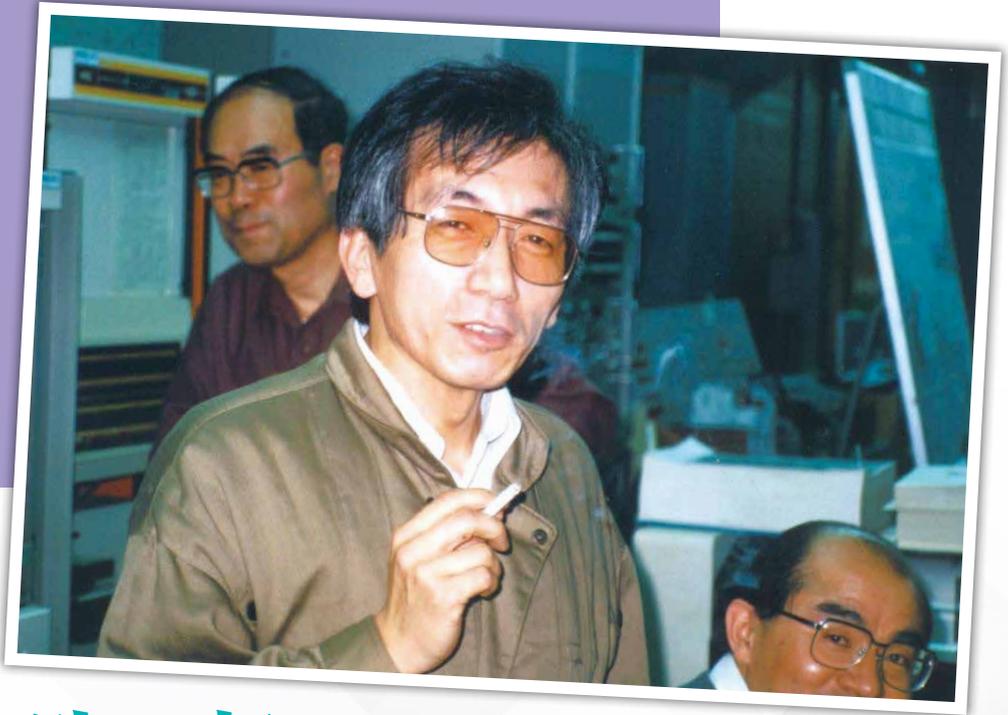


鶴田先生はEXOS-D(「あけぼの」)の衛星主任であられました。この写真は、「あけぼの」打上げ後、軌道が確定したとき内之浦のテレメータセンターで撮影されたものです。1989年のことです。先生はEXOS-Dが無事打ち上げられることを祈念して禁煙しておられましたが、さる方に「成功おめでとうございます。この俺のタバコは断れないよね。」と言われて断れず、一服吸った時、クラクラと来た、あのような感覚は初めて、と述懐しておられました。(中村 正人)



追悼 鶴田 浩一郎先生

鶴田 浩一郎先生、ありがとうございました

JAXA統合時の宇宙科学研究所・所長(当時は本部長)であられた鶴田 浩一郎先生が昨年12月3日、83歳でご家族の皆様に見守られて旅立たれました。とても安らかなお顔だったそうです。

中村が学部4年生で大学院は宇宙研に行きたいと駒場45号館におられた西田 篤弘先生にご相談申し上げたときです。西田先生はしばらく中村を質問で試された後「君の先生になるのはこの方です」と後ろを向かれました。それまで気がつかなかったのですが、こちらに背中を向けて窓際のソファに座っておられた白い半袖のシャツ、黒縁眼鏡の方がこちらを振り返って、「やあ」と微笑まれました。それが鶴田先生との出会いです。

鶴田先生は新しい電場計測の方法を考案されたばかりで、それをロケット実験で実証したうえで衛星搭載したいと考えておられました。それまでの電場計測とは原理が全く異なる、荷電粒子の飛翔時間計測を使った画期的な方法でした。修士2年の夏には観測ロケット実験が企画され、早川 基さんも加わって3人で取り組みました。すぐに実証できるとの楽観的な見通しははかなく碎かれ、6年目のロケット実験に成功するまで3機のロケットで失敗しています。このとき、失

敗を乗り越え、さらに新たな失敗をする繰り返しが成功に結びつくということを我々は学びました。鶴田先生が火星探査機で失敗され、金星探査機は中村が一度は失敗して皆の協力の下に5年後に復活させ、早川さんの率いた水星探査機が今順調に飛行していることも、失敗を後の成功に結びつけていく鶴田研で培われた方法論の表れと考えています。

鶴田先生から教わったもう1つのことは他人の価値観で行動するなどということです。常に自分の価値観で物事を判断するという先生の背中を見て我々は育ちました。“一度振り上げた拳は簡単に下ろしてはいけない”という先生のお言葉も、自分の信念を貫かれる態度の表れでした。このことは“穏やかな心と強靱なレジリエンスをお持ちの方だった”と鶴田先生の主治医(中村の高校の同級生)が先生の亡くなったときに中村に伝えてきた言葉に表れています。

地球プラズマ圏撮像を始めるときも、金星探査を始めるときも鶴田先生には背中を押しいただきました。“今村 剛君が金星に行きたがっているから、手伝ってやってくれないか?”という鶴田先生の一言が「あかつき」の最初の一步でした。

