

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3月版



～はじめに～

海は生物の生息・生育場として重要であると同時に、人の生存に欠かせない様々な食料、資源、エネルギーなど様々な恵沢を与えてくれている。

その中でも特に沿岸域は陸域から供給される豊富な栄養によって、生産性が高く、多くの生物の生息場となっており、生物の多様性が高く、漁業等の産業にとっても重要な場である。

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。これらの栄養塩は海域の動植物等にとって必要不可欠なものであるが、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海中の栄養塩類のバランスが損なわれ、赤潮や貧酸素水塊の発生、海苔の色落ち等の水産被害の発生が見られる海域が存在している。

海域に必要な栄養塩類の濃度（量）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、生物多様性に富んだ豊かで健全な海域の構築に向けた行政、地域住民、事業者、研究者等による総合的な取組を推進する必要がある。

取組を推進するためには、栄養塩類の円滑な循環を維持・達成するためのプラン（海域のヘルシープラン）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。

なお、水質汚染の指標として環境基準が設けられ、汚濁負荷削減のため水質総量削減等の各種取り組みが行われ、水質汚濁の改善に向けて一定の効果を挙げている。海域のヘルシープランはこのような各種取り組みを更にステップアップし、将来の海をより豊かに、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」である。

この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」を想定しているが、項目によっては、大規模な湾でも参考となる。

このような海で、栄養塩類のバランスの崩れが主な起因となって生じる様々な影響を改善するためには、どの様に検討を進め、対策を講じ、モニタリングを行なっていくか、その方法を示したものである。

手引きの作成にあたって、実際に複数のモデル地域（気仙沼湾、三河湾、播磨灘北東部及び三津湾）において、平成 22 年度から 3 カ年程度かけて、海域のヘルシープランの作成を行った。これらのモデル地域で海域のヘルシープランを作成する際に工夫した点等の実例を示しながら説明することにより、どのように海域のヘルシープランを作成したらよいか実務者が分かりやすい様に工夫した。

この手引きを活用し、地域の海をどの様に“ヘルシー”にしていくか、そのためのプラン（海のヘルシープラン）を策定し、多様な主体が一体となり“ヘルシー”な海を取り戻す参考となれば幸いである。



## 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	2
3. 沿岸の海域への人為的負荷（インパクト）	3
4. 沿岸の海域における“ヘルシー”とは	4
5. “ヘルシー”の合意形成と海域のヘルシープラン策定の必要性	5
6. 海域のヘルシープラン見直しの必要性	6
II. 海域のヘルシープラン策定の要領	7
1. 現状把握	8
1-1 現状把握を行う前に	8
1-2 調査項目	12
1-3 調査期間	13
1-4 調査方法	14
1-5 取りまとめ方法	16
2. 問題点の抽出	18
3. 健全化に向けての課題の抽出	18
4. 基本方針の決定	23
5. 健全化に向けた方策	25
5-1 方策のリストアップ	25
5-2 方策の効果の評価	25
5-3 実現可能性の検討	26
5-4 健全化に向けた <b>実施</b> 方策の決定	26
5-5 健全化に向けた方策に対する目標の設定	27
5-6 方策実施のロードマップの作成	27
6. モニタリング計画	28
6-1 モニタリング項目	28
6-2 モニタリング期間	28
6-3 モニタリング方法	28
6-4 モニタリング結果の評価	29
7. 海域のヘルシープランの改善	29
8. 海域のヘルシープランの標準構成	29
III. <b>ヘルシープラン策定に係る関連情報</b>	30
1. 関係法令及び関係行政機関	30
2. 個別事例	30
3. 環境改善手法の概要	30
IV. モデル地域でのヘルシープラン例	30

## I. 海域の“ヘルシー”の考え方

### 1. 海の役割

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。

この海は生物の生息・生育場として重要であると同時に、人の生存に欠かせない様々な食料、資源、エネルギーなど様々な恵沢を与えてくれている。

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の考え方として、例えば、「生態系サービス」のような考え方も提唱されており、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）などがある（Ecosystems and Human Well-being, 2005 年、Millennium Ecosystem Assessment）。

人が今後も生存していくためには、これらの海が与えてくれる様々な恵沢を持続的に受ける必要がある。

このように、人に限らず、地球上の生物が生存するために必要不可欠な海を今後も世界各国が持続的に利用していくために、海洋法に関する国際連合条約（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、このような様々な取組の中、海の役割を保つため取組が進められている。

#### 【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た物質や、淡水、運動量、熱量、その他の物質が循環している（図 I-1）。その際、この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。

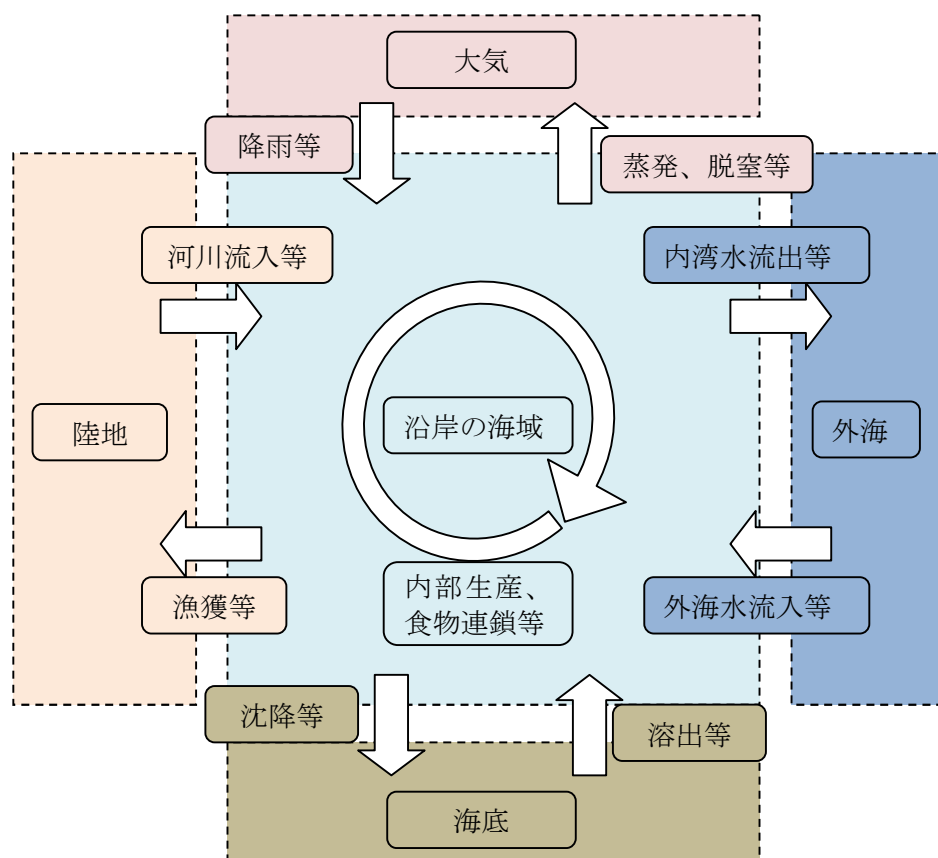


図 I-1 沿岸の海域とそれを取り囲む境界の領域

また、沿岸の海域は豊富な栄養塩の供給、顕著な鉛直対流（エスチュアリー循環）、海底近くまでの太陽光の透過等に伴って、沿岸の海では生物の生物生産が極めて活発に行われ、人は豊富な水産資源をこの海域に求めてきた。

さらに、沿岸域は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に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役割を担っている。

### 3. 沿岸の海域への人為的負荷（インパクト）

沿岸の海域は人の生活環境に隣接しているため、様々なインパクトを受けている。我が国の沿岸の海域を対するインパクトとしては、例えば、以下のようなものが挙げられる。

#### 【河川の上流域からのインパクトの例】

- ・ 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及びエスチュアリー循環流の弱まり

#### 【河川の中・下流域からのインパクトの例】

- ・ 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、畜産からの栄養塩等の流入
- ・ 陸域での諸活動によるゴミの流入

#### 【臨海部からのインパクトの例】

- ・ 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

#### 【海域でのインパクトの例】

- ・ 埋立地の形成等に伴う干潟、藻場、サンゴ礁等の消失
- ・ 航路浚渫や土砂採取等による深ぼれ部での、貧酸素水塊の発生
- ・ 漁業による過剰な漁獲

沿岸の海域は、このようなインパクトを受け続けており、かつての豊かでバランスのとれた海（ヘルシーな海）から、バランスが崩れ、赤潮、貧酸素、磯焼け等の発生や生物の減少、漁獲量の減少等の障害が発生している海が見られる。

特に、沿岸の海域では一次生産者である植物プランクトンの多寡によって、海域に様々な変化が生じる。

植物プランクトンは栄養塩類（窒素やリン等）をエネルギー源として増殖する。栄養塩類が過剰に供給（河川由来や底質からの溶出）されると植物プランクトンは異常発生し、赤潮となる。

