本方針とした。

●播磨灘北東部の基本方針

当初：「冬季の物質循環の滞りを改善することなどして、年間を通し安定した生態系バランスを実現することによる物質循環健全化」



検討後：「陸域・海域の栄養塩類の偏在化の改善等によって、海域の基礎生産力をベースとした生態系の安定化による太く滑らかな物質循環の健全化」

調査を進めていく過程で、陸域の湖沼は富栄養化でアオコが発生するような状況であり、海域においても港湾内（埋立地背後の水路部等）は富栄養状態であるが、沖合は貧栄養状態であるということがわかってきた。そのため、沖合に陸側、港湾内の豊富な栄養を供給することにより、沖合の貧栄養で生態系が細くなっている状況を太く滑らかにすることを基本方針とした。

●三河湾の基本方針

当初：「貧酸素水による影響の抑制などによって、豊かな生物生産が起きる健全な生態系ネットワークを取り戻すことによる物質循環健全化」



検討後：「水深の浅い場所に生息する生物が構成する太い食物連鎖が河川や外海から供給された栄養を円滑に循環させる海」

当初、高次の生態系に利用されにくい微小なプランクトンの増加が起因となり貧酸素の発生や上位の生物生産の低下が想定された。しかし、実証試験の結果、微小プランクトンはアサリの着底稚貝によって捕食されることが確認され、稚貝が生息できるような干潟・浅場等による水質浄化の機能を取り戻すことにより、結果として貧酸素の発生を抑制し、生物生産が起こる海を目指すこととした。

STEP5 健全化に向けた方策

5-1 方策のリストアップ

「STEP 3. 健全化に向けての課題の抽出」の整理結果から、課題の改善策について、基本方針を踏まえた検討を行う。

【解説】

課題に対する改善策については、長期的に将来に渡った循環の仕組みとして改善しないとならない方策と、短期的に行う対症療法的な方策に分け、方策を行うタイムスケールを勘案しリストアップする。

生物を利用した方策などは、その生物の生活史や増殖速度等によって、効果が現れるまで時間を要する場合もある。例えば、干潟の造成により水質浄化機能を向上させる場合には、干潟の造成後に二枚貝やゴカイなどの生物が安定的に棲み付き、増殖するまでの時間が必要となる。

対症療法的な方策としては、貧酸素対策の深堀埋戻しや浚渫などは、方策を実施した周辺では、比較的早く効果を発揮するものと考えられる。

なお、短期的な（対症療法的な）環境改善の方策については、「参考 2. 環境改善手法の概要」に参考として記す。

また、上記のようなハード的な方策もあるが、地域の多様な主体の協力が必要な場合には、地域の海の現況の情報共有や取り組みに対する協力を得るために、「地域懇談会」や「勉強会の開催」なども、ソフト的な方策も重要である。

5-2 方策の効果の評価

リストアップした方策について、可能な限り定量的に効果（効果の程度、効果が現れるまでの期間、効果の持続期間）を整理する。

なお、効果についての知見が不透明な場合は、実証試験や数値シミュレーションにより効果の程度を把握することも有効である。

【解説】

方策の効果については、検討された課題が一時的に効果を発揮するものではなく、長期的に持続的・自律的に将来にわたって解決できるような方策を基本として評価することが望ましい。短期的に効果を発揮する必要がある方策については、既往の実施事例を参考として、効果の程度等について把握することができる。

ただし、長期的な効果の予測については、定量的な予測は難しいことから、必要に応じて、講じようとする方策の実証試験や数値シミュレーションにより、効果の程度について把握・予測することも有効である。なお、数値シミュレーションを実施しても予測の不確実性はあることに留意する必要がある。

①実証試験の主な留意点

現地で実証試験を行う際には、各種法令等を遵守する必要がある。また、地域の関係者（漁業団体等）に同意を得ておくことも重要である。

試験結果には、実証試験による海域の変化（効果）に加えて、自然変動による変化も加わっている。実証試験による効果を検証する際には、事前の自然変動の範囲や変化の傾向をよく

把握しておくことが必要である。

②数値シミュレーションを実施する場合の主な留意点

数値シミュレーションを実施する利点は、実海域では実際に行えないような、大規模な施策を講じた効果を定量的に把握できる点にある。また、現地観測では得ることが難しい長期に渡る時系列な変化や面的な変化を任意の時間・断面で可視化できることも、方策の効果を検討する上で有用となる。

このような数値シミュレーションを行う際には、着目すべき現象を考慮し、モデルの簡略化や精緻化を行い、地域の海域の特徴に応じたモデルを作る必要がある。

例えば、三河湾では、高次の生態系に栄養塩類が循環しない原因として、微小プランクトンが物質循環に与えている影響を把握する必要が生じた。これに着目するため、図 II-6 のような精緻化を行っている。

また、底質環境の悪化が問題となっている海域では、有機物の沈降と、底質からの溶出を要素として把握する必要がある。このような場合には、図 II-7 のような精緻化を検討するとよい。

ただし、数値シミュレーションでは、高次の生物も含めた物質循環のストックとフローをすべて再現できるわけではないことに留意する必要がある。着目した物質循環の要素（プランクトンの量等）について、パラメータを複数変えて計算を行うなど、感度解析的な手法により、予測の幅も考慮した検討も必要である。

5-3 実現可能性の検討

リストアップされた方策について、実現可能性の検討を行う。実現可能性の検討に際しては、経済面（初期費用、維持管理費用）、環境面、法制面に加えて社会的受容性についての検討を行う必要がある。