中村は鶴田先生の背中を研究室で見えて育ちました。本当に幸せな事でした。 中村 正人(なかむら まさと)

鶴田 浩一郎さんを偲ぶ

私が鶴田さんと知り合ったのは東大地球物理学科で彼が修士論文を発表したときです。電離層のwhistler wave 伝搬についての論文が実に見事で、強く印象に残りました(何年か後に地震学の教授から、「あの足の悪い人はどうしていませんか。彼の修士論文は素晴らしかった、すぐに博士号をあげても良いと思った」と言われたことがあります)。そういう訳で1968年に宇宙研でわれわれのグループ(教授は大林辰蔵先生)にポストが出来た機会に声をかけ、参加していただいたのです。

鶴田さんの研究業績の中で際立っているのはブーメラン法による電場観測器の発案です。宇宙空間の電場は磁場と並んで重要なパラメーターですが、衛星に固定したアンテナで電場を直接観測すると磁場の中での衛星の運動に起因する成分が重なってしまいます。そこで鶴田さんは、衛星から電子ビームを放射し軌跡を観測することによって電場を求める方法(ブーメラン法)を考案しました。この観測方式は1992年に打ち上げられた「ジオテイル」衛星で成果をあげ、NASAのMMS衛星やESAのCluster衛星でも採用されて磁気圏物理学の発展に大きく貢献しています。

これに続いて、鶴田さんは我が国で初めての惑星探査計画である「のぞみ」火星探査ミッションをプロジェクトマネージャとして牽引されました。この探査機は1998年に打ち上げられましたが、予想外の様々な制約や障害に直面し、



1968年に駒場にて 鶴田さん(右端)、筆者(左端)。

数年にわたる鶴田さんとメンバーの懸命の努力にもかかわらず計画通りの観測を断念せざるを得ませんでした。実に残念なことでしたが、その過程で得た経験はその後の惑星探査機開発と運用に生かされています。

2003年には日本の宇宙開発研究組織が再編成され、宇宙科学研究所が新たに設けられた宇宙航空研究開発機構(JAXA)の一環となり、大学の共同利用機関を兼ねるといふ大きな体制変革が行われました。鶴田さんはこの重要な時期に新体制のもとでの最初の宇宙科学研究所長として円滑な転換を実現なさいました。

晩年の鶴田さんはオーロラに大変興味を持ち、何度もカナダで観測を重ねておられました。いつか纏まったお話を伺いたいと思っていたのですが、その機を逸してしまいました。残念です。

半世紀にわたって頼り甲斐のある友人であった鶴田 浩一郎さんのご冥福を祈ります。 西田 篤弘(にしだ あつひろ)

鶴田 浩一郎さんを偲んで

1985年ころだったと思います。鶴田さんはEXOS-D(「あけぼの」)衛星のプロジェクトマネージャとして衛星観測に参加されました。この衛星計画は1981年宇宙科学研究所の理学委員会で、OPEN計画(後にGEOTAIL計画としてスタート)の兄弟ミッションとして提言されました。また、当時計画中の国際共同研究STEP(Solar Terrestrial Energy Program: 1990年~1995年に実施)において、地上観測と協働する重要な宇宙空間観測の任をもつという国際的な位置づけもありました。私は我が国でのSTEP計画推進を任じられていた事情があり、鶴田さんとは二人三脚のような形でEXOS-D(「あけぼの」)衛星の観測計画、予算要求、そしてプロジェクト実施に関わらせていただきました。この衛星が果たした成果にNASAの衛星プロジェクトに深くかかわる科学者は「The World First Class Satellite」と称賛を惜しみませんでした。種々の成果はもとより、大変な驚きは放射線帯の真ただ中を航行しつつ、太陽黒点周期2サイクルを越え、26年間にも及ぶ長周期観測を主要観測機器の健全状態で継続した事です。これは鶴田さんが観測機器の放射線対策を強く唱えてこられた賜物でした。

鶴田さんと私の二人三脚は次の地球型惑星探査ミッションでも続きました。しかしこのミッションの門出では、二人三脚に不可欠なリズムの調和がひと時乱れました。今、鶴田さんは苦笑いされているかと思いますが、私が主査を任じられていた宇宙科学研究所・理学委員会設置の地球型惑星探査計画

ワーキンググループは1996年に金星探査を提言すると結論しましたが、プロジェクトマネージャの任につく鶴田さんは当時の技術背景において、よりチャレンジ性の高い火星探査の方が研究所内の志向性に沿うという理由で譲らず、私との二人の会談では、鶴田さんの日頃の穏やかさからは意外なほど激昂されるシーンもありました。私は惑星探査ミッションの重要性を思い、理学グループの分断あってはなるまじと、地球型惑星探査計画ワーキンググループの結論を火星探査に変更しました。当時、工学サイドからは中谷 一郎教授に抜群の努力と才能をもって支援をいただき、見事に火星探査計画がまとまりました。ただ、ロケット能力の限界から、火星探査の場合に不可欠になった地球スウィングバイで、加速噴射用の電磁弁の異常があり、結局、ミッション・インポッシブルとなったのは残念でした。

