

「月惑星探査の来たる 10 年」第一段階パネルへの意見書

確認： 本意見書は日本惑星科学会が行う「月惑星探査の来たる 10 年」検討の第一段階においてパネルリーダーが意見取りまとめを行うための資料として提出して頂きます。 **将来の月惑星科学・探査において最も重要になるであろう、第一級の科学**について提案して下さい。意見書の内容は公開討論会などで議論の対象となり、最終報告に反映されます。

締めきり： 2010 年 8 月末日

提出： **電子ファイル**（Word または PDF 形式）で「月惑星探査の来たる 10 年」事務局（decade_sec@wakusei.jp）に送って下さい。事務局で取りまとめて、パネルリーダーに展開します。

- 「月惑星探査の来たる 10 年」検討の詳細については、惑星科学会サーバから資料をダウンロードすることができます。

https://www.wakusei.jp/news/announce/2010/2010_03_10/2010_03_09_introduction.pdf

■ 意見提出先パネル（希望するパネルに○をつけて下さい。複数回答可）

- 地球型惑星固体探査パネル
- 地球型惑星大気・磁気圏探査パネル
- 小天体探査パネル
- 木星型惑星・氷衛星・系外惑星探査パネル

■ 提案タイトル

（常時自由振動で見る火星のコアサイズ）

■ 代表者の氏名・所属・連絡先（E-mail アドレス、または電話番号と Fax 番号）

（小林直樹・宇宙科学研究所・kobayashi.naoki@jaxa.jp）

■ 共同提案者の氏名・所属（適宜追加して下さい）

- （新谷昌人・地震研究所）
- （堀輝人・地震研究所）
- （栗田敬・地震研究所）
- （西田究・地震研究所）
- （白石浩章・宇宙科学研究所）
- （
- （

■ 要約（400 字程度）

（火星のコアサイズ、組成、状態は火星の内部構造・進化を語る上で重要な意味を持つ。かつて火星にもダイナモ作用があったと考えられており、コアの形成及びマントルと結合したコアの熱進化はダイナモ作用を考える上で重要である。しかし、形成当時のコアの状態を制約するには現在のコアのサイズ、組成、状態を理解することが鍵となる。また、コアの組成（密度）とサイズは火星の慣性能率、平均密度、半径と併せマントルの組成を制約する上でも重要となる。コアサイズや状態の精密な決定には地震学的手法が優れているが、火星にはコアを通過したり、コア表面で反射する地震波を観測レベルに励起する地震があるのか不明である。しかし、火星には大気があり、我々は火星の大気の擾乱が観測可能なレベルの自由振動を励起すると予測している。mHz 帯の特に次数 7 以下の常時励起自由振動はコアの弾性、密度、サイズに敏感であるので、火星のコアサイズの決定には重要な観測量である。）

■ 本意見書の内容（テキストおよび図表）をパネルリーダー並びに事務局がパネル討論と各種報告書へ引用することについて承諾しますか？（いずれかに○）

- 承諾する
- 承諾しない

■ （上で「承諾する」に○をされた方のみ）引用時には協力者リストを付加する場合があります。協力者リストに氏名を公表することを希望しますか？（いずれかに○）

- 希望する
- 希望しない

・自由記述 (3 ページ以内, 図表の貼り付け可)

