



第19回小委員会報告

貧酸素水塊の形成・消滅に関与する成層化 ～モデル解析とモデルの活用～

令和8年1月
環境省



平成28年度 委員会報告（平成29年3月）

1章 有明海・八代海等総合調査評価委員会

2章 有明海・八代海等の概要

3章 有明海・八代海等の環境等の変化

(1)汚濁負荷、(2)河川からの土砂流入、(3)潮汐・潮流、(4)水質、(5)底質、
(6)貧酸素水塊、(7)藻場・干潟等、(8)赤潮、(9)生物

4章 問題点とその原因・要因の考察

(1)基本的な考え方と再生目標、(2)海域区分、(3)問題点とその原因・要因との関連、
(4)問題点とその原因・要因の考察（海域区分毎）、(5)まとめ

5章 再生への取組

平均潮位や潮位差、潮流の変化や平均流の状況等が掲載されているものの、有明海・八代海等の基本的な環境情報である物理的な挙動（流動、成層化・鉛直混合等）が十分に把握・解明されているとは言い難い。

「連関図」に示されている、貧酸素水塊の発生、赤潮の発生、底生生物の減少等の諸問題と海域の物理的環境特性の関係性が十分に把握・解明されていないことが考察を進めるうえでの課題の一つと認識。

有明海・八代海等総合調査評価委員会中間取りまとめ（令和4年3月）

第1章 はじめに

第2章 有明海・八代海等の環境等の状況

(1)汚濁負荷、(2)河川からの土砂流入、(3)潮汐・潮流、(4)水質、(5)底質、
(6)貧酸素水塊、(7)藻場・干潟等、(8)赤潮、(9)生物

第3章 再生方策等の実施状況等と課題の整理

第4章 再生方策に共通する今後の課題

