

平成21年 4月 22日現在

研究種目：基盤研究 (B)

研究期間：2005～2008

課題番号：17340008

研究課題名 (和文) 数論的多様体の  $p$  進的手法による研究研究課題名 (英文) A study of arithmetic varieties by  $p$ -adic methods

研究代表者

都築 暢夫 (TSUZUKI NOBUO)

東北大学・大学院理学研究科・教授

研究者番号：10253048

研究成果の概要：数論的多様体と呼ばれる代数体、 $p$  進体や有限体上の代数方程式で定義された図形を研究するための  $p$  進的手法の基礎を構築し、数論的多様体の研究に応用した。数論的  $D$  加群の極大過剰決定系の基礎付け、重み傾きスペクトル系列や固有滑らか射による相対的リジッドコホモロジーの有限性などの  $p$  進コホモロジー論の構築と整備、 $p$  進線形微分方程式系の対数的増大度に関する  $Dwork$  の問題、リジッド解析空間の基礎付け等に成果を上げた。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2005年度	3,600,000	0	3,600,000
2006年度	3,800,000	0	3,800,000
2007年度	4,600,000	1,380,000	5,980,000
2008年度	2,800,000	840,000	3,640,000
年度			
総計	14,800,000	2,220,000	17,020,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：数学・代数学

キーワード：数論幾何学、 $p$  進解析幾何、リジッドコホモロジー、数論的  $D$  加群、 $p$  進微分方程式

## 1. 研究開始当初の背景

数論的多様体のコホモロジーやホモトピー的な性質へのアプローチの方法としては、位相的性質を利用する  $1$  進的手法と微分構造を利用する  $p$  進的手法がある。両手段はある意味対等であり、互いに他を補う関係にある。両者には得手不得手があり、 $p$  進的方法是微分形式等を使い具体的・直接的に計算できる利点がある。しかしながら、 $p$  進的方法是本質的に無限次元の被覆等を扱う必要があり、その定式化は困難であった。更なる展開のためには、 $p$  進的手法の構築・整備が重要な課題であった。

めには、 $p$  進的手法の構築・整備が重要な課題であった。

(1)  $p$  進コホモロジー論

P. Berthelot, K. Kedlaya や研究代表者の都築により、標数  $p$  の代数多様体の  $p$  進コホモロジーであるリジッドコホモロジーは有限性等の期待すべき性質を持つ良い理論であることが証明され、相対的な  $p$  進コホモロジー論の構築が次の課題になった。

(2)  $p$  進微分方程式と  $p$  進一意化

例えば、超幾何関数は、代数多様体の族の

周期が満たす微分方程式の解と見ることが出来る。B. Dwork は特殊関数が満たす微分方程式を  $p$  進的に考察し、数論的多様体の  $p$  進周期として捉えた。Dwork の仕事は、90 年代に進展した志村多様体の  $p$  進一意化や  $p$  進微分方程式の解の構造の研究の萌芽となり、 $p$  進解析幾何の重要なテーマとなっていた。

### (3) リジッド解析空間

V. G. Berkovich, A. Huber や K. Fujiwara は、M. Krasner, J. Tate らが導入したリジッド解析空間新たな基礎付けを行い、リジッド解析空間の展開を図った。連携研究者の加藤は Fujiwara とともに、Zariski-Riemann 空間による基礎付け始めていた。

## 2. 研究の目的

この研究では、数論的多様体のコホモロジーやホモトピー的な性質への  $p$  進的手法、特に  $p$  進解析的な手法によるアプローチ法の開発とその応用を目的としている。新たな理論を展開する上で必要な  $p$  進解析空間の基礎付けも重要なテーマである。

### (1) $p$ 進コホモロジー論の展開

Berthelot は滑らかな  $p$  進形式スキーム上に数論的  $D$  加群を導入し、極大過剰決定系のなす圏が所謂 A. Grothendieck の 6 つのコホモロジー的作用に関して閉じていると予想した。これは、複素解析的な  $D$  加群の場合の M. Sato-M. Kashiwara らの理論と類似である。この研究では、数論的  $D$  加群を係数を持つコホモロジー論の基礎付けを主なテーマとする。解析的な場合と同様に、ある構成可能な階層に制限すると、極大過剰決定系は過収束  $F$  アイソクリスタルになり、逆も成り立つと予想する。研究代表者の都築らによる過収束  $F$  アイソクリスタルの相対的リジッドコホモロジーの研究成果のさらなる発展と合わせて、Berthelot の予想を解決し、数論的  $D$  加群係数のコホモロジー論の基礎理論の構築・整備を図る

