

令和 2 年 6 月 15 日現在

機関番号：13901  
研究種目：国際共同研究加速基金（国際共同研究強化）  
研究期間：2016～2019  
課題番号：15KK0159  
研究課題名（和文）モチヴィックガロア群 - 数論幾何学を越えて - （国際共同研究強化）  
  
研究課題名（英文）Motivic Galois group(Fostering Joint International Research)  
  
研究代表者  
古庄 英和（FURUSHO, HIDEKAZU）  
  
名古屋大学・多元数理科学研究科・教授  
  
研究者番号：60377976  
交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 11,000,000円  
渡航期間： 12ヶ月

研究成果の概要（和文）：モチヴィックガロア群の様々な分野と関連をより鮮明にすべく多重ゼータ値と associator を中心として研究を行い以下の研究結果を得ている：多重ゼータ値の調和余積の幾何学的解釈および Betti side の種々の対応物の構成、Aleksseev-Torossian associator の係数求積法、associator 関係式と結び目理論において得られる多重ゼータ値の関係式との関係、 $p$ 進多重L関数の特殊値と円分多重調和値との関係。

研究成果の学術的意義や社会的意義  
モチヴィックガロア群の研究は数論幾何学のみならず、様々な分野と関連していることが概念的に指摘されている。多重ゼータ値等の非常に具体的な対象を通じて研究することで、この繋がりはより直接的になり、またより明らかなものになる。

研究成果の概要（英文）：To make clearer a relationship of the motivic Galois group with various fields of mathematics, I conducted researches, particularly on multiple zeta values and associators, and obtained the following results:  
geometric interpretation of the harmonic coproduct of multiple zeta values and constructions of its Betti counterpart, a method to calculate coefficients of the Aleksseev-Torossian associator, relationship of associator relations and relations among multiple zeta values obtained in knot theory, relations between  $p$ -adic multiple L-functions and cyclotomic multiple harmonic values.

研究分野：代数学

キーワード：モチヴィックガロア群 多重ゼータ値 associators double shuffle関係式

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

近年盛んに研究されている多重ゼータ値の間には、様々な関係式が成り立つことが知られている。double shuffle 関係式とは多重ゼータ値の間に成り立つ最も基本的な代数関係式である。(80年代に Ecalle における先攻研究が既に存していたことが最近注目されはじめ出しているが)、'90後半から'00前半にかけての Goncharov, Racinet、Ihara-Kaneko-Zagier らによる代表的な研究がある。ある種基本的な(不分岐混合 Tate 型の)構造を有するモチーフ全体なのなす淡中圏が Deligne-Goncharov('05)により構成されており、この淡中圏をを統制する群がモチヴィックガロア群である。このモチヴィックガロア群の定義方程式を double shuffle 関係式が与えるという点は重要である。Racinnet('02)は double shuffle 関係式の代数的な枠組みを Hopf 代数の技術等を用いて緻密に解析し、double shuffle 関係式から作られる副代数多様体に非自明な積構造を読み取り、これが副代数多様体の構造を有することを示した。これが Racinet の double shuffle 群であり、これは先述のモチヴィックガロア群と一致することが予想されている。

一方で、Grothendieck が数論幾何学の研究において「Esquisse d'un programme('84)」で提出した「Teichmuller-Lego の哲学」の一端が、Drinfeld の数理論理学(特に共形場理論 KZ 方程式)の研究において Grothendieck-Teichmuller 群('91) となり出現している点は注目すべきである。この群は、Deligne-Drinfeld-Ihara らの予想に関連してこの群もモチヴィックガロア群と一致していることが予想されている。

これらの予想に関しては、Brown の結果によりモチヴィックガロア群から Grothendieck-Teichmuller 群に単射が存在すること、および研究代表者の結果により Grothendieck-Teichmuller 群から double shuffle 群に単射が存在することが知られている。これらが全射であるかどうかはわかっておらず基本的な問題として残っている。

### 2. 研究の目的

モチーフの研究は、数論幾何学における研究に限ったものではない。この研究の目的はモチヴィックガロア群の数論幾何学を越えた他分野とのつながりを明らかにすることで、近年 Cartier, Connes, Kontsevich, Manin らにより示唆されている「数論と数理論理学の融合」というプロジェクトを数論サイドから新展開させることである。Brown の研究により新展開を見せているモチヴィックガロア群の研究、Drinfeld により数理論理学の側面が明らかにされた Grothendieck が提唱した Teichmuller-Lego の哲学、double shuffle 関係式の背後にある数論幾何学、近年解決された Kashiwara-Vergne 予想のモチーフ論的背景の研究、Willwacher, Fresse らによるオペラッドと Grothendieck-Teichmuller 群に関する研究、及び結び目理論との関わり等を多角的に研究することで究めていくことが目指すことである。

