

国立天文台客員教授等報告書

受入教員 プロジェクト名： TMT 推進室 氏名： 柏川 伸成

客員氏名： 長尾 透

称号： 客員教授 客員准教授 客員研究員 (○をつける)

期間： 平成 27年 4月 1日 ~ 平成 28年 3月 31日

I. 以下の項目について、客員教授等本人が記入してください。

[1] 主な活動と成果 (当初の計画についても記入すること)

(共同研究)

私は平成 27 年 4 月から客員教員としての活動を行い、主に Hyper Suprime Cam (HSC) を用いたすばる戦略
枠観測 (SSP) における活動銀河核 (AGN) および巨大ブラックホール (SMBH) 研究、Prime Focus Spectrograph
(PFS) を用いた大規模分光サーベイ計画における AGN および SMBH 研究に向けた戦略立案、ミリ波サブミリ波
観測による高赤方偏移天体の系統的な観測的研究に取り組んできている。以上の研究は個人研究として行う
のではなく、国立天文台の客員教員として、国内外の関連分野の研究者が連携を取りながら大きな成果を挙
げられるよう計画を立てて活動を行った。以下にそれぞれの成果について報告する。

HSC を用いた SSP 観測との関係では、候補者は HSC 初期データと WISE 衛星で取得された広域中間赤外線デ
ータを組み合わせるに覆われた成長中 AGN の探査を迅速に敢行し、SSP 観測の最初の科学成果論文として
公表した (Toba, Nagao, et al. 2015)。またこの成果についてハワイ観測所からウェブリリースし、多くの
報道がなされた (http://subarutelescope.org/Pressrelease/2015/08/26/j_index.html)。この塵に覆われ
た成長中 AGN に関する研究にとどまらず、系統的に SSP データから AGN・SMBH 研究の成果を公表していくた
め、候補者は HSC-AGN working group の chair として関連研究者の情報交換を目的としたオンライン会議を
定期的で開催してきている (当初は skype 使用、最近ではハワイ観測所の zoom システムを使用)。平成 27 年 7
月 27-30 日にプリンストン大学で開催された HSC コラボレーションミーティングでは、こうした HSC-AGN WG
の活動について他の WG と共有するための講演や議論を行った。また、AGN・SMBH 分野の研究者がより具体的
に HSC を用いた研究を推進するための情報を交換し、共同研究の萌芽を発掘するため、国際会議形式での 3
日間の国立天文台研究集会を企画して鹿児島大学にて平成 27 年 12 月 1 日から 3 日まで開催した。これらの
活動で目処を立てた publication plan について、平成 28 年 1 月 12-15 日に台湾中央研究院で開催された HSC
コラボレーションミーティングにて更に具体化を進めた。以上の取組は、光赤外研究部の柏川氏・松岡氏・
池田氏、およびハワイ観測所の今西氏らとの共同研究である。

PFS プロジェクトとの関係でも私は AGN 研究のとりまとめを担当した。平成 27 年度は日本国内における
サーベイ計画立案に向けた機運を高めようという方向性を PFS プロジェクトが設定していたことも受け、私
は光赤外研究部の松岡氏と共同して PFS を用いた AGN サイエンスを検討するワークショップを三鷹にて開催
した (平成 27 年 5 月 18-19 日)。ここで持ち寄ったアイデアをまとめ、前述した HSC コラボレーションミー
ティング (平成 27 年 7 月 27-30 日、プリンストン大学) の際にプリンストン大学などの PFS 関係者と意見
交換を行って以後の方針を確認するなどしている。この意見交換結果を日本の AGN コミュニティに持ち帰り、

平成 27 年 10 月 27 日に改めて三鷹にて PFS による AGN 研究の戦略立案を行うためのワークショップを開催し、また平成 27 年 11 月 13 日には Kavli IPMU にて AGN 研究者だけでなく銀河研究者らとも一緒に PFS サーベイの検討を深めた。これらの議論結果を踏まえ、平成 27 年 12 月 14-17 日にマルセイユで開催された PFS コラボレーションミーティングにて更にサーベイデザインの議論を進めた。

ミリ波サブミリ波観測との関係では、遠方銀河が放射する分子輝線および微細構造輝線の観測をサイクル 1 およびサイクル 2 で実行中であり、またサイクル 3 でも highest priority で観測提案が受理された。更にサイクル 4 から開始される Large Program への申請を念頭に、ケンブリッジ大学の Roberto Maiolino 氏らとの戦略立案も進めてきている。これら一連の研究は、電波研究部の廿日出氏および松田氏と共同して行っているものである。また、これまでの観測で取得されたデータの解析を進めるため、たびたびアルマ棟に訪問して関連研究者とデータ解析と解釈に関する議論を重ねてきている。一方、HSC-SSP サーベイとの関係で広域サブミリ波撮像データを取得するため、JCMT の SCUBA2 を用いたレガシーサーベイについて広くコミュニティの研究者との検討も行ったが、これは残念ながらサーベイ時間の確保には至らなかった。なお私は平成 27 年度には前年度に引き続き、チリ観測所プログラム小委員会の台外委員として ASTE および Mopra の共同利用観測提案の審査も行った。

