

火星複合探査ワーキンググループ活動開始！

佐藤 毅彦¹

(要旨) 「のぞみ」打ち上げから10年目にワーキンググループ活動の始まった日本の次期火星探査、それがオービターとランダーを組み合わせた複合探査としてまとめられてきた経緯を紹介する。

1. はじめに

飛翔体による日本の月惑星探査は1990年「ひてん」と「はごろも」月周回、1998年「のぞみ」火星探査、2007年「かぐや」月探査と、10年弱に一回のペースで行われてきた(いずれも、打ち上げ年)。太陽系探査としては1985年にハレー彗星へ向った「さきがけ」と「すいせい」、2003年の「はやぶさ」小惑星探査も含め、およそ5年に一回のペースということになる。今後はPLANET-C金星探査(2010年)、BepiColombo水星探査(2014年)、SELENEシリーズ月探査、「はやぶさ」シリーズ小天体探査が続く。実施のペースが徐々に上がってきていることは、日本の探査が科学的・技術的に長足の進歩を遂げている証であろう。

太陽系探査ロードマップ(2007年5月発行)には、将来火星探査として「着陸機やペネトレータによる火星表面・内部構造探査」、「火星気象衛星」、「火星大気散逸観測」が挙げられている。いま、これらをまとめた火星複合探査を2010年代後半に実施しようという気運が高まり、そのためのワーキンググループが立ち上がった。本稿では、その経緯をドキュメンタリー風に紹介する。

2. 火星複合探査WG立ち上げの経緯

2.1 火星オービター計画の産声

(1) 惑星気象学

「のぞみ」の火星軌道投入断念(2003年)以降、そのリカバリーミッションの声はあったものの、果たされずにきた。大きな理由に、「のぞみ」との同時観測を目指した米国のMars Global Surveyor (MGS)やESAのMars Express (MEX)による大気散逸観測を待ち、その後どれだけの科学価値が残るかを見極めようとの慎重な姿勢があったと聞く。

その一方、金星探査PLANET-C計画が2010年打ち上げへ向けて順調に準備が進む中で、地球+金星+火星という「惑星気象学」の確立に好適な3サンプルを完結させる「火星気象オービター」を実施したいとの声が高まってきた。ESAがMEXのフライトスベアをVenus Expressに流用し成功した、日本ではその逆を行おうという計画だ。PLANET-Cに小変更を加えたコピーを火星気象オービターにしよう、というわけである。実施時期は、PLANET-Cで興った惑星気象学コミュニティが持続的に成長してゆくことに配慮し、2016年の打ち上げウインドーを視野に検討を開始したのである。

(2) 大気散逸科学

上で述べたように、MGS、MEX以降、大気散逸科学はなお重要な科学課題として残ったのか? 答えはYesである。むしろ、その重要性は高まったというのが惑星科学者の共通認識で、2013年の米国Scoutミッション最終候補二つが、いずれも大気散逸科学を目的とするものであったことにそれが示されている(MAVENが勝ち残った)。

大気散逸ミッションを成功させるためのキーは二つあって、一つは「太陽活動の極大期を捉える」、もう一つは「複数オービターが連携観測を行う」ことで

1. 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究本部

ある。2013年打ち上げのMAVENでは第24周期の極大(おそらく2011～12年)を逸し、大規模フレアにより引き起こされる重要現象の観測機会は限られてしまうと考えられる。また、同時観測をする「相棒」の存在も保証されていない。こうした背景を受けて、火星エアロノミー勉強会として活動を続けてきたグループが、あらためて火星大気散逸オービターの実施を目指すようになってきた。オービター構成は「のぞみ」を出発点とし、性能アップした計測機器群(地球磁気圏衛星ERG用のものが良いベースとなり得る)を搭載する。第25周期の極大(おそらく2022～23年)時期に火星周回をしていることが必要である。

(3) 「二つのオービター」 ミッション

こうして、火星気象学と火星大気散逸科学の二つのオービター計画が並立し、それらを同時実施できないかと考えるのはごく自然なことであった。特に後者は「複数オービターの連携観測」が成功のキーであるから、「二つのオービター」ミッションとして進めてゆこうという流れができたのである。2008年春のことであった。