### 3. 研究の方法

近年盛んに研究されている多重ゼータ値は、その定義が極めて簡明なゆえ、様々な分野(数学のみならず物理学までも)との関わりが指摘されており、本プロジェクトに極めて有効であると考えられる。多重ゼータ値の間には、様々な関係式が成り立つことが近年知られているが、double shuffle 関係式とはその中で最も基本的な代数関係式であり、多重ゼータ値を満たす二種類の積和公式から従う。この関係式より作られる代数多様体には、非自明な方法で副代数群の構造が入るという強く非自明な性質が Racinet('02) の理論で示されている。Double shuffle 群とはこの副代数群のことであり、この double shuffle 群はモチヴィックガロア群と一致していることが予想されている。この予想は数論幾何学にて導入されたモチヴィックガロア群に完全に純組み合わせ論的な簡明な記述が与えられるという予想である。このモチヴィックガロア群の研究における組み合わせ論的な側面を深めることで、モチヴィックガロア群の研究の他分野との繋がりが強められると考えられる。

上述の double shuffle 関係式の Racinet の理論は combinatorially に非常に入り組んでおり難解で 10 年以上経った今でも未だに整備されていないために、彼の理論は十分に理解されていない。モチヴィックガロア群と double shuffle 群の関係を理解するために、本研究では Racinet の理論の概念的な整備と double shuffle 関係式の数論幾何学的特徴付けを中心的に行っている。

一方で、KZ 方程式の特異点間をつなぐ正規化ホロノミーとして Drinfeld が導入した KZ associator は二変数の非可換形式的冪級数であり、各係数に多重ゼータ値が反復積分表示を介して現れている。この KZ 方程式が定義されている配置空間の対称性を記述するのが associator 関係式であり、これを満たす集合に自由かつ推移的に作用する群が Grothendieck-Teichmuller 群である。この群はモチヴィックガロア群と一致することが予想されている。この群の定義方程式は研究代表者の結果により定義方程式は五角形関係式のみに着用されており、さらにこの関係式には幾何学的な解釈がなされているため double shuffle 群より扱いやすい。さらに associators は数学(および物理学)の様々な分野とつながっていることが指摘されている。associators と Grothendieck-Teichmuller 群の研究を介して、モチヴィックガロア群の様々な分野との繋がりをさらに広げるべく多角的な方向から研究を行っている。

#### 4. 研究成果

##### Double shuffle 関係式の研究

Benjamin Enriquez 氏との共同研究において、多重ゼータ値の満たす double shuffle 関係式の幾何学的特徴付けを重点的に行った。以下に挙げる一連の研究において、Racinet の理論の大幅な整備と概念的な拡張を行い、double shuffle 関係式の幾何学的特徴付けから Racinet の理論で欠けている Betti side の構造を明らかにした。

(0). 共著 (IMRN, 2018) では、多重ゼータ値が満たす double shuffle 関係式が twisted Magnus 群のある種の空間への作用に関する調和余積の固定化部分群の定義方程式と内在的に解釈できることを明らかにした。これにより double shuffle 関係式より作られる副代数多様体には副代数群の構造が入るという Racinet の非自明な結果により概念的な解釈を与えた。さらに、この結果を円分拡大の状況にまで、すなわち多重 L 値の状況にまで、拡張した。

(I). Racinet の formalism を代数的かつ幾何学的に整備し直した。double shuffle 関係式の記述に関して有用となる調和余積が de Rham 側の幾何学的な研究対象とみなせることを説明した。これに基づいて調和余積の Betti 側の対応物をつきとめ、これの定義されている空間、および写像の具体的な表示を完全に書きだした。これが de Rham 側の対応物の自然な持ち上げになっていること、および associators を用いるとこの両者が 2 種類の方法 (代数的な setup と加群的な setup) でうまく繋げられることを明らかにした。 (arXiv:1803.10151)

