

第7回マイクロマシン技術研究助成の概要

この研究助成制度はマイクロマシンセンターの自主事業の一環として、平成5年度より募集を開始したもので、日頃マイクロマシンに関する基礎的な研究に取り組んでおられる大学の先生方の研究に対し助成を行うとともに、マイクロマシン技術の一層の進展を図ると

ともに、産学交流をさらに促進しようとするものです。このたび、第7回（平成11年度）研究助成で、研究期間が1年間の1テーマと平成10年度より継続していました6テーマが終了しましたので、主な研究成果の要旨を次頁以降にまとめました。

マイクロマシン技術に関する研究助成課題

NO.	研究課題	研究代表者 共同研究者	機関名	所属	役職	研究期間
（平成11年度研究助成 新規）						
1	マイクロマシンパ・ツのためのパラレルメカニズム型三次元座標測定機	大岩 孝彰	静岡大学	工学部 機械工学科	助教授	1年
（平成10年度研究助成 継続）						
2	マイクロシステムによるDNAのモレキュラーサージェリーの研究	鷺津 正夫	京都大学大学院	工学研究科 機械工学専攻	教授	2年
3	高分子の自己組織化を利用したケミカル・ナノマシンの創成とその標的治療への展開	片岡 一則	東京大学大学院	工学系研究科 材料学専攻	教授	2年
		原田 敦史	同上	同上	助手	
4	生分解性超分子を用いた医療用マイクロマシンに関する研究	大谷 亨	北陸先端科学技術 大学院大学	材料科学研究科	助手	2年
5	マイクロマシンシステムの微小光学スマートピクセルへの応用	年吉 洋	東京大学	生産技術研究所 マイクロメカトロニクス 国際研究センター	講師	2年
		藤田 博之	同上	同上	教授	
6	マイクロマシニング技術を援用したマイクロチャネル内の流体の流動及び熱伝達に関する実験的研究	西尾 茂文	東京大学	生産技術研究所 第2部	教授	2年
		高野 清	同上	同上	助手	
7	Low-noise Feedback interferometry for micromachine servo actuators	T.H.Barnes	University of Auckland	Physics Department	Professor.	2年

第9回（平成13年度）「マイクロマシン技術に関する研究助成課題の募集要項」

1. 研究助成の対象

マイクロマシンの基盤技術、機能要素技術、システム化技術に関する基礎的研究。

2. 研究期間

テ - マ A : 平成14年4月～平成15年3月31日
テ - マ B : 平成14年4月～平成16年3月31日

3. 課題募集期間と課題決定及び助成金交付時期

募集期間：平成13年7月10日～10月31日
決定時期：平成14年3月中旬
助成金の交付：平成14年3月下旬

4. 応募方法

応募用紙の請求は、下記財団法人マイクロマシンセンターへ送付先を明記のうえ、FAXにて請求して下さい。
(FAX : 03-5294-7137)

5. 応募資格

マイクロマシン連合会に加盟する学協会等に所属する大学教員（教授、助教授、講師及び助手）

6. その他

- (1) 助成金総額：1,500万円程度
(1件につき、テーマAは200万円、テーマBは300万円を限度トス)
- (2) 本事業は、産学交流の促進を目的の一つとしているため、助成の決定後、マイクロマシンセンターの賛助会員企業等との共同研究をお願いすることがあります。
- (3) 問合せ先：財団法人マイクロマシンセンター
研究部（担当：程野）
e-mail:hodono@mmc.or.jp

マイクロマシンパーツのための 平行メカニズム型三次元座標測定機

静岡大学 工学部 機械工学科 助教授 大岩 孝彰

1. はじめに

近年、立体的で複雑な形状を持つ高精度な微小パーツの成形が現実となりつつあり、これらのパーツの三次元的な精度評価の必要性が高まっている。我々は、従来の直交座標型メカニズムではなく、能動対偶を出力節に対して並列に配置した平行メカニズムを用いた新しい三次元座標測定機「平行CMM」を提案してきた。本研究では、このメカニズムを用いた小型CMM（平行 μ CMM）を開発する。ここでは、まず本装置の概要について触れ、リンク配置について検討した結果、そして、試作した直動リンク・ストラットについて報告する。

2. 概要

本平行 μ CMMの基本的な設計指針を以下に示す。また、構想図を図1に示す。

- (1) 直交座標型スライドメカニズムではなく、リンク機構である3自由度空間平行メカニズムを用いる。
- (2) 精度基準として球面ジョイントを用いるが、ジョイントの回転誤差を測定する変位センサ等をストラットに内蔵し、補正を行う。
- (3) 縮小機構となるようにリンク配置を設計し、スケール分解能に対する測定分解能を向上させる。したがって、測定領域に対する機械の大きさは相対的に大きくなる。
- (4) ジョイントの回転誤差や機構パラメータの誤差が測定精度に及ぼす影響の少ないリンク配置のための最適設計を行う。

