

## IV. 宇宙観測グループ

教授	中井直正、久野成夫
講師	瀬田益道
助教	永井 誠
研究員	金子紘之、長崎岳人、Dragan SALAK
大学院生	11名（数理工学科学研究科後期課程2名、前期課程8名、教育研究科1名）
卒研究生	3名

南極望遠鏡の推進のための戦略的人員配置として教授1名が配置され、4月1日付けで国立天文台野辺山宇宙電波観測所より久野成夫が着任した。3月31日で講師の瀬田益道が関西学院大学理工学部へ転出し、助教の永井誠が任期を全うした。研究員の金子紘之は国立天文台野辺山宇宙電波観測所へ、長崎岳人は高エネルギー加速器研究機構へ、Dragan SALAKは関西学院大学理工学部へ転出した。

国土地理院つくば32m鏡は種々の不具合の修理が終了し、VLBIおよび単一鏡観測を再開した。南極天文学の推進においては、南極望遠鏡の技術開発を継続するとともに、10mテラヘルツ望遠鏡の設置場所をドームふじ基地から既存の越冬基地があるドームCに候補地を変更した。また30m級テラヘルツ望遠鏡計画の本格的な検討を開始した。

国立天文台野辺山45m電波望遠鏡、アルマ、VLA等の既存の共同利用望遠鏡にも観測提案を行い、系外銀河や銀河系星形成領域等の観測を行った。

### 【1】国土地理院つくば32m鏡の電波望遠鏡の開発整備と観測

#### (1) 観測システムの開発整備

- アンテナの雨除けカバーの保守点検を10月に行った。カバーの取り付け金具がかなりさびていて締まらないので交換の必要があり、来年度に実施することとした。
- 2年に一度実施している受信機の冷凍機クライオスタットの保守を夏に実施した。
- 受信機の冷凍機のコンプレッサが1月に故障したので修理した。
- 受信機関係の小部品の修理交換やデータ取得用のパソコンの交換を行った。
- 4月にアンテナの性能評価を行い、大きな不都合がないことを確認したが、開口能率は1割程度低下していることがわかった。
- アンモニアの $\text{NH}_3$  (J,K)=(4,4)近くの周波数(24.1GHz付近)にアンテナ外から非常に強い混信が入ってきた。方向を調べたところ東京を含む関東方面から来ていることがわかった。電波天文の保護周波数から少し外れているために放射を止めるように直接的には言えないが、国立天文台電波専門委員会周波数保護小委員会に報告し、放射源の検討をすることにした。天体からの $\text{NH}_3$  (J,K)=(4,4)輝線が狭い場合は影響を受けないが、天の川の銀河面掃天観測のようなスペクトル線が広い場合は観測に多大な影響がある。

#### (2) 観測

##### (VLBI観測)

- 銀河系(天の川銀河)の中心核にある巨大ブラックホールにガスが落下することが外国の赤外線観測から予言され、そのときに中心核が赤外線、電波、X線等で明るく輝くと期

待された。そのため一昨年から全世界的に銀河系中心核の明るさのモニターが行われている。つくば32m鏡を含む国内VLBI網でも昨年に引き続き夏までK帯でモニター観測を実施した。残念ながらフレアーは起きず、ガスが銀河系中心核には落下していないことがわかった。各種研究会で報告するとともに論文として出版した。

○従来、X帯(8GHz)の大学連携VLBIは国土地理院が実施していたが、本年度から筑波大学が担当することになり、K帯(22GHz)と合わせて大学連携VLBI観測に係るつくば32mアンテナの運用は全て筑波大学が行った。

(単一鏡観測)

○天の川銀河(銀河系)のアンモニア反転遷移6本 $\text{NH}_3$  (J,K)=(1,1)-(6,6)の掃天観測のうち、銀緯 $b=0$ 度に沿って観測を継続している。特に銀河系中心に近いところは強く受かっている。

○オリオン分子の分子雲コア約80個の励起温度をアンモニア $\text{NH}_3$  (J,K)=(1,1)-(6,6)の観測から測定している。分子雲コアから星が誕生するためにはガスの乱流が減少して音速のみによる圧力となって内部圧力が弱くなり収縮して星が生まれるのではないかと推測している。その仮説を証明するためには温度の精密な測定が必要であり、アンモニア観測による励起温度の測定は最も適している。

○系外銀河 NGC 3079 で発見したアンモニア $\text{NH}_3$  (J,K)=(1,1),(2,2)の吸収線の観測結果を、米国の大電波干渉計(VLA)の詳細観測とともに論文として出版した。

## 【2】南極天文学の推進

### (1) 南極望遠鏡の開発

#### ○30cm 可搬型サブミリ波望遠鏡

チリでの500GHz帯の試験運用で、指向性に改善の余地があることが判明していた。30cm鏡に、新たに230GHzの常温受信機を搭載し、国立天文台野辺山宇宙電波観測所で指向性の改善を目指して、月、太陽、オリオンKLの観測を行った。その観測及び解析の結果、望遠鏡の設置時の水平面に対する設置精度が想定以上に指向精度に影響を及ぼしていることが分かった。今後は、設置精度を高めることで指向性を改善する。

#### ○10m テラヘルツ望遠鏡

昨年度までに、主鏡・副鏡に回転双曲面を用いたRitchey-Chrétien望遠鏡(RC)とし、RCによってできた焦点面から超伝導電波カメラまで電波を導くための広視野伝送光学系(鏡4枚と誘電体レンズ1枚)の設計解を得ていた。しかし、望遠鏡構造と視野の端での回折の影響により、この伝送光学系は視野1度の確保が難しい可能性のあることがわかってきた。今年度、主鏡・副鏡のRCは変更せずに、焦点面を中心部と外周部に分割し、それぞれに対して誘電体レンズ2枚からなる伝送光学系の検討を始めた(図1)。このような光学系を検討することで、望遠鏡光学系の簡素化と光学素子の小型化を期待できる。

