

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 28 日現在

機関番号：62616

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2011～2015

課題番号：23540273

研究課題名(和文)塵に埋もれた活動的な超巨大ブラックホールと銀河のダウンサイジングの起源

研究課題名(英文)Scrutinizing deeply buried active supermassive black holes and the origin of galaxy downsizing

研究代表者

今西 昌俊 (IMANISHI, MASATOSHI)

国立天文台・光赤外研究部・助教

研究者番号：00311176

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：中心の超巨大ブラックホールを持つ、ガスを豊富に持つ銀河同士が衝突/合体すると、活発に星が生成されるだけでなく、中心の超巨大ブラックホールに大量の物質が落ち込み、活発になることが予想されている。しかしながら、物質を盛んに飲み込んでいる超巨大ブラックホールはサイズの小さく、塵の奥深くにすぐに埋もれてしまい、従来の方法では研究が困難であった。本研究では、塵吸収の影響の小さなサブミリ波に基づく観測から、そのような見つけにくい活動的な超巨大ブラックホールのエネルギー的役割を正しく見積もる独自の手法を確立させ、ALMA干渉計を用いて実際に有効に働くことを観測的に実証した。

研究成果の概要(英文)：When gas-rich galaxies, containing supermassive black hole at their center, collide and merge, not only stars are formed actively, but also mass accretion onto a central supermassive black hole becomes active. However, such mass-accreting supermassive black holes are very compact in size, so that they can easily be deeply buried in dust and their study becomes very difficult with conventional methods. We have developed our own original method to scrutinize such elusive deeply buried active supermassive black holes, at the almost dust-extinction-free sub millimeter wavelength range. Using ALMA, we have applied this method to actual dusty galaxies, and confirmed that our method works well.

研究分野：銀河天文学

キーワード：超巨大ブラックホール サブミリ波 赤外線銀河 分子ガス 活動銀河中心核 星生成 共進化 銀河

1. 研究開始当初の背景

昨今の観測から、ほぼすべての銀河の中心には太陽の100万倍以上の質量を持つ超巨大ブラックホールが存在することがわかっている。また、現在の標準的な銀河形成理論によれば、ガスを豊富に持つ小さな銀河が衝突、合体して、大きな銀河に成長してきたと考えられている。そのような合体する銀河の中心にも、元々超巨大ブラックホールが存在していれば、合体の際に活発な星生成活動が発生するだけでなく、元々存在していた超巨大ブラックホールに物質が落ち込み、重力(位置)エネルギーを放射に変換して、活動銀河中心核(AGN)として明るく輝くと考えられる。しかしながら、合体銀河中のAGNは塵とガスの奥深くに埋もれて、広く用いられている可視光線による観測では見つけることができないという大きな問題点が残っていた。そのような見つけることが難しい埋もれたAGNを正しく理解することが求められてきた。ガスに富む銀河同士の合体の際の物理過程を正しく理解する上で本質的に重要であるからである。

2. 研究の目的

本研究の目的は、見つけることが困難な合体銀河中に深く埋もれたAGNを正しく見つけ出し、その役割を評価することにある。

3. 研究の方法

塵やガスによる吸収の影響の小さな波長での観測から、研究目的を達成する。私はこれまで、そのような波長の一つである赤外線による分光観測から、合体銀河中に埋もれたAGNを検出する研究をしてきた。しかしながら、非常に塵の奥深くに埋もれたAGNの場合、赤外線でも見落とす可能性があることが指摘されてきた。赤外線よりも波長が長く、塵吸収の影響がより小さな(サブ)ミリ波による観測から、より深くに埋もれたAGNを、ALMAを用いてより正しく検出する。質量降着する超巨大ブラックホールによって放射が作られるAGN活動は、星内部の核融合反応によって放射エネルギーが生成される星生成活動とは、エネルギー生成メカニズムが異なるため、周囲の分子ガスや塵に与える物理的、化学的影響が異なるはずである。その結果、異なる分子ガスの輝線比を示すことが期待される。赤外線観測から埋もれたAGNの存在が示唆されている銀河が、星生成が支配的な銀河に比べて異なる輝線比を示すかを観測的に確認し、そしてその次の段階として、合体銀河を観測して、塵とガスの非常に奥深くに埋もれたAGNを、新たに正しく検出することを目指して研究を進めた。

