

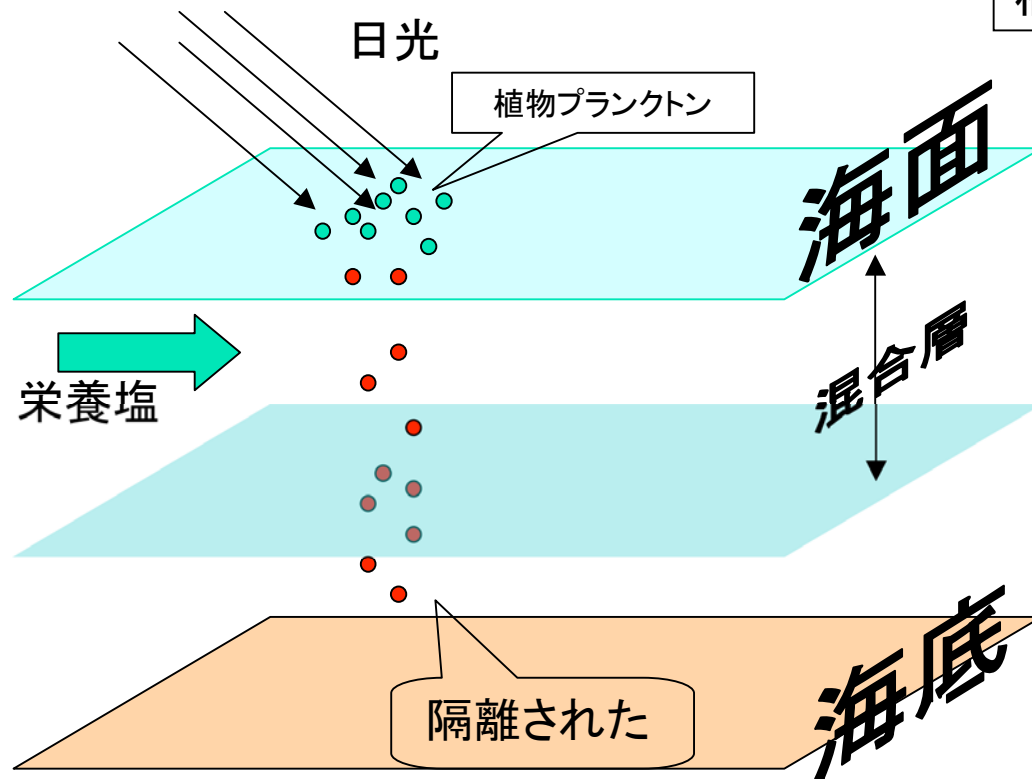


海洋生態系による二酸化炭素固定量の
数値的評価手法に関する研究

指導教官 多部田 茂 助教授

30770 吉本 治樹

海洋生態系による二酸化炭素固定とは



植物プランクトンの一次生産が増加する

植物プランクトンが光合成を行う

準難分解性有機物が発生する

準難分解性有機物が沈降する

結果的に大気中の二酸化炭素が深層へと隔離されたことになる

本研究の目的・概要

モデル構築

目的1

海域での一次生産を再現しどのように炭素が固定されていくかを追跡した上で二酸化炭素固定量を評価できるモデルを構築する。

有機物の生成分解モデルを構築する

モデルで計算

目的2

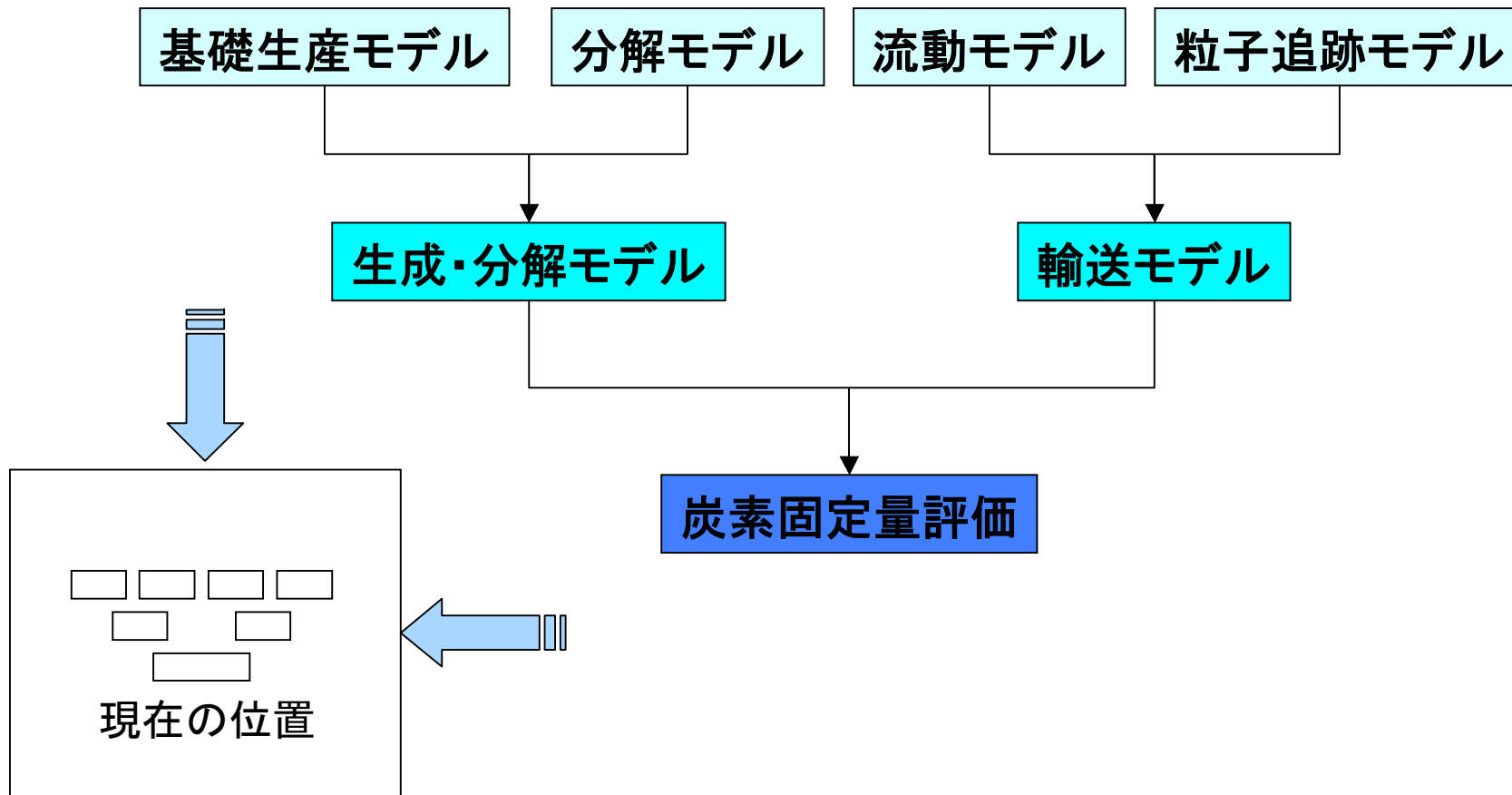
