

中串孝志 (NAKAKUSHI, Takashi)
和歌山大学 観光学部 地域再生学科

惑星科学の 異文化コミュニケーション

Introduction

自己紹介もこの話には意味がある (かな?)

現在の研究・教育領域

- 専門
 - 惑星気象学 (火星)、科学教育・普及活動など
- 担当科目
 - 「観光と天気」「科学コミュニケーション論」
「観光コンテンツ論」、各学年ゼミなど
- その他
 - 趣味・特技/手品、楽器演奏、作曲 etc.
 - 資格/気象予報士、博物館学芸員、第一種放射線取扱主任者、視覚障害者・全身性障害者ガイドヘルパー、etc.

経歴

1994卒	甲陽学院高等学校卒業 (兵庫県西宮市)
1994-1998	京都大学理学部
1998-2003	京都大学大学院理学研究科 物理学・宇宙物理学専攻 [博士(理学)]
2003-2006	日本学術振興会特別研究員 (PD)
2007-2008	京都大学大学院理学研究科リサーチフェロー
2008-2010	和歌山大学観光学部地域再生学科講師
2010-	同・准教授

惑星業界この10年

惑星科学と言ってもいろいろある

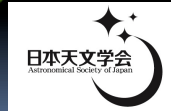
惑星科学にもいろいろある

- 対象が幅広いというより、異なるジャンルが併存していると言う方が正しい。
- 相互に重なるところはもちろんあるが、むしろバラバラ
 - 銀河の論文が宇宙論や星間物質やコンパクトオブジェクトなど様々な「分科」に読まれ影響を与える「宇宙物理学」の指す業界とは性質が違う

惑星関連学会の10年前



互いに接点は
ほとんど無し



惑星人たちの10年前

- 天文・天体物理若手の会夏の学校では...
 - M1 (1998) : 太陽・恒星分科会で発表
 - D1 (2000) : 太陽系セッション復活
 - D2 (2001) : 太陽系セッション座長
 - 気がつけば座長と身内だけ……
- 各学会では...
 - 宇宙屋は「行けるところやん」
 - 年会の太陽系セッションはminor bodyばかり
 - 地球屋は「地球のこともわからんのに」

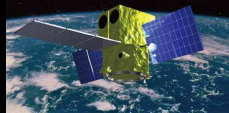
「現存する太陽系惑星」の科学

JAXA/ISASの探査計画に見る
「非astro的」惑星科学屋たちの考えること

JAXA/ISAS惑星探査計画と私

- 中串が関わった／ている3つの探査計画
1. 惑星観測用宇宙望遠鏡TOPS
 2. 金星探査機「あかつき」(PLANET-C)
 3. 次期火星探査計画MELOS

TOPS



- 惑星宇宙望遠鏡
 - *Telescope Observatory for Planets on Small-satellite*
- 地球大気の影響のない地球周回軌道上から
(液晶フィルタを利用した) 多波長観測が可能
 - 金星・火星の(中性)大気の観測的研究において有効な道具となることが期待される
- 火星大気に関する問題と、それに対するTOPSでのアプローチを紹介する

火星大気

- 寒冷・乾燥の希薄な大気
 - 平均気温220K
 - 平均気圧6hPa
 - 水蒸気量 $\sim 10\text{ppm}$
- 火星大気科学の対象
 - 大気の循環
 - 微量成分の循環
 - ダスト、水蒸気、氷晶雲
 - ダストストーム



当時の火星リモートセンシング

- 探査機による観測（例：MGS）
 - 大気と微量成分（ダスト、雲）分布の情報が増大
 - MGS前に比べ空間・時間分解能が大幅に向上
 - 気温の子午面断面、ダストや雲の光学的厚さの季節変化を得る
 - 軌道の都合上、惑星面全体のスナップショットが撮れない
 - MLT 0200, 1400のデータのつなぎ合わせ
- HSTによる観測
 - 惑星面全体のスナップショットが可能
 - マンタイム確保が困難→長期連続観測が困難

微量成分を利用した大気循環の可視化

傾圧波動～惑星規模の大気循環の情報

- 水から探る火星大気
- 氷晶雲
 - 青～紫外 (eg. 410nm) を利用
 - 低緯度のハドレー循環、中高緯度傾圧擾乱に伴う流れを可視化
- 水蒸気
 - 940nm吸収帯を利用
 - 鉛直積分量の水平分布を求め、全球の大気の流れを可視化
- オゾン
 - 250nm (Ref: 300nm) 散乱光を利用

