

令和 6 年 5 月 29 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2023

課題番号：19K03511

研究課題名(和文)高次元値分布理論と多変数複素解析基礎の新展開

研究課題名(英文) New developments of higher dimensional value distribution theory and the fundamentals of complex analysis in several variables

研究代表者

野口 潤次郎 (Noguchi, Junjiro)

東京大学・大学院数理科学研究科・名誉教授

研究者番号：20033920

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：(1)研究課題「15K04917」の成果を踏まえ、高次元値分布-Diophantus幾何-o-minimal理論の観点からの研究を進めた。P. Corvaja (イタリア)とU. Zannier(同)との共同で関数体上の楕円曲線族及び準アーベル多様体族の切断が持つ特異点の除去可能性を研究した。超越数論の見地からAx-Schanuel型の定理を高次元値分布理論的定式化をし証明し、今後のo-minimal理論と関連して研究する基礎をつくった。(2)多変数複素解析の基礎については、岡潔の未発表論文を調べ、新たな知見を明らかにし、これを用いて基礎理論としての岡理論を展開する方法を見出し、実践した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

前研究課題「15K04917」で端緒が見出された高次元値分布理論-ディオファントス幾何-o-minimal理論の関係について研究が進んだ。超越数論におけるAx-Schanuelの定理にはo-minimal理論を含めた幾つかの証明が知られていたが、値分布理論を用いた証明が得られたことは興味深い。未だo-minimal理論との関係は未開発で今後の研究に待つ。

多変数複素解析の基礎をなす岡潔の成果は、これまで岡-Cartan理論として認識され紹介されてきた。入門理論としてはレベルが高く講義も易しくはない。本研究によりむしろ元の岡理論として入門的な方法が開発されたのは社会的に意義深いと考える。

研究成果の概要(英文)：(1) Based on the results of the previous project ``15K04917'', I proceeded with research from the viewpoint of higher dimensional value distribution theory-Diophantine geometry-the o-minimal theory. In collaboration with P. Corvaja (Italy) and U. Zannier (ibid.), I studied the the removability of singularities of holomorphic sections in families of elliptic curves and semi-abelian varieties over function fields. In view of transcendental number theory, I formulated and proved the Ax-Schanuel type theorem by making use of the value distribution theory, that provides the basis for future researches of the theory and the o-minimal theory. (2) Regarding the basics of complex analysis in several variables, I studied Kiyoshi Oka's unpublished papers, revealed new knowledges which had been over looked. Based on the results, I investigated a new easier approach to develop the theory of several complex variables as the Oka theory; in practice, I published such four textbooks.

研究分野：基礎解析学関連

キーワード：解析学 高次元値分布理論 Nevanlinna理論 多変数関数論 岡理論

1. 研究開始当初の背景

(1) 値分布理論の新展開：解析的値分布理論と代数的有理点の分布あるいはディオファントス近似論とのアナロジーは、かねてより本代表者の研究テーマであり、過去この分野で研究成果を出版・発表してきた。研究題目に「新展開」とある所以は、2017年7月にイタリアで行われた数論関係の研究集会 ``Specialization Problems in Diophantine Geometry" に参加、J. PilaとE. Ullmoによる二つの講演を聞き、数論を専門とするP. Corvaja とU. Zannier と研究交流を持ったことがきっかけとなった。本代表者は、Lang予想、Vojta予想にある命題文のアナロジーでは不十分との考えから、もっと深い関係を求めていた。上述の二講演を聴き、そこで扱われているディオファントス幾何におけるある問題が、本代表者が1981年に得ていた値分布論における高次元Picardの大定理を用いれば解決されることを見出した。それは、論文として出版されることとなったが(Noguchi, 2018)、両者の間を結んだのは数学基礎論の一分野であるモデル理論における `` σ -minimal理論" であったことは、興味深い。これは、値分布理論と有理点の問題・ディオファントス近似論の間の命題文レベルでのアナロジーではなく、証明レベルでの初めての関係であり、いわば両者のミッシングリンクを見つけたことになる。これは、これまで認識されていなかった関係で、さらなる研究が求められ状況であった。また、CorvajaとZannierとの議論の中で、Legendre概形(スキーム)における切断の問題や、関連してN. Katzが問題提起した超楕円型曲線スキームの切断の解析接続について、値分布理論でのK. Yamanoi, J. Noguchiの結果を応用することができることが分かりつつあった。

