

波浪結合全球大気モデルによる波浪の気候への影響評価  
 Ocean Surface Wave Impacts on Climate System  
 by Coupled Atmospheric Global Climate-Wave Model

○志村智也・竹見哲也・森 信人

○Tomoya SHIMURA, Tetsuya TAKEMI and Nobuhito MORI

Ocean surface waves take important roles at an interface between atmosphere and ocean. Momentum flux between them depends on conditions of ocean surface waves and thus waves can have impacts on climate system. The process of wave-dependent momentum transport is implemented into Atmospheric Global Climate Model using global wave model. The impacts of ocean waves on climate system are explored in comparison between global climate simulations with and without ocean wave coupling.

### 1. はじめに

気候変動特性の解明や気候変動による影響評価が盛んに行われている。気候変動に関する研究は、気候モデルによる気候シミュレーション結果に多くを依っており、実際の気候の物理過程を良く表現した精緻な気候モデルが望まれる。

近年、気候システムにおける波浪の役割の重要性が指摘されている(Cavaleri et al., 2012)。大気海洋間における運動量輸送、運動エネルギー輸送、熱輸送が波浪の状態に依存することが観測されている。しかしながら、既往の気候モデルにおいて、波浪に依存した物理過程は海上風速で表現されているか、無視されている。そこで、本研究では、全球大気気候モデルおよび全球波浪モデルを用いて、大気-波浪間の相互作用を陽に解きつつ気候計算を行う。そして、気候システム(大気場)に対する波浪の影響を評価する。

### 2. 方法

海面における運動量輸送はバルク輸送式( $\rho u_*^2 = \rho C_d U^2$ ,  $\rho$ :密度,  $u_*$ :摩擦速度,  $C_d$ :抵抗係数,  $U$ :海上風速)を用いて計算される。抵抗係数は粗度(海面・波浪の状態)によって決定される。Taylor and Yelland (2001, 以下 TY2001)は、粗度が波形勾配(波高と波長の比)に依存した式を提案している。また、Drennan et al. (2003, 以下 DR2003)は、波齢(摩擦速度と波速の比)で表現している。上記の粗度と波浪の関係式を介して、気候モデルから風速を、波浪モデルからは波高、波長、波速を逐次やり取りして気候計算を実施した。図1はTY2001を用いた

計算例であり、ある時刻の風速、波高、波長、抵抗係数を表している。また、コントロール実験として粗度を風速のみで表現した式(Charnock 式)を用いた気候計算も実施した。Charnockパラメータに0.01または0.02を用いた(CHA001, CHA002と表記)。境界条件として1990年から2014年の海面温度観測値を与えて25年間の積分を行った。

### 3. 結果

図2は、北太平洋中緯度における風速と抵抗係数の関係をそれぞれの気候計算でプロットしたものである。CHA001とCHA002では風速に対する抵抗係数がほとんど一意に決まるが、TY2001とDR2003では大きなばらつきがある。平均的には、TY2001はCHA001とCHA002の間をとる関係であり、DR2003では抵抗係数が低風速でCHA001より小さく、高風速でCHA002より大きくなる。この関係は海域に依存しており、うねりの影響が強い低緯度ではTY2001, DR2003ともに抵抗係数が小さくなる。図3は、TY2001とCHA002の海上風速気候値の差である。全体的にTY2001の方が大きくなり、特に低緯度で顕著である。これは図2と整合的である。その他波浪の気候に対する影響の詳細は講演会で発表する。

### 参考文献

- Cavaleri et al. (2012): *BAMS*, 93, 1651-1661
- Taylor and Yelland (2001): *J. Phys. Oceanogr.*, 31, 572-590
- Drennan et al. (2003): *J. Geophys. Res.*, 108, 8062