電波カメラ用リレー光学系の反射鏡群の構造設計を行った。最短波長 $200\mu\text{m}$ で観測するためには主鏡副鏡を含む全反射鏡を合わせた

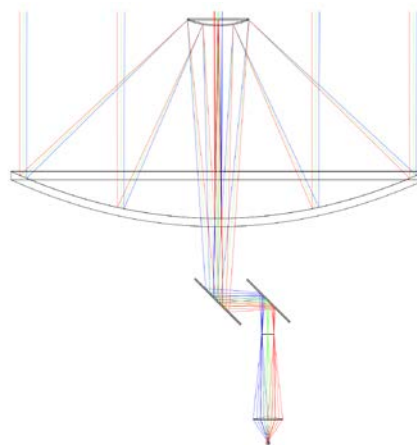


図1. 視野中心部の伝送光学系の例

鏡面精度は誤差  $20\mu\text{m}$  以下でなければならない。そのうち電波カメラ用リレー光学系の反射鏡4枚の合算精度は誤差  $10\mu\text{m}$  以下にする必要があるため、各反射鏡の重力変形と熱変形を有限要素法で解析し、軽量化をはかりつつ鏡面精度を維持する構造を決定して、必要鏡面精度と重量を達成する設計を得た。

当該望遠鏡の受信電波の強度を正確に決定する方法（強度較正法）を考案した。大気の光学的厚みの大きなサブミリ・テラヘルツ波帯では従来の1温度較正法では測定電波強度の誤差が大きいため2温度較正法を提案した。較正に必要な大気の光学的厚み $\tau$ はラジオメータを用いて測定し、その測定周波数の $\tau$ から大気モデルを用いたシミュレーションにより望遠鏡による観測周波数での $\tau$ を推定することとした。決定精度はサブミリ波帯で誤差5%以下と仕様値を満たし、テラヘルツ波帯でも誤差8%以下とすることができた。

制御系について仕様検討と基本設計を行なった。制御ソフトウェアについて、保守性・柔軟性・拡張性を確保するため、機器毎にTCP/IPを介して制御可能なライブラリと全体を集約するデータベースを置く構成を提案した。ドームふじ基地の既存のインフラを想定して検討したところ、日本からの遠隔操作を含めて、必要な機能を実現できることがわかった。ただし、取得される全データの転送だけは既存の衛星回線では不可能で、記憶媒体によって輸送する必要がある。

#### ○30m級テラヘルツ望遠鏡

天文分野の次期大型計画の候補として、南極30m級テラヘルツ望遠鏡計画の検討を開始した。関連する他の大口径単一鏡計画関係者とも協力し、南極大口径単一鏡でテラヘルツ帯の観測を行うことによって推進できるサイエンスについての検討を開始した。

### (2) 超伝導電波カメラの開発

南極望遠鏡による広視野観測を実現するために、超伝導電波カメラの開発を進めている。望遠鏡焦点面とカメラ焦点面を結合するために、誘電体レンズ2枚を用いた冷却光学系を用いる。この光学系と超伝導カメラを組み合わせ、 $0.1\text{K}$ にてビームパターンの測定を行った。測定ダイナミックレンジは約 $20\text{dB}$ であり、ビームパターンの形状は円対称となることを確認した。さらに、焦点面に投影されたビーム位置はシミュレーションにおける設計値と一致することを確認した。また、これらの技術をもとに、野辺山45m電波望遠鏡に搭載し試験観測を行うための90/150-GHz帯ミリ波超伝導カメラの開発および光学設計を進めた。

### (3) 人員体制の強化と概算要求等

南極望遠鏡の推進のための戦略的人員配置として教授1名が配置され、4月1日付けで国立天文台野辺山宇宙電波観測所より久野成夫が着任した。概算要求は文部科学省に事前説明を行ったが、ドームふじ基地の新しい建物等が建設される見込みが立たず、当該基地に建設することを断念した。そのため、越冬できる既存の基地に建設することとし、ドームCにあるフランス・イタリアのコンコルディア基地を有力候補地としてフランス極地研究所と協議を開始した。

## 【3】銀河の観測的研究

(1) 近傍渦巻銀河であるM33を野辺山45m電波望遠鏡でCO(J=1-0)、ASTEでCO(J=3-2)輝線のマッピング観測結果から銀河の分子ガス雲の物理状態と星形成活動の関係を調査した。銀河の中で最も活発に星形成活動を行っているNGC 604領域では星形成率と分子ガ

ス質量の比から定義される星形成効率が銀河円盤の他の領域と比較して1桁程度高いことが明らかになった。CO(J=3-2)/CO(J=1-0)比と文献値からの分子ガス密度見積りなどから、NGC 604 ではより重い星が選択的に作られ、かつ高密度なガスが多いことがこの性質を生み出していることが分かった。NGC 604 は近傍の渦巻銀河で経験的に知られる星形成と分子ガスの相関関係を満たさず(図 2)、むしろ遠方の激しく星形成活動を行っている銀河に近い性質を持つため、本研究は構造を分解できない遠方銀河の激しい星形成活動の原因解明にも示唆を与えるものである。

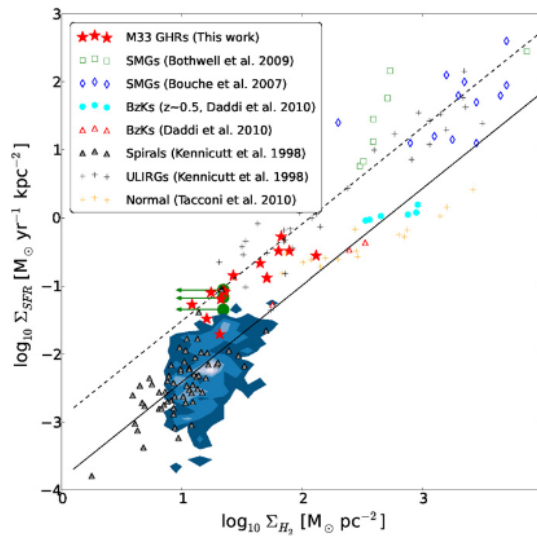


図 2. さまざまな銀河種族の分子ガスと星形成の関係、赤星が NGC 604 領域

(2) 系外銀河 NGC 3079 はその中心から数 kpc に渡るスーパーバブルを生じる。NGC 3079 中心の主たるエネルギー源を探るために、つくば 32m 望遠鏡と VLA を用いたアンモニア分子観測を行った。VLA 観測の空間分解能は 0.09"に

