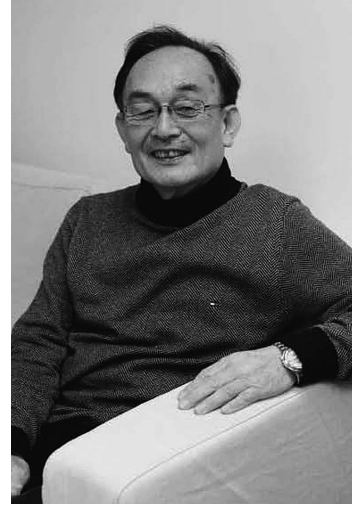


追悼 松本敏雄先生

〈略歴〉

- 1941年8月 愛知県名古屋市生まれ
- 1969年3月 名古屋大学 大学院理学研究科
博士課程 修了
- 1969年4月-1978年5月 名古屋大学 理学部 助手
- 1978年5月-1988年3月 名古屋大学 理学部 助教授
- 1981年11月-1988年3月 宇宙科学研究所 宇宙圏研究系
助教授（併任）
- 1988年3月-1996年3月 名古屋大学 理学部 教授
- 1988年4月-1996年3月 宇宙科学研究所 宇宙圏研究系
教授（併任）
- 1988年12月 仁科記念賞
- 1993年5月-1995年5月 日本天文学会 第37代副会長
- 1996年4月-2003年9月 宇宙科学研究所 共通基礎研究系 教授
- 1997年4月-2003年10月 第21号科学衛星ASTRO-F（あかり） PI（主任研究者）
- 1999年4月-2001年3月 宇宙科学研究所 共通基礎研究系 研究主幹
- 2001年4月-2003年3月 宇宙科学研究所 企画調整主幹
- 2003年4月-2003年5月 宇宙科学研究所 所長事務取扱
- 2003年10月-2005年3月 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究本部 赤外・サブミリ波天文学研究系
教授・研究主幹
- 2004年11月 大和エイドリアン賞
- 2005年3月 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究本部 赤外・サブミリ波天文学研究系
定年退職
- 2008年4月-2012年3月 ソウル大学 招聘研究員
- 2012年3月-2015年12月 台湾中央研究院（ASIAA） 招聘研究員
- 2014年9月 NASA Group Achievement Award
- 2016年1月-2022年12月 韓国天文研究院（KASI） 招聘研究員
- 2022年7月 ご逝去
- 2022年7月 瑞宝中綬章



松本さんの思い出：赤外線天文を始めた頃^{*1}

奥田治之 (宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所・名誉教授)

1965年頃、名古屋大学時代に、早川幸男先生(元、名古屋大学教授、学長)の勧めで、赤外線天文学を始めることになりました。まずは、松本敏雄さん、杉本大一郎さんらと赤外線観測の可能性について探ることから始めました [2]。

赤外線は、可視光と電波の間の領域で、原始星の様な低温天体の研究、星間塵の吸収を避けて、星間雲に埋もれた天体や、銀河中心の内部構造を探ること、また、低エネルギー遷移の分子、原子課程の解明が可能、大きな赤方偏移で赤外線に移った光で宇宙初期の研究に威力を発揮するなど、宇宙の新分野の開拓が期待されて、魅力的でありました。とはいえ、私は、当時、宇宙線物理の出身であり、また、松本さんは、修士課程の学生さんであったりして、赤外線にはずぶの素人でしたから、すべてがゼロから出発をしなければならず、大変、苦勞をしたことを思い出します。特に、当時は、我が国の赤外線検出技術のレベルは低く、また、赤外線観測に必要な観測環境(高地における望遠鏡、高度な飛翔体技術など)は皆無の状態であり、先進国の米国との彼我の差は絶大で、途方に暮れたものでした。

最大の問題は赤外線検出器で、当時、国産で得られる赤外線検出器は、浜松テレビのガラス管に封入されたPbS検出器があるのみで、感度が低く、とりあえずは、月の観測から始めることになりました。これで、月の太陽光反射率(アルベド)の近赤外域での位相変化の観測から、月の表面のレゴリスの特性を明らかにすることができました [3]。その結果は、後のアポロ計画で確認されたことに気をよくしたものでした。

その後、私は、京都大学に移り、新しい赤外線



図1 三陸での気球実験(1976年)。発泡ポリウレタン断熱の液体窒素冷却屈折望遠鏡で近赤外線観測を行った。

グループを組織し、長野県の上松の牧場に赤外線専用の望遠鏡の建設などをして、主として、地上観測を中心に観測を続けることになりました。その頃になって、やっと、アメリカから液体窒素冷却のPbS検出器が手に入るようになりましたが、正攻法の観測では、とても太刀打ちできないと考えて、偏光観測に重点を置き、赤外線星を取り巻く星周塵の円盤構造を明らかにしたり、銀河中心における赤外線減光の偏光特性から、それが星間偏光に起因するものであり、銀河中心部での磁場構造を明らかにしたりすることなどができました [4]。

松本さんは、より挑戦的なスペースからの研究を進められました。赤外線領域は、大気の吸収が激しく、そのないスペースからの観測が理想的ですが、ここでも、我が国の飛翔体の打ち上げ能力の限界や、高い姿勢制御が得られないという制約がありましたので、観測対象を拡散天体に絞って特色を出すことをされました。松本さんらは、近赤外域での、気球を使った夜光、黄道光の観測

^{*1} 本記事は、ISASニュース2022年8月号に掲載された原稿 [1] に加筆したものです。

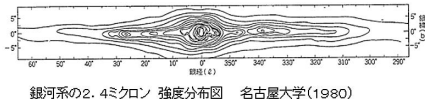


図2 名古屋グループが気球で観測した銀河系マップ [8] と、10年後の COBE 衛星による銀河系マップとの比較。

から始められ [5], 次第に星野光の観測に移って行かれました [6] (図1). 京都グループも気球で星夜光の観測を試み, 北半球での天の川の近赤外マップを観測したりしましたが [7], 松本さんらは, 南半球へ遠征して, 南北両半球にわたる見事な天の川マップを描くことに成功されました [8]. このマップは10年後に行われた赤外線背景放射衛星 (COBE) のさきがけとなる成果になりました (図2).

