

一番星へ行こう!日本の金星探査機の挑戦 その54 ~最前線の金星科学ワークショップ「金星地表 と大気」(米国)に参加して~

佐藤 毅彦¹, 神山 徹², 安藤 紘基³, 佐藤 隆雄⁴

(要旨) あかつきは現役の金星ミッションですから「観測計画の立案, 日々の運用, データ取得とその解析・研究」が私たちの本務です。それとともに, 最前線の研究を知るため, そして情報を交換し合い刺激をもらうために, さまざまな学会やワークショップへの参加は欠かせません。本稿ではそうした海外ワークショップへ参加しての見聞記をお伝えします。

1. 会議の概要

米国では, VERITASとDAVINCIという二つの金星探査計画がDiscoveryクラス(コストキャップ約500M米ドル) ミッションとして採択されたのを契機に, Lunar and Planetary Institute (LPI)が中心となり連続四回のカンファレンスをスタートさせました[1]。第一回のテーマは“Ancient Venus”(古金星)で, これはバーチャルで開催されました(2022年7月)。第二回のテーマは“Venus Surface and Atmosphere”(金星地表と大気:以下ではVSAと略することにします), これは対面とオンラインのハイブリッド形式で, 2023年1月30日~2月1日の三日間にわたり開催されました。会場はテキサス州ヒューストンを拠点とするLPIです。

このVSA会議では70件以上の口頭・ポスター発表が並び, 活発な議論がなされました。地面, 大気運動, 大気化学, 雲などの各サブテーマに関する最新成果だけでなく, 新しいミッション(VERITAS, DAVINCI, ヨーロッパのEnVision)の現状や, 構想段階にある多種多様なミッション計画についても

発表がありました。金星大気をテーマに含むことからあかつき関係者も現地を訪れ, 研究発表や議論へ活発に参加してきました。

2. 固体惑星としての金星研究の にぎわい

欧米では多くの研究者, 研究チームが長く金星地質に関する研究を行っています。このVSA会議でも, 初日は主に固体惑星としての金星に関する研究テーマについてみっちり発表がありました。最新の知見や計算資源を活用した内部構造シミュレーションに加え, 30年前のMagellanデータがいまも現役で解析され, そこから新しい発見や考察が生み出されていることに感心させられるとともに, 執念にも近い熱を感じました。

印象深いのは, 火山活動を地質学的興味からとらえるだけでなく, 大気進化にも影響を与える営み, すなわち金星環境システム全体に影響を与える要素として議論されていた点です。一方で上層のSO₂の変動だけでは地表での火山活動の制約になり得ないという考察が提供されるなど, リモートセンシングだけでは力不足であることを感じました。また地球と同様金星も大気と地表が相互作用する関係性をもつことから固体惑星から大気への(火山活動等による)脱ガスだけでなく, 大気からその成分を再び固

1.宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所

2.産業技術総合研究所 デジタルアーキテクチャ研究センター

3.京都産業大学 理学部

4.北海道情報大学 宇宙情報センター

satoh@stp.isas.jaxa.jp



図1: 「将来ミッション」セッション中の会場の様子。

惑星へ取り込むメカニズム(地球ならばプレートテクトニクス等)も重要な問題として認識されています。大気と地質の研究者が知見を持ち寄り(まさにこの会議がそうですが)、金星という惑星をシステムとして理解しようという大きなモチベーションがあり、そういった努力が金星地質や初期金星の姿に迫る VERITAS, DAVINCI, そして EnVision ミッションへとつながったさまを実感することができました。

特筆すべき動きとして、VERITAS, DAVINCI, EnVision チームを中心として NASA, ESA のサポートの元で、サイエンス連携の枠組み「VesCoor」が整備されつつありました(募集は2022年7月に始まっています)。観測対象や観測手段に共通性があり、また金星の観測時期を同じとすることから、このような好機を逃すまいというコミュニティの意気込みを感じました。

(この項, 神山 徹)

3. あかつき(リモートセンシング)から将来ミッション(大気深部・地表)へ

あかつきの内部の人間から見て、海外においてあかつき観測データを用いた研究がとても精力的に行われていることを知り、あかつきの偉大さを再認識しました。個人的に最も驚いたのは、私があかつき電波掩蔽観測データを解析して公開している気温・気圧の高度分布から、風速分布の導出を試みている研究者がいたことです。あかつきの電波掩蔽観測はカメラ画像に比べてデータ数がとても少ないので、「ど