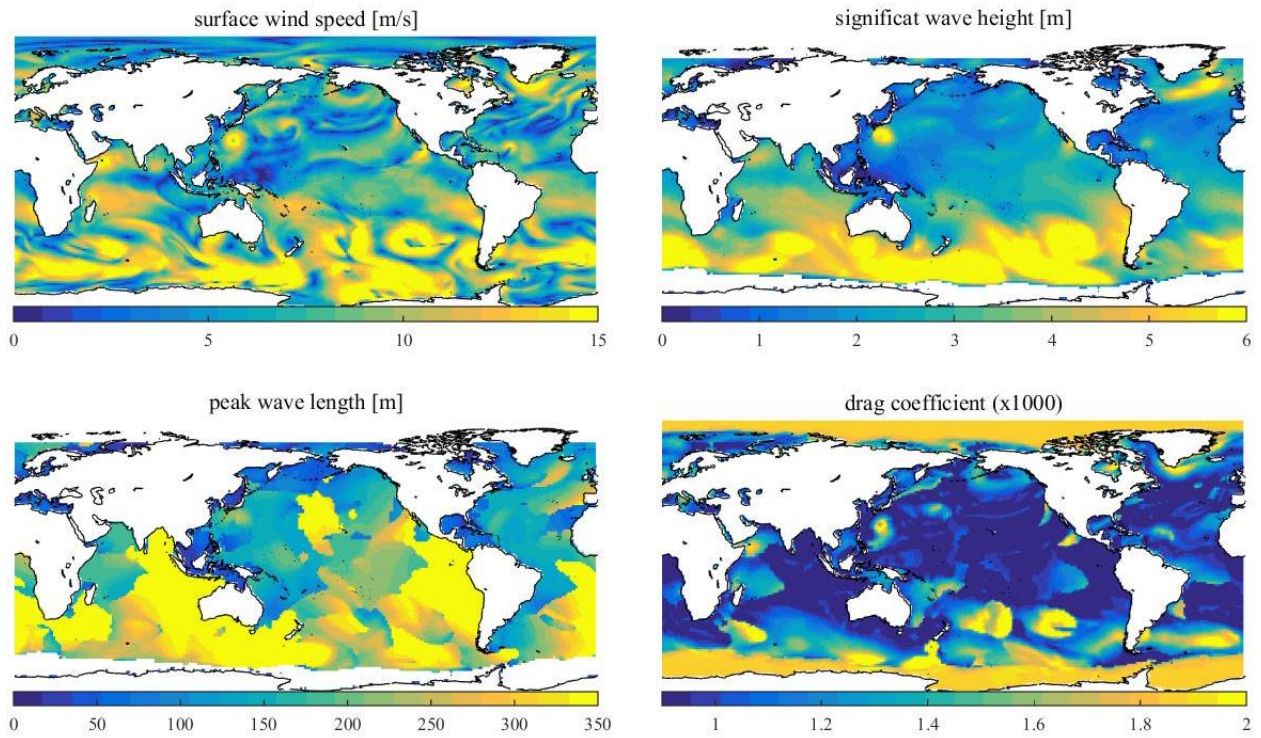


図 1: TY2001 を用いた波浪結合計算例. (左上)海上風速, (右上)有義波高, (左下)ピーク波長, (右下)抵抗係数のスナップショットを表す. 気候モデルから波浪モデルへ海上風速を, 波浪モデルから波高と波長を気候モデルに渡し, そこから計算された抵抗係数を用いて気候計算が進められる.

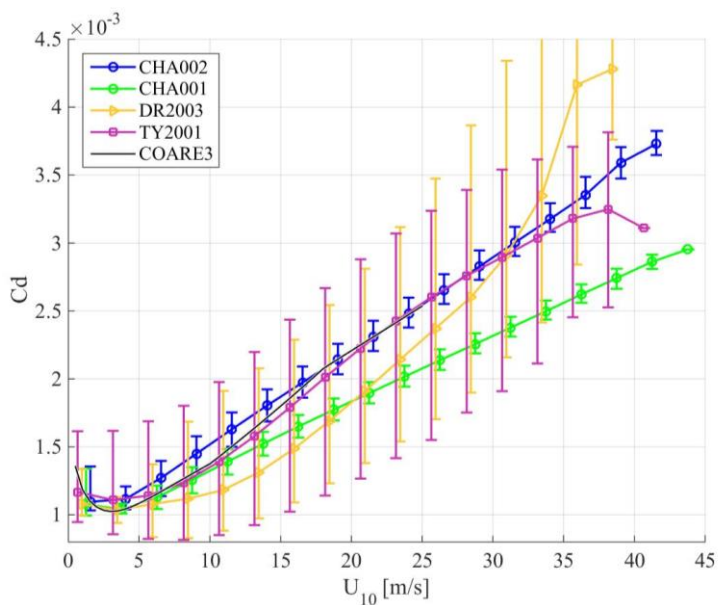


図 2: 北太平洋中緯度における風速と抵抗係数の関係. CHA001, CHA002, DR2003, TY2001 それぞれ平均値と標準偏差の 2 倍の範囲をプロットしている. 参考値として COARE3(Fairall et al., 2003, *J.clim.*)を付している.

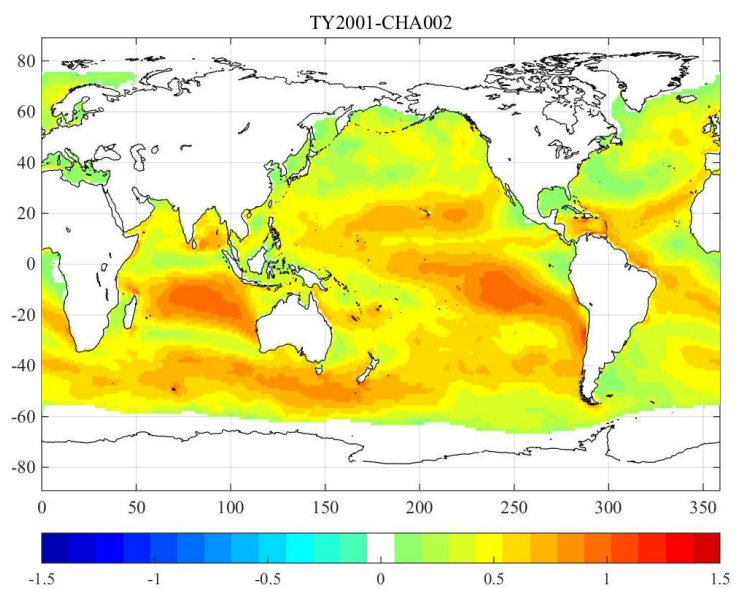


図 3: TY2001 と CHA002 の海上風速気候値の差 [m/s].