

宇宙植民

～スペースコロニーⅢ～

中等教育教員養成課程理科専攻 金光研究室 232306 坂本裕也

1. はじめに

2016年現在、世界人口は70億人、2050年までには90億人を突破、21世紀末までに世界の人口は100億人に達することが見込まれている。しかし、増大した人口が開発を進めることで、環境破壊や資源枯渇といった問題も発生する。エネルギー消費の増加により地球温暖化進行の加速を促し、いずれは地球での生活が危ぶまれる状態になりかねない。

これらの問題を解消するため提唱されたのが、宇宙植民である。宇宙植民とは、地球外に恒久的で自給自足可能な人類の居住地を作る、またはテラフォーミングを行うことである。この候補としては火星におけるテラフォーミング計画、軌道上に人工建造物を設置するスペースコロニー計画が考えられている。スペースコロニーについては、1974年にアメリカ・プリンストン大学教授であったジェラルド・K・オニールによって、「地球全体での人口の爆発的増加・資源枯渇などから、地球での活動が困難になった場合に宇宙空間上に、人が住める巨大な“居住地(コロニー)”を作る。」と提唱されており、人口増加の問題について考えることができるのではないだろうかと考えたことが、本研究の起りである。

本研究は、火星と軌道上の宇宙植民について、ジェラルド・K・オニールが提唱したスペースコロニー(シリンダー型【島3号(アイランド3)】・図1)を基に、火星と軌道上にスペースコロニーを設置して生活することを踏まえ、スペースコロニー内部の大気構造と、重力やスペースコロニーの大きさの違いによるスペースコロニー内部の大気の違いについて検証していく。

シリンダー型【島3号(アイランド3)】

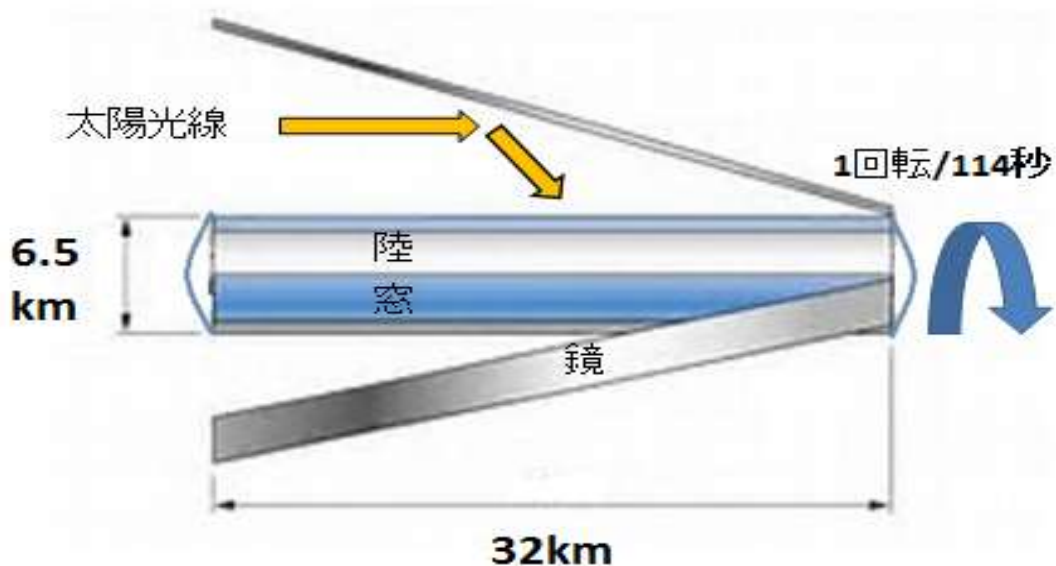


図1 スペースコロニー・シリンダー型【島3号(アイランド3)】

2. スペースコロニーの概要

スペースコロニーの大きさと重力がそれぞれ異なる場合での比較を行うため、図1のスペースコロニー(SC1)と、火星と同等の重力を持つスペースコロニー(SC2)、SC1の大きさの1/10であるスペースコロニー(SC3)について考える。また、スペースコロニー内部の大気成分は地球と同じであるとする(図2)。

