

教授 (Professor)

小林 俊行 (KOBAYASHI Toshiyuki)

A. 研究概要

1. 非対称空間の大域解析

非対称空間上の大域解析は殆ど未知の世界である．その研究の基盤として，以下の基礎理論を構築を手がけた．

1.A. (real spherical variety の解析的理論) 誘導表現の既約分解 (プランシェレル型定理) および表現の制限の既約分解 (分岐則) における重複度の有限性および一様有界性に関する判定条件を、それぞれ実旗多様体および複素旗多様体における幾何的な言葉で与え、超局所解析の手法を用いて証明した (T.Oshima と共同 [11]) ．

1.B. (real spherical variety の分類理論) 無限次元表現の分岐則の重複度有限性を与えるような対称対を 1.A の判定条件を用い、リー理論の手法を用いてて分類した (T.Matsuki と共同 [3]) ．

1.C. 対称空間の調和解析において有効である偏微分方程式系の理論の代替物として、幾何学的な測度の評価式を用い、非対称空間の正則表現が L^p 緩増加となるための必要十分条件を与えた (Y.Benoist と共同 [2]) ．

1.D. テンソル積が有限重複性をもつ簡約リー群の球主系列表現における有理的三重不変形式を構成し、正規化を決定した． [Math. Ann. 2011] ．

2. 極小表現の大域解析

単純リー群の極小表現は、分解・誘導という観点において最も根源的なユニタリ表現の 1 つであり、多くの代数的研究がなされている．筆者は極小表現をモチーフとする大域解析に焦点を当て、異種の新しい幾何的モデルを通して、極小表現の大きな対称性が数学の異なる分野と結びつくような理論の将来性を提唱し ([Publ RIMS 2011])、自身も、共形幾何を用いた極小表現の構成 ([Adv. Math. 2003]) 以来、約 1000 頁の論文を著し、この分野を主導してきた．

2.A. (シュレーディンガーモデル) ジョルダン代数の共形変換群の枠組で、極小表現の L^2 -モデルを構築した [3] ．さらに、二次錐上にフーリエ変換に相当するユニタリ反転変換を決定した (著書 [アメリカ数学会メモワール 1000 号, 2011]) ．

2.B. (フーリエ変換の変形理論) C 型単純群の極小表現である Weil 表現と D 型単純群の極小表現を連続的に結ぶ複素解析的半群を構成し、長編の論文 [Compositio Math. 2012] で、古典的な Fourier 変換, Hankel 変換, Dunkl 変換, Hermite

半群等が特殊値として現れる作用素の変形理論を与えた (Ben Saiid 等と共同) ．

2.C. (特殊関数) 極小表現から自然に生じる 4 階の微分方程式を満たす、新しい“特殊関数”の基礎的性質 ([Ramanujan J. 2011], [1] 他) ．

2.D. (Kostant-関口対応の量子化) Jordan 代数の共形変換群の極小零軌道の量子化として、Fock モデルを一般化して構成した [JFA2012] ．

2.E. (極小表現の分岐則) ‘極小表現’の半単純対称対に関する分岐則を解析的手法で A 型の場合に完全に決定した [JFA2011] ．

3. 可視的作用と無重複表現

複素多様体における可視的作用という概念と無重複性の伝播という視点を導入し [7]、無重複表現の統一的な理論をめざしている．

4. 不連続群

私の長年のモチーフである非リーマン対称空間における不連続群に関して、スペクトル理論の新たな研究を行い、その第一歩として安定スペクトラムの理論を発表した ([C. R. Acad. Paris 2011], [arXiv:1209.0475], 口頭発表 [2,5]) ．

5. 分岐則の理論

カテゴリ \mathcal{O} における分岐則の離散的分解性の幾何的判定条件を決定した [Transf. Groups 2012] ．さらに、“特異ベクトル”を微分方程式によって求める手法 (“ F -method”) を提唱した ([6,9], [arXiv.1301.2111]) ．対称対に制限した時に離散的に分解するのはいつかという問に関して、Zuckerman 加群 [Adv. Math. 2012] および極小表現等 [4] の場合に完全に分類した (with Y.Oshima) ．ユニタリ表現論の分岐則に関して、最新の結果と予想を Zuckerman 記念号に著した [Contemp. Math. 2011] ．

1. Analysis on non-symmetric spaces

This is a challenge to the global analysis on homogeneous spaces beyond symmetric spaces.

