

“最近の研究から”

## 惑星進化と大気物理学

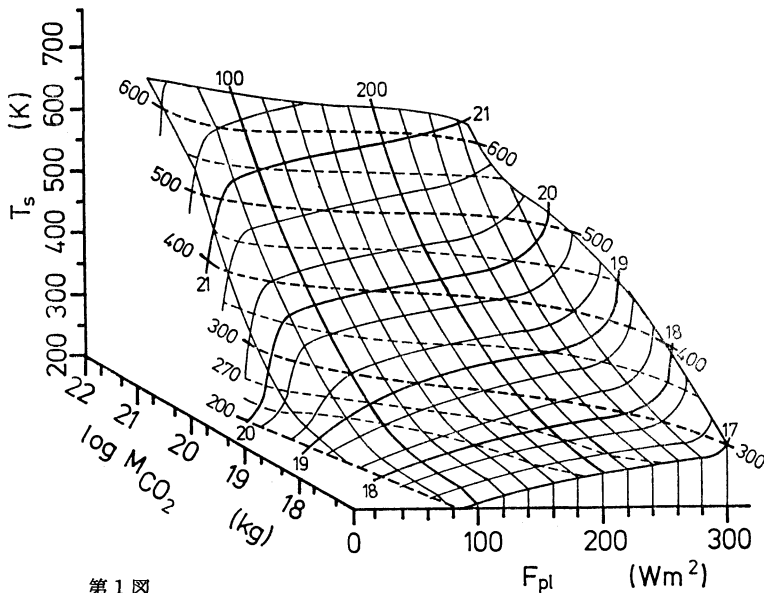
阿部 豊\*

惑星進化の研究というと気象学とは関係が薄いと見えるかもしれない。しかし、気象学を大気の科学として捉えるならば、気象学が惑星進化の研究において果たすべき役割は小さくない。

惑星がどのような大気を持ち、どのような地殻を持っているかということは、その惑星の進化の産物であり、その変遷は惑星進化における最重要問題のひとつである。惑星の表層（大気・海洋・地殻）で進行するプロセスは当然その場所での温度・圧力・化学組成等、広い意味での「表層環境」に依っている。大気（+海洋）はそれ自身が進化の産物であると同時に、惑星の表層環境を規定する最も重要な因子のひとつである。それは単に地表での温度圧力を決めるだけでなく、侵食堆積を通じて惑星の表面地形に影響を及ぼし、その組成は地殻の化学変化に

も影響している。この意味において、惑星の表層環境の規定要因としての大気の研究は惑星進化全体を考えるうえで極めて重要である。しかし、現状では気象学をこうした目的のために用いようとする多くの困難がある。ここでは筆者が最近もつめた海洋の存在条件を例としてこのことを報告したい。

地球型惑星の形成段階では高温高圧の水蒸気を主成分とする厚い原始大気が生じ（例えば阿部・松井，1987）、この大気から原始海洋が形成されると考えられる。どんな条件が満たされれば地球に見られるような  $H_2O$  の海洋が形成され得るかということは地球と他の惑星の違いを考えるうえで大変に重要である。そこで惑星の表面に海洋が存在できる条件を、 $H_2O$  と  $CO_2$  からなる大気について、放射対流平衡モデルを用いて調べてみた。図



第1図

\* Yutaka Abe, 東京大学理学部地球物理学科

はその結果である。ここでは地球サイズの惑星の表面が海洋で覆われている場合について、大気中に含まれている  $\text{CO}_2$  量と惑星放射の関数として地表温度をプロットしてある。図に示されている領域が  $\text{H}_2\text{O}$  の海洋ができる領域である。この図から、惑星放射が小さい場合には  $\text{CO}_2$  がかなり多くても（現在の地殻に存在する炭素量の10倍以上でも）海洋は形成されるが、惑星放射が約  $300 \text{ W/m}^2$  より大きくなると海はできなくなることがわかる。このことは  $\text{H}_2\text{O}$  の物性に依って決まっています、 $\text{CO}_2$  量には殆んど依らない。

このような問題を研究をするためには、現在の地球大気をもとにして作られている現状の気象学をいろいろな面で拡張する必要が生ずる。当然のことながら、現在の地球大気とは全く異なる条件下での物性を推定しなければならない。例えば原始大気では、高圧下での気体の非理想的な振舞いや、大気主成分 ( $\text{H}_2\text{O}$ ) が凝結することのために通常の大気熱力学は全く使えない。また高温のため放射計算で考慮すべき波長域が広がり太陽放射と惑星放射が重なり合ってくる等の困難がある。しかし、これらの困難は物理過程を真面目に考えれば何とか解決できる。本当に困難なのは、アルベドや対流圏内の温度勾配や相対湿度をどう与えるか、平均的な雲量をどう考えるかといった、むしろ純粋に気象学なことである。通常はこれらの量は観測量で置き換えられているが、この

種の研究では不用意に観測量に頼るわけにはいかない。実際、上述の結果では現在の地球の場合、アルベドが約12%よりも小さくなると海は存在できない。言い替えると、地球のアルベドが約30%であることを説明できないかぎり、現在の地球に海が存在できるということを本当に説明できた事にはならないし、現在の地表温度も説明できたことにはならないのである。

地球の歴史を通じて、知り得るかぎり昔から海洋は存在してきたし、地表温度も現在と20度も30度も変わったとは思われない。なぜ地球では現在に近い環境が保たれてきたのか、また他の惑星ではどうして海洋が無いのかということは惑星進化の大問題である。上述の結果は、それに答えるためには、アルベド・雲量・対流圏の温度減率・湿度といった、いわば大気の基本量がどのように決まっているのかを物理的に理解し予測することが必要であることを示している。一方で、海洋が存在するという事が地球の気候の一大特徴であり、第ゼロ次の気候学で説明すべきことであるとすれば、こうした基本量を原理的に説明することは気象気候学上の大問題であるともいえるのではないだろうか。

#### 文 献

阿部豊・松井孝典, 1987: 惑星大気の起源と進化, 気象研究ノート, 第155号, 「惑星大気」, 151-178.

## 第6回エアロゾル科学・技術研究討論会のお知らせ

主 催: エアロゾル研究協議会  
共 催: 静電気学会, 日本気象学会, 日本空気清浄協  
(予定) 会, 日本産業衛生学会, 日本大気電気学会,  
日本粉体工業技術協会, 粉体工学会・エアロ  
ゾル部会  
協 賛: 応用物理学会, 化学工学協会, 空気調和・衛  
(予定) 生学会, 国際エアロゾル医学会日本支部, 大

気汚染研究協会, 日本保健物理学会, 日本防  
菌防黴学会

開催日時: 昭和63年8月23日(火), 24日(水), 25日  
(木) 3日間

開催場所: 大阪市立労働会館  
大阪市東区森ノ宮中央 1-17-5  
TEL. 06-941-6331