

二国間交流事業 共同研究報告書

平成 24年 4月 10日

独立行政法人日本学術振興会理事長 殿

共同研究代表者所属・部局 大阪市立大学・大学院理学研究科

(ふりがな) いとやま ひろし
職・氏名 教授・糸山 浩

1. 事業名 相手国 (ロシア) との共同研究 振興会対応機関 (RFBR)2. 研究課題名 ゲージ理論と弦理論の双対性に立脚する可積分性の統合

3. 全採用期間

平成 22 年 4 月 1 日 ~ 平成 24 年 3 月 31 日 (2 年 ヶ月)

4. 経費総額

(1) 本事業により執行した研究経費総額 500万 円初年度経費 250万 円、 2年度経費 250万 円、 3年度経費 円(2) 本事業経費以外の国内における研究経費総額 0 円

5. 研究組織

(1) 日本側参加者 (代表者は除く)

氏 名	所 属・職 名
菅野 浩明	名古屋大学・教授
伊藤 克司	東京工業大学・教授
中津 了勇	摂南大・准教授
太田 和俊	明治学院大学・専任講師
大田 武志	大阪市立大学・博士研究員
酒井 一博	京都大学・博士研究員
森山 翔文	名古屋大学・助教
吉田 健太郎	京都大学・助教
佐藤 勇二	筑波大学・助教
吉岡 礼治	大阪市立大学・博士研究員
米澤 信拓	大阪市立大学・博士研究員
出口 翔	大阪市立大学・大学院生
住川 俊也	名古屋大学・大学院生
中村 仁宣	名古屋大学・大学院生
田口 真彦	筑波大学・大学院生

(2) 相手国側研究代表者

所属・職名・氏名 Institute of Theoretical and Experimental Physics・
head of the laboratory and group leader・Alexei Yurievich Morozov

(3) 相手国参加者（代表者は除く）

氏 名	所 属・職 名
Kharchev , Sergei	Institute of Theoretical and Experimental Physics ・ senior researcher
Zabrodin , Anton	N. M. Emanuel Institute of Biochemical Physics ・ leading researcher
Marshakov, Andrei	P. N. Lebedev Physical Institute ・ leading researcher
Mironov , Andrei	P. N. Lebedev Physical Institute ・ leading researcher
Losev , Andrei	Institute of Theoretical and Experimental Physics ・ senior researcher
Popolitov, Alexander	Moscow Institute of Physics and Technology ・ student
Durin-Barkovsky, Petr	Moscow Institute of Physics and Technology ・ student
Galakhov, Dmitry	Moscow Institute of Physics and Technology ・ student

6. 研究実績概要（全期間を通じた研究の目的・研究計画の実施状況・成果等の概要を簡潔に記載してください。）

場の量子論・量子多体問題に於ける可積分性の研究は古くからの歴史を持っており、従来 Yang-Baxter 関係式、ホップ代数の構造、これに伴う Bethe 仮説等に基づいて理解されてきました。近年はこれらを数学の表現論として整理する立場が主流であり、各論的な進展が得られています。本申請はこれとは質を異にし、超対称ゲージ理論有効作用の厳密決定、行列模型の厳密計算等を含む可積分性の出現一般を素粒子論の最新のアイデアである「ゲージ理論と弦理論の双対性」に基づき統合し、大局的な理解を目指しました。研究内容の細目は

ゲージ理論側：

i) $N=2$ 超対称ゲージ理論が破れた場合の低エネルギー有効作用の厳密決定と変形理論、行列模型との関係。

(糸山・丸吉・Marshakov) ii) $N=2$ 超対称ゲージ理論における所謂 Nekrasov 分配関数と Liouville 共形ブロックとの予期せぬ同源性。(Mironov・Morozov・太田・丸吉・伊藤) iii) 次元簡約として得られる Yang-Mills 型行列模型による厳密計算と素粒子物理学測定量の予言。(吉岡・太田・Losev)

弦理論側：

iv) 超対称性を持つ量子逆散乱法、affine 対称性及び群論的アプローチ。(大田・糸山・酒井・森山・松本・

Kharchev・Morozov・Zabrodin) v) 弦の極小曲面の決定。(伊藤・糸山・酒井・岩崎・Mironov・Morozov・Galakhov・

Popolitov) vi) 位相的弦理論と統計模型による取り扱い。(菅野・中津・真鍋・四谷・Losev・Marshakov・

Durin-Barkovsky)

統合：これらを双対性の文脈で考え、大局的な理解を得ました。

i) 糸山は出口と協力し、Marshakov 氏との議論を進め、拡大超対称性が部分的に破れた場合の β 関数及び低エネルギー有効作用の決定について研究した。

ii) 糸山・大田・米澤は deformed-Selberg integral に基づく matrix model の研究(特にこの仕事の発見の一つである Jack 多項式と Nekrasov 関数の関係)を更に発展させた。Moscow 訪問を機会に、Mironov 氏、Morozov 氏と議論を重ねた。このテーマに関して、菅野は surface operator に関する理解を Marshakov、Mironov 氏とともに進めた。大田はこれに関連した所謂 MNS 積分の問題を vortex の統計和の問題に適用し、Moscow で Zabrodin 氏等と議論した。

iii) 吉岡は Yang-Mills 型行列模型の長距離展開及び N が小さい場合の直接積分の方法により、時空点に関する有効作用の評価を継続した。

iv) 糸山・大田・米澤は Kharchev と協力して、ii) の研究活動に量子逆散乱法を取り入れた。吉田は超弦理論の ADS σ 模型を変形し、その Yangian 対称性について調べた。

v) Alday-Maldacena の仕事に始まる極小曲面の決定に関しては、Y-system に関係して大きな進展があり、メンバー内で伊藤・酒井・佐藤による成果が得られていたので、これを g 関数等のツールを用いてさらに発展させた。森山は散乱振幅の Yangian 対称性の考察を更に進めた。Moscow 訪問に際して、Zabrodin, Mironov, Morozov, Galakhov, Popolitov 氏との活発な議論が展開された。

vi) 位相的分配関数の研究に関して、中津は統計模型及び階層性の立場から、菅野は BPS 状態の数え上げの立場から研究を進展させた。Moscow 訪問に際して、Zabrodin, Losev, Marshakov 氏と活発な議論を展開した。