その後は, 観測の中心をロケットによる背景放射の研究に移され, 近赤外, 遠赤外領域での観測に果敢に挑まれました. その頃, 私は宇宙研に移動して, 赤外部門の開設に当たっておりましたが, ロケットの実験主任として, 松本さんらの実験にお付き合いしました. スペースでの観測では, 理想的な観測環境をフルに活用するためには真空, 無重力環境において, 観測器の極低温冷却という難題が待っています. ある時など, ロケット打ち上げの際, 冷媒槽の真空引きを続け, 発射直前に配管を外すなどといった, 安全, 保安上ぎりぎりの作業を入れ込むようなこともあって, 打ち上げ担当の工学の先生方をハラハラさせるようなこともありました. 松本さんはこれらの難題に果敢に取り組まれ, いくつかの失敗を重ねられながらも, 着実に克服されていきました. これらの

観測によって, 遠赤外, 近赤外域での背景放射の検出に挑戦され, 近赤外域においては, 未知の超過成分の発見につながりました [9]. これらのロケット実験によるスペースでの極低温技術は, 次の村上さんの記事にありますように, その後の, 赤外線衛星実験の成功への原動力になりました. 発見された近赤外放射は, けた違いに強力な黄道光に埋もれていて, その検出, 確認は至難を極めました, その後のスペースシャトルによる回収実験を利用した IRTS (スペース赤外線望遠鏡) や, 赤外線衛星「あかり」などによって執拗に追及され, この後の松浦さんの記事にありますように, ハッブル望遠鏡の超深宇宙サーベイのデータによる個別天体への同定へとつながりました.

以上は, 松本さんの初期の研究活動のほんの一端を紹介しただけであります, 恵まれた研究能力と, 強い意志と実行力の持ち主で, 新分野の開拓に果敢に挑戦された姿は感嘆するばかりでした. まさに, 我が国の赤外線天文学のパイオニアであり, 亡くなる直前まで論文発表をされるなど, 生涯現役の研究者でありました. 健康上も, 何の問題もないと, いつも前向きに生きておられましたので, このような急逝は信じられないことでした. 新しい分野の開拓に苦楽を共にし, 歩んできた者として感慨もひとしおですが, 今や, 松本さんのご冥福を祈るばかりです.

参考文献

- [1] 奥田治之, 2022, ISAS ニュース, 497, 5
- [2] 松本敏雄, 奥田治之, 杉本大一郎, 1968, 天文月報, 59, 78
- [3] Hayakawa, S., et al., 1968, Icarus, 9, 357
- [4] Maihara, T., et al., 1977, PASJ, 29, 415
- [5] Hayakawa, S., et al., 1975, Jpn. J. Appl. Phys., 14, 1041
- [6] Hayakawa, S., et al., 1977, A&A, 58, 325
- [7] Okuda, H., et al., 1977, Nature, 265, 515
- [8] Hayakawa, S., et al., 1979, Nature, 279, 510
- [9] Matsuura, S., et al., 1994, PASP, 106, 770

RUSH-RUSH MAN 松本さん

村上 浩 (宇宙航空研究開発機構・名誉教授)

私が名古屋大学の大学院に入り、当時助手をされていた松本さんに研究グループに入れてくださいとお願いに行ったのは、日本の赤外線天文学が始まって10年ほど経った頃でした。前稿で奥田さんが紹介された近赤外星野光観測が始まっており、松本さんが怒涛の勢いで進められる大気球や観測ロケットを用いた観測に、私も巻き込まれていきました。

そして米国等による赤外線観測衛星IRASの打ち上げが近づく1980年頃、日本でも人工衛星観測を！との掛け声のもと、Infrared Telescope in Space (IRTS)の検討が始まりました(図3, 4)。また松本さんの研究テーマも、赤外線宇宙背景放射の観測という技術的に難しいものへと移ってきます。当然、一段上の技術が必要となりました。

米国に負けない国産技術の開発・蓄積を目指して松本さんが取り組まれたものの1つが、近赤外線検出器アレイ開発でした。国内メーカーの半導体プロセスを見直すところから始まり、最終的には、液体ヘリウム温度での使用では世界トップレベルの感度を持つInSb一次元アレイができ上が



図3 IRTS研究会にて John Mather (2006年ノーベル物理学賞受賞)と議論する松本さん。

りました。これは、ロケット観測での使用を経て、多目的衛星Space Flyer Unit (1995年打上げ)の実験装置の1つとして実現したIRTSに搭載されました[1, 2]。そして近赤外線宇宙背景放射観測にとって最重要データを生み出すことになりました(松浦さんによる次稿参照)。また奥田グループによって開発された遠赤外線用Ge:Gaフォトコンダクタと合わせて、IRTSの4つの観測装置のうち2つが、国産検出器で実現できました。