1.A We introduced a notion of *real spherical manifolds* in [11] with T.Oshima, and established a geometric criterion for finite multiplicities in the induced/restricted representations.

1.B a classification theory for certain real spherical manifolds was given in [3].

1.C Jointly with Y. Benoist [2], we proved a criterion for L^p -temperedness of the regular representation on G/H in the generality that $G \supset H$ are pair of reductive groups.

2. Analysis on minimal representations

Minimal representations are one of building blocks of unitary representations. Classic examples are the Weil representation, and intensive algebraic studies have been made since 1990s by many experts. In contrast, I proposed yet another *geometric approach* to minimal representations, by which we could expect a fruitful theory on global analysis by *maximal symmetries*. It includes a conformal construction of minimal representations with B. Ørsted [Adv. Math. 2003]), a theory of *unitary inversion operator* on the L^2 -model that generalizes the Euclidean Fourier transform with G. Mano ([Memoirs of AMS, **1000**, (2011)]), a deformation theory of the Fourier transform in [Compositio Math. 2012], a theory of new “special functions” satisfying a certain ODE of *order four* with G. Mano, Hilgert, and Möllers in [Ramanujan J. 2011], and a generalization of the Schrödinger/Fock model in the framework of the Jordan algebra [8], among others.

3. Multiplicity-free representations

The paper [7] gives a full proof of the propagation theorem of multiplicity-freeness, which produces various multiplicity-free results as synthetic applications of the original theory of *visible actions* on complex manifolds.

4. Discontinuous groups

Developing my continuing motif on discontinuous groups for non-Riemannian homogeneous spaces, I initiated the study on discrete spectrum on locally non-Riemannian symmetric spaces with F. Kassel [C. R. Acad. Paris 2011].

5. Restriction of representations

I accomplished with Y. Oshima the classification of the triple $(\mathfrak{q}, \mathfrak{g}, \mathfrak{h})$ such that Zuckerman’s derived functor modules $A_{\mathfrak{q}}(\lambda)$ decompose discretely with respect to a reductive symmetric pair $(\mathfrak{g}, \mathfrak{h})$ in [Adv. Math. 2012] and also some other small representations in [4] In the category \mathcal{O} , I have developed a simple and detailed study of discretely decomposable restrictions [Transf. Groups 2012], and proposed an effective method to find singular vectors (‘ F -method’ [6], [arXiv:1301.2111], [arXiv:1303.3541]).

B. 発表論文

1. T. Kobayashi: “Special functions in minimal representations”, Perspectives in Representation Theory in honor of Igor Frenkel on his 60th birthday, (eds. P. Etingof, M. Khovanov, and A. Savage), Contemporary Mathematics **610**, (2014), 253–266. Amer. Math. Soc.
2. Y. Benoist and T. Kobayashi: “Temperedness of reductive homogeneous spaces”, 28 pp. To appear in Journal of the European Mathematical Society (JEMS). arXiv: 1211.1203.
3. T. Kobayashi and T. Matsuki: “Classification of finite-multiplicity symmetric pairs”, To appear in Transformation Groups **19** (2014), Special Issue in honour of Professor Dynkin for his 90th birthday. 47 pp.
4. T. Kobayashi and Y. Oshima: “Classification of symmetric pairs with discretely decomposable restrictions of (\mathfrak{g}, K) -modules”. Crelles Journal. published on line 2013 July 13. 19 pp. DOI:10.1515/crelle-2013-0045.
5. T. Kobayashi and B. Speh: “Intertwining operators and the restriction of representations of rank one orthogonal groups”. C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. I, **352**, (2014), 89–94.
6. T. Kobayashi: “ F -method for constructing equivariant differential operators”. In: Geometric Analysis and Integral Geometry, (eds. E. T. Quinto, F. B. Gonzalez, and J. Christensen), Contemporary Mathematics **598**, 2013, 141–148. Amer. Math. Soc.
7. T. Kobayashi: “Propagation of multiplicity-free property for holomorphic vector bundles”. In: Lie Groups: Structure, Actions, and Representations (in Honor of Joseph A. Wolf on the occasion of his 75th Birthday), (eds. A.