ダストストームの定常観測

- ダストストームの「全体像」を解明
- 時間的にも空間的にも「全体」を捉えた観測は無い
 - 中規模→惑星規模の成長過程？
 - 衰退課程？
- 惑星面全体の定常観測
 - 成長～消滅までの追跡
 - 発生時刻・場所・空間スケールの分布

ミッション期間との整合性 (2012-2014と仮定)

- 観測可能期間 ($D > 5''$)
- 1st period: 2012初頭～Sep上旬
 - $L_s = 50-170 \Leftrightarrow$ 北半球春～秋分
 - H₂O氷晶雲活発
- 2nd period: 2013Nov中旬～2014Dec上旬
 - $L_s = 50-250 \Leftrightarrow$ 北半球春～晩秋
 - 前半はH₂O氷晶雲活発、後半はダスト活動開始か？

資源 (1)

- フィルター (minimum)
- 氷晶雲
 - 45nm以下
- H₂Oコラム (金星に同じ)
 - 940nm、前後参照必要
- O₃
 - 250nm (参照300nm?)
- ダスト
 - 600nm付近、670nm

資源 (2)

- 時間分解能
- モニター観測時：6時間に1回以上
 - これで全球観測可能
- 集中観測時：1時間に1回以上
 - 気象衛星程度＝渦状擾乱の追跡が可能

資源 (3)

- 空間分解能 (波長依存性は未検討)
- 最低 0.3 arcsec は欲しい
 - ターゲット=傾圧擾乱 ($\lambda \sim 2000\text{km}$)
 - 最大視直径 = $15''$ @ 2014 Apr のときに Disk center で 140km 程度 ($10''$ なら 200km)
- ダイナミックレンジは検討中

ランク付け

- Minimum
 - 氷晶雲 (の?) の日変化・季節変化および地域差 etc. → 雲動画
 - O_3 のマッピング (連続観測僅少)
- Full
 - H_2O の追跡による循環の可視化
 - 中規模~大規模のダストストームの地方時・空間・サイズ分布
- Extra
 - 地表面との interaction
 - Polar caps/hoods
 - Polarization??

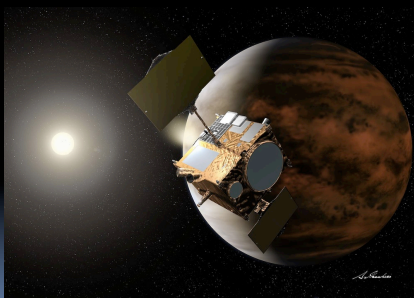
(参考) JAXAのプロジェクト管理

1. 概念検討
 2. 概念設計
 3. 計画決定
 4. 基本設計
 5. 詳細設計
 6. 製作・試験
 7. 運用
- 1と2の間
 - MDR: ミッション定義審査
 - 2と3の間
 - SRR: システム要求審査
 - 3と4の間
 - 経営層によるプロジェクト移行審査
 - SDR: システム定義審査
 - 以後、まだまだ続く

さらばTOPS

- ……というような検討を、他の惑星チームも行った
- SRRで「敗退」
 - System Requirement Review (システム要求審査)
- 「中性大気屋」の経験不足が露呈
 - プラズマ屋は地球で経験豊富 → そっちに軸足が移った (SPRINT-A / EXCEED計画)
- **バラバラだった惑星科学屋を集めた功績は、かなり大きい**

金星探査機「あかつき」



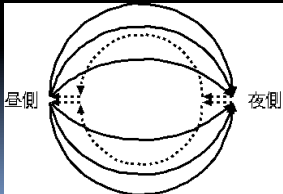
金星

- 半径 6051 km
- 自転周期 243日
 - 公転周期 = 自転周期
 - 地球とは逆向き
- 地表気圧 90気圧
- 平均気温 477°C
- 大気の厚さ 16km
- 大気組成(%)
 - $\text{CO}_2(96\%)$, $\text{N}_2(3.5)$, $\text{SO}_2(0.015)$



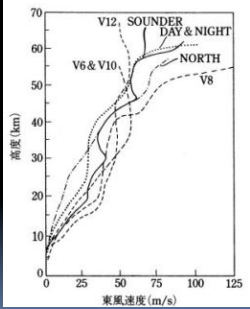
金星大気の大循環：単純な予想

- 自転がゆっくり
 - 半年は昼、半年は夜
 - 自転に伴う風系は無いだろう
- 昼側から夜側への、対流的な循環がメイン？



風の高度分布（観測結果）

- 高度とともに東風が強まる
- 昼夜でも変わらない
 - 緯度にもよらない
- 予想と違う！
 - 予想では昼→夜の風はず...
ってというか100m/s !?

