

## 二国間交流事業 共同研究報告書

平成23年 4月 11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 東京大学・生産技術研究所

職・氏名 (ふりがな) 准教授・火原彰秀 ひ ばらあきひで

1. 事業名 相手国 (ロシア) との共同研究 振興会対応機関 (R F B R)

2. 研究課題名 光熱変換分光法を用いた化学分析・生化学分析応用のための集積分析システム

3. 全採用期間

平成21年4月1日 ~ 平成23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 5,000,000円

初年度経費2,500,000円、 2年度経費2,500,000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 <small>(ふりがな)</small>	所属・職名	研究協力テーマ
北森 武彦 <small>きたもり たけひこ</small>	東京大学大学院工学系研究科・教授	マイクロ・ナノ流体を利用した分析素子開発
佐藤 香枝 <small>さとう かえ</small>	日本女子大学理学部・准教授	マイクロ・ナノ流体を利用した分析素子開発
馬渡 和真 <small>まわたり かずま</small>	東京大学大学院工学系研究科・講師	熱レンズ顕微鏡集積化に関する研究
スミルノバ アデ リナ	東京大学大学院工学系研究科・研究員	熱レンズ顕微鏡集積化に関する研究
渡慶次 学 <small>とけいじ まなぶ</small>	名古屋大学大学院工学研究科・准教授	熱レンズ顕微鏡集積化に関する研究

### (2) 相手国側研究代表者

所属・職名・氏名 M.V. Lomonosov Moscow State University・Associate Professor・Proskurnin, Mikhail A.

### (3) 相手国参加者（代表者は除く）

氏名	所属・職名（国名）	研究協力テーマ
Pirogov, Andrei V.	M.V. Lomonosov Moscow State University・Leading Sci. Res.	熱レンズ分光法用分析プロセス開発
Bendryshev, Aleksandr A	M.V. Lomonosov Moscow State University・Researcher	熱レンズ分光法用分析プロセス開発
Bendrysheva, Svetlana N	M.V. Lomonosov Moscow State University・Assistant Professor	熱レンズ分光法用分析プロセス開発
Khrycheva, Anastasiya D	M.V. Lomonosov Moscow State University・PhD Student	熱レンズ分光法用分析プロセス開発
Zhirkov, Andrei A.	M.V. Lomonosov Moscow State University・PhD Student	熱レンズ分光法用分析プロセス開発

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。）

#### 【背景と目的】

近年、化学分析・生化学分析操作を小型基板（マイクロチップ）上に集積化する研究が盛んである。集積化分析装置は、試料量低減、試薬量低減、廃棄物低減、分析自動化などの利点をもたらすと期待されている。これに対して、水分析などの伝統的な分析法は、呈色反応や分離化学に基づいており、最終的に比色分析を用いることが多い。マイクロチップのように光路長が短いと Lambert-Beer 則に基づき感度が低下するため集積化に不向きであるという難点がある。光熱変換分光法を用いると比色法により高感度分析が可能となる。日本側代表者（火原）とロシア側代表者（Proskurnin）は双方とも、湿式分析化学と光熱変換分光法を専門としている。これらの背景をもとに、より高度な分析法を実現するため、本研究では、化学分析・生化学分析のためのマイクロチップ分析法の開発及び装置の小型集積化を目的とした。

#### 【実施状況と成果等】

光熱変換法の集積化では、「顕微鏡を用いた光学系」あるいは「顕微鏡光学を集積化したファイバー光学」という従来の考え方をさらに進めて、「光学系そのものをマイクロチップに集積化した光学系」を開発した。レーザー光をマイクロ流体チップに導入するだけで、自動的に高感度な光熱変換法が実現するように、マイクロ流路とリソグラフィレンズを組み合わせたマイクロチップ作製法を開発した。また、柔軟な光導入を可能とするようにプリズムなどの光学素子を同時に集積化する手法も新たに開発した。その結果、スライドガラス程度の大きさのマイクロチップ上に、マイクロ流路と二光束交差型光熱変換分光法の集積化に成功し、高感度分析を実現した。この結果は、本分野最大の国際会議である MicroTAS の 2010 年会議（審査付）に発表した。

より高感度かつ信頼性高い分析を目指した分析条件の検討では、熱レンズ顕微鏡、通常スケールの熱レンズ分光法などの手法を様々な溶媒組成や、マイクロチップを含むサンプル容器形状について比較した。溶液中の光熱変換分光法では、測定対象分子の吸光後の無輻射遷移により発生する熱により溶液（溶媒）温度がわずかに上昇することを測定原理としているため、その信号値が溶媒組成により異なることが知られている。そのため、信号値が「屈折率の温度係数」および「熱伝導度の逆数」に比例するモデルが、最も単純なモデルとして知られている。一般的に水溶液に比べ、有機溶媒の溶液のほうが数十倍大きな信号を与える。本研究では、有機溶媒に加えてポリエチレングリコールなどの高分子水溶液も比較対象として、信号値を比較した。その結果、高分子水溶液を溶媒として用いたときにモデルから予想されるよりもよい結果（高い再現性と低濃度の検出限界）を得た。原因の詳細は検討課題であるが、分析反応という観点からは、有機溶媒系よりも水溶液系のほうが適しており、高分子水溶液系を用いることで、マイクロ流体を用いた分析法の適用範囲拡大が期待できる重要な結果を得た。この結果は、国際専門誌（Analytical Sciences, 27(4), 381-387, 2011）に投稿し、審査後掲載された。またこの結果の一部は、本年開催される International Conference on Analytical Sciences2011 にて発表予定である。

これらの研究計画と結果の議論のために、日本側から延べ 8 名（日本側代表者は 4 回）がモスクワ大学を訪れ、若手研究者向けセミナーなどを開催した。また、日本側研究者（火原、北森）は、Moscow Workshop on Analytical Chemistry of the Russian Academy of Sciences にて講演を行った。