【解説】

リストアップした方策について、実際に実行可能であるか、多面的に検討を行う必要がある。

経済面については、例えば環境省の環境技術実証事業 (<http://www.env.go.jp/policy/etv/>) や国土交通省の新技术情報提供システム (<http://www.netis.mlit.go.jp/NetisRev/NewIndex.asp>) では、対策に係る費用についても記載されており、費用の概算を見積る際に参考とできる。

環境面については、目的とする物質循環の健全化に係る効果のみでなく、対策を講じた場合に副次的な影響が生じないか検討を行う必要がある。

法制面については、方策を講じる際に遵守すべき各種規制や必要な許可・届出がどのようなものがあるか把握しておく必要がある。主な法令等については、「参考 物質循環の健全化に係る主な関係法令」に参考として記した。

社会的受容性については、講じようとする方策について、地域の合意形成が図られていることが重要である。特に海を直接的に利用している漁業者等にとっては、直接生活に関わる問題でもあることから、ヒアリングの実施、地域懇談会や勉強会等を通じて意見を収集し合意形成を図る必要がある。

ただし、特定の事業者にのみ有益となる方策ではなく、地域の海にとって有益となる方策が実現できるように合意形成を図ることが望ましい。

なお、他の地域で同様な方策を実施している場合には、方策を実施する際の関係者への留意点などをヒアリングし検討をしておくといよい。

5-4 健全化に向けた実施方策の決定

5-1～5-3の検討結果から、効果的な方策や組み合わせを総合的に判断し、採用する実施方策を決定する。

【解説】

実行可能性が高い実施方策が決定したところで、どの実施方策から実行していくか検討を行う。実施方策については、短期的な対症療法的に実行可能なものもあれば、長期的に実行していくものもある。

検討した実施方策において同程度の実施可能性が示され、同時には実行できない場合には、優先順位をつけてふるい分けをする必要がある。

この時の優先度は、実施方策の効果が自律的で持続性があり、生物の再生産にとって、より重要なものであり、効果や経済性等も考慮し総合的に判断し選定する。

5-5 健全化に向けた方策を評価するための指標の設定

5-1～5-4の検討結果から、健全化に向けた方策を評価するための指標を設定する。

【解説】

健全化に向けた実施方策が決定したところで、実施方策の効果を確認するための指標を設定する。

設定する指標は、方策実施後にモニタリングを行い、方策の効果の程度を評価するものとなる。そのため、可能であれば数値目標を設定できるとよい。数値目標が設定できない場合には、「現状より増加させる」、「現状より減少させる」といった定性的な比較によってでもよい。

健全性の指標は、海域によって、また生じている不具合によって様々なものが考えられ、ここまでの検討で解明してきた物質循環の状況に応じた指標を選定する。

以下に、指標の考え方や例を参考として示す。

① 健全性を評価するための指標の考え方

海域で生物の再生産が行われるためには、産卵場、採餌場、生息・生育場といった生物が生きていくために必要な「場」や、栄養塩類、餌生物といった生物が成長するために必要な「要素」が適切に存在し、生物が生息可能な水質（貧酸素水塊や硫化水素等生物にとって有害な物質が発生しないなど）であることが必要である。

このような「場」や「要素」の繋がり（循環）のイメージを図 II-11 に示した。

海の生物の成長の元となる栄養塩類は、河川や潮流によって流入し海藻草類や植物プランクトンに取り込まれる。これらは高次の動物（動物プランクトンや魚介類）に摂食・捕食され、魚介類や海藻類は我々の食料等として、陸域に取り上げられる。陸域に取り上げられたこれら生物は、栄養塩類という形に再び姿を変え、河川や下水を通じて海域に戻っていく。

このような陸域・海域を通じた物質循環の中で、「再生産可能な生物資源を生み出す海の仕組み」が十分に機能する必要がある。

また、陸域・海域を通じた物理的な輸送による物質循環に加え、干潟内で植物プランクトンを二枚貝が摂食し、栄養塩類として再び海水に戻したり、植物プランクトンの死骸が沈降し、ベントスやバクテリア等により分解されたりといった海域の場に応じた生物・化学的な物質循環についても循環が健全に機能する必要がある。