(2) 多変数複素解析基礎の新展開：これは、本代表者が多変数解析関数論の入門教科書(和文、英文)を書いたことがきっかけとなった。関連してK. Okaの未発表論文にある問題に解決を与える研究を通して(Makoto Abe, S. Hamanoと共著論文)、K. Okaの未発表論文に接したことが大きな動機となった。現代数学の広い分野で(理論物理のある分野まで)基礎をなしているOka-Cartan理論に関して、岡の3接続定理、Oka-Cartanの基本定理、Okaの擬凸定理(Levi(Hartogsの逆)問題の解決)が含まれるべき内容ということになるが、これ等を学ぼうとすると、複数の著書を読み渡らなければならず、引用も含めれば更に数が増える、という状況であった。これを、初学者向けに自足的な証明を付け、平易にかつ一貫した立場から現在の複素解析学の基礎に繋がる理論展開をするには、古典的諸定理の証明の簡易化が必須である。そのようなアプローチからの研究で得られた新証明・改良に基づく教科書を代表者は著述・出版した。その過程で、更なる簡易化が可能であることを発見した。それは、これまで標準的とされてきたコホモロジー理論も L_2 - d -bar法も用いず、K. Okaが1943年にLevi(Hartogsの逆)問題を解決する未発表論文(一般に認識されている解決を10年遡る)の内容の現代風新展開をいかに教科書として展開するかという問題となる。関連して、K. Okaが残した問題である分岐領域に対するLevi(Hartogsの逆)問題がある。同問題はそのままでは反例があることが知られているが、初めて肯定的結果得て出版した。用いたのは、コンパクトケーラー多様体ではよく使われるが、開複素多様体ではほとんど使われてこなかったアーベル積分の逆関数(写像)である。このような基礎理論の見直しから新しい研究課題の発見が期待されていた。

2. 研究の目的

(1) 値分布理論の新展開：難問ではあるが中心的に考える問題として、Green-Griffiths予想と呼ばれる「(対数的)一般型複素代数多様体 X への整曲線(entire curve, 一般に超越的正則写像

$f: \mathbb{C} \rightarrow X$ のこと) は像が X の真代数的部分集合に含まれる」であろうという予想がある。部分的回答として、 $q(X)$ (対数的不正則指数) $\leq \rho(X)$ (対数的小平次元) $= \dim X$ ならば予想が成立する"ことが打ち切りレベル1の個数関数による第2主要定理を用いて証明された (Noguchi-Winkelmann-Yamanoi, 2007, 2013; Lu-Winkelmann, 2012)。これは現在、 X の幾何学的不変量による条件付としては最良の結果を与えている。例えば、 X が \mathbb{P}^2 の正規交叉的2つの2次曲線の補集合の場合が、単純で特殊であるが興味深い。これは、 $q(X) = 1 < \rho(X) = \dim X = 2$ となる初めてのケースとなる。この例は、数論的アナロジーからも関心を引く興味深い問題で、研究を進める。

値分布理論と有理点の(数論的)問題では、 X がアーベルまたは準アーベル多様体 A の部分多様体(特異点を含んでも可)の場合に興味深い結果が得られている。「 X が(対数的)一般型であるとすると、 X に含まれる非自明代数的部分群の平行移動の合併 S は有限個のかかる部分群の平行移動の和集合をなし、任意の非定数整曲線は像を S の中にとる」という代数退化定理が上記 Bloch-Ochiai-Noguchi の定理より得られる。その際に次のような高次元 Picard の大定理"も証明された。それは、「穴あき円板からの超越的正則曲線 $f: \mathbb{C}^* \rightarrow X$ の像のザリスキー閉包 $X(f)$ に対し、安定化群 $\text{St}(X(f))$ が正次元となり商写像との合成 $g: \mathbb{C}^* \rightarrow X(f)/\text{St}(X(f))$ は穴を除ける特異点とする」。最近この高次元 Picard の大定理が、 X 内のねじれ点(torsion point)集合の構造定理(Manin-Mumford予想、Raynaudの定理(1983))の証明に使えることが分かった (Noguchi, 2018)。このデオファントス問題と値分布理論の間をとりもったのは、基礎論・モデル理論の o -minimal理論であった。この新しい証明レベルでの直接的関係は、両者の間の新しい局面を開くものと期待され、本研究課題の中心的問題として取り組む。

(2)多変数複素解析基礎の新展開: Oka-Cartan理論の更なる簡易化を岡の未発表論文にもとづく展開法を研究する。岡の未発表論文は、そのままでは本として展開するには難しく、種々の改良が必要となる。この新展開の研究を進める。