2.2 火星ランダー計画の胎動

太陽系RMには火星オービターだけでなく、「着陸機やベネトレタによる火星表面・内部構造探査」も記述されている。しかしこれまで火星着陸に関しては、いくつか検討報告がなされてきたものの、具体的なミッション創出をゴールに置いた活動はなかった。もちろん、着陸誘導技術・ローバー踏査技術など、月着陸(SELENE-2)と火星着陸に共通するものは多く、工学サイドは「月でできることならば、火星でも当然できる」と信じながらさまざまな開発を行ってきた。不足していたものは、工学の「できる・やりたい」に理学の「知りたい・測りたい」を引き合わせてマッチングをとり、全体を一つのミッションに束ねてゆく、そうした流れであったろう。理学・工学一体でミッションを作ってゆくことはまさに旧宇宙科学研究所(ISAS)のスタイルであったものの、「のぞみ」断念のタイミングや宇宙機関統合によるJAXAの誕生などが、火星着陸ミッションへ足を踏み出せない要因としてあったのかも知れない。

(1) JSPECのスタート

宇宙探査には確かに、理学・工学の興味だけでなく、

国際協調や競争、政策的プログラムなど、さまざまな側面があり得る。従来ISASが実施してきた「科学コミュニティからのボトムアップによるミッション」というだけでは探査の複雑なあり方に対応し切れない時代となり、JAXAとしての機能充実をはかるため月惑星探査プログラムグループ(JSPEC)が創設された。両者が、

ISASの活動の理念：学術研究の動機に根ざす科学目的(理・工学)のミッションを実施する。

JSPECの活動の理念：人類の滞在が将来展望される天体(月、火星など)、人類が有人・無人の手段を講じて利用を行う可能性のある天体および、人類の社会文化に災害を与えうる天体に対する探査及び研究開発を実施する。

のように機能分担し、日本の宇宙科学・宇宙探査を進めてゆく体制が誕生したのである。SELENEシリーズ、「はやぶさ」シリーズは、JSPECがそれを所掌することとなった。

(2) 着陸探査を目指すJSPEC

JSPECのスタートに伴い、科学者によるボトムアップと別の仕組みでの探査が可能となった。ダイナミックに変化する社会(国内外)の要請に応じスピーディに行うべきミッションへと対応できるようになったのである。火星着陸探査は、まさにその一つである。米欧は2020年代のサンプルリターン実施に向けて火星探査アーキテクチャを構築しつつあり、日本もその枠組にどう関わるかの判断を迫られている。上述した「二つのオービター」ミッションはISASの活動理念に忠実ではあるものの、こうした背景に対しては超然としたものといえよう。JSPECの活動理念にもとづき、国際社会の一員として火星着陸探査に取り組むことで、日本の火星探査はよりバランスのとれたものとなるわけである。これは同時に、太陽系探査RMに記述された三つの火星探査、それらをすべて網羅することでもある。

2.3 火星複合探査計画の誕生

こうしてオービターにランダーが加わって火星複合探査計画という形になったのは、2008年5月のことであった。科学目標を固め、「のぞみ」やPLANET-Cというヘリテージも有するオービター部に比べランダー部はまさに「ここから出発」であった。複合探査にふ



第一回CPS惑星探査研究会にて、講演に熱心に耳を傾ける参加者たち。

さわしい科学目標と、高いフィジビリティを持つ探査の検討を行うことが、ワーキンググループの急務となったのである。

3. コミュニティとの調和

3.1 複合探査計画の与えた第一印象

これほどに大きな規模の火星探査ミッションであれば、広く科学コミュニティと意見を交換し、そのあるべき姿を模索してゆくのは当然の過程である。2008年5月、日本地球惑星科学連合大会のJAXAブリーフィングにおいて「オービター」部分の紹介を行い、月末には日本学術会議「天文学・宇宙物理学の展望、第二回シンポジウム」で、オービター＋ランダーのミッション全貌を初めて公開の場で紹介した。これは、主催者・参加者の度肝を抜いた、「のぞみ」リカバリーに慎重であったコミュニティがこれほど大胆に足を踏み出すとは、誰も思っていなかったのであろう。

その後のISAS宇宙理学委員会における反応も「困惑」といった具合のものであった（本WGはJSPEC宇宙探査委員会の所掌ながら、火星や金星の科学との継続性から、ISAS宇宙理学委員会のWGとしても見えるよう位置づけられている）。6月の理学委員会では、オービター部に比べランダー部の準備状況が遅れていることから、9月に「複合探査WG」として立ち上げたい

との予告を行った。そして9月の理学委員会、WG活動をスタートすることは認められたものの、委員会後のインフォーマルな会話の中にはここで文章にできない酷評も多くあったらしい。