このような、一連の物質循環の過程の中から、健全性の指標を選定する。

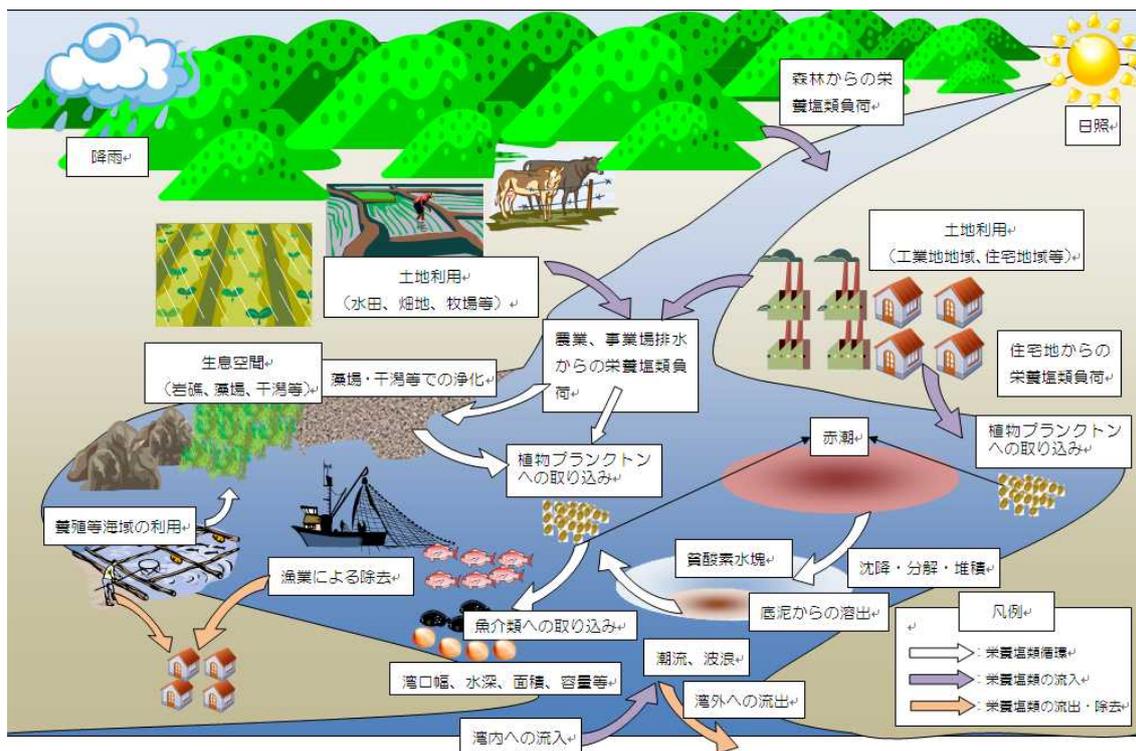


図 II-11 陸域・海域を通じた物質循環のイメージ

② 健全性を評価するための指標について

陸域・海域を通じた物質循環と海域の場に応じた物質循環が滞りなく、持続的である場合は、循環バランスが取れており、海の仕組みが健全に機能していると考えられる。

これとは逆に、陸域や外海から流入する栄養塩類が不足し、動植物の成長が鈍化（生態系が細くなったり）したり、富栄養化により貧酸素水塊や硫化水素の発生による動物の死亡や藻場・干潟といった生物の生息・生育場の喪失により、繋がり（循環）が細く途切れてしまうような状態であれば、栄養塩類の循環バランスが崩れ、生物の再生産に影響を及ぼすおそれがあり、海の仕組みが不健全になっていると考えられる。

このような循環を説明するために必要な「要素」には、時間的な変化や要素間の移動等の「フロー」的な要素と、濃度や量といった「ストック」的な要素があり、このような要素が健全性を表すための「指標」となると考えられる。

そこで、このような流域を含む閉鎖性海域における循環を科学的な観点から捉え、①物質を運ぶ視点、②質を変える視点、③生物が利用する視点の3つの視点に分けて、どのような指標が考えられるかを図 II-12 に示す。

