

氷期気候系のエネルギー論・その1

* 村上茂教¹・大垣内るみ¹・阿部彩子^{1,2} (1:FRCGC, 2:CCSR)

1. はじめに

これまで、古気候モデリング相互比較プロジェクト第二期 (PMIP2) に提出された、三つの結合モデル (MIROC3.2, HadCM3, CCSM3) による最終氷期極大期 (LGM) のシミュレーション結果を解析する事で、氷期気候系における大循環と南北エネルギー輸送の特徴について、1) 気候系による全南北エネルギー輸送は北半球中低緯度において増大する、2) 中緯度でのエネルギー輸送の増大は、大気・海洋共に定在波の活動の強化によりもたらされる、3) 低緯度の子午面循環による輸送は、海洋では強く冷却された深層水がもたらす鉛直温度構造の強化により増大し、大気では乾燥化に伴う下層での赤道向き潜熱輸送の減少により結果としてやや増大する事等の結果を得た (Murakami et al. 2008 J.Clim.)。特に、北半球中低緯度における極向きエネルギー輸送の増大は、PMIP2LGM 実験に参加した全てのモデルにおいて共通にみられる特徴である他、循環強度の応答がモデルによって違っているにもかかわらずエネルギー輸送の応答には共通性がみられること、北米氷床の存在に起因する大西洋域と太平洋域における応答の対比等の興味深い特徴がみられた。これらの結果は主に PMIP2 データベース上の標準気候値出力に基づくものであったが、最近 MIROC モデルの6時間毎出力を得たので、エネルギー論的な観点からの解析を更に進めた。今回はその予備的な結果として、運動エネルギーと有効位置エネルギーの分布について報告する。

2. 運動エネルギーと有効位置エネルギーの分布

図1に示したのは鉛直積分した全 (水平) 運動エネルギーの産業革命前 (CTL:左) と氷期 (LGM:右) シミュレーションにおける平面分布図である。残念ながら、今回の結果は予備的なもので、解析はそれぞれのシミュレーションについて一年分のデータのみを用いて行われている。そのためピークの値の大小を単純に比較する訳にはいかないが、大気循環場の持つ運動エネルギーは氷期の方が大きい傾向は見えて取れると思う。特に上に述べた太平洋域と大西洋域の応答の差は著しく、これは既に行った幾つかの解析からも指示される結果である。表1には、大気的全運動エネルギーに対する、帯状平均場、定常擾乱、非定常擾乱からの寄与を全球平均値として与えてある。これを見ると、氷期における運動エネルギーの増加は、主に定常擾乱からの寄与によるものであることがわかる。これに対し、帯状平均場の運動エネルギーには殆ど変化が無く、また非定常擾乱の運動エネルギーはむしろ減少気味であるように見える。表2には、同様の形式で、鉛直積分した有効位置エネルギーの全球平均値と、それに対するそれぞれの成分からの寄与がまとめられている。有効位置エネルギーについても定常擾乱からの寄与は増大しているが、それだけではなく、帯状平均場からの寄与も大きく増大していることが特徴的である。この特徴は図2に示した有効位置エネルギーの緯度分布にも良く現れている。すなわち、北半球高緯度での冷却の強化に伴う形で北半球中高緯度で有効位置エネルギーが増大している他、北緯50度付近を中心に定常擾乱からの寄与が大きくなっていることが見て取れる。

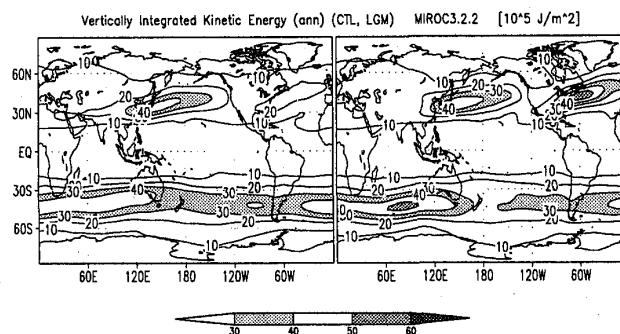


図1: 鉛直積分した全運動エネルギーの空間分布

表1: 鉛直積分した運動エネルギーの全球平均値

KE	LGM	CTL	Δ	units
Total	15.06	14.92	+ 0.14	10^5 J/m^2
Zonal	6.54	6.58	- 0.04	10^5 J/m^2
ST Eddy	0.94	0.64	+ 0.30	10^5 J/m^2
T Eddy	7.59	7.69	- 0.10	10^5 J/m^2

表2: 鉛直積分した有効位置エネルギーの全球平均値

APE	LGM	CTL	Δ	units
Total	55.53	49.85	+ 5.68	10^5 J/m^2
Zonal	43.60	38.52	+ 5.08	10^5 J/m^2
ST Eddy	1.57	1.11	+ 0.46	10^5 J/m^2
T Eddy	10.35	10.23	+ 0.12	10^5 J/m^2

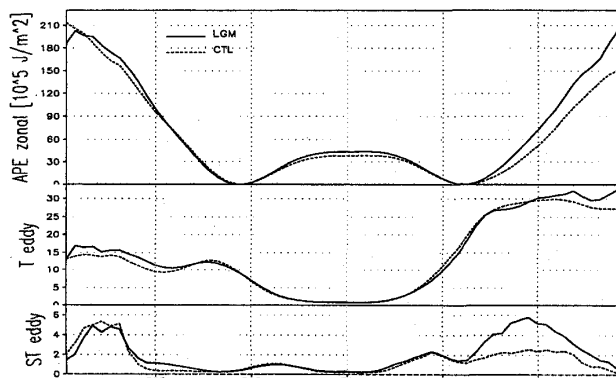


図2: 有効位置エネルギーの寄与別緯度分布