

平成 30 年 6 月 7 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(S)

研究期間：2013～2017

課題番号：25220701

研究課題名(和文)代数多様体のモジュライ空間と自己射の数理

研究課題名(英文)Moduli spaces of algebraic varieties and self-morphisms

研究代表者

向井 茂 (Mukai, Shigeru)

京都大学・数理解析研究所・教授

研究者番号：80115641

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 42,800,000円

研究成果の概要(和文)：代数多様体の研究に自己射を付加することによって、多くの新しい知見を得ることができた。特に、エンリケス曲面の無限自己同型群の研究に実質コホモロジー次元を導入したことで、代数幾何と離散群という二つの分野に新しい刺激を与えると期待される。有理曲面に穏やかな退化するので、これは2変数クレモナ群の研究に応用できる点でも優れている。9個のミラー1次元族についても研究が多いに進んだ。一般の代数多様体に関しては、小木曾達が、原始的な正エントロピー自己同型や非有限生成自己同型群の曲面の構成に成功した。位数2の自己同型をもつK3曲面の解析的撓率の研究(吉川、馬)も当初の目的を達成することができた。

研究成果の概要(英文)：Adding to the key concept “self-morphism” to the study of algebraic varieties, we obtained many of findings in these five years. Among them we introduced the virtual cohomological dimension in the study of infinite discrete automorphism groups of Enriques surfaces. Hopefully this will stimulate two fields, algebraic geometry and discrete groups. Since Enriques surfaces mildly degenerate to rational surfaces, this has an application to the Cremona group of two variables. The study of nine mirror families of Enriques surfaces was developed by Mukai and Ohashi more than expected. Oguiso and his collaborators constructed primitive 3-fold automorphisms of positive entropy and a remarkable projective algebraic surface whose automorphism group is discrete but not finitely generated. The study of analytic torsion of K3 surfaces with involution was also much developed by Yoshikawa and Ma.

研究分野：代数幾何学

キーワード：代数幾何学 複素幾何 複素力学系 表現論 アラケロフ幾何 幾何学的群論

### 1. 研究開始当初の背景

代数幾何学は多くの固有の方法や問題をもっているが、他の分野への応用にも目覚ましいものが多い。応用のされ方としては、モジュライに関するものが多いが、2010年頃から自己写像に関連するものが増えてきた。特に、複素力学系における隣接分野では、自己同型のエントロピーやクレモナ群の研究において代数幾何学へのフィードバックを与える優れた結果が得られていた。

### 2. 研究の目的

代数多様体とモジュライという伝統的な問題設定に、自己写像の観点を取り入れることによって、また、複素力学系や幾何学的表現論等における隣接分野との問題意識や研究手法の共有をはかることによって、研究のさらなる発展を目指す。

### 3. 研究の方法

以下のテーマ分担に基づいて研究を分担した。(a) エンリケス曲面と Coble 曲面の研究(向井、大橋、Allcock)。(b) 自己射と複素力学系の代数幾何学的研究(小木曾、中山、Kim、大橋)。(c) 自己同型付き多様体のモジュライの複素解析的に研究(吉川、馬)。(d) 双有理アラケロフ幾何とその応用(森脇、川口)。(e) 代数多様体上の自己射の力学系・エルゴード理論的な性質(宍倉、上田、Kim)。(f) モジュライ空間とクラスター代数(中島)。(g) ベクトル束のモジュライの strange duality(阿部、向井)。(h) ファノ多様体上の曲線のヒルベルト概型(那須、向井)。

### 4. 研究成果

本研究における成果から主なものを選んで記述する。凡そ上記(a)~(h)の順である。(1) 向井(代表者)と大橋(連携研究者)は共同してエンリケス曲面の自己同型群を研究した。特に、無限位数であるにも拘らず、自己同型群が具体的に記述できるエンリケス曲面の発見に精力を注ぎ、[1]において、そのようなエンリケス曲面の1次元族を発見した。また、エンリケス曲面に作用する有限群の研究も進め、[2]において、Mathieu的に作用できるものを分類した。この有限群の中に6交代群の出現することが著しい。さらに進めて、semi-symplectic に作用できる有限群の分類にも成功した。(2) 向井は、80年代に Nikulin が定義した、エンリケス曲面に対するルート型や2を法とするルート型を再定義した。前者は局所係数のホッジ構造を用いるもので、Allcock が格子論的に発見した周期に自然な意味付けを与えている。後者は2元体上のベクトル空間上の2次形式で、強力な道具であるが、定義には細心の注意を要する。(3) 向井は Enriques 曲面の自己同型群の実質コホモロジー次元(vcd)に関する予想を提