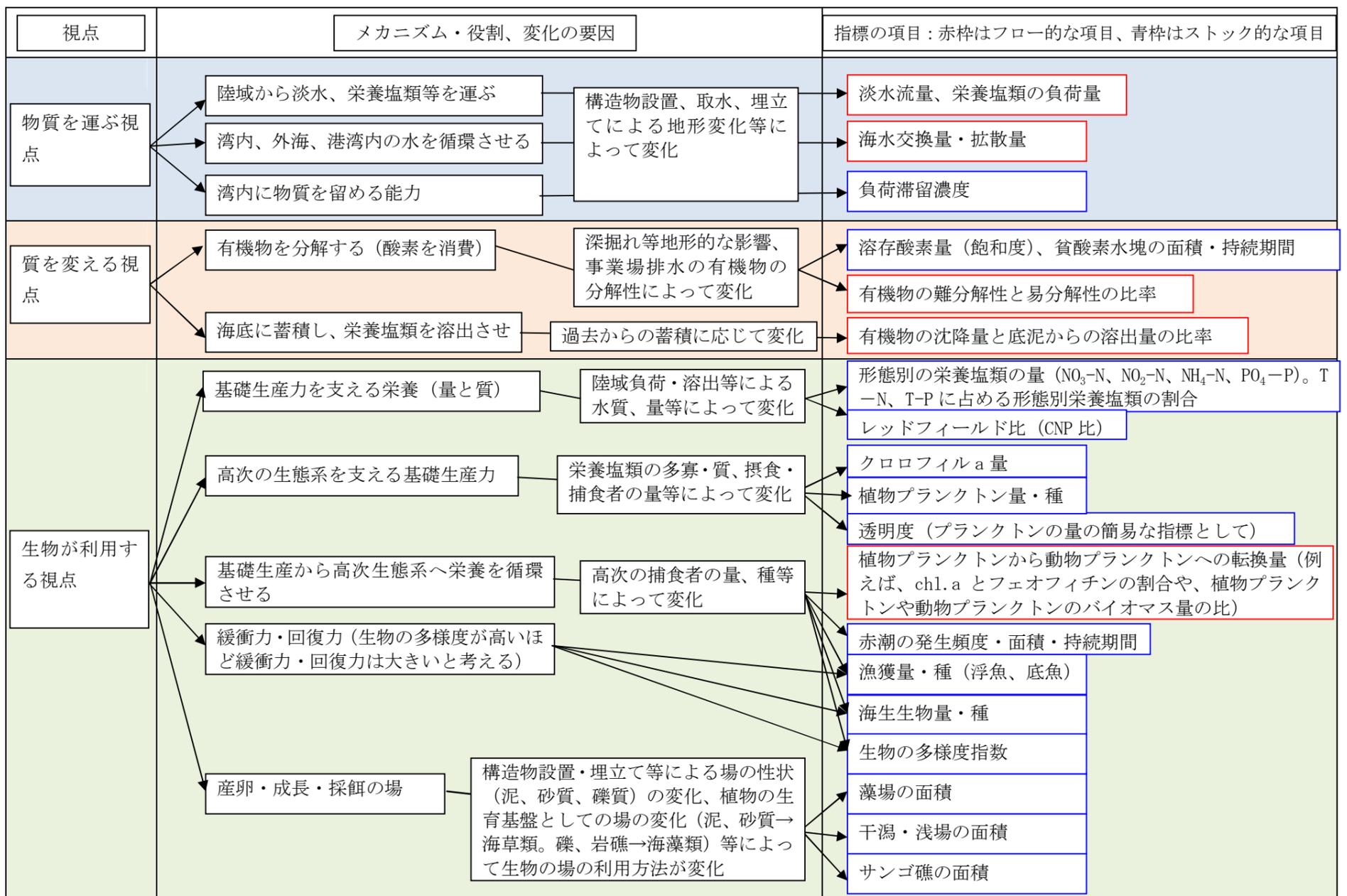


図 II-12 3つの視点と指標の項目

③ 指標の考え方

図 II-12 に科学的観点からの指標候補を示したが、海域にあった指標を考える際には、その海域で生じている問題点そのものに着目する必要性や、評価のためのデータの入手の容易さ等を考慮する必要がある。

例えば、環境上に明確な変化が生じている場合は、環境の質そのものを指標とする必要もあると考えられるし、物質循環のバランスの崩れが明確な場合は着目した事象のストックとフローを指標とすることも考えられる。

また、海域での不具合は見当たらないが、地域の海の物質循環の現況を把握したいために検討した結果、物質循環のバランスの崩れが不明確だった場合は、容易に収集可能な情報から指標を設定する必要がある（表 II-6）。

表 II-7 には、各指標のデータの入手の容易性を示した。ただし、データの入手の容易性と解析の容易性は異なることに留意する必要がある。

例えば、漁獲量のデータは入手しやすいが、漁獲量は漁法や機械の性能、従事者等によって変化する。また、資源量と漁獲量に必ずしも相関があるわけではないことから、データ入手後の解析については、検討を要することに留意する必要がある。

表 II-6 着目すべき問題と指標の考え方の例

着目すべき問題	指標の考え方
環境上の明確な影響が現れている場合 (貧酸素、底質の悪化、生物の減少など)	影響そのものの指標の絶対値(量) (貧酸素水塊の面積・持続時間、漁獲量・種など)
物質循環のバランスの崩れが不明確な場合 (既存データがあまりないなど)	収集可能な情報を基に時系列的な変化を見る (漁獲量の長期的な変化など)
物質循環のバランスの崩れが明確な場合 (一次生産量の低下、増加など)	着目した事象のストックとフローの状態を見る (レッドフィールド比 [※] (CNP比)、植物プランクトンから動物プランクトンへの転換量など)
物質循環のバランスの崩れの予兆を見る場合 (N、P、クロロフィル a の比率など)	現時点では、物質循環のバランスの崩れは明瞭ではないが、バランスが崩れる予兆を把握する (N、P は減少しているのに、クロロフィル a は増加しているなど)

※植物プランクトンが取り込む炭素(C)と窒素(N)とリン(P)の比率であり、C:N:P=106:16:1となる。

表 II-7(1) 各指標のデータの入手の容易性

視点	指標の候補	データの入手の容易性 (○：入手しやすい、△：入手しにくい)
物質を運ぶ視点	淡水流量	○：流量年表や水文調査データベース等から把握できる。 事業場については、個別のヒアリングが必要。
	栄養塩類の負荷量	○：河川については河川部局資料から把握できる 事業場については、個別のヒアリングが必要。
	海水交換量・拡散量	△：湾口の流量観測や湾内外の塩分観測結果があれば計算可能。また、数値シミュレーションを行えば、拡散の様子も把握可能。
	負荷滞留濃度	○：負荷量、湾の容積、河川流量、塩分が分かれば計算可能。 公共用水域水質測定結果、海図、流量年表、JODC データ等からデータを 得られる。 (算出方法は、「海の健康診断」を参照 http://nippon.zaidan.info/seikabutsu/2001/00796/contents/00013.htm)
質を変える視点	溶存酸素量 (飽和度)	○：公共用水域水質測定結果や浅海汀線調査等によりデータが得られ、過去からの変遷も把握しやすい。ただし、データの解析には、測定層に留意する必要がある
	有機物の沈降量と底泥からの栄養塩類の溶出量の比率	△：現地試験が必要となる。過去からの変遷を把握することも難しい。
	有機物の難分解性と易分解性の比率	△：既存資料からは入手し難い。現地調査が必要となる。過去からの変遷を把握することも難しい。 (代替指標：下水道、事業所等の排水処理施設において生物処理された排水は生物が利用しにくい難分解性有機物の割合が増えている可能性があり、排水処理量の変遷も一つの目安と考えられる。)
生物が利用する視点	形態別の栄養塩類の量 (NO ₃ -N、NO ₂ -N、NH ₄ -N、PO ₄ -P)	○：公共用水域水質測定結果や浅海汀線調査等によりデータが得られ、過去からの変遷も把握しやすい。 ただし、形態別の窒素、りんは調査されていない場合も多い。 (公共用水域水質測定の際に、形態別の窒素、りんの分析も行うと、地域の海の状態を把握する際に今後参考となる。)
	レッドフィールド比 (CNP比)	○：公共用水域水質測定結果や浅海汀線調査等によりデータが得られ、過去からの変遷も把握しやすい。 (N:Pはモル比で16:1、重量比では約7:1)

