

日本学士院賞 受賞者

家 いえ

正則 まゐりのり



専攻学科学目 銀河物理学・観測的宇宙論

生年 昭和二四年 八月  
略歴 昭和四七年 三月  
同 五二年 三月  
同 五二年 三月  
同 五二年 一月  
同 六一年 九月  
同 六三年 七月  
平成 四年 一月  
同 五年 四月  
同 五年 四月  
同 一六年 四月  
同 一六年 四月  
同 二四年 四月

東京大学理学部天文学科卒業  
東京大学大学院理学系研究科博士課程修了  
理学博士

東京大学理学部助手

東京大学東京天文台助教

国立天文台助教

国立天文台教授

総合研究大学院大学数物科学研究科教授

東京大学大学院理学系研究科教授（現在に至る）

自然科学研究機構国立天文台教授（現在に至る）

総合研究大学院大学物理科学研究科教授（現在に至る）

自然科学研究機構国立天文台TMT推進室長（現在に至る）

## 理学博士家 正則氏の「初期宇宙の研究」 に対する授賞審査要旨

宇宙の研究には三つの「暗黒問題」と呼ばれる重要問題がある。

「暗黒エネルギー」、「暗黒物質」、「暗黒時代」がそれであり、家正則氏の業績は宇宙の「暗黒時代」に関するものである。家氏の顕著な業績は、すばる望遠鏡を駆使して一二九億光年かなたの最速銀河を発見し、ビッグバンから八億年前後の時代の銀河の特性から、暗黒時代の終わりを意味する宇宙の再電離の完了時期を特定したことである。

一三七億年前にビッグバンで始まった宇宙は、高温高密度の状態から、急激な膨張で冷え、その三八万年後には陽子と電子が結合した中性水素原子とダークマターが主体となり、自ら光るものが無い「暗黒時代」に入った。やがてダークマターの密度ゆらぎが成長し、二〜三億年頃から初代星を含む原始銀河が生まれ始めたと考えられている。一旦冷えて中性となった銀河間空間の物質は、原始銀河からの紫外線に曝され、やがて宇宙は再電離する。それがいつ頃どのように進行したかは、解明されていなかった。

家氏はすばる望遠鏡の主焦点カメラで、夜天光に邪魔されずに初期宇宙の原始銀河を探索するため、中心波長973nmと1006nmの特殊な狭帯域フィルターを開発した。初期宇宙の原始銀河が放つ最も強い光である静止波長121.5nmのライマン $\alpha$ 輝線は、宇宙膨張のため時代に応じて赤方偏移する。これらのフィルターはそれぞれ赤方偏移七・〇と七・三の時代の銀河探索に狙いを定めたものである。同氏と共同研究者は、これらのフィルターを用いて、最遠方の銀河候補を絞り込み、すばる望遠鏡やケック望遠鏡を用いた分光観測により、最遠方の銀河を次々に発見した。

家氏らは一二六・五億年前（赤方偏移五・七）、一二八・三億年前（赤方偏移六・六）、一二八・八億年前（赤方偏移七・〇）、一二九・二億年前（赤方偏移七・二）の各時代の銀河の探査から、このわずか三億年たらずの時間を遡る間に、ライマン $\alpha$ 輝線で見える銀河の数が急激に減少していることを発見した。これは、この期間に銀河間物質の電離が急速に進んだことを示唆している。銀河間空間に中性水素が残っていると原始銀河からのライマン $\alpha$ 線は共鳴散乱するため、見えにくくなるからである。実際、分光観測の結果からもこの短期間を経る間に中性水素の割合が大幅に減少していることが示された。家氏らはこうして宇宙の再電離の完了期の特定に成功し、これを「宇宙の夜明け」と呼んだ。

この研究は広視野のすばる望遠鏡主焦点カメラと、特殊なフィルター、それに綿密な観測計画の実施により達成されたものであり、世界の追従を許さない研究成果である。

二〇〇六年に一二八・八億光年の最遠銀河を発見し、宇宙再電離に関する論文を発表した後、この記録は二〇一一年まで破られなかった。二〇一一年にいくつかの新記録が国内外で発表されたが、二〇一二年六月には再び世界一となる最遠銀河の発見に成功し、一連の研究成果を補強した。