IRTSに向けた技術開発で一番の大物は、宇宙用極低温冷却技術でした。望遠鏡や検出器を冷やす超流動液体ヘリウムのタンクを、ロケット打上げ時の振動・衝撃に耐え、しかも高い断熱性能で支えるシステムが必要です。米国のIRAS衛星に使われた、FRPベルトでヘリウムタンクを張力支持するシステムを国産化する、という大仕事が松本さんを中心に進められました。本当に多くの要素開発の積み重ねでしたが、工学研究者、そしてメーカーの技術者の方々との共同作業でIRTSの冷却容器が完成しました[3]。概念設計段階の基本的な熱計算は、松本さんご自身がやっておられたのを覚えています。

また冷却技術については、IRTSよりもさらに先を見据えて、宇宙用冷凍機の開発も同時に進められました。軽量で低消費電力、そしてメンテナンス・フリーで何年も動き続ける必要があります。様々な方式の冷凍機が検討され、まずは宇宙用スターリングサイクル冷凍機の開発が進みました。これが実を結んだのが、松本さんを初代プロジェクトマネージャとして実現した日本初の赤外線観測専用衛星「あかり」です[4]。「あかり」は液体ヘリウムを搭載しましたが、熱侵入を防ぎ液体ヘリウム寿命を伸ばすのにスターリングサイクル冷凍機が使われ、全天サーベイを達成すること



図4 松本さん発案のIRTS同窓会にて、IRTS開発の仲間とともに（2017年夏、今治市大島）。

ができました。さらに液体ヘリウムが蒸発してなくなった後も、冷凍機だけで近赤外線観測が継続できました[5]。次の赤外線天文衛星SPICAでは、液体ヘリウムを搭載せず、冷凍機のみで冷却するシステムに進化する予定でした[6]。残念ながらSPICA計画はキャンセルとなりましたが、この国産冷却技術はX線天文衛星などにも広がりを見せ、今では日本の科学衛星の強みにさえなっています。

松本さんは、街を歩くときでも研究でも、立ち止まって皆が追いついてくるのを待つ、などということとはされない方でした。タイトルにつけた“rush-rush man”は、サブミリ波観測に関してロケット実験からIRTSまで共同研究者であった、米国のP. L. Richardsさんの松本さん評です。松本さんの勢いがなければ、少ないマンパワーで衛星実験の立ち上げはできなかったでしょう。定年後も立ち止まることなく、日本、韓国、台湾を股にかけて研究を続けておられました。私の中では、いつも元気な松本さんのイメージしかありませんでしたが、思いがけず訃報に接することになってしまいました。残念です。

参考文献

- [1] Murakami, H., et al., 1994, ApJ, 428, 354
- [2] Noda, M., et al., 1994, ApJ, 428, 363
- [3] Murakami, M., et al., 1990, in Advanced Cryogenics Engineering, vol. 35, ed. R. W. Fast (New York: Plenum Press), 295
- [4] Murakami, H., et al., 2007, PASJ, 59S, 369
- [5] Nakagawa, T., et al., 2007, PASJ, 59S, 377
- [6] Nakagawa, T., & Murakami, H., 2007, AdSpR, 40, 679

松本さんが生涯をかけて取組んだ近赤外背景放射の研究

松浦周二（関西学院大学・教授）

大学院へ進学しようと名古屋大学の研究室を訪問した際に、松本さんがはじめに見せてくれたのは、後から有名な実験と知った、名古屋-パークレー実験という宇宙マイクロ波背景放射（CMB）のロケット観測に使われた電子回路の残骸でした。手作りの装置で宇宙論の観測ができるなんて！と感動するとともに、回路基板をひらひら振って微笑むこのおかしな先生のもとで研究したいと決心しました。当時、このCMB実験は一世を風靡し、次なる実験にむけてU.C. Berkeleyから院生がしょっちゅう訪れるなど、研究室は活気

に溢れていました。私はCMB実験に魅力を感じつつも、それと並行して計画されていた近赤外背景放射を観測するロケット実験に参加させてもらいました。まさかその研究を自分が現在に至るまで松本さんと一緒にやるとは思いませんでした。

一連のロケット観測の動機は前景放射が弱い「宇宙論の窓」と呼ばれた近赤外線と遠赤外・サブミリ波で銀河系外から飛来する背景放射の明るさを調べることでした。近赤外線では、村上浩さんや秋葉誠さんらが活躍した初期のロケット実験で兆候がみられた種族III星による赤方偏移 $z \sim 20$

のライマンアルファ線を、はっきりと捉えることが目標でした。当時は地上の大きな赤外線望遠鏡の限界等級は20等程度でしたので、宇宙初期を捉えるには背景放射観測は間違いなく有効な手段でした。松本さんの総指揮のもと、宇宙科学研究所に移られた村上さんらの指導下で野田学さんが中軸となり実施したS520-11ロケット実験を行い[1]，続いて研究室に着任した松原英雄さん、私とは兄弟のように一緒に院生生活を過ごした川田光伸さん（松本さんより先に逝ってしまったのは悔しい）、当時U.C. Berkeleyの院生で私と同年のJamie Bockが主力で遠赤外と近赤外の背景放射を同時に観測するS520-15ロケット実験を行いました[2]（次のBock氏の文書中の図7）。しかしこれらの観測データには期待していた種族III星のサインは見つかりませんでした。当時はこの結果に脱力しましたが、系統誤差が大きい実験であったため、松本さんはこの件は宇宙望遠鏡IRTSでこそ決着をつけるべきものと考えていました。