異常発生した植物プランクトンはやがて枯死し、海底へと沈降・堆積する。このプランクトンの分解に酸素が消費され、海底付近から貧酸素化が生じる。

逆に栄養塩類の供給が少ないと、植物プランクトンの増殖が抑えられ、これを餌とする



上位の生態系が貧弱となる可能性がある。

このように、沿岸の海域にとって、栄養塩類の循環（図 I-2）に対するインパクト（どこが過剰・不足しており、どこが滞っているか等）を知ることが海の健全性（“ヘルシーさ”）を考える上で重要な要素の一つである。

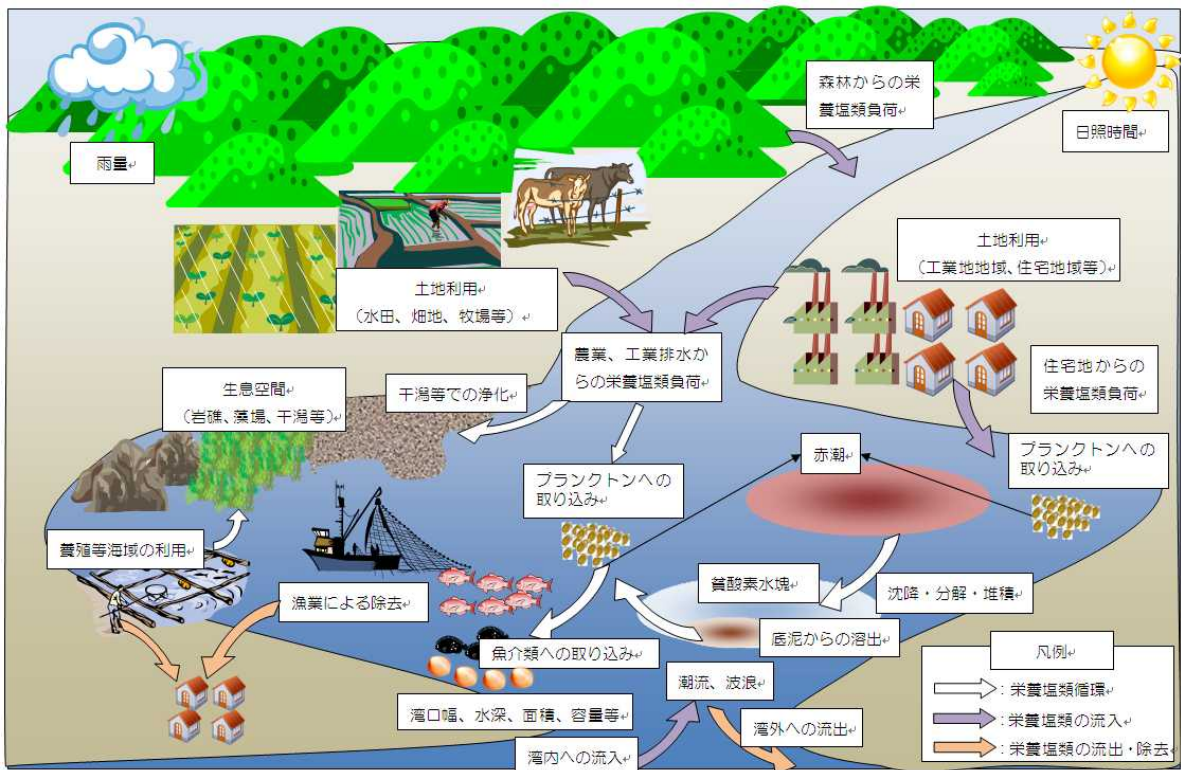


図 I-2 沿岸の海域の栄養塩類循環のイメージ

#### 4. 沿岸の海域における“ヘルシー”とは

沿岸域の利用者は多種多様であり、その立場によってどの様な海が“ヘルシー”であるかは異なってくる。

例えば、漁業者であれば、魚の餌となるプランクトンが豊富で、多少海が濁っており、食用となる魚介類が豊富に取れる海が“ヘルシー”であると感じるかもしれない。他方で、観光業者にとっては、透明で海底まで見るような海で、食用とはならないが美しい魚が泳いでいる海が“ヘルシー”であると感じるかもしれない。

しかし、例えば“白砂青松”、“コバルト色の海”、“資源豊かな海”というものは、それぞれが特定の受益者（利用者）に対する“ヘルシー”であり、受益者が「海」そのものの“ヘルシー”となるものではない。

人の手が一切加わっていない海が“ヘルシー”であるという考え方もあると思われるが、先に述べた通り沿岸域は既に高度に利用されており、現実的な“ヘルシー”ではない。

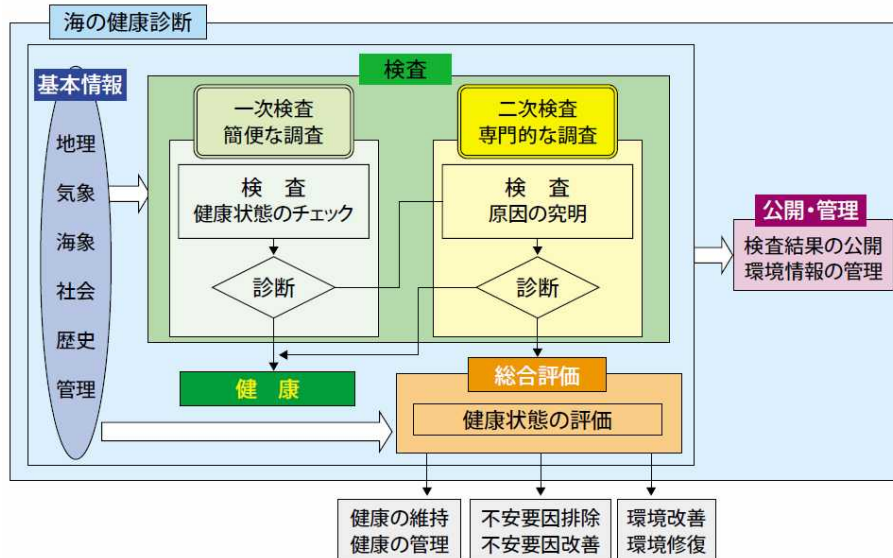
このような場での“ヘルシー”とは何かを検討するための議論を重ね、人が利用しながらも「海」自体の健全性が保たれ、今後も持続的に利用できる海が“ヘルシー”と考えられるのではないかということから、「再生産可能な生物資源を生み出す海の仕組みが健全であること」を“ヘルシー”の基本とすることとした。

また、これまでに、多様な主体により沿岸の海域の“ヘルシー”について研究が行われ

ている。

例えば、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（図 I-3）。

「海の健康診断」では、「海湾の健康な状態」を「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。



出典：「海の健康診断」～考え方と方法（海洋政策研究財団、2006）

図 I-3 「海の健康診断」の調査フロー

## 5. “ヘルシー”の合意形成と海域のヘルシープラン策定の必要性

地域の海にとっての“ヘルシー”について、「再生産可能な生物資源を生み出す海の仕組みが健全であること」や「物質循環が円滑で、生態系の安定性が大きいこと」と定義はされたとしても、「海」と関わりのある関係者は多様であり、地域にとって何が“ヘルシー”であるかは異なると考えられ、関係者間でよく議論することが必要である。

特に沿岸域は歴史的に人々の生活様式や産業構造の変化に伴って変遷してきており、単純な昔帰りが“ヘルシー”とは言い難いし、今後の発展に伴う変化（あるべき姿）を予想（予測）することも難しい。

地域の海は多様な関係者によって利用されているがゆえに、“ヘルシー”な海に改善していくためには、多様な関係者間の合意形成が重要となってくる。

国の海洋基本計画においても沿岸域の管理を行うことについて「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」と謳われており、地域の沿岸域の社会環境や自然環境の変遷等を踏まえ何を持って“ヘルシー”であるかを科学的な視点で議論を行う必要があると考える。

それぞれの立場によって異なるすべての意見を集約し、関係者すべてが合意された“ヘルシー”な海を作り上げていくことが望ましいと考えるが、現実的には、意見の取捨選択も必要となると考えられる。

その際には、今現在その海を利用して生活している人々にとっての“ヘルシー”な海を目標とすることも重要であるが、子や孫の代の人々が地域の海を今後とも継続的に利用していくために、どのような海を引き継ぐことが、これまで海を利用してきた世代としての

責任であるかを念頭に置き合意形成を図ることが望まれる。

また、計画を策定するためには、地域の海を取り巻く状況を知っておく必要がある。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、どの様に“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「手引き」として本資料を活用し、地域の海をどの様に“ヘルシー”にしていくのか、そのためのプラン（海のヘルシープラン）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、我が国全体での沿岸域の管理について、平成19年4月に成立した「海洋基本法」にその計画が定められている。