そのモデルを用いて二酸化炭素固定量の評価を行う。

二酸化炭素固定の媒体となる有機物を追跡するためのモデルを開発する

2つのモデルを組み合わせて、二酸化炭素固定量を評価するための手法を開発する

構築したモデルを用いて様々な計算例を示し、二酸化炭素固定量の数値的な評価を行うとともにその傾向を把握する

モデルの概要



有機物の生成・分解モデル

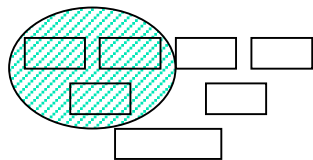
基礎生産モデル

一般的なモデルをもとに構築

分解モデル

詳細な実験に基づいて構成された分解モデル、PDPモデルを用いる

生成・分解モデル



現在の位置



基礎生産モデル

植物プランクトンの増加の項を決定するモデル

$$\mu_p = \mu_{p\max} f_{Ci} f_I f_{PT} f_C$$

μ_p : 植物プランクトンの比増殖速度

$\mu_{p\max}$: 最大比増殖速度

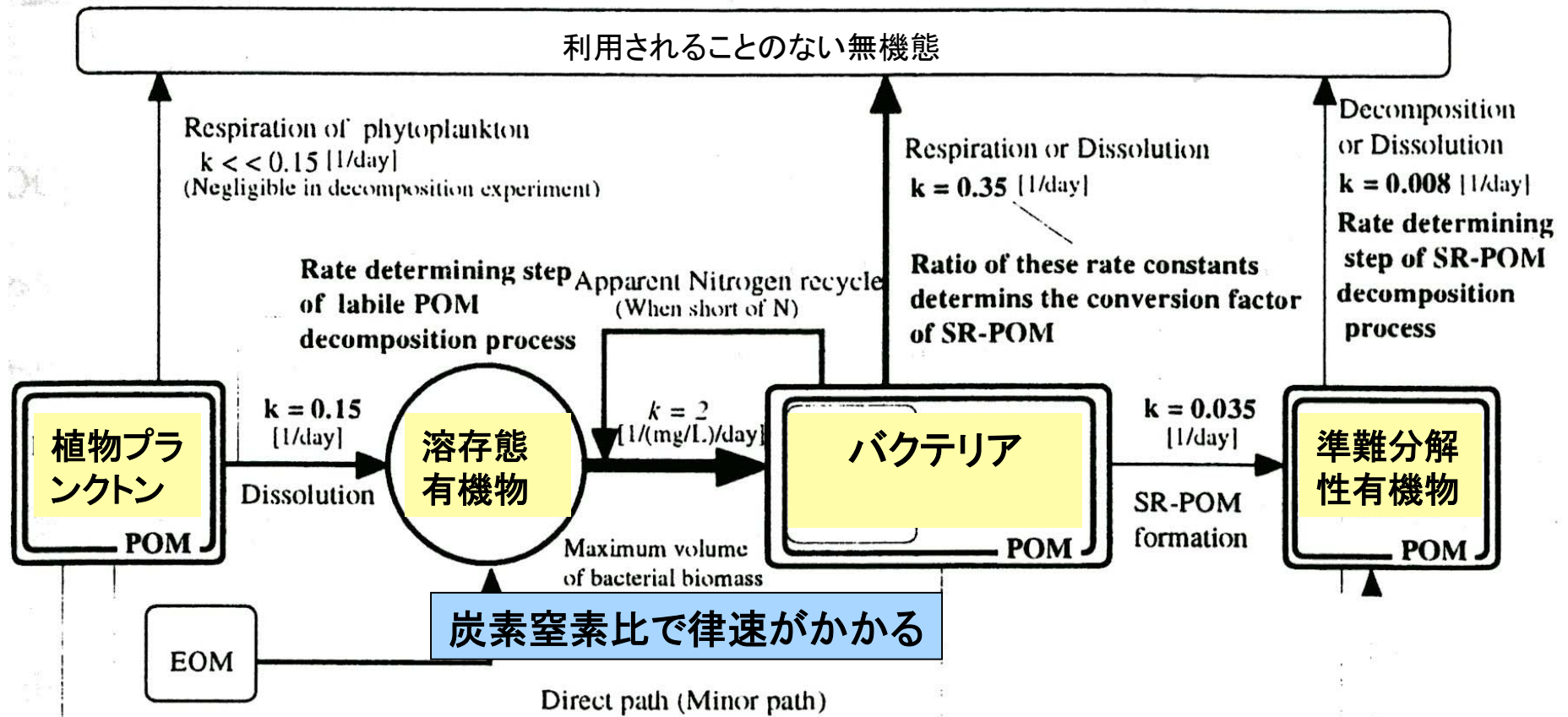
f_{Ci} : 栄養塩濃度の影響

f_I : 光強度による効果

f_{PT} : 温度による効果

f_C : 混雑の効果

分解モデル(PDPモデル)



輸送モデル

流動モデル

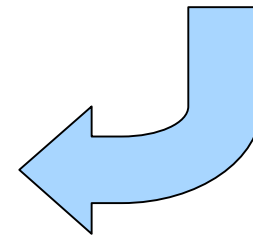
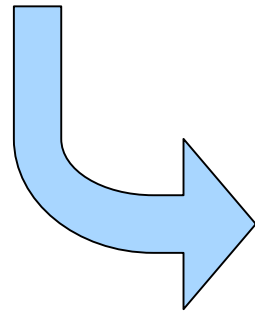
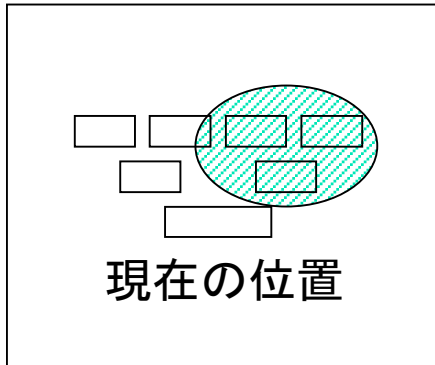
既存の流動モデルを用いる。