(教育)

HSC によるキューサー探査との関係では、できるだけ国内の大学院生に広く参加してもらえる機会を設け、将来を担う研究者の養成という観点でも HSC-SSP サーベイが機能するよう配慮してきている。前述した通り様々な場面で共同研究者が意見交換や議論を行える機会を用意してきているが、こうした場面も活用しながら、総合研究大学院大学の尾上氏、愛媛大学の仁井田氏・延原氏、北海道大学の白方氏などの大学院生が、HSC キューサー探査のプロジェクトとの関係でそれぞれの学位論文研究を進めている。

(その他)

すばる望遠鏡の国際共同運用の可能性が議論され始めた中、東アジア地域における AGN 研究者が連携して共同研究のシーズを探る試みを行っている。その一環として平成 27 年 7 月 14-16 日には長春（中国）で「東アジア AGN ワークショップ」を開催した。このワークショップを受け、撮像サーベイを進めるチームと分光解析の経験が豊富なチームが連携の相談を開始するなど、ボトムアップでの研究協力も始まりつつある。次回は平成 28 年 9 月にソウルで開催する予定であり、この準備のための議論も進めてきている。

[2] 本制度に対する意見、要望など

地方大学に勤務する教員が国立天文台や他大学の研究者と連携を取りながら共同研究を進める上で、往々にして旅費がボトルネックとなるケースが多い。本制度で配分していただいた客員研究費を主に旅費として使用させていただいた結果、地方大学に勤務しているというデメリットを克服して継続的な共同研究を全国の研究者と進めることが可能になった。ぜひ今後も本制度では、配分金額の内訳を自由に設定できる（旅費・物品費などの費目ごとの支出割合に制限を全く設けない）形での運用を継続していただきたいと強く希望する。

査読付学術論文

- Matsuda, Y., Nagao, T., Iono, D., Hatsukade, B., Kohno, K., Tamura, Y., Yamaguchi, Y., & Shimizu, I., "The ALMA Patchy Deep Survey: A Blind Search for [CII] Emitters at $z=4.5$ ", MNRAS, 451, 5660-5664 (2015)
- Ikeda, H., Nagao, T., Taniguchi, Y., Matsuoka, K., Kajisawa, M., Akiyama, M., Miyaji, T., Kashikawa, N., et al. "Quasar-LBG Two-point Angular CCF at $z=4$ in the COSMOS Field", ApJ, 809, id.138 (2015)
- Silverman, J. D., Kashino, D., Sanders, D., Kartaltepe, J. S., Arimoto, N., Renzini, A., Rodighiero, G., Daddi, E., Zahid, J., Nagao, T., et al. "The FMOS-COSMOS Survey of Star-forming Galaxies at $z=1.6$. III. Survey Design, Performance, and Sample Characteristics", ApJS, 220, id.12 (2015)
- Silverman, J. D., Daddi, E., Rodighiero, G., Rujopakarn, W., Sargent, M., Renzini, A., Liu, D., Feruglio, C., Kashino, D., Sanders, D., Kartaltepe, J., Nagao, T., Arimoto, N., et al. "A Higher Efficiency of Converting Gas to Stars Pushes Galaxies at $z=1.6$ Well Above the Star-forming Main Sequence", ApJ, 812, id.L23 (2015)
- Hayashi, M., Ly, C., Shimasaku, K., Motohara, K., Malkan, M. A., Nagao, T., Kashikawa, N., et al. "Physical conditions of the interstellar medium in star-forming galaxies at $z=1.5$ ", PASJ, 67, id.80 (2015)
- Toba, Y., Nagao, T., Strauss, M. A., Aoki, K., Goto, T., Imanishi, M., et al. "Hyper-luminous dust-obscured galaxies discovered by the Hyper Suprime-Cam on Subaru and WISE", PASJ, 67, id.86 (2015)
- Saito, Y., Imanishi, M., Minowa, Y., Morokuma, T., Kawaguchi, T., Sameshima, H., Minezaki, T., Oi, N., Nagao, T., et al. "Near-infrared spectroscopy of quasars at $z=3$ and estimates of their supermassive black hole masses", PASJ, 68, id.1 (2016)
- Tanaka, M., Tominaga, N., Morokuma, T., Yasuda, N., Furusawa, H., Baklanov, P. V., Blinnikov, S. I., Moriya, T. J., Doi, M., Jiang, J., Kato, T., Kikuchi, Y., Kuncarayakti, H., Nagao, T., et al. "Rapidly Rising Transients from the Subaru Hyper Suprime-Cam Transient Survey", ApJ, 819, id.5 (2016)