また、相対的な場合のリジッドコホモロジーと対数的クリスタリン・コホモロジーの関係やモノドロミーと重みの考察も重要な課題である。

### (2) $p$ 進微分方程式と $p$ 進一意化

有理数体上の代数多様体の特異点やその上の局所系から定まるモノドロミー表現に伴う微分方程式の  $p$  進的な性質を具体的に考察し、 $p$  進周期の明示的な表示を与える。有理数体上の幾何学的な微分方程式が  $p$  を動かしたときどう振る舞うかも考察したい。また、志村多様体の  $p$  進一意化への応用を図る。

### (3) $p$ 進 Hodge 理論

$p$  進解析的視点でエタールコホモロジーから de Rham コホモロジーへの比較写像の構成を局所的に考察し、特異な場合も含めて比較写像を統一的に解釈することを目指す。

## 3. 研究の方法

この研究における成果には、研究代表者・分担者・連携研究者の個人的な研究によるものと、研究組織内や内外の研究者との共同で研究した結果や彼らとの議論等を通して得られたものが含まれている。研究代表者の都築はパドバ大学の B. Chiarellotto 教授やカン大学の D. Caro 教授らと共同で、 $p$  進微分方程式や数論的  $D$  加群の極大過剰決定系に関する研究をそれぞれ行った。連携研究者の加藤はユトレヒト大学の G. Cornelissen 氏や名古屋大学の藤原一宏教授らとの共同研究などで  $p$  進一意化やリジッド解析幾何の基礎付けを行った。また、連携研究者の中島と志甫は、共同で  $p$  進コホモロジーの重みと傾きに関して研究した。

当科研費補助金の援助(部分的も含む)で招聘した主な外国人研究者は、Chiarellotto 教授, Caro 教授, Berthelot 教授(レンヌ大学), Kedlaya 氏 (MIT), M. Garuti 氏 (パドバ大学), E. Grosse-Kloone (フンボルト大学), F. Andreatta 氏 (ミラノ大学)らで、彼らとの議論を通じて多くの知見と飛躍を得た。また、招聘時に成果発表を兼ねた研究集会 (5. [その他]の研究集会 (1)-(4)) を開催し、研究の進展を確かめるとともに、内外の最新の研究成果を学び、当研究に取り入れた。

## 4. 研究成果

数論幾何学における  $p$  進的手法の基礎の構築等に成果を上げた。

### (1) 数論的 $D$ 加群の極大過剰決定系

研究代表者の都築は、カン大学の D. Caro との共同で、Kedlaya による志甫予想 (過収束  $F$  アイソクリスタルの準巾単予想) の解決を利用して、Caro が導入した過収束極大過剰決定系に対して次のことを証明した。(過収束極大過剰決定系は極大過剰決定系より強い。)

- ① 過収束  $F$  アイソクリスタルは過収束極大過剰決定系である。
- ② 過収束極大過剰決定系の圏は  $\text{Hom}$  を除く 5 つの作用に関して閉じている。
- ③ 滑らかな代数曲線上では極大過剰決定系は過収束極大過剰決定系である。

Berthelot の極大過剰決定系の安定性予想より少し弱いだが、過収束極大過剰決定系の安定性を解決した。過収束極大過剰決定系の圏は過収束  $F$  アイソクリスタルを含むコホモロジーの関手で閉じた十分大きな圏なので、数論的  $D$  加群を用いた  $p$  進コホモロジーによる数論的多様体の研究への準備ができた。

連携研究者の松田は、Galois 表現に対応する数論的  $D$  加群の明示的な表示について研究を行い、一定の進展があった。

### (2) 相対的 $p$ 進コホモロジー

都築は、Kedlaya による過収束アイソクリスタルの純性定理に別証明を与え、滑らかでない場合にも成り立つ例を構成した。また、Christol の転送定理を、 $p$  進非 Liouville 数を指数にもつ連接過収束対数的微分加群に一般化し、(1)①へ応用した。

連携研究者の志甫と中島は標数  $p$  のスキーム上の平滑な開多様体の族の相対的対数的クリスタルコホモロジーおよび相対的コンパクト台対数的クリスタルコホモロジーに対する重み篩の構成を共同で行った。また、志甫は、相対的リジッドコホモロジー層が自然に過収束アイソクリスタルの構造を持つという Berthelot の予想を弱い仮定の下で証明した。