- Huckleberry, I. Penkov, and G. Zuckerman), Progress in Mathematics **306**, pages 113–140. 2013.
8. J. Hilgert, T. Kobayashi, and J. Möllers: “Minimal representations via Bessel operators”, J. Math. Soc. Japan, **66**, (2014), 349–414.
 9. T. Kobayashi: “F-method for symmetry breaking operators”. Differential Geometry and its Applications, **33** (2014), 272–289, Special Issue “Interaction of Geometry and Representation Theory : Exploring New Frontiers” (in honor of Michael Eastwood’s 60th birthday).
 10. T. Kobayashi: “Analysis on real spherical manifolds and their applications to Shintani functions and symmetry breaking operators”, Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach Report (2014), no. 3, 4 pp. To appear. DOI: 10.4171/OWR/2014/3.
 11. T. Kobayashi and T. Oshima: “Finite multiplicity theorems for induction and restriction”. Advances in Mathematics, **248**, (2013), 921–944.
 12. T. Kobayashi: “Varna lecture on L^2 -analysis of minimal representations”. In: Lie Theory and Its Applications in Physics (ed. V. Dobrev), Springer Proceedings in Mathematics & Statistics **36**, (2013), 77–93. Springer.
 13. Y. Giga and T. Kobayashi, editors: “What Mathematics Can Do for You”: Essays and Tips from Japanese Industry Leaders. Springer, 2013. viii+144 pp. ISBN 978-4-431-54345-9.
 14. T. Kobayashi: “局所から大域へ –リーマン幾何を超えた世界で–” Kavli IPMU News 25 (2014), pp.30–35; From “Local” to “Global” –Beyond the Riemannian Geomerty–; *ibid.*, (2014), pp. 4–11.
1. Branching Laws for Infinite Dimensional Representations of Real Lie Groups. Mathematical Panorama Lectures in celebration of 125th birthday of Srinivasa Ramanujan (ラマヌジャン生誕 125 周年におけるインド数学年記念, 5 回の連続講義). Tata Institute, India, 18–22 February 2013.
 2. Analysis on pseudo-Riemannian locally symmetric spaces. (S. S. Chern 生誕 100 周年記念集会). Mathematical Science Research Institute (MSRI) at Berkeley, California, USA, October 2011.
 3. Branching, Multiplicities, and Real Spherical Varieties. (**3.A.**–**3.D.** では講演タイトル, 内容は多少異なるが, テーマが同じなので 1 つにまとめる.) **3.A.** Group Actions with applications in Geometry and Analysis: in honour of Toshiyuki Kobayashi 50th birthday. Reims, France, 3–6 June 2013. **3.B.** Representations of Reductive Groups Salt Lake City, USA, 8–12 July 2013. **3.C.** 松木敏彦教授還暦記念研究集会. Tottori, Japan, 8–9, February 2014. **3.D.** Representation Theory and Analysis of Reductive Groups: Spherical Spaces and Hecke Algebras Oberwolfach, Germany, 19–25 January 2014.
 4. Geometric Quantization of Minimal Nilpotent Orbits. (Souriau 教授 90 歳記念研究集会) Aix-en-Provence, France, 25–29 June 2012.
 5. Stable Spectrum for non-Riemannian Locally Symmetric Spaces. **5.A.** Lie Groups: Structure, Actions and Representations (J. Wolf 教授 75 歳記念研究集会). Ruhr-Universität, Bochum, Germany, January 2012. **5.B.** Sophus Lie Days. Cornell, USA, 11 October 2013. **5.C.** Journée Mathématique de la Fédération de Recherche. Logis du Roy, Amiens, France, 2 July 2013. **5.D.** Colloquium de Mathématiques de Rennes. Institut de Recherche mathématique de Rennes, France, 10 June 2013. **5.E.** Colloquium. Chalmers University of Technology and