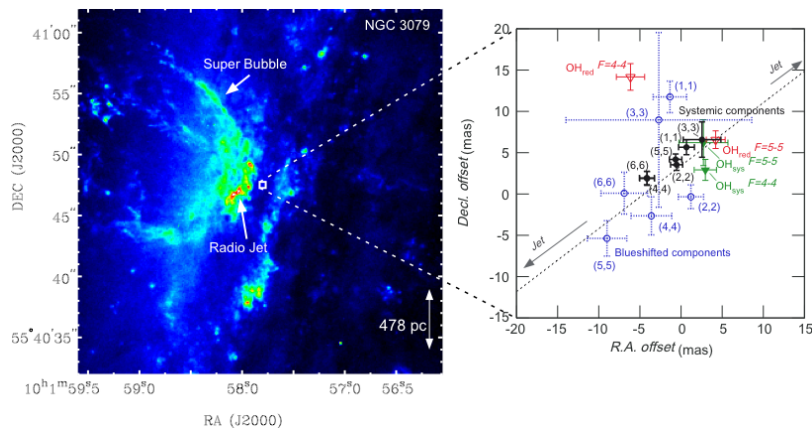


図 3. NGC 3079 中心付近の H $\alpha$  スーパーバブル (左) と中心核のアンモニア分子の分布 (右)。

達し、アンモニアの(J, K) = (1, 1) – (6, 6) 遷移が二つの速度成分

(システム速度成分と青方偏移成分)で検出された。これらの輝線強度比から導出される温度と柱密度は、これまでに報告されている他の近傍銀河に比べて高い。アンモニアのピーク位置を求めた結果、分布が NGC 3079 の AGN ジェットに沿っていることが明らかになった。これらは AGN ジェットが中心領域ガスの加熱に大きく寄与していることを示唆している。

(3) 爆発的星形成が起きている NGC 1808 銀河の分子ガスの分布とその物理状態を調べるために  $^{12}\text{CO}(J=3-2)$  と  $^{13}\text{CO}(J=3-2)$  の観測を行った。CO ガスが棒状など銀河中心以外にも広がっていることがわかった。CO ガスの位置速度データは分子雲の不規則的な運動を示している。これは、分子ガスの一部が銀河中心から噴出されている可能性を示唆している。また、検出された輝線のデータと文献の CO(1-0) と CO(2-1) のデータを用いて物理状態の解析を行った。その結果、銀河中心の分子ガスの温度は 35K、密度は  $10^{3.5} \text{ cm}^{-3}$  程度、やや高温・高密度ガスを示唆している。

## <論 文>

(査読論文)

1. Baldi, Ranieri D.; Giroletti, Marcello; Capetti, Alessandro; Giovannini, Gabriele; Casasola, Viviana; Pérez-Torres, Miguel A.; Kuno, Nario, “Molecular gas and nuclear activity in early-type galaxies: any link with radio loudness?”, *Astronomy & Astrophysics*, Volume 574, id.A65, 8 pp. (2015).
2. Hirota, Akihiko; Kuno, Nario; Baba, Junichi; Egusa, Fumi; Habe, Asao; Muraoka, Kazuyuki; Tanaka, Ayako; Nakanishi, Hiroyuki; Kawabe, Ryohei, “Wide-field  $^{12}\text{CO}$  (J = 1-0) imaging of the nearby barred galaxy M 83 with NMA and Nobeyama 45 m telescope: Molecular gas kinematics and star formation along the bar”, *Publications of the Astronomical Society of Japan*, Volume 66, id.46, 22 pp. (2014).
3. Imada, Hiroaki; Nagai, Makoto; Kino, Masaru; Seta, Masumichi; Ishii, Shun; Nakai, Naomasa, “Condition of Optical Systems Independent of frequency for Wide Field-of-View Radio Telescope”, *IEEE Transaction on Terahertz and Technology*, Volume 5, No. 1, 7 pp (2015).
4. Kamenno, Seiji; Mizuno, Izumi; Nakamura, Fumitaka; Kuroo, Makoto; Kano, Amane; Kawaguchi, Noriyuki; Shibata, Katsunori M.; Kuno, Nario; Takano, Shuro; Kuji, Seisuke, “The software-based polarization spectrometer PolariS”, *Proceedings of the SPIE*, Volume 9153, id. 91532D 6 pp. (2014).
5. Martín, S.; Kohno, K.; Izumi, T.; Krips, M.; Meier, D. S.; Aladro, R.; Matsushita, S.; Takano, S.; Turner, J. L.; Espada, D.; Nakajima, T.; Terashima, Y.; Fathi, K.; Hsieh, P.-Y.; Imanishi, M.; Lundgren, A.; Nakai, N.; Schinnerer, E.; Sheth, K.; Wiklind, T., “Multimolecule ALMA observations toward the Seyfert 1 galaxy NGC 1097”, *Astronomy & Astrophysics*, Volume 573, id.A116, 13 pp. (2015).
6. Matsumura, T.; Akiba, Y.; Borrill, J.; Chinone, Y.; Dobbs, M.; Fuke, H.; Ghribi, A.; Hasegawa, M.; Hattori, K.; Hattori, M.; Hazumi, M.; Holzapfel, W.; Inoue, Y.; Ishidoshiro, K.; Ishino, H.; Ishitsuka, H.; Karatsu, K.; Katayama, N.; Kawano, I.; Kibayashi, A.; Kibe, Y.; Kimura, K.; Kimura, N.; Koga, K.; Kozu, M.; Komatsu, E.; Lee, A.; Matsuhara, H.; Mima, S.; Mitsuda, K.; Mizukami, K.; Morii, H.; Morishima, T.; Murayama, S.; Nagai, M.; Nagata, R.; Nakamura, S.; Naruse, M.; Natsume, K.; Nishibori, T.; Nishino, H.; Noda, A.; Noguchi, T.; Ogawa, H.; Oguri, S.; Ohta, I.; Otani, C.; Richards, P.; Sakai, S.; Sato, N.; Sato, Y.; Sekimoto, Y.; Shimizu, A.; Shinozaki, K.; Sugita, H.; Suzuki, T.; Suzuki, A.; Tajima, O.; Takada, S.; Takakura, S.; Takei, Y.; Tomaru, T.; Uzawa, Y.; Wada, T.; Watanabe, H.; Yoshida, M.; Yamasaki, N.; Yoshida, T.; Yotsumoto, K., “Mission Design of LiteBIRD”, *Journal of Low Temperature Physics*, Volume 176, Issue 5-6, pp. 733-740 (2014).
7. Miura, Rie E.; Kohno, Kotaro; Tosaki, Tomoka; Espada, Daniel; Hirota, Akihiko; Komugi, Shinya; Okumura, Sachiko K.; Kuno, Nario; Muraoka, Kazuyuki; Onodera, Sachiko; Nakanishi, Kouichiro; Sawada, Tsuyoshi; Kaneko, Hiroyuki; Minamidani, Tetsuhiro; Fujii, Kosuke; Kawabe, Ryohei, “Enhancement of CO(3-2)/CO(1-0) Ratios and Star Formation Efficiencies in Supergiant H II Regions”, *The Astrophysical Journal*, Volume 788, article id. 167, 7 pp. (2014).
8. Miyamoto, Yusuke; Nakai, Naomasa; Kuno, Nario, “Influence of shear motion on

