

研究種目：若手研究(B)

研究期間： H19～H22

課題番号：19740290

研究課題名(和文) ジェットから放射される大気重力波の研究

研究課題名(英文) Research on atmospheric gravity wave radiation from jet flows

研究代表者 杉本 憲彦(SUGIMOTO NORIHIKO)

慶應義塾大学・法学部・専任講師

研究者番号：10402538

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・気象・海洋物理・陸水学

キーワード：地球流体力学・大気重力波

### 1. 研究計画の概要

本研究では、大気や海洋中の重力波(浮力を復元力とする波)の放射過程を調べる。大気重力波は運動量を遠方まで輸送するため、中層大気の大循環を駆動する重要な働きを担っている。中層大気の大循環はオゾンや二酸化炭素などの物質輸送を通じて、気候変動に大きな影響を与える。このため、将来気候の予測において、重力波の励起問題は重要な研究課題となっている。近年の観測研究では、ジェット気流や台風等の強い渦的な流れから重力波が放射されているとの報告があるが、その放射過程についての理解は未だ十分でない。そこで本研究では、簡略化モデルを用いた数値的および理論的な研究によって、この重力波放射過程の解明を目標にする。

### 2. 研究の進捗状況

#### (1) 球面浅水系における数値実験

地球回転の効果が緯度変化する球面上で、ジェットからの重力波放射を非線形数値実験により調べた。まず、これまでのスペクトルモデルを、高精度高解像度な結合コンパクト差分法モデルに改良した。次に、ジェットを維持する強制項を加え、渦的流れの継続的な非定常運動を再現し、そこからの重力波放射を調べた。特に基本場ジェットの配置緯度と地球回転効果を変化させたパラメータ走査実験を行い、重力波の放射・伝播特性を系統的に調べた。その結果、地球回転の効果が強くなると、高緯度ジェットから重力波がほとんど放射されず、低緯度ジェットから放射された重力波も高緯度に伝播しないことがわかった。これらの結果を、重力波ソースの導出及び解析を行うことで解釈した。

#### (2) 浅水系における理論的研究

浅水系において渦対から放射される重力波の遠方場を解析的に導出した。まず、地球回転のない系において、流体分野での渦対からの音波放射理論を援用し、渦対から放射される重力波の遠方場を、グリーン関数を用いて導出した。地球回転の効果が含まれると、重力波は分散性を持つため、渦対の時間発展について過去の履歴の積分が必要になるが、同様の形式での遠方場の導出に成功した。このことは、気候モデルにおけるジェット等の渦流からの重力波放射を、解析的に定量評価できる可能性を示唆するものである。また基礎的な数値実験を行う際にも、解析解と数値計算結果の比較を行い、数値モデルの精度評価が可能になる。このため、当初計画していた数値モデルの拡張を行う前に、引き続き理論的な解析を行う方向で計画を変更した。

さらに、気候モデルの大規模データの新解析手法に関する研究も推進した。

### 3. 現在までの達成度

おおむね順調に進展している。

(理由)

当初の研究計画である、浅水系における渦流からの重力波放射について、数値的、理論的研究の両面において、一定の成果が得られている。その一方で、当初の計画にある3次元モデルや全球モデルへの拡張は推進できていない。

### 4. 今後の研究の推進方策

現在、推進中である浅水系における渦流からの重力波放射の遠方場について、理論計算と数値実験の結果を比較し、まず数値モデル

の精度評価を行う。その後、解析的に導出できない、より複雑な渦度分布や、地球回転の効果や重力波の伝播速度を変化させた数値実験を行い、より一般的な渦流からの重力波放射理論を構築する予定である。一方で、当初の計画にある3次元モデルや全球モデルへの拡張は、いくつかの研究報告も既にあるため、今回は行わない方針である。

#### 5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

##### [雑誌論文](計11件)

Visualization of Huge Climate Data with High Speed Spherical Self-Organizing Map, Kanta Tachibana, Norihiko Sugimoto, Hideo Shiogama, and Toru Nozawa, Journal of Advanced Computational Intelligence & Intelligent Informatics (JACIII), Vol. 13, No. 3, (2009), p210-216, (refereed).