海洋基本法には、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、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
  - ※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の必要性

地域において、“ヘルシー”の合意形成が進み、“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、当初設定した“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事も考えられる。

場合によっては、方策を講じたことにより、負の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、モニタリング等を通じて適宜見直しを行い、順応的管理のもとに見直していく必要がある。

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、本資料を作成するにあたりモデル地域で検討を行った具体的な例も合わせて記す。

## 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沿った方策を実行し、方策を実施した後もモニタリングを行い、順応的管理を行っていくことが基本となる。

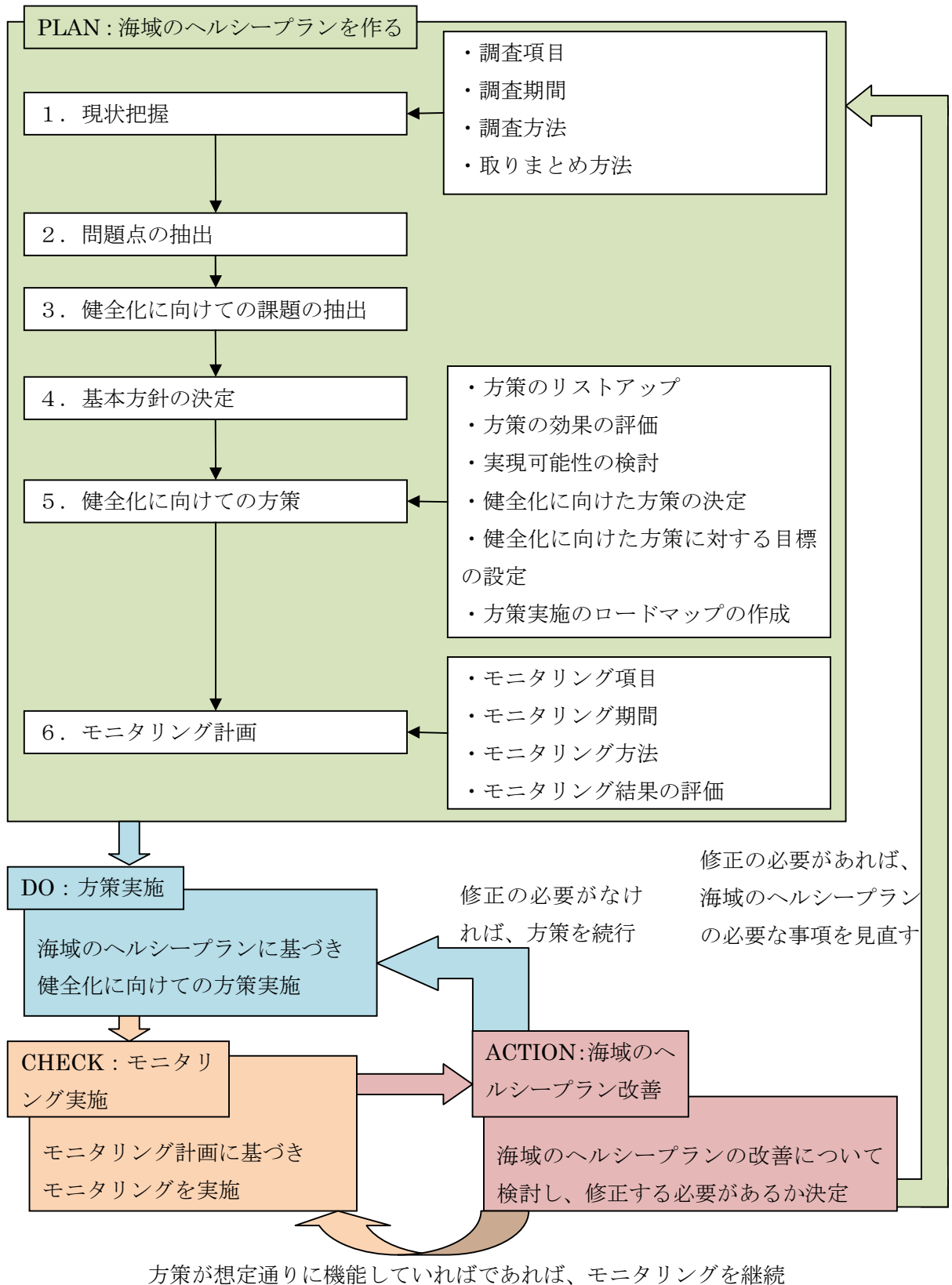


図 II-1 「海域のヘルシープラン」全体のフロー

# 1. 現状把握

## 1-1 現状把握を行う前に

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資料から収集整理する。

なお、本書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」を想定しているが、項目によっては、大規模な湾でも参考となる。

### 【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、どの様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。

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/report/pdf/200903\\_ISBN978-4-88404-221-9.pdf](http://www.sof.or.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、下層では栄養塩の蓄積が認められる。春季～夏季に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見分解のまま堆積し、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。
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、その他の層は栄養塩類濃度は比較的低く、中栄養的である。
	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 DO 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、リンが表面流出し、下流域の水環境への影響が懸念されている。

## ② 不具合の把握

検討対象とする海域の基本的な特徴を把握した所で、目に見える不具合が無い場合も想定されるが、可能な場合においては、ある程度不具合を想定し、具体的な検討を進めることが重要である。

海域で生じている不具合は、生物が生息・生育する場（産卵場、採餌場、生育基盤等）の問題と物質循環の問題が相互に関係しているものである。

ここでは、特に我が国で生じている閉鎖性海域の物質循環（特に栄養塩類）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の参考として示す。

1. 貧酸素（青潮）の発生
2. 赤潮の発生
3. 魚類等の動物の減少
4. 海藻草類等の植物の減少

上記のような主な不具合の原因と検討を始める物質循環に係る事象は、表 II-2 のようなものが想定される。

表 II-2 物質循環に係る不具合と想定される原因及び検討を始める事項

1. 貧酸素（青潮）の発生	
想定される原因	検討を始める事項
・底質に有機物が堆積し、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
・深掘跡等の存在により、貧酸素化しやすい場所がある	
・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	
想定される原因	検討を始める事項
・底質から栄養塩類が過剰に溶出している	底質変化の時期、堆積量、堆積している場所などを中心に検討を進める
・赤潮プランクトンを捕食する生物が減少	
・栄養塩類を吸収する植物の減少	
・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
・赤潮プランクトンを捕食する生物が減少	
・栄養塩類を吸収する植物の減少	
3. 魚類等の動物の減少	
想定される原因	検討を始める事項
・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	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
・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	

<ul style="list-style-type: none"> <li>・特に浮魚が減少している場合は、栄養塩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）</li> <li>・ 過剰な漁獲による減少</li> <li>・産卵、成長、生息場の減少</li> <li>・餌生物の減少</li> </ul>	生物組成（特に、基礎生産（植物プランクトン）～動物プランクトン）の生物組成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	
想定される原因	検討を始める事項
<ul style="list-style-type: none"> <li>・陸域・外海からの栄養塩の供給が少なくなっている</li> </ul>	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"> <li>・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</li> </ul>	底質変化の時期、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"> <li>・生育基盤の減少</li> <li>・移入する種子の減少</li> </ul>	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）、三河湾（愛知県）、播磨灘北東部海域（兵庫県）、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適宜示していくので、参考とされたい。

#### ●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）が生じており、これらの原因を把握するため、過去から様々な各種調査が大規模に行われてきた。また、原因の改善に向け、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、苦潮の発生等の不具合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気が分かってきた。

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。



## 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が重要である。

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、自然的な海に係る情報に加えて、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】

物質循環は、対象とする海域の形状や、外力等によって物質の循環状況（物理的な循環状況）が変わってくる。また、海域に流入する物質の量や質は、陸域や海域の水の利用状況にも関係する。流入する物質がどのような発生源から生じたものなのか、その負荷量を把握することは物質循環の状況を検討する上で基本となる。

このように物質循環は様々な事象（自然的、社会的）が複雑に関連している。そのため、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。特に沿岸域は高度に多種多様な主体により利用されており、地域の海の物質循環を把握する上で、利用状況の変遷を把握することは重要である。

物質循環に係る全ての項目を収集整理することは、多大な労力を要するため、はじめに基本的な項目について1-1で検討した事象を中心として資料を収集する。

さらに、流入した物質がどのように対象海域外に流出（取り出し）するの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。

モデル地域である三河湾では、調査項目として以下の様に基本情報を収集しており（一部改変）、情報収集を始める際の参考として示す。

### 【モデル地域である三河湾の例】

三河湾では、まず、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、現状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】

海域で発生する不健全な事象は、自然的・社会的状況の変化が積み重なって生じる。そのため、対象とする海域において、これまでどの様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。

いつ頃から変化し始めたのかを把握するためには、まず最新の知見（地域の環境白書、論文等）を収集し、海域に変化が起こり始めた（不健全な事象が発生し始めた）時期を推定する。

