

# 日本天文学会早川幸男基金応募申請書

2002年9月10日締切り分

申請者氏名	芝塚要公 (Toshihito Shibatsuka: 会員番号 3617)
連絡先住所	〒国立天文台野辺山
所属機関	東京大学
職あるいは学年 (年齢)	D3(2002年7月8日現在 27才)
電子メール	shiba@nro.nao.ac.jp
電話番号 (FAX 番号)	0267-98-4376 (FAX: 0267-98-2884)
渡航目的	研究集会での口頭発表
講演・観測・研究題目	RAINBOW Observations of Dense Molecular Gas in the Evolved Starburst Galaxy NGC 3628
渡航先 (期間)	オランダ (2002年8月16日～8月25日)
渡航確認資料 (要2部)	会議のプログラム
航空運賃	211,540円 (協和海外旅行株式会社見積もり)
その他の交通費	成田までの電車代 15000円
領収書コピー	9月20日頃送付予定
他からの援助	滞在費は自費
早川基金採択歴	なし
日本天文学会での発表	12回 (うち筆頭発表者のもの9回)
査読論文 (印刷中を含む)	0編 (うち筆頭著者のもの0編)
他の添付資料 (要5部)	関連資料1編 (天文月報) のコピー

以上、間違いありません。2002年9月10日締切り分の日本天文学会早川幸男基金に応募致します。

2002年7月8日

申請者氏名 (自筆署名)

---

(学生・院生の場合には、本申請に関して指導教官の了解をもらい、以下に自筆署名を頂いてください。)

芝塚要公を日本天文学会早川幸男基金申請者として推薦致します。

指導教官:所属・職・氏名 (自筆署名)

# 1 渡航の主旨とその学問的意義

URSIの総会(International Union of Radio Science/XXVIIth General Assembly)において、「RAINBOW Observations of Dense Molecular Gas in the Evolved Starburst Galaxy NGC 3628」のポスター発表を行う。本ポスターの内容は、現在世界最高感度のミリ波干渉計「RAINBOW(野辺山ミリ波干渉計(NMA)に45m鏡を結合し強力な集光力を誇る)」の性能とRAINBOWを用いたサイエンスが中心になる予定である。以下の2段落にその概要を、最後の1段落に渡航の必要性を記述する。共著者は野辺山宇宙電波観測所のRAINBOWプロジェクトメンバーで、申請者が筆頭著者である。

## 前半部：RAINBOW干渉計について

RAINBOW干渉計計画は、国立天文台野辺山宇宙電波観測所が中心となって進めている、45 m鏡とNMAを結合した高感度干渉計を立ち上げる計画である。このRAINBOWという名前は、7台(7色)のアンテナに由来している。45 m鏡が加わる事は干渉計の感度に大きなインパクトをもたらす。NMAは10 m鏡が6台からなる干渉計で、その集光面積は合計約470平方メートルである。しかし45 m鏡を加える事で2060平方メートルと3倍以上にはねあがる。この値は、同じミリ波干渉計であるIRAM干渉計やOVRO干渉計の2~3倍に相当する。この強力な集光力によって、原始銀河や原始星円盤の探索、近傍銀河の微弱な分子輝線の検出等が可能となる。2002年現在、RAINBOWは世界最強のミリ波干渉計として様々な天文学的成果が生み出される事が期待されている。本ポスターの前半では、各種校正観測から求められたRAINBOWの性能を実際の観測データを用いて他の干渉計と比較および報告する。また共同利用の実施についても言及する予定である。