唱し、大橋と協力してその解決を目指した。実質的自由性(vcd=1)の場合に限定してもまだ多くの根拠が得られているわけではない。向井は、エンリケス曲面での成果の2変数クレモナ変換への応用として、Coble 曲面を研究し、上野・Campana 型の場合の自己同型群や射影平面内の6直線の分解群を決定した。(3) 一般のエンリケス曲面や有理曲線をもつ中で一般的なエンリケス曲面の自己同型群が無限ワイル群を用いて記述できる。これの証明の実質的部分は A. Coble(1919)に遡るが、どうしても大量の計算が必要だった。Allcock[6]はこれに概念的な証明を与えることに成功した。また、E6+A3型のエンリケス曲面の自己同型群が実質的に自由であることが向井や Dolgachev によって予想されていたが、3進数体上のある志村曲線を用いてそれを証明した。

(4) エンリケス曲面は、T237型ディンキン図形の頂点に対応して9個のミラー1次元族をもつ。共著論文[1]の研究対象もその一つであるが、大橋は、金銅II型と呼ばれる別のミラー族について新しい6次元曲面表示を得た。また、合同部分群  $\Gamma_1(4)$  から得られる楕円モジュラー曲面がエンリケス曲面内部の幾何とモジュライ空間に同時に現れているという観察を得た。これは、他のミラー族に対しても成立すると予想されている。

エンリケス曲面の2次元族にも面白いものがあり、研究の視野に入れてはいたが、研究(特に、Borchersの関数やムーンシャイン現象との関連)はあまり進展がなかった。

(5) 小木曾は正のエントロピーを持ちかつ原始的な正則自己同型を許容する3次元有理多様体と3次元カラビ・ヤウ多様体の最初の例の構成に成功した(Truong氏との共同研究[8])。また、ある種の3次元トラス商の単有理性に関する Ueno-Campana 予想に肯定的解決を与えた。また、非特異5次 Calabi-Yau 3-fold の自己同型群を分類し、極大なものをすべて明示的な形で記述した(Xun.Yu氏との共同)。

(6) 小木曾は Wehler 型の任意次元 Calabi-Yau 多様体に対する Kawamata-Morrison 予想を肯定的に解決した。また、非特異射影的代数曲面で全自己同型群は離散的だが有限生成ではないものの存在を示した(Tien-Cuong Dinh 教授との共同研究)。

(7) 小木曾は、自己同型群が有限な K3 曲面でももって、その2次 Hilbert 積の自己同型群が無限になる例を与えた。これは、当時ポストドクで雇用されていた Malte Wandel による質問に答えるもので、森夢空間に関する結果を加えて、欧州数学会ジャーナル[5]に出版された。

(8) 中山は、同型でない自己正則写像をもつ複素射影的正規曲面の分類についての研究を行った。有理曲面の場合の分類のみが問題として残されている。候補のひとつは擬

トーリック曲面であり、その場合の自己正則写像の非存在を証明する試みがあったが、成功しなかった。また、その他の候補の場合に、自己正則写像が定める特性完全不変因子の構造を調べることで、その曲面の構造を解明しようとした。この試みは部分的な場合に成功した。

(9) 永田の定理により 2 変数クレモナ変換は Picard 格子に作用するあるワイル群の元とみなせる。Kim はこれの高次元化を研究した。人工的に見えるが役に立つ 2 次形式が任意次元の射影空間や多重射影空間の点爆発の Picard 群に対して、Coble と向井によって与えられている。Kim はこの 2 次形式の幾何的意味を深く考察し、これらの点爆発の擬自己同型がいつも Coble・向井のワイル群の元であるだろうという予想を定式化した。

(10) 大橋はエンリケス曲面上で、無限位数を含む任意の自己同型に対し、ねじれコホモロジー群への作用の可能性を列挙し、その結果を、2 を法として還元することでエンリケス曲面上の最小エントロピー問題（可能な Salem 数の分類）に応用した。