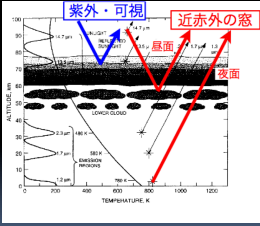


スーパーローテーション

- 硫酸の雲のパターンが4日で一周する
 - 雲層ではどこでも東風 → 予想と違う！
- 自転よりずっと速い風
 - 自転周期：243日(60倍)
- 理由：謎！
 - 自転より速い風をどうやって維持する??
- タイタンにも？
 - 案外よくある構造？

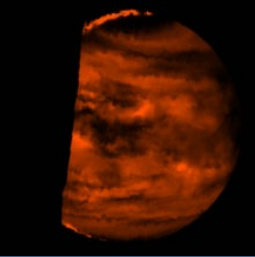


近赤外の窓



- 中～下層の雲、地表面の放射が抜け出る
 - 1983年に発見
 - CO₂, H₂O吸収小
 - 濃硫酸雲粒の散乱小
- 1.01μm, 1.10μm, 1.18μm, 1.27μm, 1.31μm, 1.74μm, 2.3μm

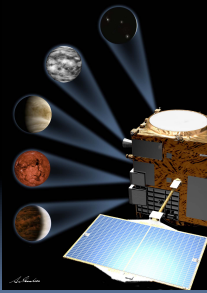
近赤外の窓



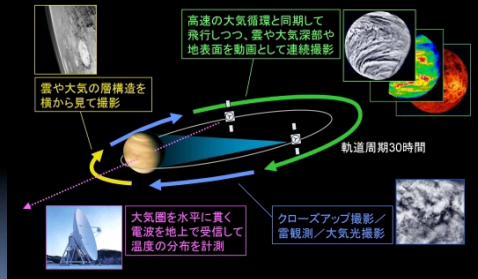
- 中～下層の雲、地表面の放射が抜け出る
 - 1983年に発見
 - CO₂, H₂O吸収小
 - 濃硫酸雲粒の散乱小
- 1.01μm, 1.10μm, 1.18μm, 1.27μm, 1.31μm, 1.74μm, 2.3μm

「気象衛星」あかつき

- 雷モニター
- LIR
 - 雲頂温度
- UV
 - SO₂, 未知吸収物質
- IR₁
 - 地表面、水蒸気
- IR₂
 - 雲



「気象衛星」あかつき



「あかつき」プロジェクトの現状

- 太陽周回軌道上
 - 推進系以外の搭載機器は健全
 - 金星測光観測、太陽電波掩蔽観測など
- 主エンジンノズルが破壊
 - 想定外の「酸化剤のシール材透過」→燃料との固体塩生成
 - 半年の移動中で有意な「邪魔」に→弁の誤作動
 - 普通の地球軌道上の衛星ではすぐ噴射→生成しても微量で無視できる

「あかつき」プロジェクトの現状

- おそらく燃焼室は残っている
 - 7割程度の推力なら噴射可能
- 2015年11月に再びVOIにチャレンジ
 - 11月の近日点で金星会合に向けた軌道変更へ
- テスト噴射@9月
 - ○：当初の予定軌道へ投入可能
 - X：酸化剤を投棄→燃料のみ使用・姿勢制御用エンジンのみ使用になる→軌道計画変更へ

MELOS

- *Mars Exploration with Lander-Orbiter Synergy*
 - 火星を「系として」理解するための探査「系」
 - ランダー+オービターの複合探査
 - 「火星はなぜ赤いのか？」 (←意外に難しい)
- 複数のチームが検討中
 - 大気散逸の科学
 - 気象学
 - 表層の科学
 - 内部構造の科学 etc.

