

水星よりも小さい系外惑星

A sub-Mercury-sized exoplanet

Thomas Barclay et al.

Nature **494**, 452–454 (28 February 2013)

本論文では、水星よりもかなり小さい惑星について報告する。この小さい惑星は、太陽に似ていて、Kepler-37と名付けられた中心星の周りを回る3つの惑星の中で最も内側にある。この惑星Kepler-37bは、そのサイズが極端に小さく月の大きさ程度であり、表面が激しく光照射されているため、おそらく水星のように大気や水を持たない岩石惑星であろう。

The transit light curves for the planets orbiting Kepler-37.

- 低温の主系列星
- $0.770 \pm 0.026 R_{\odot}$
- $0.802 \pm 0.068 M_{\odot}$

37-b $0.303^{+0.053}_{-0.073} R_{E}$

37-c $0.742^{+0.065}_{-0.083} R_{E}$

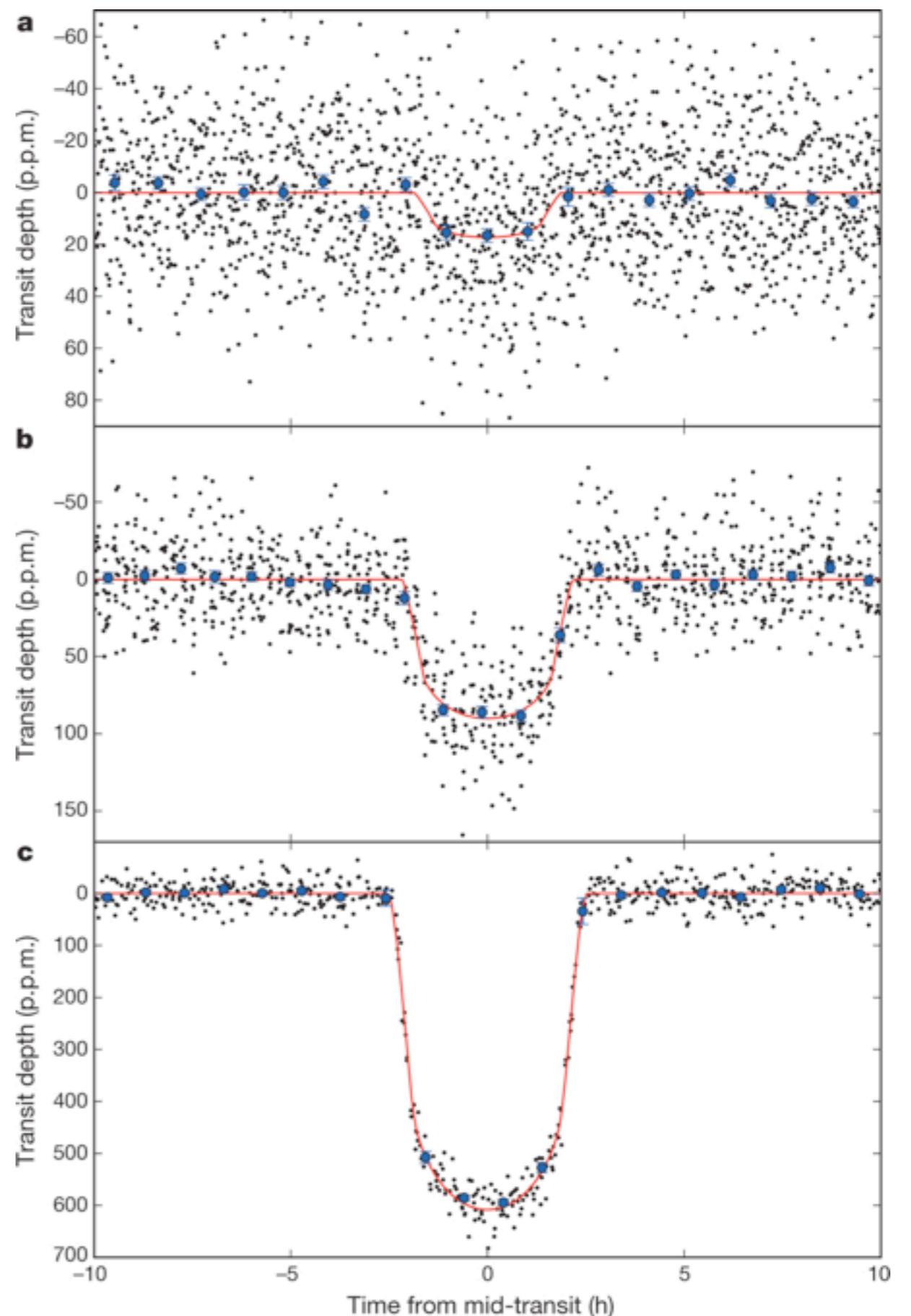
