

先端研究拠点事業－国際戦略型－

平成 20 年度 実施計画書

採用年度	平成 20 年度	採用番号	18005	領域 (系)	数物系科学	分科	数学	細目名 (コード)	代数学(4101)
------	----------	------	-------	-----------	-------	----	----	-----------	-----------

1. 研究交流課題名 (和文) 数論幾何・モチーフ理論・ガロア理論の新展開と、その社会的実用

(英文) New Developments of Arithmetic Geometry, Motive, Galois Theory, and Their Practical Applications

研究交流課題に係るホームページ : <http://www.math.sci.hiroshima-u.ac.jp/~m-mat/JSPS-CoreToCore/index-j.html>

2. 採用期間 平成 20 年 4 月 1 日 ~ 平成 23 年 3 月 31 日 (36 ヶ月)

3. 先端研究拠点事業としての全期間を通じた交流目標

(拠点形成型から含め、経費支援終了後 5 年間を見据えて)

本拠点事業の目的は、

1. 先端的な現代数学を発展させる、
 2. 古典から最先端までの純粋数学理論より、暗号・乱数など実用に供される技術のシードを抽出し展開させ、実用プログラムを開発する、
 3. 社会的実用性の立場から数学に求められるものを、純粋数学者にフィードバックする、
- という三つの課題を、国内外の先進的研究機関などとの交流を行いながら推進することにより、持続的な国際研究協力のための機関間・研究者間ネットワークを確立し、純粋理論から実用までを見通した研究者を育成することである。

4. 拠点形成型における交流活動による目標達成状況

1. 先端的現代数学に関する国際研究集会を 06,07 年度に海外で 4 回、国内で 10 回共催し、国内外の世界的に著名な研究者から修士学生にいたる幅広い研究交流を行った。共同研究論文が複数執筆中あるいは掲載済みとなっている。
2. 最新 CPU の並列性を考慮し、数の幾何によって最適化された「SIMD 高速メルセンヌ・ツイスター」擬似乱数を開発・公開し、現在普及が進んでいる。
3. いくつかの研究集会において、暗号・金融などの実用数学研究の第一人者に講演を依頼し、純粋数学者へのフィードバックを行った。

これらを通して拠点事業としての認知度を高め、国際研究協力ネットワークを整えた。

5. 本年度の交流計画の概要

(共同研究)

1. 日本側コーディネータ松本眞教授を代表者とし、米国コーディネータ・デューク大学ヘイン教授、京都大学玉川安騎男教授・望月新一教授、東京大学寺杣友秀教授らをメンバーとする「ガロア群、写像類群とモジュライ空間の幾何」の共同研究。

ガロア群は数の変形を統括し、写像類群はトポロジーの意味での曲面の変形を統括する群である。これらの群は、モジュライ空間という空間の上で同一の舞台にのる。この舞台上、モチーフやガロア表現・ホッジ構造を調べることにより、多重ゼータ関数やスレー元といった数学的対象の関連が明らかになると思われる。

前年度までの研究で、写像類群のマルセフ完備化の、ガロア表現としての構造や混合ホッジ構造が明らかになりつつある。本年度はこれらの成果の詳細をつめて論文としてまとめる。また、種数 1 の場合、既存の elliptic モチーフとの関連を研究する。

2. 協力機関メンバー都築暢夫教授（前広島大学教授）を代表者とする、イタリアパドバ大学との共同研究「数論的微分方程式とその Frobenius 構造」。イタリア側ではキアレロット教授、バルダサーリ教授が中心メンバーである。

微分方程式は、ものが変化していくさまを規定する方程式であるが、ここでは素数 p に対して新しく導入された数の概念である p 進数の範囲での微分方程式を用いて、数論的な図形の変化を研究する。 p 進数の幾何は、新しい符号・暗号の設計や解読にも応用されており、通常の数にはない概念である「フロベニウス」と呼ばれる p 乗を一般化した写像との関連が重要となる。

前年度までの研究で、(1) Frobenius 傾き楕が p 進対数的増大度による解空間の楕に含まれること、(2) p 進対数的増大度に関する「Dwork の問題」の正確な定式化と階数 2 の場合の解決がなされた。一般点における解の Taylor 係数の有界性と Frobenius 楕の分裂が同値であることも証明も得て、一般の場合の Dwork の問題の解決を模索中である。