懸案のISASと宇宙開発事業団とが新組織として合流改組という大変革の時期に、時あたかも鶴田さんが所長の重責に当たられることになりました。定年後、私はあまり情報なく過ごしたのですが、ただ言えることは鶴田さんだからこそ、ISASは多くを失うことなく新設となったJAXAにソフトランディング出来たと信じています。

鶴田さん、ご苦勞さまでした。どうぞ、安らかにお休みください。

東北大学名誉教授/大家 寛(おおや ひろし)



2001年、ご自身の退官パーティでの1枚(左から長瀬 文昭先生、鶴田先生、松尾 弘毅先生、向井 利典先生)。

鶴田 浩一郎先生を悼む

先生は、駒場からの時代を共有した仲間であった。

駒場時代、片や理学の助手、片や工学の助手として、あまり席を同じくすることはなく、「軍事研究」を巡る騒動で、まじめな人だなどの印象を持っただけである。

本格的な接触は、1989年の磁気圏探査衛星「あけぼの」の打上げにおいてである。私は打上げの全権を握る実験主任、鶴田先生は衛星全体に責任を負う衛星主任であった。「あけぼの」は長寿で知られることになるのだが、その後はそれこそ宇宙研の命運を握る場面を共有することになる。

まずは、宇宙研にとって初の本格的惑星探査機となった火星探査機「のぞみ」である。開発途上にあった工学側からの度々の許容重量変更に伴って辛抱強く付き合ってくれた。1998年に打ち上げられた探査機は、電源系の故障で火星到達を諦めざるを得なかったが、限られた情報から内部の状況を明らかにした努力は、語り草である。

2007年に月探査衛星「かぐや」が打ち上げられた。当時の宇宙開発事業団と宇宙研ががっぷりと組んだ、大計画であった。鶴田先生は、科学観測を担当した宇宙研側の取りまとめ役として、全国の研究者を組織された。結果は月表面のことは「かぐや」に訊けと胸を張るほどの成功で、この「かぐや」の成果はもっと評価されていいと思う。

最後に、いわゆる三機関統合である。従来から文部省傘下の宇宙研と科技厅傘下の事業団との統合ばなしはことあるごとに浮上していた。それが行革の流れの中で、上記の二機関に航空宇宙技術研究所を加えた形で一気に具体化したのである。準備会合では鶴田先生が宇宙研を代表されたが、他機関からの信頼も厚く、途中で定年を迎えられた折には、何とかならないのかとの声も上がった。

その後、宇宙研としては異例の形で、すでに外部にあった鶴田先生が所長(当時は本部長)に就任されたのはご承知の通りである。

東小金井の居心地のよさそうなホームでお会いしたのが最後になった。ご冥福を祈る。

松尾 弘毅(まつお ひろき)

鶴田 浩一郎先生を偲ぶ

昨年12月初め、鶴田先生の訃報を聞いた時、俄かには信じられませんでした。ちょうど1年ほど前、鶴田先生がカナダで撮影したオーロラ画像の鑑賞会では元気な姿を見せていたからです。しかし、最期はご家族に看取られながら安らかに眠りについたとの話を聞いて少し心が休まりました。

鶴田先生とは駒場の東大宇宙研時代から50年以上に及ぶお付き合いをいただき、いろいろな想いがありますが、1970年代後半、国際磁気圏研究の一環として EXOS-A(きょっこう)とEXOS-B(じきけん)が軌道に乗り、次の衛星計画としてEXOS-D(後に、「あけぼの」とOPEN-J(後に、GEOTAIL)の検討が始まった頃から関係が深まりました。1980年代半ば、GEOTAILは米国NASAとの大型国際共同ミッションとしてプロジェクト化したわけですが、その最初の頃、西田 篤弘先生の計らいで鶴田先生に連れられて米国の主なプラズマ観測の研究者を訪問する事になりました。二人ともまだ若かったですが、それは大変な強行軍でした。夜遅く到着した翌日に研究所に行き議論をし、翌日にその続きをこなして直ぐに次の訪問地に向かう飛行機に乗って夜中に到着という事を2週間ほど続けたのでした。夜、ホテルに着いて直ぐに寝付けないので、私はウイスキー、鶴田先生はコーヒーを飲みながら話をした事を懐かしく思い出します。一方、私は、アメリカの著名な研究者との議論を通して、日本で独自に開発してきた観測技術が世界的にも引けを取らないように感じたのは大きな成果でした。その後、彼らは私の言う事を信頼してくれるようになり、GEOTAILの成功に繋がったと思います。

その後も鶴田先生にはいろんな場面で助けていただき、また別の場面ではサポート役をしましたが、鶴田先生は基本的な原理原則に則って筋を通す(あるいは、拘る)というところがありました。それは自然現象や物理の議論にも表れ、例えば、宇宙空間の電場計測に荷電粒子を使ったブーメラン法など、独特のアイデアが生まれたと思います。また、衛星ミッションの将来計画についても同様な思考方法の延長線上で広い視点から考えるという姿勢でした。例えば、1985年6月、小惑星サンプルリターン小研究会を主宰しています。川口 淳一郎さんは、MUSES-C計画の発端はこの小研究会だったと述べています。

心からご冥福をお祈りいたします。

向井 利典(むかい としふみ)