## 後半部：スターバースト銀河NGC 3628の高密度分子ガスの観測

星は分子雲の希薄なエンベロープ領域ではなく、高密度コアで誕生する。この事は高密度分子ガスが星形成の直接的母胎である事を示しており、スターバースト現象を理解する為には分子ガスの物理状態(密度等)の理解が重要である事を意味している。我々はスターバースト現象の進化と分子ガスの物理状態の関係を調べるために、近傍のスターバースト銀河NGC 3628の高密度分子ガス観測をRAINBOW干渉計を用いて行った。観測した輝線はHCNおよびHCO<sup>+</sup>輝線で、高密度分子ガスをトレースすると考えられている。また3mm連続波も同時に観測した。NGC 3628の中心領域からは、X線のkpc scaleのoutflowが観測されている(Fabboano et al. 1990 ApJ, 355, 442 and references therein)。この事は、この銀河の中心領域で、長期間に渡って活発な超新星爆発を起こしている事(スターバースト現象の進化が進んでいる事)を示唆している。以上の事から、NGC 3628は上記の目的を果たす上で重要なサンプルと言える。

HCNと過去に得られたCOの強度比は、0.07であった。この強度比( $R_{\text{HCN/CO}}$ )は、全分子ガス中に含まれる高密度分子ガスの割合を示していると考えられている。NGC 3628の比の値は、活発な星形成銀河( $R_{\text{HCN/CO}} > 0.1$ )の値より有意に低く、通常銀河やスターバーストを停止した銀河(ポスト・スターバースト銀河)の値( $R_{\text{HCN/CO}} \simeq 0.08$ )に近かった。この事は、NGC 3628の中心領域の分子ガスに含まれる高密度分子ガス(星形成の素)が少なく、通常銀河等と同じような環境にあることを示唆している。しかし一方、星形成活動をトレースすると考えられている3mm連続波から求めた星形成率は、活発な星形成

銀河 (e.g., NGC 3504) に匹敵する程高い ( $1.6 \times 10^{-5} \text{ Mo yr}^{-1} \text{ pc}^{-2}$ )。

星の材料である高密度分子ガスの割合が通常銀河並に低いと考えられるのにもかかわらず、星形成率はスターバースト銀河に匹敵する程高いという結果は、NGC 3628 以外では M82 で報告されている。M82 は NGC 3628 と同様に、長期間に渡って星形成が続いてきたと考えられている銀河である。高密度分子ガスは星形成の直接的母胎であることから、この結果は「激しい長期間に渡る星形成によって高密度分子ガスが消費された」事を示していると考えられる。このような状態にある銀河は現在 M82 に続く第 2 例目であり、「スターバースト現象の停止の原因が高密度分子ガスの枯渇である」事を強くサポートする結果である。

#### 渡航の必要性：RAINBOW 干渉計の性能と初期成果のアピール

今回参加する URSI の総会は、「電波」天文における装置とそれに関するサイエンスを発表する上で、IAU の総会に次ぐ規模の学術会議である。RAINBOW 干渉計は、現在最高感度の干渉計であり、その性能と初期成果をそのような会議でアピールする事は日本の技術力をアピールする上で、非常に重要である。また NGC 3628 の結果は、スターバースト現象の停止のメカニズムを解く鍵となり得るものであり、重要な成果である。これらの性能と初期成果の発表は、RAINBOW および野辺山ミリ波干渉計のユーザーの拡大に大きな貢献をするであろう。

## 2 申請者の役割及び貢献度

RAINBOW 干渉計の実現のために、45m 鏡用の受信機とその制御システムをハード・ソフトの両面に渡って新規に設計および製作し、装置の各種較正を行った。RAINBOW 干渉計の共同利用実現に果たした貢献は極めて大きい。また、サイエンス面でも観測の立案実行および解析を行い、議論に関しても中心的役割を果たした。

## 3 今回の渡航に関する抱負あるいは成果

上述のように、URSI の総会で RAINBOW 干渉計の性能を発表する事は、日本の技術力をアピールする上で重要な事である。RAINBOW という強力な装置は、ALMA で行われるであろうサイエンスを開拓する上で非常に重要な観測装置である。特に本発表の後半で示されるスターバースト現象の進化と高密度分子ガスの関係は、その最たるものである。申請者は本渡航においてこの 2 点についてアピールしたいと考えている。

## 4 申請者業績リスト

1. T.Shibatsuka et al. *Multi-Line Observations of Molecular Gas in the Central Region of the Low Star Formation Efficiency “Starburst” Galaxy NGC 4527*: PASJ submitted