また、K. Okaが最終目標とした分岐領域に対する擬凸問題は、後年E. Forneaessにより反例が与えられることとなった(1978)。問題は振り出しに戻り、分岐を許す場合にどのような条件で擬凸問題が成立するかを問う問題となった。H. Grauertもこの問題は未可決であると強調した(岡潔生誕100年会議, 京都, 2001)。本代表者は、既に試論的な論文を発表した(Noguchi, 2017)。本研究課題の下で、この研究をさらに進展させる。

3. 研究の方法

値分布理論の新展開については、海外共同研究者であるP. Corvaja (Udine), U. Zannier (E.N.S., Pisa), J. Winkelmann (Bochum)等と共同研究を遂行中である。国内では、この分野で活発に研究を行っている若手の千葉優作氏(お茶大理)および安福悠氏(日大理工)、ベテランの山ノ井克俊氏(大阪大理)、平田典子氏(日大理工)等と適宜研究情報の交換をしながら研究を進める。そのために、内外での国際的研究集会において中間的な進展を発表し、共同研究や研究交流を行う。また、関連する小林予想の解決をしたD. Brotbek(Strasbourg)やJ. Merker (Paris-Saclay)等の協力も得ながら進める。多変数複素解析の新展開では、この分野のベテランである辻元氏(上智大理工)、平地健吾氏(東大数理)、高山茂晴氏(東大数理)、阿部誠氏(広島大)、中堅の濱野佐知子氏(大阪市大理)、若手の足立真訓氏(静岡大理)、現在準備中の著書の共著者である相原義弘氏(福島大学)等と定期的なセミナーや研究情報の交換を通して研究の遂行を図る。

4. 研究成果

(1) 高次元値分布の新展開: Green-Griffiths予想については種々の研究集会で情報集を行った。現状では唯一のアイデアであるロンスキアンを用いる方法を考察したが、まとまった成果には至らなかった。関連する問題では成果があった。楕円曲線族および準アーベル多様体族の正則切断について P. Corvaja (Udine大), U. Zannier (ENS, Pisa)と共同で研究した。古典的なLegendre楕円概形について正則切断の有理性判定条件を、山ノ井の第2主要定理を用いることにより証明し、その応用としてLegendreアファイン楕円曲線族の任意の正則切断は有理切断となり、更には4個の2捩れ切断に限ることが示された。同様の事象が超楕円曲線族についても成立することが研究代表者の成果(1985)を用いて証明された。更に準アーベル多様体族の正則切断に対するNevanlinna理論を展開することを目指し、族の特異点と切断の特異点が重ならない場合は、求める第2主要定理型の定理および拡張定理が得られた(Corvaja-Noguchi-Zannier, 2022)。

超越数論における Schanuel 予想の解析関数体版を準アーベル多様体の場合に拡張して新証明を与えると共に関連する整曲線の Nevanlinna 理論を研究し、打ち切りレベル 1 の個数関数による第 2 主要定理を証明した(Noguchi, 2024)。これは、形式的解析関数の場合 1972 年に J. Axが Kolchin の微分体理論を用いて証明していたもので、比較的最近 o-minimal理論による別証明も出ていた。本研究代表者によりNevanlinna理論とo-minimal理論が近い関係にあることが示されているので、その観点からの興味が深く、今後の進展が期待される。

(2) 多変数複素解析基礎の新展開: 岡理論の新しい簡略化を進めた。岡理論は接続層の理論としてOka-Cartan-Serre-Grauertの理論として花を開き、更にHoermanderによるL2法により進展してきた。ここでは、それ等とはことなる新たな岡理論の展開法を目指した。まず、岡の1943年に書かれた総頁約120、5編から成る未発表論文を解読し、これに関して新しい光を当てる、重要部分の英訳を含むサーベイ論文を発表した(Noguchi, 2019, 2022)。これらの成果に基づき、研究期間中に教科書を出版した(野口、2023、朝倉、第2版;野口、2021、裳華房; Noguchi, 2024, Universitext, Springer)。さらに相原義弘(福島大学名誉教授)と共著で1変数複素解析から多変数の岡原理までを一貫して展開する教科書を出版した(相原・野口共著、2024、裳華房)。その過程で、代表者の得ていた「弱接続定理」(2019)では現状不十分で、岡の第1接続定理を必要とする事が判明した。またBochnerの管定理の簡略化された証明も得られ、本の中に反映された。この研究活動の中から、岡によるレビ問題の解決と別証明とされるGrauertの証明の間にある類似性が新たに認識された。岡の証明では、Fredholmの第2種型積分方程式を解くことに問題をを帰着するのであるが、Grauertの方法ではL. Schwartzのコンパクト作用素に関するFredholm定理が用いられる。比較としてはde Rahm-Hodge理論におけるコホモロジ類とその調和形式の代表元を求めることに対応する。ただし、ここではラプラス作用素の代わりにFredholm第2種型の積分作用素が現れている点に注意したい。