4. 研究成果

AGNがエネルギー的に重要な銀河では、星生成が支配的な銀河に比べて、(サブ)ミリ波に観測されるシアン化水素(HCN)の回転遷

移の強度が強いことを、ALMAを用いた観測から明らかにした。また、AGNが存在する時に有効に働く赤外線放射励起による振動励起された輝線も検出し、埋もれたAGNのさらなる証拠を得た。そして、これらの結果を用い、赤外線分光観測では見つけられなかった、塵とガスの非常に奥深くに埋もれたAGNを、ALMAを用いた(サブ)ミリ波観測で初めて見つけ出すことに成功した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計29件)

1. Ricci, C.; Bauer, F. E.; Treister, E.; Romero-Canizales, C.; Arevalo, P.; Iwasawa, K.; Privon, G. C.; Sanders, D. B.; Schawinski, K.; Stern, D.; Imanishi, M. "NUSTAR Unveils a Heavily Obscured Low-luminosity Active Galactic Nucleus in the Luminous Infrared Galaxy NGC 6286", *The Astrophysical Journal*, Volume 819, Issue 1, article id. 4, 13 pp. (2016). 査読有, 10.3847/0004-637X/819/1/4

2. Saito, Yuriko; Imanishi, Masatoshi; Minowa, Yosuke; Morokuma, Tomoki; Kawaguchi, Toshihiro; Sameshima, Hiroaki; Minezaki, Takeo; Oi, Nagisa; Nagao, Tohru; Kawatatu, Nozomu; Matsuoka, Kenta; "Near-infrared spectroscopy of quasars at $z \sim 3$ and estimates of their supermassive black hole masses", *Publications of the Astronomical Society of Japan*, Volume 68, Issue 1, id. 1, 19 pp. (2016), 査読有, 10.1093/pasj/psv102

3. Izumi, Takuma; Kohno, Kotaro; Aalto, Susanne; Espada, Daniel; Fathi, Kambiz; Harada, Nanase; Hatsukade, Bunyo; Hsieh, Pei-Ying; Imanishi, Masatoshi; Krips, Melanie; Martin, Sergio; Matsushita, Satoki; Meier, David S.; Nakai, Naomasa; Nakanishi, Kouichiro; Schinnerer, Eva; Sheth, Kartik; Terashima, Yuichi; Turner, Jean L. "Submillimeter-HCN Diagram for Energy Diagnostics in the Centers of Galaxies", *The Astrophysical Journal*, Volume 818, Issue 1, article id. 42, 23 pp. (2016). 査読有, 10.3847/0004-637X/818/1/42.

4. Alonso-Herrero, A.; Esquej, P.; Roche, P. F.; Ramos Almeida, C.; Gonzalez-Martin, O.; Packham, C.; Levenson, N. A.; Mason, R. E.; Hernan-Caballero, A.; Pereira-Santaella, M.; Alvarez, C.; Aretxaga, I.; Lopez-Rodriguez, E.; Colina,