奥田さんと村上さんの文にあるように、松本さんが主導し開発した高感度の検出器を用いたIRTS搭載近赤外分光器NIRSはすばらしい性能を持っていました。背景放射観測は銀河系内の前景放射をいかに精度よく差し引けるかが勝負の分かれ目ですが、NIRSはCOBE衛星の10倍も高い空間分解能をもって、深刻な前景放射である銀河系内の星々を十分に取り除いたうえで背景放射のスペクトルを測定しました。しかし待望の観測データには、ロケット実験の結果と同様、ライマンアルファどころか目立ったスペクトル構造がありませんでした。その原因を考えつつ、松本さんは「あかり」衛星プロジェクトの指揮をとるため宇宙科学研究所に異動し、その後はNIRSのデータどころではなくなりました。私はとて言えば天文学を続けられる職が見つからず、NIRSデータの解析はしばらくお預けになりました。「あかり」に目処が立つと松本さんはデータを見直し始め、松

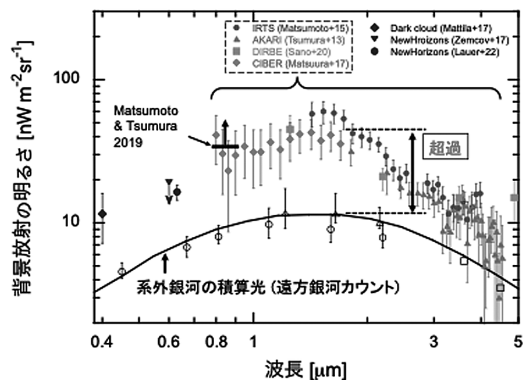


図5 松本さんが育てた背景放射観測計画で明らかになった輝度超過。

本さんに呼んでもらい宇宙科学研究所に職を得た私も解析に加わりました。その結果、近赤外の銀河系外背景放射は、遠方銀河カウントで点源として分解された銀河の積算光をはるかに超える明るさをもつことが確実にになりました（図5の●データ点、のちに再解析により改訂した結果[3, 4]）。この輝度超過は当初考えていた $z\sim 20$ ではなく $z\sim 9$ の再電離期の天体に起因する可能性も示しました。観測されたスペクトルにライマンアルファや目立った構造がないのは、ガスに埋もれた大質量星の光球をみているからであり、それによるライマンブレイクは $z\sim 9$ に相当するNIRSの観測波長の外にあるとの解釈です。当時、松本さんと苦笑しつつ話したのは、もっと短い観測波長バンドを用意しておけばよかった、ということです。しかもあろうことか、打上げ間近の「あかり」衛星までも最短波長を $1.8\ \mu\text{m}$ としていたのです！…しかし、ぬかりのない松本さんは、Andrew LangeさんらU.C. BerkeleyからCaltechへ拠点を移していた背景放射観測仲間たちと、さらに短い波長で近赤外背景放射を観測するロケット実験（のちのCIBER）を立ち上げようとしていました。

松本さんは定年退職後も精力的に近赤外背景放射の解明に向けて動き続けました。名古屋大学時代に聞かされた大口径の宇宙望遠鏡で近赤外背景放射を点源に分解観測する構想は、「あかり」衛

星に近赤外カメラIRCを搭載する強い動機でした。「あかり」が無事に打上がりIRCの背景放射観測は計画通りにデータが得られましたが、私は遠赤外線背景放射データに注力する必要があり、IRCの背景放射データを科学成果として実らせたのは名誉教授になった松本さんでした。松本さんは招聘研究員として所属したソウル大学の学生らとIRCで繰返し観測した北黄極域のマップデータを解析し、極めて暗い銀河まで除去した近赤外背景放射の空間的なゆらぎを調べ、近赤外背景放射の分角スケールのゆらぎは系外銀河の空間分布では説明できない大きな振幅を持っていることを明らかにしました [5]。NASA/GSFCのAlexander KashlinskyらがSpitzer衛星で「あかり」と同様な結果を得て、それが再電離期に由来する解釈を示したこともあり、私たちの研究は特に米国で注目されました。のちには津村耕司さんがIRCの分光データを解析し、IRTSよりずっと暗い星まで除去して得た背景放射スペクトルにも輝度超過があることも示しました (図5の▲データ点 [6])。IRTS以来の課題となっていた近赤外背景放射の輝度超過に加え、大角度ゆらぎを生じる「何か」がこの宇宙に存在することに松本さん自身が驚いていたようです。ただ、解釈がどうであろうと長年かけて観測してきた結果には間違いがないはずだ、という実験家の自負をよく口にしていました。

松本さんがCaltechグループと共同で立上げたロケット実験CIBER (図6) は、観測波長をIRTSや「あかり」より短い可視光近くまで伸ばし、いよいよ $z\sim 9$ の再電離期天体のライマンブレイクを検出しようという試みでした。私は「あかり」で手一杯にもかかわらず志願し中心メンバーとして参加させてもらいました。Andrew Langeが見守る中Jamie Bockと観測計画や搭載機器を検討したり、津村くんら新しい院生を日米で迎え入れたり、さながら名古屋大学の研究室に戻ったような気分でした。CIBERは、液体窒素冷却のシンプルな2波長バンドのカメラと高・低



