

地球と火星の表層環境

東京大学地震研究所

栗田敬

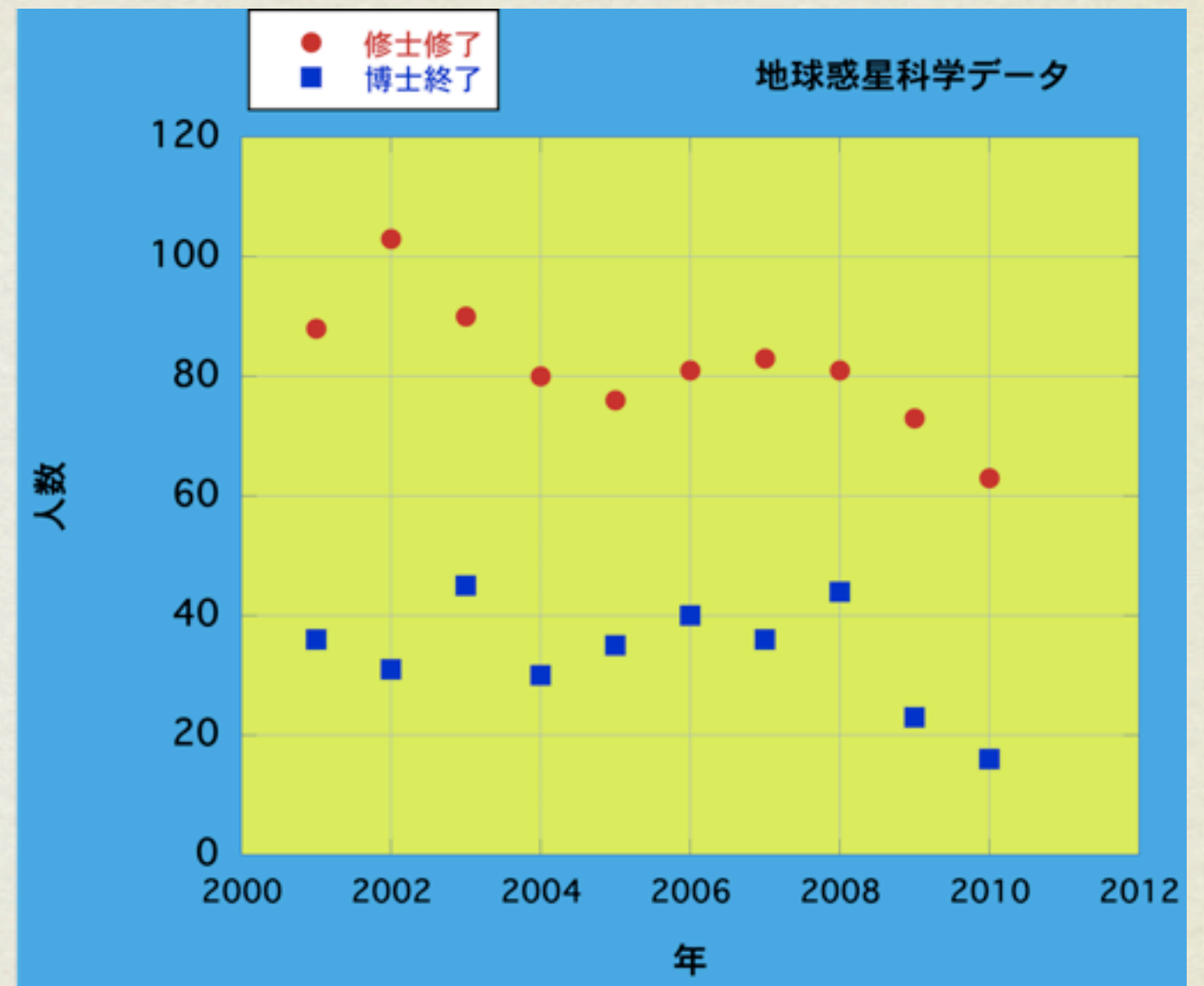
自己紹介：私のこの問題への関わり

- 講義
 - 大学院：
 - 学部：地球惑星物理学科、地球環境学科「惑星地質学」、「地球惑星内部物理学」
 - 教養課程・前期課程・初年度教育：
 - 東大教養、上智理工学部、学習院理学部、学習院女子短大
 - 「惑星表層環境の変動」、地球と火星の比較
 - 高等学校：SSH出前授業
 - 中学校：「おもしろ探検授業」
 - 地球惑星科学連合「キャリア支援委員会」
 - ポスドク問題

非常に個人的な関心・動機

- 教養課程からの進学者問題
- 修士進学学生の希望分野
- 博士進学者の減少
- ポスドク研究者の就職難

地球惑星科学への関心の低下



地球と火星の表層環境の比較

火星と地球の表層環境の違い

現在の表層環境:大きく異なる

- **大気組成**

- **火星:**

- CO_2 (95.3) , N_2 (2.7) ,Ar (1.6) , O_2 (0.13) ,CO (0.08) , H_2O (0.03)

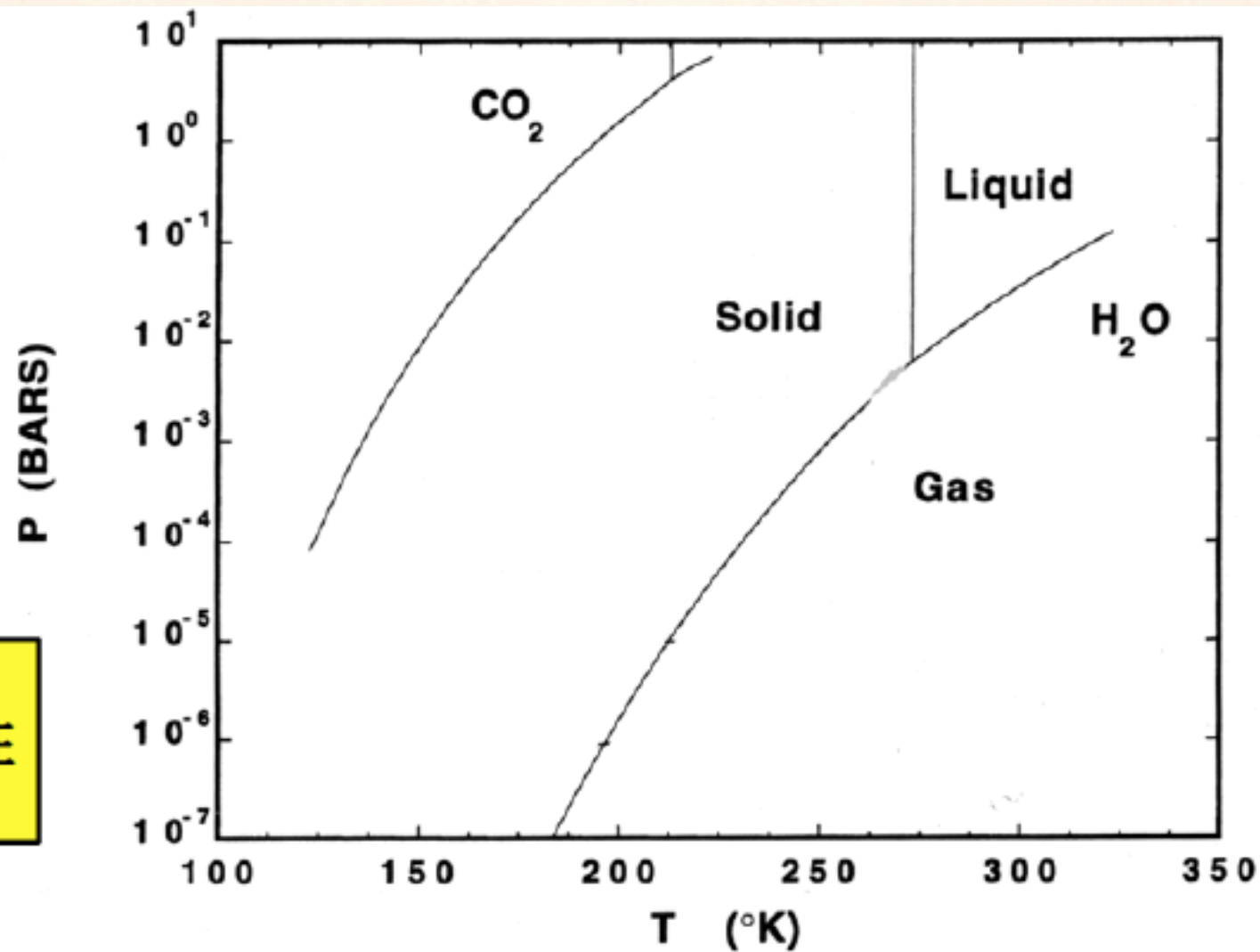
- **地球:** N_2 (78.08) , O_2 (20.95) , H_2O (<4) ,Ar (0.93) , CO_2 (0.035)

- **温度・圧力**

	大気圧,Pa	温度、K	重力	サイズ,km
火星	636	214	3.71	3390
地球	101000	288	9.82	6378

水の存在

現在の火星表層には水は安定に存在できない



- H₂Oの相図
- 飽和水蒸気圧
- 分圧

三重点の存在

- ・水の三重点：0.006気圧、0.0099度C
- ・CO₂の三重点：5.1気圧、-56.4度C

火星表層環境：

平均温度 218K (140-300)、
標準気圧: 6.35x10⁻³ bars







Nouveauté

La Fête de la science 2012 disponible sur votre mobile !