粒子追跡モデル

- 1、有機物の濃度分布を把握
- 2、粒子を発生
- 3、粒子を追跡

輸送モデル

現在の位置



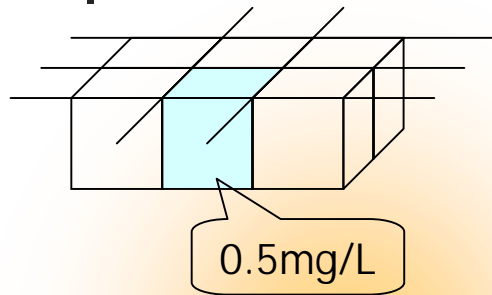


流動モデル

- 使用するモデル: MEC-NEST
 - 海洋の流れと水温・塩分場の3次元計算モデル
 - 非圧縮粘性流体、ブジネスク近似、静水圧近似を基礎としている

有機物の濃度計算もこの流動モデルを用いて行う。

粒子追跡モデルについて



1、移流拡散とPDPモデルによる分解計算により有機物の濃度を計算

発生法1



粒子の輸送を観察するのに適している。

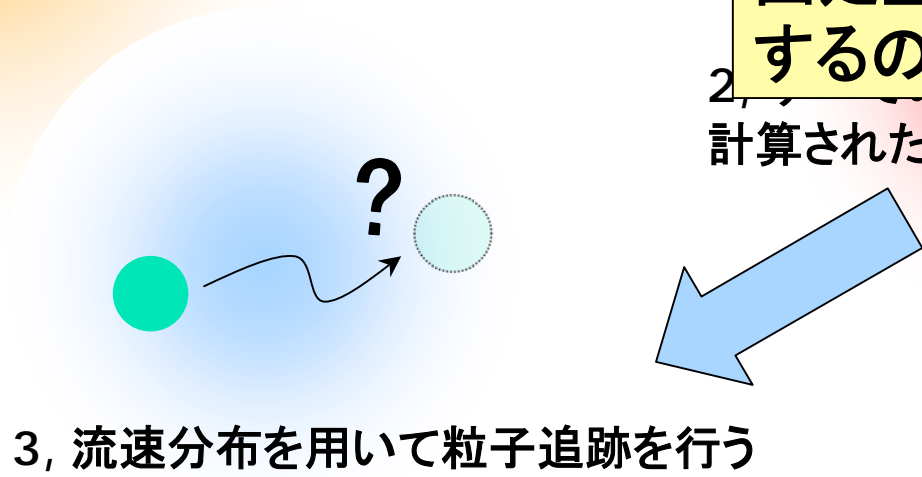
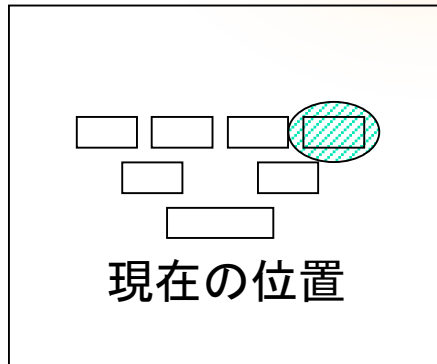
2、汚染物質の濃度が高くなっていれば粒子を発生