(11) 吉川は川口や向井と共同で、Borcherds の関数に対する代数的表示を得た。また、馬（連携研究者）との共同研究において、吉川が 2004 年に導入した対合付き  $K3$  曲面の解析的捩率不変量を、モジュライ空間上の関数として決定した。対合付き  $K3$  曲面は 75 種類の変形型よりなり、夫々が直交型モジュラー多様体をモジュライ空間にもつ。解析的捩率不変量は明示的な Borcherds 積とジゲル保型形式の積のピーターソン・ノルムで与えられ、結果的に全て楕円モジュラー的である事が示された。また、不変量 から Borcherds 積を単独で取り出す方法を見出した。

(12) 馬は、符号  $(2, n)$  の整数係数 2 次形式の全直交群から定まるモジュラー多様体が、 $2 \leq n \leq 10$  次元以上で有限個を除いて一般型になることを証明した。有限 2 次形式に対して同変ガウス和を導入し、いくつかの例で数論的な公式が成り立つことを見つけた。さらに、ポーチャーズ積のくりこみ制限を明示的なポーチャーズ積として記述し、ジゲルモジュラー形式と普遍的アーベル多様体上の多重標準形式の関係を調べた。

(13) 中島は、4 次元ユークリッド空間上のインスタントンのモジュライ空間の交叉コホモロジー群が  $W$  代数の表現の構造をもつことを示した (Braveman, Finkelberg と共同)。また、3 次元  $N = 4$  ゲージ理論のクーロン枝の、アファイン多様体としての厳密な定義を与えた。これに類似した 4 次元  $N = 2$  超対称性ゲージ理論のクーロン枝は、Hitchin の考察したヒッグス束のモジュライ空間になることが知られており、特に Gaiotto-Moore-Neitzke の物理学者の研究により、クラスター代数と密接な関わりがあることが分かっている。4 次元のクーロン枝の数学的に厳密な定義は、現状では難し

いと思われるので、それにより近いと思われる、 $K$  理論版のクーロン枝の定義を考察した。これは、3 次元のクーロン枝の定義において使われている、同変ホモロジー群の部分すべて同変  $K$  群に置き換えて定義されるものである。定義は well-defined で、主な性質が同様に成り立つ。さらに、具体的な例を研究し、籠ゲージ理論と呼ばれるクラスについて、有限 ADE 型であれば、trigonometric Zastava 空間とよばれているものになっていることを確かめた。Finkelberg-Kuznetsov-Rybnikov-Dobrovolska により、この空間はクラスター構造を持つことが予想されているので、一般的に  $K$  理論版のクーロン枝がクラスター構造を持つと期待することは、自然であると思われる。

(14) 複素固有代数多様体上に半豊富な可逆層  $L$  とその連続な計量  $h$  が与えられているとする。  $L$  が豊富で  $h$  が滑らかな半正定値な計量の場合、その計量は半豊富計量であると予想した。森脇は、その予想を超えたさらなる一般化である結果を得た。すなわち、  $L$  が半豊富で  $h$  が連続な半正定値な計量の場合、  $h$  は半豊富計量であることを示すことに成功した。さらに、非アルキメデス的体上でも類似の結果を得た。

(15) 森脇は非アルキメデス付値をもった体上定義された射影代数多様体の豊富な直線束の大域切断のノルムを押さえた拡張についての研究をグルノーブル大学の H. Chen 氏と行った。応用として、S. Zhang によって得られていた算術的中井・Moishezon の判定法の拡張を得た。

(16) 宍倉は、無理的な中立不動点を持つ複素力学系の局所不変集合を近放物型くりこみを用いて研究した。複素 2 次多項式が線型化不可能な無理的な中立不動点を持つとき、 hedgehog という不変集合を持つが、その集の構造を Denjoy odometer というコントロール集合をベースに持ちファイバーを半直線とする空間 (Rempé model) により記述した。また、複素力学系の擬等角変形のスケール極限を 1 次元樹木とその上の区分的線型写像によって記述し、逆に 1 次元樹木上の区分的線型写像から擬等角手術によって有理関数を構成する方法を与えた。1 次元複素力学系が吸引的周期点や Siegel 円盤、Herman 円環をもつときに、それらの Riemann 球面上の配置を記述するための概念として、樹木とその上の区分的線型写像を導入し、これをトロピカル幾何学の類似として研究した。