Présentation du site mobile

Géolocalisation

Sélectionnez vos critères de recherche : les résultats s'affichent sur une carte interactive.

Géolocalisez vos événements

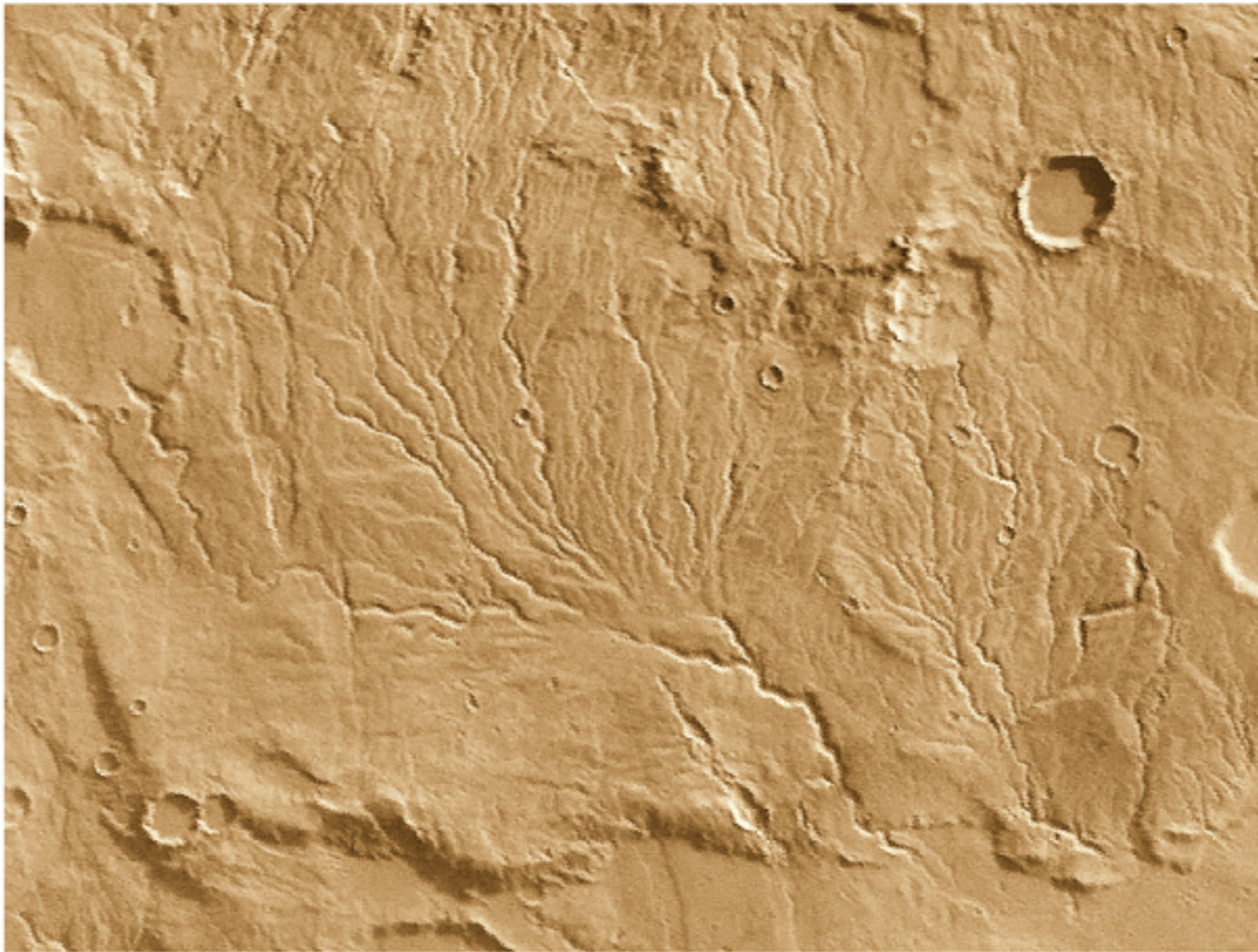


MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE

Partenaires | Espace presse | Coordinations régionales | Plan du site | Nous contacter | Mentions légales