図6 米国ホワイトサンズ射場でのCIBER第2回打上げ前の集合写真 (2010年)。

分散分光器を搭載し、「あかり」でゆらぎの超過を検出した北黄極域を含む前景放射が弱い天域を重点観測しました。初回実験は、振動試験で不具合が生じ打上げを断念したり、ロケット筐体から大きな熱放射が混入したりで、思ったような結果が得られませんでした。改良を重ねて臨んだ2回目の実験では良質なデータが得られ、背景放射の検出に成功しました。その後もマイナーチェンジをしつつ2回の打上げ実験を行い、最終的にはかなり確信のもてる背景放射スペクトルの結果を得ることができました (図5の◆データ点 [7])。私は、松本さんが育てたIRTS、あかり、CIBERによる背景放射観測の結果は互いに矛盾がなく、可視近赤外域において幅広く同様な超過を示したことで自信を深めました。また、比較しうるデータがCOBE/DIRBE衛星のものしかなく (図5の■は私たちのグループの佐野圭さんによる解析 [8])、これらがいかに独創的な研究だったかということ

に感動を覚えます。

ただし、CIBERでも再電離期のライマンブレイクという当初の単純な解釈の兆候が見られないことから、この超過問題に途方もない深さを感じました。CIBERではゆらぎの観測にも成功し、「あかり」と同様な角度スケールでとても強いゆらぎが見つかりました [9]。輝度超過と同様にゆらぎも比較的フラットなカラーを持っており、再電離期の兆候は確認できませんでした。CIBERチームでは、ゆらぎの結果を近傍銀河のダークハローに分布する星々 (Intrahalo light-IHL) によるとする解釈を進めましたが、松本さんはこれに最後まで異議をとなえました。IHLモデルでゆらぎを説明したとしても、それにより輝度超過の問題を同時に解決できないのです。CIBERチームはゆらぎデータの解析を現在も続けています。また、IHLや再電離期のモデルをよりはっきりと検証するため、チームではゆらぎのスペクトル形状を6波長バンドで観測するCIBER-2実験を計画し、2021年に初回の打上げ実験を実施しました。初回実験はCIBERと同じくいくつかの不具合があったため、現在は装置改修し2回目の実験を予定しています。CIBER-2の科学成果を松本さんに見てもらえなかったのはとても悔やまれますが、初回の打上げまでたどり着いたことをとても喜んでくれた松本さんへ向けて私ができるのは今後これを成功させることです。

松本さんは韓国のKASIや台湾のASIAAでの招聘期間を終えたあと、ゆらぎ超過と銀河分布の関係を明らかにするため、津村さんとハッブル宇宙望遠鏡の可視光の最高感度サーベイであるXDFの解析に取り組みました [10]。AB等級で30等をゆうに超える極めて暗い銀河まで除去したうえで背景放射のゆらぎ解析を行った結果、10秒角スケールで大きなゆらぎを検出しました。このゆらぎ振幅から換算した輝度の下限値は銀河積算光よりも大きく、CIBERの観測値と矛盾のないものでした (図5の上向き矢印)。さらに松本さんは、

XDFの点源リストの中に銀河と同定できない星状のコンパクトな天体が大量に含まれていることに気づき、それらの等級-カウント関係を調べた結果、暗い等級になるほど急激に数が増加することを見つけました。このコンパクト天体を新たな種族とみなし、Faint Compact Object-FCOと名付けました。そしてFCOの等級-カウント関係をさらに暗い等級へ延長すると、やがて銀河の数を超えるようになり、輝度超過を説明できる可能性があることを明らかにしました。またFCOの本質は、それらの互いによく似た青いスペクトルや、それらが総バリオンの半数を担うとの仮定のもと、近傍宇宙 ($z < 0.1$) にある数百倍太陽質量のミニクエーサーのようなものではないかと推測しました。

松本さんは、FCOこそが可視近赤外背景放射の原因であり、長年の課題をついに解決したと確信しました [11]。またFCOの存在がつついに稼働し始めたJWSTで検証されることを療養中とても楽しみにしていました。公開されたJWSTの鮮明な画像を見るとFCOの検証への期待が膨らむとともに、その検証は残された私たちの責務のようにも思えます。JWSTだけでなく、CIBER-2, SPHEREx, 惑星間宇宙望遠鏡IPSTなどの将来計画で、さらに研究を深めて新たな分野を拓くことも松本さんが望んでいたことです。それらに関して、最後に松本さんに会ったときにもらった励ましの言葉を思い出すと身が引き締まります。

松本さんは「あかり」にしてもCIBERにしても適材適所を見極めチーム構成し目的へ向かって最短時間で計画を進める天才でした。また仕事の進め方がとても速いにもかかわらず常に正しい判断で舵を切っていたと感じます。私はCIBERのアップグレード実験のCIBER-2を引継ぎ進めています。松本さんと比べて自分の取り回しの下手さを痛感します。松本さんとCIBER実験拠点のCaltechへ何度となく出張しましたが、夜は決まってお気に入りのビールを買って宿で一緒に飲

もうと誘ってくれました。将来計画について討論したり、研究仲間たちの悪口を言って笑ったりして、思えば松本さんの研究への取組み方を知る貴重な時間でした。松本さんは「自分が他の研究者より優っていると思わないが、重要と思ったひとつのことをどこまでもしつこくやってきた」と言うのでした。松本さんはうそぶくようなことはしなかったで、本当にそう考えていたのだと思います。学生時代に陸上をやっていて、まっすぐ走るのはとても速いけれど曲がるのは苦手と言っていたことも冗談ではなく、研究者としての生き方そのものだったのでしょう。それから松本さんは院生に「君は研究仲間なのだから私を先生と呼ぶな」と言っていたので、ずっと松本さんと呼