37-d $1.99^{+0.11}_{-0.14} R_{E}$

R_E : 地球半径

$$\frac{\Delta L}{L} = \left(\frac{R_p}{R_*} \right)^2$$

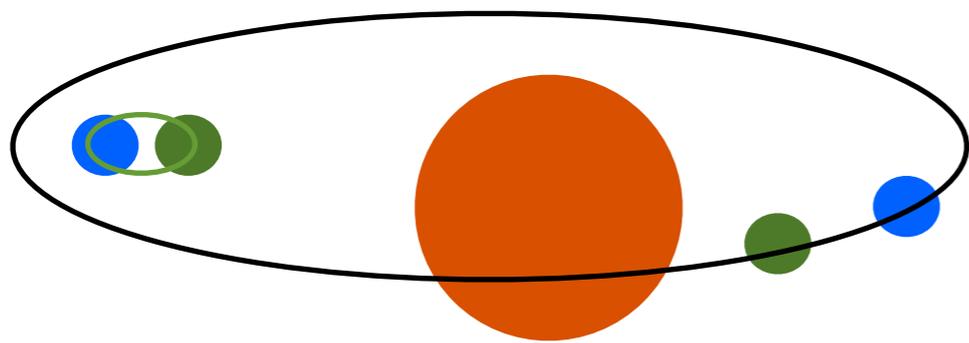
赤線: モデル

青点: (a) 90, (b) 50, (c) 30点ビン



紛れ込み (blend) の可能性

- 1) 同一視野に暗い食連星
- 2) 惑星が同一視野にある G, K型星を隠した
どちらも極めて低い確率



- a) 星像の中心で減光している
- b) 有意なドップラー効果なし
- c) 異なる固有運動の成分なし

MMT AO >7.1 mag ($>0.5''$), 9.3 mag ($1.0''$) Ks, J

Kit Peak Speckle >3.98 mag (V) >4.73 mag (R) $0.2''$

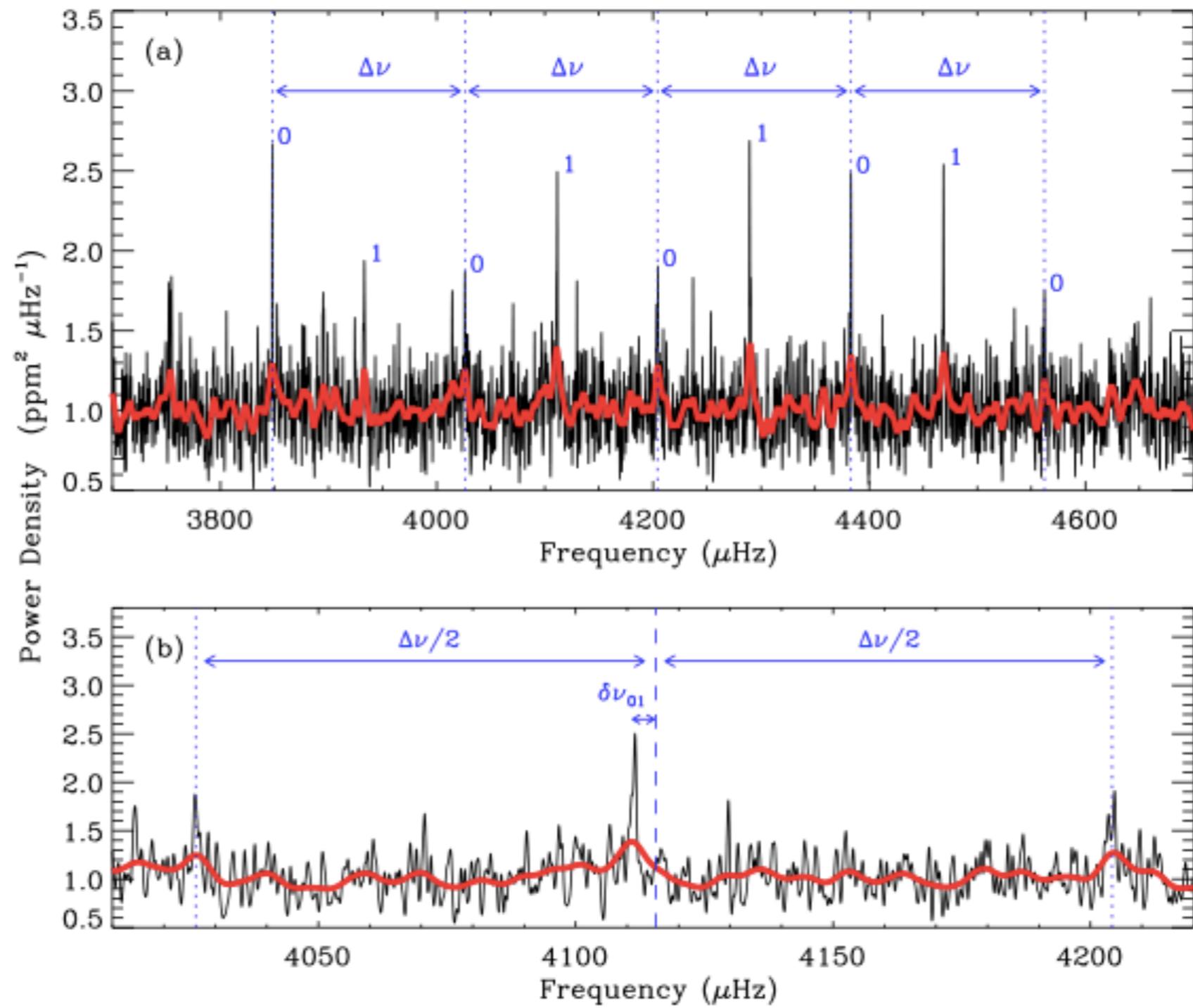
Gemini >5.04 mag (R), >5.01 (I)

