

課題演習D D 「地球の南北熱エネルギー輸送において海洋の担う役割を評価する」

担当：根田昌典

地球にもたらされる外部エネルギーは太陽の放射エネルギーだけであり、これが地球の気圏水圏の大規模な流体運動のエネルギー源であるといっているでしょう。一般に地表面に達する太陽エネルギー密度は低緯度域で大きく高緯度域で小さいという分布ですが、公転面と地軸の傾きにより、その分布は季節的に変動します。このような直接的なエネルギーインプットに対して、気圏水圏の運動を通じてエネルギーの再分配が行われ、最終的には大気からの放射エネルギーとして地球外に放出されることになります。このプロセスに従って地球はエネルギー平衡を保っているものであって、盛んに議論されている温暖化ガスの増加による大気温度上昇（いわゆる地球温暖化）といえども、このエネルギーバランスが崩れてしまうことを意味しているわけではありません。

ところで、このようなエネルギーバランスは局所的には成立していません（図1参照）。東西に平均的な構造を仮定すれば、その主な理由は大気や海洋の子午面循環による南北熱輸送に帰着させることができます。このような熱エネルギーの再配分過程において、大気と海洋の両方がそれぞれどの程度の役割を担っているのかを評価することは地球の温度分布の維持変動機構を明らかにするために大変重要な問題です。海洋による南北熱輸送は全輸送量の半分から3分の1程度といわれているのですが、観測データが十分ではないことや海洋の子午面循環の構造や強さが大洋ごとに良く分かっていないことから、南北熱輸送量とその変動量の評価は古くて新しい問題であり、今でも気候研究の最重要課題のひとつなのです（図2）。

本演習では、全世界の海洋研究機関が協力して実施した観測キャンペーンである WOCE (World Ocean Circulation Experiment)の海洋観測データ（図3）を用いて海洋の地衡流計算を行い、エクマン輸送量とあわせて大洋の南北熱輸送量を求めることを基本的な作業内容とします。これを順圧的な輸送量と傾圧的な輸送量の和（と渦変動成分）と考えれば（1）式のように求めることができます。

$$Q = \rho C_p \langle \bar{v} \rangle \langle \bar{\Theta} \rangle \int L(z) dz + \int \rho C_p \langle v \rangle (z) \langle \Theta \rangle (z) L(z) dz + \int dz \int dx \rho C_p v' \Theta' \quad (1)$$

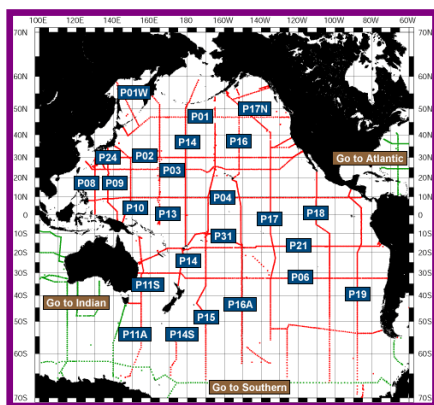


図3：太平洋におけるWOCE集中観測線（赤い線）の分布

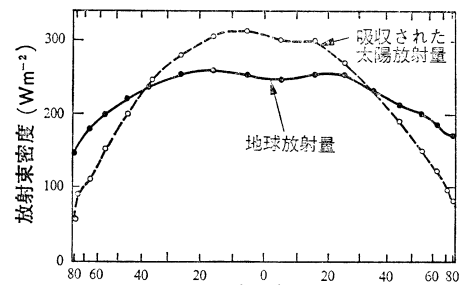


図1：会田「大気と放射過程」より、緯度ごとの放射収支

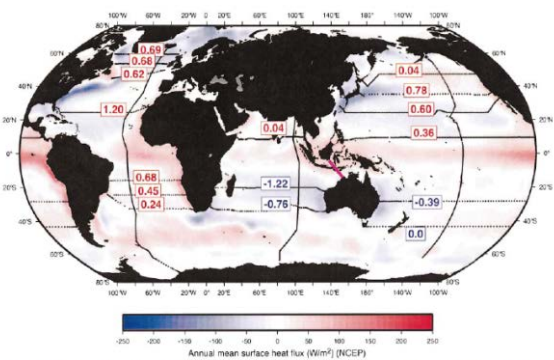


図2：各大洋における南北熱輸送量の推定の例、単位はPW（10の15乗ワット） Talley et al.(2003)より

この演習を通じて、気圏水圏における熱エネルギーの再配分過程の中で海洋の果たす役割について評価してみようと思っています。大洋間の輸送量の違いを検討したり、海上風データから求められるスベルドラップ輸送量との比較を行ったり、輸送量評価の方法をいくつか試してみたりと調べてみたいことはたくさんあります。前期でDBを取っていることが前提ですが、それ以上の知識はあまり必要ありません。難しい理論は使わず、関連した論文については必要に応じて参照します。