	形状	直径	長さ	重力	大気成分
SC1	円筒型	6.5km	32km	1G	窒素 4 : 酸素 1 T=300K(27°C) (地球と同じ)
SC2	円筒型	6.5km	32km	0.38G(火星と同等)	
SC3	円筒型	0.65km	3.2km	1G	

図2 それぞれのスペースコロニー(SC1, SC2, SC3)の規格

3. スペースコロニーの大気構造

地球の大気構造を基にスペースコロニー内部の大気構造について考えていく。

地球大気では、水平方向に大気構造が一様であると考えられ(静水圧平衡)、対流圏・成層圏・中間圏を大局的に眺めたとき、大気圏の気温は200Kから300K程度で、空気の温度は高度によらず、一定だと考えられる(等温大気)。この考えから、スペースコロニー内部の大気密度について考えることができる。

また、スペースコロニー内部の温度分布・圧力分布についても、地球対流圏の温度構造・圧力構造から考えることができる。

- ・スペースコロニー(SC1)内部の大気密度(図3)

$$H^2 = \frac{2R_g T}{\mu \omega^2} \text{ より,}$$

$$\rho = \rho(R) \exp\left(\frac{r^2 - R^2}{H^2}\right) \text{ の大気密度が得られる。}$$

気体定数 : $R_g = 8.314 \text{ J/mol/K}$

平均分子量 : $\mu = 29$ (窒素 4 : 酸素 1)

気温 : $T_0 = 300 \text{ K} (27^\circ \text{C})$

比熱比 : $\gamma = 7/5$ (二分子原子)

半径 : $R = 3.25 \text{ km}$

加速度 : $R\omega^2 = 1 \text{ G}$

スケールハイト : $H = 7.6 \text{ km}$

中心軸上の密度 : $\rho(r_0) = 0.83\rho(R)$

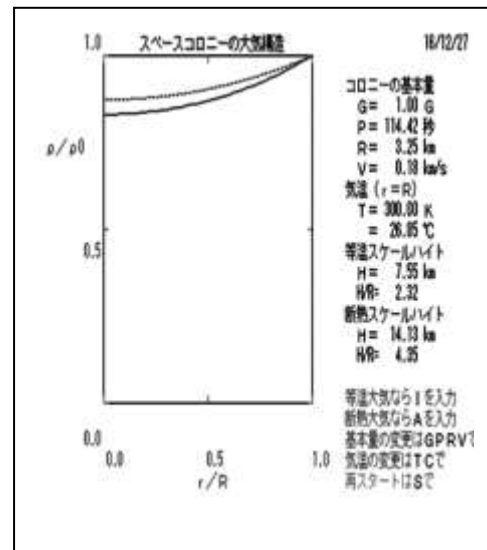


図3 大気密度

4. スペースコロニーの大気構造の比較

それぞれのスペースコロニー(SC1, SC2, SC3)の大気構造について、比較していく。

①スペースコロニー内部の大気密度 (図 4)