発生法2



固定量を定量的に評価するのに適している。

2、計算された重さをもつ粒子を発生



3、流速分布を用いて粒子追跡を行う

炭素固定量評価

生成・分解モデル

輸送モデル

炭素固定量評価

最後に2つのモデルを組み合わせ、炭素固定量評価を行う。

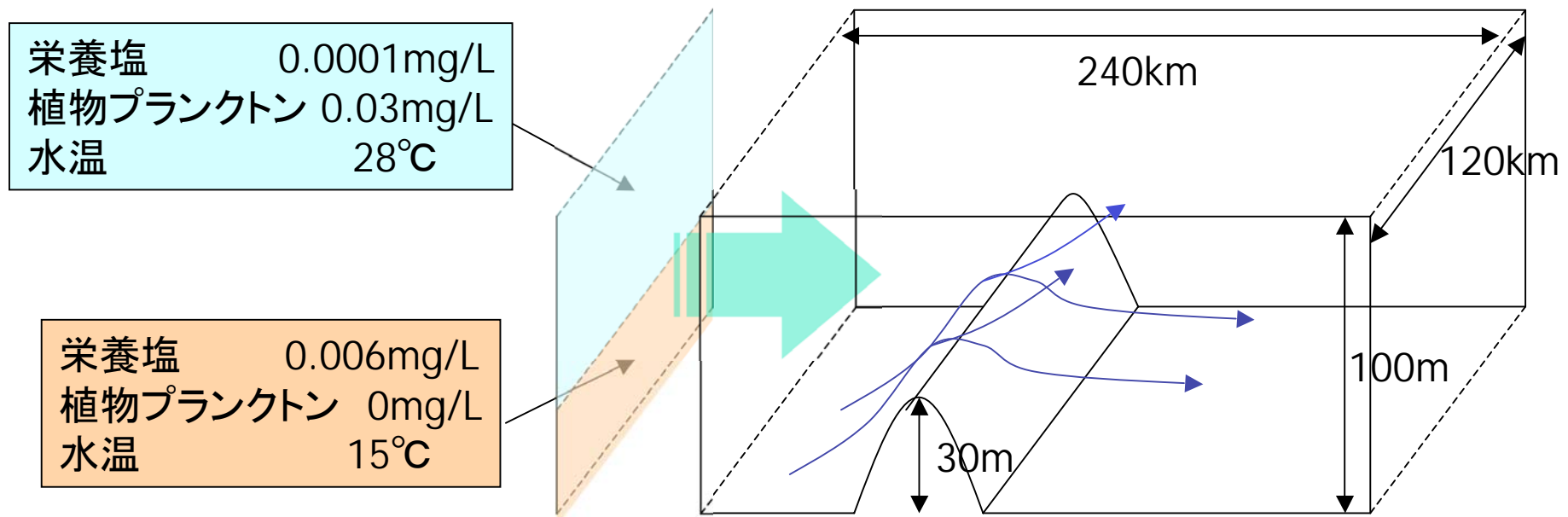
固定された量は、混合層よりも下まで沈降した粒子の重さを足し合わせるによって求められる。



現在の位置

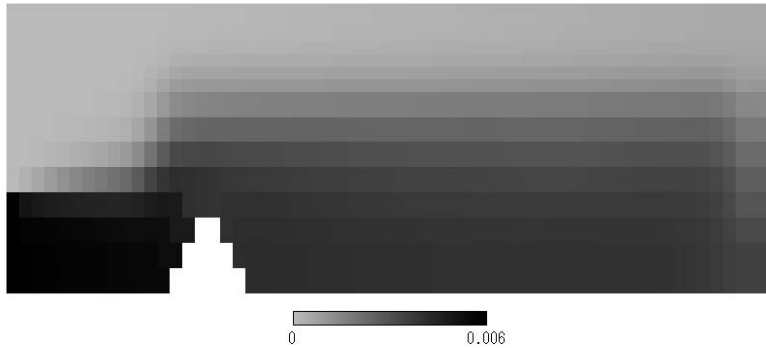
計算例その1 ～条件～

人工湧昇流による二酸化炭素吸収効果を見る



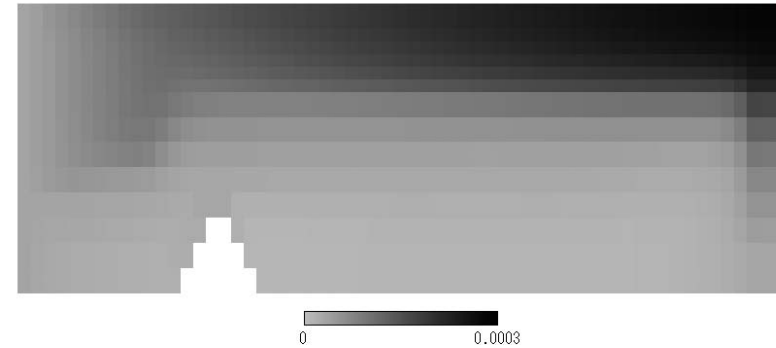
- 120km×240km×100mの両端開境界溝
- マウンドの高さは30m幅28km
- 海流はマウンドに垂直に当たるように0.6m/sで定常