表 II-7(2) 各指標のデータの入手の容易性

視点	指標の候補	データの入手の容易性 (○：入手しやすい、△：入手しにくい)
生物が利用する視点	植物プランクトンから動物プランクトンへの転換量	△：実海域での測定は困難であり、数値シミュレーションにより解析する必要がある。 (代替指標：植物プランクトン量と動物プランクトン量の比率も一つの目安となる。植物プランクトン量/動物プランクトン量が大きくなると高次へと栄養塩類が循環しなくなっている可能性がある。)
	クロロフィルa量	○：公共用水域水質測定結果や浅海汀線調査等によりデータが得られ、過去からの変遷も把握しやすい。 (三河湾のような、微小な植物プランクトンの状態も把握する必要がある場合には、サイズ別のクロロフィルa量を分析しておくが良い)
	植物プランクトン量・種	△：現地調査が必要となる。地域のよっては浅海定線調査で調査している場合もある。(代替指標：量については、クロロフィルa量が一つの目安となる)
	透明度	○：公共用水域水質測定結果や浅海汀線調査等によりデータが得られ、過去からの変遷も把握しやすい。
	藻場・干潟サンゴ礁の面積	○：自然環境保全基礎調査や航空写真等によりデータが得られ、過去からの変遷も把握しやすい。
	生物の種類数・生息量 漁獲量・種 (浮魚、底魚)	○：生物に関する統計的な資料は少ないことから、生物の再生産が行われているか見るための指標の一つとして、漁獲量・種を考える。漁獲量・種は農林水産統計年報等によりデータが得られ、過去からの変遷も把握しやすい。また、浮魚と底魚に分けた指標とすることで、底層と表層のどちらの環境が悪化しているのか把握する目安となる。 漁獲対象種以外の種については、干潟や藻場の生物については自然環境保全基礎調査等により把握できる場合もある。
	生物の多様度指数	△：漁獲対象種以外の種については、現地調査が必要となる。過去からの変遷を把握することも難しい。 (常に海に接している漁業者等へのヒアリング等により、最近見かけなくなった生物種の情報も収集することも考えられる)
	赤潮の発生頻度・面積・持続期間	○：水産部局の調査結果より得られ、過去からの変遷も把握しやすい。

④ タイプ別の指標の考え方の例

以上のような、着目すべき問題やデータの入手のしやすさ等の考え方に基づいた指標としては、表 II-8 のような例が考えられる。

表 II-8(1) 着目すべき問題と指標の考え方の例

着目すべき問題	視点	指標：目標の考え方の例
①環境上の明確な影響が現れている場合 ・底質悪化に起因して貧酸素や赤潮が生じているような海域	・質を変える視点 ・生物が利用する視点	・溶存酸素量（飽和度）：夏季に貧酸素（4mg/L）が生じないようにする ・貧酸素水塊の面積・持続期間：前年までの値より、縮小させる ・赤潮の発生頻度・面積・持続期間：漁業被害が生じない程度の発生頻度・面積・持続期間を目指す など
②物質循環のバランスの崩れが不明確な場合 （既存資料があまりない場合）	生物が利用する視点	・（既存資料が得られるデータから）：（漁獲のデータがあれば）漁獲量の向上を目指す など
③物質循環のバランスの崩れが明確な場合 ・場所により栄養塩類の偏りがある場合 ・底質の有機物の分解のため貧酸素が生じている場合。 ・一次生産者から高次の生態系に物質が循環しない場合。 ・基礎生産力が弱くなっている場合 ・海の生産力が弱くなっている場合	物質を運ぶ視点 質を変える視点 生物が利用する視点 生物が利用する視点 生物が利用する視点	・海水交換量・拡散量：港湾内の滞留部の海水交換量を増大させる など ・有機物の沈降量と底泥からの溶出量の比率 など ・植物プランクトンから動物プランクトンへの転換量：現在より転換量を向上させる など ・クロロフィル a 量、植物プランクトン量 :魚介類に影響を及ぼすような有害赤潮が発生しない程度にクロロフィル a 量や植物プランクトン量を増加させる など ・漁獲量・種（浮魚、底魚）：漁獲量の向上を目指す ・（元来あった場に合わせて）藻場・干潟・磯場等の面積：生物の再生産に重要な役割を果たす場の面積を増大させる。 など