んできました。しかし思えば私にとって偉大な師匠だったのだから最後に呼びます。松本先生、研究者の生きざまを見せていただき、ありがとうございました。

参考文献

- [1] Noda, M., et al., 1992, ApJ, 391, 456
- [2] Matsuura, S., et al., 1994, PASP, 106, 770
- [3] Matsumoto, T., et al., 2005, ApJ, 626, 31
- [4] Matsumoto, T., et al., 2015, ApJ, 807, 57
- [5] Matsumoto, T., et al., 2011, ApJ, 742, 124
- [6] Tsumura, K., et al., 2013, PASJ, 65, 121
- [7] Matsuura, S., et al., 2017, ApJ, 839, 7
- [8] Sano, K., et al., 2020, ApJ, 901, 112
- [9] Zemcov, M., et al., 2014, Science, 346, 732
- [10] Matsumoto, T. & Tsumura, K., 2019, PASJ, 71, 88
- [11] Matsumoto, T., 2020, Proc. Jpn. Acad., Ser. B, 96, 335

松本先生と追究した近赤外線背景放射

James J. Bock (カリフォルニア工科大学・教授)

1989年、カリフォルニア大学バークレイ校の学生である私は、日本の観測ロケット実験に参加させてもらうために自己紹介を松本先生にFAXで送りました。この時に、「先生」という漢字を松本さんの名前の後ろに書いたことが、私の松本先生に関する最初の思い出です。その後私は何度も日本に渡航して合計約1年ほど日本に滞在し、松本先生の指導のもと、日本での2つの観測実験ロケットに参加しました[1-4] (図7, 8)。私は、松本先生はチームワークに関する天性の素質を持っていると気づきました。私たちの研究チームが仕事をして、食事をして、昼食後にコーヒーを一緒に飲んで、(ロケット射場で)一緒に寝泊まりをしている間、松本先生はいつもユーモアと優しいアドバイスで迅速に対応してくれました。私たちの研究対象である天文学は抽象的ですが、松本先生は実践的な能力においても優れていて、いかにモノと人を集めて新しい実験を迅速に立ち上げるのか

ということを知っていました。私が遠赤外線に関する実験でPh.Dを取得後、松本先生が生涯をかけて追い求めた近赤外線背景放射の観測に私も関わるようになりました。これにより、私はIRTS



図7 観測ロケット S-520 15号機の搭載装置に最後に液体ヘリウムを充填した直後の写真。左から順に田中昌宏、川田光伸、松原英雄、松本敏雄、松浦周二、Jamie Bock, Phil Mauskopf, Andrew Lange.



図8 観測ロケット実験の管制室の様子。

ミッション（私の役割は小さなものでしたが）と、NITE [5], CIBER [6], CIBER-2 [7]というアメリカでの8回の観測ロケット実験に関わりました。赤外線背景放射の研究は天文学における小さな一分野として、素晴らしい研究者たちが固く結束した研究コミュニティによって発展していきましたが、その中の多くの人にはなんらかの形で松本先生と関わりのある人たちでした。赤外線背景放射を理解する冒険はまだ続いています！私は次のSPHEREx衛星[8]による近赤外線背景放射の新しい成果をお見せしたいと心から思っています。SPHEREx衛星には、ロケット実験CIBERで開発してきた、松本先生オリジナルのアイデアがふんだんに使われているのです。（日本語訳：津村耕司）

参考文献

- [1] Matsuhara, H., et al., 1994, PASJ, 46, 665
- [2] Matsuura, S., et al., 1994, PASP, 106, 770
- [3] Kawada, M., et al., 1994, ApJL, 425, L89
- [4] Bock, J. J., et al., 1993, ApJL, 410, L115
- [5] Bock, J. J., et al., 1998, Proc. SPIE, 3354, 1139
- [6] Zemcov, M., et al., 2013, ApJS 207, 31
- [7] Takimoto, K., et al., 2020, Proc.SPIE 11443, 114435A
- [8] Doré, O., et al., 2014, arXiv:1412.4872

[英語原文]

Pursuing the Extragalactic Background Light with Matsumoto-sensei

My first memory of Prof. Matsumoto is writing out the kanji “sensei” after his name on a fax c. 1989, introducing myself as a UC Berkeley student interested in participating in the next sounding rocket flight in Japan. I worked under his guidance on 2 rocket flights in Japan, where I spent about a year spread over several trips. I found he had a natural gift for teamwork. As our group worked, ate, shared coffee after lunch, and (at the launch site) slept together, he was always quick with humor and gentle advice. While our cosmic studies are abstract, Prof. Matsumoto also was also skilled in practicality, knowing how to quickly assemble a new experiment of distributed parts and people into a working whole. After my PhD, which was a far-infrared experiment, I became caught up in his lifelong quest to understand the near-infrared extragalactic background. This path led me through to the IRTS satellite (I had a very minor role), and 8 more sounding rocket flights in the US, the NITE, CIBER and CIBER2 experiments. The study of the infrared background has evolved into a small field with a tight-knit community of determined specialists, most of whom seem to be connected in some way to Prof. Matsumoto. The quest to understand continues! Indeed I am hoping to make a new contribution to the near-infrared background with the upcoming SPHEREx satellite, using many of Matsumoto-sensei’s original ideas that we developed on the CIBER project.