家氏は初期宇宙に関する観測的研究成果に加え、天文学のさまざまな技術開発でも主導的役割を果たしてきた。すばる望遠鏡計画ではプロジェクトサイエンティストとして、薄型主鏡の鏡面形状をコンピュータ制御する能動光学方式を検討提唱し完成に導いた。また、望遠鏡の建設と並行して、すばる望遠鏡の微光天体分光撮像装置 FOCAS と大気の揺らぎを克服する補償光学装置 AOC36 の設計製作をリードし完成に導いた。これらが一段落した二〇〇二年からは、より高度なレーザーガイド星補償光学系 AO188 を完成させ、すばる望遠鏡の視力を一〇倍に向上させた。

家氏はこれらの業績により、各種の賞を受けたほか、二〇〇八年に開催された国際光工学会の総会における全体企画の特別講演など複数の国際会議での招待講演を行い、また国際会議の組織委員長や

国際プロジェクトの評価委員を務めるなど、国際的な研究活動を展開している。

### 主要な論文の目録

1. Iye, M., Iwanuro, F., Maitbara, T., *et al.*, "Subaru First-Light Deep Photometry of Galaxies in A 851 Field", *PASJ (Publ.Astron.Soc.Japan)*, **52**, 9 (2000)
2. Kodaira, K., Taniguchi, Y., *et al.*, "The Discovery of Two Lyman alpha Emitters beyond Redshift 6 in the Subaru Deep Field", *PASJ*, **55**, 17 (2003)
3. Iye, M., Shimasaku, K., Miyazaki, S., *et al.*, "ERO R1 in the Field of CL 0939+4713: Evidence for an SO-like Galaxy at  $z \sim 1.5$ ", *Apl(Astrophys.J.)*, **590**, 770 (2003)
4. Takami, H., Takato, N., Hayano, Y., Iye, M., *et al.*, "Performance of Subaru Cassegrain Adaptive Optics System", *PASJ*, **56**, 225 (2004)
5. Iye, M., Karoji, H., *et al.*, "Current Performance and On-Going Improvements of the 8.2 m Subaru Telescope", *PASJ*, **56**, 381 (2004)
6. Kashikawa, N., Shimasaku, K., *et al.*, "The Subaru Deep Field: The Optical Imaging Data", *PASJ*, **56**, 1011 (2004)
7. Iye, M., Takami, H., *et al.*, "Cassegrain and Nasmyth adaptive optics systems of 8.2-m Subaru telescope", *SPIE*, **5639**, 1 (2004)
8. Ouchi, M., Shimasaku, K., *et al.*, "The Discovery of Primeval Large-Scale Structures with Forming Clusters at Redshift 6", *Apl*, **620**, L1 (2005)
9. Taniguchi, Y., Ajiki, M., *et al.*, "The SUBARU Deep Field Project: Lyman alpha Emitters at a Redshift of 6.6", *PASJ*, **57**, 165 (2005)
10. Minowa, Y., Kobayashi, N., *et al.*, "Subaru Super Deep Field with Adaptive Optics. I. Observations and First Implications", *Apl*, **629**, 29 (2005)
11. Kawai, N., Kosugi, G., *et al.*, "An optical spectrum of the afterglow of a gamma