若かりし頃(中年?)の鶴田先生(右)と筆者(左)。宇宙研が相模原に移転後、太陽系プラズマ研究系の Tea timeのひとつ。昔は余裕があったのでしょうか？

仙人を偲んで



思い起こすと鶴田先生との初めての出会いは駒場キャンパスにあった小さな仮設プレハブの中の研究室、宇宙研が相模原に引越す前の話です。鶴田先生に対する第一印象は「仙人」でした。

まだ駆け出しのエンジニアに過ぎない私を捕まえて、仙人の第一声は「宇宙空間に打ち出した荷電粒子がUターンして元の所に帰ってきた微弱信号を検出する方法は？」という問い。私は禅問答に目をシロクロさせるばかりでした。ブーメラン方式と名付けられた鶴田先生の世界的な発明を知ったのはずっと後のことです。

その後、鶴田先生の率いるオーロラ観測衛星「あけぼの」と火星探査機「のぞみ」開発プロジェクトにエンジニアとしてお誘いを受け、「仙人」のお手伝いをすることができたのは私の人生の大きな山場となりました。

自然の解明を目指す理学の研究者（鶴田先生はその代表者のお一人）とそれを技術的に実現する工学の研究者（私が期待された役割）がペアを組んだというのが、外から見たプロジェクト体制です。実情は、私のような未熟な工学者よりも鶴田先生の方が工学的な知識がはるかに豊富で、私は手探りでプロジェクトを進めながら、薫陶を受ける立場にありました。「あけぼの」も「のぞみ」も海外との協力ミッションだったので鶴田先生とはずいぶん海外出張を共にしました。ところが二人とも筋金入りの方向音痴で、道に迷ったりレンタカーが返せずに帰りの飛行機を逃しそうになったことが数多くありました。しかしあるとき「鶴田先生は道に迷うと100%間違った方向に行こうとし、私は50%の確率で間違う」という法則を発見、問題が解決しました。一方、鶴田先生は研究プロジェクトにおいては驚くほどの確かな判断で正しい道を進む能力をお持ちでした。間もなく私が道案内に馳せ参じるまで、天国で仙人が道に迷っておられないことを念じつつ、心よりご冥福をお祈りします。

中谷 一郎(なかたに いちろう)

1998年7月、火星探査機「のぞみ」を打ち上げた後の祝賀会場にて。中央の鶴田先生を囲んで、左側、上杉 邦憲先生、小野田 淳次郎先生、右側、故折井 武さん（NEC）、筆者。

鶴田先生の思い出

鶴田先生とは、3機関統合の前後に最も頻繁に一緒に仕事をさせていただきましたが、最初に一緒に仕事をさせていただいたのは1990年2月のS-520-12号機の打上げキャンペーンでした。ノルウェーの北極圏内のアンドーヤ射場から、パルセーティングオーロラと言う特殊なオーロラの中にロケットを打上げ、観測するものでした。10人余りの実験班は、半ば凍り付いた現地では、発射場内の宿舎に全員寝起きし、手分けして自炊し、正に皆で同じ釜の飯を食べる生活でした。ここからの発射は初めてだったので、現地の地上系とロケットとのインターフェイスや、ロケット機体の保温などを心配したものの、日産やNECのベテランも班員に居て、難なくクリア。3日余で発射できる態勢を作りました。

後は毎晩、直ぐに打てる体制を維持しながら待機して、狙ったオーロラが発射方向に現れるのをひたすら待つ。遅い時には3時、4時まで待って、それでも現れなければ諦めて、安全処置や後片付けをし、宿舎に帰って眠る。これが続くと結構つらい。ここで鶴田先生が登場し、「今日は綺麗なオーロラが出そうだ」とオーロラ予報。暗い見せ場に連れてゆき、全天のオーロラが目まぐるしく変わるバーストを見せるなどしてストレス解消に努められる。

更に、寒さが緩んだ際に班員の一人が氷を踏み抜き骨折、100km先の病院に救急車で搬送されるなど、予期せぬ出来事もありましたが、8回目のトライで打上げに成功しました。この間、良く班員を取り纏められていた若き日の鶴田先生のお人柄と姿が思い出されます。

ご冥福を心からお祈りします。

小野田 淳次郎(おのだ じゅんじろう)



アンドーヤのランチャに載せたS-520-12号機の前で(右:鶴田先生、左:筆者)。

鶴田 浩一郎先生を偲ぶ

EXOS-D衛星プロジェクトが始まる頃、鶴田先生からダブルプローブの開発を手伝ってもらえないかとお話があり、お役に立てるのであれば使ってくださいとお答えしました。それ以来、電場チームに加えていただき、GEOTAILのダブルプローブの開発にも携わるようになりました。特にGEOTAIL用のダブル/シングルプローブの開発は国内で前例がないため試行錯誤の連続でしたが、鶴田先生をはじめ精鋭メンバーのグループによるアシストもあって期限内に完成させることができました。磁気圏でのプローブ観測が多くの成果を上げることができたのは正に鶴田先生のご指導の賜物であります。鶴田先生は定年退職された後、カナダでオーロラ観測を楽しまれたようですが、間もなく宇宙科学研究所の所長(当時は本部長)に就任されました(2003年)。オーロラのビデオを見せていただければと思います研究所を訪問したところ、

大型磁気シールドルームの前にて(右:鶴田先生、左:筆者)