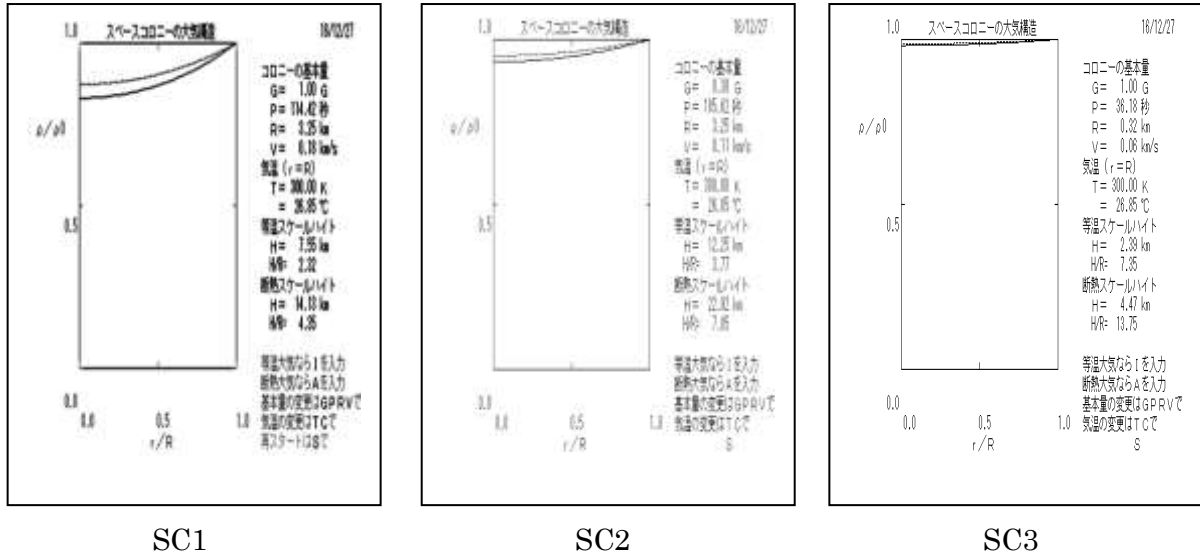


図 4 大気密度の比較

- ・大気密度はスペースコロニーの地面から離れるほど低くなる。
- ・重力が低いほど、スペースコロニーの地面から離れても大気密度は低くなりにくい。
- ・大きさが小さいほど、スペースコロニーの地面から離れても大気密度は低くなりにくい。

②スペースコロニー内部の温度分布(図 5)

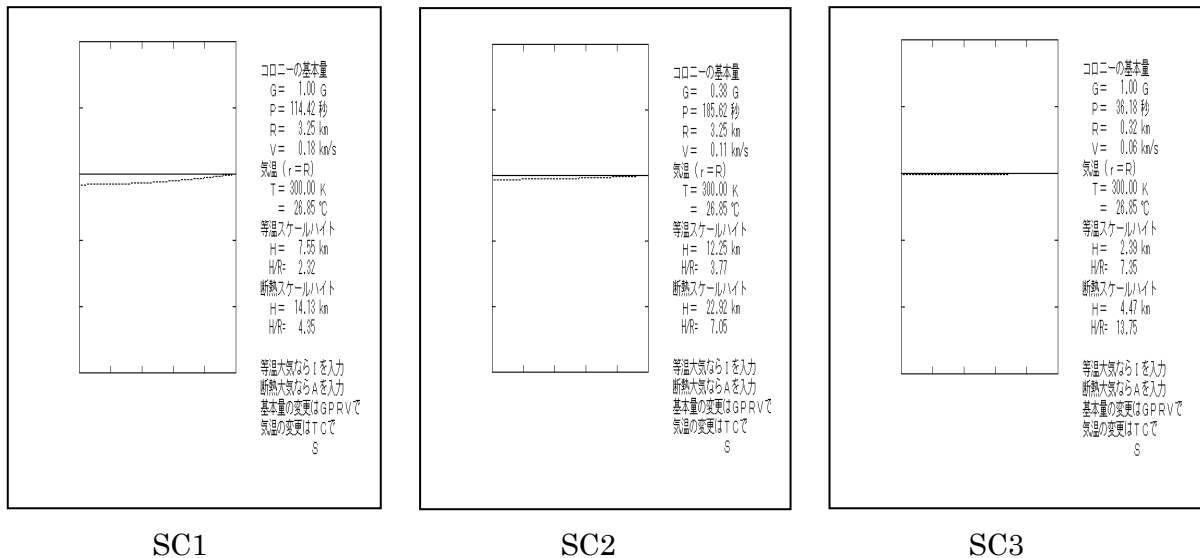


図 5 温度分布の比較

- ・温度はスペースコロニーの地面から離れるほど低くなる。
- ・重力が低いほど、スペースコロニーの地面から離れても温度は低くなりにくい。
- ・大きさが小さいほど、スペースコロニーの地面から離れても温度は低くなりにくい。