C. 口頭発表

- the University of Gothenburg, Sweden, 20 May 2013.
6. Discrete Spectrum for Non-Riemannian Locally Symmetric Spaces. Cohomology of Arithmetic Groups (M. S. Raghunathan 教授 70 歳記念研究集会). Tata Institute of Fundamental Research, Mumbai, India, December 2011.
 7. Geometric Analysis on Minimal Representations. **7.A.** Mathematical Physics and Representation Theory (Igor Frenkel 教授 60 歳記念研究集会) (organized by P. Etingof, M. Khovanov, A. Kirillov Jr., A. Lachowska, A. Licata, A. Savage and G. Zuckerman). Yale University, USA, 12–16 May 2012. **7.B.** International summer research school of CIMPA 2013: Hypergeometric functions and representation theory. Mongolia, 5–16 August 2013.
 8. Natural Differential Operators in Parabolic Geometry and Branching Laws. **8.A.** The Interaction of Geometry and Representation Theory: Exploring New Frontiers (M. Eastwood 60 歳記念研究集会) ESI, Vienna, 10–14 September 2012. **8.B.** Workshop on the Interaction of Representation Theory with Geometry and Combinatorics. Hausdorff Institute, Bonn, Germany, March 2011. **8.C.** Special day on Lie groups. Utrecht University, the Netherlands, May 2011. **8.D.** (2 lectures), Representation Theory XII. Dubrovnik, Croatia, June 2011. **8.E.** Lie Groups: Geometry and Analysis (JSPS/DFG seminar). Paderborn, Germany, September 2011. **8.F.** Symposium on Representation Theory 2012. Kagoshima, Japan, 4–7 December 2012. **8.G.** Workshop on Geometric Analysis on Euclidean and Homogeneous Spaces (S. Helgason 教授 85 歳記念研究集会). Tufts University, USA, January 2012. **8.H.** International Workshop: Lie Theory and Its Applications in Physics (LT-10). Varna, Bulgaria, 17–23 June 2013. **8.I.** Analysis Seminar. Chalmers University of Technology and the University of Gothenburg, Sweden, 14 May 2013.
 9. Finite Multiplicity Theorems and Real Spherical Varieties. **9.A.** (closing lecture), Seminar Sophus Lie. Erlangen, Germany, July 2011. **9.B.** Analysis on Lie Groups. Max Planck Institute for Mathematics, Bonn, Germany, September 2011. **9.C.** (closing lecture), Lie Groups, Lie Algebras and their Representations (organized by Joseph Wolf). University of California, Berkeley, USA, November 2011. **9.D.** Branching Laws, IMS, Singapore, March, 2012. Harmonic Analysis Seminar. Charles University in Prague, Czech, 14 December 2012. **9.E.** Harmonic Analysis, Operator Algebras and Representations. Centre International de Rencontres Mathématiques (CIRM), Luminy, France, 22–26 October 2012. **9.F.** Special Program “Branching Laws” (11–31 March 2012). Institute for Mathematical Sciences, NUS, Singapore, 19 March 2012. **9.G.** Workshop on Representations of Lie Groups and their Subgroups (organized by G. Zhang). Chalmers University of Technology, Sweden, 19–20 September 2013.
 10. Global Geometry and Analysis on Locally Symmetric Spaces—Beyond the Riemannian Case. **10.A.** JSPS-DST Asian Academic Seminar 2013: Discrete Mathematics & its Applications. the University of Tokyo, Japan, 3–10 November 2013. **10.B.** Sophus Lie Days. Cornell, USA, 11 October 2013. **10.C.** Japan–Netherlands Seminar. Nagoya University, Japan, 26–30 August 2013. **10.D.** Hayama Symposium on Complex Analysis in Several Variables XVI. Kanagawa, Japan, 20–23 July 2013. **10.E.** (2 lectures), Workshop d’analyse harmonique. Reims, France, 2 November 2012. **10.F.** 談話会, Colloquium Lorrain. Université de Lorraine - Metz, France, 16 October 2012. **10.G.** 談話会, University of Chicago, USA, May 2011. **10.H.** 談話会, IPMU, the University of Tokyo, Japan,

December 2011.