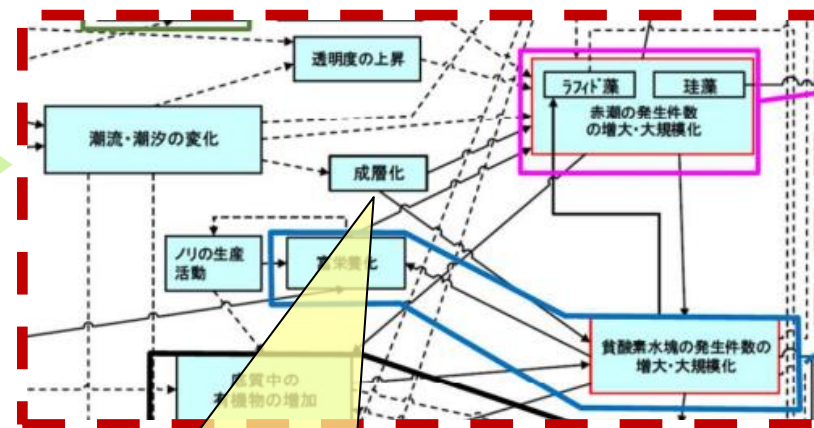
平成28年度委員会報告以降の実測データを追加して情報を更新。

関係省庁・関係県が主体の各事業等が再生目標のどの部分に対応しているのか等を分かりやすく示すため、連関図と主な事業等との関係を整理（**次スライド**）

1. 検討の背景

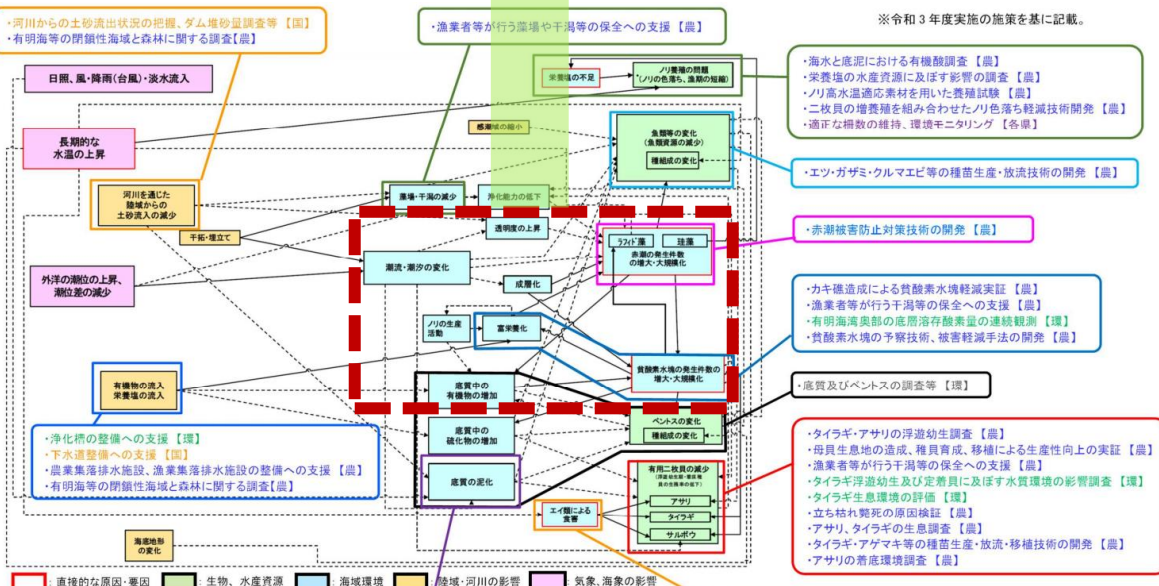
<昨年度までに報告済み>

拡大



有明海の代表的な課題、赤潮と貧酸素水塊の発生には海域の成層化が関係しており、物理的な挙動(流動、成層化・鉛直混合等)を把握・解明することは非常に重要

流動(潮流・潮汐)、成層化・鉛直混合は海域環境の基本情報であるが、あまり検討がなされていない



注1) 上図は、有明海における問題点と原因・要因との関連の可能性(平成28年度委員会報告より)を示したものである。
2) 平成28年度委員会報告書において関連があることを確認したものを実績で、その他を点線で示した。なお、有明海の中で関連があることを確認した海域区分が一つでもあれば、実績で示している。
3) 対応する再生方策は、令和3年度実施の施策等を示している。

直接の原因・要因 生物、水産資源 海域環境 陸域・河川の影響 気象、気象の影響

・底質攪拌調査及び底質による底質改善調査等【農】
・タイラギ等の餌料環境の改善を図る漁場整備の検討【農】
・有明海等の海域特性に応じた漁場環境の改善のため、関係県の連携による漁場整備等の総合対策を支援【農】
・母貝生息地の造成、稚貝育成、移植による生産性向上の実証【農】
・漁業者等が行う干潟等の保全への支援【農】
・浮泥の調査【環】