③スペースコロニー内部の圧力分布(図 6)

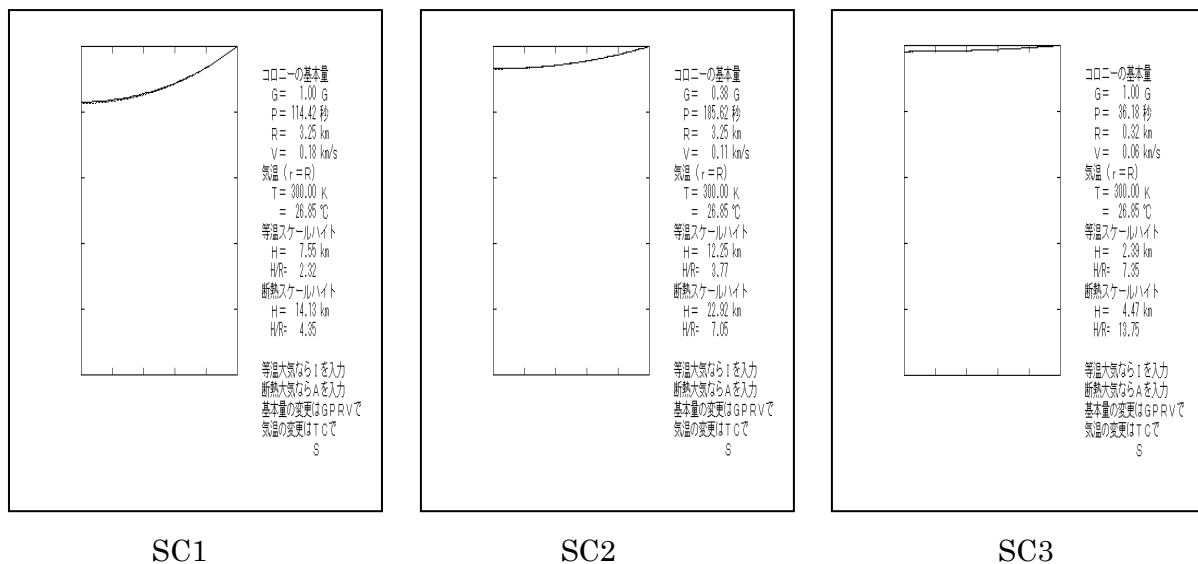


図 6 圧力分布の比較

- ・ 圧力はスペースコロニーの地面から離れるほど低くなる。
- ・ 重力が低いほど、スペースコロニーの地面から離れても圧力は低くなりにくい。
- ・ 大きさが小さいほど、スペースコロニーの地面から離れても圧力は低くなりにくい。

5. 考察

比較した結果から考えられる考察は以下ようになった。

- ・ 地球でも地表からの高度が高くなるほど、大気密度・温度・圧力は低くなるため、スペースコロニーの大気は地球での大気と同じ性質を持っていると考えられる。
- ・ 重力が小さいほど、スペースコロニー内部の大気に与える影響は小さいと考えられる。
- ・ スペースコロニーの大きさが小さいほど、スペースコロニー内部の大気に与える影響は小さいと考えられる。

6. まとめ

本研究では、宇宙植民の1つとしてスペースコロニーについて述べたが、テラフォーミングと同様に、建設費用や技術的な問題などにより実現には至っていない。しかし、NASAの火星探査・小惑星探査機はやぶさのサンプル採取など、新しい技術や情報が出てきていることから、今までには考えられなかった構想が生まれ、研究課題とすることができるのではないだろうか。

7. 参考文献

- ・ スペースコロニーの世界 福江 純著 恒星社
- ・ 宇宙暮らしのススメ 野田 篤司・あさり よしとお著 学習研究社
- ・ 人類が火星に移住する日 矢沢サイエンスオフィス・竹内 薫著 技術評論社
- ・ 物理学基礎 原 康夫著 学術図書出版社