- evolution of molecular clouds in the spiral galaxy M51”, Publications of the Astronomical Society of Japan, Volume 66, id.36, 18 pp. (2014).
9. Miyamoto, Yusuke; Nakai, Naomasa; Seta, Masumichi; Salak, Dragan; Hagiwara, Kenzaburo; Nagai, Makoto; Ishii, Shun; Yamauchi, Aya, “Hot ammonia in the center of the Seyfert 2 galaxy NGC 3079”, Publications of the Astronomical Society of Japan, Volume 67, id.5, 15 pp. (2015).
  10. Mizuno, Izumi; Kamenno, Seiji; Kano, Amane; Kuroo, Makoto; Nakamura, Fumitaka; Kawaguchi, Noriyuki; Shibata, Katsunori M.; Kuji, Seisuke; Kuno, Nario, “Software Polarization Spectrometer "PolariS"”, Journal of Astronomical Instrumentation, Volume 3, id. 1450010, 16 pp. (2014).
  11. Morokuma-Matsui, Kana; Sorai, Kazuo; Watanabe, Yoshimasa; Kuno, Nario, “Stacking analysis of  $^{12}\text{CO}$  and  $^{13}\text{CO}$  spectra of NGC 3627: Existence of non-optically thick  $^{12}\text{CO}$  emission?”, Publications of the Astronomical Society of Japan, Volume 67, id.2, 17 pp. (2015).
  12. Nakamura, Fumitaka; Sugitani, Koji; Tanaka, Tomohiro; Nishitani, Hiroyuki; Dobashi, Kazuhito; Shimoikura, Tomomi; Shimajiri, Yoshito; Kawabe, Ryohei; Yonekura, Yoshinori; Mizuno, Izumi; Kimura, Kimihiko; Tokuda, Kazuki; Kozu, Minato; Okada, Nozomi; Hasegawa, Yutaka; Ogawa, Hideo; Kamenno, Seiji; Shinnaga, Hiroko; Momose, Munetake; Nakajima, Taku; Onishi, Toshikazu; Maezawa, Hiroyuki; Hirota, Tomoya; Takano, Shuro; Iono, Daisuke; Kuno, Nario; Yamamoto, Satoshi, “Cluster Formation Triggered by Filament Collisions in Serpens South”, The Astrophysical Journal Letters, Volume 791, Issue 2, article id. L23, 5 pp. (2014).
  13. Natale, G.; Foyle, K.; Wilson, C. D.; Kuno, N., “A multiwavelength analysis of the clumpy FIR-bright sources in M33”, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 441, Issue 1, p.224-242. (2014).
  14. Pan, Hsi-An; Kuno, Nario; Hirota, Akihiko, “Environmental dependence of star formation law in the disk and center of IC 342”, Publications of the Astronomical Society of Japan, Volume 66, id.27, 16 pp. (2014).
  15. Tanaka, Ayako; Nakanishi, Hiroyuki; Kuno, Nario; Hirota, Akihiko, “Phase transition between atomic and molecular hydrogen in nearby spiral galaxies”, Publications of the Astronomical Society of Japan, Volume 66, id.66 23 pp. (2014).
  16. Tsuboi, Masato; Asaki, Yoshiharu; Kameya, Osamu; Yonekura, Yoshinori; Miyamoto, Yusuke; Kaneko, Hiroyuki; Seta, Masumichi; Nakai, Naomasa; Takaba, Hiroshi; Wakamatsu, Ken-ichi; Miyoshi, Makoto; Fukuzaki, Yoshihiro; Uehara, Kenta; Sekido, Mamoru, “No Microwave Flare of Sagittarius A\* around the G2 Periastron Passing”, The Astrophysical Journal Letters, Volume 798, article id. L6, 4 pp. (2015).
  17. Tsuzuki, Toshihiro; Nitta, Tom; Imada, Hiroaki; Seta, Masumichi; Nakai, Naomasa; Sekiguchi, Shigeyuki; Sekimoto, Yutaro, “Design of wide-field Nasmyth optical system for a submillimeter camera”, Journal of Astronomical Telescopes, Instruments, and Systems, vol. 1(2), 025002 (2015).
  18. Salak, Dragan; Nakai, Naomasa; Kitamoto, Shoko, “CO ( $J = 3 \rightarrow 2$ ) observations of the starburst galaxy NGC 1808 with ASTE”, Publications of the Astronomical Society of Japan, Volume 66, id.96, 15 pp. (2014).

(国際研究集会集録等)