- L. ; Diaz-Santos, T. ; Imanishi, M. ; Rodriguez Espinosa, J. M. ; Perlman, E. ” A mid-infrared spectroscopic atlas of local active galactic nuclei on sub-arcsecond resolution using GTC/CanariCam” , Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 455, Issue 1, p.563-583 (2016), 査読有, 10.1093/mnras/stv2342
5. Yabe, Kiyoto; Ohta, Kouji; Akiyama, Masayuki; Bunker, Andrew; Dalton, Gavin; Ellis, Richard; Glazebrook, Karl; Goto, Tomotsugu; Imanishi, Masatoshi; Iwamuro, Fumihide; Okada, Hiroyuki; Shimizu, Ikkoh; Takato, Naruhisa; Tamura, Naoyuki; TONEGAWA, Motonari; Totani, Tomonori ” The Subaru FMOS Galaxy Redshift Survey (FastSound). III. The mass-metallicity relation and the fundamental metallicity relation at $z \sim 1.4$ ” , Publications of the Astronomical Society of Japan, Volume 67, Issue 6, id.102, 16 pp. (2015), 査読有, 10.1093/pasj/psv079
6. Pereira-Santaella, M. ; Colina, L. ; Alonso-Herrero, A. ; Usero, A. ; Diaz-Santos, T. ; Garcia-Burillo, S. ; Alberdi, A. ; Gonzalez-Martin, O. ; Herrero-Illana, R. ; Imanishi, M. ; Levenson, N. A. ; Perez-Torres, M. A. ; Ramos Almeida, C. “Sub-arcsec mid-IR observations of NGC 1614: Nuclear star formation or an intrinsically X-ray weak AGN?” , Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 454, Issue 4, p.3679-3687 (2015), 査読有, 10.1093/mnras/stv2242
7. Martinez-Paredes, M. ; Alonso-Herrero, A. ; Aretxaga, I. ; Ramos Almeida, C. ; Hernan-Caballero, A. ; Gonzalez-Martin, O. ; Pereira-Santaella, M. ; Packham, C. ; Asensio Ramos, A. ; Diaz-Santos, T. ; Elitzur, M. ; Esquej, P. ; Garcia-Bernete, I. ; Imanishi, M. ; Levenson, N. A. ; Rodriguez Espinosa, J. M. ” A deep look at the nuclear region of UGC 5101 through high angular resolution mid-IR data with GTC/CanariCam” , Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 454, Issue 4, p.3577-3589 (2015), 査読有, 10.1093/mnras/stv2134
8. Toba, Yoshiki; Nagao, Tohru; Strauss, Michael A. ; Aoki, Kentaro; Goto, Tomotsugu; Imanishi, Masatoshi; Kawaguchi, Toshihiro; Terashima, Yuichi; Ueda, Yoshihiro; Bosch, James; Bundy, Kevin; Doi, Yoshiyuki; Inami, Hanae; Komiyama, Yutaka; Lupton, Robert H. ; Matsuhara, Hideo; Matsuoka, Yoshiki; Miyazaki, Satoshi; Morokuma, Tomoki; Nakata, Fumiaki; Oi, Nagisa; Onoue, Masafusa; Oyabu, Shinki; Price, Paul; Tait, Philip J. ; Takata, Tadafumi; Tanaka, Manobu M. ; Terai, Tsuyoshi; Turner, Edwin L. ; Uchida, Tomohisa; Usuda, Tomonori; Utsumi, Yousuke; Yamada, Yoshihiko; Wang, Shiang-Yu “Hyper-luminous dust-obscured galaxies discovered by the Hyper Suprime-Cam on Subaru and WISE” , Publications of the Astronomical Society of Japan, Volume 67, Issue 5, id.86 15 pp. (2015), 査読有, 10.1093/pasj/psv057
9. Izumi, Takuma; Kohno, Kotaro; Aalto, Susanne; Doi, Akihiro; Espada, Daniel; Fathi, Kambiz; Harada, Nanase; Hatsukade, Bunyo; Hattori, Takashi; Hsieh, Pei-Ying; Ikarashi, Soh; Imanishi, Masatoshi; Iono, Daisuke; Ishizuki, Sumio; Krips, Melanie; Martin, Sergio; Matsushita, Satoki; Meier, David S. ; Nagai, Hiroshi; Nakai, Naomasa; Nakajima, Taku; Nakanishi, Kouichiro; Nomura, Hideko; Regan, Michael W. ; Schinnerer, Eva; Sheth, Kartik; Takano, Shuro; Tamura, Yoichi; Terashima, Yuichi; Tosaki, Tomoka; Turner, Jean L. ; Umehata, Hideki; Wiklind, Tommy “ALMA Observations of the Submillimeter Dense Molecular Gas Tracers in the Luminous Type-1 Active Nucleus of NGC 7469” , The Astrophysical Journal, Volume 811, Issue 1, article id. 39, 15 pp. (2015), 査読有, 10.1088/0004-637X/811/1/39
10. Fathi, Kambiz; Izumi, Takuma; Romeo, Alessandro B. ; Martín, Sergio; Imanishi, Masatoshi; Hatziminaoglou, Evanthia; Aalto, Susanne; Espada, Daniel; Kohno, Kotaro; Krips, Melanie; Matsushita, Satoki; Meier, David S. ; Nakai, Naomasa; Terashima, Yuichi “Local Instability Signatures in ALMA Observations of Dense Gas in NGC 7469” ,The Astrophysical Journal Letters, Volume 806, Issue 2, article id. L34, 6 pp. (2015), 査読有, 10.1088/2041-8205/806/2/L34
11. Saito, Toshiki; Iono, Daisuke; Yun, Min S. ; Ueda, Junko; Nakanishi, Kouichiro; Sugai, Hajime; Espada, Daniel; Imanishi, Masatoshi; Motohara, Kentaro; Hagiwara, Yoshiaki; Tateuchi, Ken; Lee, Minju; Kawabe, Ryohei “ALMA Multi-line Observations of the IR-bright Merger VV 114” , The Astrophysical Journal, Volume 803, Issue 2, article id. 60, 34 pp. (2015), 査読有, 10.1088/0004-637X/803/2/60