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）現在の期間までの既存資料を収集し、検討対象とする海域で生じた、自然的・社会的変遷を把握する。

#### 【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（環境の悪化の項目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m<sup>2</sup>、総浚渫土量は19万m<sup>3</sup>に上る。
- ・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た。

●三河湾（多様な変化が生じており、環境悪化の原因が複雑な例）

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。

●播磨灘北東部海域（改善したい項目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。

#### 1-4 調査方法

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、1-2に示した調査項目について、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情報を提供いただくと効率的である。

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いる。表 II-3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-3 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	JODC 統合水深データセット（日本海洋データセンター： <a href="http://www.jodc.go.jp/index_j.html">http://www.jodc.go.jp/index_j.html</a> ） 詳細深浅調査（港湾部局等）
流動場を把握するための情報			
淡水流入量	一級河川	流量	流量年表 水文水質データベース（国土交通省： <a href="http://www1.river.go.jp/">http://www1.river.go.jp/</a> ）
		水温	公共用水域水質調査 （ <a href="http://www.nies.go.jp/igreen/index.html">http://www.nies.go.jp/igreen/index.html</a> ）
	二級河川	流量	河川整備基本方針、河川整備計画 一級河川の比流量
		水温	公共用水域水質調査
	工場、事業場、下水処理場からの流入、海水の取排水	流量	閉鎖性海域中長期ビジョン、 発生負荷量等算定調査
		流量・水温	環境部局資料
流況、水温・塩分、潮位	流況	潮流調和定数	港湾部局資料、海上保安本部資料
	水温、塩分	水温塩分	広域総合水質調査（環境省： <a href="http://www2.env.go.jp/water/mizu-site/mizu/kouiki/kouiki_top.asp">http://www2.env.go.jp/water/mizu-site/mizu/kouiki/kouiki_top.asp</a> ） 浅海定線調査（水産庁）
	潮位	潮位、基準面高さ	気象庁データ （ <a href="http://www.data.kishou.go.jp/kaiyou/db/tide/dbindex.html">http://www.data.kishou.go.jp/kaiyou/db/tide/dbindex.html</a> ）
物質循環系を把握するための情報			
流入負荷量	主要河川	窒素、磷、COD	河川部局資料
	事業場、下水処理場からの負荷	窒素、磷、COD	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する情報	水質	各項目	公共用水域水質調査 広域総合水質調査（環境省） 浅海定線調査（水産庁）
		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・部局： <a href="http://www.maff.go.jp/i/tokei/index.html">http://www.maff.go.jp/i/tokei/index.html</a> ）
	生物量	植物プランクトン、クロロフィルa	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
		藻場面積	自然環境保全基礎調査（環境省） 航空写真（国土地理院）
	底質	各項目	公共用水域水質調査 広域総合水質調査（環境省）
干潟面積		自然環境保全基礎調査（環境省） 航空写真（国土地理院）	
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： <a href="http://www.e-stat.go.jp/">http://www.e-stat.go.jp/</a> ）
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： <a href="http://www.e-stat.go.jp/">http://www.e-stat.go.jp/</a> ）
	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
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

## 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健全であること」という視点から整理する。

### 【解説】

先に述べた通り、海域の不健全な事象は様々な要因が重なりあって生じている。

どの様な要因が重なりあい不健全な事象が生じたのか、その原因を把握するためには、収集した情報を横並びで見て比較検討するとそれぞれの要因の因果関係が視覚的に把握できる。そのためには、収集した資料を項目ごとに時系列的に比較するとよい。

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事により、どの様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。

### 【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。

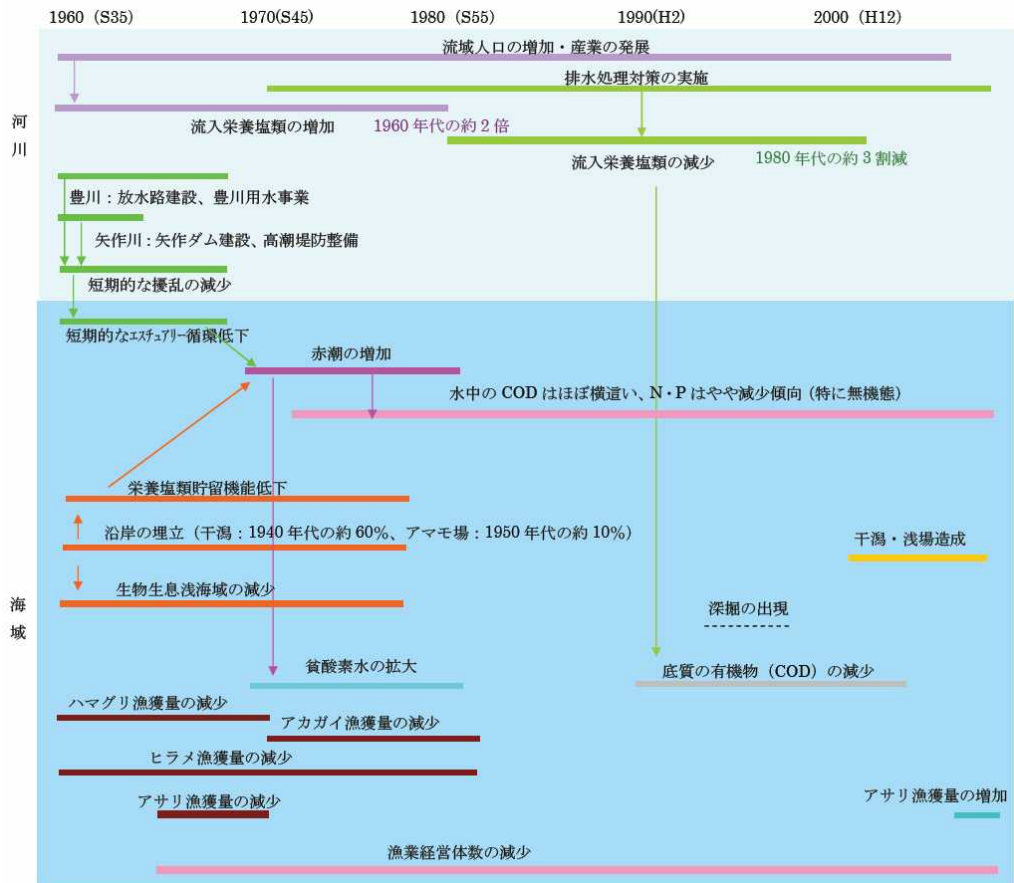
#### ●気仙沼湾の取りまとめ例（ある程度問題点が把握できている例）

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、どの様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。

項目		悪化期		対策期		改善期	
		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） ●干潟（約39ha）の消失		※ペド：油分と蛋白質を含む粘着性の物質			
湾内の環境	水質	CODピーク 水質悪化（ペドの流入）		やや低下 T-Nピーク T-Pピーク	やや低下	低下し、安定 減少傾向 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			下水処理場整備 (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)

- 三河湾の取りまとめ例（問題点の把握が困難で、多くの事象が関連している例）  
三河湾では、河川と海との繋がりに着目し、時系列に加えて、地形変化の観点も加えた時系列図を作成している。



- 播磨灘北東部海域の取りまとめ例（課題が想定され、その課題を中心にまとめた例）  
播磨灘では、貧栄養（TNの濃度減少）が課題の一つとなっていることから、TNの濃度と係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TNの濃度変化にも着目している。

項目	1960 (S35)	1970 (S45)	1980 (S55)	1990 (H2)	2000 (H12)				
<b>陸域</b>									
県内総生産額(兵庫県)	1,200	2,700	6,500	10,200	13,200	18,300	20,600	19,900	19,100
ダム建設(加古川水系)	S40 早田ダム	S46 神谷ダム	S48 八幡宮ダム	S51 東尾山ダム	S53 伊藤ダム	S56 龍洞ダム	S58 龍洞ダム	H3 川井ダム	H4 伊藤ダム
下水道整備率(兵庫県)		16.4%	39.9%	60.9%	81.7%	90.7%			
TN濃度(加古川:国包)				約3.0mg/L	約1.5mg/L	約1.0mg/L			
<b>港湾内(浅場)</b>									
埋め立て		S36-48 高砂中尾沖埋立、高砂町・相生町・豊前町	S42-53 加古川沖埋立	S44-62 播磨町埋立					
TN濃度(別府港内)				約1.0mg/L	約0.6mg/L	約0.5mg/L			
ウチムラサキ漁獲量*	約200ton	約300ton	約150ton	約150ton	漁獲ほとんどなし				
<b>沿岸～沖合い域</b>									
TN濃度(別府港沖)				約0.4mg/L	約0.3mg/L	約0.2mg/L			
水温(播磨灘表層)				約17℃	約18℃				
海面漁業生産量*				約50,000ton	約70,000ton	約40,000ton			
ノリ生産量*	約200	約2,400	約10,100	約13,500	約18,000	約12,000			
赤潮発生回数(播磨灘)				約50回	約30回	約20回	約20回		
<b>全体</b>									
法規制		S48 瀬戸内海環境保全特別措置法	S53 瀬戸内海環境保全特別措置法	S54 第1次COD総量規制	S52 第2次COD総量規制	H3 第3次COD総量規制	H4 第4次COD総量規制	H5 第5次COD/NP総量規制	H6 第6次COD/NP総量規制