「ヤー」と手を挙げて広い居室に迎えてくださいました。そして、立派な成果を挙げたEXOS-D及びGEOTAIL衛星の開発エピソードをはじめ、火星探査機PLANET-Bの顛末など思いもかけないお話も伺うことができました。先生のお手伝いをさせていただく中で、「オリジナルな観測装置を開発し、衛星を打ち上げ、観測し、論文を発表する」という一連のプロセスの醍醐味を経験させて頂くことができました。写真は鶴田先生のご尽力で設置された大型磁気シールドルームの前での思い出の一枚です。完成が間近日、穏やかな口調でスペックを話されていた先生のお姿が思い出されます。この後、電場観測プローブシステムはこの中で試験されていくことになったのです。鶴田先生、有難うございました。謹んでご冥福をお祈り申し上げます。 富山県立大学名誉教授/岡田 敏美(おかだ としみ)

鶴田さんの思い出

鶴田先生(中央)を囲む会で、駒場のプレハブ時代の秘書さん達と。後列右が筆者。



鶴田さん(「先生」と呼ばれるのは嫌いな方だったので「さん」で通させて頂きます)との出会いは、私が大学院に進学することが決まった1978年10月に、鶴田さんたちが翌年夏に科研費でカナダでの多点観測を行うための観測機器作成のお手伝いをした時からですので、もう40年以上が経っている事になります。

私から見た鶴田さんは、「アイデアマン」「オーロラ現象の解明に情熱」「物作りが好き」な人でした。私が「EMC」に関して知った風なことを言っているのも、鶴田さんの下でいろいろと教えて頂きながら機器を作ってきたからです。鶴田さんとの思い出を書き綴っていったら、与えられた字数では到底おさまらなくなりますので、ここでは特に印象に残っている事をちょっとだけ記したいと思います。鶴田さんは宇宙研を退職後に、それまでは忙しくて出来なかった念願のオーロラの観測に、奥様と何度かカナダへ行かれておられます。その際に持って行ったオーロラ観測用のカメラですが、希望に合うスペックの物が無かったようで、DIY精神を発揮して自作をしています。そのカメラの制作中に宇宙研に来られた時に、「日本の某メーカー製CCDが良いのだけど日本では売ってもらえないんだよ。でも調べたら、ヨーロッパでは手に入るので取り寄せた」とあのいつもの笑みで嬉しそうに言っておられました。またカナダへ行かれた後に来られた時には、目を輝かせながら楽しそうに観測の話聞かせて下さいました。

もうあの笑顔が見られなくなってしまうと思うと、とても寂しいです。 早川 基(はやかわはじめ)

鶴田先生、ありがとうございました。

温厚という言葉がびたりと当てはまる先生でした。

最初にご指導頂いたのは、私が、火星探査機「のぞみ」の飛行計画の検討メンバーの一人だった時だと思います。その後、金星探査機「あかつき」や水星探査計画BepiColomboの実現に向けた議論を通して、日本の今後の宇宙科学ビジョンについても視野を広げて下さったことを記憶しております。

研究者が、研究者マインドを持つことは当然として、全体の発展を考えた戦略的アプローチをすることの重要性を学びました。また、何度か霞が関界限に同行したり、偶然お会いしたりしたことがありますが、そのお考えを有言実行すべく努力されているお姿も拝見しておりました。

ただ、何と言っても、最も一緒した時間が長かったのは、内之浦宇宙空間観測所のコントロールセンターにおいてでした。当時、私の仕事の三分の一は、様々な衛星プロジェクトの計画立案、三分の一は、内之浦におけるロケットの打上げや能代ロケット実験場におけるロケット開発、そして、残りの三分の一は、JAXA内外との調整でした。内之浦では、事前のロケット飛行解析、打上げ時の予測風に基づく飛行計画の最適化、高層風観測に基づく打上げ可否判断、リアルタイムロケット誘導に携わっておりましたが、風など気象は全く専門外でした。そこで打上げがある度に、鶴田先生に高層風や雷予報などの気象の原理をご教授頂きつつ、気が付くと、宇宙科学全体を考えることの重要性を、その温厚な語り口で話しておられました。私にとって、本当に極めて貴重な時間となりました。

鶴田先生、ありがとうございました。

山川 宏(やまかわひろし)



2005年7月、内之浦宇宙空間観測所のコントロールセンターにて。前列左が鶴田先生、右が平尾 邦雄名誉教授、後列右から、林友直名誉教授、石井信明教授、中村 正人教授、加藤 學教授(当時)、筆者。

月探査機「かぐや」プロジェクトの立上げ

鶴田 浩一郎先生には、月探査ミッション「かぐや」で長い間ご指導いただきました。1995年に鶴田先生から「NASDA(宇宙開発事業団)、天文台と共同で立ち上げる月探査計画は面白いよ」とのお話をいただいたのが発端です。

宇宙研とNASDAは同じ宇宙分野の機関とは言え、設立目的も文化も大きく異なる組織による共同プロジェクトでしたので、当初の数年は機関間の深い溝を埋めながらの大型事業の立上げという舵取りの大変難しい状況となりました。プロジェクトの進め方や責任分担等で折り合いのつけづらい問題が次々と発生しましたが、デッドロックに至らずプロジェクトが無事立ち上がったのは、宇宙研側のリーダーを務められた鶴田先生の温厚かつ決然とした指導があったからだと思えます。