The aim of Seismology

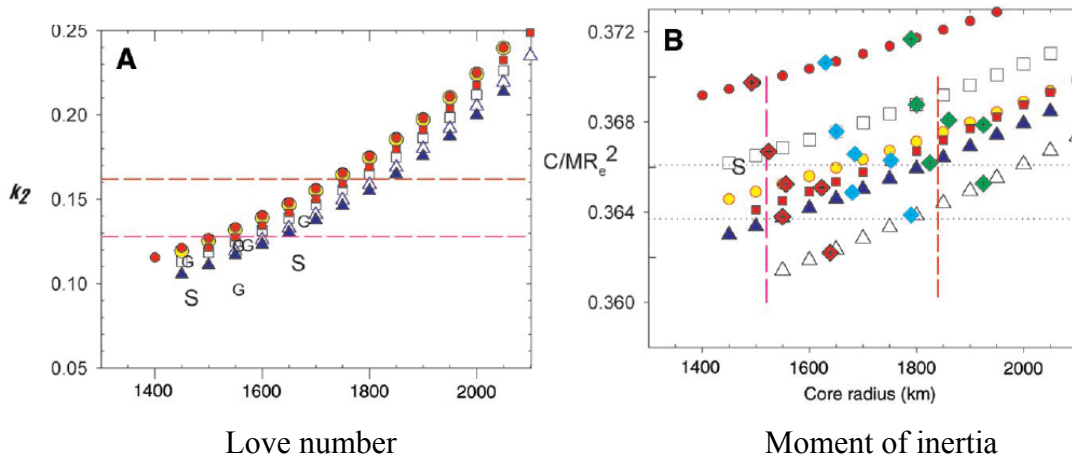
- To answer the following questions:
 - How is Mars tectonically active now?
 - What is the main source of ground motions?
 - ◇ Martian quakes, landslides, winds, volcanic activities and impacts?
 - ◇ These are current resurfacing processes.
 - What is internal structure of Mars?
 - ◇ Core size, crustal thickness and mantle discontinuities?
 - ◇ Ancient Mars had multi plates and plate tectonics?

Internal structure

- It is important to understand original materials, formation and evolution of Mars.
- Size and state of the core:
 - Chemical composition of core and mantle?
 - Ancient dynamo?
- Crustal thickness:
 - Mantle differentiation
 - Moment of inertia

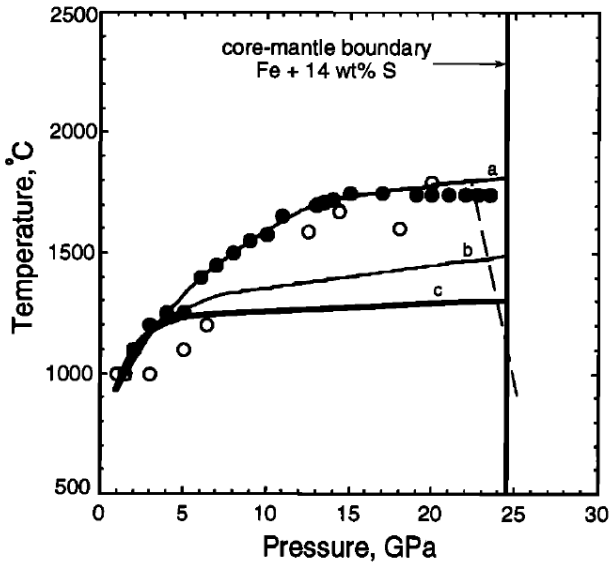
Uncertainty in core size

The core size has an uncertainty of about 200 km!



Yorder et al. 2003

Arerotherm and Lower mantle



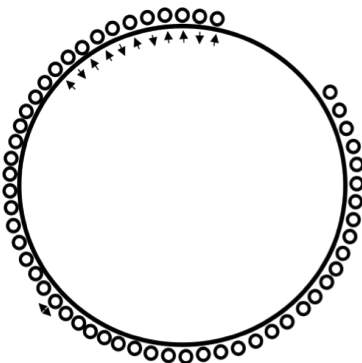
- Core size is a key to the lower mantle thickness.
- It could affect mantle convection of Mars.

Bertka & Fei 1997

Questions on seismology

- Size and frequency of excitation sources
 - Do we have sufficient quakes?
 - ◇ How about magnitude-frequency relation of martian quakes?
 - ◇ How about size-frequency relation of impacts?
 - ◇ How about scaling law of atmospheric turbulence?
- Limitation of station number
 - What do we get with single seismic station?