3.2 第一回CPS惑星探査研究会をきっかけに

前途に不安を抱きながらの出発となった火星複合探査WG、それを軌道に載せるには、サイエンスを磨きフィジビリティを高め、その遂行に必要なリソースを確保してゆくしかない。そのためには、科学コミュニティに浸透し、人やメンバーを取り込んでゆく努力は欠かせない。WGメンバーは立ち上げ準備に向けて視野が狭くなっていたさきらいがあり、章の冒頭で述べた「広く科学コミュニティと意見を交換」にまで手が回っていなかった。この状況を見かねて助け船を出してくれたのは北大・神戸大GCOEであり、第一回CPS (Center for Planetary Science) 惑星探査研究会を、この火星探査について徹底的に議論する場として提供して下さったのである（2008年12月5～6日、神戸大学にて開催）。

100名もの熱心な参加者が集い、今後の月惑星探査のあり方について真剣な討議を長い時間にわたり行った。これを通じて、このミッション全体が徐々に有機的なまとまりをもち始めていて、そしてそれを行おうとする大きな力が集まりつつあるという認識が共有されたと思う。複合探査への（不安はあっても）批判はな

		第一回CPS惑星探査研究会（神戸大・北大GCOE） （於：神戸大学工学部 C4201号室）	
第一日：12月5日（金）			
13:10	-	13:15	開会・歓迎の挨拶（堀尾尚志 神戸大・理事/副学長、渡部重十）
第一部：月惑星探査における火星探査（進行：早川基）			
13:15	-	13:30	日本の惑星探査、過去・現在・未来へのRM（中村正人）
13:30	-	13:45	我が国の火星探査の位置づけについて（川口淳一郎）
第二部：次期火星探査WGの検討報告（進行：久保田孝）			
13:45	-	13:55	次期火星探査WGの現状、海外の動向（佐藤毅彦）
13:55	-	14:10	検討状況：気象オービター（今村剛）
14:10	-	14:25	検討状況：大気散逸オービター（寺田直樹・関華奈子）
14:25	-	14:45	検討状況：ランダー（サイエンスと探査技術）（岡田達明、他）
14:45	-	15:00	ミッション検討（尾川順子、森本睦子、JSPEC研究開発室）
「宣伝ビラ」とひとことアピール			
休憩			
第三部：火星探査とそのテーマ			
15:15	-	15:30	火星気象シミュレーション：現状（高橋芳幸）
15:30	-	15:50	オービター搭載サブミリ波サウンダー（笠井康子、黒田剛史）
15:50	-	16:10	地上観測：中間赤外線とサブミリ波（笠羽康正、中川広務、岡野章一）
16:10	-	16:15	名大電波望遠鏡（アタカマ）による惑星大気モニター（前澤裕之）
16:15	-	16:30	自由帰還軌道によるサンプルリターン（藤田和央、橋省吾）
16:30	-	18:00	自由討論（進行：笠羽康正）
（懇親会）神戸大学六甲台「さくら」			
第二日：12月6日（土）			
第三部：火星探査とそのテーマ（続き）			
09:00	-	09:15	ランダーの技術チャレンジとfeasibility（JSPEC研究開発室）
09:15	-	09:30	地震波観測による内部構造探査（小林直樹、新谷昌人）
09:30	-	09:45	Radio science mission on Mars（菊池冬彦、岩田隆浩、他）
09:45	-	10:00	着陸機による火星化学探査—大気・表層・内部—（橋省吾、他）
10:00	-	10:15	Geologic Packageのサイエンス（出村裕英）
10:15	-	10:30	電磁波による表層構造探査（宮本英昭、春山純一）
10:30	-	10:45	火星の大気と海水に関係した固体（生命体を含む）（三浦保範）
休憩			
11:00	-	12:30	総合討論（進行：佐藤毅彦）

第一回CPS惑星探査研究会のタイムテーブル，講演だけでなくかなり長い討論時間を確保した。

く，ポジティブにこれを進め，多くの人が関われる魅力的なミッションを通じて日本の惑星科学を発展させよう，という雰囲気が広がったのである。ご期待下さい。

4. おわりに：前進を続けるWG

このWG主査として筆者が喜ばしく感じていることが一つある。ランダー部はJSPEC的な立ち上がり方をしたわけだが，その科学目標や手段を検討する会合はいつも20名超の参加者でにぎわい，そして実に熱心に議論が行われている。それはISAS以来の風景そのままであって，その意味でこのグループは「新しい火星ミッション」のみならず，「日本の新しいミッションのあり方」をも担っているように感じるし，良い方向へそれを導きたいと思うのである。

こうして検討が進んでいるミッション内容については，「遊・星・人」誌面にて近日ご紹介する予定である。