D. 講義

1. 幾何学 XG (数理科学研究科 4 年生): 数物先端科学 IV / Frontiers of Mathematical Sciences and Physics IV: 群作用の幾何・大域解析, 東京大学数理科学研究科, 2013 年冬学期. 無限次元表現の Symmetry Breaking Operators について, 幾何的な側面を土台にして最新の理論の紹介を行った.
2. 数学 I: 微積分 (2013 年冬学期, 文科 1・2 年生) Taylor 展開, 偏微分, 区分求積法等のシラバスの内容に加え, 近似と概算, 微分方程式の初歩, 多変数関数の積分を講義し, 約 200 題の演習で講義を補った.
3. 数学講究 XA(2013 年度夏学期, 4 年生セミナー), シンプレクティック幾何・保型形式
4. 数学特別講究 (2013 年度冬学期, 4 年生セミナー), シンプレクティック幾何・保型形式
5. Analysis of Minimal Representations, CIMPA サマースクール “超幾何関数と表現論” モンゴル, 2013 年 8 月. 極小表現の幾何的構成及び、シュレディンガーモデルにおいて自然に生じる新しい特殊関数の理論に関して 7 回の連続講義を行った.

E. 修士・博士論文

1. (修士) 森田 陽介 (MORITA Yosuke): Obstructions for the existence of compact manifolds locally modelled on homogeneous spaces (等質空間を局所モデルとするコンパクト多様体の存在に対する障害)

F. 対外研究サービス

1. Kavli IPMU(数物宇宙連携機構), 上席科学研究員併任 (2009.8-); 主任研究員 (Principal Investigator) 併任 (2011.6-)

[ジャーナルのエディター]

2. Managing Editor, Japanese Journal of Mathematics (日本数学会) (2005-)
3. Editor, International Mathematics Research Notices (Oxford 大学出版) (2002-)

4. Managing Editor, Takagi Booklet, vol. 1-13 (日本数学会) (2006-)
 5. Editor, Geometriae Dedicata (Springer) (2000-)
 6. Editor, Advances in Pure and Applied Mathematics (de Gruyter) (2008-)
 7. Editor, International Journal of Mathematics (World Scientific) (2004-)
 8. Editor, Journal of Mathematical Sciences, The University of Tokyo (2007-)
 9. Editor, Kyoto Journal of Mathematics (2010-)
 10. Representation Theory (アメリカ数学会) (2014-)
 11. Editor in Chief, Journal of Mathematical Society of Japan (日本数学会) (2002-2004; 2004-2006), Editor (1998-2006)
 12. Editor, Publications RIMS (2003-2007)
 13. Editor, Progr. Math. vol. 255 (with W. Schmid, J.-H. Yang), Birkhäuser, 2007
 14. 共立出版, 数学叢書, 編集委員
- [学会・他大学の委員など]
15. 審査委員: European Research Council (2010-)
 16. 日本学術会議連携会員 (2006-2008)
 17. 日本数学会理事 (2003-2005; 2005-2007)
 18. 日本数学会評議員 (2003-2005; 2005-2007)
 19. 京都大学数理解析研究所専門委員 (2007-2009; 2009-2011)
 20. 科学研究費等の審査委員: 日本 (JSPS), 米国 (NSF-AMS), EU, ドイツ, ルクセンブルク, 中華人民共和国・香港 (various years)
 21. 審査委員: Prize Committee 日本数学会春季賞・秋季賞他 (anonymous) (various years)
 22. Jury, Habilitation, Reims University, France (2006)
 23. Jury, Doctor of Philosophy, Paderborn University, Germany (2010)