「大気散逸の科学」からの要求

1. 大気散逸の全体像と詳細特性を同時に捉えたい
2. 太陽風と太陽放射（外因）に対する応答を理解したい
3. 散逸する大気の組成を分離定量したい
4. 現在大気の希ガス同位体比と微量気体成分を知りたい

「気象学」からの要求

5. 全球の気象（水など物質輸送）を、さまざまな経度・local timeで連続的に捉えたい
6. 大気組成、同位体比（特にHDO/H₂O比）、気温の三次元分布を捉えたい
7. 地表付近の気象や、ダスト嵐に伴い発生する予想される大気電気活動を捉えたい

「表層の科学」からの要求

8. 火星表層物質の元素組成, 鉱物組成を知りたい
9. クレーター年代学への「絶対目盛」を得たい
10. 地下浅部までの地質学的構造を知りたい

「内部構造の科学」からの要求

11. 火星熱進化に重要なコアサイズを正確に知りたい
12. 地殻構造 (平均密度, 平均厚) を正確に知りたい

その他の野心的試み

- 無着陸サンプルリターン
- 火星飛行機
- 気球
- 生命探査

ロードマップ作りの一考察

- 当初は一発勝負ミッションを想定
 - 「あかつき」VOI失敗
 - 日本はまだ惑星周回を果たせていない
- 大型惑星探査の実現のために
 - 「無傷」の惑星周回達成が必要では？
 - 「あかつき」の再挑戦の成功だけではダメ
- 段階的探査計画にシフトを検討
 - MELOS₁: 確実な火星軌道投入+EDL実証
 - MELOS₂: より本格的な理学観測

中串の所感

- どうやって絞り込むのか？
 - コンベ的に始まったものの……
 - まだ何も決まっていない! (全てTBD)
- 「船頭多くして船山に上る」
 - 多士済々、百家争鳴、……
 - 「そんなの要らないよ」
- ここにも異文化コミュニケーション
 - 理論屋vs観測屋、理学屋vs工学屋、ISAS内vs外、電離大気vs中性大気、固いもの屋vsやわらかいもの屋……

観光学部の中の惑星科学者

「惑星屋に何ができる?」「生きるためなら何だってやれるさ」

和歌山大学観光学部

- 「科学」的に「観光」を捉える
 - 「観光」の根本原理の追及と理論化
 - 「WHY」から「実務」を捉えなおす
- HOWTO よりもまず WHY を
 - 理論的思考に基づき、実務や体験を重ね、観光現象の「根っこ」を押さえることのできる人材育成
 - 理論と実践が融合した教育体系

現在の研究・教育領域 (再掲)

- 専門
 - 惑星気象学（火星）、科学教育・普及活動など
- 担当科目
 - 「観光と天気」「科学コミュニケーション論」「観光コンテンツ論」、各学年ゼミなど
- その他
 - 趣味・特技／手品、楽器演奏、作曲 etc.
 - 資格／気象予報士、博物館学芸員、第一種放射線取扱主任者、視覚障害者・全身性障害者ガイドヘルパー、etc.

現在の研究・教育領域 (再掲)

- 専門
 - 惑星気象学（火星）、科学教育・普及活動など
- 担当科目
 - 「観光と天気」「科学コミュニケーション論」「観光コンテンツ論」、各学年ゼミなど
- その他
 - 趣味・特技／手品、楽器演奏、作曲 etc.
 - 資格／気象予報士、博物館学芸員、第一種放射線取扱主任者、視覚障害者・全身性障害者ガイドヘルパー、etc.

各学年のゼミ

- 1 年次
 - 基礎演習Ⅰ
 - 基礎演習Ⅱ
- 2 年次
 - 課題演習
- 3・4 年次
 - 専門演習・卒業論文
- 基礎演習Ⅰ
 - 大学生の基本
 - キャンパスガイド
 - マナー向上研究計画書
 - 「担任」
- 基礎演習Ⅱ
 - フィールドワーク
 - 南紀白浜空港利用者アンケート
 - 車椅子体験でバリアフリー／UDを考える

各学年のゼミ

- 1 年次
 - 基礎演習Ⅰ
 - 基礎演習Ⅱ
- 2 年次
 - 課題演習
- 3・4 年次
 - 専門演習・卒業論文
- 課題演習
 - 20人を指導（無理！）
 - 輪読→計画→調査→分析→発表→報告書を一通りやる
 - 伝統食はなぜ守らなければならないか
 - 観光地における美しさとは何か
 - 伝統工芸と科学技術
 - 観光PRパンフレットの理想像

担当ゼミの卒論テーマ

- 観光プロモーション映像の役割と効果的な発信方法—ドーム映像と平面映像の比較実験—
- ドーム映像を使った観光プロモーション
- 和歌山市立こども科学館の利用者の意識調査
- あずたむらんど徳島の来園者の傾向分析
- 文化的施設における若年層増加への取り組み—和歌山大学地域連携・生涯学習センター「観月会」での実証実験
- ファッションと科学の融合による新しいエンターテインメント
- 「サイエンスカフェ」のサイエンス
- 2009年奄美大島における皆既日食前後の地域住民の意識調査