小さいことには拍子抜けするほど妥協されていましたが、大きいことには決して妥協されませんでした。「それはちょっと違うんじゃないの」、「こう考えるのはどうだろう」、の硬、軟の組み合わせで私たちを絶妙にリードされました。NASDA側のプロジェクト責任者の意見も十分理解し尊重されていたので、NASDAのメンバーからも高い信頼を得られていました。歴史に「もし」はありませんが、鶴田先生がいらっしゃらなければこの共同プロジェクトは立ち上がることが難しかったのではないかと思います。「かぐや」を立ち上げた方々の一部はすでにお亡くなりになっています。煌々とした月を見上げる時、これらの方々のお顔がふと思い浮かぶことがあるのですが、これからは鶴田先生のお顔も感謝の念とともに思い浮かぶものと思えます。 佐々木 進(ささきすすむ)

鶴田君の逝去を悼む

鶴田さんがこの数年体調を崩しておられたことは承知していたが、ご逝去の報に接し、大きなショックを受けた。彼自身は、病が深刻である事を知っていたのかもしれないが、つい数週間前の電話で、iPS細胞で完全に治る日も近いかもと話合っていたのである。

彼が宇宙研に入所したのは私とほぼ同じ1960年代で、宇宙研が発足した時期である。大学紛争の少し前の、社会的には不安定な頃であった。

その前年まで、南極観測の輸送は海上保安庁が担当していたが、保安庁は古い船体による運航に危険を感じ、辞退を申し出ていた。日本学術会議は緊急に議論して、輸送に限り自衛隊に依頼して、南極観測を続けようとした。

極地研究所がまだ出来ていない不完全な体制の中で、観測に伴う屋外作業もついでに頼めば良いと考えた人がいたかもしれない。

この年から宇宙研の気象ロケットも南極観測に加わるようになっていた。

宇宙研の職員組合は所の執行部にこの問題を投げかけた。職員組合の委員長は鶴田君である。理路整然と詰めよる鶴田君に所の執行部はズルズルと押されて、3回に及ぶ延6百人を越す大衆団交を開くまでになった。

最終的には、所の執行部はこの問題の解決には極地研の早急な設立が不可欠な事、自衛隊には輸送以外の業務は頼まない事を明確にするよう文部省と日本学術会議に正式に申し入れ、この問題の解決とした。

あの時、もし彼が委員長でなければ、どのような結末を迎えたのだろうか。研究業績とともに物事の対処する彼の感性の鋭さに感銘を受けている。今のようにやや混迷の時期に彼がいてくれたら、と思うと残念でならない。

西村 純(にしむら じゅん)

In Memory of Professor Tsuruda

IRF got its first official invitation from Japan in 1992 to join them with a mass analyzing instrument on their mission Nozomi to Mars. This was at a time when space missions to planet Mars were on the "must do" list, following the success of our first space plasma mission to Mars on Phobos-2, launched in 1988. Needless to say, we (IRF) answered with pleasure and committed to join the mission with a 3D ion mass analyzing instrument. I had the pleasure to meet with Tsuruda at the breadbord test of our instrument in October 1995. After that followed a number of trips to Japan and ISAS (staying at the comfortable ISAS-lodge) for further discussions with the "project manager" (Tsuruda).

I was also invited to the launch site, attending the successful launch of Nozomi 1998, the launch followed by the splendor of an "artificial" noctilucent cloud.

I will remember Professor Tsuruda in two ways, as an eminent scientist in space physics, but also as a friendly and generous leader.

スウェーデンIRF元所長 / Rickard Lundin



次世代に向けての講義。

Tsuruda-sensei's Remarkable Scientific Career and Contributions Remembered

Professor Tsuruda was truly a pioneer, innovator, and trail-blazer, for his lifelong pursuit and seminal works in the studies of the aurora, and Very-Low-Frequency (VLF) and chorus waves; and as the leading force for a generation of scientific satellites including GEOTAIL, Akebono and Nozomi.

In the 1970's, he established a network of observing stations in northern Canada to study the aurora and VLF waves in collaborations with Canadian researchers: an important legacy in contemporary Japanese aurora research and international space science collaboration.

After his retirement, he traveled to northern Canada to continue his pursuit of the aurora: a poignant bookend to a remarkable career of scientific discoveries.

He will be missed internationally as a well-respected leader and a super-kind gentleman.

カルガリー大学教授 / Andrew Yau



左からDr. Greg Garbe (NASA/MSFC) ご夫妻、鶴田先生、中谷 一郎先生、筆者。鶴田先生がカルガリー大学を訪問された際の一枚 (1997年)。

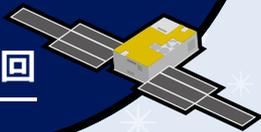
連載

超小型探査機

EQUULEUS と OMOTENASHI

世界最大のロケットで
打ち上げる世界最小の探査機

第 3 回



ラグランジュ点からの 地球プラズマ圏

EQUULEUS搭載科学機器の1つにPHOENIX (Plasmaspheric Helium ion Observation by Enhanced New Imager in eXtreme ultraviolet) という装置があります。これは、EQUULEUSの独特な軌道をうまく活用して、地球周辺のヘリウムイオンを撮像する装置です。今回はこのPHOENIXについて紹介します。