1. Imada, H.; Nagai, M.; Seta, M.; Kino, M.; Ishii, S.; Nakai, N., "Condition of Optical Systems Independent of Frequency for Wide Filed-of-View Radio Telescopes", Proceedings of 25th International Symposium on Space Terahertz Technology, p. 155 (2014).
2. Ishii, S.; Seta, M.; Nagasaki, T.; Nakai, N.; Nagai, M.; Miyamoto, Y.; Imada, H.; Doihata, K.; Saito, K.; Sekimoto, Y., "Development of a 30-cm submillimeter-wave telescope for the operation at Dome Fuji in Antarctica", Proceedings of the SPIE, Volume 9145, id. 914535, 8 pp. (2014).
3. Kamizuka, T.; Miyata, T.; Sako, S.; Imada, H.; Ohsawa, R.; Asano, K.; Uchiyama, M.; Okada, K.; Uchiyama, M.; Wada, T.; Nakagawa, T.; Nakamura, T.; Sakon, I.; Onaka, T., "Development of high-throughput silicon lens and grism with moth-eye anti-reflection structure", Proceedings of the SPIE, Volume 9151, 91515G (2014).
4. Matsuo, T.; Murakami, N.; Kotani, T.; Kawahara, H.; Natsume, N.; Kino, M.; Kurita, M.; Imada, H.; Iribe, M.; Nishida, H.; Kida, M.; Kitou, H.; Ishikawa, K.; Uda, Y.; Tokoro, H.; Nagata, T.; Iwamuro, F.; Miura, N.; Itoh, Y.; Shibai, H.; Tamura, M.; TMT/SEIT members, "High contrast planet imager for Kyoto 4m segmented telescope", Proceedings of the SPIE, Volume 9147, 91471V (2014).
5. Miyamoto, Y., Nakai N., and Kuno, N., "The Influence of Shear Motion on Evolution of Giant Molecular Associations", Structure and Dynamics of Disk Galaxies, Proceedings of the Conference held 12-16 August, 2013 at the Winthrop Rockefeller Institute, Petit Jean Mountain, Arkansas, USA. Edited by M.S. Seigar and P. Treuthardt. ASP Conference Series, 480, 259 (2014).
6. Morokuma, Kana; Baba, Junichi; Sorai, Kazuo; Kuno, Nario, "Gas accretion history of galaxies at  $z \sim 0 - 2$ : Comparison of the observational data of molecular gas with the mass evolution model of galaxies", Proceedings of the International Astronomical Union, IAU Symposium, Volume 309, pp. 332-332 (2015).
7. Tsuboi, M.; Asaki, Y.; Yonekura, Y.; Miyamoto, Y.; Kaneko, H.; Seta, M.; Nakai, N.; Kameya, O.; Miyoshi, M.; Takaba, H.; Wakamatsu, K.; Fukuzaki, Y.; Morimitsu, T.; Uehara, K.; Sekido, M.; Oka, T.; Takekawa, S.; Omodaka, T.; Handa, T.; Takumi, A., "Daily monitor of Sagittarius A\* at 22 GHz with the Japanese VLBI Network", Proceedings of the International Astronomical Union, Volume 303, pp. 382-384 (2014).
8. Tsuboi, M.; Asaki, Y.; Yonekura, Y.; Miyamoto, Y.; Kaneko, H.; Seta, M.; Nakai, N.; Kameya, O.; Miyoshi, M.; Takaba, H.; Wakamatsu, K.; Fukuzaki, Y.; Uehara, K.; Sekido, M., "Sgr A\* at 22 GHz around the G2 peri-center passing with Japanese VLBI Network", The Astronomer's Telegram, #6083 (2014).
9. Tsuzuki, Toshihiro; Nitta, Tom; Imada, Hiroaki; Seta, Masumichi; Nakai, Naomasa; Seki-guchi, Sigeyuki; Sekimoto, Yutarou, "Design of wide-field Nasmyth optics for a submillimeter camera", Proceedings of the SPIE, Volume 9153, id. 91532U, 6 pp. (2014).

<学会発表>

1. 藤田真司, 久野成夫(筑波大学), 梅本智文, 西村淳, 南谷哲宏(NAOJ), 濤崎智佳(上越教育大学), 松尾光洋(鹿児島大学), 小野寺幸子, 津田裕也(明星大学), 亀谷和久(東京理科大学), 大橋聡史

- (東大/NAOJ), 銀河面サーベイチーム、「NRO 銀河面サーベイプロジェクト: W51 領域」、日本天文学会2015年春季年会、2015年3月20日、大阪大学
2. 今田大皓 (筑波大学), 松尾太郎, 木野勝, 山本広大 (京都大学)、「点回折干渉計に用いるピンホール付きビームスプリッタの電磁波解析」、日本天文学会2015年春季年会、2015年3月20日、大阪大学
  3. 上塚貴史, 宮田隆志, 酒向重行, 大澤亮, 浅野健太郎, 内山瑞穂, 岡田一志, 内山允史, 毛利清, 尾中敬, 左近樹 (東京大学), 今田大皓 (筑波大学), 中川貴雄, 和田武彦 (JAXA)、「モスアイ構造を用いた長波長中間赤外線高効率光学素子の開発」、日本天文学会2015年春季年会、2015年3月20日、大阪大学
  4. 田中邦彦, 岡朋治, 竹川俊也 (慶應大), 亀谷和久 (東京理科大), 永井誠 (筑波大)、「銀河系中心分子層中の衝突分子雲候補天体CO-0.30-0.07」、日本天文学会2015年春季年会、2015年3月20日、大阪大学
  5. 山本広大, 松尾太郎, 木野 勝 (京都大), 今田大皓 (筑波大)、「位相振幅同時計測方式波面センサの開発 2」、日本天文学会2015年春季年会、2015年3月19日、大阪大学
  6. 羽澄昌史, 小栗秀悟, 木村誠宏, 佐藤伸明, 鈴木敏一, 田島治, 茅根裕司, 都丸隆行, 永田竜, 長谷川雅也, 服部香里, 森井秀樹, 山口博史, 吉田光宏 (KEK), 秋葉祥希, 石塚光, 井上優貴, 瀬川優子, 渡辺広記 (総研大), 高倉理 (大阪大, 宇都宮真, 河野功, 坂井真一郎, 佐藤洋一, 篠崎慶亮, 杉田寛之, 竹井洋, 西城邦俊, 西堀俊幸, 野田篤司, 福家英之, 松原英雄, 松村知岳, 満田和久, 山崎典子, 吉田哲也, 四元和彦, 和田武彦 (JAXA), 石野宏和, 樹林敦子, 岐部佳朗, 山田要介 (岡山大), William Holzapfel, Adrian Lee, Paul Richards, Aritoki Suzuki, Yasuto Hori (UC Berkeley), Matt Dobbs (McGill U.), Julian Borrill (LBNL), 永井誠 (筑波大), 片山伸彦, 西野玄記 (Kavli IPMU), 中村正吾, 夏目浩太, 水上邦義, 入江郁也, 藤野琢郎, 山下徹 (横浜国大), 井上将徳, 岡田望, 小川英夫, 木村公洋, 高津湊 (大阪府大), 高田卓 (核融合研), 小松英一郎 (MPA), 石徹白晃治, 服部誠, 森嶋隆裕 (東北大), 大田泉 (甲南大), 成瀬雅人 (埼玉大), 並河俊弥 (Stanford U.), 鹿島伸悟, 唐津謙一, 関本裕太郎, 野口卓 (国立天文台), 鶴澤佳徳 (NICT), 大谷知行, 古賀健祐, 美馬覚 (理研)、「LiteBIRD計画の現状」、日本天文学会2015年春季年会、2015年3月19日、大阪大学
  7. 西村淳, 梅本智文, 南谷哲宏 (NAOJ), 濤崎智佳 (上越教育大), 久野成夫, 藤田真司 (筑波大), 松尾光洋 (鹿児島大), 津田裕也 (明星大), 大橋聡史 (東大/NAOJ), 銀河面サーベイチーム、「NRO 銀河面サーベイプロジェクト: M 17 Cloud A における分子雲フィラメントの解析」、日本天文学会2015年春季年会、2015年3月20日、大阪大学
  8. 津田裕也, 小野寺幸子 (明星大), 祖父江義明 (東京大), 梅本智文, 西村淳, 南谷哲宏 (NAOJ), 濤崎 智佳 (上越教育大), 久野成夫, 藤田真司 (筑波大), 松尾光洋 (鹿児島大), 大橋聡史 (東京大/NAOJ), 亀谷和久 (東京理科大), 銀河面サーベイチーム、「NRO銀河面サーベイプロジェクト: 分子雲における熱的不安定性による分子ガスのシェル状構造の考察」、日本天文学会2015年春季年会、2015年3月20日、大阪大学
  9. 松尾光洋, 中西裕之 (鹿児島大), 梅本智文, 南谷哲宏, 西村淳 (NAOJ), 濤崎智佳 (上越教育大), 久野成夫, 藤田真司 (筑波大), 津田裕也 (明星大), 亀谷和久 (東京理科大), 大橋聡史 (東大/NAOJ), 銀河面サーベイチーム、「NRO銀河面サーベイプロジェクト: 銀河系外縁部」、日本天文学会2015年春季年会、2015年3月20日、大阪大学
  10. 宮本祐介 (茨城大学), 中井直正, 瀬田益道, 久野成夫, Salak Dragan, 永井誠 (筑波大学), 山内彩 (国立天文台), 石井峻 (東京大学), 米倉覚則 (茨城大学)、「近傍銀河NGC 3079 中心領域のアンモニア分子吸収線観測2」、日本天文学会2015年春季年会、2015年3月18日、大阪大学
  11. Izumi, T., Kohno, K., Tamura, Y., Ikarashi, S., Umehata, H., Taniguchi, A. (UTokyo),