- ray burst at a redshift of  $z = 6.295$ ", *Nature*, **440**, 184 (2006)
12. Shimasaku, K., Kashikawa, N., *et al.*, "Ly alpha Emitters at  $z = 5.7$  in the Subaru Deep Field", *PASJ*, **58**, 313 (2006)
  13. Tani, T., Kawai, N., *et al.*, "Implications for Cosmic Reionization from the Optical Afterglow Spectrum of the Gamma-Ray Burst 050904 at  $z = 6.3$ ", *PASJ*, **58**, 485 (2006)
  14. Kashikawa, N., Shimasaku, K., *et al.*, "The End of the Reionization Epoch Probed by Lyalpha Emitters at  $z = 6.5$  in the Subaru Deep Field", *Apl*, **648**, 7 (2006)
  15. Iye, M., Ota, K., *et al.*, "A galaxy at a redshift  $z = 6.96$ ", *Nature*, **443**, 186 (2006)
  16. Yoshida, M., Shimasaku, K., *et al.*, "Luminosity Functions of Lyman Break Galaxies at  $z \sim 4$  and  $z \sim 5$  in the Subaru Deep Field", *Apl*, **653**, 988 (2006)
  17. Stockton, A., McGrath, E., Canalizo, G., Iye, M., *et al.*, "Morphologies of Two Massive Old Galaxies at  $z \sim 2.5$ ", *Apl*, **672**, 146 (2008)
  18. Ota, K., Iye, M., *et al.*, "Reionization and Galaxy Evolution Probed by  $z = 7$  Ly $\alpha$  Emitters", *Apl*, **677**, 12 (2008)
  19. Furusawa, H., Kosugi, G., *et al.*, "The Subaru/XMM-Newton Deep Survey (SXDS). II. Optical Imaging and Photometric Catalogs", *Apl*, **176**, 1 (2008)
  20. Ouchi, M., Shimasaku, K., *et al.*, "The Subaru/XMM-Newton Deep Survey (SXDS). IV. Evolution of Ly $\alpha$  Emitters from  $z = 3.1$  to  $5.7$  in the 1 deg<sup>2</sup> Field: Luminosity Functions and AGN", *Apl*, **176**, 301 (2008)
  21. McGrath, E., Stockton, A., Canalizo, G., Iye, M., *et al.*, "Morphologies and Color Gradients of Luminous Evolved Galaxies at  $z \sim 1.5$ ", *Apl*, **682**, 303 (2008)
  22. Ouchi, M., Ono, Y., *et al.*, "Discovery of a Giant Ly $\alpha$  Emitter Near the Reionization Epoch", *Apl*, **696**, 1164 (2009)
  23. Ota, K., Ly, C., *et al.*, "Spitzer Space Telescope constraint on the stellar mass of  $z = 6.96$  Ly $\alpha$  emitter", *PASJ*, **62**, 1167 (2010)
  24. Ouchi, M., Shimasaku, K., *et al.*, "Statistics of 207 Ly $\alpha$  Emitters at a Redshift Near  $z = 7$ : Constraints on Reionization and Galaxy Formation Models", *Apl*, **723**, 869 (2010)
  25. Kashikawa, N., Shimasaku, K., *et al.*, "Completing the Census of Ly-alpha Emitters at the Reionization Epoch", *Apl*, **734**, 119 (2011)
  26. Rusu, C. E., Oguri, M., *et al.*, "SDSS J133401.39+331534.3: A New Subarcsecond Gravitationally Lensed Quasar", *Apl*, **738**, 30 (2011)
  27. Hibon, P., Kashikawa, N., Willott, C., Iye, M., *et al.*, "Search for  $z \sim 7$  Ly $\alpha$  Emitters with the Suprime-Cam at the Subaru Telescope", *Apl*, **744**, 89 (2012)
  28. Shibuya, T., Kashikawa, N., Ota, K., Iye, M., *et al.*, "The First Systematic Survey for Ly $\alpha$  Emitters at  $z = 7.3$  with Red-sensitive Subaru/Suprime-Cam", *Apl*, **752**, 114 (2012)
  29. Ota, K., Iye, M., "Subaru FOCAS survey of  $z = 7-7.1$  Ly $\alpha$  emitters: a test for  $z \sim 7$  Ly $\alpha$  photometric luminosity functions", *MNRAS (MNRAS/MonNotRoyaAstron.Soc)*, **423**, 444 (2012)
  30. Ota, K., Richard, J., Iye, M., *et al.*, "A search for  $z = 7.3$  Ly $\alpha$  emitters behind gravitationally lensing clusters", *MNRAS*, **423**, 2829 (2012)
- △▽□◇—●○✕
1. Iye, M., "High redshift galaxy surveys", *SPIE (International Soc. Optics & Photonics)*, **7016**, 1 (2008)
  2. Iye, M., "Subaru studies of the cosmic dawn", *Proc. Japan Acad. B*, **87**, 575 (2011)