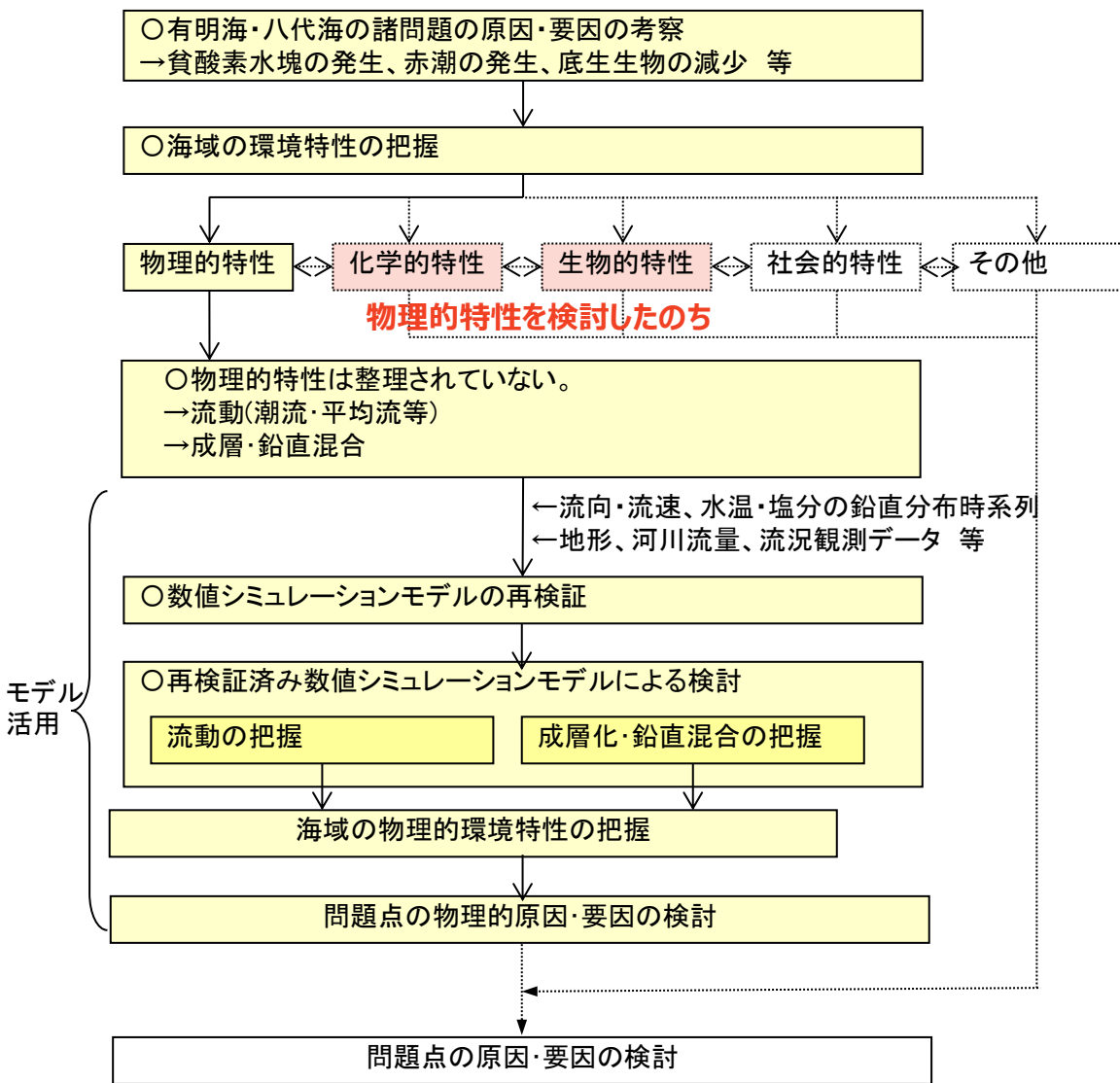
・ナトリウムの状況調査等【農】
・ナトリウムの生態把握調査、出現情報収集・配信及び駆除【農】

その他、海洋ごみ対策として、
・海洋ごみの回収、処理等への支援【環】
・海洋環境整備船による漂流ごみの回収や水質、底質、底生生物の調査【国】
・漁業者等が行う漂流・漂着物・堆積物処理への支援【農】

有明海における問題点と原因・要因との関連の可能性と各事業等との関係
出典: 有明海・八代海等総合調査評価委員会中間取りまとめ (令和4年3月)

1. 検討の背景

<昨年度までに報告済み>



検討フロー図

平成28年委員会報告および中間とりまとめでは、有明海・八代海等の現状把握を実測値ベースで実施

委員会報告第3章で整理された現状把握項目のうち、潮流については観測が時空間的に断片的であり、十分な情報を掲載することができず、委員会報告第4章における海域別の環境特性把握も不十分

