

惑星大気の数値モデル研究におけるひとつの戦略

林 祥介 [1]; 地球流体電脳倶楽部 林 祥介 [2]
[1] 神戸大・理・地球惑星; [2] -

A strategy for numerical modelings of planetary atmospheres

Yoshi-Yuki Hayashi[1]; Hayashi Yoshi-Yuki GFD Dennou Club[2]
[1] Department of Earth and Planetary Sciences, Kobe Univ.; [2] -

<http://www.gfd-dennou.org/library/dcmmodel/>

The ability of present numerical models on predicting dynamic states of planetary atmospheres is, unfortunately, quite passive. You have to find some characteristic phenomena by some observational methods and describe them, and then you can proceed to numerical modelings and their verifications. There are quite rare cases where modelings lead observational description. This is caused by the fact that a priori grasp of possible elemental processes of various space and time scales which take part in the possible phenomena is quite difficult. We cannot make computable sizes of models that represent those elemental processes, which is often referred to as "parameterization", before we understand their existences and roles. We have to have the right answers, before stating the calculations. It is quite unclear whether the models constructed on the basis of knowledge which has been accumulated through investigation of the atmospheres of Earth represent atmosphere of other planets where possible elemental processes may be different. Actually, the four day circulation of Venus or global dust storms of Mars cannot be directly represented by a global circulation model of Earth's atmosphere. The present status is that we are in a difficult situation in predicting those circumstances of the atmospheres of the past or the atmospheres of exoplanets which cannot be observed directly.

Under those circumstances, we have to carry out one by one check of the universality of the understandings which have been accumulated through investigation of the atmospheres of Earth, and we have to reconstruct them. A simple straight forward method is to reinforce the old strategy which has been deployed for understanding the Earth's atmosphere. For a possible substance we choose, we build up multiple numerical models which can represent different scales of time and space or which can represent different level of approximated processes. A possible effect of a given phenomenon which cannot be represented by a given model may be clarified by a different model. The numerical results and physical understandings obtained by those different models are compared to each other to provide a further understanding of the phenomenon. A simplified model is utilized to consider an essence of particular complicated characteristics.

In this talk, the current status of our efforts in the line mentioned above of developing models such as the hierarchical spectral models for geophysical fluid dynamics (spmodel), a non-hydrostatic fluid model (deepconv), and a atmospheric general circulation model (dcpam) are introduced with some example results, and the strategy and future vision will be discussed.

惑星大気の動態を掌握する上での現在の数値モデルの能力は、残念ながら極めて受動的である。観測による特徴的現象の発見記述があり、それらをキーにして数値モデルの構築検証がなされている。逆はきわめてめずらしい。惑星大気の特徴を生み出す様々な時空間スケールの要素過程を先見的に掌握し、計算可能なサイズのサブモデルに圧縮すること（パラメタリゼーションという）が困難だからである。答えを見てからでないと計算してもほとんどかどうかわからない。地球大気の研究を通して蓄積してきた知識に基づいて構築されてきたモデルが、要素過程の異なる他の惑星大気を適切に表現できるかどうかは明らかではないのである。実際、金星大気の4日循環や火星の全球ダストストームの表現は、地球大気の大循環モデルの諸設定を金星や火星のそれにしただけでは、得られない。ましてや、観測の不可能な過去の大気や、系外惑星の大気の状態を予測することは極めて難しいというべきなのが現状であろう。

このような状況においてなんらかの一步を踏み出すためには、地球大気の研究を通じて蓄積してきた知識をひとつずつ再検討してその一般性を確かめていくことが必要である。その単純な方法としては、地球大気に関して行われてきた過去の手法をより面的に展開すること、あるいはそれを可能とすることがある。すなわち、様々な時空間スケールの現象を表現する複数の数値モデル、あるいは、様々な近似度の下で定式化された方程式に基づく複数の数値モデルを用いて、対象に重層的に迫ることである。あるモデルが表現できないスケールの現象の効果を別のモデルによる計算で確認し、その計算結果とその物理的解釈を相互に参照することで対象の理解を進める。また、単純化した系に基づくモデルを用いて個々の特徴の考察を深めることにより、複雑な構造の本質を切り出す。

本講演では、このような考えに基づいて我々が開発・整備してきたモデル群（階層的地球流体スペクトルモデル集 spmodel, 非静力学流体モデル deepconv, 大気大循環モデル dcpam）について計算結果の一例を示しながら紹介し、今後の戦略と展望について議論する。