Valley Network



Valley Network: 継続的な水循環・浸食作用

過去には流水の活動の痕跡

地球上の類似地形



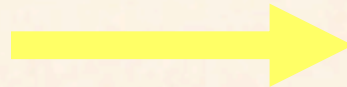
想定される歴史

- 過去
 - 「水が流れていた」：継続的に液体の水が存在した条件
- 現在
 - 「液体水は存在せず」：

水の三重点以上の環境が過去には存在していた！

- 温暖：太陽から離れていても効率的な保温、効果的な温室効果
- 高圧：大量の大気存在

過去：
厚い大気
温暖な気候



現在：
薄い大気
寒冷な気候

大規模な環境の変動

想定される歴史

- 過去
 - 「水が流れていた」：継続的に液体の水が存在した条件
- 現在
 - 「液体水は存在せず」：

水の三重点以上の環境が過去には存在していた！

- 温暖：太陽から離れていても効率的な保温、効果的な温室効果
- 高圧：大量の大気存在

過去：
厚い大気
温暖な気候



現在：
薄い大気
寒冷な気候

大規模な環境の変動

- なぜ火星では大規模な環境変動が起きたのか？
- なぜ地球では起きなかったのか？



- 地球と火星の違いは何か？
- 表層環境を決める要因は何か？

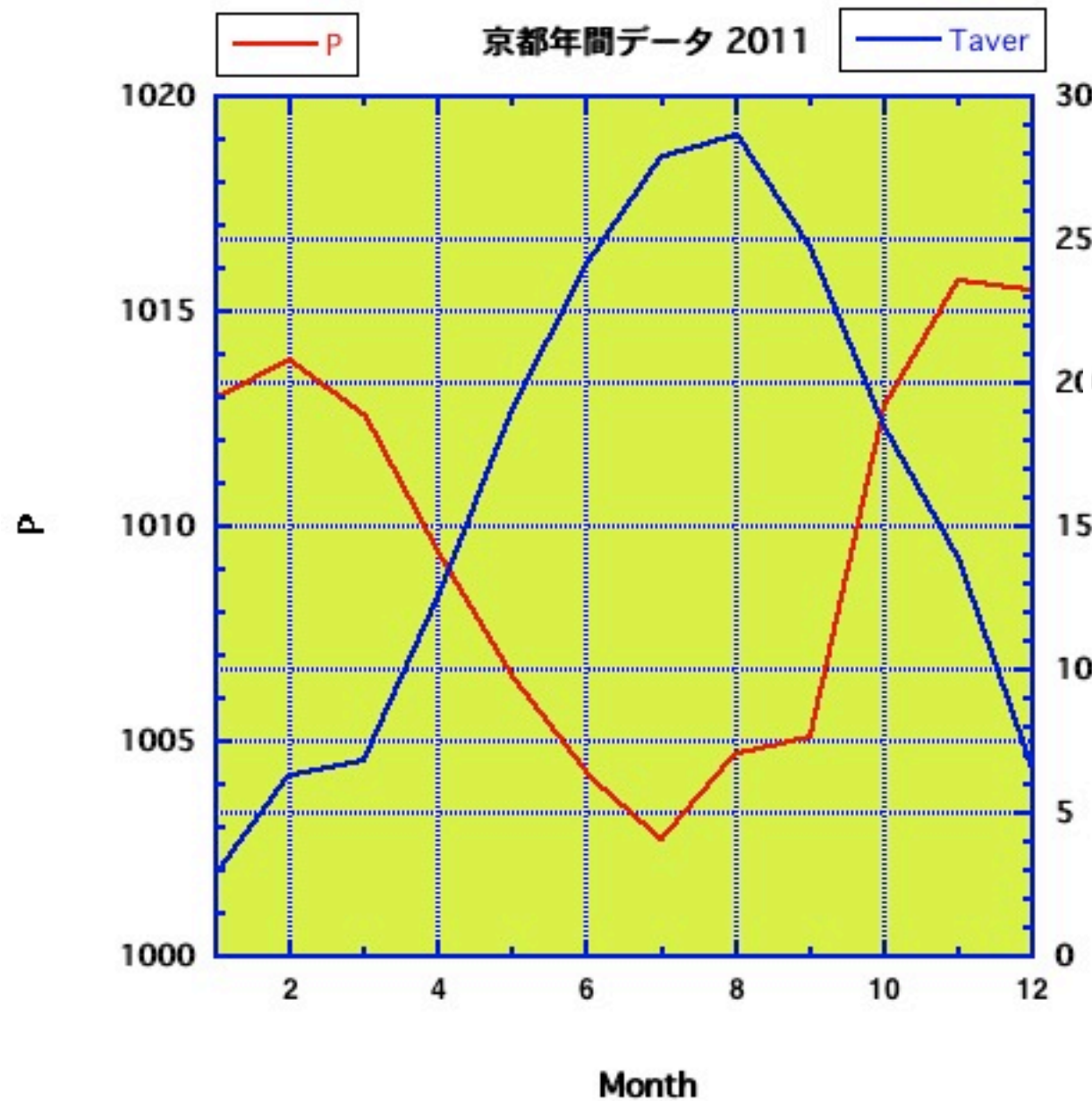
講義プラン

- 太陽の役割、太陽放射
- 大気の役割：温室効果
- 大気の役割：エアロゾル、火山爆発
- 海洋の役割：海洋の構造、熱塩対流、表層水・深層水
- 海洋の役割：炭素循環
- 炭素循環の成り立つ条件
- 過去の気候を知る方法
- ミランコビッチ・サイクル、自転軸の安定性