12. Ichikawa, Kohei; Packham, Christopher; Ramos Almeida, Cristina; Asensio Ramos; Andres, Alonso-Herrero, Almudena; Gonzalez-Martin, Omaira; Lopez-Rodriguez, Enrique; Ueda, Yoshihiro; Diaz-Santos, Tanio; Elitzur, Moshe; Honig, Sebastian F.; Imanishi, Masatoshi; Levenson, Nancy A.; Mason, Rachel E.; Perlman, Eric S.; Alsip, Crystal D. "The Differences in the Torus Geometry between Hidden and Non-hidden Broad Line Active Galactic Nuclei", The Astrophysical Journal, Volume 803, Issue 2, article id. 57, 12 pp. (2015), 査読有, 10.1088/0004-637X/803/2/57
13. Koda, Jin; Yagi, Masafumi; Komiyama, Yutaka; Boissier, Samuel; Boselli, Alessandro; Bouquin, Alexandre Y. K.; Donovan Meyer, Jennifer; Gil de Paz, Armando; Imanishi, Masatoshi; Madore, Barry F.; Thilker, David A. "Discovery of New Dwarf Galaxy Near the Isolated Spiral Galaxy NGC 6503", The Astrophysical Journal Letters, Volume 802, Issue 2, article id. L24, 7 pp. (2015), 査読有, 10.1088/2041-8205/802/2/L24
14. Martin, 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), 査読有, 10.1051/0004-6361/201425105
15. Castro, Angel; Miyaji, Takamitsu; Shirahata, Mai; Ichikawa, Kohei; Oyabu, Shinki; Clark, David M.; Imanishi, Masatoshi; Nakagawa, Takao; Ueda, Yoshihiro "AKARI infrared camera observations of the 3.3 μ m PAH feature in Swift/BAT AGNs", Publications of the Astronomical Society of Japan, Volume 66, Issue 6, id.110, 20 pp. (2014), 査読有, 10.1093/pasj/psu096
16. Mori, Tamami I.; Imanishi, Masatoshi; Alonso-Herrero, Almudena; Packham, Chris; Ramos Almeida, Cristina; Nikutta, Robert; Gonzalez-Martin, Omaira; Perlman, Eric; Saito, Yuriko; Levenson, Nancy A. "Near-to mid-infrared imaging and spectroscopy of two buried AGNs of the nearby merging galaxy NGC 6240 with Subaru/IRCS+AO and GTC/CanariCam", Publications of the Astronomical Society of Japan, Volume 66, Issue 5, id.93, 10 pp. (2014), 査読有, 10.1093/pasj/psu068
17. Ichikawa, Kohei; Imanishi, Masatoshi; Ueda, Yoshihiro; Nakagawa, Takao; Shirahata, Mai; Kaneda, Hidehiro; Oyabu, Shinki "AKARI IRC 2.5-5 μ m Spectroscopy of Infrared Galaxies over a Wide Luminosity Range", The Astrophysical Journal, Volume 794, Issue 2, article id. 139, 12 pp. (2014), 査読有, 10.1088/0004-637X/794/2/139
18. 物理学会誌パリティ 2014-08 "銀河合体中の超巨大ブラックホールの活性化" Vol. 29, No. 08, p.30-32
19. Imanishi, Masatoshi; Nakanishi, Kouichiro "ALMA Observations of Nearby Luminous Infrared Galaxies with Various AGN Energetic Contributions Using Dense Gas Tracers", The Astronomical Journal, Volume 148, Issue 1, article id. 9, 20 pp. (2014), 査読有, 10.1088/0004-6256/148/1/9
20. Kuroda, Daisuke; Ishiguro, Masateru; Takato, Naruhisa; Hasegawa, Sunao; Abe, Masanao; Tsuda, Yuichi; Sugita, Seiji; Usui, Fumihiko; Hattori, Takashi; Iwata, Ikuru; Imanishi, Masatoshi; Terada, Hiroshi; Choi, Young-Jun; Watanabe, Sei-ichiro; Yoshikawa, Makoto "Visible-wavelength spectroscopy of subkilometer-sized near-Earth asteroids with a low delta-v", Publications of the Astronomical Society of Japan, Volume 66, Issue 3, id.51, 10 pp. (2014), 査読有, 10.1093/pasj/psu041
21. Brown, Michael J. I.; Moustakas, John; Smith, J.-D. T.; da Cunha, Elisabete; Jarrett, T. H. Imanishi, Masatoshi; Armus, Lee; Brandl, Bernhard R. "An Atlas of Galaxy Spectral Energy Distributions from the Ultraviolet to the Mid-infrared", The Astrophysical Journal Supplement, Volume 212, Issue 2, article id. 18, 23 pp. (2014), 査読有, 10.1088/0067-0049/212/2/18
22. Merlo, Matthew J.; Perlman, Eric S.; Nikutta, Robert; Packham, Christopher; Elitzur, Moshe; Imanishi, Masatoshi; Levenson, N. A.; Radomski, James T.; Aretxaga, Itziar "Subaru Spectroscopy and Spectral Modeling of Cygnus A", The Astrophysical Journal, Volume 788, Issue 1, article id. 6, 9 pp. (2014), 査読有,