図2: ポスターセッションで議論中の風景。

うせ電波掩蔽をメインにやっている人くらいしかデータを使わないだろう」と甘く考えていたのですが、その予想を超えた使い方をする利用者を知って、公開用データのアーカイブにもしっかり取り組まないといけないうえ、と深く反省しました。

さらに、将来の金星ミッションについて発表が行われました。あかつきや Venus Express が行ったような、宇宙からのリモートセンシングではなかなか迫ることができない光学的に厚い雲層内部は、大気力学、大気化学、雲形成の観点からも非常に重要な研究(未踏)領域とされています。この領域に挑むミッションを準備したりあるいはその環境を理解したりするために、金星の環境を模擬した室内実験が盛んに実施されていることが印象的でした。もちろん雲層よりもさらに下方の高温・高圧の地表環境の再現も実験室で試みられています。特に、岩石をパウダー状にしたものを金星地表の環境を模したチャンバーにしばらく入れておくとカチコチに固まる(焼結)という報告は、ビジュアル的にもなかなかショッキングでした。あかつきをはじめとする金星探査機で取得された観測データの解析や大型のコンピュータを用いた数値シミュレーションが流行っている中で、こういう地道な研究こそが金星探査を推進する上で必要不可欠であることを改めて認識させられます。

(この項, 安藤 紘基)

4. 将来ミッションに備える地上実験の数々

構想段階にあるミッション計画の一つにアメリカ

のPhantomがあります。これは、雲層内での浮遊高度調整可能(52~62 km)なエアロボット(気球)と周回機から構成されており、「Volatiles」をキーワードに雲の組成や雲層におけるハビタビリティの調査、(超)微量気体の時空間構造の解明、火山噴火に伴う揮発性ガスの大気注入の有無、大気散逸量の定量など、地面から宇宙空間まで金星をひとつながりのシステムとして調べる野心的な計画です。これを達成するためには、エアロボットや搭載されるペイロードが長期間(ミッションは数か月を想定)にわたって硫酸の雲による腐食に耐えられるかを、実際に検証する必要があります。JPLでは、金星大気中におけるエアロゾル環境を模擬できる「Venus cloud aerosol test facility」を開発し、この施設では、硫酸エアロゾルが金属に与える影響の調査、リスク軽減につながるAerial vehicleやペイロードの開発、将来的にはエアロゾルを計測する測器のキャリブレーションを行うことができます。このような動きは、将来のAerial vehicleによる金星雲層における長期観測を実現するために必要不可欠な活動になるのだと思います。

また、性能実験においては、広大な土地を存分に使った放球を行い、そのプロモーションビデオのようなものまで作製しています。海外における惑星探査ミッションは、その準備段階からスケールが大きいと実感しました。

(この項、佐藤 隆雄)

5. むすびに

ご存知のように、あかつきは現在金星を周回している唯一の探査機ですから、私たち日本メンバーも暖かく受け入れられています。参加者の一人(匿名)は、初日のセッション開始直前に講演会場で盛んにコーヒーをおちまけてしまい、近くにいた知り合いの研究者(Sebastian Lebonnois博士とKevin McGouldrick博士)から大量のペーパータオルを頂き、皆さんの優しさや気遣いに感謝(恐縮)していました。開催地のヒューストンは比較的暖かい気候をイメージしていましたが、連日の曇り空と冷たい雨に加え、最終日には冬の嵐によりダラス空港発の飛行機がキャンセルになるなど、やはり地球にいても何かあるかは分かりません。ましてや金星の雲層とその下など、我々の想像を超えた知らない世界が広がっていることでしょう。この会で紹介された構想段階の計画が一つでも多くミッションに採択されて、金星の謎が着実に明らかになる日を心待ちにしています。ちなみに第三回は、本文中でも現れた重要キーワード「システム」を掲げる“Venus as a System”として、2023年11月開催に向けた準備が進行中です。(概要とまとめ、佐藤 毅彦)

参考文献

[1] <https://www.lpi.usra.edu/science/initiatives/venus/>.

著者紹介

佐藤 毅彦



宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所教授、総合研究大学院大学物理科学研究科教授、北海道大学大学院理学学院客員教授、東京理科大学大学院理学研究科博士課程修了、博士(理学)、ハワイ

宇宙飛行センター研究員、東京理科大学計算科学フロンティア研究センター講師、熊本大学教育学部准教授を経て、2006年12月より現職。専門は惑星大気科学。日本天文学会、日本惑星科学会、地球電磁気惑星圏学会、アメリカ天文学会、アジア大洋州地球科学会などに所属。アジア大洋州地球科学会事務総長補佐を務める。