Calar Alto Lucky Imaging >4 mag ($>0.4''$) など

Planet parameters	Kepler-37b	Kepler-37c	Kepler-37d
Orbital period (days)	$13.367308^{+0.000058}_{-0.000085}$	$21.301886^{+0.000046}_{-0.000044}$	$39.792187^{+0.000040}_{-0.000043}$
Planet-to-star radius ratio	$0.00360^{+0.000058}_{-0.000085}$	$0.00877^{+0.00037}_{-0.00061}$	$0.02359^{+0.00025}_{-0.00043}$
Transit epoch (BJD - 2454833)	$184.03271^{+0.00034}_{-0.00089}$	$191.83816^{+0.00036}_{-0.00078}$	$175.24979^{+0.00043}_{-0.00049}$
$e \cos \omega$	$-0.47^{+0.63}_{-0.31}$	$-0.04^{+0.12}_{-0.15}$	$0.03^{+0.12}_{-0.12}$
$e \sin \omega$	$-0.54^{+0.16}_{-0.33}$	$-0.09^{+0.12}_{-0.10}$	$-0.098^{+0.033}_{-0.025}$
Impact parameter	$0.71^{+0.23}_{-0.19}$	$0.66^{+0.21}_{-0.15}$	$0.715^{+0.032}_{-0.048}$
Inclination ($^{\circ}$)	$88.63^{+0.30}_{-0.53}$	$89.07^{+0.19}_{-0.33}$	$89.335^{+0.043}_{-0.047}$
Scaled semi-major axis	$28.526^{+0.088}_{-0.096}$	$38.92^{+0.12}_{-0.13}$	$59.03^{+0.18}_{-0.20}$
Semi-major axis (au)	$0.1003^{+0.0008}_{-0.0011}$	$0.1368^{+0.0011}_{-0.0014}$	$0.2076^{+0.0016}_{-0.0022}$
Transit depth (ppm)	$11.9^{+2.6}_{-3.1}$	$81.1^{+2.6}_{-2.9}$	$574.9^{+3.2}_{-3.5}$
Radius (R_{\oplus})	$0.303^{+0.053}_{-0.073}$	$0.742^{+0.065}_{-0.083}$	$1.99^{+0.11}_{-0.14}$

力学的には安定な系

星震学



Kepler 37

Table S1 Parameters of the star and planets in the Kepler-37 system.

Stellar Parameters	
Brightness (Kp)	9.701
Effective temperature, T_{eff} (K)	5417 ± 75
Surface gravity, $\log g$ (dex, cgs units)	4.5667 ± 0.0065
Metallicity, [m/H]	-0.32 ± 0.07
Average large frequency spacing, $\langle \Delta\nu \rangle$ (μHz)	178.7 ± 1.4
Average small frequency spacing, $\langle \delta\nu_{01} \rangle$ (μHz)	4.08 ± 0.17
Mean density, $\langle \rho \rangle$ (g cm^{-3})	2.458 ± 0.046
Absolute radial velocity (km s^{-1})	-30.1 ± 0.2
Project rotational velocity, $V \sin i$ (km s^{-1})	1.1 ± 1.1
Age (Gyr)	~ 6
Distance (pc)	~ 66
Mass (M_{\odot})	0.803 ± 0.068
Radius (R_{\odot})	0.770 ± 0.026
Limb-darkening coefficients, {a1, a2, a3, a4}	{0.3944, 0.2971, 0.270, -0.2203}

Spitzer 4.5 μm , Kepler 37-d