今後の問題として、上述の新しい認識のもとで、岡のFredholmの積分方程式をこの観点から再考することは大いに興味ある問題である。また、分岐領域の擬凸問題にFornaessの反例が正則領域になっているかという問題が浮上してきた。この問題も正則凸領域から元の正則領域の問題との見地からこれからの展開が期待される。

研究期間中、得られた成果を世界に発信すべく、内外の研究集会や日本数学会主催尾の市民講演会において積極的に研究発表・講演を行った(発表リストを参照)。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 野口 潤次郎	4. 巻 -
2. 論文標題 多変数複素解析の新展開	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 日本数学会『数学』論説, 掲載待ち.	6. 最初と最後の頁 -
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Noguchi Junjiro	4. 巻 76
2. 論文標題 Analytic Ax-Schanuel for semi-abelian varieties and Nevanlinna theory	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Journal of the Mathematical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 1~22
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2969/jmsj/89588958	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Noguchi Junjiro; Eds. D. H. Phong, Y.-T. Siu	4. 巻 69(5)
2. 論文標題 Memorial Tribute , Masatake Kuranishi (1924-2021)	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Notices Amer. Math. Soc.	6. 最初と最後の頁 799~800
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 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Noguchi Junjiro	4. 巻 10
2. 論文標題 On Kiyoshi Oka's unpublished papers in 1943	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Notices of the International Congress of Chinese Mathematicians	6. 最初と最後の頁 44~70
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4310/ICCM.2022.v10.n1.a3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 野口 潤次郎	4. 巻 8月号
2. 論文標題 複素解析への入門 A.L.コーシーから岡潔まで	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 数理科学, サイエンス社	6. 最初と最後の頁 7~10
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 無
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 野口 潤次郎	4. 巻 26(4)
2. 論文標題 数学と言葉 岡潔生誕120年によせて	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 数学通信, 日本数学会	6. 最初と最後の頁 5~21
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 無
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 Corvaja Pietro, Noguchi Junjiro, Zannier Umberto	4. 巻 18
2. 論文標題 Analytic and rational sections of relative semi-abelian varieties	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Pure and Applied Mathematics Quarterly	6. 最初と最後の頁 177~209
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4310/PAMQ.2022.v18.n1.a5	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 Junjiro Noguchi	4. 巻 42
2. 論文標題 A weak coherence theorem and remarks to the Oka theory	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Kodai Mathematical Journal	6. 最初と最後の頁 566~586
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2996/kmj/1572487232	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Junjiro Noguchi	4. 巻 7
2. 論文標題 A brief chronicle of the Levi (Hartog's inverse) problem, coherence and open problem	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Notices of the International Congress of Chinese Mathematicians	6. 最初と最後の頁 19~24
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4310/ICCM.2019.v7.n2.a2	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21件 (うち招待講演 12件 / うち国際学会 10件)