10.1088/0004-637X/788/1/6

23. Imanishi, Masatoshi; Saito, Yuriko “Subaru Adaptive-optics High-spatial-resolution Infrared K- and L'-band Imaging Search for Deeply Buried Dual AGNs in Merging Galaxies”, The Astrophysical Journal, Volume 780, Issue 1, article id. 106, 19 pp. (2014), 査読有, 10.1088/0004-637X/780/1/106

24. Izumi, Takuma; Kohno, Kotaro; Martin, Sergio; Espada, Daniel; Harada, Nanase; Matsushita, Satoki; Hsieh, Pei-Ying; Turner, Jean L.; Meier, David S.; Schinnerer, Eva; Imanishi, Masatoshi; Tamura, Yoichi; Curran, Max T.; Doi, Akihiro; Fathi, Kambiz; Krips, Melanie; Lundgren, Andreas A.; Nakai, Naomasa; Nakajima, Taku; Regan, Michael W.; Sheth, Kartik; Takano, Shuro; Taniguchi, Akio; Terashima, Yuichi; Tosaki, Tomoka; Wiklind, Tommy “Submillimeter ALMA Observations of the Dense Gas in the Low-Luminosity Type-1 Active Nucleus of NGC 1097”, Publications of the Astronomical Society of Japan, Vol.65, No.5, Article No.100 26 pp. (2013), 査読有, 10.1093/pasj/65.5.100

25. Imanishi, Masatoshi; Nakanishi, Kouichiro “ALMA Detection of the Vibrationally Excited HCN J = 4-3 Emission Line in the AGN-hosting Luminous Infrared Galaxy IRAS 20551-4250”, The Astronomical Journal, Volume 146, Issue 4, article id. 91, 8 pp. (2013), 査読有, 10.1088/0004-6256/146/4/91

26. Imanishi, Masatoshi; Nakanishi, Kouichiro “High-density Molecular Gas Properties of the Starburst Galaxy NGC 1614 Revealed with ALMA”, The Astronomical Journal, Volume 146, Issue 3, article id. 47, 12 pp. (2013), 査読有, 10.1088/0004-6256/146/3/47

27. Iono, Daisuke; Saito, Toshiki; Yun, Min S.; Kawabe, Ryohei; Espada, Daniel; Hagiwara, Yoshiaki; Imanishi, Masatoshi; Izumi, Takuma; Kohno, Kotaro; Motohara, Kentaro; Nakanishi, Kouichiro; Sugai, Hajime; Tateuchi, Ken; Tamura, Yoichi; Ueda, Junko “Active Galactic Nucleus and Extended Starbursts in a Midstage Merger VV 114”, Publications of the Astronomical Society of Japan, Vol.65, No.3, Article No.L7, 5 pp. (2013), 査読有,