High speed method of detecting vortex without empirical conditions, - Application to risk assessment of tropical cyclone -, Norihiko Sugimoto, Tuan Minh Pham, Kanta Tachibana, Tomohiro Yoshikawa, and Takeshi Furuhashi, Theoretical and Applied Mechanics Japan, Vol. 57, (2009), p297-307, (refereed).

Parameter Sweep Experiments on Spontaneous Gravity Wave Radiation From Unsteady Rotational Flow in an F-plane Shallow Water System, Norihiko Sugimoto, Keiichi Ishioka, and Katsuya Ishii, Journal of the Atmospheric Sciences, Vol. 65, No. 1, (2008), p234-249, (refereed).

Gravity wave radiation from unsteady rotational flow in an f-plane shallow water system, Norihiko Sugimoto, Keiichi Ishioka, and Shigeo Yoden, Fluid Dynamics Research, Vol. 39, No. 11-12, (2007), p731-754, (refereed).

Balance regimes for the stability of a jet in an f-plane shallow water system, Norihiko Sugimoto, Keiichi Ishioka, and Shigeo Yoden, Fluid Dynamics Research, Vol. 39, No. 5, (2007), p353-377, (refereed).

##### [学会発表](計30件)

Spontaneous Imbalance and Gravity Wave Radiation from Vortical Flow in a Rotating Shallow Water System, Norihiko Sugimoto, Katsuya Ishii, Hiromichi Kobayashi, and Yutaka Shimomura, Workshop / Summer School on "Waves and Instabilities in Geophysical and Astrophysical Flows", May 25 to 31, 2009, Island of Porquerolles,

France (presented in oral).

Spontaneous gravity wave radiation from nearly balanced rotational flows in a shallow water system, Norihiko Sugimoto, Katsuya Ishii, Hiromichi Kobayashi, and Yutaka Shimomura, IUTAM / INI (Isaac Newton Institute) Workshop on The Nature of High Reynolds Number Turbulence, "Rotating Stratified Turbulence and Turbulence in the Atmosphere and Oceans", Dec 8 to 12, 2008, Cambridge, UK (presented in oral).

High speed non-empirical cyclone detection method, Norihiko Sugimoto, Minh Tuan Pham, Kanta Tachibana, Ryo Mizuta, Tomohiro Yoshikawa and Takeshi Furuhashi, 8th EMS Annual Meeting, 8th European Conference on Applications of Meteorology (EMS2008), Sep 29 to Oct 3, 2008, Amsterdam, Netherlands (presented in oral).

Application of high speed spherical self-organizing map to climate research, Norihiko Sugimoto, Kanta Tachibana, Hideo Shiogama, and Toru Nozawa, Joint 4th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems (SCIS) and 9th International Symposium on Advanced Intelligent Systems (ISIS), Sep 17 to 21, 2008, Nagoya, Japan (presented in oral).

Spontaneous inertial gravity wave radiation from a jet stream in a shallow water system on a rotating sphere, Norihiko Sugimoto and Katsuya Ishii, The 24th General Assembly of International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG2007), Jul 2 to 13, 2007, Perugia, Italy (presented in oral).

##### [図書](計1件)

第8章、高速球面 SOM とその地球温暖化問題への適用, 橋完太, 杉本憲彦, 「自己組織化マップとそのツール」, 大北正昭, 徳高平蔵, 藤村喜久郎, 権田英功(編), シュプリンガー・ジャパン, (2008), p147-160.

##### [その他]

ホームページ

<http://web.hc.keio.ac.jp/~nori/index.html>

<http://k-ris.keio.ac.jp/Profiles/0040/017018/profile.html>

<http://www.sci.keio.ac.jp/member/detail.php?eid=00014&katagaki=3&status=1>