協力機関メンバー都築暢夫教授はフランスパリ第 11 大学のカロ講師と共同研究「数論的 D 加群における極大過剰決定系」を行っている。

複素代数解析において佐藤-柏原が導入した概念の標数 p における類似で、標数 p の代数多様体の良い p 進局所系とそのコホモロジー論を構成することを目的としている。昨年度の研究では、カロが導入した過収束極大過剰決定系の圏は、Hom を除くグロタンディークの 5 つの作用に関して閉じていて、過収束 F アイソクリスタルを含む十分広い圏をなす事を証明し、現在その論文を準備中である。今年度は、その数論幾何への応用を計る。

3. 松本教授を代表者とし、新研究拠点カナダ・モントリオール大学オペレーションリサーチ学科の新コーディネータ、レキエ教授と、広島大学斎藤睦夫助教・山形大学理学部西村助教らをメンバーとする共同研究「高速多機能疑似乱数の開発と評価」。松本-西村は、有限体のガロア理論や冪級数体の数の幾何と言った、近代的代数理論を利用して「メルセンヌツイスター」という高性能疑似乱数発生法を 98 年に発表し、世界的に普及が進んでいる。

前年度までの研究で、二重フィードバックや可約特性多項式、最新の CPU の持つ SIMD やパイプラインによる並列性の利用と言った新しいアイデアにより、この発生法をさらに高速・高性能にすることに成功し、インターネット上に公開して普及しつつある。

今年度は、開発中の実数型高速乱数生成法を完成させ公開するほか、数の幾何を用いた低齟齬列生成法の数値計算への応用を研究する。

4. 広島大学工学研究科土肥 正教授らを代表者とし、米国研究拠点デューク大学 Trivedi 教授らと行う高速マルコフ連鎖解析とその応用の研究。松本教授らが開発した MT (Mersenne Twister) 系乱数発生法の超高次元均等分布性と高速性を生かした、新しい一様化アルゴリズムを導入することで大規模マルコフモデルを高速に扱う。計算法・通信システムなどの実システムの信頼性・性能評価を行うための次世代コア技術を開発する。

(セミナー)

1. 2008 年 7 月 3 日－7 月 5 日数論幾何・代数幾何会議 (東京大学)

数論幾何、代数幾何に関連した、純粋理論から暗号など応用理論にいたるまで、国内外の一流のスピーカーを招いた研究集会である。

2. 2008 年 7 月 6 日－11 日モンテカルロ・準モンテカルロ法 08 (カナダ・モントリオール大)

本会議は、隔年で開催される、モンテカルロ法関連では最も大きな規模の国際研究集会の一つである。本事業で編み出された高速擬似乱数発生法や、その評価方法を発表し喧伝する。オルガナイズはカナダ拠点リーダーレキエ教授。松本教授が scientific committee, session organizer をつとめる。

3. 2008 年 7 月 7 日-12 日サマースクール：p 進群の p 進表現 (フランス・ジュシュー数学研究所)

ここ数年来、パリで毎年、数論および数論幾何の若手向けサマースクールが開催されており、それを本事業が協力・共催している。本年度のテーマは本事業の推進する p 進表現の理論である。若手研究者を中心に派遣をおこない、その分野での最先端の研究者の講演に触れ、また若手同士の研究交流をおこなう。

4. 2008 年 7 月 22 日 - 7 月 25 日第 7 回広島整数論集会 (広島大学)

整数論・数論幾何学およびその応用に関する若手研究者による研究交流セミナー。特に、博士在学中の学生の優れた修士論文や、学振フェローとして日本に滞在する若手海外研究者の発表を中心にすることにより、若手の育成に主眼を置く。

5. 2008 年 9 月 6 日-9 日 p 進微分方程式:ジレ・クリストール教授の業績をたたえて (イタリア・ブレッサノネ)

Gilles Christol 教授(パリ 6 大学)の業績をたたえ、彼の理論の最近の p 進微分方程式とその数論幾何への応用に関する成果を発表する研究集会である。

