

SIRIUS プロジェクトを振り返って

田村元秀

〈国立天文台光赤外研究部 〒181-8588 東京都三鷹市大沢 2-21-1〉

e-mail: hide@optik.mtk.nao.ac.jp

近赤外線 3 色同時カメラ SIRIUS がファーストライトを迎えてからすでに 4 年以上が経った。ファーストライト以降、輸送と若干のメンテナンス期間以外の晴れた夜はほぼ毎夜観測を続け、撮像という単機能ながらも多様な科学的成果を生んでいる。SIRIUS 開発に至った当時の動機・背景を振り返り、装置開発プロジェクトの意義を考えてみた。

1. 赤外線アレイ

可視光で宇宙を調べる手段は、「人間の目」から「写真」そして「CCD (電荷結合素子)」としいだいに発展してきた。しかし、赤外線では、写真に対応するような画像を一度に得る手段がなく、1 個の検出器を用いて 1 点 1 点観測するという効率の悪い時代が続いた。私たちの世代も、例えば京都大学の上松^{あげまつ} 1 m 望遠鏡を用いて、実に 1987 年頃までは単一検出器による赤外線サーベイを行っていた。1980 年代になって、欧米ではようやく可視光 CCD のように 2 次元の面画像を撮ることのできる「赤外線アレイ」検出器が天文学にも応用されるようになった。これにより赤外線天文学に革命が起こったとも言われる。赤外線アレイの性能の目安の一つは、その素子数である。一般に素子数が多いほど一度に宇宙の広い領域を見ることができ、開発が難しい。最初に天文で使われたものはたった 32×32 素子だったが、今日、すばる望遠鏡のような世界最先端の天文台では 1024×1024 素子の赤外線アレイは標準で、一部の最新装置(すばる^{モアークス} MOIRCS など)では 2048×2048 素子が使われている。このような赤外線検出器の発展を踏まえた赤外線サーベイが 2MASS と DENIS^{ツァーマヌス デニス} であった。それ以前の全天近赤外線サーベイは、1960 年代のレイトンとノイゲバウアが単一

検出器で行った 2 ミクロンサーベイまで遡る。2MASS は、最終的にはマサチューセッツ大学と^{アイバック} IPAC のプロジェクトとして、NASA と NSF からお金を得て実行された。計画の立ち上げ時(1990 年頃)には私はアメリカに滞在中で、その様子では実現はしばらく先の話と思われたが、いつの間にか本決まりになった(ただし本格的開始は 1997 年)。日本に戻ってからは、すばるの観測装置開発(CIAO)を担当していたが、上記のニュースに焦燥感さえ抱いた。つまり、世界の赤外線天文学は、2MASS や DENIS といった広域サーベイによって新たな天体を統計的に一網打尽にし、来るべき巨大望遠鏡をフル活用するための準備が着々と進んでいると感じたのである。

2. すばると 2MASS のニッチ

長谷川哲夫さんを代表とする重点領域「マゼラン星雲大研究」が採択されたとき、巨大な計画研究経費を活かして、上記のような状況に一石を投じるような赤外線プロジェクトは何だろうか? と悩んだ末、たどり着いた解が SIRIUS^{シリウス} であった。つまり、2MASS のような「比較的浅い(といても従来の水準で言えば十分に深い K~14 等)全天の赤外線観測」と、すばるのような「巨大望遠鏡による非常に深くて(K~20 等)狭い領域の赤外線観測」の間を埋めたいと考えた。これまでは

行われていない「広領域（数十平方度～数平方度）の、かなり深い（ $K=17-18$ 等）赤外線サーベイ」を狙うのである。マゼラン星雲全域を観測するには、この性能は必須である。さらに、2MASSでは感度が足りず、巨大望遠鏡では十分な観測時間が取れない大事なサイエンスは山ほどあるのだ。このような観測を実現するための装置は何か？広い領域を高効率でサーベイする常套手段は検出器をモザイクに並べることだが、多素子の赤外線検出器は高価すぎて4個以上買えず、せいぜい3個が限度であった。そこで、3色同時観測を選択した。3色同時ならば、2種類の赤外カラーが天候やシーイング変化の影響を受けずに決まり、測光観測だけでも天体の分類がある程度可能になる。キットピーク天文台の^{スキッド}SQIIDという 256×256 PtSi 素子4個を用いた多色同時赤外線カメラの便利さを知っていたので、迷いはなかった（残念ながら PtSi 素子は量子効率が著しく悪かったが、それでも 1.3 m 望遠鏡+SQIIDには数多くのユーザーがあった）。予算の大半を、当時最大かつ最高性能の 1024×1024 HgCdTe 素子（サイエンスグレード）3個につき込んだ。装置を載せる望遠鏡（^{アイアールエスエフ}IRSF）の仕様は 1.4 m F10 と決まりつつあったので、F10用の装置に設計すれば、ハワイ大学 2.2 m 望遠鏡やすばる望遠鏡の F 値と近いいため、望めばどの望遠鏡にも搭載可能である。装置の仕様は固まった。

3. 日本・ハワイ・南アフリカ

装置開発は、別項にあるように、名古屋大学の学生・ポスドク・技官が中心となった。Z研の方針に沿い、検出器以外は文字どおり「手作り」である。特に、巨大な真空冷却容器まで手作りしてしまう長嶋千恵さん（光学系・機械系担当）、複雑な観測プログラムをあっという間に組上げる永山貴宏さん（検出器系・制御系担当）、観測が終わったばかりの領域の美しい3色合成図（ギャラリー頁を参照）を仕上げる中島 康さん（解析系担当）