#### (3) $p$ 進線形微分方程式系の対数的増大度

都築は Chiarellotto と共同で、 $p$  進線形微分方程式の解の対数的増大度に関する Dwork の予想「特殊点の Newton 凸体は一般点の Newton 凸体の上(端点は一致)にある」を研究し、Frobenius 構造付きの  $p$  進線形微分方程式の場合に以下を証明し、Dwork の予想の解決に向けた準備を整えた。

- ① 一般点・特殊点双方において、解空間の対数的増大度楕は Frobenius 傾き楕を含む。さらに、自明でない階数 2 の場合にそれらが一致し、Dwork 予想が成り立つ。
- ② 一般点で有界な場合は、Frobenius 傾き楕が分裂する。
- ③ 一般点・特殊点双方において、極大有界純性楕が一意的に存在する。

#### (4) $p$ 進一意化とリジッド解析空間

連携研究者の加藤は、 $p$  進一意化理を用いて志村多様体の性質を研究した。また、リジッド幾何学の基礎付け、特に位相環論の技術的側面において、いくつかの進展があった

#### (5) $p$ 進表現の変形

連携研究者の田口は、Galois 表現のモジュライ空間を構成し、有限性予想を再定式化し、2つの Fontaine-Mazur の有限性予想の関係について結果を得た。

連携研究者の山内は、表現のモジュラー性の研究を行い、モジュラー多様体の構造の研究を行った。また、Fontaine-Laffille 理論、および画面や窓の概念をペアリング付きに拡張し基本性質を解明した。

2007年度研究分担者の山下は、多重  $L$  値の有限次元性の  $p$  進類似を証明した。

#### (6) 代数的サイクルと数論的多様体

研究分担者の山崎は、M. Spiess との共同研究等で、半アーベル多様体に付随する Milnor  $K$  群を考察し、高次元類体論や Artin  $L$  関数の特殊値に関する応用を与え、Milnor-Bloch-加藤予想の単純な類似が成立しないことを発

見した。連携研究者の木村は、モチーフの有限次元性について研究し、モチビクゼータの有理性との関連で Chow 級数が有理的でないことや Jannsen の定理を Chow モチーフに拡張した。

#### (7) 正標数代数多様体の幾何

連携研究者の伊藤は、楕円曲面のファイバー積により Calabi-Yau 多様体を構成する C. Schoen の方法を、標数が 2, 3 の場合に特有の準楕円曲面について適用し、種々の Calabi-Yau 多様体を構成し、標数 0 へ持ち上げ不可能な Calabi-Yau 多様体を新たに発見した。

### 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 26 件)

- ① Bruno Chiarellotto, Nobuo Tsuzuki, Logarithmic growth and Frobenius filtrations for solutions of  $p$ -adic differential equations, J. Inst. Math. Jussieu, 査読有, 印刷中
- ② 都築暢夫, リジッド・コホモロジー, 数学 61 (2009), 64-82, 査読有
- ③ Hirovuki Ito, Deformation of a singularities of type  $E_8$  and Mordell-Weil lattices in characteristic 2, Math. Nachrichten, 査読有, 印刷中
- ④ Kimura Shunichi, Surjectivity of the cycle map of Chow motives, Fields Communications Publication, 査読有, 印刷中
- ⑤ Javier Elizondo, Kimura Shunichi, Irrationality of Motivic series of Chow varieties, Math. Zeitschrift, 査読有, 印刷中
- ⑥ Takao Yamazaki, Class field theory for a product of curves over a local field, Math. Zeitschrift 261 (2008), 109-121, 査読有
- ⑦ Fumiharu Kato, On the Shimura variety having Mumford's fake projective plane as a connected component, Math. Zeitschrift 259(2008), 631-641, 査読有
- ⑧ Takuva Yamauchi, The modularity of  $Q$ -curves of degree 43, Houston J. Math. 34 (2008), 1025-1035, 査読有
- ⑨ Takuva Yamauchi,  $Q$ -motives and modular forms, J. Number Theory 128(2008), 1485-1505, 査読有
- ⑩ Takuva Yamauchi, The  $j$ -invariant of bi-elliptic modular curves  $X_0(N)$ , J. Ramanujan Math. Society 23 (2008),