観測情報が十分でない場合、**数値シミュレーションモデルを活用**することが有効

近年のモデルは成層状況※の表現に課題
※水温・塩分の鉛直構造

モデルの再現性を確認し、モデルの課題・限界を考慮した上で数値シミュレーションモデルを活用

① 貧酸素水塊の形成・消滅に関与する成層化の要因解析

- 入力値の変更により仮想的な計算を行うことで要因の大きさを把握することができる
- 連関図中の関連性を定量評価することができる



モデル解析の特徴を生かしたアウトプットとして

② 海域区分別の海域特性の把握

- モデル結果から海域特性図を作成して、これまで詳述できなかった海域区分別の環境特性を把握する
- 観測値がない場所、時間の環境特性が把握できる

※モデルの課題・限界を考慮した上で上記の結果を解釈

- 成層化・鉛直混合のメカニズムを理解
- 個別海域の環境特性を理解

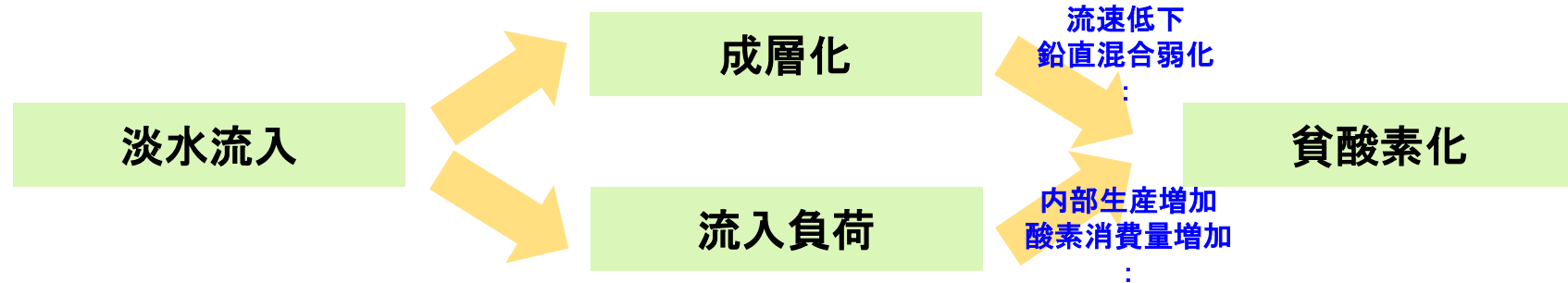


根拠に基づいた
効果的な環境対策を提案

(1) 貧酸素水塊に対する成層化と流入負荷の影響

前提条件

- ・有明海の流動・水質を表現する**シミュレーションモデル**を使用して貧酸素水塊に対する成層化と流入負荷の影響を検討
- ・成層化に最も寄与すると考えられる**淡水流入**の条件をモデル上設定
- ・モデルシステムは、流動サブモデル、波浪サブモデル、懸濁物輸送サブモデル、水質サブモデルで構成



計算条件

- ・平均的な淡水流入量であった2011年を基本計算ケースと設定
- ・近年28年間で夏場の総流量が最も多かった2020年、最も少なかった1994年と一致するように2011年流量時系列を調整
(流量最大：2.3倍、流量最小：0.19倍)
- ・水質サブモデルにおいて、2011年の流量時系列に加えて上記で調整された流量時系列に1級河川別のL-Q式を適用して3種類の流入負荷量時系列を作成
(負荷量最大：COD 3.8倍・T-N 2.4倍・T-P 3.6倍、負荷量最小：COD 0.13倍・T-N 0.21倍・T-P 0.14倍)
- ・3種類の流量パターン (最大・1倍・最小) と3種類負荷量パターン (最大・1倍・最小)

(計算ケース)