表 II-8(2) 着目すべき問題と指標の考え方の例

着目すべき問題	視点	指標：目標の考え方の例
<p>④物質循環のバランスの崩れの予兆を見る場合</p> <ul style="list-style-type: none"> ・河川からの出水の状況が変化し始めていないか (物理的なバランスの崩れを見る指標) ・水質のバランスが変化し始めていないか (栄養のバランスの崩れを見る指標) ・プランクトンの発生状況が変化し始めていないか。 (生態系のバランスの崩れ、栄養塩類や水温等の変化を見る指標) ・魚類の出現種・量が変化し始めていないか (生態系のバランスの崩れを見る指標) ・貝類の斃死が見られ始めていないか (生態系のバランスの崩れを見る指標) 	<ul style="list-style-type: none"> 物質を運ぶ視点 質を変える視点 生物が利用する視点 生物が利用する視点 生物が利用する視点 	<ul style="list-style-type: none"> ・出水時の流量が平滑化していないか。 ・出水後の濁りが長期化する等の変化がないか。 (1960年代に河川内に人工構造物が設置されたことによって、出水による攪乱頻度が減少しており、一時的ではあるがエスチュアリー循環の低下も考えられる。「三河湾地域検討委員会資料(環境省、2010年)」など) ・陸域からのN、Pの負荷が減少していたり、海水流のN、Pの濃度が減少しているにも関わらずクロロフィルaが上昇していないか。 (三河湾では、N、Pともに低下傾向であるが、クロロフィルaは増加傾向にあり、フェオフィチンは減少している「三河湾の貧酸素水塊発生抑制に向けて～豊饒な宝の海を取り戻すために～」(伊勢湾再生海域検討会 三河湾部会、2011)) など ・通常、春季にプランクトンのブルームが発生するが、春季以外にもブルームが発生するようになっていないか。 (長良川河口域周辺では、クロロフィルaの観測値が冬期に最大となる場合が生じている。生態系モデル等により植物プランクトンの増殖予測が行われているが、その要因やメカニズムについては未知の部分が多い。「木曾川及び長良川河口域における冬期の植物プランクトン変動機構の解析」(港湾空港技術研究所資料No.1066、2003)) など ・プランクトン食の魚類などが異常に増加し湾内の物質循環に影響を与えていないか。 (三河湾1980年代に異常にマイワシの漁獲量が高くなっている。その後は急に採れなくなってしまった。「三河湾地域検討委員会資料(環境省、2011年)」) ・外来種(本来その海にいない種)で上位の種が出現し始めていないか。 (有明海や瀬戸内海でのナルトビエイの出現。「水産資源ならびに生息環境における地球温暖化の影響とその予測」(水産総合研究センター)) ・環境の変化に敏感な種が減少していないか。 (東京湾では、インガレイが干潟の消失と共に漁獲量が減少している。干潟～浅場がないと生活史が完結しないためとされている。「自然共生型流域圏・都市の再生 資料集(Ⅲ)水域生態系モデルを活用した水循環政策評価」(国土技術政策総合研究所資料、No.300、2006)) など ・特に秋季～冬季にかけてアサリなどの貝類の斃死が発生していないか。 (千葉県盤洲干潟では冬季にアサリが死亡。原因として冬季の餌料不足と秋季から冬季にかけての温暖化による水温上昇等が挙げられている。「干潟生産力改善のためのガイドライン」(水産庁、2008年)) など

5-6 方策実施のロードマップの作成

検討した健全化方策を実行するうえでの、役割とスケジュール（誰が、いつ、何をするのか）を設定する。

【解説】

方策が決定したら、実行する組織・人を明確にし、それぞれ、いつまでに、何を実施するのかを具体的に明示する必要がある。

①役割の設定

役割を決定する際には、関係者が意見交換できるような地域懇談会や協議会のような場を設けることで合意形成を図ることが重要である。

物質循環の健全化は、実施する方策の内容によっては、陸域・海域の関係者の参画が必要となる場合があり、講じる方策に規模等に応じて、多様な主体が協働して進める必要がある。特に、海を利用してその恩恵を受けている関係者は、持続的に恩恵を受け続けていくためにも、主体として参画が望まれる。

参画する主体は、水環境に直接的に関わる人のみでなく、間接的に関わりがある人も必要である。例えば、森からの栄養を海で必要とする場合、森林保全の関係者や土地利用計画の関係者も必要となる場合がある。

海域のヘルシープランの策定から方策実施までの全体のフロー（PDCA サイクル）を図 II-1 に示したが、それぞれの段階で各主体に望まれる役割の概要を表 II-9 に示す。

②スケジュールの設定

役割が決まったところで、方策実施のスケジュールを決定する必要がある。

「5-2 方策の効果の評価」において、検討を行った「方策の効果が現れるまでの期間」や「効果の持続期間」を参考として、方策実施のスケジュールを決定する。

表 II-9 望まれる役割

段階	国	地方自治体	研究者	住民・NPO・漁業者	企業
1. 現状把握	各種モニタリングの実施・結果の公表		海の様子の変化、漁獲量・種の変化の確認		排水量・質等の結果の公表
2. 問題点の抽出	環境の変化、生物、水質、漁獲等の変化の確認や地域からの環境等の改善要望等を公表		海や川等の変化について地元の意見を提示		
3. 健全化に向けての課題の抽出	必要に応じた現地調査や数値シミュレーションの実施。不具合の原因の究明・課題の抽出		海が昔と違って変化してきた点等、地域の海の気づきを提示		
4. 基本方針の決定	地域の海が目指すべき健全化の方向性について協議				
5. 健全化に向けての方策	方策の経済面、法制面等の検討	方策の環境面の検討	方策の社会面の検討（地域の合意形成）、企業で行える方策の検討		
6. モニタリング計画	モニタリング項目、地点、頻度等の検討				
方策の実施	・健全化計画を事業として位置付け ・方策の実施		方策実施への協力		
モニタリング実施	モニタリングの実施		モニタリングへの協力		
海域のヘルシープラン改善	方策実施効果の検証			方策実施後の海が変化してきた点等、気づきを提示	

コラム

海域の保全について多様な主体により取組みが進められている一例としては、自然再生推進法に基づき設置された「石西礁湖自然再生協議会」が挙げられる。

この協議会では、取組み（方策）のリストアップを行い、協議会の参加者全員に、「自ら行える取組み」と、「他の主体に行なってほしい取組み」のアンケートを行い、協議会員が果たす役割について、実施する取組みごとに、「個人」、「団体・法人」、「地方公共団体」、「国の機関」の4つに大別して、誰が、何を行うのか星取表の形で整理されている。

取組	個人		団体・法人			地方公共団体			国の機関				
	専門家	一般	漁業関係	観光関係	調査研究・保全関係	コンサルタント関係	沖縄県	石垣市	竹富町	沖縄総合事務局	林野庁	海上保安庁	環境省
1) オニヒトデ等による食害及び病気への対応	●	●	●	●									●
2) 赤土等流出防止対策	●				●		●	●	●	●			
3) 排水等対策	●	●		●		●	●	●	●				
4) 水産資源管理の推進	●		●		●		●	●					
5) 観光手法の改善	●	●		●		●	●	●	●				
6) 生活スタイルの改善		●		●			●	●	●				
7) 漂着ゴミ対策		●		●	●			●	●				
8) 異常気象対策	●												