1. 発表者名 Noguchi Junjiro
2. 発表標題 On hyperbolicity, Diophantine geometry and some open questions
3. 学会等名 Seminar at Issac Newton INstitute, Cambridge, U.K. (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 野口 潤次郎
2. 発表標題 擬凸問題解決の岡のオリジナル法と別証明とされるGrauertの証明との間のFredholm定理をめぐる類似性について
3. 学会等名 弱連接定理に基づいた多変数関数論の基礎づけ (早稲田大学教育学部) (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 野口 潤次郎
2. 発表標題 多変数複素解析入門講義法
3. 学会等名 東京大学大学院数理科学研究科・複素解析幾何セミナー (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Noguchi Junjiro
2. 発表標題 Ax-Schanuel theorem and Nevanlinna theory-an application
3. 学会等名 Seminar in Harmonic Analysis, Paris-Saclay (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Noguchi Junjiro
2. 発表標題 Analytic Ax-Schanuel Theorem for semi-abelian varieties and Nevanlinna theory
3. 学会等名 The 28th Symposium on Complex Geometry (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 野口 潤次郎
2. 発表標題 On analytic Ax-Schanuel I
3. 学会等名 日本数学会秋季総合分科会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 野口 潤次郎
2. 発表標題 On analytic Ax-Schanuel II
3. 学会等名 日本数学会秋季総合分科会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Noguchi Junjiro
2. 発表標題 Analytic Ax-Schanuel for semi-abelian varieties and Nevanlinna theory
3. 学会等名 Deformations of Geometric Structures in Current Mathematics: "A celebration of the works of Masatake Kuranishi", Columbia University, New York (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 野口 潤次郎
2. 発表標題 Analytic Ax-Schanuel Theorem for semi-abelian varieties and Nevanlinna theory (Japanese)
3. 学会等名 東京大学大学院数理科学研究科・複素解析幾何セミナー
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 野口 潤次郎
2. 発表標題 数学と言葉－岡潔生誕120年によせて
3. 学会等名 日本数学会秋季総合分科会・市民講演会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 野口 潤次郎
2. 発表標題 解けない問題・気になる問題
3. 学会等名 函数論シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 野口潤次郎
2. 発表標題 擬凸領域二題
3. 学会等名 東京大学大学院数理科学研究科・複素解析幾何セミナー
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 野口潤次郎
2. 発表標題 Bochner's Tube Theorem and Kashiwara's Local Version
3. 学会等名 第26回 複素幾何シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Noguchi Junjiro
2. 発表標題 Weak coherence theorem and a new introductory approach to S.C.V. - Oka theory I, II
3. 学会等名 Seminar, CIRGET, University of Quebec at Montreal (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Noguchi Junjiro
2. 発表標題 Some relations of the value distribution theory and the Diophantine geometry at the proof level
3. 学会等名 Diophantine Approximation and Value Distribution Theory at the interface of Arithmetic and Complex Hyperbolic Geometry. (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Noguchi Junjiro
2. 発表標題 The value distribution and some arithmetic properties on semi-abelian varieties
3. 学会等名 Complex Analysis Seminar, Bochum University (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Noguchi Junjiro
2. 発表標題 A new introductory lecture of Several Complex Variables - Oka theory, I, II, III
3. 学会等名 Topics on Nevanlinna theory and complex hyperbolicities, SCMS, Shanghai (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Noguchi Junjiro
2. 発表標題 Nevanlinna theory for semi-abelian varieties and some arithmetic properties
3. 学会等名 Topics on Nevanlinna theory and complex hyperbolicities, SCMS, Shanghai (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Noguchi Junjiro
2. 発表標題 On Kiyoshi Oka's unpublished papers 1943
3. 学会等名 複素解析幾何セミナー、東大数理
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Noguchi Junjiro
2. 発表標題 Value distribution theory on semi-abelian varieties and arithmetic problems
3. 学会等名 The 25th Symposium of Complex Geometry, Kanazawa 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 野口潤次郎
2. 発表標題 正則曲線の値分布の最近の進展といくつかの問題
3. 学会等名 2019年度等角写像・値分布理論研究集会、東北大学(招待講演)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計4件

1. 著者名 Noguchi Junjiro	4. 発行年 2024年
2. 出版社 Springer Nature, Singapore Pte Ltd.	5. 総ページ数 237
3. 書名 Basic Oka Theory in Several Complex Variables	

1. 著者名 相原 義弘、野口 潤次郎 共著	4. 発行年 2024年
2. 出版社 裳華房	5. 総ページ数 400
3. 書名 複素解析 - 一変数・多変数の関数	

1. 著者名 野口 潤次郎	4. 発行年 2021年
2. 出版社 裳華房	5. 総ページ数 256
3. 書名 岡理論新入門—多変数関数論の基礎	

1. 著者名 野口 潤次郎	4. 発行年 2019年
2. 出版社 朝倉書店	5. 総ページ数 404
3. 書名 多変数解析関数論 (第2版)	

〔産業財産権〕

〔その他〕

野口潤次郎の電網掲示板 (Home Page of Noguchi, Junjiro) https://www.ms.u-tokyo.ac.jp/~noguchi/
--

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
研究協力者	相原 義弘 (Aihara Yoshihiro)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
イタリア	Corvaja Pietro	Diparti. di Sci. Mat., Inform. e Fisi.	Universita di Udine	
イタリア	Zannier Umberto		Scuola Normale Superiore, Pisa	