

## 自己評価報告書

平成23年3月31日現在

機関番号：82626

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008～2011

課題番号：20560252

研究課題名（和文） 光トラップポテンシャル場の動的形成による非接触マイクロ操作の研究

研究課題名（英文） Non-contact micro manipulation based on the dynamical control of laser trap fields

研究代表者

田中 芳夫（TANAKA YOSHIO）

独立行政法人産業技術総合研究所・健康工学研究部門・主任研究員

研究者番号：30357454

研究分野：光メカトロニクス

科研費の分科・細目：機械工学・知能機械学・機械システム

キーワード：光ピンセット，マイクロ・ナノデバイス，知能機械，画像処理

## 1. 研究計画の概要

本研究は、光学顕微鏡下の様々な形状（球状、棒状、ひも状等）と光学的性質（屈折率、色彩等）を有する物質を対象に、実時間画像処理による被操作対象物の特徴認識技術とレーザ光の照射により形成される光トラップポテンシャル場分布の実時間制御により、非接触で被操作対象物の3次元姿勢や位置を高精度かつ動的に制御するための基盤技術を開発し、レーザ光を利用する非接触マイクロ操作技術の汎用化と確立を目指す。

## 2. 研究の進捗状況

(1) 特徴認識アルゴリズムの開発：カラー CCD カメラによる顕微鏡下の実画像に対して、一般化ハフ変換による円、楕円、直方体の検出と多値化判別閾値法による微粒子の色の分類法を検討し、液中の操作対象物が画像を取り込んだ際の位置からブラウン運動等により大きく外れない処理時間内で、微小球、楕円状の珪藻、棒状のウイスカなどの位置、サイズ、配向を実時間検出した。

(2) 非球状物の複数同時捕捉と自動操作：非球状微小物の形状モデル化による認識を利用した多点光クランプ法を提案し、ガルバノミラーの時分割同期走査による多点光ピンセットと項目(1)の特徴認識アルゴリズムにより、珪藻、ウイスカなど、複数個の非球状対象物の安定した同時捕捉と位置および配向を制御した自動マイクロ操作を実現した。

(3) 動的微粒子アレイの作成：色付ポリス

チレン球やガラス球などを対象に、項目(1)の認識アルゴリズムと時分割同期走査を利用して生成した孤立点型の多点光トラップ場により、認識した十数個の微粒子の安定した自動操作を実現した。また、捕捉した微粒子が衝突することなく、全て同時に指定した位置に整列できる運搬アルゴリズム、格子状アレイの格子点のソーティング法などを開発し、孤立点型の多点光トラップ場を逐次制御することで、動的微粒子アレイを自動作成し、提案するアルゴリズムの有効性を実証した。

(4) ハイブリッド光ピンセットの試作：ミラーの時分割走査法と一般化位相コントラスト法の2種類のマルチビーム光ピンセット法が1台のレーザ光源を用いて併用できるハイブリッド光ピンセットシステムの実現可能性の検討を行い、システムの試作を行った。その結果、従来のガルバノミラーの時分割走査法では一度に捕捉・配置できる微粒子数が十数個程度であったのが、数十個へと大幅に改善できることなど、その有効性と可能性を明らかにした。

## 3. 現在までの達成度

当初の計画以上に進展している。

（理由）前半の2年間にアメリカ光学会の著名国際誌 Optics Express に論文が2報掲載されたほか、成果の実用化・応用を意識した特許出願1件、国際会議での発表3件など、すでに数多くの研究成果を公表できるだけの業績をあげている。

#### 4. 今後の研究の推進方策

本研究は、当初の計画以上に順調に進展しているため、最終年度となる4年目は、これまでに未発表の成果の国内外での発表により一層努める。また、本テーマで解明された光トラップ場の動的形成とマイクロ操作に関する学術的知見を、汎用的な非接触マイクロ操作技術として確立し、更なる応用展開を図るために、残された課題を整理して、新規な基盤研究課題として再構築する。

#### 5. 代表的な研究成果

(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9件)

田中芳夫, 川田博之, 石川満, 北島博之, 群論に基づいた動的微粒子アレイのソーティング法 計測自動制御学会論文集, Vol. 46-4, 253/255 (2010), 査読有

Y. Tanaka, H. Kawada, S. Tsutsui, M. Ishikawa, H. Kitajima, Automated assembly of dynamic micro-bead arrays using a multi-arm laser manipulator with computer vision, IFMBE Proceedings, Vol.25/VIII, 5/7 (2009), 査読有

Y. Tanaka, H. Kawada, S. Tsutsui, M. Ishikawa, H. Kitajima, Dynamic micro-bead arrays using optical tweezers combined with intelligent control techniques, Optics Express, Vol.17, No.26, 24102/24111 (2009), 査読有

Y. Tanaka, H. Kawada, K. Hirano, M. Ishikawa, H. Kitajima, Automated manipulation of non-spherical micro-objects using optical tweezers combined with image processing techniques, Optics Express, Vol.16, No.19, 15115/15122 (2008), 査読有

Y. Tanaka, H. Kawada, K. Hirano, M. Ishikawa, H. Kitajima, Non-contact micromanipulation system with computer vision, IFMBE Proceedings, Vol.22, 2400/2404 (2008), 査読有

##### [学会発表](計13件)

Y. Tanaka, et al., Dynamical micro-bead pattern forming using laser manipulation techniques, 2010 International Symposium on Nonlinear Theory and its Applications, 2010年9月6日, クラコウ(ポーランド)

Y. Tanaka, et al., Automated assembly of

dynamic micro-bead arrays using a multi-arm laser manipulator with computer vision, World Congress 2009 on Medical Physics and Biomedical Engineering, 2009年9月9日, ミュンヘン(ドイツ)

田中芳夫, 顕微鏡下のマイクロ作業の自動化技術の開発, 第9回次世代医療システム産業化フォーラム 2008, 2008年12月3日, 大阪市

Y. Tanaka, et al., Non-contact micromanipulation system with computer vision, 4th European Conference of the International Federation for Medical and Biological Engineering, 2008年11月24日, アントワープ(ベルギー)

田中芳夫, 他4名, 画像処理と光ピンセットの融合による動的微粒子配列の作成, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2008, 2008年6月7日, 長野市

##### [産業財産権]

出願状況(計1件)

名称: 微粒子のアレイ化法および装置

発明者: 田中芳夫, 他3名

権利者: 産業技術総合研究所

種類: 特許

番号: 特願 2011-017722

出願年月日: 2011年1月31日

国内外の別: 国内

##### [その他]

ホームページ

[http://www.aist.go.jp/aist\\_i/aist\\_repository/index.html](http://www.aist.go.jp/aist_i/aist_repository/index.html)