(II). associators のこの性質を用いて、associator 関係式より作られる Drinfeld の torsor が double shuffle 関係式より作られる Racinet の torsor に埋め込まれることを示した。これの重要な帰結として associator 関係式より double shuffle 関係式が導かれることが従う。この結果は既に研究代表者が多重ポリログの関数関係式を用いて示した結果の別証明にあたるが、証明はより幾何学的である。 (arXiv:1807.07786)

(III). Racinet の理論で欠けている Betti 側の隠れた構造物を明らかにし、Betti 側の double shuffle 群を構成することで Racinet の double shuffle torsor に bitorsor の構造を与えより豊かな構造を有することを示した。これにより、Drinfeld の Grothendieck-Teichmüller bitorsor と同レベルにまで代数的および幾何学的な構造が高まった。プレプリント (arXiv:1908.00444) ではさらに double shuffle 群の離散群版および副 p 群版の対応物の構成も与えている。

現在、プレプリント (I)~(III) は大幅に改訂中である。この研究については、2019 年 5 月の関西多重ゼータ研究会、2018 年 7 月の Simons Center における Poisson geometry of moduli spaces, associators and quantum field theory, 2018 年 1 月に Hausdorff 研究所における集会 Periods and regulators, 同月 Strasbourg 大学における Seminaire Quantique、2017 年 9 月における Poincaré 研究所における Seminaire de Geometrie et Quantification, 2017 年 5 月の Grenoble 大学における Seminaire tournant de theorie des nombres で講演を行った。

##### p 進多重 L 関数と円分多重調和値の関係

これは David Jarossay 氏と共同研究 (IJNT, 202) である。p 進多重 L 関数とは研究代表者の以前の小森氏・松本氏・津村氏との共同研究 (Sel. Math. 2017) で導入した多変数 p 進多関数である。円分多重調和値とは Jarossay が自身の研究で導入した Hoffman の多重調和の重み付きで cyclotomic な方向に拡張した値の列である。共著では前者の p 進多重 L 関数の正整数点での特殊値を後者の円分多重調和値で書き下す明示式を与えた。この表示は先行研究の Washington の公式を大きく拡張したものになっている。円分多重調和値を p 進円分多重ゼータ値で書き下す表示を与える Jarossay の以前の結果とこの結果を組み合わせることにより、p 進多重 L 関数の正整数点での特殊値が p 進円分多重ゼータ値で書き下せることが明らかになった。この結果については、2019 年 3 月の Spring Central and Western Joint Sectional Meeting of the AMS で研究発表を行った。

##### Alekseev-Torossian associator の係数求積法

従来 associator の例としては、KZ 方程式のホロノミーとして Drinfeld により構成された KZ associator しか知られていなかったが、Alekseev-Torossian ('10) により 'Kontsevich の目' 上の接続のホロノミーとして導入された Alekseev-Torossian associator と呼ばれる新たな associator が近年注目されている。KZ associator の非可換形式的べき級数の各係数を多重ゼータ値を用いて明快に書き下す公式が Le-村 ( '96) によって与えられている一方、Alekseev-Torossian associator は定義から非可換形式的べき級数であることが自明でないため、その各係数を容易に求めることができない。本研究 (Journal of Alg, 2018) では Alekseev-Torossian associator を非可換形式的べき級数としての表示を path-ordered exponential を使った新しい表示を与えた。それを用いて各係数を Lie グラフの Kontsevich の重み形式の反復積分を用いて明示的に書き下す手法を与えた。この結果については、2019 年 5 月の東京大学での Workshop: Johnson homomorphisms and related topics 2019、2019 年 3 月に九州大学での Low dimensional topology and number theory XI、2019 年 1 月の東京大学での研究集会 Arithmetic Geometry 2019、2018 年 9 月の第 26 回整数論サマースクール、2018 年 8 月に KIAS での国際集会 International Workshop on Arithmetic Geometry and Quantum Field Theory、2018 年 5 月の Algebraic Lie Theory and Representation Theory (ALTRet) 2018 にて

発表を行った。

### **結び目理論と多重ゼータ値**

結び目と多重ゼータ値に関する論文(to appear in "Periods in Quantum Field Theory and Arithmetic".)である。結び目理論を用いて得られる多重ゼータ値の関係式として、Le-村上の関係式('95と'96)、高向関係式('99)と井原-高向関係式('01)の4種類が現在までのところ知られているが、これらは全て associator 関係式(pentagon 関係式と shuffle 関係式)に帰することを示している。証明は、具体的な計算に基づいて行うわけではなく背後にある代数的なからくりを associators を用いて説明する手法で理論的に証明を与えている。これら4つの関係式だけでなく結び目理論から得られる多重ゼータ値の関係式すべてに対して組織的に適用できることが期待できる証明である。この研究については2019年5月にNCTSのNumber Theory seminarで研究発表を行った。