皆さんは、自分達が住んでいる地球を取り巻く宇宙空間について考えたことはありますか？一般的に宇宙から見た地球は闇に浮かぶ青い球体、という印象だと思います。しかし実際の地球は、大気圏から宇宙空間に「染み出た」ガスで覆われています。これらのガスは人間の目には見えませんが、地球半径の10倍から100倍近くの領域まで広がっていることがわかっています（このような領域をプラズマ圏と呼びます）。興味深いことに、プラズマ圏は様々な要因で密度分布や大きさが変わります。しかしその物理的な要因は明らかにされていません。そこで、プラズマ圏の謎を知る手掛かりとして、その構成要素であるヘリウムイオンを撮像するためにPHOENIXは開発されました。

ところで、どのようにしてヘリウムイオンを撮像するのでしょうか。そのためには、太陽光の共鳴散乱という現象

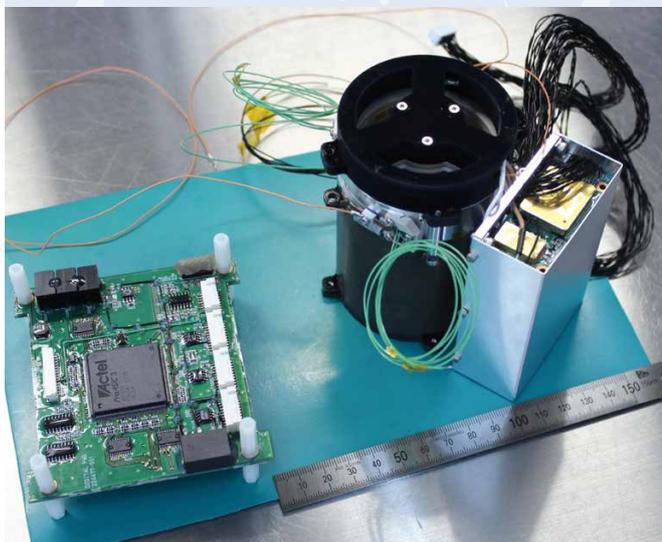


図1：PHOENIXの完成品（エレキボードも含めた重量は約540g）

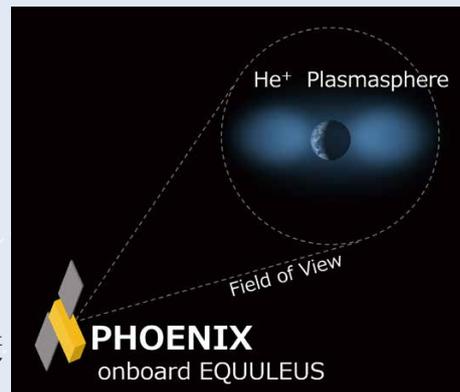


図2：宇宙からみた地球周辺のプラズマ（想像図）

を利用します。これは、原子やイオンが太陽光を浴びたときに、特定の波長に反応して散乱し、その存在を伝えてくれるという仕組みです。ヘリウムイオンは、波長30.4nmの光を特に効率よく散乱します。従って、この波長の光を検出できるカメラがあれば、ヘリウムイオンの空間分布を把握できるということになります。

人間の目に見える光の波長は概ね400から700nmの間です。つまり、ヘリウムイオンの放つ光（波長30.4nm）は、人間の目には見えません（極端紫外光と呼びます）。また、通常のカメラは極端紫外光に感度を持ちません。特に、鏡の反射率は可視光に比べて約1/10と極めて厳しい条件です。しかもEQUULEUSは超小型なので大型化は許されません。そのような制約の中でヘリウムの放つ極端紫外光を検出するために、私たちは特殊な鏡や検出器を使うことにしました。具体的には、鏡の表面にモリブデンやシリコンを薄く交互に積層することで干渉作用を生じさせて、30.4nmの波長に対して高反射率の鏡を開発しました。また、光電効果を通して極端紫外光を電気信号に変換する光検出器の形状を改良してPHOENIXに搭載できるようにしました。さらに、誤って太陽光を直視しないよう、瞬時に開閉するシャッターも取り付けするなど、限られたリソースの中で最大限の工夫を施して、缶コーヒー程の大きさのカメラを完成させました（図1）。

ところで、皆さんは自分の顔写真を撮ろうとして腕を伸ばしたものの顔の一部しか写らない、という経験はありますか？言うまでもなくこれはカメラと顔の距離が近すぎるからです。地球観測でも同じことが言えます。地球の近くからでは、地球周辺の観察が難しいのです。

人が自分の写真を撮るときには自撮り棒を使います。それと同様に、地球から遠く離れた地球-月ラグランジュ点を目指すEQUULEUSは、地球を観察するために最適なミッションなのです。しかも、地球と探査機の距離がほとんど変化せず、常に同じような観測条件を維持できるEQUULEUSは、プラズマ圏観測にとって渡りに船のミッションです（図2）。

PHOENIXは現在EQUULEUSに搭載されて打ち上げを待っています。開発過程の全てが順調というわけには行きませんが、限られたリソースの中で野心的なデザインの素晴らしいカメラが出来上がりました。この小さなカメラで私たちの住む地球を取り巻く宇宙空間の様子を画像に納める日が近づいています。もうすぐ究極の地球自撮り撮影ができそうです。