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

## 2. 問題点の抽出

地域で生じている障害や現象を抽出する。既存資料や、ヒアリング結果も参考として問題点の抽出を行う。

### 【解説】

ここまで、情報を収集・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健全な事象の概要が把握できてくる。

そこで、1-1 において、想定した障害や現象について、当初の想定通りであったのか再度確認を行い、問題点の抽出を行う。

### 【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課題が見えてきた例）

気仙沼湾では、当初、湾奥部の水質や底質の悪化の要因の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、水質悪化の一要因として、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。

#### ● 播磨灘北東部海域での例（既存資料から栄養塩のバランスの崩れが見えてきた例）

播磨灘北東部海域では、海域が貧栄養状態となり、生態系が細くなり、ノリ等の漁業生産にも影響が出ていると想定していた。

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のバランスが崩れていることが分かってきた。

## 3. 健全化に向けての課題の抽出

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、物質循環のバランスが抱える課題を抽出する。

なお、関係性の整理において不透明な場合には、必要に応じて現地調査を行うことが望ましい。

### 【解説】

「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把握した。

ここでは、現時点での物質循環に係る関連図を作成することにより、定性的に何が不具合の原因となっているのかを考え、健全化に向けての課題を抽出する。

関連図の作成には以下の2つの様な方法がある。

① インパクト・レスポンスフロー図（モデル地域の事例（気仙沼湾参照））

インパクト・レスポンスフローは、ある程度の問題点が把握できている場合に作成すると、課題が抽出しやすい。

作成する際には、「2 問題点の抽出」で検討した問題点を中心に置き、問題点に対するインパクトを遡っていくと作成しやすい。

② 構造図（モデル地域の事例（三河湾参照））

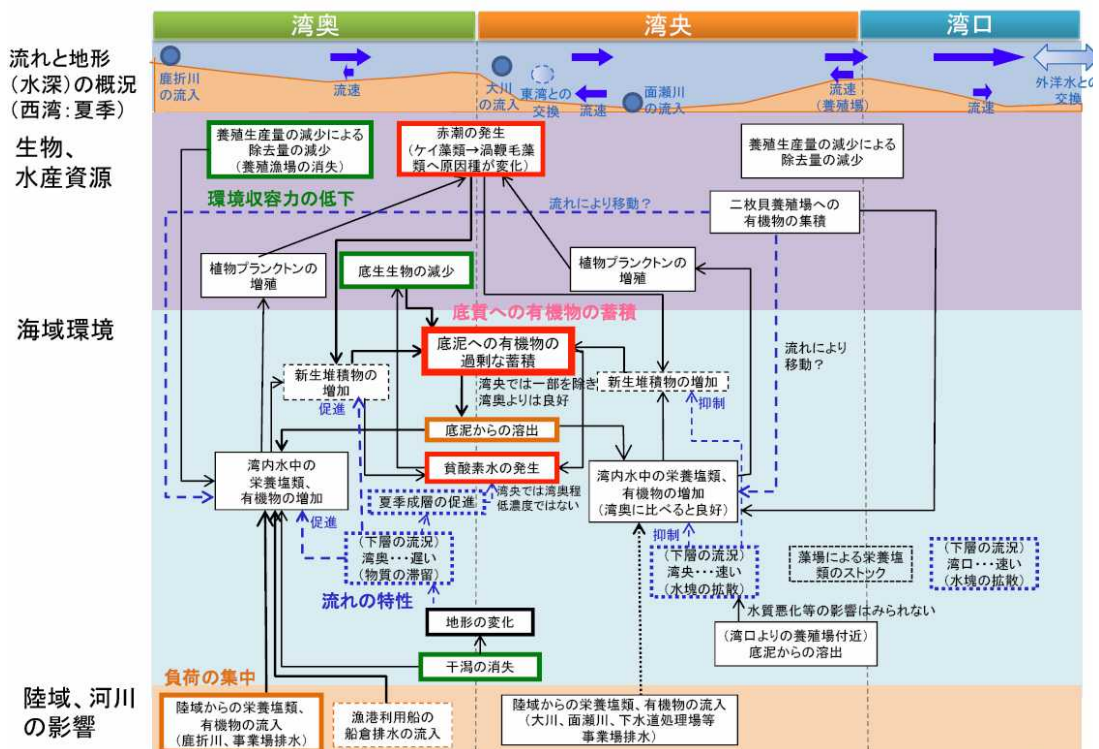
問題点が見えづらく、どこに問題があるのか不明確な場合には、まず、物質循環がどのような状態であるのか、要素同士のつながりを考えた物質の流れの構造図を作成し、過去と現在の比較により、構造のどこに違いが生じてきたかを把握することにより、課題点が浮き彫りとなってくる。

【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。

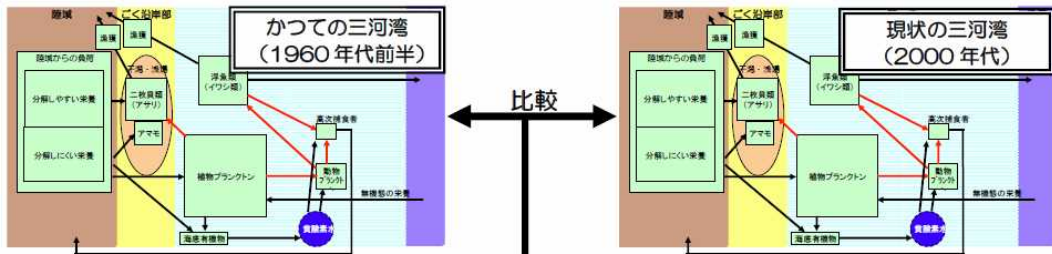




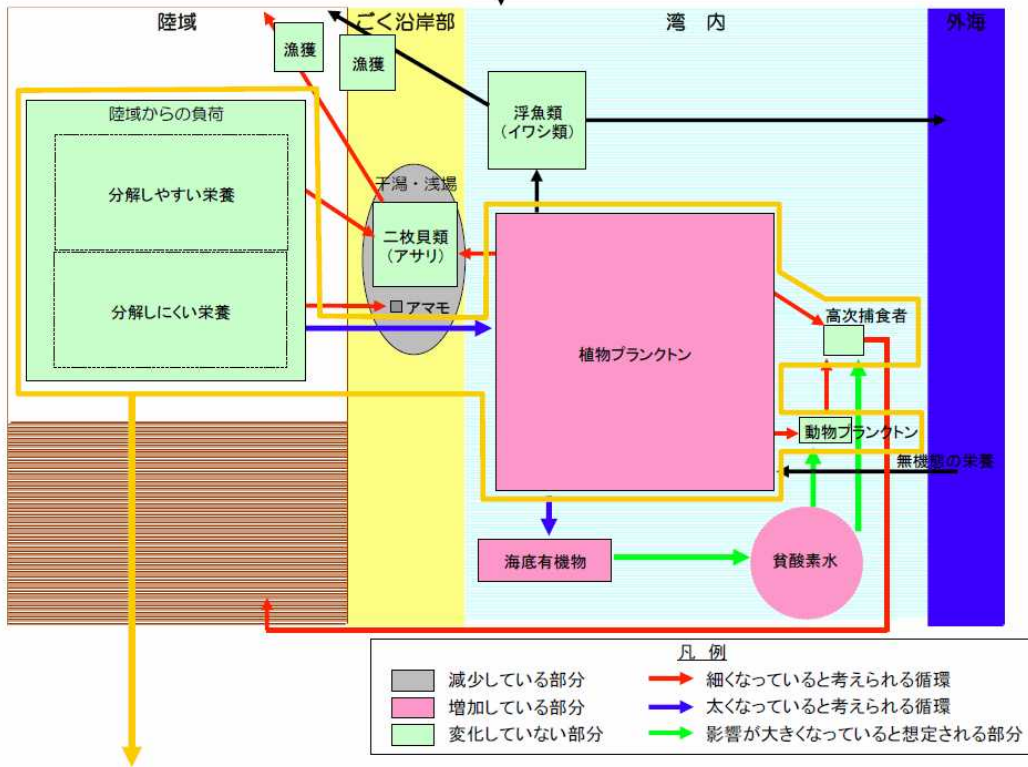
●三河湾の構造図の比較図

三河湾では陸域から海域にかけてどのような物質の流れが生じているか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、物質の流れに違いが生じてきた要素の抽出を行っている。

