

金星現象論: 金星の内部構造

地球流体電脳倶楽部

1996年7月22日

目次

1	太陽系の組成	2
2	モデルによる惑星組成の推定	2
3	鉛直密度分布	4
4	参考文献	5

Abstract

金星の固体部分の内部構造について.

ここでは金星の固体部分の鉛直密度分布について述べる。

鉛直密度分布について直接観測は行われていない。そのかわりにモデルを仮定して鉛直密度分布を推定することが行われている。モデルによって惑星形成の際の物質の集積過程が異なるが、いずれも観測された惑星総質量を拘束条件として用いている。

以下 密度分布を推測するまでの大まかな手順を述べる。モデルに関してはレファレンスを参照のこと。

1 太陽系の組成

隕石の中で最も始原的とされるコンドライトの中で、さらに最も始原的とされるC(特にCI)タイプと太陽大気の組成が非常によく似ていることから(図1)、これらの組成を原始太陽系星雲の成分とする。

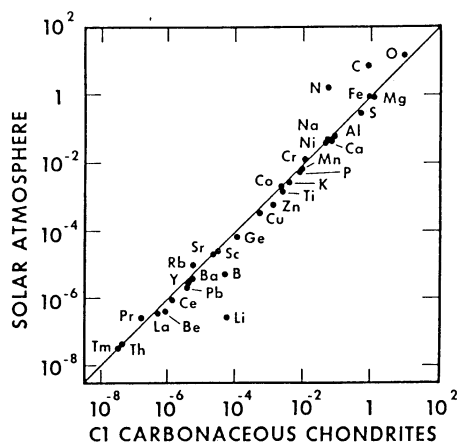


図1. CIタイプの隕石と太陽大気の組成. どちらもSiの量を1とした (McGetchin et al. 1981).

2 モデルによる惑星組成の推定

現在の惑星の組成を決定するには、大きく分けて2つの方法がある。一つは原始太陽系星雲からの集積過程を推定する方法、他の一つは観測値¹から惑星形成時の組成の反応を推定する方法である。それぞれの方法についていくつかのモデルがあり、それらをもとにコア、マントル・地殻、各層ごとの組成が推測されている(表1)。

¹わかっているものなら、推定に必要なものすべて用いる。例としては同位対元素比などがある (Abe, 1990)。

Table 4.3.2b Model compositions (major and heat-producing elements) of Venus.

	V1	V2	V3	V4	V5
<i>Mantle + Crust</i>					
SiO ₂	52.9	53.9	49.8	40.4	45.9
TiO ₂	0.20	0.20	0.21	0.24	0.3
Al ₂ O ₃	3.8	3.9	4.1	3.4	3.9
Cr ₂ O ₃	-	-	0.87	0.3	0.3
MgO	37.6	38.3	35.5	33.3	38.0
FeO	0.24	2.1	5.4	18.7	8.1
MnO	-	-	0.09	0.2	0.1
CaO	3.6	3.6	3.3	3.4	3.2
Na ₂ O	1.6	1.5	0.28	0.15	0.1
H ₂ O	0	0	0.22	-	-
K(ppm)	1442	1318	221	185	129
U(ppm)	0.021	0.021	0.022	0.019	0.021
Th(ppm)	0.073	0.075	0.079	0.066	0.075
<i>Core</i>					
Fe	94.4	84.7	88.6 [†]	78.7	86.2
Ni	5.6	5.2	5.5	6.6	4.8
S	0	10	5.1	4.9	1.0
O	-	-	-	9.8	8.0
<i>Relative Masses</i>					
Mantle + crust	69.8	69.1	68.0	76.4	71.8
Core	30.2	30.9	32.0	23.6	28.2

[†] Also 0.26% Co, 0.58% P.

V1: Equilibrium Condensation. V2: Equilibrium Condensation modified by use of feeding zones of Weidenschilling. V3: Chondrite Model (Morgan and Anders, 1980). V4: Model of Ringwood, discussed in section 4.3.2. V5: Iron-deficient model: same as model E5 for the Earth, with core/(mantle + crust) mass ratio satisfying lower mean density (section 4.5.4).

表 1. 各モデルによる金星の内部組成. V1 から V5 はモデルを表す (McGetchin et al, 1981).

