

火星環境探査RG概要

白井寛裕(東工大)

Keyword:
高度着陸・移動技術, 地下圏探査・掘削技術

第1回重力天体着陸探査シンポジウム 12/3/2016

従来の火星探査研究のハイライト

過去の液体表層水(海) & ダイナミックな表層環境進化

40億年前の火星のイメージ

表層水量と表層の変質鉱物の時代変化

alteration minerals: clay, carbonate, sulfate/anhydrous

ocean depth [km]: 0, surface water

4 Ga 2 Ga Present

Herold et al. (2015); Zahnle et al. (2008); Ehmann & Edwards (2014); Ehrensm et al. (2011)

第1回重力天体着陸探査シンポジウム 12/3/2016

従来の火星探査の問題点および将来探査戦略

地形学・表面分光探査が中心 ⇔ 火星の“真の姿”は地下にある

可視・赤外データによる地質区分
・ 探査深度 (<100 μm)

Taylor et al. (2010)

γ線データによる地質区分
・ 探査深度 (~20-50 cm)

第1回重力天体着陸探査シンポジウム 12/3/2016

広域に広がる火星地下水圏：レーダーサウンダー探査の例

北部低地の地下 (<100 m) に凍土層が存在？

南極・北極域の比誘電率マップの比較 (探査深度: 60-80 m)

凍土層を示した火星模式断面図

北極域では、等誘電率線と極冠水(黒・紫)の分布図が異なる ⇒ 凍土層を示唆??

Usui et al. (2015); Mouginot et al. (2012)

第1回重力天体着陸探査シンポジウム 12/3/2016

“PRESENT” LIQUID WATER ON MARS

グローバルに存在する地下凍土層から季節性の流体が流出

RSLs occur globally in the equator region

第1回重力天体着陸探査シンポジウム 12/3/2016

将来探査計画で狙うべきターゲット

A: 太古の地下水圏

- 生命前駆環境探査

火星地下圏の進化を表した模式図

Early-to-middle Noachian (>4 Ga)
Late Noachian/early Hesperian (3-4 Ga)
Late Hesperian to Amazonian (3 Ga to present)

Legend: Magma, Ground water, Ground ice, Zone of clay formations

B: 現在の地下水圏

- 現存する生命の探査

NASAの探査対象: "Follow the Water"

Ehmann et al. (2010) 第1回星が天体観測探査シンポジウム 12/5/2016

A: 太古地下水圏探査の戦略・得られる科学成果

- 探査候補地域**
 - 炭酸塩岩帯露出地域 (e.g., Nilii Fossae)
 - 熱水活動地域 (e.g., Gusev crater)
- 得られる科学成果**
 - 地球では失われた生命前駆環境
- 技術開発要素**
 - 長距離移動技術
 - 地下探査・掘削技術
 - その場観測技術: 年代測定・軽元素同位体測定
 - サンプル回収技術 (国際MSRへ向けて)

炭酸塩岩・熱水活動域の分布図 (Wray et al. 2016) Niles et al. (2013)

第1回星が天体観測探査シンポジウム 12/5/2016

B: 現存地下水圏探査の戦略・得られる科学成果

- 探査候補地域**
 - RSL地域 (e.g., パリスマリネス峡谷内部) クレーター縁に認められる液体水の痕跡 (HiRISE)
- 得られる科学成果**
 - 現存する地球外生命の探査
 - 岩石惑星地下圏の進化 (全く新たな視点)
- 技術開発要素**
 - 高傾斜地へのアクセス技術 (搬送・移動)
 - 掘削技術・生命信号の検出技術
 - その場観測技術: 環境 (RH, Eh, pH) 測定など

一般的に>30度の高傾斜地に分布

第1回星が天体観測探査シンポジウム 12/5/2016

RGの達成目標・活動内容 - 1

表層・地下探査に必要な科学測機群の成熟度を精査

- 化学探査パッケージ (LIBS+MS)**
 - 岩石化学組成同定 (代表: 亀田)
 - 同位体 (D/H比) 測定
 - K-Ar年代測定
- 地中探査パッケージ (muon + GPR)**
 - 岩石密度プロファイル測定 (代表: 宮本)
 - 滞水層・凍土層の検出
- 生命探査パッケージ (LDM) (代表: 山岸)**
 - 微小 (1μm) 有機物・細胞の検出
 - 装置の小型化

対比: 海外測機群との

日本の相応の

第1回星が天体観測探査シンポジウム 12/5/2016

RGの達成目標・活動内容 - 2

工学技術の開発状況との密なフィードバック体制の構築

- ローバー走破技術・掘削技術 (代表: 石上)**
 - 走行制御・自律移動 (工学RGにてフィールド実証済み)
 - サンプル採取・掘削技術 (各研究機関にて検討中)
- 輸送およびEDLシステム (代表: 藤田)**
 - ミッションスコープ候補ごとのシステム・アーキテクチャの検討
 - ミッションスコープ候補によらない共通基盤技術の検討
 - 揚力カプセルによる空力誘導, 超音速パラシュート, 自律的着陸航法誘導など

第1回星が天体観測探査シンポジウム 12/5/2016

結論

- 火星は生命前駆環境および惑星表層環境史を研究する上で理想的な天体である
- 火星の生命前駆環境および表層環境進化の本質は、地下圏に記録されている
- 日本 (火星着陸RG) が目指すべき次世代火星探査は、地下圏探査である
- 地下圏探査の対象は、太古 (>40億年) あるいは現在の地下水圏・地下生命圏である
- 地下圏探査では、「高度着陸技術・高傾斜地移動技術」、「地下探査・掘削技術」、「その場観測技術」の開発が必須である
- 地下圏探査の成功は、火星生命探査および国際MSR・有人探査計画における日本のプレゼンス向上へとつながる

第1回星が天体観測探査シンポジウム 12/5/2016