- Takano, S., Imanishi, M., Hatsukade, B., Iono, D., Nakanishi, K., Hattori, T., Ishizuki, S., Espada, D. (NAOJ/JAO), Doi, A. (ISAS), Nakai, N. (Univ. Tsukuba), Nakajima, T. (Nagoya Univ.), Nomura, H. (Tokyo Tech), Terashima Y. (Ehime Univ.), Tosaki, T. (Joetsu Univ. of Education), Harada, N., Matsushita, S., Hsieh, P.-Y. (ASIAA), and NGC 1097/7469 team, 「Submillimeter Observations of Dense Molecular Gas in the Nearby Active Galaxies for a Robust Energy Diagnostics」、日本天文学会2015年春季年会、2015年3月18日、大阪大学
12. 中西康一郎(国立天文台), 徂徠和夫(北海道大), 中井直正, 久野成夫(筑波大), 松林和也(京都大), 菅井肇(IPMU), 高野秀路(国立天文台), 河野孝太郎(東京大), 中島拓(名古屋大), 「Millimeter Hydrogen Recombination Line in the Center of NGC 253」、日本天文学会2015年春季年会、2015年3月18日、大阪大学
  13. 金子紘之、久野成夫(筑波大学)、斎藤貴之(東京工業大学)、 「銀河衝突における巨大分子雲衝突」、日本天文学会2015年春季年会、2015年3月18日、大阪大学
  14. 小林和貴, 中井直正, 久野成夫, 瀬田益道, 永井誠, 今田大皓, 北本翔子, 朝倉健(筑波大学), 石井峻(東京大学), 「南極10m級テラヘルツ望遠鏡の強度較正法」、日本天文学会2015年春季年会、2015年3月18日、大阪大学
  15. 北本翔子、中井直正、久野成夫、瀬田益道、今田大皓、朝倉健(筑波大学)、 「南極10m級テラヘルツ望遠鏡の電波カメラ系反射鏡群の構造設計」、日本天文学会2015年春季年会、2015年3月18日、大阪大学
  16. 今田大皓, 中井直正, 久野成夫, 瀬田益道, 永井誠(筑波大学), 都築俊宏, 新田冬夢, 関本裕太郎(国立天文台), 北本翔子, 小林和貴, 朝倉健(筑波大学), ほか(南極天文コンソーシアム), 「南極10mテラヘルツ望遠鏡広視野光学系の基本設計(2)」、日本天文学会2015年春季年会、2015年3月18日、大阪大学
  17. 諸隈 佳菜 (NRO), 馬場 淳一 (東京工業大学), 徂徠 和夫 (北海道大学), 久野 成夫 (筑波大学), 「4000 Å ブレイクの強さと星質量に対する分子ガスの割合との関係」、日本天文学会2015年春季年会、2015年3月18日、大阪大学
  18. 廣田晶彦(国立天文台チリ観測所), 江草英実 (ISAS/JAXA), 村岡和幸 (大阪府立大学), 馬場淳一 (ELSI/東京工業大学), 久野成夫 (筑波大学), 「近傍銀河M83のALMA+45mによる12CO (1--0)輝線の広域観測」、日本天文学会2015年春季年会、2015年3月18日、大阪大学
  19. 永井誠, 今田大皓(筑波大学), 石井峻(東京大学), 「望遠鏡の指向方向較正におけるずれの扱いについて」、日本天文学会2015年春季年会、2015年3月18日、大阪大学
  20. 藤沢健太(山口大学), ほか大学VLBI 連携研究グループ, 「大学VLBI 連携の活動報告」、日本天文学会2014年秋季年会、2014年9月12日、山形大学
  21. 金子紘之、中井直正、瀬田直道、永井誠(筑波大学)、ほか筑波大学32m 運用メンバー, 「つくば32m 電波望遠鏡を用いた筑波大学による運用と観測成果」、日本天文学会2014年秋季年会、2014年9月12日、山形大学
  22. 宮本祐介(茨城大学), 中井直正, 久野成夫, 瀬田益道, Salak Dragan, 他(筑波大学), 山内彩(国立天文台), 米倉覚則(茨城大学), 「大学VLBI 連携を用いた近傍銀河AGNのアンモニア吸収線観測計画(3)」、日本天文学会2014年秋季年会、2014年9月13日、山形大学
  23. 荒井均(国立天文台)、永井誠、中井直正、瀬田益道、藤田真司、他宇宙観測グループ(筑波大学), 「国土地理院つくば32m 電波望遠鏡によるアンモニア分子反転遷移輝線の銀河系中心領域広域サーベイ観測III」、日本天文学会2014年秋季年会、2014年9月13日、山形大学
  24. Y. Asaki, M. Tsuboi (ISAS/JAXA), Y. Yonekura, Y. Miyamoto (Ibaraki Univ.), H. Kaneko, M. Seta, N. Nakai (Univ. of Tsukuba), O. Kameya, M. Miyoshi (NAOJ), H.