- 1-19, 査読有
- ⑪ Fumio Sairaiji, Takuva Yamauchi, On rational torsion points of central  $Q$ -curves, *J. theorie des nombres Bordeaux* 20 (2008), 465-483, 査読有
- ⑫ Toshiro Hiranouchi, Yuichiro Taguchi, Extensions of truncated discrete valuation rings, *Pure and Applied Mathematics Quarterly* 4(2008), 1205-1214, 査読有
- ⑬ Moon Hyunsuk, Yuichiro Taguchi, The non-existence of certain mod 2 Galois representations of some small quadratic fields, *Proc. Japan Acad.* 84 (2008), 63-67, 査読有
- ⑭ Moon Hyunsuk, Yuichiro Taguchi, On the finiteness and non-existence of certain mod 2 Galois representations of quadratic fields, *Kyungpook Math. J.* 48(2008), 323-330, 査読有
- ⑮ Masayuki Hirokado, Hiroyuki Ito, Natsuo Saito, Calabi-Yau threefolds arising from fiber products of rational quasi-elliptic surfaces. II, *Manuscripta Math.* 125(2008), 325-343, 査読有
- ⑯ Atsushi Shiho, On Logarithmic Hodge-Witt Cohomology of Regular Schemes, *J. Math. Sci. Univ. Tokyo* 14(2007), 567-635, 査読有
- ⑰ Kazuhiro Fujiwara, Fumiharu Kato, Rigid Geometry and Applications, *Advanced Studies in Pure Mathematics* 45 (2007), 325-384, 査読有
- ⑱ Fumiharu Kato, Rigid analytic geometry, *Sugaku Expositions* 20 (2007), 65-95, 査読有
- ⑲ Takuva Yamauchi, On  $Q$ -simple factors of Jacobian varieties of modular curves, *Yokohama Mathematical J.* 53 (2007), 149-160, 査読有
- ⑳ Takuva Yamauchi, An observation on the cyclicity of the group of the  $F_p$ -rational points of abelian surfaces, *Japan J. Industrial and Applied Mathematics*, 24 (2007), 307-318, 査読有
- ㉑ Masayuki Hirokado, Hiroyuki Ito, Natsuo Saito, Calabi-Yau threefolds arising from fiber products of rational quasi-elliptic surfaces. I, *Ark. Mat.* 45(2007), 279-296, 査読有
- ㉒ Yukiyoshi Nakajima,  $p$ -adic weight spectral sequences of log varieties, *Rend. Sem. Mat. Univ. Padova* 116 (2006), 71-185, 査読有
- ㉓ Gunther Cornelissen, Fumiharu Kato, Zur Entartung schwach verzweigter Gruppenoperationen auf Kurven, *J. Reine Angew. Math.* 589 (2005), 201-236, 査読有
- ㉔ Fumiharu Kato, Non-archimedean orbifolds covered by Mumford curve, *J. of Alg. Geom.* 14(2005), 1-34, 査読有
- ㉕ Yukiyoshi Nakajima,  $p$ -adic weight spectral sequences of log varieties, *J. Math. Sci. Univ. Tokyo* 12 (2005), 513-661, 査読有
- ㉖ Shunichi Kimura, Correspondences to abelian varieties. II, *Hiroshima Math. J.* 35(2005), 251-261, 査読有
- [学会発表] (計 40 件)
- ① 山崎隆雄, Counter examples to variants of the Milnor-Bloch-Kato conjecture, *Industrious Number Theory*, 2009年3月12日, KIAS ソウル
- ② 木村俊一, 3 small results on finiteness for motives, *Workshop on finiteness for motives*, 2009年2月9日, レーゲンスブルク大学
- ③ 加藤文元, Artin-Schreier-Mumford curves, Arithmetic and algebraic geometry related to moduli spaces, 2009年1月21日, 東京大学
- ④ 田口雄一郎, ガロア表現に関する Serre の保型性予想の紹介 I, 代数的整数論とその周辺, 2008年12月8日, 京都大学数理解析研究所
- ⑤ 志甫淳, On logarithmic extension of overconvergent isocrystals,  $P$ -adic method and its applications in arithmetic geometry at Sendai, 2008年11月7日, 東北大学
- ⑥ 松田茂樹, Arithmetic  $D$ -modules corresponding to rank one representations,  $P$ -adic method and its applications in arithmetic geometry at Sendai, 2008年11月7日, 東北大学
- ⑦ 中島幸喜, Comparison theorem between truncated split cosimplicial weight-filtered crystalline complexes and log de Rham-Witt complexes,  $P$ -adic method and its applications in arithmetic geometry at Sendai, 2008年11月7日, 東北大学
- ⑧ 加藤文元, Topological rings in rigid geometry,  $P$ -adic method and its applications in arithmetic geometry at Sendai, 2008年11月6日, 東北大学
- ⑨ 都築暢夫, Toward Dwork's conjecture on log-growth of  $p$ -adic differential equations with Frobenius structures,  $P$