計算例その1 ～結果～



溶存矽素濃度分布(栄養塩濃度分布)

成層がマウンドで破壊されて栄養塩が表層まで拡散している

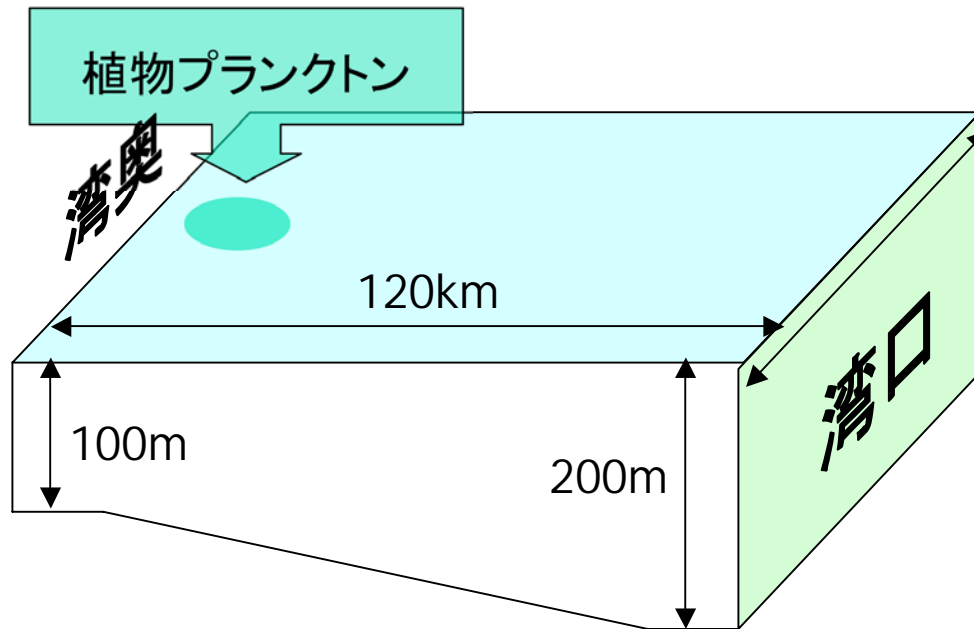


新たに生成された
準難分解性有機物の量の分布

表層と低層の海水が混合したところでは準難分解性有機物が多く生成されている

計算例その2 ～条件～

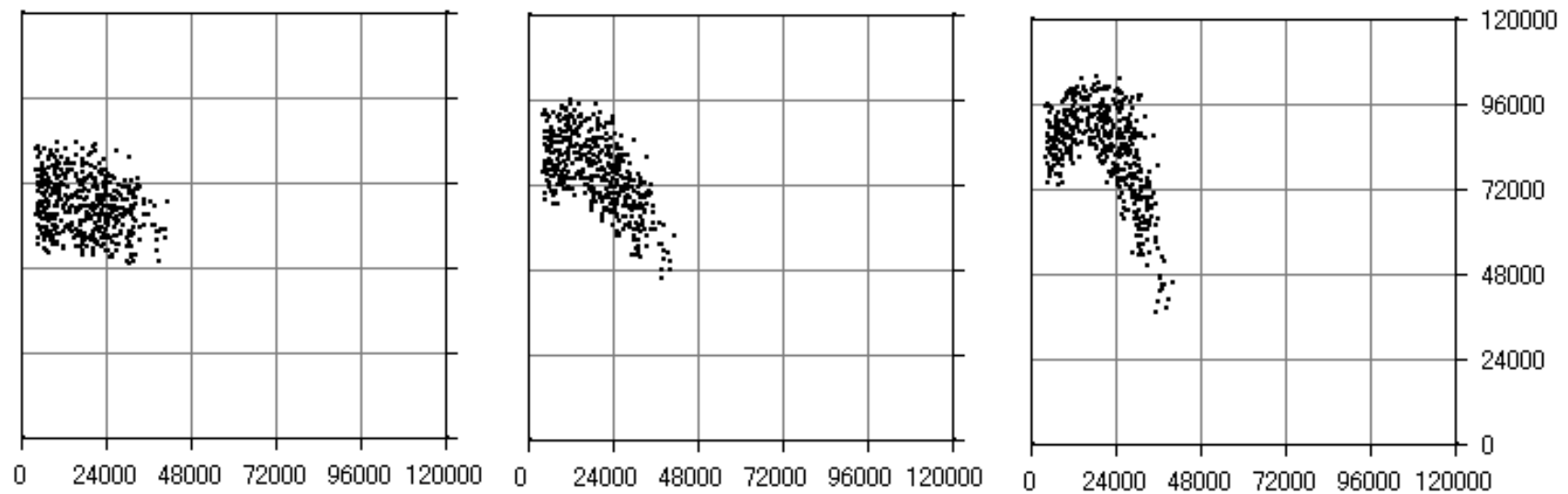
炭素固定までの一連の手続きを行い、植物プランクトンを局所的に多くした状態と、何もしていない状態での隔離された準難分解性有機物の量の差を見る