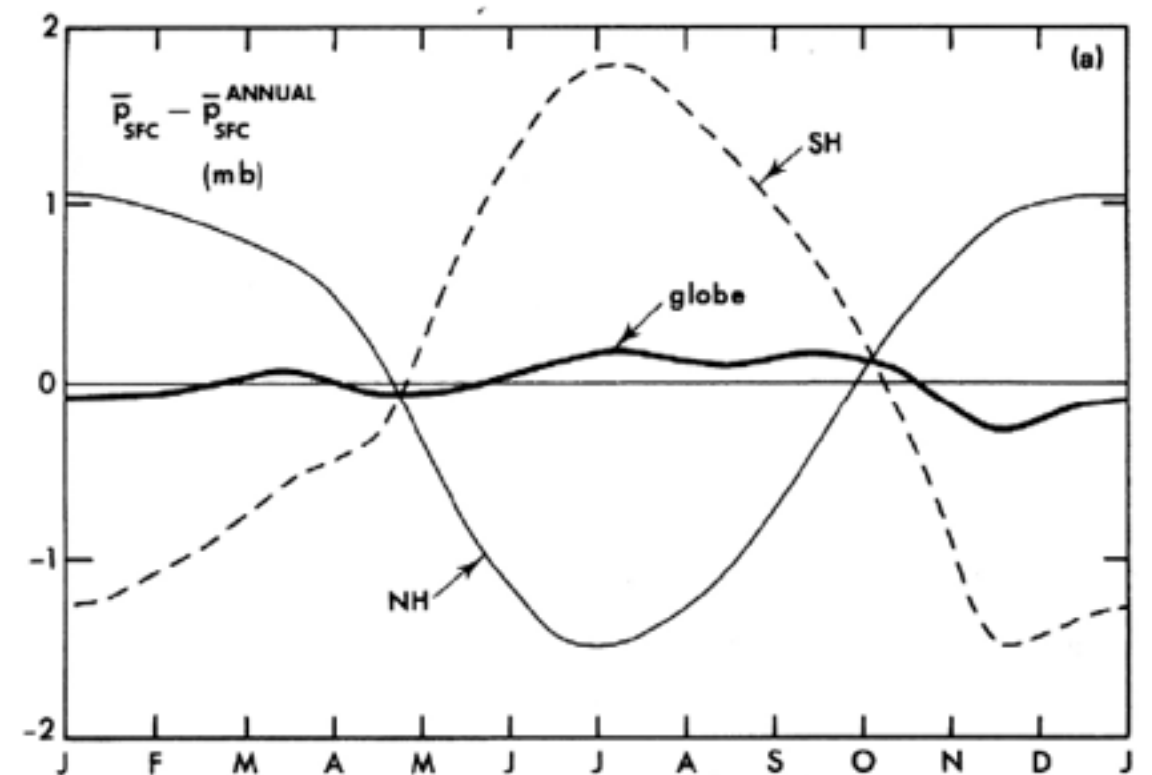
地球との火星の比較：いくつかの謎

1：気圧の謎

地球



1 % の変化

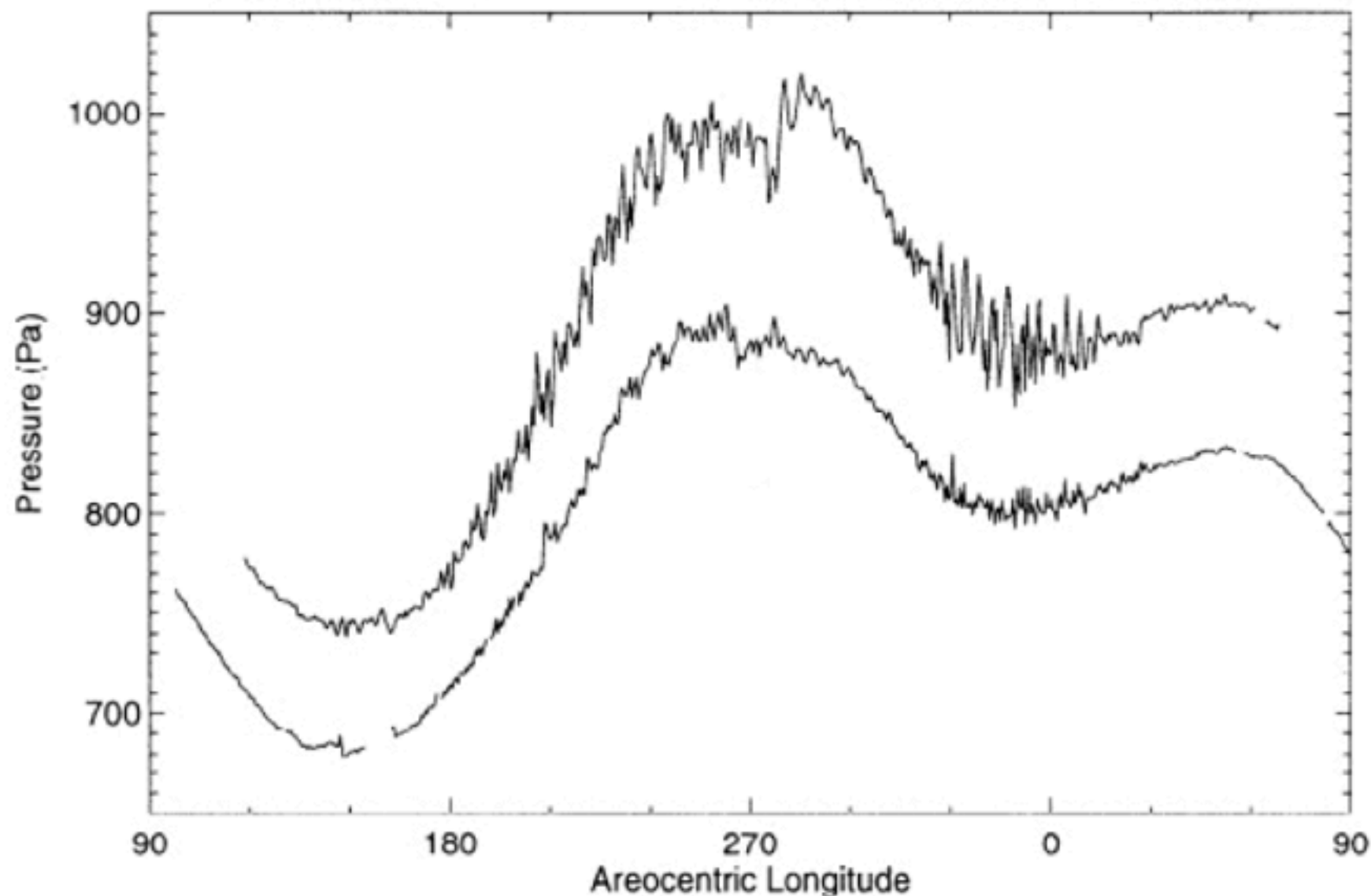


全球での変化はなし

地球との火星の比較：いくつかの謎

1：気圧の謎

火星



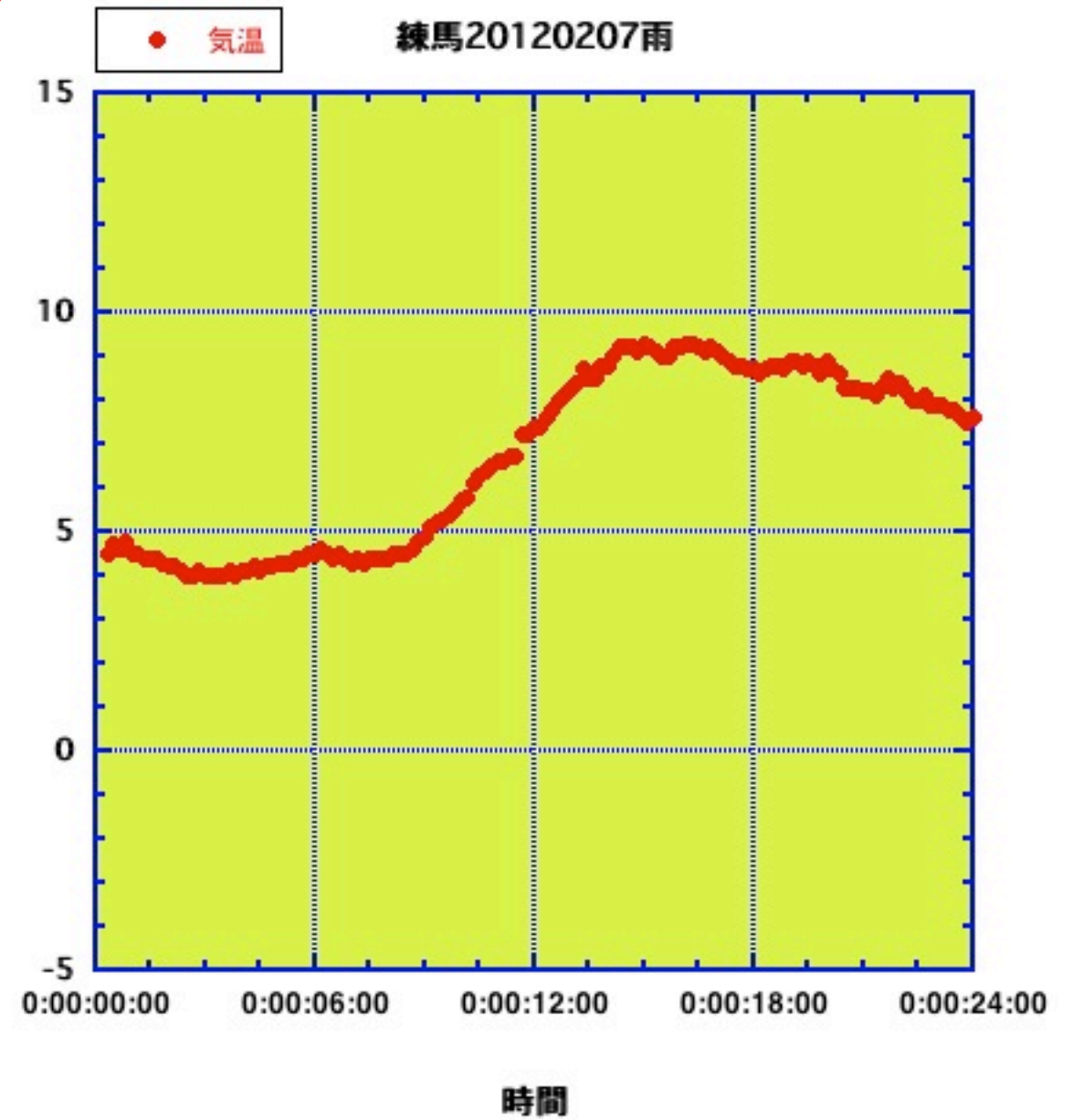
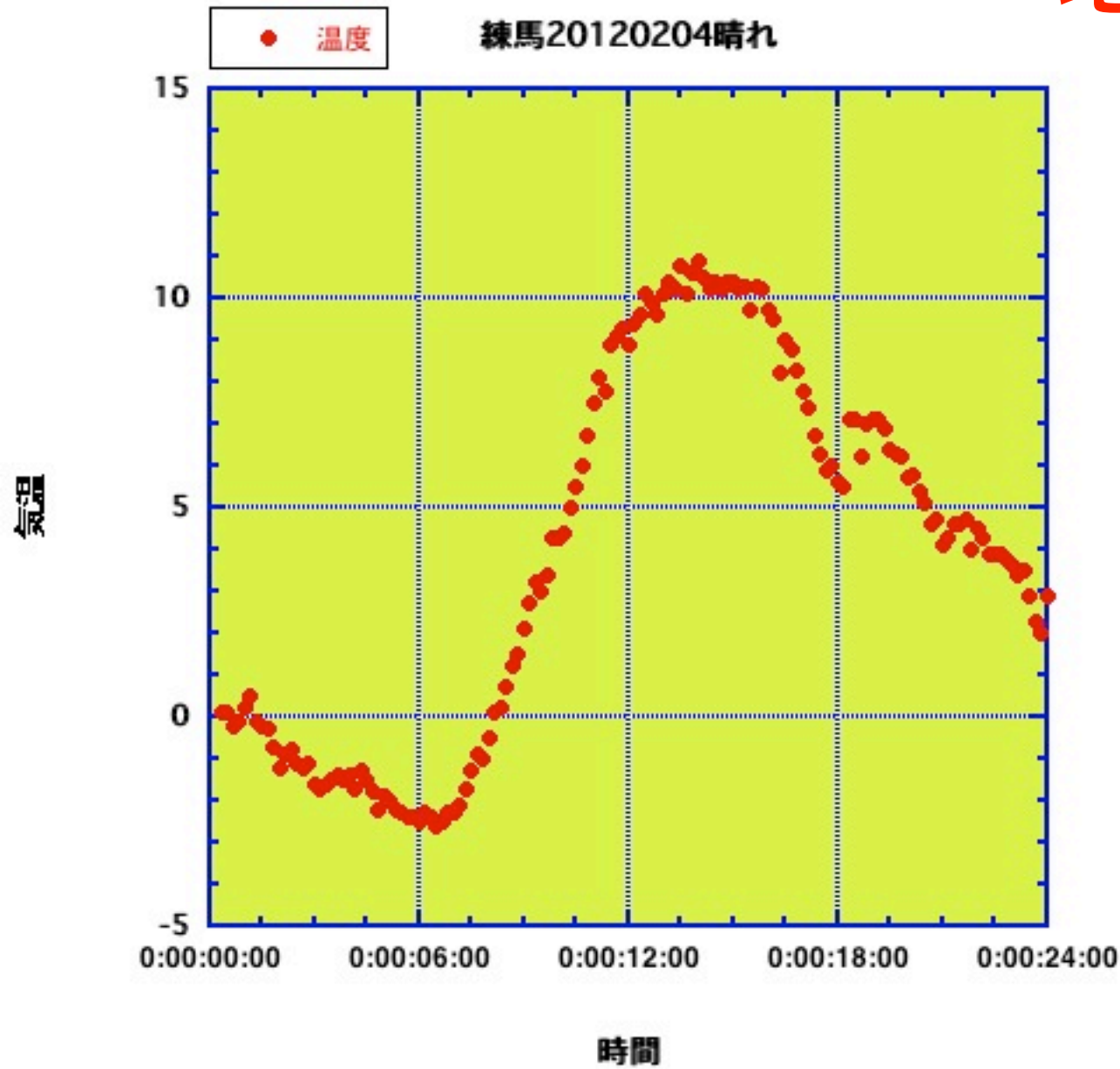
30% の変化