Atmospheric excitation



$$a_l \approx \frac{\Delta p L^2}{M_l} \times \sqrt{\frac{4\pi R^2}{L^2}} \times \sqrt{Q_l} \times \sqrt{2l+1}$$

$$\Delta p = p_0 \frac{\tau}{\tau_0}, p_0 = \rho_{\text{atm}} v^2, v = \left(\frac{S(1-A)gH}{4\rho_{\text{atm}} C_p T} \right)^{1/3}$$

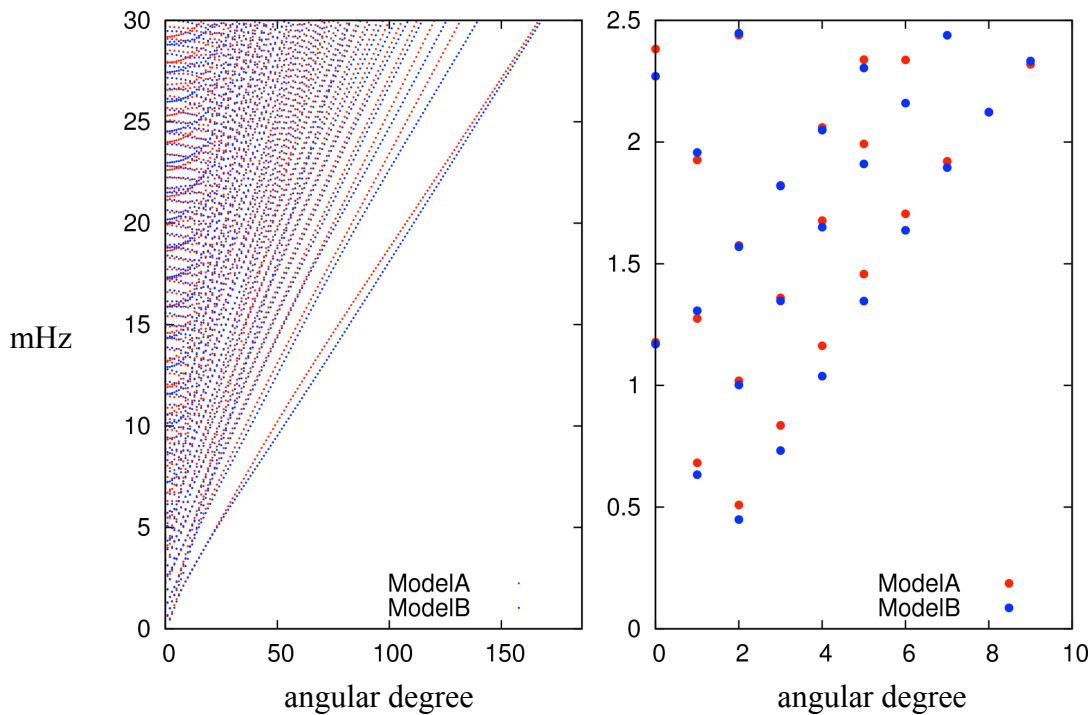
$$L = H \frac{\tau}{\tau_0}, \tau_0 = \frac{H}{v}$$

where a_l is acceleration amplitude, M_l is modal mass of a mode with angular order l , L is a coherent length of the surface turbulence, Q_l is the quality factor of the mode, and S , A , g , H , ρ_{atm} , C_p and T are the solar radiation flux, the planetary albedo, the surface gravity, pressure scale height, density, heat capacity at constant pressure and temperature of the surface atmosphere. Random pressure disturbance can excite normal modes of a planet at an observable level.

	R (km)	p_0 (Pa)	H (km)	τ_0 (s)	a (10^{-12} m/s ²)
mars	3397	2.6	12.1	0.88	6
earth	6378	17	8.7	2.2	5
venus	6052	48	15.8	18	1

Estimated amplitudes of a mode having a period of 100 sec and quality factor of 200. Surface wave velocity at the period is assumed to be 4 km/s in the evaluation.

Effects of structure on low frequency normal modes



Rayleigh modes (fundamental spheroidal branch) are sensitive to the crustal thickness (left panel) and low frequency spheroidal modes are sensitive to the size and elasticity of the core(right panel). We used models A and B of Sohl and Spohn (1997) in the calculation of eigenfrequencies of mars.

References

- Kobayashi, N. and K. Nishida, 1998, nature 395, 357. Yorder, C. F. et al., 2003, science 300, 299.
 Sohl, F. and T. Spohn, 1997, JGR 102, 1613. 小林直樹他, 2009, 遊星人 18, 2, 84.