松本先生の思い出

Hyung Mok Lee (ソウル大学・名誉教授, 韓国天文研究院前院長)
韓国の赤外線天文学コミュニティを代表して

松本先生の逝去の報に接し、心から哀悼の意を捧げます。

松本先生に私が最初にお会いしたのは、1999年のこととなります。ソウル大学を訪問された松本先生は、赤外線天文衛星ASTRO-F計画のデータ解析活動への参加を私たちに持ち掛けられました。松本先生のこの勧誘のおかげで、韓国コミュニティはASTRO-Fという国際的な赤外線ミッションに参加することになりました。

その後、私は、3人の大学院学生 (Woong-Seob Jeong, Jungjoo Sohn, Sam Kim) とともに、2000年の夏から1年間、日本の宇宙科学研究所に滞在しました。松本先生のリーダーシップのもと、宇宙科学研究所の赤外線グループは私たちを大変に温かく迎え入れてくださり、快適な1年間を過ごすことができました。特に、毎朝、松本先生がコーヒーを淹れてくださり、そのコーヒーとともに、個人的なお話から研究のお話まで、いろいろと議論させていただいたことは楽しい思い出です。そうした会話の端々から、松本先生の科学研究にかける情熱が湧き出してくるようでした。その情熱は定年になっても絶えることがなく、定年から1年も経たない2006年2月のASTRO-F (あかり) の打ち上げにあたって、松本先生が打ち上げ準備に積極的に取り組んでおられたのを私は目にしました。

「あかり」に参加したことで、韓国の赤外線天文学は、その後に大発展をしました。「あかり」の打ち上げ直後に、韓国の衛星である Science and Technology Satellite (STSAT-3) に搭載する科学ペイロードの公募が韓国政府から発出されました。KASI (Korea Astronomy and Space Science Institute, 韓国天文研究院) のグループが、この公募



図9 (故) S. S. Hong ソウル大学名誉教授とともに。

に応じて、近赤外線のイメージング機器MIRISを提案し、採択されました。私は、2007年に宇宙科学研究所を訪問したときに、この望遠鏡の予備的な設計案を松本先生にお見せしました。松本先生は、温度制御が難しいなど、即座に設計の不適當な点を指摘してくださいました。その後、松本先生には望遠鏡の再設計に参加していただき、予算を用意して実績のある企業に解析を依頼することまで行っていただけました。この成果が実り、MIRISは2013年に打上げられ、韓国と日本の共同プロジェクトとして、観測成果をあげました [1]。続いて、2018年には、韓国の Next Generation Small Satellite に搭載された Near-Infrared Imaging Spectrometer for Star formation history (NISS) が打ち上げられました [2]。NISSには Linear Variable Filter が搭載されましたが、これはもともと、SPICA計画のなかでの韓国搭載機器のために松本先生が発案したアイデアに基づくものでした。Linear Variable Filter を用いた大規模サーベイのアイデアは、その後カリフォルニア工科大学のグループが率いている NASA の MIDEX 計画である SPHEREx に受け継がれました。SPHEREx に

は、KASIのWoong-Seob Jeong (私とともに2000年に宇宙科学研究所に滞在したメンバーの1人)が率いるグループが、唯一の外国パートナーとして参加しています。松本先生は、2008年以来、韓国のBrain Pool Programなどの予算により、韓国に数年滞在され、主にソウル大学とKASIで研究を進められました。この滞在中、松本先生は、上記のMIRISやNISSプロジェクトを進める韓国のグループを、力強く後押ししていただきました。さらに、多くの科学研究プロジェクトを率いてくださいました。このように、韓国における赤外線天文学研究および赤外線スペースプロジェクトの推進において、松本先生は極めて重要な役割を果たされました。

今後も韓国と日本の赤外線天文学における協力をぜひ続けていきたいと私は思います。この活動のなかで、私たちのコミュニティに対する松本先生の絶大な貢献を、決して忘れることはありません。

(日本語訳: 中川貴雄)

参考文献

- [1] Han, W., et al., 2014, PASP, 126, 853
- [2] Jeong, W.-S., et al., 2018, Proc. of SPIE, 10698, 1069822

[英語原文]

To the Memory of Prof. Toshio Matsumoto

I was deeply saddened by the passing away of Prof. Toshio Matsumoto.

I met Prof. Matsumoto for the first time in late 1999 when he visited Seoul National University (SNU) to seek collaboration on the data analysis of Astro-F (which was renamed to AKARI just after its launch in 2006). Because of his visit together with other Japanese colleagues, the SNU group involved in world-class infrared space project.

I went to ISAS in summer 2000 with three graduate students: Woong-Seob Jeong, Jungjoo Sohn and Sam Kim. Our stay in ISAS was very

comfortable and pleasant, thanks to the warm atmosphere of the infrared group, under Prof. Matsumoto's leadership. I especially enjoyed coffee made by him early in the morning in his office and conversations ranging from personal stories to astronomy and science in general. His passion to science impressed me very much. Until the last minute to his retirement, he never stopped working: ASTRO-F (AKARI) was successfully launched in February 2006, less than a year after his formal retirement, and I saw him actively working for the preparation of the launch.