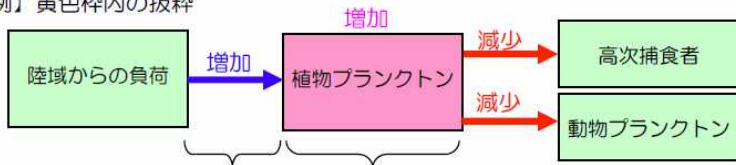


1. 各年代の図を比較し、変化箇所を解明する



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

先のインパクト・レスポンスフローは、定性的に関連を見るのに適しているが、図 II-2 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良い。

図 II-2 に全国の閉鎖性海域で一般的に見られるようなオーソドックスなフローを示したが、地域によっては図 II-2 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思わ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良い。

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分かってきており、これに着目すると図 II-3 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、底質からの溶出を要素として取り入れた図 II-4 のようなフローが考えられる。

播磨灘北東部海域では、陸域から流入する栄養塩の形態が、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-5 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。

また、数値が埋まらないところは、必要に応じて現地調査等により把握する。

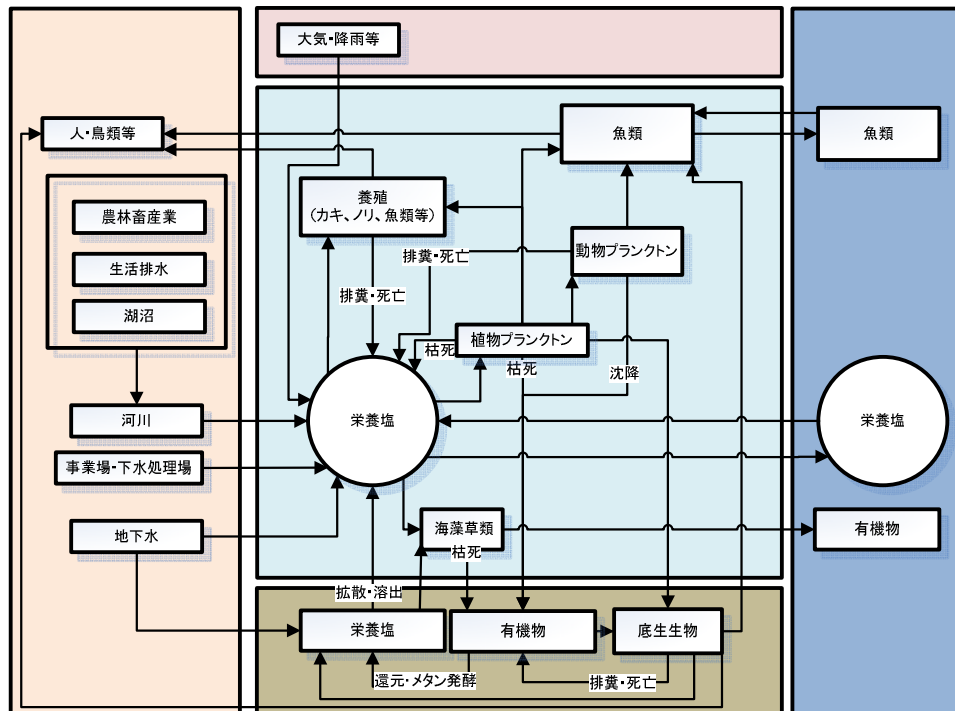


図 II-2 閉鎖性海域の物質循環の大枠

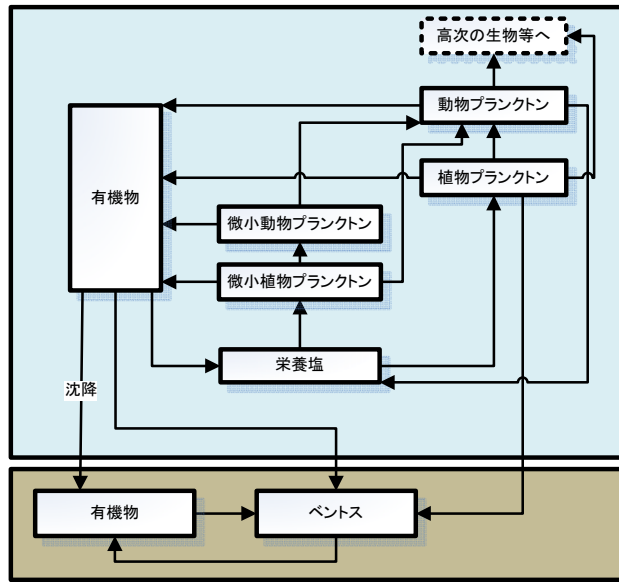


図 II-3 物質循環に関連する要素（微小プランクトンに着目したパーツ）

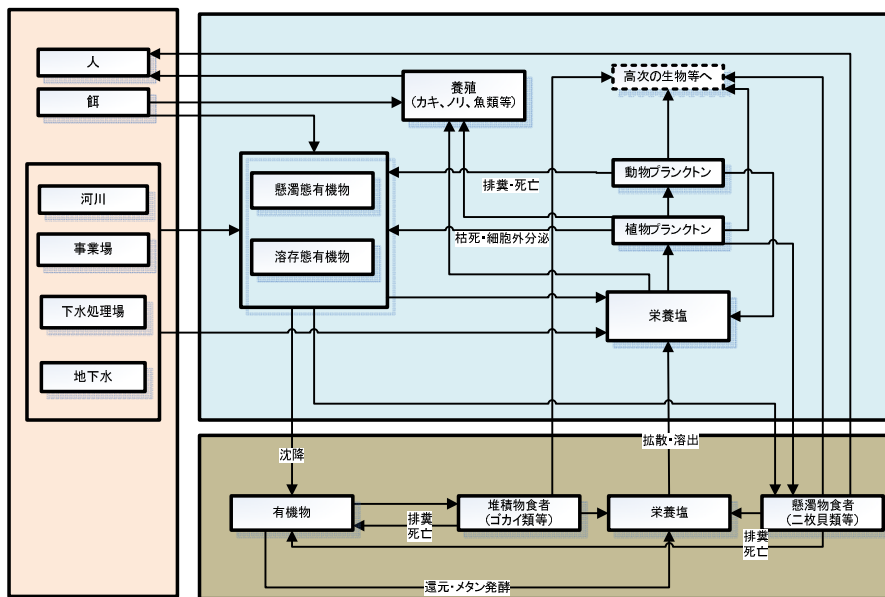


図 II-4 物質循環に関連する要素（底質の悪化に着目したパーツ）

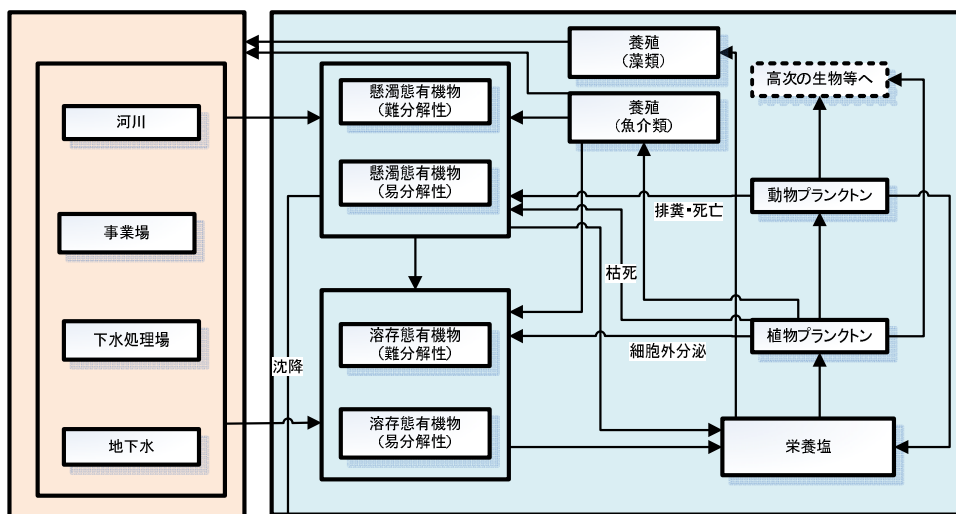


図 II-5 物質循環に関連する要素（栄養塩の形態に着目したパーツ）

#### 4. 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健全であること）にするために必要な方向性を基本方針とする。

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】

基本方針を定め、今後検討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る。

基本方針は、今後、地域の海をどの様に維持・改善していくかの、その骨格となるものである。そのため、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。

合意形成を行うためには、有識者を含む検討会にて、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良い。

次に、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良い。

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。

また、基本方針の考え方は、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。

例えば、貧酸素が問題点となっている海域で、「貧酸素を生じなく対策」＝「物質循環を健全にする対策」とは一概には言えない。もちろん、対症的に個別の問題に対する対策を講じることも必要ではある。