(17) 宍倉は、複素力学系の族の退化についても研究し、それに対応した樹木上の区分的線型写像とその実全問題を研究した。実 2 次多項式族のカオスのパラメータの測度の下からの評価を与えた。複素力学系の擬等角写像を用いた手術や折り込み構成のために重要な、擬等角写像によるリーマン球面上の 4 点の複比の変形の評価を与えた。

(18) 上田は、複素 2 変数写像の半放物的不

動点の摂動に関して, E. Bedford (Stony Brook), J. Smillie (U. Warwick) と共同研究を行った。また、(強)多重劣調和函数の存在, その増大度, その上の葉層構造との関連について, 小池貴之(京大)との共同研究を行った。

(19) 阿部は、代数曲面上の層のモジュライ空間の研究の中でも strange duality という現象についての研究を続けた。2013年度は、K3 曲面上のある場合について strange duality が成り立つことを示した。2014年度には、射影平面上の層のモジュライ空間上の直線束の大域切断に関しての strange duality 予想をモジュライ空間の高さが零のときは strange duality 予想が正しいことを示した。さらに、2次曲面上の半安定層のモジュライ空間に対しても高さを定義し、高さが零のモジュライ空間が、籠の表現のモジュライ空間と同型であることを示した。

(20) 代数曲線上の二つのベクトル束とその間の写像を合わせたデータを holomorphic triple と呼ぶ。阿部は、射影直線上の holomorphic triple に対して strange duality 予想を定式化し、その予想の肯定的な証拠として、holomorphic triple の target の階数が1の場合に予想を証明した。

(21) 那須は、3次元代数多様体上の曲線の1位無限小変形が2位変形へのリフトの際に障害を受けるための条件を研究した。応用として、指数1の3次元非特異ファノ多様体に対し、そのヒルベルト旗スキームが非特異かつ期待次元を持つための明示的な条件を与えた。また同多様体上の退化曲線に対し、安定的に退化する (stably degenerate) ための十分条件を与え、曲線に対応する点におけるヒルベルトスキームの(非)特異性と次元を決定した。

(22) 三内(ポスドク、特任助教)は、アーベル多様体の Frobenius 写像の持つ性質による特徴付け(東京大学江尻との共同研究)及び Cowsik の問題と呼ばれるある種の環の有限生成性に関する問題の解決(Imperial college London の田中との共同研究)を行った。先の研究により、正標数の代数閉体上の滑らかな射影多様体が ordinary なアーベル多様体であることは、標準束が擬効果的であることと、構造層の Frobenius 押し出しが(無限回の合成について)直線束の直和になることで特徴づけられた。今年度の研究ではこれが標数3以上の時には一回の Frobenius 押し出しでチェック可能なこと、標数2の時は二回の Frobenius 押し出しでチェック可能なことを証明した。また、多項式環上の素イデアルの symbolic Rees 環が有限生成になるか? という Cowsik による問いに対する反例の構成(標数0の場合は永田と Roberts によって行われた)を任意の体上で構成した。特に有限体上の場合は Totaro による nef で semi ample でない因子を持つ曲面を元に、Poonen による合同ゼータ型の Bertini の定理

を用いることで素イデアルに対応する代数曲線を構成した。

**国際研究集会の主催** 次の4件の国際研究集会が分担者等によって開催され、研究の遂行に大いに役立った。

(1)2014年3月4-7日、「モジュライ空間と自己写像」、数理解析研究所、研究代表者は向井。(2)2015年10月26-30日、シンプレクティック多様体とモジュライに関する和歌研究集会、数理解析研究所、研究代表者は Maite Wandel (ポスドク)。(3)2016年7月19-22日、「代数多様体の有理性と自己写像」、数理解析研究所、研究代表者は小木曾。(4)2017年2月1-3日、「代数的層のモジュライの研究とその周辺」、研究代表者は阿部。

#### 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110件)

[1] S. Mukai and H. Ohashi, The automorphism groups of Enriques surfaces covered by symmetric quartic surfaces, "Recent Advances in Algebraic Geometry" in the LMS Lecture Notes Series, 417, 2015.

<http://hdl.handle.net/2433/224938>

[2] S. Mukai and H. Ohashi, Finite groups of automorphisms of Enriques surfaces and the Mathieu group  $M_{12}$ , arXiv1410.7535.