お月見ファッションショー



観光と天気

1. 太陽放射と大気構造
2. 光と風景(1)
3. 光と風景(2)
4. 気温の変動と各地の気温
5. お月見から始める地球史
6. 風
7. 雲のできる仕組み
8. 台風
9. 温帯低気圧&10種雲形
10. 偏西風の蛇行とジェット気流
11. 気団と日本の四季&天気に関することば
12. 身近な気象の科学
13. 世界の気候
14. 気象予報士と防災
15. 地球はどんな星か(惑星のお天気と風景)

観光コンテンツ論

1. ガイダンス／概観
2. マス・メディア・リテラシー(1)
3. マス・メディア・リテラシー(2)
4. メディアとその特性(1)
5. メディアとその特性(2)
6. メディアとその特性(3)
7. フリーコピーの経済学
8. 著作権
9. インターネットの仕組み(1)
10. インターネットの仕組み(2)
11. 最近起こったこと
12. いま何が起きているか
13. FREE
14. SHARE
15. 観光コンテンツ試論

科学コミュニケーション論

1. ガイダンス／リベラルアーツ他
2. 科学の語源、関係、科学史
3. 理科離れ&科学コミュニケーション略史
4. サイエンス・ライティング
5. プレゼンテーション(1): 内容・スライド編
6. プレゼンテーション(2): パフォーマンス編
7. 番外編：科学エッセイを楽しむ会
8. コミュニケーションの基礎理論
9. 超常現象
10. 詐欺
11. マスメディアと科学(1)
12. マスメディアと科学(2)
13. 科学イベントの実例
14. 科学なんて要らない

(余談) 私の担当した変な授業

- ✓ 「自主演習」制度
- 学生が自主的にテーマを設定→教員を指名→単位が出る
 - ボトムアップな演習(本来の意図)
 - 正規の授業ではカバーできない活動への一種のincentive

(余談) 私の担当した変な授業

- 「観光学部新入生研修旅行の運営を通しての実践観光の学習」
 - 上回生によるピア・サポート
 - 旅程決定
 - 現地サポート
 - 事前学習・事後学習 etc.
- 「奇術とホスピタリティ」
 - クローズアップ・マジックを通じて接客の秘訣を学ぶ(笑)

ジオパーク

- ▶ やっと惑星屋が観光学に寄与できた！
 - 4年目にして見つけた研究テーマ
- 世界ジオパークネットワーク（GGN）
 - 地質や地形など地球のもつ資産を、市民が地球に親しみ地球を科学的に知るために活用する仕組み（by UNESCO）
 - 国内組織＝JGN
- 国内のGGN認定例
 - 洞爺湖有珠山ジオパーク、糸魚川ジオパーク、島原半島ジオパーク、山陰海岸ジオパーク

ジオパーク

- 認定に当たって考慮するポイントの例
 - 大地の遺産（地形・地質など）の価値・保全状況
 - 訪問者に地球の仕組みと成り立ちをわかりやすく面白く伝える工夫があるか
 - 長く続けるために行政（関係自治体）・住民・研究者・観光協会等が一体となって運営する組織体制があるか
- ▶ 紀伊半島をジオパークで売り出す！
 - 「地域ブランディング」
 - 教育学部地学教室・地元観光業者と連携

人文・社会系の人々との日々

- 職場は異文化コミュニケーションの連続
 - 科学コミュニケーションの本質がここにある
- 中申の「びっくりしたこと」ベスト5
 - 「紀要」と「観光学会」
 - 「査読制度」
 - 「隔年」
 - 「新社屋の部屋割とドア」
 - 「大学に来たら……」

まとめに一言

本講演のタイトル

惑星科学の異文化コミュニケーション

- 天文学会は大きすぎる
 - みんな同じ文化：学会の地平線問題（？）
 - 惑星科学業界は異文化コミュニティの集まり
- まず惑星業界で仲良くしましょう
 - 連合大会でいろんなセッションに顔を出そう
 - せめて「astro vs geo」をやめよう

惑星科学の異文化コミュニケーション

- 業界外との異文化コミュニケーション
 - 天文巢ごもりより幅広い人脈に出会える
 - 研究職就職にも、娑婆に戻る就職にも
- コミュニケーションのツールを増やそう
 - 専門ネタだけではない武器
 - 世を忍ぶ仮の姿あつての研究

Thank You!