ベースケース：流量最大×負荷量最大、流量1倍×負荷量1倍、流量最小×負荷量最小

流量変動ケース：流量最大×負荷量1倍、流量最小×負荷量1倍

負荷量変動ケース：流量1倍×負荷量最大、流量1倍×負荷量最小

【参考】負荷量ゼロケース：流量最大×負荷量0、流量1倍×負荷量0、流量最小×負荷量0

(1) 貧酸素水塊に対する成層化と流入負荷の影響

計算結果

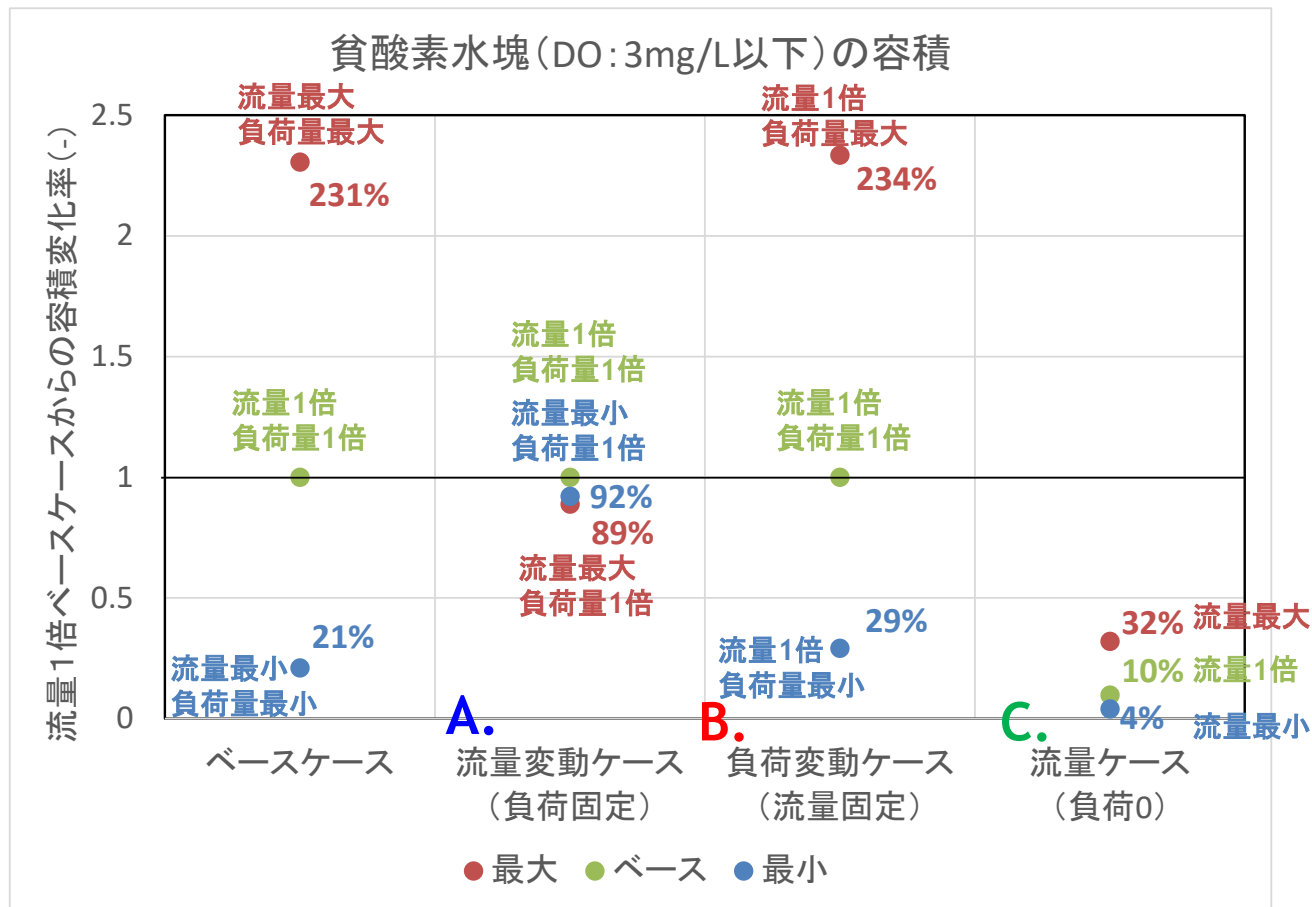
・有明海湾奥の海域の各計算メッシュに対して、 $DO < 3\text{mg/L}$ のメッシュの容積を7～9月の期間で累積