- Takaba, K. Wakamatsu (Gifu Univ.), Y. Fukuzaki (GSI), K. Uehara (Univ. of Tokyo), M. Sekido (NICT), T. Oka, S. Takekawa (Keio Univ.) A. Takumi (The Open University of Japan), S. Horiuchi (CSIRO), R. Dodson (Univ. of Western Australia), “Sgr A\* at 22 GHz around the G2 peri-center passing with Japanese VLBI Network”, 日本天文学会2014年秋季年会、2014年9月13日、山形大学
25. M. Tsuboi, Y. Asaki (ISAS/JAXA), Y. Yonekura, Y. Miyamoto(Ibaraki Univ.), H. Kaneko, M. Seta, N. Nakai (Univ. of Tsukuba), O. Kameya, M. Miyoshi (NAOJ), H. Takaba, K. Wakamatsu (Gifu Univ.), Y. Fukuzaki (GSI), K. Uehara (Univ. of Tokyo), and M. Sekido(NICT), 「No Microwave Flare of Sgr A\* around the G2 Periastron Passing」, 日本天文学会2014年秋季年会、2014年9月12日、山形大学
26. 永井誠, 中井直正, 久野成夫, 瀬田益道, 藤田真司, 今田大皓, 金子紘之, 長崎岳人, Dragan SALAK(筑波大学), 石井峻(東京大学), 荒井均, 新田冬夢(国立天文台), 宮本祐介(茨城大学), 関本裕太郎(国立天文台), ほか(南極天文コンソーシアム)、「南極10mテラヘルツ望遠鏡制御系の基本設計」、日本天文学会2014年秋季年会、2014年9月12日、山形大学
27. 長崎岳人、瀬田益道、中井直正、久野成夫、永井誠(筑波大学)、石井峻(東京大学)、「つくば市の冬季における 220 GHz 帯大気透過率の測定」、日本天文学会 2014 年秋季年会、2014 年 9 月 12 日、山形大学
28. 中井直正, 久野成夫, 瀬田益道, 永井誠, 金子紘之, 長崎岳人, Dragan SALAK, 今田大皓, 藤田真司, 北本翔子, 小林和貴, 朝倉健, 田中伊織(筑波大学), 関本裕太郎, 野口卓, 松尾宏, 新田冬夢(国立天文台), 宮本祐介(茨城大学), 石井峻(東京大学), ほか南極天文コンソーシアム、「南極30mテラヘルツ望遠鏡計画1」、日本天文学会2014年秋季年会、2014年9月12日、山形大学
29. 瀬田益道、中井直正(筑波大)、石井峻(東京大)、本山秀明(極地研)、南極天文コンソーシアム、「南極ドームふじ基地の大気透過率の日変化」、日本天文学会2014年秋季年会、2014年9月12日、山形大学
30. 新田冬夢, 関本裕太郎, 唐津謙一, 三ツ井健司, 岡田則夫, 野口卓, 松尾宏(国立天文台), 関口繁之, 関根正和, 岡田隆, Shibo Shu (東京大学), 成瀬雅人(埼玉大学), 今田大皓, 瀬田益道, 久野成夫, 中井直正(筑波大学)、「野辺山45m 電波望遠鏡搭載に向けた220-GHz 帯超伝導カメラの開発」、日本天文学会2014年秋季年会、2014年9月12日、山形大学
31. 金子紘之、久野成夫(筑波大学)、齋藤貴之(東京工業大学)、「ALMAで探る銀河衝突による活発な星形成活動」、日本天文学会2014年秋季年会、2014年9月12日、山形大学
32. 山本広大、松尾太郎、木野 勝 (京都市)、今田大皓 (筑波大)、「極限補償光学装置のための位相振幅同時計測方式波面センサの開発」、日本天文学会2014年秋季年会、2014年9月11日、山形大学
33. 南谷哲宏、岩下浩幸、宮澤千栄子、西谷洋之、諸隈佳菜、西村淳、梅本智文、松本尚子、中村 文隆、神澤富雄、高野秀路、齋藤正雄 (NAOJ)、石田裕之、長谷 川豊、武田美保、高橋諒、木 村公洋、村岡和幸、小川英夫 (大阪府立大)、中島 拓、服部有祐、鳥居和史、立原研悟(名大)、金子紘之、久野成夫、Dragan SALAK、長崎岳人、藤田真司(筑波大)、宮本祐介(茨城大)、徂徠和夫、梅井 迪子、岸田望美(北大)、松尾光洋(鹿児島大)、津田裕也、小野寺幸子(明星 大)、原千穂美、加藤裕太、大橋聡、桑原翔(東大/NAOJ)、濤崎智佳、小林幸 典(上越教育大)、「野辺山45m鏡搭載 新マルチビーム受信機「FOREST」の開発進捗8」、日本天文学会2014年秋季年会、2014年9月12日、山形大学
34. 徳田一起, 長谷川豊, 大崎茂樹, 岡田望, 切通僚介, 上月雄人, 原田遼平, 松本貴雄, 森岡祐貴, 阿部 安宏, 木村公洋, 村岡和幸, 前澤裕之, 大西利和, 小川英夫 (大阪府立大学), 西村淳