火星の一年は地球の約2年に相当。1火星年を360度で表示
Solar Longitude(Ls) と呼ぶ。

地球との火星の比較：いくつかの謎

2：気温日変動幅の謎

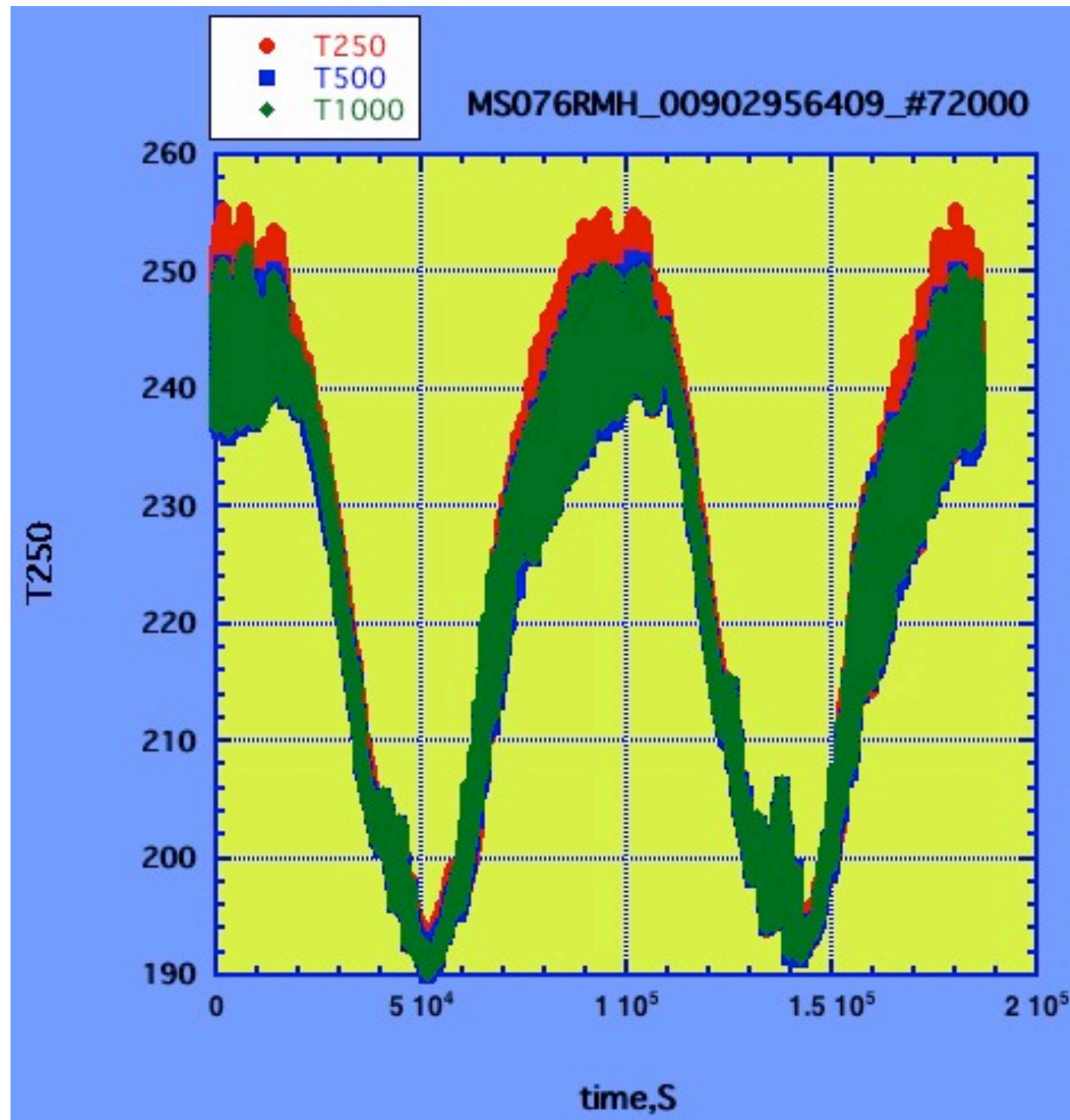
地球



地球との火星の比較：いくつかの謎

2：気温日変動幅の謎

火星



60度の日変化

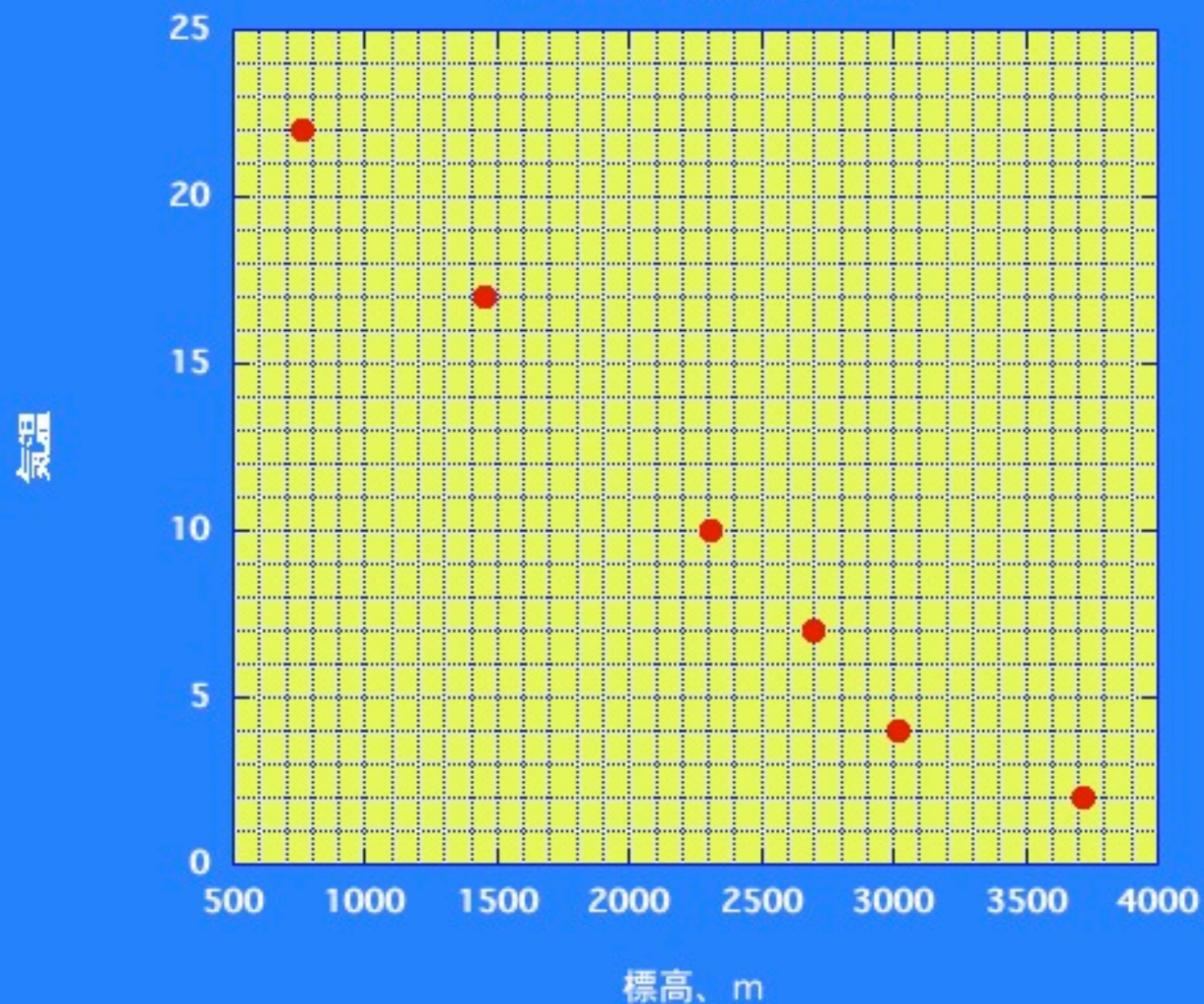