出典：石西礁湖自然再生全体構想（石西礁湖自然再生協議会、2007年）より抜粋
図 役割についての取りまとめ例

STEP6 方策の実施状況や効果等を確認するためのモニタリング計画

6-1 モニタリング項目

物質循環の健全化に向けた方策は講じるだけでなく、効果が現れているか、副次的な影響が生じていないかモニタリングを行う必要がある。

また、方策の実施状況についても把握する必要がある。

【解説】

実施方策の効果についてはモニタリングを行い確認する必要がある。モニタリングを行う項目は、「5-5 健全化に向けた方策に対する目標の設定」で設定した指標等をモニタリング項目の基本とする。

また、方策の実施状況についても把握しておく必要があり、「5-6 方策実施のロードマップの作成」で役割が決定した主体にヒアリング等を行い、方策の実施状況についても把握する。

6-2 モニタリング期間

5-2の方策の効果の評価の中で検討された、効果が現れるまでの期間、効果の持続期間を参考としモニタリング期間を決定する。

【解説】

方策の基本的な考え方は、一時的に効果を発揮するものではなく、持続的・自律的に将来にわたって解決できるような方策が望ましいことから、講じた方策の効果が安定するまで継続することが望ましい。

また、短期的な効果を期待する方策については、既存事例等から効果が現れるまでの期間や継続期間を把握した上で、決定する。

6-3 モニタリング方法

既存資料の調査や関係機関へのヒアリングにより対策の効果が生じているか把握する。現地調査が可能であれば行うことが望ましい。

【解説】

「5-5 健全化に向けた方策に対する目標の設定」で設定した指標等について、効果の程度について把握する。

基本的には、公共用水域水質測定結果、浅海定線調査、漁獲量調査等の既存資料から効果の程度を把握できれば、現地調査を実施する必要がなく、簡易で予算的にもモニタリングを行いやすいが、このような既存資料がない場合には、漁業者等海の状況を良く知っている関係者や水産試験場等の関係機関へのヒアリングを通じて効果の程度について定性的に把握する事もできる。

既存資料やヒアリングにより情報を得られない場合には、必要に応じて現地調査を行い確認する。また、公共用水域水質測定や浅海汀線調査等で調査を行なっている分析項目に加えて、設定した指標等も合わせて分析を行うことが出来れば、別途独自に調査を行うのに比べて、効率的であり、継続的にデータを得ることもできる。

6-4 モニタリング結果の評価

モニタリングの結果、実施した方策が期待した通りの効果が現れているか評価を行う。

【解説】

「5-5 健全化に向けた方策に対する目標の設定」で設定した指標等にモニタリング結果が近付いているか検討を行う。

ただし、モニタリング結果には、方策の効果による環境の変化に加えて、自然変動による変化や流域や周辺海域の人為的な利用環境の変化による影響も加わる。そのため、効果を評価する際には、過去の自然変動の範囲や傾向を把握するとともに、流域や周辺海域の状況も勘案した上で、検討を行う必要がある。

STEP7 海域のヘルシープランの改善（順応的管理）

モニタリングの結果等からヘルシープランの改善の必要性について検討を行う。

モニタリングの結果等から期待した効果が現れていない場合には、可能な限りその原因について検討を行う。その結果を踏まえて必要な措置を講じる。

【解説】

方策を講じたが期待した効果が現れていない場合は、「STEP 3. 健全化に向けての課題の抽出」で課題の抽出の際に検討した関連図や数値シミュレーションの結果が間違っている可能性もあるため、再検討を行う必要がある。また、関連図に間違いがなかった場合には、講じた方策そのものの実施方法に誤りがないか、確認を行う。

これらの検討を通じて、新たな課題（方策を講じたことによる副次的な影響等）が把握された場合には、再度ヘルシープランの検討を行う必要がある。

一方、期待した通りの効果が現れ、海域の物質循環の健全化が図られてきた場合には、モニタリングを続けながら、方策の効果を維持していく必要がある。

このように、実施した方策について、効果が現れているか、副次的な影響が発生していないか等を確認しながら、PDCA サイクル（PLAN（計画）-DO（実行）-CHECK（確認）-ACTION（改善））を回すような順応的管理を行う必要がある（図 II-13）。