10.1093/pasj/65.3.L7

28. Fathi, Kambiz; Lundgren, Andreas A.; Kohno, Kotaro; Pinol-Ferrer, Nuria; Martin, Sergio; Espada, Daniel; Hatziminaoglou, Evanthia; Imanishi, Masatoshi; Izumi, Takuma; Krips, Melanie; Matsushita, Satoki; Meier, David S.; Nakai, Naomasa; Sheth, Kartik; Turner, Jean; van de Ven, Glenn; Wiklind, Tommy “ALMA Follows Streaming of Dense Gas Down to 40 pc from the Supermassive Black Hole in NGC 1097”, The Astrophysical Journal Letters, Volume 770, Issue 2, article id. L27, 5 pp. (2013). 査読有, 10.1088/2041-8205/770/2/L27

29. Koda, Jin; Yagi, Masafumi; Boissier, Samuel; Gil de Paz, Armando; Imanishi, Masatoshi; Donovan Meyer, Jennifer; Madore, Barry F.; Thilker, David A. “The Universal Initial Mass Function in the Extended Ultraviolet Disk of M83”, The Astrophysical Journal, Volume 749, Issue 1, article id. 20, 10 pp. (2012), 査読有, 10.1088/0004-637X/749/1/20

[学会発表] (計 11 件)

1. Masatoshi Imanishi, Optically-elusive buried dual AGN population in infrared-luminous gas/dust-rich galaxy mergers and implication for feedback to galaxies, Demographics and environment of AGN from multi-wavelength surveys, 2015 September 21-24, Chania (Greece)

2. Masatoshi Imanishi, ALMA observations of molecular gas in the loose vicinity of AGNs, Torus 2015 The unification scheme after 30 years, 2015 September 14-17, Winchester (UK)

3. 今西昌俊、ALMAによる赤外線銀河 IRAS20551-4250の赤外線放射励起の研究、日本天文学会2015年秋季年会、2015年9月9-11日、甲南大学(兵庫県・神戸市)

4. Masatoshi Imanishi, High-spatial-resolution IR imaging search for buried AGNs in merging galaxies, Unveiling AGN-Galaxy Evolution Connection, 2015 March 9-13, Puerto Varas (Chile)

5. Masatoshi Imanishi, Subaru Adaptive-optics High-spatial-resolution Infrared K- and L'-band Imaging Search for Deeply Buried Dual AGNs in Merging Galaxies,

Subaru Users' Meeting FY2013, 2014 January 21-23, NAOJ (Mitaka, Tokyo)

6. Masatoshi Imanishi, ALMA cycle 0 observations of nearby ultra luminous infrared galaxies using high density gas tracers, ALMA town meeting, 2013 October 9-10, Hilo (U. S. A.)

7. Masatoshi Imanishi, ALMA cycle 0 observations of nearby luminous infrared galaxies using high density molecular gas tracers, East-Asian ALMA Science Workshop 2013, 2013 September 2-4, Taipei (Taiwan)

8. Masatoshi Imanishi, Infrared and (sub)mm energy diagnostic of nearby ULIRGs, A Panchromatic View of Galaxy Evolution 30 Years After IRAS, 2013 June 10-14, Paphos (Cyprus)

9. 今西昌俊、ALMA Cycle 0 における近傍合体赤外線銀河の高密度分子ガスの観測、日本天文学会 2013 年秋季年会、2013 年 9 月 10-12 日、東北大学 (宮城県・仙台市)

10. Infrared and (sub)millimeter energy diagnostics of nearby ultraluminous infrared galaxies, Dissecting Galaxies with 2D Wide-field Spectroscopy, 2013 March 25-29, Lijiang (China)

11. 今西昌俊、すばる望遠鏡広視野サーベイで探る宇宙初期の超巨大ブラックホール形成、日本天文学会 2013 年春季年会、2013 年 3 月 20-23 日、埼玉大学 (埼玉県・さいたま市)

〔図書〕 (計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

以下のホームページで、一般市民向けの日本語解説を行った。

http://www.naoj.org/Pressrelease/2014/01/27/j_index.html

http://www.mitsubishielectric.co.jp/me/dspace/column/c1602_2.html

6. 研究組織

(1) 研究代表者

今西 昌俊 (IMANISHI, Masatoshi)
国立天文台・光赤外研究部・助教

研究者番号：00311176

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：