地球との火星の比較：いくつかの謎

3：気温高度変化の謎

地球

山に登れば気温は下がる

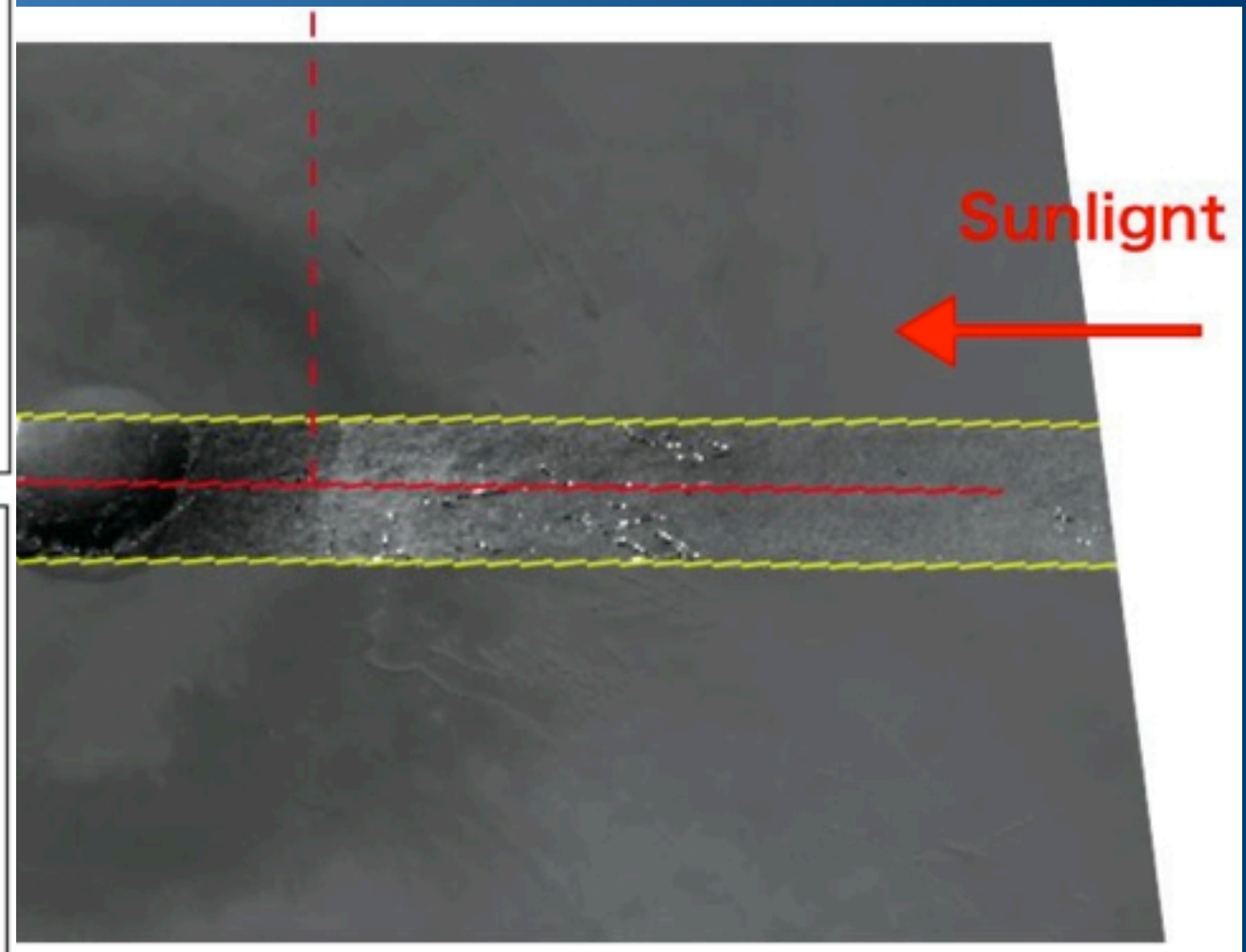
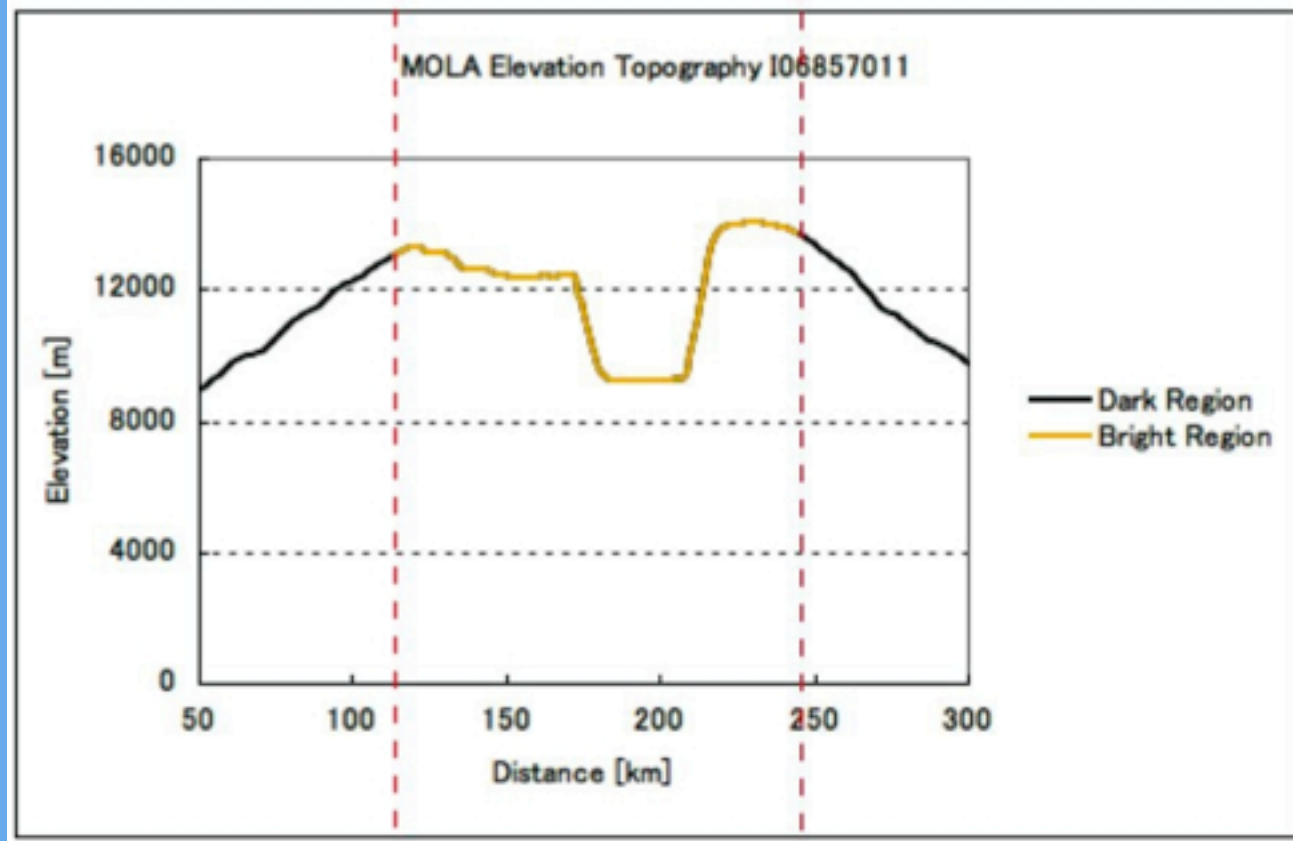
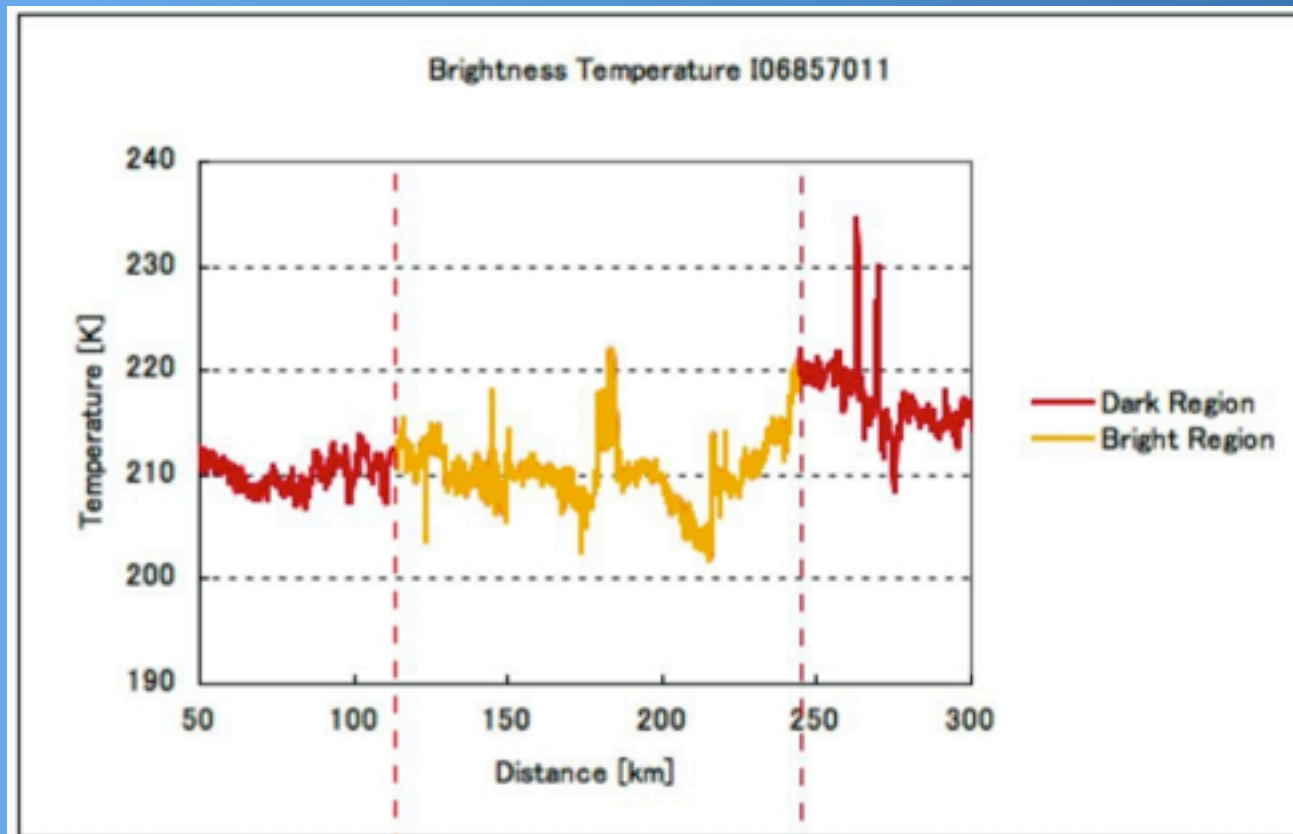
富士山の地表面気温