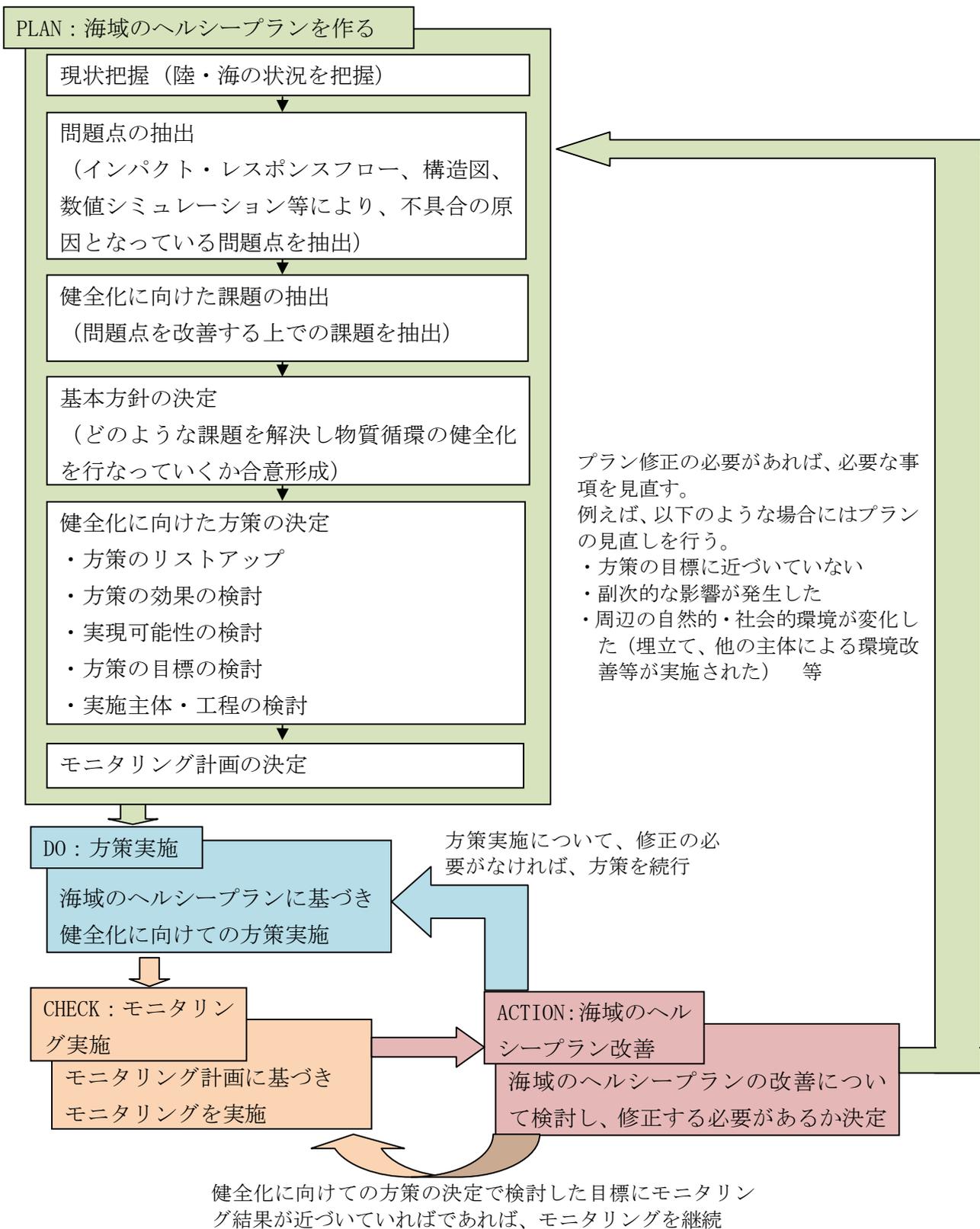


図 II-13 順応的管理のフロー

STEP8 海域のヘルシープランの記載内容

これまでの検討結果を元に、標準的な記載内容にしたがって、海域のヘルシープランを作成する。

【解説】

ここまで検討してきた結果を元にして、海域の物質循環の健全化を行うための計画書である「海域のヘルシープラン」を作成する。以下に、標準的な記載内容（案）を示す。

なお、海域のヘルシープランは専門家のみでなく、多様な主体の参加が望まれることから、専門的な用語については、解説を付す等の配慮を行うことが望ましい。

・標準的な記載内容（案）

1. 地域の海の現状

→既存資料調査、現地調査、ヒアリング等を通じで得た、地域の海の状況について整理結果を示す。整理する項目は、STEP1の「1-2 調査項目」に示した例を参照。

2. 地域の海が抱える課題

→地域の状況の整理等から、地域の海が抱える課題について示す。整理方法は、「STEP3 健全化に向けての課題の抽出」を参照。

3. 健全化に向けての基本方針

→健全化を行う方向性について、多様な主体の共通認識を持つことが重要であり、地域の海をどのように健全化していくのか、基本方針を示す。方針の決定方法は「STEP4 基本方針の決定」を参照。

4. 健全化に向けた方策

→具体的にいつ、誰が、何を行うのかを示す。方策の決定方法は「STEP5 健全化に向けた方策」を参照。

5. モニタリング計画

→方策実施後のモニタリングの計画について、モニタリング項目、期間、方法等について示すとともに、方策の実施の効果が出ているか評価するため、モニタリング結果の評価方法についても示す。

また、評価の結果によっては、基本方針や健全化の方策の見直しが必要となる。方策の効果に応じた対応策（順応的管理）の方法についても示す。計画の決定方法は「STEP6 モニタリング計画」、「STEP7 海域のヘルシープランの改善（順応的管理）」を参照。

6. 資料編

→必要に応じて、**現地調査データ等**の資料編を作成する。

III. モデル地域でのヘルシープラン例

参考として、モデル地域で作成したヘルシープランを示す予定。

参考 ヘルシープラン策定に係る関連情報

1. 物質循環の健全化に係る主な関係法令

物質循環の健全化は、陸域から海域まで幅広い取組みが必要となる場合があり、取り組む際には、各種法令を遵守する必要がある。

例えば、「生物多様性地域戦略策定の手引き」（環境省、平成 21 年）には「流域の各地域において特に関係する生物多様性に関する法律」として、生物多様性に関する法律について、陸域～海域にかけての地域ごとに取りまとめられている。

また、更に詳細な沿岸域に関連する法律として、「平成 20 年度 沿岸域圏総合管理計画策定に資する情報整備に関する研究報告書」（海洋政策研究財団、平成 21 年）には、80 本を超える法律の概要がまとめられている。



流域の各地域において特に関係する生物多様性に関する法律

2. 環境改善手法の概要

既存の環境の改善手法について整理する。

整理の項目としては、環境改善策の期待される効果、効果の発現時期、発現（持続）期間等について整理する予定。