- 120km四方矩形湾(一辺開境界)
- 湾の奥に従って水深が浅くなる
- その投入量を変化させてみる

計算例その2 ～結果1～

準難分解性有機物の移流拡散の水平内分布 (km)



計算例その2 ～結果2～

植物プランクトンの初期値

ケース	バックグラウンド	スポット	投入量
基準値	0.03mg/L	0.5mg/L	1504tC
ケース1	0.53mg/L	1mg/L	1504tC
ケース2	0.03mg/L	1mg/L	3104tC

生成された準難分解性有機物の量

投入前	投入後	差
3814.74tC	3894.52tC	79.78tC

基準値

投入前	投入後	差
49541.0tC	49641.5tC	88.09tC

ケース1

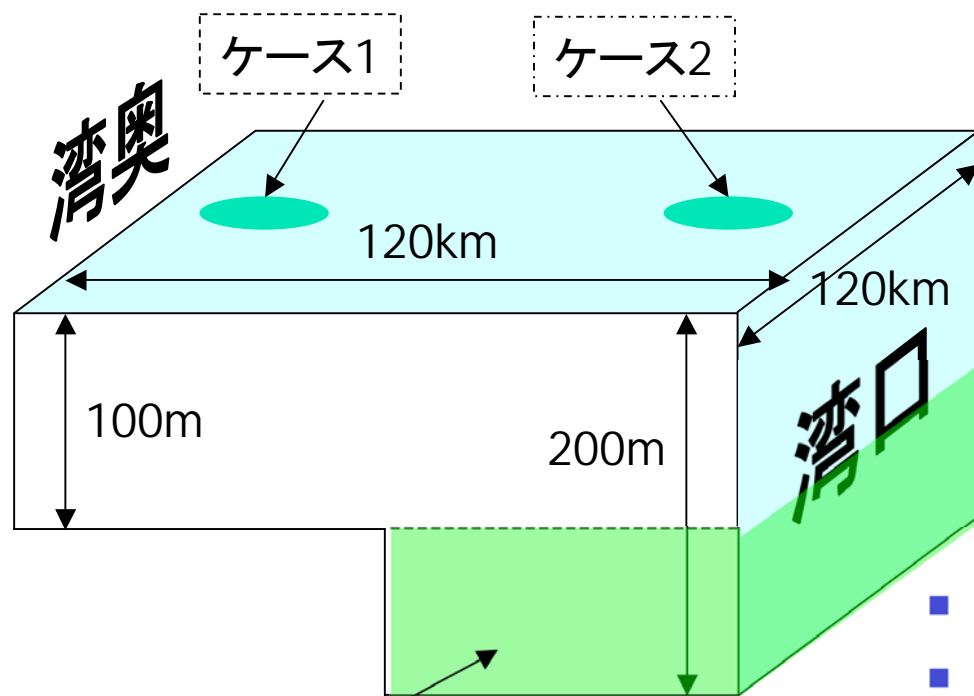
投入前	投入後	差
3814.74tC	3981.38tC	166.64tC

ケース2

生成される準難分解性有機物の量はバックグラウンドによらない

計算例その3 ～条件～

植物プランクトンを局所的に多くする場所による、二酸化炭素固定量の違いを見る



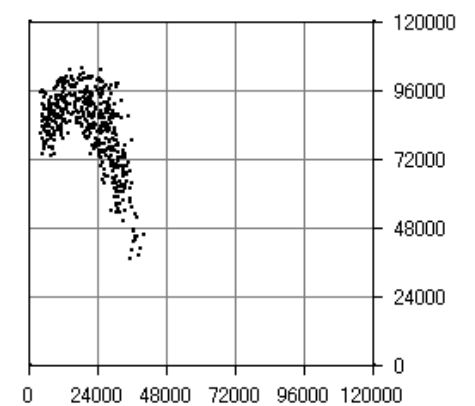
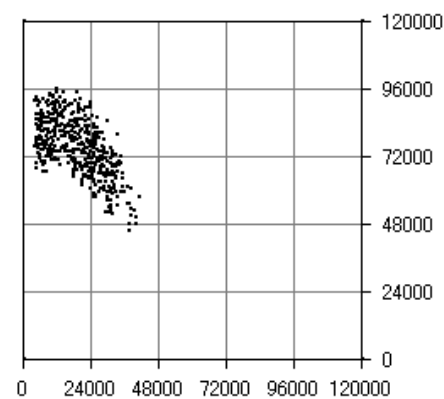
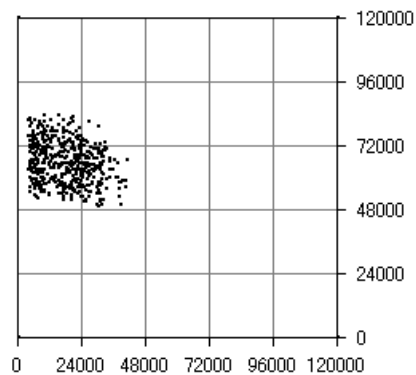