3 鉛直密度分布

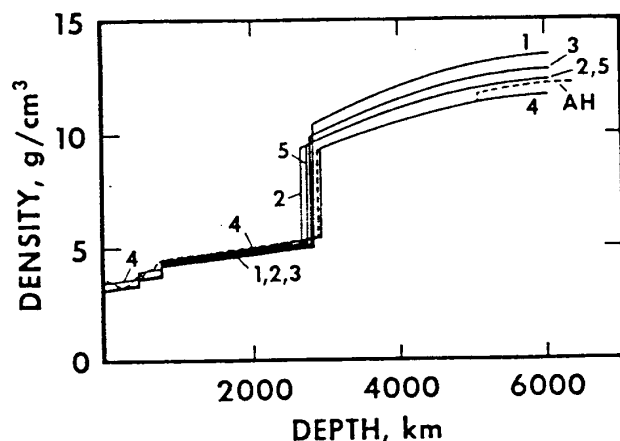
組成から各層の密度が見積もられ、惑星の総質量にあうように、コアの半径を決める¹(表 2, 図 2).

Table 4.5.11 Abundances of normative minerals (wt.%) in mantles, and other properties of geophysical Venus models constructed from chemical models of Table 4.3.2b.

	V1	V2	V3	V4	V5
Silica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
K-Feldspar	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Jadeite	10.44	9.79	1.83	0.98	0.65
Ca-Ts	(0.16)	(0.19)	(0.96)	(0.93)	(0.87)
Diopside	(13.74)	(13.51)	(11.08)	(10.94)	(10.14)
Total Ca-rich Pyroxene	13.90	13.70	12.04	11.87	11.01
Mg-Ts	(2.02)	(2.01)	(3.88)	(0.0)	(1.93)
Hypersthene	(41.68)	(41.78)	(47.30)	(0.0)	(23.70)
Total Ca-poor Pyroxene	43.70	43.79	51.18	0.0	25.63
Olivine	31.21	34.45	28.03	74.87	51.42
Py-Alm	(0.44)	(1.34)	(4.20)	(9.66)	(8.58)
Grossular	(0.0)	(0.17)	(0.51)	(1.14)	(1.04)
Total Garnet	0.44	1.51	4.71	10.08	9.62
Spinel	0.0	0.0	0.0	0.22	0.0
Ilmenite	0.20	0.20	0.38	0.46	0.57
Chromite	0.0	0.0	1.18	0.44	0.44
Metal	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	99.93	103.44	99.28	99.62	99.34
Density (STP) of upper mantle	3.237	3.263	3.312	3.515	3.362
Density (STP) of lower (mixed oxides) mantle	5.223	5.247	5.277	5.513	5.308
Mg/(Mg + Fe) in mantle	0.99	0.97	0.93	0.76	0.90
Density (STP) of core	7.93	7.09	7.47	6.70	7.11
Wt. % of Venus in core	30.2	30.9	32.0	23.6	28.2
Mass of Venus model ($\times 10^{27}$ g)	4.74	4.71	4.86	4.74	4.71
Percent deviation from true mass	-2.55	-3.29	-0.15	-2.46	-3.29
I/MR^2 of Venus model	0.3283	0.3318	0.3290	0.3440	0.3360
Change made to correct mass:					
New wt. % core	33.22	35.14	32.63	27.53	32.52
I/MR^2	0.3245	0.3273	0.3286	0.3399	0.3311

表 2. 各モデルによる主な鉱石組成, 各層の密度, 総質量.
(McGetchin et al, 1981)

¹慣性モーメントがわかっているならば, それも用いる.



4.5.16 Density profiles for corrected Venus models V1-V5 compared with the Anderson and Hart (1976) model for Earth (AH, dashed line).

図 2. 金星の鉛直密度分布.

(McGetchin et al, 1981)

番号は表 1, 表 2 のモデルの分類に対応する.

4 参考文献

Abe, Y 1990: (personal communication)

McGetchin et al, 1981: Basaltic volcanism, pergamon press.

Phillips, R. J., and M. C. Malin The interior of venus and tectonic implications. "VENUS", The university of arizona press, 159-214.

謝辞

本稿は 1989 年から 1993 年に東京大学地球惑星物理学科で行われていた, 流体理論セミナーでのセミナーノートがもとになっている. 原作版は野村竜一による「金星現象論」(90/05/04) であり, 高木征弘によって地球流体電脳倶楽部版「金星現象論」として書き直された (96/07/22). 構成とデバッグに協力してくれたセミナー参加者のすべてにも感謝しなければならない.