各要因解析の計算結果に対して、ベースケース流量1倍の貧酸素容積を1として比率を算出

A. 流量変動ケースの流入負荷量を固定したケースでは貧酸素容積はほとんど変化がない

B. 負荷変動ケースの流量を固定したケースでは貧酸素容積大きく変動

C. 負荷0ケースは淡水流入のみによる物理的な成層の影響がみれる。変動幅は小さい。



⇒ **A. 流量変動ケース**の変動幅は非常に小さい
⇒ 物理場による成層化が貧酸素化に与える影響は大きくない

⇒ **B. 負荷変動ケース**の変動幅はベースケースと同様の変動幅

⇒ 負荷量の増減がほぼ貧酸素の増減に寄与している可能性

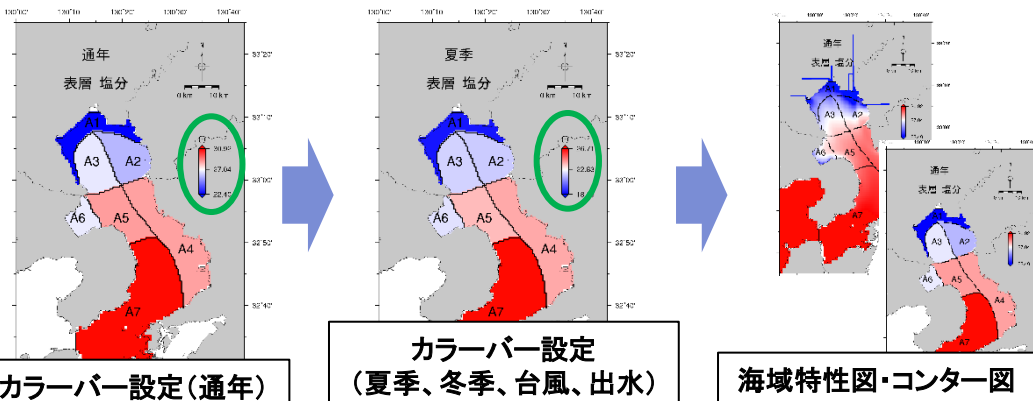
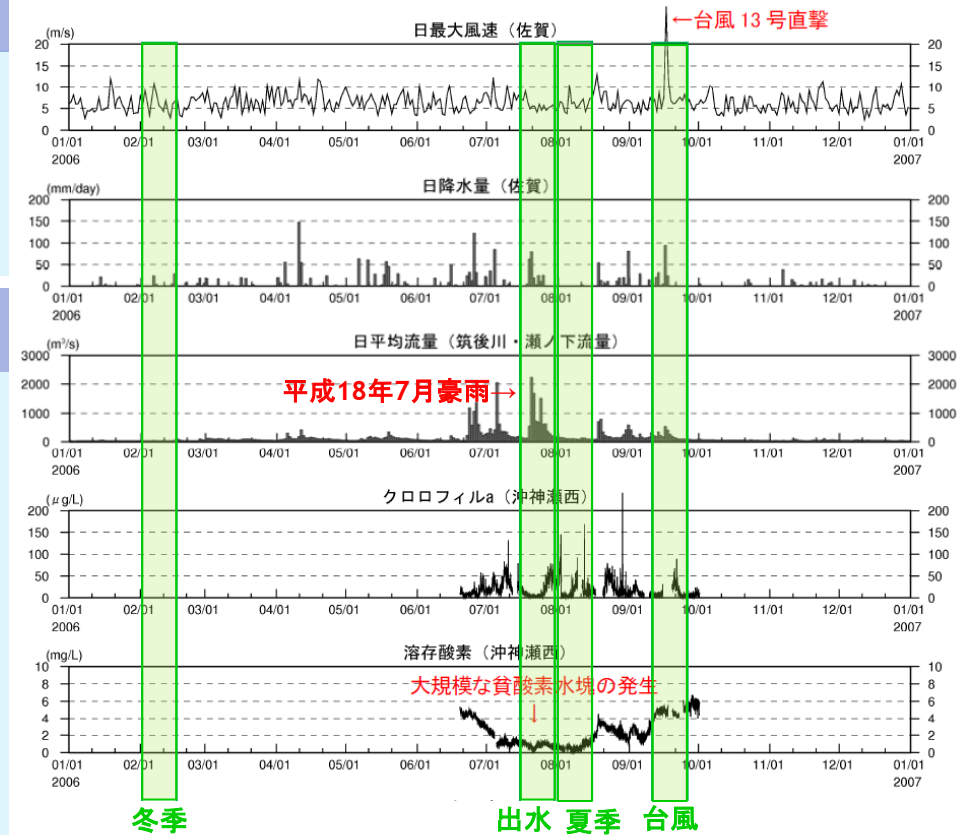
(2) モデルを活用した有明海全体の海域特性の把握

背景・目的

- モデル解析を活用して海域特性図を作成し、様々な環境条件下における海域特性を考察
- 水温、塩分や水質項目のほか、海域間の水の流れ、物質の流れを可視化することで、効果的な再生方策を促進させる位置づけ

海域特性図の作成方法

- ① 有明海全域（A1～A7海域）の各解析期間ごとの最大・最小・平均値を求める
- ② ①のうち、期間1（通年）の平均値が白色、最大値が赤色、最小値が青色になるカラーバーを作成する
- ③ ②のカラーバーのスケール幅（平均値から最大値の差と平均値から最小値の差）は維持したまま、平均値だけ期間2～5（夏季、冬季、台風、出水）に置き換えたカラーバーを作成する
- ④ ②と③のカラーバーを用いて各海域区分を塗りつぶした平面図とコンター図を作成する