### **結び目理論とGrothendieck-Teichmüller 群**

数論的位相幾何学に関する研究も行き、結び目全体の張る空間にある種の数論的構造が入ることを指摘し、論文を二本(Part I, II)書き上げた。Part I (Quantum Topol.2017)では、結び目の概念を延長した副有限結び目という概念を導入し副有限結び目全体がなす位相的モノイドの位相的商群への副有限 Grothendieck-Teichmüller 群の作用を構成し、これより絶対ガロア群の”結び目の空間”への直接的な作用を作り上げた。さらに副I版の世界での対応物となる副I結び目も導入しそこへのガロア作用も構成した。Part II では、副代数版結び目を導入し、これらのなす代数が結び目で生成される代数のVassilievの意味でのフィルトレーションの完備化したものになることを示し、そこへの副代数 Grothendieck-Teichmüller 群への作用を構成した。また Kontsevich 結び目不変量と associators の関係をより精密にした。その系として Kontsevich の同型と呼ばれる結び目の空間とコード図の空間の間の同型写像について、自明なコード図の逆像を多重ゼータ値を使った明示的な表示を与えた。

### **合流関係式**

多重ゼータ値の関係式として佐藤氏・広瀬氏による合流関係式という新しい関係式が発見されている。この関係式は強力であり、double shuffle 関係式を従わせることが彼らによって示されている。研究代表者は preprint (arXiv: 1809.00789)において、この関係式が associator 関係式と等価になることを示した。これによって Grothendieck-Teichmüller 群と associators の新しい表示が得られた。この結果については、2019年7月のCRMでの研究集会 Expansions, Lie Algebras, and Invariants、2019年6月の九州大学での Workshop: Multiple zeta values and related topics、2018年8月の国立台湾大学における Taiwan-Japan Joint Workshop on Multiple Zeta Values にて研究発表を行った。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Hidekazu Furusho, David Jarossay	4. 巻 16
2. 論文標題 p-adic multiple L-functions and cyclotomic multiple harmonic values	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Number Theory	6. 最初と最後の頁 361-375.
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1142/S1793042120500190	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Hidekazu Furusho	4. 巻 506
2. 論文標題 On the coefficients of the Alekseev-Torossian associator	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Algebra	6. 最初と最後の頁 364 ~ 378
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.jalgebra.2018.03.023	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Hidekazu Furusho, Benjamin Enriquez	4. 巻 22
2. 論文標題 A Stabilizer Interpretation of Double Shuffle Lie Algebras	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 International Mathematics Research Notices	6. 最初と最後の頁 6870 ~ 6907
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1093/imrn/rnx084	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Hidekazu Furusho	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 On relations among multiple zeta values obtained in knot theory	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 proceedings of "Teichmuller theory and its impact"	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hidekazu Furusho	4. 巻 314
2. 論文標題 Galois action on knots II: proalgebraic string links and knots	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Periods in Quantum Field Theory and Arithmetic", Springer Proceedings in Mathematics & Statistics	6. 最初と最後の頁 541-591
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hidekazu Furusho	4. 巻 8
2. 論文標題 Galois action on knots I: Action of the absolute Galois group	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Quantum Topology	6. 最初と最後の頁 295-360
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) DOI 10.4171/QT/91	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hidekazu Furusho, Yasushi Komori, Kohji Matsumoto, Hirofumi Tsumura	4. 巻 B6
2. 論文標題 Desingularization of multiple zeta-functions of generalized Hurwitz-Lerch type and evaluation of p-adic multiple L-functions at arbitrary integers	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 RIMS Kokyuroku bessatsu	6. 最初と最後の頁 26-66
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計27件 (うち招待講演 22件 / うち国際学会 11件)