研究会発表

- 峰崎岳夫, 川口俊宏, 長尾透, 松岡良樹, 鮫島寛明, 諸隈智貴, 吉井謙, "Reverberation Mapping of AGNs using Subaru-PFS", 活動銀河核ワークショップ2015「すばる PFS の登場に向けて」, 国立天文台三鷹 (2015年5月)
- 林将央, Ly, C., 嶋作一大, 本原顕太郎, 後藤亮介, 内藤嘉章, Malkan, M. A., 長尾透, 柏川伸成, 「赤方偏移 $z \sim 1.5$ の星形成銀河における星間ガスの物理状態」, 第二回銀河進化研究会, 名古屋大学 (2015年6月)
- 仁井田真奈, 長尾透, 池田浩之, 松岡健太, 小林正和, 谷口義明, 「高赤方偏移の低光度クエーサーの大規模探査に向けたクエーサー光度関数の再評価」, すばる PFS によるサイエンス検討会, 国立天文台三鷹 (2015年7月)
- Toba, Y., Nagao, T., Strauss, M. A., Aoki, K., Goto, T., Imanishi, M., Kawaguchi, T., Terashima, Y., Ueda, Y., the HSC-DOGs team, "Hyper-luminous Dust Obscured Galaxies discovered by the Hyper Suprime-Cam on Subaru and WISE", East-Asia AGN Workshop 2015, Changchun, China (2015年7月)
- Ogura, K., Nagao, T., Imanishi, M., Kajisawa, M., "Investigating the nature and environment of damped Ly alpha systems using Subaru telescope", East-Asia AGN Workshop 2015, Changchun, China (2015年7月)
- Niida, M., Nagao, T., Ikeda, H., et al., "Revaluation of the completeness and quasar luminosity function for high- z low-luminosity quasar surveys", East-Asia AGN Workshop 2015, Changchun, China (2015年7月)
- Terao, K., Nagao, T., Hashimoto, T., Yanagisawa, K., Matsuoka, K., Ikeda, H., Taniguchi, Y., "Near-infrared spectroscopy of Seyfert galaxies for examining the ionization mechanism of narrow-line regions", East-Asia AGN Workshop 2015, Changchun, China (2015年7月)
- Toba, Y., Nagao, T., Strauss, M. A., Aoki, K., Goto, T., Imanishi, M., Kawaguchi, T., Terashima, Y., Ueda, Y., the HSC-DOGs team, "Hyper-luminous Dust Obscured Galaxies discovered by the Hyper Suprime-Cam on Subaru and WISE", HSC collaboration meeting 2015, Princeton University, USA (2015年7月)
- Matsuoka, Y., Asami, N., Foucaud, S., Goto, T., Ikeda, H., Imanishi, M., Kashikawa, N., et al., "HSC high- z quasar survey project", HSC collaboration meeting 2015, Princeton University, USA (2015年7月)
- 仁井田真奈, 長尾透, 池田浩行, et al., 「高赤方偏移の低光度クエーサー探査におけるコンプリートネスと光度関数の再評価」, 2015年度第45回天文・天体物理若手夏の学校, ホテル圓山荘, 長野 (2015年7月)
- 寺尾航暉, 長尾透, 橋本哲也, 柳澤顕史, 松岡健太, 池田浩行, 谷口義明, 「近赤外線分光観測に基づくセイファート銀河の狭輝線領域における電離メカニズムへの制限」, 2015年度第45回天文・天体物理若手夏の学校, ホテル圓山荘, 長野 (2015年7月)
- 松田有一, 長尾透, 伊王野大介, 廿日出文洋, et al., "The ALMA Patchy Deep Survey: A blind search for [CII] emitters at $z \sim 4.5$ ", 日本天文学会 2015年秋季年会, 甲南大学 (2015年9月)
- 濟藤祐理子, 美濃和陽典, 今西昌俊, 川口俊宏, 諸隈智貴, 峰崎岳夫, 長尾透, et al., 「 $z \sim 3$ の QSO 9 天体で探る超巨大ブラックホールと銀河の共進化」, 日本天文学会 2015年秋季年会, 甲南大学 (2015年9月)
- 仁井田真奈, 長尾透, 池田浩行, et al., 「HSC データを用いた $z \sim 5$ の低光度クエーサーの選出」, SWANS 理論班検討会, 東北大学 (2015年9月)