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」の様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。

なお、多様な主体の意見を取り入れるためには、地域懇談会等の開催が有用であるが、参加者の選定や開催時期の調整も必要となる。

モデル地域である、播磨灘北東部地域では、海を直接利用する漁業団体や事業者に加え、間接的に利用する地域住民、その中間に位置する環境活動団体を集めて懇談会が開催された。また開催時期についても特に漁業団体は季節によって繁忙度が異なるため、操業の時期を考慮して開催時期を決定している。

#### 【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ある程度の情報から、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の含有量調査を行った所、当初の想定通り、底質空栄養塩が溶出していることが分かってきた。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。

#### ●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：「流域から流入する豊富な栄養塩類を背景に、特有の構造や機能によって、多様な生物が再生産される海」

貧酸素が起こる原因は、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やクラゲ等の存在も原因であろうとのことから、このような特有の構造や干潟等の水質浄化の機能等を活用することにより、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。

#### ●播磨灘北東部海域の基本方針

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を改善等によって、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分かってきた。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。

## 5. 健全化に向けた方策

### 5-1 方策のリストアップ

「3. 健全化に向けての課題の抽出」の整理結果から、課題に関係する要因を洗い出して、基本方針を踏まえた対策の検討を行う。

#### 【解説】

課題に対する対策については、長期的に将来にわたって循環の仕組みとして改善しないとならない施策的な対策と、短期的に行える対症療法な対策に分けて方策を行うタイムスケールを勘案しリストアップする。

施策的な対策としては、主に行政が主体となるものが考えられる。例えば、各種基準の強化や緩和等が考えられる。

短期的な（対症療法的な）環境改善の方策については、「Ⅲ-3 環境改善手法の概要」に参考として記す。

また、地域の多様な主体の協力が必要な場合には、「地域懇談会」や「勉強会の開催」なども一つの方策である。

### 5-2 方策の効果の評価

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

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モデル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、順応的に方策を実施し評価できることが望ましい。

短期的に効果を発揮する必要がある方策については、他地域での事例が参考となる。事例については、「Ⅲ-3 環境改善手法の概要」に参考として記した。

#### 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の主な留意点

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う必要がある。

例えば、三河湾の様に微小プランクトンに着目するため、図 II-3 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取り入れた図 II-4 のような精緻化を検討すると良い。

### 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、社会的受容性での問題の有無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、プラスの効果のみでなく、対策を講じた場合に副次的な影響（負の影響等）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、「Ⅲ-1 関係法令及び関係行政機関」や「Ⅲ-2 個別事例」に参考として記した。

社会的受容性については、地域の合意形成が図られていることが重要である。他の地域で同様な対策を検討している場合には、関係者からの意見等を参考に、対策を行うことが社会的に受け入れられるか検討を行う。特に重要な関係者（海を直接的に利用している漁業者や環境保全を行なっている地元 NPO 等）には、ヒアリング等を行い、地域懇談会や勉強会等を通じて意見を収集し、特定の事業者にのみ有益となる対策ではなく、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。

### 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】

実行できそうな実施方策が決定した所で、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、長期的な順応的に実行していくものもある。

検討した実施方策につ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、優先順位をつけて篩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、生物の再生産を維持するために、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に対する目標の設定

5-1～5-4の検討結果から、ヘルシープランが目指す目標や指標を設定する。

### 【解説】

健全化に向けた方策が決定した所で、健全化を目指す目標や指標を設定し、可能であれば数値目標を示す。

(※指標の候補や考え方については、巻末「別紙」の検討結果を踏まえて記載する)

## 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上での、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。

役割を決定する際には、関係者が互いに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も考えられる。

例えば、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」では、取組（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」と、「他の主体に行なってほしい取組」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（図 II-6）。

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 II-6 役割についての取りまとめ例



## 6. 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】

方策を実施した場合の効果についてはモニタリングを行う必要がある。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」決定した組織・人にヒアリング等を行い、方策の実施状況について把握する。

### 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。

この様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。

#### 6-4 モニタリング結果の評価

モニタリングの結果、期待した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した上で、検討を行う必要がある。

#### 7. 海域のヘルシープランの改善

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、「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、順応的管理を続けながら方策の効果を維持していく必要がある。

#### 8. 海域のヘルシープランの標準構成

標準的な目次構成にしたがって、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、海域の健全化を行うための計画書であるヘルシープランを作成する。

以下に、標準的な目次構成（案）を示す。

##### ・標準的な目次構成（案）

1. ●●湾の現状
2. ●●湾が抱える課題
3. 健全化に向けての基本方針
4. 健全化に向けた方策
5. モニタリング計画
6. 資料編
7. 用語集

なお、ヘルシープランは、行政、地域住民、事業者、研究者等による総合的な取組を推進する必要がある。そのため、ヘルシープランの記載内容は、極力専門用語を避け、資料編や用語集等の補足により、分かりやすい内容となるように心がける必要がある。

### III. ヘルシープラン策定に係る関連情報

#### 1. 関係法令及び関係行政機関

沿岸域を管理している行政機関、管理の根拠となっている法令、自治体等が取り組んでいる行政施策等を取りまとめ、“ヘルシー”な海を実現するためにどのような協力体制が必要なのか、自治体や市民が取り組むために必要な条例などはないのかについて事例を含めて整理する。

港湾、河川、漁場、自然公園、保護水面、防災施設、海水浴場など流域、海岸線や沿岸海域がどのような法体系で管理され、関連する行政機関について整理する。

#### 2. 個別事例

瀬戸内法や有明法など特定の海域に定められている法令や自治体などが定めている条例、市民団体などが活動しやすくするための取り決め、利害関係者間の協定などの事例を取りまとめる。

#### 3. 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、効果の程度、必要な経費、副次的な影響、メンテナンス、キャンセルの方法（効果が出ない場合の復旧、復元の可能性）等について整理する。

### IV. 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。



## 「5-5 健全化に向けた方策に対する目標の設定」に記載する 海域の健全性指標について

海域の健全性指標について、健全な海とは「物質循環の円滑さ」と「生態系の安定性」の観点から、「再生産可能な生物資源を生み出す海の仕組みが健全であること」を基本とし、これを達成するためには、どのような指標が考えられるか検討を行った。

以下のような健全性の指標の考え方を手引きの「5-5 健全化に向けた方策に対する目標の設定」に記載したい。

### ① 健全性指標の考え方

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、栄養素、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、生物が生息できないような水質（貧酸素水塊や硫化水素が発生しないなど）とならないことが必要である。

図 7 に、このような「場」や「要素」の繋がり（循環）をイメージした図を示した。

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）に捕食され、魚介類や海藻草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・海域を通じた大きな物質循環の中で、「再生産可能な生物資源を生み出す海の仕組み」が健全に保たれる必要がある。

また、大きな物質循環の中には、干潟内で植物プランクトンを二枚貝が捕食し、栄養塩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小さな物質循環についても循環が健全に保たれる必要がある。

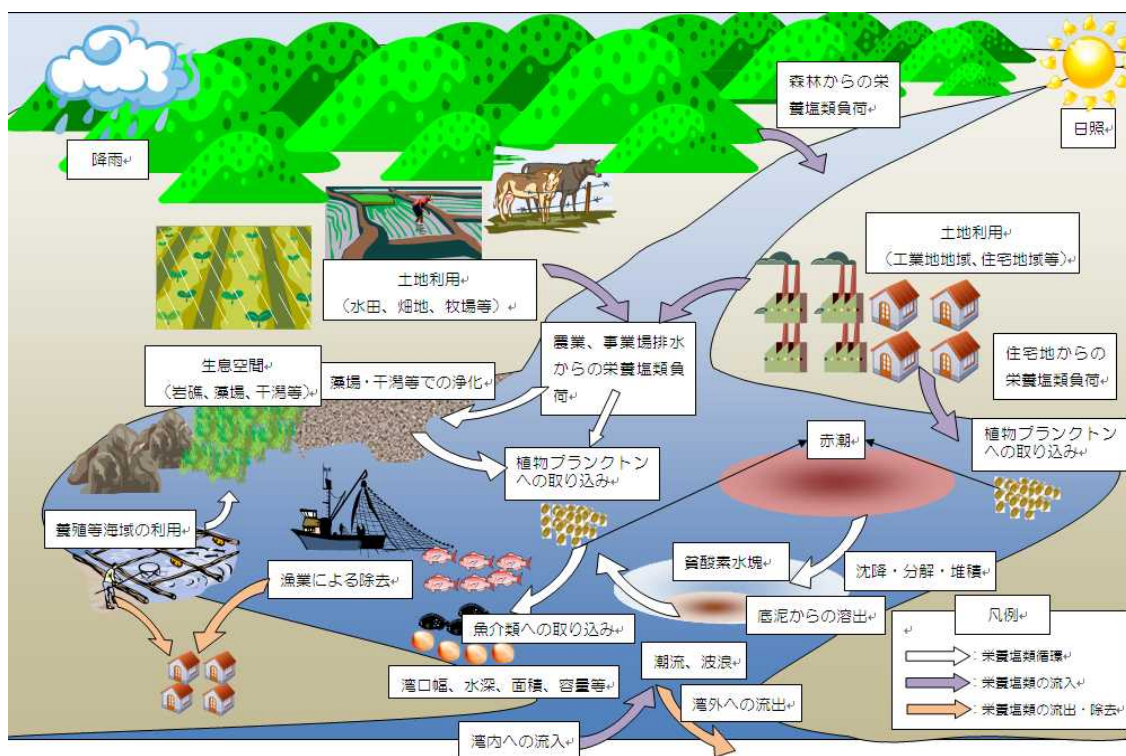


図 7 陸域・海域を通じた物質循環のイメージ

## ② 健全性指標の候補について

陸域・海域を通じた大きな物質循環と海域の場に応じた小さな物質循環が滞り無く、持続的に維持できている状態であれば、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、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、循環バランスが崩れ、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出てくる「要素」が健全性を表すための「指標」となると考えた。