1. 発表者名 Hidekazu Furusho
2. 発表標題 The associator relation and the confluence relations
3. 学会等名 Expansions, Lie Algebras, and Invariant (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hidekazu Furusho
2. 発表標題 On a relation of Hirose and Sato
3. 学会等名 Workshop: Multiple zeta values and related topics, Kyushu University (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hidekazu Furusho
2. 発表標題 Kontsevich's eye, Lie graphs and associators
3. 学会等名 Workshop: Johnson homomorphisms and related topics 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hidekazu Furusho
2. 発表標題 $p$ -adic multiple zeta values
3. 学会等名 Algebra, Combination and Number Theory seminar (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hidekazu Furusho
2. 発表標題 Four groups related to associators
3. 学会等名 The 15th Kagoshima Algebra-Analysis-Geometry Seminar (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hidekazu Furusho
2. 発表標題 調和余積のBetti対応物とDeligne-寺杣プロジェクト
3. 学会等名 関西多重ゼータ値 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hidekazu Furusho
2. 発表標題 On relations among multiple zeta values obtained in knot theory
3. 学会等名 NCTS Seminar on Number Theory (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hidekazu Furusho
2. 発表標題 $p$ -adic multiple $L$ -functions and cyclotomic multiple harmonic values
3. 学会等名 Spring Central and Western Joint Sectional Meeting of the AMS, Special Session on Arithmetic and Transcendence of Special Functions and Special Values (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hidekazu Furusho
2. 発表標題 Betti side of the double shuffle theory
3. 学会等名 Low dimensional topology and number theory XI (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年



1. 発表者名 Hidekazu Furusho
2. 発表標題 Kontsevich's eye, Lie graphs and associators
3. 学会等名 Arithmetic and Algebraic Geometry 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hidekazu Furusho
2. 発表標題 On the coefficients of the Alekseev Torossian associator
3. 学会等名 International Workshop on Arithmetic Geometry and Quantum Field Theory (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hidekazu Furusho
2. 発表標題 On a relation of Hirose and Sato
3. 学会等名 Taiwan-Japan Joint Workshop on Multiple Zeta Values (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hidekazu Furusho
2. 発表標題 A Betti counterpart of the harmonic coproduct (I)
3. 学会等名 Poisson geometry of moduli spaces, associators and quantum field theory (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hidekazu Furusho
2. 発表標題 On a relation of Hirose and Sato
3. 学会等名 解析数論セミナー (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hidekazu Furusho
2. 発表標題 アイについて...
3. 学会等名 第26回整数論サマースクール (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hidekazu Furusho
2. 発表標題 Associators and Kontsevich's eye 1 & 2
3. 学会等名 Algebraic Lie Theory and Representation Theory (ALTRet) 2018 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hidekazu Furusho
2. 発表標題 A Betti counterpart of the harmonic coproduct (I)
3. 学会等名 Seminnaire Quantique
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hidekazu Furusho
2. 発表標題 A Betti counterpart of the harmonic coproduct (I)
3. 学会等名 Periods and Regulators (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hidekazu Furusho
2. 発表標題 p-adic multiple zeta values
3. 学会等名 Combinatoire et Theorie de Nombres
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hidekazu Furusho
2. 発表標題 A Betti counterpart of the harmonic coproduct
3. 学会等名 Seminaire de Geometrie et Quantification
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hidekazu Furusho
2. 発表標題 On coefficients of Alekseev-Torossian associator
3. 学会等名 Seminaire et Groupe de travail de GAAO
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hidekazu Furusho
2. 発表標題 The stabilizer of the harmonic coproduct and Racinet's double shuffle group
3. 学会等名 Seminaire tournant de theorie des nombres
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Benjamin Enriquez
2. 発表標題 A stabilizer interpretation de double shuffle Lie algebras
3. 学会等名 Hot Topics: Galois Theory of Periods and Applications (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hidekazu Furusho
2. 発表標題 On coefficients of Alekseev-Torossian associator
3. 学会等名 Seminaire Quantique (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Benjamin Enriquez
2. 発表標題 Une interpretation des algebres de double battage en termes de stabilisateurs
3. 学会等名 Seminaire Quantique (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hidekazu Furusho
2. 発表標題 Kontsevich's eye and associators
3. 学会等名 Geometry of Moduli Space of Low Dimensional Manifolds (招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Benjamin Enriquez
2. 発表標題 Une interpretation des algebres de double battage en termes de stabilisateurs
3. 学会等名 Seminaire et Geometrie et quantification (招待講演)
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
主たる渡航先の主たる海外共同研究者	エンリケ ベンジャミン  (Enriquez Benjamin)	ストラスブール大学・高等数学研究所(IRMA)・教授	