- adic method and its applications in arithmetic geometry at Sendai, 2008年1月6日, 東北大学
- ⑩ 伊藤浩行, Equisingular loci of simple singularities in positive characteristic, Algebraic Geometry in Positivity C characteristics and Related Topics, 2008年11月6日, 名古屋大学
- ⑪ 都築暢夫, Logarithmic growth of p-adic differential equations and Frobenius slopes, Groupe de travail Arithmetique et geometrie algebrique, 2008年10月7日, ストラスブール大学
- ⑫ 都築暢夫, On the overholonomicity of overconvergent F-isocrystals on smooth varieties I. Comparison between log-rigid and rigid cohomologies, "Recent Progress in Arithmetic D-modules theory", 2008年10月3日, ストラスブール大学
- ⑬ 志甫淳, On the overconvergence of relative rigid cohomology, p-adic differential equations: a conference in honor of Gilles Christol, 2009年9月9日, プレッサノーネ
- ⑭ 加藤文元, リジッド幾何学の現在, 第53回代数学シンポジウム, 2008年8月6日, 盛岡駅前アイーナ
- ⑮ 木村俊一, Kernel and Cokernel of the cycle map, Recent developments on algebraic K-theory and motive theory, 2008年7月2日, 京都大学数理解
- ⑯ 加藤文元, Topological rings in rigid geometry, Motivic Integration and its Interactions with Model Theory and Non-Archimedean Geometry, 2008年5月15日, ICMS, エジンバラ
- ⑰ 都築暢夫, Kedlaya の Robba ring 上の  $\phi$  加群の理論 (slope 分解), 最近の変形理論の現状について, 2008年2月, 広島大学
- ⑱ 山内卓也, 有限平坦群スキームの分類と枠付き変形環, 最近の変形理論の現状について, 2008年2月, 広島大学
- ⑲ 田口雄一郎, The non-existence of certain mod 2 Galois representations of some small quadratic fields, East Asia Number Theory Conference, 2008年1月, KAIST, 大田
- ⑳ 都築暢夫, On purity of overconvergent isocrystals, Of ramification and vanishing cycles, 2007年9月, 東京大学
- ㉑ 田口雄一郎, Moduli of Galois representations and their applications, P-adic method and its applications in arithmetic geometry, 2007年6月, 東京大学
- ㉒ 山下剛, Bounds for the dimensions of the p-adic multiple zeta value (L-value) spaces, p-adic aspects in arithmetic geometry, 2007年6月, 玉原国際セミナーハウス
- ㉓ 都築暢夫, On log-growth of p-adic differential equations with Frobenius structures, p-adic aspects in arithmetic geometry, 2007年6月, 玉原国際セミナーハウス
- ㉔ 志甫淳, Relative log convergent cohomology and relative rigid cohomology, p-adic aspects in arithmetic geometry, 2007年6月, 玉原国際セミナーハウス
- ㉕ 加藤文元, Birational geometry and rigid geometry, Motives, related topics, applications, 2007年3月, 広島大学
- ㉖ 山内卓也, Motives of  $GL_2$  type over totally real fields, Motives, related topics, applications, 2007年3月, 広島大学
- ㉗ 志甫淳, Relative log convergent cohomology and relative rigid cohomology, p-adic method and its applications in arithmetic geometry, 2006年11月, 広島大学
- ㉘ 都築暢夫, On the log-growth and Frobenius slopes of F-isocrystals on a curve, p-adic Arithmetic Geometry, 2006年11月, 京都大学数理解析研究所
- ㉙ 田口雄一郎, On extensions of truncated discrete valuation rings (joint work with T. Hiranouchi), Number Theory Seminar, 2006年9月, KIAS ソウル
- ㉚ 伊藤浩行, Deformations of singularities and the Mordell-Weil lattices in positive characteristic, seminar in the special year program on moduli spaces, 2006年9月7日, Mittag-Leffler Institute, Sweden
- ㉛ 都築暢夫, p 進ガンマ関数と積分表示, 森田康夫先生還暦記念研究集会, 2005年11月, 東北大学
- ㉜ 中島幸喜, Weight-filtered convergent complex (a joint work with A. Shiho), p-adic methods in arithmetic geometry, 2005年10月, 広島大学
- ㉝ 志甫淳, Relative log convergent cohomology and relative rigid cohomology, p-adic methods in arithmetic geometry, 2005年10月, 広島大学
- ㉞ 都築暢夫, On purity theorem of overconvergent isocrystals, p-adic methods in arithmetic geometry, 2005年10月, 広島大学