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、どの様な指標が考えられるか検討を行った（図 8）。

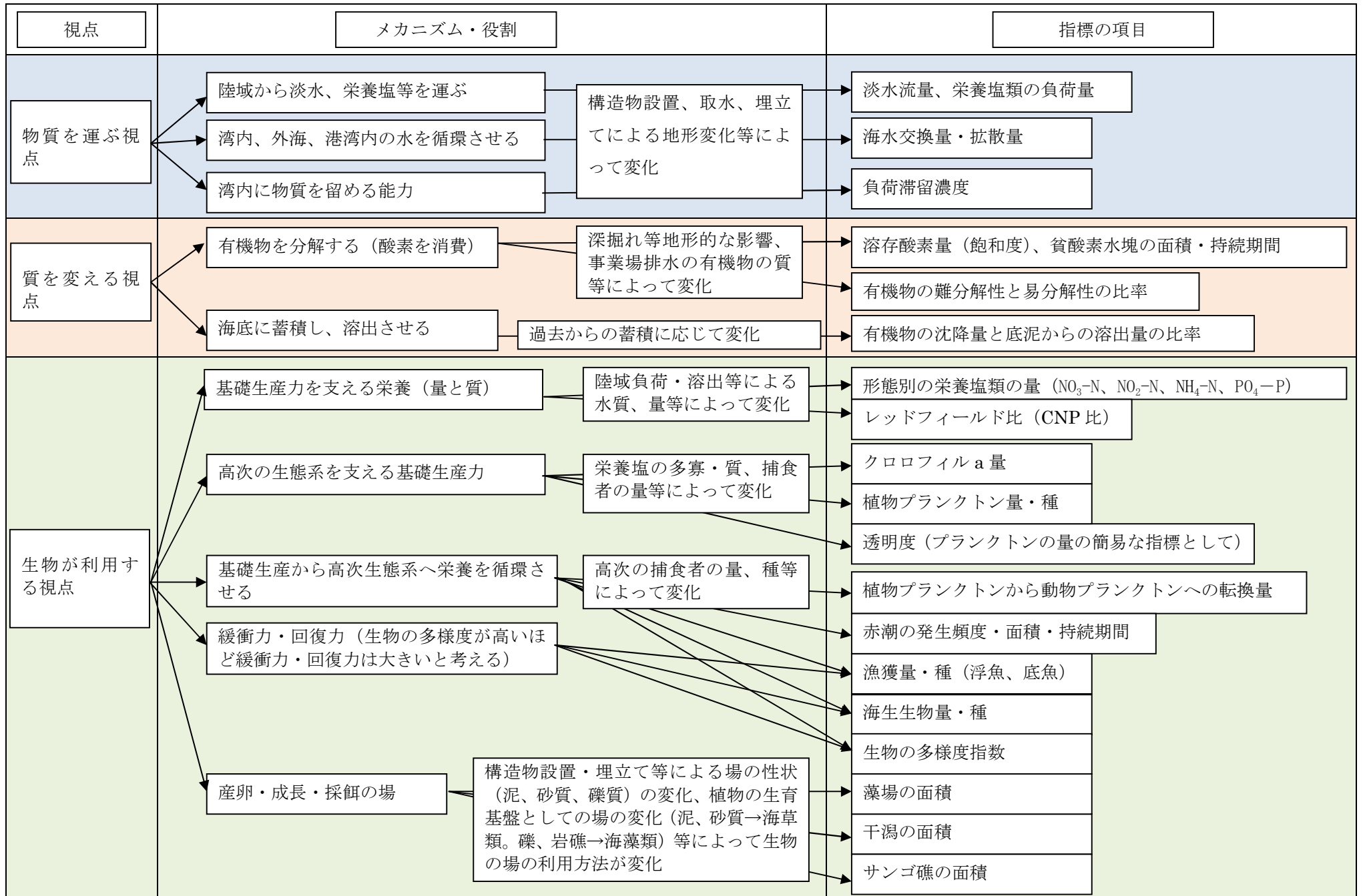


図 8 3つの視点と指標の項目

### ③ 指標の考え方

図 8 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上では、その海域で生じている不健全な事象そのものに着目する必要がある場合や、評価のためのデータの入手の容易さ等も考慮する必要がある。

例えば、環境上に明確な影響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、物質循環のバランスの崩れが不明確な場合は、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 4）。

表 4 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
① 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・持続時間など)
② 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)	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)
③ 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)
④ 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)



表 5 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。そのため、CPUE（捕獲努力量あたりの漁獲量）への変換が必要となり、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 5 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	○：流量年表や水文水質データベースから把握できる。 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。
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。
生物が利用する視点	形態別の栄養塩類の量 (NO <sub>3</sub> -N、NO <sub>2</sub> -N、NH <sub>4</sub> -N、PO <sub>4</sub> -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、リンは調査されていない場合も多い。
	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。
	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。
	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。
	植物プランクトン量・種	△：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。
	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。
	干潟の面積	
	サンゴ礁の面積	
	生物の種類数・生息量 漁獲量・種（浮魚、底魚）	○：漁獲量・漁獲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。	
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き、主な着目すべき問題を例にした指標を考えると表 6 のような例が考えられる。

表 6 着目すべき問題と指標の考え方の例

視点	着目すべき問題	指標：目標の考え方の例
<ul style="list-style-type: none"> <li>・質を変える視点</li> <li>・生物が利用する視点</li> </ul>	<p>① 環境上の明確な影響が現れている場合</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> <li>・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</li> <li>・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</li> </ul>
生物が利用する視点	<p>② 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場合)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・(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</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>物質を運ぶ視点</li> <li>質を変える視点</li> <li>生物が利用する視点</li> <li>生物が利用する視点</li> <li>生物が利用する視点</li> </ul>	<p>③ 物質循環のバランスの崩れが明確な場合</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・場所により栄養塩の偏りがある場合</li> <li>・底質の有機物の分解のため貧酸素が生じている場合。</li> <li>・一次生産者から高次の生態系に物質が循環しない場合。</li> <li>・基礎生産力が弱くなっている場合</li> <li>・海の生産力が弱くなっている場合</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> <li>・有機物の沈降量と底泥からの溶出量の比率 など</li> <li>・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</li> <li>・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</li> <li>・漁獲量・種（浮魚、底魚）：漁獲量の向上を目指す</li> <li>・(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</li> </ul>

物質を運ぶ視点	<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"> <li>河川からの出水の状況が変化し始めているか (物理的なバランスの崩れを見る指標)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>出水時の流量が平滑化していないか。</li> <li>出水後の濁りが長期化するなどの変化がないか。 (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)」)</li> </ul> <p style="text-align: right;">など</p>
質を変える視点	<ul style="list-style-type: none"> <li>水質のバランスが変化し始めているか (栄養のバランスの崩れを見る指標)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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))</li> </ul> <p style="text-align: right;">など</p>
生物が利用する視点	<ul style="list-style-type: none"> <li>プランクトンの発生状況が変化し始めているか。 (生態系のバランスの崩れ、栄養塩や水温等の変化を見る指標)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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))</li> </ul> <p style="text-align: right;">など</p>
生物が利用する視点	<ul style="list-style-type: none"> <li>魚類の出現種・量に変化し始めているか (生態系のバランスの崩れを見る指標)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>イワシなどのプランクトン食の魚類が異常に増加していないか。 (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)」)</li> <li>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るか。 (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))</li> </ul> <p style="text-align: right;">など</p>
生物が利用する視点	<ul style="list-style-type: none"> <li>貝類の斃死が見られ始めているか (生態系のバランスの崩れを見る指標)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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水温低下が挙げられている。「干潟生産力改善のためのガイドライン」(水産庁、2008年))</li> </ul> <p style="text-align: right;">など</p>