24. Jury, Doctor of Philosophy, Utrecht University, the Netherlands (2011)
- [国際研究集会のオーガナイザーなど]
25. Scientific Committee, Hermitian Symmetric Spaces, Jordan Algebras and Related Problems (conference in honor of Prof. Jean-Louis Clerc), Centre International de Recherches Mathématiques, Luminy, France, 23–27 June, 2008
26. オーガナイザー, 微分方程式と対称空間—大島利雄先生還暦記念研究集会, 東京大学, 2009年1月13–16日 (with H. Matumoto, H. Ochiai and H. Sekiguchi)
27. オーガナイザー, Mathematics: From Today to Tomorrow—Global COE Opening Symposium at Tokyo, 東京大学, 2009年1月30日–2月1日 (with Y. Kawahigashi, Y. Kawamata and T. Saito)
28. オーガナイザー, The 8th Workshop on Nilpotent Orbits and Representation Theory (NORTH 8), 大津, 2009年3月8–11日 (with K. Nishiyama and H. Yamashita)
29. オーガナイザー, GCOE Spring school on representation theory, 東京大学, 2009年3月12–17日
30. オーガナイザー, Conference in honor of Bent Ørsted’s 60th birthday: Representations, Lie groups, and conformal geometry, Göttingen, Germany, 6–10 April 2009 (with M. Pevzner, P. Ramacher and I. Witt)
31. オーガナイザー, Workshop on Integral Geometry and Group Representations, 玉原, 2009年8月5–10日 (with F. Gonzalez, T. Takehi and T. Oshima)
32. Scientific Committee, Conference in honor of Takayuki Oda’s 60th birthday, 東京大学, 2009年9月14–17日
33. オーガナイザー, IPMU workshop: Quantizations, integrable systems and representation theory, IPMU, 東京大学柏キャンパス, 2009年11月5–6日 (with M. Guest and T. Kohno)
34. オーガナイザー, Representation Theory and Harmonic Analysis, Oberwolfach, Germany, 14–20 November 2010 (with B. Krötz)
35. Scientific committee, Recent Developments in Harmonic Analysis and their Applications, Marrakech, Morocco, 25–29 April 2011
36. オーガナイザー, Branching Problems for Unitary Representations, Max Planck Institute for Mathematics Bonn, Germany, 25–29 July 2011 (with B. Ørsted and B. Speh)
37. Scientific committee, Harmonic Analysis, Operator Algebras and Representations, CIRM, Luminy, France, 21–26 October 2012
38. オーガナイザー, Representations of Lie Groups and Supergroups, Oberwolfach, Germany, 10–16 March 2013 (with J. Hilgert, K.-H. Neeb and T. Ratiu)
39. オーガナイザー, Session “Representation Theory” in JSPS-DST Asian Academic Seminar 2013: Discrete Mathematics & Its Applications (小谷元子他), the University of Tokyo, Japan, 7 November, 2013.
40. オーガナイザー, Winter School on Representation Theory of Real Reductive Groups, 東大, 15–18 February 2014, (with T. Kubo, H. Matumoto and H. Sekiguchi).
41. オーガナイザー, 高木レクチャー, 第1回 (京都大学数理研, 2006年11月), 第2回 (東京大学, 2007年5月), 第3回 (東京大学, 2007年11月), 第4回 (京都大学, 2008年6月), 第5回 (東京大学, 2008年10月), 第6回 (北海道大学, 2009年6月), 第7回 (東京大学, 2009年11月), 第8回 (京都大学数理研, 2010年11月), 第9回 (京都大学数理研, 2011年6月), 第10回 (京都大学数理研, 2012年5月), 第11回 (東京大学, 2012年11月), 第12回 (東京大学, 2013年5月), 第13回 (京都大学数理研, 2013年11月) (with Y. Kawahigashi, H. Nakajima, K. Ono and T. Saito)

42. オーガナイザー, リー群論・表現論セミナー (2007–present 東大; 2003–2007 RIMS; 1987–2001 東大)

G. 受賞

1. 井上 学術賞 (2010) 「無限次元の対称性の解析」
2. Monna Lecturer, “リーマン幾何の枠組みを越えた不連続群論”, Netherland (2008)
3. フンボルト賞 (数学部門), Germany (2008)
4. [学生の受賞] 大島 芳樹. 学生表彰「東京大学総長賞」(2010); 森田 陽介. 学生表彰「東京大学総長賞」(2012)

H. 海外からのビジター

1. Leticia Barchini (2014, February, Oklahoma State University)
2. Simon Gindikin (2013, November–December, Rutgers University)
3. Vaibhav Vaish (2013, November, The Institute of Mathematical Sciences)
4. Fanny Kassel (2014, February, CNRS, Lille University)
5. Birgit Speh (2013, July–August, Cornell University)