- (国立天文台), 澤村将太郎, 土橋一仁 (東京学芸大), 中島拓 (名古屋大), 久野成夫 (筑波大学), 1.85m 鏡グループ, 「1.85m 電波望遠鏡プロジェクトの開発進捗 (VIII)」、日本天文学会2014年秋季年会、2014年9月12日、山形大学
35. 水野 いづみ (鹿児島大学/国立天文台), 亀野 誠二, 中村 文隆, 楠野 こずえ, 新永 浩子, 高野 秀路 (国立天文台), 土橋 一仁, 下井倉 ともみ, 落合 哲, 米谷 夏樹 (東京学芸大), 米倉 覚則 (茨城大), 小川 英夫, 岡田 望, 徳田 一起, 長谷川 豊, 阿部 安宏, 木村 公洋 (大阪府立大), 谷口 琴美 (東邦 大), 中島 拓 (名古屋大), 久野 成夫 (筑波大), Z45 受信機開発チーム, 「野辺山45m鏡における40 GHz帯偏波計測システム」、日本天文学会2014年秋季年会、2014年9月12日、山形大学
36. 亀野誠二, 水野いづみ, 中村文隆, 新永浩子, 高野秀路, 楠野こずえ (国立天文台)、土橋一仁, 下井倉ともみ, 落合哲 (東京学芸大)、米倉覚則 (茨城大)、小川英夫, 岡田望, 徳田一起, 長谷川豊, 阿部安宏, 木村公洋 (大阪府立大)、谷口琴美 (東邦大)、中島拓 (名古屋大), 久野成夫 (筑波大), Z45 受信機開発チーム, 「野辺山40 GHz帯偏波システムによるゼーマン効果計測性能評価」、日本天文学会2014年秋季年会、2014年9月12日、山形大学
37. 村岡和幸, 武田美保 (大阪府立大学), 金子紘之, 久野成夫 (筑波大学), 中西康一郎 (NAOJ), 河野孝太郎 (東京大学), 濤崎智佳 (上越教育大学), 徂徠和夫 (北海道大学), 「ASTEによる渦巻銀河NGC 628のCO(J=3-2)輝線広域観測」、日本天文学会2014年秋季年会、2014年9月11日、山形大学
38. 諸隈 佳菜 (NRO), 徂徠 和夫 (北海道大学), 渡邊 祥正 (東京大学), 久野 成夫 (筑波大学), 「NGC 3627の12COと13CO輝線のスタッキング解析: 光学的に厚くない12CO成分存在の可能性」、日本天文学会2014年秋季年会、2014年9月11日、山形大学
39. 金子紘之、久野成夫 (筑波大学)、斎藤貴之 (東京工業大学)、 「ALMAで探る銀河衝突による活発な星形成活動」、日本天文学会2014年秋季年会、2014年9月11日、山形大学
40. 梅本智文, 南谷哲宏, 西村淳, 水野範和, 本間希樹, 松本尚子, 廣田明彦, 諸隈佳菜, 新永浩子, Chibueze, J. (国立天文台), 久野成夫, 藤田真司 (筑波大), 半田利弘, 面高俊宏, 中西裕之, 松尾光洋, 河野樹人, 小澤武揚 (鹿児島大), 大西利和, 徳田一起, 高橋諒 (大阪府大), 濤崎智佳, 小林幸典 (上越教育大), 小野寺幸子, 津田裕也 (明星大), 立原研悟, 鳥居和史, 服部有祐 (名古屋大), 樋口あや (茨城大), 亀谷和久 (東京理科大), 大橋聡史, 桑原翔, 祖父江義明 (東京大), 坪井昌人 (ISAS), 「NRO銀河面サーベイプロジェクト: 2013年度進捗」、日本天文学会2014年秋季年会、2014年9月12日、山形大学
41. 西村淳, 梅本智文, 南谷哲宏, 松本尚子 (NAOJ), 松尾光洋 (鹿児島大), 津田裕也, 小野寺幸子 (明星大), 濤崎智佳, 小林幸典 (上越教育大), 久野成夫, 藤田真司 (筑波大), 高橋諒 (大阪府立大), 大橋聡, 桑原翔 (東大/NAOJ), 服部有祐, 鳥居和史, 立原研悟 (名大), 銀河面サーベイチーム, 「NRO 銀河面サーベイプロジェクト: データ解析と評価 (1)」、日本天文学会2014年秋季年会、2014年9月12日、山形大学
42. 濤崎智佳, 小林幸典 (上越教育大学), 西村淳, 梅本智文, 南谷哲宏, 松本尚子 (NAOJ), 松尾光洋 (鹿児島大), 久野成夫, 藤田真司 (筑波大), 津田裕也, 小野寺幸子 (明星大), 高橋諒 (大阪府立大), 大橋聡史, 桑原翔 (東大/NAOJ), 服部有祐, 鳥居和史, 立原研悟 (名大), 銀河面サーベイチーム, 「NRO 銀河面サーベイプロジェクト: M17 領域」、日本天文学会2014年秋季年会、2014年9月12日、山形大学

## <学位論文>

(修士論文)

数理物質科学研究科・物理学専攻

1. 北本翔子

「南極 10m 級テラヘルツ望遠鏡の電波カメラ系反射鏡群の構造設計」

2. 小林和貴

「南極 10m 級テラヘルツ望遠鏡の強度較正法に関する研究」

(卒業論文)

理工学群・物理学類

1. 栗木美香

「南極 30cm 可搬型サブミリ波望遠鏡 230GHz 帯受信機による観測」

2. 吉田正樹

「南極望遠鏡の主鏡面における着霜対策の研究」

### <外部資金>

1. 科学研究費補助金(基盤研究 A) : 中井直正(研究代表者)、瀬田益道、永井誠  
「大規模電波カメラによる「あかり」北極域の掃天観測」  
(交付額 1690 万円)(1/5 年)
2. 日本学術振興会「研究成果の社会還元・普及事業(ひらめき・ときめきサイエンス)」 :  
中井直正(実施代表者)、瀬田益道、永井誠  
(交付額 40 万 3 千円)
3. 国立極地研究所平成 26 年度研究プロジェクト : 中井直正(研究代表者)、瀬田益道、他  
「ドームふじ基地における赤外線・テラヘルツ天文学の開拓」  
(交付額 185 万円)
4. 国立極地研究所南極観測事業費(一般研究観測) : 中井直正(研究代表者)、市川隆、瀬田益道、高遠徳尚、他  
「南極からの赤外線・テラヘルツ天文学の開発」  
(交付額 436 万円 5 千円)(2/3 年)
5. 自然科学研究機構国立天文台 : 中井直正(研究代表者)  
「大学間連携 VLBI 観測事業に係る研究—高精度 VLBI 観測による銀河系の構造及び進化の解明」  
(交付額 550 万 7 千円)
6. 自然科学研究機構国立天文台委託研究 : 久野成夫(研究代表者)  
「野辺山 45m 鏡および筑波大 30cm 鏡による銀河面サーベイ観測の推進」  
(交付額 455 万円)

### <共同研究・受託研究>

1. 「大学間連携 VLBI 観測事業に係る研究」  
大学共同利用機関法人自然科学研究機構(2014 年 4 月 1 日~2015 年 3 月 31 日)