- ③⑤ 松田茂樹, Abbes-Saito filtration and Christol-Mebkhout filtration,  $p$ -adic methods in arithmetic geometry, 2005 年 10 月, 広島大学
- ③⑥ 中島幸喜, Crystalline, convergent, de Rham-Witt and rigid unipotent homotopical algebras,  $p$ -adic methods in arithmetic geometry, 2005 年 10 月, 広島大学
- ③⑦ 木村俊一, Finite dimensionality of Motives and Bloch's conjecture, KIAS Workshop on Complex Geometry, 2005 年 9 月, KIAS ソウル
- ③⑧ 志甫淳, Semi-stable reduction for overconvergent  $F$ -isocrystals, Part 1 -- Logarithmic extensions, Workshop on  $F$ -isocrystals and rigid cohomology, 2005 年 6 月, レンヌ大学
- ③⑨ 中島幸喜, Weight and slope filtrations on rigid cohomology, Workshop on  $F$ -isocrystals and rigid cohomology, 2005 年 6 月, レンヌ大学
- ④⑩ 都築暢夫, Frobenius and Gauss-Manin connection -- A computation of Kloosterman sums --, 2005 年 5 月, レンヌ大学

[図書] (計 1 件)

- ① Yukiyoshi Nakajima, Atsushi Shiho, Weight filtrations on log crystalline cohomologies of Families of open smooth varieties, Lecture Notes in Math. 1959 Springer (2008), 276 ページ

[その他] この科研費補助金の援助(部分的も含む)の元で開催した主な研究集会とそのホームページ( (5) は 2008 年分)は次の通り。

- (1)  $p$ -adic methods in arithmetic geometry (2005 年 10 月 6, 7 日, 広島大学)
- (2)  $p$ -adic method and its applications in arithmetic geometry (2006 年 11 月 24-25 日, 広島大学)  
<http://www.math.sci.hiroshima-u.ac.jp/~m-mat/JSPS-CoreToCore/P-ADIC061124/p-adic061124.html>
- (3)  $P$ -adic method in arithmetic geometry and its applications, 2007 (2007 年 6 月 11-13 日, 東京大学)  
<http://www.math.sci.hiroshima-u.ac.jp/~m-mat/JSPS-CoreToCore/P-ADIC2007/index.html>
- (4)  $P$ -adic method and its applications in arithmetic geometry at Sendai (2008 年 11 月 6, 7 日, 東北大学)  
<http://www.math.tohoku.ac.jp/~ytakao/co nf08.html>

- (5) 広島整数論研究集会 (第 4 回 2005 年 7 月 20-22 日, 第 5 回 2006 年 7 月 11-14 日, 第 6 回 2007 年 7 月 23-26 日, 第 7 回 2008 年 7 月 22-25 日, 広島大学)  
<http://www.math.sci.hiroshima-u.ac.jp/~m-mat/JSPS-CoreToCore/SEISURON08/hiroshima08.html>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

都築 暢夫 (TSUZUKI NOBUO)  
 東北大学・大学院理学研究科・教授  
 研究者番号: 10253048

### (2) 研究分担者

なし

### (3) 連携研究者

加藤 文元 (KATO FUMIHARU)  
 京都大学・大学院理学研究科・准教授  
 研究者番号: 50294880

志甫 淳 (SHIHO ATSUSHI)  
 東京大学・大学院数理学研究科・准教授  
 研究者番号: 30292204

中島 幸喜 (NAKAJIMA YOSHIYUKI)  
 東京電機大学・工学部数学系列・教授  
 研究者番号: 80287440

松田 茂樹 (MATSUDA SHIGEKI)  
 千葉大学・大学院理学研究科・准教授  
 研究者番号: 90272301

伊藤 浩行 (ITO HIROYUKI)  
 広島大学・大学院工学研究科・准教授  
 研究者番号: 60232469

木村 俊一 (KIMURA SHUNICHI)  
 広島大学・大学院理学研究科・准教授  
 研究者番号: 10284150

田口 雄一郎 (TAGUCHI YUICHIRO)  
 九州大学・大学院数理学研究科・准教授  
 研究者番号: 90231399

以上 7 名は 2005 年度-2007 年度研究分担者、2008 年度連携研究者である。