- 峰崎岳夫, 川口俊宏, 長尾透, 松岡良樹, 鮫島寛明, 諸隈智貴, 吉井謙, "Reverberation mapping of AGNs using Subaru-PFS", PFS 戦略枠観測 AGN 探査検討会, 国立天文台三鷹 (2015 年 10 月)
- Niida, M., Nagao, T., Ikeda, H., Akiyama, M., Toba, Y., Matsuoka, K., Kobayashi, M. A. R., Taniguchi, Y., "The faint end of the quasar luminosity function at $z \sim 5$ in the HSC-SSP WIDE field", 国立天文台研究集会 "Understanding the evolution of quasars: Collaboration between theoretical models and initial HSC survey", 鹿児島大学 (2015 年 12 月)
- Toba, Y., Nagao, T., Strauss, M. A., Aoki, K., Goto, T., Imanishi, M., Kawaguchi, T., Terashima, Y., Ueda, Y., and the HSC-DOGs team, "Progress report and future plan of studies on Dust Obscured Galaxies", 国立天文台研究集会 "Understanding the evolution of quasars: Collaboration between theoretical models and initial HSC survey", 鹿児島大学 (2015 年 12 月)
- 尾中敬, 河野孝太郎, 山田亨, 今西昌俊, 植田稔也, 江上英一, 塩谷圭吾, 大坪貴文, 金田英弘, 左近樹, 長尾透, 深川美里, 松浦美香子, 百瀬宗武, 山本智, 和田武彦, 松原英雄, 中川貴雄, 芝井広, SPICA team, "SPICA が目指すサイエンス", 第 15 回宇宙科学シンポジウム, 宇宙科学研究所 (2016 年 1 月)
- Toba, Y., Nagao, T., Kajisawa, M., Matsuoka, Y., "Clustering properties of IR-bright DOGs discovered by HSC, VIKING, and WISE", HSC collaboration meeting 2016, ASIAA, Taipei (2016 年 1 月)
- Toba, Y., Nagao, T., Strauss, M., Aoki, K., Goto, T., Imanishi, M., Kawaguchi, T., Terashima, Y., Ueda, Y., the HSC-DOGs team, "Statistical Properties of Dust Obscured Galaxies discovered by HSC, VIKING, and WISE", Subaru Users' Meeting FY2015, Hotel KKR Atami (2016 年 1 月)
- Niida, M., Nagao, T., Ikeda, H., Akiyama, M., Toba, Y., Matsuoka, Y., Matsuoka, K., Kobayashi, M., Taniguchi, Y., the HSC Project 51 team, "Constraining the faint end of the quasar luminosity function at $z=5$ in the HSC-SSP WIDE field", Subaru Users' Meeting FY2015, Hotel KKR Atami (2016 年 1 月)
- 小倉和幸, 長尾透, 今西昌俊, 柏川信成, et al., "クエーサー吸収線系から探る銀河と宇宙大規模構造の進化", 第 21 回天体スペクトル研究会, 甲南大学 (2016 年 2 月)
- 小倉和幸, 長尾透, 今西昌俊, 柏川信成, 谷口義明, 鍛冶澤賢, 塩谷泰広, 小林正和, 鳥羽儀樹, 延原広大, "DLA 集中領域における輝線天体の探査", 日本天文学会 2016 年春季年会, 首都大学東京 (2016 年 3 月)
- 尾上匡房, 柏川信成, 松岡良樹, 田中賢幸, 新納悠, 利川潤, 長尾透, 石川将吾, 内山久和, "HSC すばる戦略枠観測サーベイにおける SED fitting を用いた高赤方偏移クエーサー選択法の開発", 日本天文学会 2016 年春季年会, 首都大学東京 (2016 年 3 月)
- 松岡良樹, 土居守, 河野孝太郎, 本原頭太郎, 長尾透, "宇宙最遠クエーサーの探索: Subaru/HSC から TAO/SWIMS へ", 日本天文学会 2016 年春季年会, 首都大学東京 (2016 年 3 月)
- 仁井田真奈, 長尾透, 池田浩之, 秋山正幸, 松岡健太, 鳥羽儀樹, 小林正和, 谷口義明, "HSC-Wide field における $z \sim 5$ 低光度クエーサー探査", SWANS 理論班検討会, 東京理科大学長万部 (2016 年 3 月)

II. 以下の項目について、受入教員が記入してください。

[4] 本制度に対する意見、要望など

国立天文台と大学の研究・教育をより強く結び付けるための有効な制度ですので、引き続き運用をお願いします。