吉岡 和夫（よしおか かずお）

第21回宇宙科学シンポジウム開催

本年も年明けの1月6日(水)・7日(木)に宇宙科学シンポジウムを開催しました。この研究会は、日本の宇宙科学コミュニティのメンバーが一堂に会する、年に一度の機会です。半年前に先の状況が読めない中で準備を始め、早々とリモート開催を決めました。技術的な点など、準備は自転車操業でしたが、例年どおりのプログラム構成で開催できました。

企画セッション「はやぶさ2帰還」では、地球への帰還運用、コロナ禍で活動が制約された中でのカプセル回収作業、サンプルの分析の速報とともに、リュウグウ近傍での観測による科学成果のサマリ、今後の拡張ミッションの報告がありました。「宇宙科学の巨大化、国際協力の深化が進む中で」では、ほぼ全てのプロジェクトで国際協力が行われ、その形態の多様化も進む昨今、如何にプロジェクトを選択し、立上げ、進めるか、理工学委員会での課題分析や、今後の宇宙研の対応方針について意識共有・議論しました。

リモート開催に際し、「いつもの研究会の劣化版ではなく、リモートを活かし普段はできない研究会にしよう。」と言う方針を決めました。従来の制約の1つは会場の広さです。例年、宇

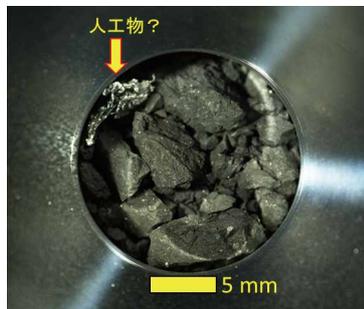
宙研本館2階の会議場に椅子を詰め込みますが、足りず、増設会場を設営します。今回は、全員が手元のパソコンのZoomやYouTubeで講演を聞きました。図や文字が読み取りやすく、理解し易かったかと思います。常時250人、ピーク時400人が視聴しました。これは、会議場を埋め尽くす人数で、例年は参加を諦めている人が大勢いたのでしょうか。終了後、接続数が減るのを見て、人々が一斉に帰る姿を想像しました。ここ数年、会場の都合で、発表は1グループ3編までと制限していました。本年はこの制限を外しました。発表が10編近くのグループもあり、人々の貢献が、より自然な形で可視化・記録されます。

ポスター講演など、質疑応答はやりづらく残念でした。ツールの問題もありますが、大人数の中でどう間合いを取るか、文化的な側面も感じました。そして、何より、懇親会は開けなかったです。本音を聞き出し、議論を続ける場は欲しい。「Zoom飲み」はいけてないけれど、やがては飲み会用のアプリが開発されるでしょう。全国で同じオードブルを一斉にデリバリーしてもらい、リモート懇親会を開催する。年の初めに未来を想像しました。(松崎 恵一)

「はやぶさ2」キュレーション活動の近況報告

1月号でお知らせしたように、「はやぶさ2」では、目標値の0.1gを大きく上回る、約5.4gの試料が回収されました。回収試料は、真空環境で保管されている一部を除き、大部分は窒素環境チャンバーに移動され、光学顕微鏡による詳細観察が進められています。試料の中には、我々の期待をはるかに超えるミリメートルサイズの“巨大”粒子が多数発見されました(右図)。現在、これら粒子の1つ1つに対し、高精細な顕微鏡画像を取得し、重さを量り、また一部の粒子群に対しては可視・近赤外分光測定を行っています。可視・近赤外領域における観察を行うことで、探査機から得られたリュウグウのリモセン観測データとの比較が可能となります。

我々の直近のマイルストーンは、今年6月の、「はやぶさ2」初期分析チームやJAXA外の国内分析機関からなるPhase 2キュレーションチームへの試料配分です。配分される試料は、初期分析の際、地球の大気に触れることとなります。我々の使命は、配分の前に、リュウグウにあったままの状態での情報をカタログ化し、これらのチームに提供することです。このような



試料回収容器に移されたリュウグウ試料(一部)の光学顕微鏡画像。探査機に由来すると思われる人工物のような物質(現在、調査中)も確認された。

カタログ化の作業には、クリーンチャンバー内での試料の取り扱いが必須であり、容器をはじめ試料をハンドリングするピンセットなどのツールに至るまで、多くのものがキュレーションチームにより独自に開発・改良されたものです。現在は、6月の配分に間に合わせるべく、チーム一丸となり、急ピッチで粒子の観察・記載を進めているところです。結果をお楽しみに!

(臼井 寛裕)

編集後記

鶴田先生は、3機関統合に伴い私がISAS所属に変わった際の所長(当時は本部長)で、大変お世話になりました。追悼号を纏めるのは非常に残念ですが、ご冥福をお祈りします。ノンスモーカーの私でも、表紙写真の一眼はさぞおいしかっただろうと思いました。合掌。

(石川 毅彦)



ISASニュース No.479 2021年2月号

ISSN 0285-2861

発行/国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所
発行責任者/宇宙科学広報・普及主幹 藤本 正樹
編集責任者/ISAS ニュース編集委員長 山村 一誠
デザイン制作協力/株式会社アズディップ

〒252-5210 神奈川県相模原市中央区由野台 3-1-1 TEL: 042-759-8008

ISASニュースはインターネットでもご覧いただけます。▶ <http://www.isas.jaxa.jp/>