[3] H. Nakajima, Cluster algebras and singular supports of perverse sheaves, in "Advances in Representation Theory of Algebras", EMS Series of Congress Reports, 2014, 211-230. 査読有

[4] S. Cantat, K. Oguiso, Birational automorphism groups and the movable cone theorem for Calabi-Yau manifolds of Wehler type via universal Coxeter groups, Amer. J. Math. 137, 2015, 1013--1044.

[5] K. Oguiso, On automorphisms of the punctual Hilbert schemes of K3 surfaces, Eur. J. Math. 2, 2016, 246-261. 査読有  
DOI 10.1007/s40879-015-0070-4.

[6] D. Allcock, Congruence subgroups and Enriques surface automorphisms, J. London Math. Soc. 2018, 1--11.  
<https://doi.org/10.1112/jlms.12113>.

[7] K. Kim, No Smooth Julia sets for polynomial diffeomorphisms of  $C^2$  with positive entropy, Proceedings of Kinosaki symposium on algebraic geometry. 2015, pp.

103-110,

<https://repository.kulib.kyoto-u.ac.jp/dspace/bitstream/2433/218264/1/2015-09.pdf>.

[8] K. Oguiso, T. T. Truong, Explicit examples of rational and Calabi-Yau threefolds with primitive automorphisms of positive entropy, *J. Math. Sci. Univ. Tokyo*, 22, 2015, 361--385., 査読有

[9] K. Oguiso : Simple abelian varieties and primitive automorphisms of null entropy of surfaces, In: "K3 Surfaces and their Moduli", *Progress in Math*, 315, 279--296 (2016). 査読有

[10] A. Braverman, M. Finkelberg and H. Nakajima, Instanton moduli spaces and W-algebras, *Astérisque*, 385, 2016, vii+128 pages 査読有

[11] H. Chen and A. Moriwaki, Algebraic dynamical systems and Dirichlet's unit theorem on arithmetic varieties, *Int. Math. Res. Notices*, 査読有, 巻 : 2015, 2015 年, 13669-13716

[12] S. Kawaguchi, S. Mukai, K.-I. Yoshikawa, Resultants and the Borchers  $\eta$ -function, *Amer. J. Math.* (掲載決定). 査読有

〔学会発表〕(計 244 件)

[1] Mukai, Shigeru, "Coble surfaces and their automorphism groups" K3 Surfaces and Related Topics, 2017 年 12 月 19 日 名古屋大学坂田平田記念ホール, 招待

[2] K. Oguiso, Birational geometry through complex dynamics, Colloquium Talk at National University of Singapore, January 14 2018, National University of Singapore, 招待

[3] 森脇 淳, Dirichlet property and dynamical system, Newton-Okounkov Bodies, Test Configurations, and Diophantine Geometry, 2017 年 2 月 7 日, Banff, Canada, 招待

[4] Mukai, Shigeru, Root systems and automorphisms of Enriques surfaces Varieties with trivial canonical bundle 2016 年 6 月 16 日, Banach Center, Bedlewo, Poland, 招待

[5] Hiraku Nakajima, Coulomb branches, School - Wall-crossing and quiver

varieties 2016 年 5 月 25 日 ~ 27 日, Ecole Polytechnique Federale de Lausanne, 招待, スイス

[3] 宍倉光広, Rempe model and Denjoy odometer for hedgehogs of complex quadratic polynomials, *Dynamical Developments: a conference in Complex Dynamics and Teichmüller theory*, 2015/08/21, Jacobs University, Bremen, Germany, 招待

[4] 宍倉光広, Toward arithmetic surgery of rational maps, *IMSXXV Celebrating 25 years of low-dimensional dynamics at Stony Brook*, 2015/05/08, Stony Brook University, USA, 招待

[5] K.-I. Yoshikawa, "Analytic torsion for K3 surfaces with involution", *Modular Forms and Geometry of Modular Varieties*, 2015 年 5 月 5 日, IMPA, Rio de Janeiro, Brazil, 招待

[6] K. Oguiso, Some aspects of explicit birational geometry inspired by complex dynamics, *International Congress of Mathematics (Seoul 2014)*, Invited 45 min. talk at Section 4 Algebraic and Complex Geometry, August 13 - 21, 2014, Coex, Seoul Korea, 招待

[7] A. Moriwaki, Birational Arakelov Geometry, Scientific activities of the Franco-Chinese Workshop on Stability, 5/June/2014, Institut Fourier, Grenoble, 招待