6. 2008 年 12 月 15 日-19 日 モチーフ勉強会第 4 回 (東京大学)

モチーフの基礎理論から最新理論にいたる、専門家によるサーベイを中心にした勉強会である。今回は、Bloch-Kato 予想で著名な米国ラットガース大学 C. Weibel 教授に連続講演を依頼するほか、南カリフォルニア大学 T. Geisser 教授にも講演を依頼する予定である。

7. 2009 年 2 月 16 日-20 日第 4 回 鹿児島代数・解析・幾何セミナー（鹿児島大学）

数学の中心分野である代数、解析、幾何の最新の研究成果発表と交流を通して、純粋数学理論の発展と応用の交流を図る。本研究集会は、鹿児島にて開催されるこのシリーズの集会の第 4 回目に当たる。

（研究者交流）

- 1 4 年に一回開かれるヨーロッパ最大の数学者会議 ECM（今回はオランダ、7 月）に、協力機関古庄助教を派遣して最先端の数学の動向を調べる。
- 2 広島大学島田伊知朗教授をシンガポールに派遣し、かねてより交流の深い De-Qi Zhang 准教授を 8 月ごろに 3 週間訪問、代数幾何に関する成果発表ならびに共同研究を進展させる。
- 3 広島大学木村准教授を、8 月ごろ一ヶ月間、協力研究者のビエレフェルド大学 Shahram Biglari 准教授を訪問させ、成果発表ならびに共同研究を進展させる。
- 4 東京大学研究生（予定）中村健太郎氏を、研究拠点パリ第 11 大学・パドバ大学に 9 月ごろ 3 週間派遣して研究交流をおこなう。
- 5 東京大学博士課程学生 阿部知行氏を、協力機関レンヌ大学に 11, 12 月の 2 ヶ月間派遣し、研究交流をおこなう。
- 6 広島大学伊藤浩行准教授を、2 月ごろ一週間米国 MSRI 研究所に派遣して研究成果発表をおこなう。
MSRI では、代数幾何の special half year が開かれる予定であり、これにも参加する。
- 7 広島大学北臺如法特任助教を、2 月ごろ一週間米国 MSRI 研究所に派遣して研究成果発表をおこなう。
MSRI では、代数幾何の special half year が開かれる予定であり、これにも参加する。
- 8 京都大学博士学生 森田和真氏は、前年度よりフランス研究拠点パリ第 11 大学を訪問して研究交流を推進中である。本年 9 月ごろまで滞在を継続する予定である。

6. 実施組織

○日本側実施組織

拠点機関	広島大学
実施組織代表者 職・氏名	学長・浅原 利正
コーディネーター 所属部局・職・氏名	大学院理学研究科・教授 松本 眞
協力機関数	4
協力機関名	東京大学・京都大学・名古屋大学・東北大学
拠点機関事務組織： 事務総括責任者	学術室国際企画連携グループ グループリーダー 吉住誠司
事務総括担当者	学術室国際企画連携グループ 主査 菅原惠
経理管理責任者	財務室外部資金契約グループ グループリーダー 吉岡守
経理管理担当者	財務室外部資金契約グループ 主査 石田恭子

○相手国側実施組織 1

国名	アメリカ
拠点機関	デューク大学
コーディネーター 所属部局・職・氏名	理学部・教授 Richard Hain
協力機関数	0
協力機関名	

○相手国側実施組織 2

国名	イタリア
拠点機関	パドバ大学
コーディネーター 所属部局・職・氏名	理学部数学科・教授 Bruno Chiarellotto
協力機関数	0
協力機関名	

○相手国側実施組織 3

国名	フランス
拠点機関	パリ11大学Orsay
コーディネーター 所属部局・職・氏名	理学部数学科・教授 Jean-Marc Fontaine
協力機関数	3
協力機関名	レンヌ大学, ENS(エコールノルマルスペリオール), パリ第13大学

○相手国側実施組織 4

国名	カナダ
拠点機関	モントリオール大学
コーディネーター 所属部局・職・氏名	理学部数学科・教授 Pierre L'Ecuyer
協力機関数	0
協力機関名	