この領域に沈降した粒子を「隔離」とみなす

- 120km四方矩形湾(一辺開境界)
- 開境界から潮汐を与える
- 植物プランクトンを多くする場所を湾奥付近と湾口付近の二通り行う

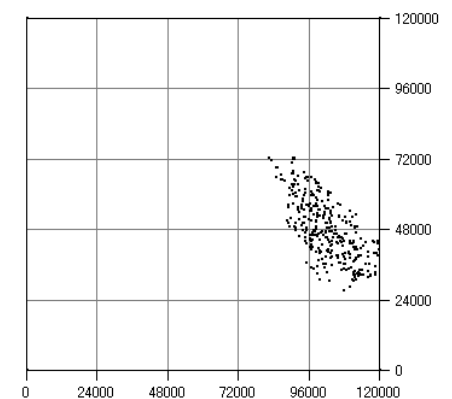
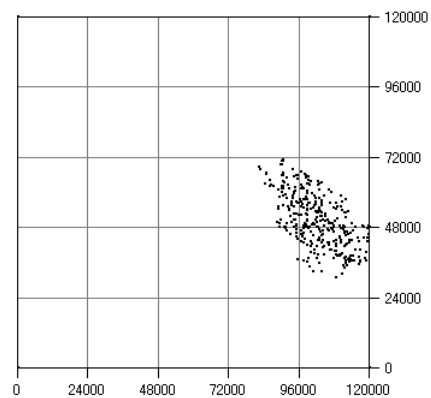
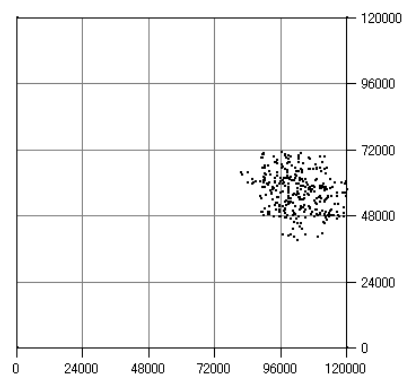
計算例その3 ～結果1～

準難分解性有機物の移流拡散の水平内分布 (km)

ケース1



ケース2



計算例その3 ～結果2～

	隔離量(深くまで沈降した量)	全体生成量
投入前	1984.77tC	3520.40tC
ケース1	2012.40tC	3684.25tC
差	27.63tC	163.85tC
ケース2	2102.97tC	3674.71tC
差	118.20tC	124.31tC

赤い文字が局所的に多くした植物プランクトンによって生成された準難分解性有機物の量である。

ケース2の方が隔離されている準難分解性有機物が多くなっている



結論

- 有機物分解モデルと粒子追跡法を、三次元の流動モデルに組み込み、海洋生態系による炭素固定量を評価するモデルを構築した。
- 実際に構築したモデルを用いて植物プランクトンの生成場所による炭素固定量の違いを評価できることを示した。