[8] K.-I. Yoshikawa, Equivariant analytic torsion for K3 surfaces with involution, Moduli spaces of irreducible symplectic varieties, cubics and Enriques surfaces, 2014 年 3 月 26 日, Université Lille 1 (リール第 1 大学), 招待

〔図書〕(計 3 件)

[1] 森脇淳・川口周・生駒英晃, サイエンス社, モデル-ファルティングスの定理---ディオファントス幾何からの完全証明---, 2017 年, 186 ページ

[2] J. Kollar, O. Fujino, S. Mukai, N. Nakayama (編集), 日本数学会, *Minimal models and extremal rays (Kyoto, 2011)*, *Advanced Studies in Pure Mathematics*, 70. *Mathematical Society of Japan*, [Tokyo], 2016. frontmatter +420 pp.

[3] A. Moriwaki, *American Mathematical Society, Arakelov geometry*, 2014, 285 ペ



ージ

〔その他〕

ホームページ等

基盤(S)

<http://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~kenkyubu/mukai/indexj.html>

2013 年度研究集会:モジュライ空間と自己写像, <http://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~pioggia/2014Mar.html>

ポスドク(M. Wandel) による 2015 年度研究集会: 和欧シンプレクテック多様体とモジュライ空間,

<http://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~wandel/waou/>

2015 年度研究集会: 高次元代数幾何とその周辺,

<http://www2.kobe-u.ac.jp/~mhsaito/1602kobe-kyoto/index.html>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

向井 茂 (MUKAI Shigeru)

京都大学・数理解析研究所・教授

研究者番号: 8 0 1 1 5 6 4 1

### (2) 研究分担者

中島 啓 (NAKAJIMA Hiraku)

京都大学・数理解析研究所・教授

研究者番号: 0 0 2 0 1 6 6 6

吉川 謙一 (YOSHIKAWA Kenichi)

京都大学・理学研究科・教授

研究者番号: 2 0 2 4 2 8 1 0

小木曾 啓示 (OGUISO Keiji)

東京大学・数理解析研究所・教授

研究者番号: 4 0 2 2 4 1 3 3

森脇 淳 (MORIWAKI Atsushi)

京都大学・理学研究科・教授

研究者番号: 7 0 1 9 1 0 6 2

宍倉 光広 (SHISHIKURA Mitsuhiro)

京都大学・理学研究科・教授

研究者番号: 7 0 1 9 2 6 0 6

### (3) 連携研究者

上田 哲生 (UEDA Tetsuo)

京都大学・理学研究科・名誉教授

研究者番号: 1 0 1 2 7 0 5 3

中山 昇 (NAKAYAMA Noboru)

京都大学・数理解析研究所・准教授

研究者番号: 1 0 1 8 9 0 7 9

並河良典 (NAMIKAWA Yoshinori)

京都大学・理学研究科・教授

研究者番号: 8 0 2 2 8 0 8 0

川口周 (KAWAGUCHI Shu)

同志社大学・理工学部・教授

研究者番号: 2 0 3 2 4 6 0 0

阿部健 (ABE Takeshi)

熊本大学・自然科学研究科・准教授

研究者番号: 9 0 3 6 2 4 0 9

那須弘和 (NASU Hirokazu)

東海大学・理学部・講師

研究者番号: 3 0 5 3 5 3 3 1

大橋久範 (OHASHI Hisanori)

東京理科大学・理工学部・講師

研究者番号: 4 0 5 4 7 0 0 6

馬昭平 (MA Shohei)

東京工業大学・理工学研究科・准教授

研究者番号: 8 0 6 3 3 2 5 5

### (4) 研究協力者

WANDEL Marte

特定研究員

期間: H25.11.1-H27.12.31

KIM, Kyounghee

招へい外国人学者, Florida State University・准教授

滞在期間: H28.1.06-H28.07.29

DOLGACHEV, Igor

招へい外国人学者, University of Michigan・名誉教授

滞在期間: H30.03.04-H30.04.11  
H27.03.15-H27.05.14

ALLCOCK, Daniel

招へい外国人学者, University of Texas at Austin・教授

滞在期間: 2015.04.06-2015.05.12

HEDEN, Isac

外国人特別研究者

期間: H27.9.10-H29.11.3

三内 顕義 (SANNAI Akiyoshi)

特定研究員

期間: H28.3.1-H29.3.31

特定助教

期間: H29.4.1-H29.11.30