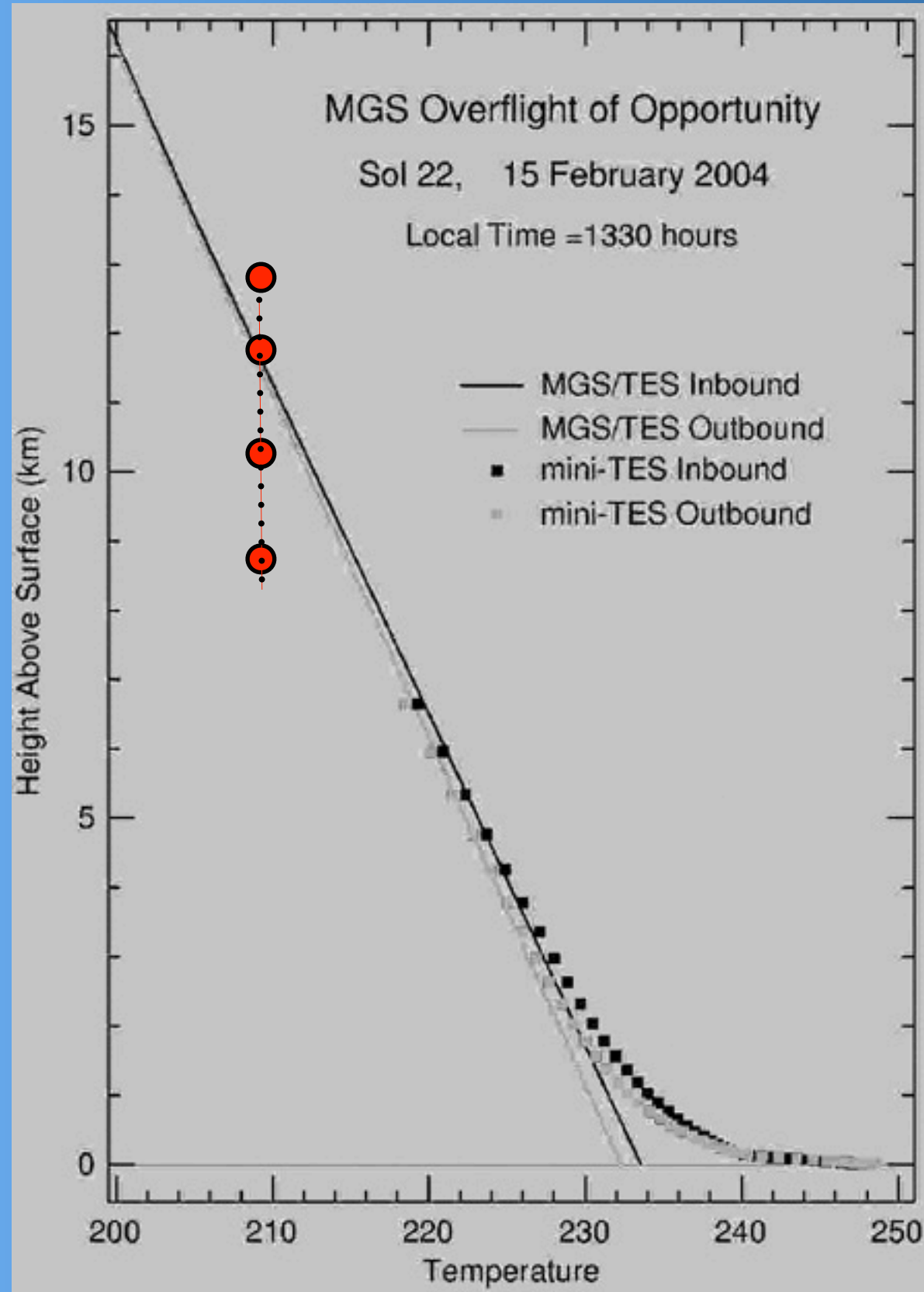
乾燥断熱減率

9.8 度/km

火星：Pavonis山の地表面温度



なぜ火星では地表面温度は高度とともに減少しないのか？



Viking Entry data

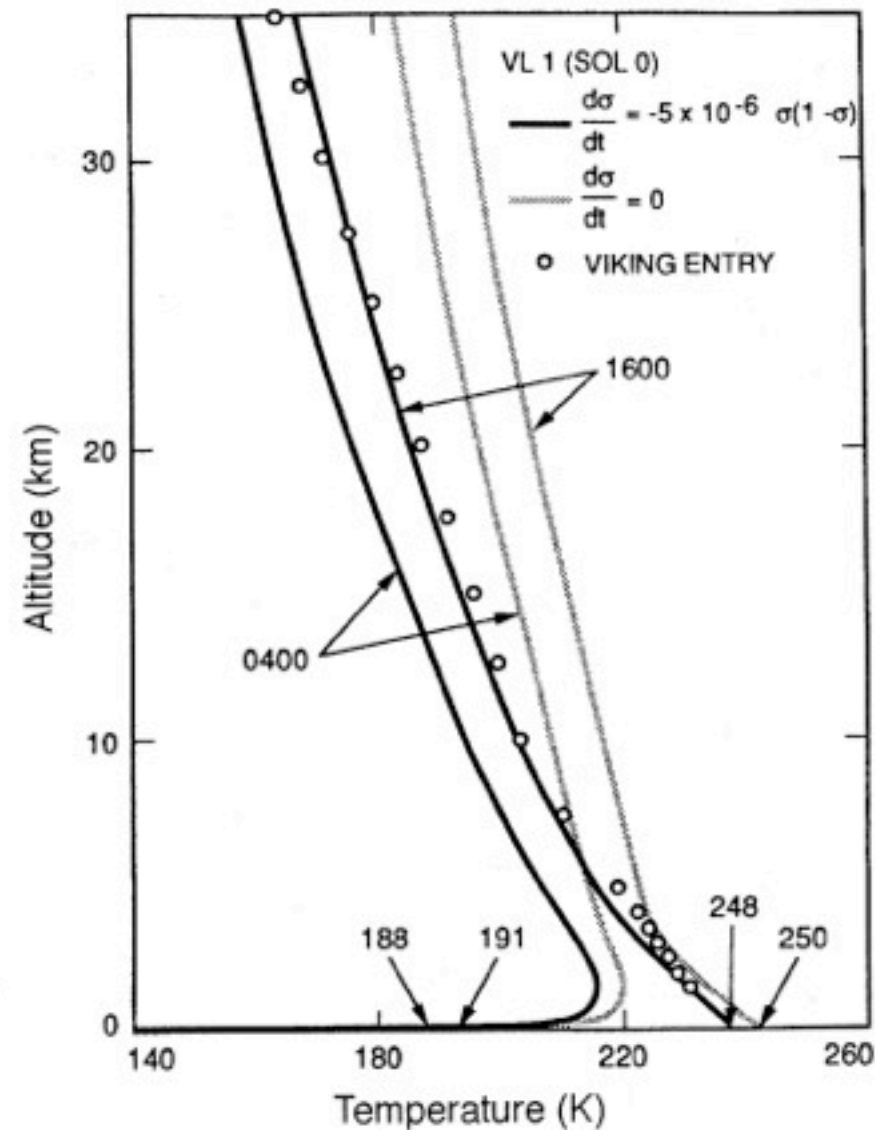
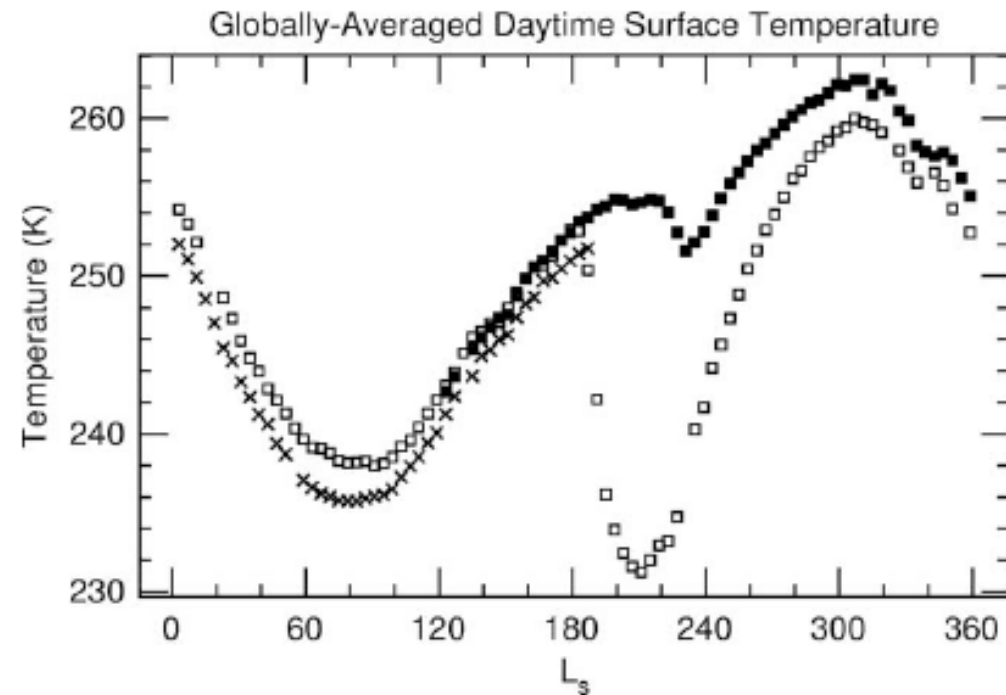


Figure 3.6. Temperature profiles computed for two local times by a 1-D radiative-convective model (Pollack *et al.*, 1979) during early summer at the Viking Lander 1 site without (dashed lines) and with (solid lines) inclusion of a simple profile of adiabatic cooling due to a regional upwelling.