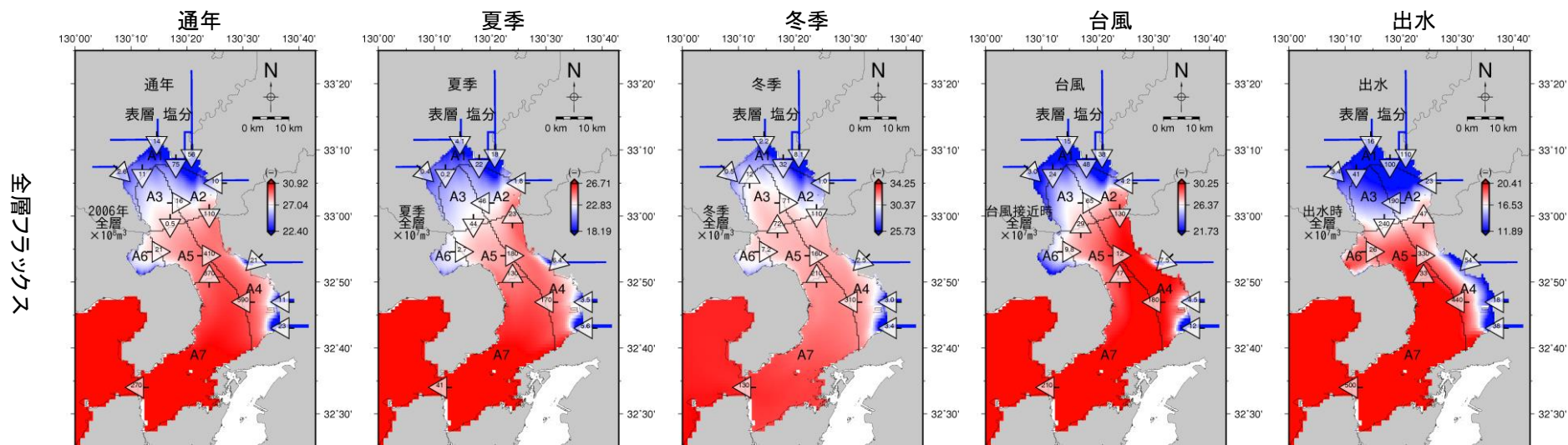


解析期間		開始年月日	終了年月日
期間1	2006年1年間	2006年1月1日	2006年12月31日
期間2	夏季	2006年8月1日	2006年8月15日
期間3	冬季	2006年2月1日	2006年2月15日
期間4	台風接近を含む期間	2006年9月10日	2006年9月25日
期間5	出水を含む期間	2006年7月15日	2006年7月30日

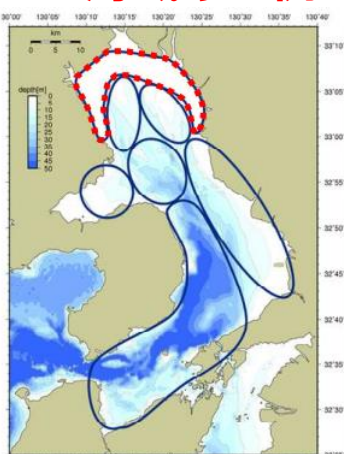
(2) モデルを活用した有明海全体の海域特性の把握

海域特性図の活用例

・有明海全体と区分毎の海域特性をモデル計算の観点から考察



A1海域の一例



項目	平成28年度委員会報告 + 海域特性図
流況	<ul style="list-style-type: none"> ● 平均流は反時計回り ● 表層は湾口向き、下層は湾奥向きなので、水収支はA2海域とA3海域へ向かうが、A2海域へのフラックスが大きく、台風や出水時の期間に特に大きい ● 冬期のA3海域との水収支のみA1海域へ流入するフラックスの方が大きい
水温・塩分 (上層)	<ul style="list-style-type: none"> ● 水温は有明海で最も低い^が、夏季には最も高くなる(底層も同様の傾向) ● 塩分は有明海で最も低く、梅雨時期の河川出水で低下する ● 成層強度は低い傾向にある ● 低塩分の継続時間が有明海で最も長い