Infrared astronomy in Korea has flourished thanks to our involvements of AKARI. Just after the launch, Korean government announced a call for proposal for the science payload of the third Science and Technology Satellite (STSAT-3). KASI scientists submitted a near infrared imaging telescope (MIRIS) proposal which was eventually accepted. I showed a preliminary design of this telescope system to Prof. Matsumoto while I was visiting ISAS in 2007, and he immediately pointed out that it will not work because of difficulties in temperature control. He helped us in re-designing of the system, and even brought some funds that can be paid for detailed works by a professional company. MIRIS was launched in 2013, as a collaborative project between Korea and Japan [1]. In 2018, another near infrared project by KASI called Near Infrared Imaging Spectrometer (NISS) on board Next Generation Small Satellite was put on orbit [2]. NISS used the linear variable filters, which were first introduced to us by Prof. Matsumoto, in order to obtain spectroscopic information in all pixels during SPICA collaboration. Eventually, the concept of using linear variable filter for large area survey was adopted by SPHEREx, a MIDex program of NASA led by Caltech

group and Woong-Seob's group at KASI became the sole foreign partner of this project. Prof. Matsumoto spent several years, mostly in SNU and KASI through the Brain Pool program supplemented by other grants since 2008. He helped us in pursuing at MIRIS and NISS, as well as active

scientific research. He played the key role in the development of the infrared astronomy and related sciences in Korea.

I hope to continue our collaboration on infrared astronomy with Japanese colleagues, and always remember his contribution to our community.

私の知っている松本さん

Shiang-Yu Wang (台湾中央研究院天文及天文物理研究所)

我々、台湾中央研究院天文及天文物理研究所 (ASIAA) は2012年、スペースミッションに参加する可能性を真剣に探っていました。そして、我々の日本人メンバーをたどってSPICAチームにコンタクトし、参加の可能性を探りました。ちょうどその頃、著名な研究者である松本さんが台湾に来ることを望んでいると知り、所長はすぐさま松本さんを招き、我々のスペースプログラムの立ち上げに参加していただくことにしました。この様にして私は松本さんと出会い、一緒に仕事を始めました。

我々は松本さんが台湾に来る前から、彼が日本の赤外線天文学のパイオニアであり、尊敬されて

いることを知っていました。しかし彼はアジアの典型的な上級研究者と異なり、非常に優しく、控えめで、礼儀正しい人でした。彼はずっと低姿勢で我々と柔軟に仕事をしてきましたが、常にはっきりとした目標を持っていました。科学面と技術面の両面で、我々は彼から重要な考え方を学びました。ASIAAは松本さんを通じ、SPICAに加えてCIBER-2計画にも参加しました。そして、日本の企業と協力してCIBER-2光学系の精密レンズホルダーを作成しましたが、松本さんの指導のおかげで問題なく作成し、ホルダーは無事に光学系と共にインストールされました [1]。我々の作成した部品が使われ、その制作過程で大きな温度



図10 2013年 Academia Sinica オープンキャンパスにて。

変化ストレスに耐える冷却部のパーツのデザインの基礎を学ぶことができ、大変嬉しかったです。残念ながらSPICAプロジェクトはキャンセルされてしまいましたが、CIBER-2は2021年に無事に最初の観測フライトを成功させました。松本さんが我々に残してくれた資産は、我々の今後のスペースプログラムの強固な基礎となるでしょう。

松本さんが台湾に来られた時、彼はすでに70歳を超えていました。それにもかかわらず彼は非常に精力的に活動し、いつでも明瞭な考えを持っていました。彼は所内のさまざまな活動（所外レクリエーション、年末パーティー、その他さまざまな会合）にも積極的に参加していました。彼は所のメンバーの誰とでも親しくなり、彼が台湾にいる間は皆が一緒に楽しい時間を過ごしました。松本さんがASIAAに来てくれて、本当によかったです。松本さんが台湾でお仕事をしてくださった時間は長くはありませんでしたが、我々のよい手本となってくれました。我々は貴方の熱心な姿勢と微笑みを忘れません。

（日本語訳：ASIAA日本人有志）

参考文献

- [1] Shirahata, M., et al., 2016, Proc. SPIE, 9904, 99044J

[英語原文]

The Matsumoto san I know

It was 2012 when ASIAA started seriously exploring possible collaboration for space missions. With the help of our Japanese colleagues, we contacted the SPICA team for the possible collaboration. Meanwhile, we learnt that the renowned scholar Matsumoto san is willing to come to Taiwan and our director recruited him immediately to help our newly developed space initiative. This

created the opportunity for me to know him and to work with him.

Before he came, we already know he is the pioneer of IR astronomy in Japan and is highly respected. However, unlike the typical senior scholar in Asia, Matsumoto san is very gentle, humble and polite. He kept a low profile and worked flexibly with us but with a very clear goal to achieve. He taught us important concepts both on the science side and technical side. With the help of Matsumoto san, ASIAA joined the CIBER II experiment in addition to the SPICA mission. We worked with a Japanese company to produce the precision lens barrels for the CIBER II optics. Guided by Matsumoto san, the lens barrels were made correctly and installed with the optics without problems. We were glad that our parts were useful and we learned a lot in the process especially on the design concept for cryogenic parts with large temperature change. Unfortunately, SPICA was cancelled but CIBER II had the first launch in 2021. However, the legacy that Matsumoto san brought to us has given us a solid foundation for the future space activities.

When Matsumoto san moved to Taiwan, he was already over 70. However, he was still very energetic, active and always with a clear mind. He actively joined the institute activities such as outings, year-end parties and gatherings. He got along with institute members easily and we all enjoyed the time during his stay in Taiwan. We were lucky to have Matsumoto san in ASIAA. Although it is a relatively short time, you do give us a nice role model to follow. We will all remember your diligence and smile.