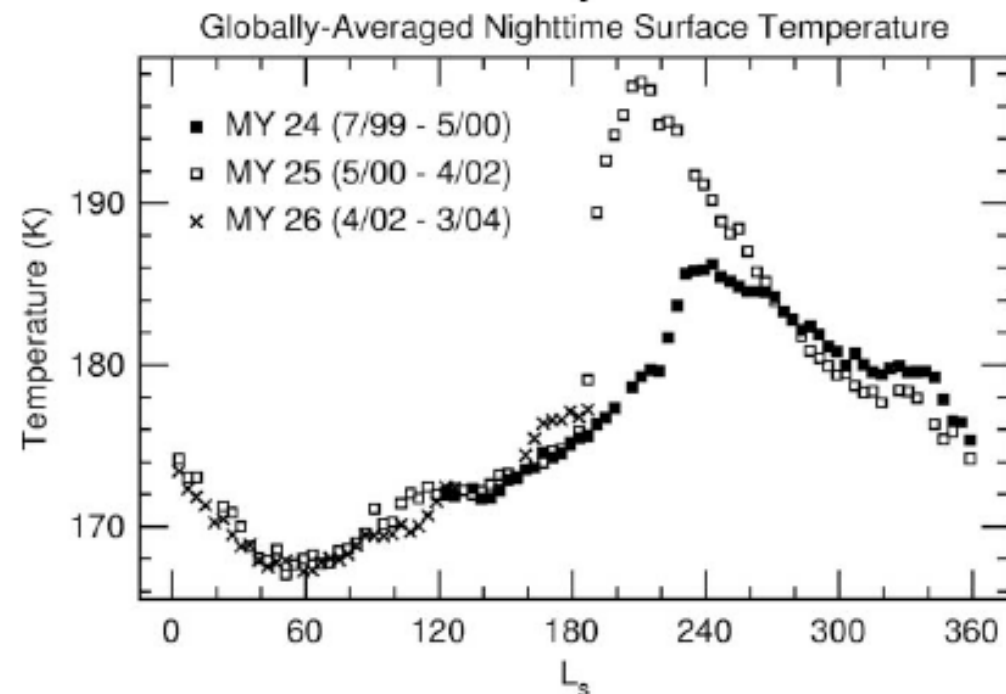
地球との火星の比較：いくつかの謎

4：気温年変化の謎（火星）



昼の気温

なぜ平均しても最大・最小
ができるのか？



夜の気温

知的亡国論

一般教養(リベラル・アーツ)を排し、
ゼネラリストを育てない
大学教育が日本を滅ぼす

たち
花

隆

評論家・東京大学客員教授



(176)

BUNGEISHUNJU '97.9

以下の文章は、今年四月二十七日に東京神田の学士会館において行われた、文理シナジー学会シンポジウムでの「日本の高等教育の危機」と題する講演に、大幅に加筆訂正を加えたものです。文理シナジー学会というのは、現代文明の危機を招いた最大の要因の一つは知識の細分化がもたらした文科系の知識と理科系の知識の乖離にあることを憂慮し、文系、理系の知識を再結させ、「知の総合化」をはかることで、二十一世紀社会の新生をはかるという目的で設立された学会です。

私は、この文理シナジー学会の設立目的に全く同感しております。実は私は昨年从去年にかけて、駒場の東大教養学部で、「人間

スノーはあの本の中で、「二つの文化」は六十年前にすでに危険な分離を始めている。……二つの文化がおたがいの話しあいをして止めてから、もう三十年にもなっている」と書きましたが、彼がそう書いてから、さらに四十年近くがたち、事態はもっと悪化し、二つの文化は背を向けあつたままです。

スノー自身は、文科系の教養と理科系の教養を合わせ持つ人でしたが、あるとき文科系のインテリの集まりに呼ばれて話をさせられたとき、そこに集まった人々が、あまりに科学と科学者をバカにしているのに腹を立て、「あなたたちのうちで熱力学の第二法則がわかる人がどれくらいいますか？」と壇上から質問した。会場は静まり返り、手を挙げる人は誰もいなかった。スノーは、いまの質問は、文科系の人に「あなたは何かシェークスピアのものを読んだことがありますか？」と聞くのと同じくらい、理科系の人なら知っていて当たり前のことを聞いたのだといった。そして、理科系の人にはシェークスピアと同じくらい当たり前のことを文科系の人は何も知らないという現状を指して、「西欧のもつとも賢明な人びとの多くは物理学に対していわば石器時代の祖先なみの洞察しか持っていない」と、いいました。一方で、理科系の知識人たちの読む本は、「文学的な人びとにはバタツキのパンにひとしい小説。歴史、詩、劇などの本については皆無に等しい」といいます。読んだことがある文学書について聞くと、「デイクンズを少々」といった程度の答えしか返ってこないといえます。両者は最も基礎的な教養すら共有していないのです。

現代の日本でも状況は同じです。
私の授業は、文科系、理科系、両方にまたがる内容で、取って

の現在」と題する講義をつづけているのですが、その第一回目の授業を、いかに現在の学問が細分化して、その細分化が現代社会を知的な危機に追いやっているかという話からはじめています。

文科系、理科系の知識の乖離ということでは、一九五九年にC・P・スノーが書いた、あの有名な「二つの文化と科学革命」という本があります。あの本の中でスノーは、文科系の知識人と理科系の知識人は、全く別の世界に住んでいて、お互いに相手とまるで理解しようとはせず、敵意と嫌悪の情をもってにらみ合っている」と書いています。どちらも相手方をバカの集団と思っているわけですから、彼がそこで指摘したような状況は、その後ますます悪くなる一方です。

いる学生も、理Ⅰ、理Ⅱ、理Ⅲ、文Ⅰ、文Ⅱ、文Ⅲ、ほぼ万般なくいます。そして授業をやってみて驚くのは、学生たちの知識が非常に偏っていて、知っていることはごくよく知っているが、知らないとなったら、ほんとに何も知らないということです。

私もスノーにならって、「熱力学第二法則を知っている人？」という質問をしてみました。本当に、理科系では、ほとんどの人が知っていたのに対して、文科系では、ほとんど誰も知りませんでした。

授業の中で、文系、理系双方のいろんな文献を引用するので、「これを読んだことがある人？」とよく聞いてみるのですが、これは基礎文献のスタンダード・ナンバーだからこれくらいはたいていの人がすでに読んでほしいと思うものでも、読んでいる人は実に少ない。総じて、いろいろな分野の基礎的な知識があまりにも欠けているということがわかってきました。

この授業を通して学生たちとつき合い、同時に、教養学部その他の先生方といろいろな意見交換をするうちに、私はいまの日本の高等教育に何かとんでもないことが起こりつつあるということがわかってきました。このままでは、日本という国は、知的に崩壊するに違いないと思うくらいです。日本の高等教育はいま、恐るべき質的低下と組織的解体の過程にあるのです。

甘やかされる受験生

高等教育というとき、どこからどこまでを問題にするのかということがあります。私は大学受験準備課程としての高等学校教

博士取得後の職の不安定さが原因という意見

そもそも我々は今の学生にとって魅力的な将来像か？

自分を振り返ってみると、、、、

大学の研究者は給料は安くとも、自由に研究の世界に没頭できる魅力的な職業、あこがれの対象であった。我々は研究の面白さや研究者のすばらしさを学生に理解可能な言葉で伝えきれているのか？

我々は自由闊達な研究者として行動しているのか？ 魅力のない研究労務者と化していないか？