は見事なチームワークで、プロジェクトが完了するまで中心的な役割を果たした。開発は順調で、本開発が始まってからほぼ2年の2000年8月10日にハワイ大学 2.2 m 望遠鏡でファーストライトを迎えた。その後、完成したばかりの IRSF 1.4 m が待つ南アフリカに輸送し、南天での初観測を行った。2001年度にはハワイ・南アを往復し、南北両天での観測を進めた。もちろん、順風満帆というばかりではない。日本・ハワイ・南アへの輸送を考慮して可動部のない構造にしたにもかかわらず、輸送途中にかなりのダメージを受けたりもした。すばる望遠鏡に搭載する余裕も結局はなかった。しかし、ハワイでは開発メンバー以外にも広く装置利用を公開し、南アでは数多くのヘビーユーザーと成果にも恵まれて、装置のPIとしては非常にありがたいと感謝している。

4. 今 後

SIRIUS/IRSFのファーストライト後約4年が経過した。この分野の進展は早く、UKIRT/^{ウフカム}WFCAMや^{ヴィスタ}VISTAのような4 m クラス望遠鏡による広域ディープサーベイの計画が着々と進んでいる。現在は、SIRIUSの投稿論文に対してレフェリーからもデータの質や量に良いコメントをもらえることが多いが、1.4 m 望遠鏡による単純撮像は、残念ながら早晚競争力を失ってしまうだろう。それに負けない工夫が現在の課題である。今後のサイエンスも含め、SIRIUSの活用に興味のある皆さんの参加・助言を歓迎したい。

振り返ってみると、プロジェクトとして、SIRIUSは実に小気味良いものであったと言える。つまり、ほぼ同じ年頃の情熱ある大学院生・ポスドクが数名でチームを組み、開発から観測までを一貫して進めるスタイルは、比較的小規模な装置開発の一つの理想とも言える。大昔(?)は、大学院生一人が開発から観測まで一装置を担当するというスタイルが赤外線天文学では多かったが、その次のステップとして、これは正しいと思う。し

かし、すばる望遠鏡を含め今後の光赤外大・中望遠鏡計画においては、その装置プロジェクトでさえも巨大プロジェクト化する。今後、望遠鏡に絡む装置開発をどのように進めるかは、大学のみならず共同利用機関にとっても大きな問題であろう。また、自前の装置でサイエンスを進めるためには、気象条件（測光夜率とシーイング）の良さがクリティカルであることも指摘したい。南アはハワイ同様、間違いなく質・量ともに申し分ないデータを限られた時間内（例えば大学院期間）に取得できるサイトである。

最後に、上記以外の装置・望遠鏡の開発メンバーにも深く感謝をしたい。杉谷光司さんには開発初期からハワイ大学での観測時を含めいろいろご指導をいただいた。中屋秀彦さんは^{トリスベック}TRISPECという複雑な装置を別途担当しつつも、SIRIUSのアレイ駆動に関して開発初期から現在に至るまで寄与は大きい。山室智康さん、禅野孝弘さん、大朝由美子さん、渡辺 誠さん、柳澤顕史さん、平尾孝憲さんにも多方面にわたりたいへんお世話になった。また、長田哲也さんをはじめとして河合利秀さん、加藤大輔さん、栗田光樹夫さんは望遠鏡である IRSF 主要メンバーであるが、むしろ、IRSF/SIRIUS を合わせて一つの大きなプロジェクトであったと言うべきであろう。IRSF もまた手作りの良さが活かされた小気味良い望遠鏡である。IRSF/SIRIUS 全体の舵取りから院生の指導に至るまで、これらを統括したのは佐藤修二さんである。中田好一さん、田辺俊彦さん、松本茂さん、板 由房さん、松永典之さんら東大グループ、および、その他諸大学の最近の若い IRSF/SIRIUS ユーザーおよびそのデータユーザーの皆さん（馬場大介さん・直井隆浩さん・西山正吾さん・日下部展彦さん・門脇亮太さん・石原明香さん・波場泰昭さん、ほか）の多様なサイエンス成果や今後の観測への参加は非常に意義深いものと感謝する。イアン グラスさん、ロバート ストービーさん、マイク フィーストさんをは

じめとした多くの南アフリカ観測所の皆さんや、重点領域関係者の皆さん、特に、長谷川哲夫さん、林 正彦さん、福井康雄さん、芝井 広さん、観山正見さん、小山勝二さんにはプロジェクトの推進に多大なご理解とご助言をいただいた。

マゼラン星雲の近赤外線カタログは IRSF/SIRIUS の最大の成果としてコミュニティに広く公開される。今年になってマゼラン星雲の観測が終了し、並行してそれ以外のさまざまな分野でも成果が得られたことが、本特集号を組む動機となった。また、赤外 3 色同時観測で得られる RGB 3 色合成図は、一般の読者にはなじみの薄い「赤外線」画像を可視カラー化するのによってつけであり、そのギャラリーも本特集号中に設けることにした。「赤外線カラーで見た宇宙の姿」を楽しんでいただけると幸いである。さらに多くのギャラリーは、

<http://www.z.phys.nagoya-u.ac.jp/~irsf/index.html>
もしくは

<http://www.z.phys.nagoya-u.ac.jp/sirius/index.html>
からたどることができる。この研究は 1998–2001 年の重点領域研究「マゼラン星雲大研究」の補助を受けて行われた。

A Reflection on the SIRIUS Project

Motohide TAMURA

National Astronomical Observatory, Osawa 2–21–1, Mitaka, Tokyo 181–8588, Japan

Abstract: More than four years have passed since the first light of the near-infrared 3-band simultaneous camera, SIRIUS. The instrument is nightly continuing observations when the sky is clear, except for some periods of transportation and a little maintenance, and is producing various scientific results in spite of its single purpose of imaging. I reflected the background, motivation, and significance of this instrument-development project.