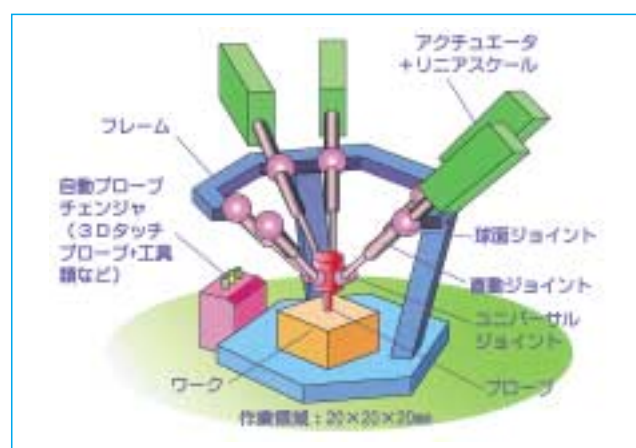


図1 平行メカニズムを用いた小型CMM(平行 μ CMM)

3. リンク配置設計

機構パラメータの誤差およびジョイントの回転誤差がプローブの運動誤差に及ぼす影響が少なく、さらに測定分解能が高くなるように、リンク配置の検討を行った。ここでは、上述の影響の大きさを表す評価関数として、ヤコビ行列の最大特異値を用いた。計算では比較のため、ベース上の球面ジョイントの半径位置と測定領域の大きさ $100 \times 100 \times 100 \text{mm}$ を従来のパラ

レルCMMと同一とし、ステージ半径、プローブ長さおよび測定領域のZ方向位置の3つを設計変数とした。設計後の平行 μ CMMのリンク配置を図2に示す。実際の平行 μ CMMのサイズは図中の寸法の1/2~1/5程度になると予想される。

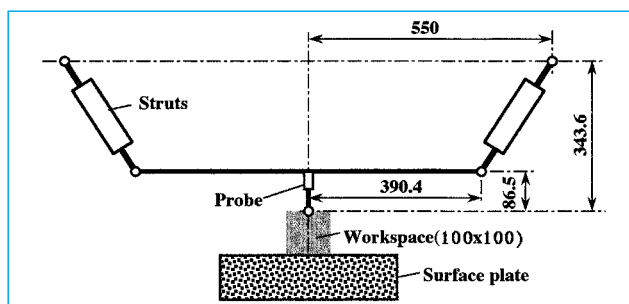


図2 設計後のCMMリンク配置 (×5)

4. 直動リンク

試作した直動リンクの概要について述べる。直動リンク全体の写真を図3に示す。アクチュエータとして積層型圧電素子を用いたインチワーム機構を採用した。理論上の駆動分解能は2nm以下とした。また、分解能2nm以下、精度 $\pm 0.1 \mu\text{m}$ の高精度なリニア測長ユニットを内蔵する。まず質量10~400gの重錘を用いて負荷を掛けたときの速度を測定し、負荷の大きさや移動速度はほぼ比例関係にあること、直動リンク1本当たり4N以上の推力があることなどがわかった。次に測長ユニットをフィードバックセンサとして用いたフルクローズド制御による位置決めを行った。10 μm のステップ位置決めを行った結果、制定時間は0.1s以内であった。



図3 試作した直動リンクの全景写真

5. まとめ

マイクロマシンパーツなどの立体的な精密部品の寸法・幾何偏差測定を目的とし、空間3自由度平行メカニズムを用いた小型三次元座標測定機を提案し、そのリンク配置設計と試作機に用いる直動リンクの製作・評価を行った。今後はジョイント部の弾性変形や回転誤差、リンク全体の熱的変形の影響について調査する予定である。

マイクロシステムによるDNAのモレキュラーサージェリーの研究

京都大学 工学研究科 機械工学専攻 教授 鷲津 正夫

1. はじめに

化学システムをマイクロ化しチップ上に集積するシステムは、 μ -TASなどと呼ばれ、近年、急速に研究が進められているが、現状の μ -TASは微小であるとはいえ、試料は水溶液すなわち連続体として扱われる。これに対し、更に微小化を進めると、分子1つ1つを扱う究極の化学システムの姿がある。DNAは、生命の基本設計図であるという点および容易に分子増倍できるという点において、1分子レベルでのマニピュレーションの最もふさわしい対象と考えられる。そこで、本研究では、DNAの分子1本を固体表面に固定し、切断などの分子改変を行う手法(分子手術=モレキュラーサージェリー)の研究を行った。

2. DNAのモレキュラーサージェリー

外科手術において患者を手術台に固定すると同様、DNAの分子手術においても対象とするDNA分子を固定することが必要になる。かつ、その任意の位置にアクセスできるようにするには、DNAを直線状に引き伸ばした形で固定することが望まれる。筆者らは、微細加工電極中の静電界を用いてDNAを伸長し、分子の両端で支持する手法を開発した。ここに、図1に示すように、DNA切断酵素を固定した微粒子をレーザーマニピュレーションにより押し当てると、位置を指定した酵素的切断が実現される。

図2は、その写真である。図2 a)は、酵素の固定されていないラテックス粒子をDNAにおつけた場合で、自然長の1.5倍にまでDNAが伸長されてはじめて機械的切断が生ずる。図2 b)は、塩基配列に関係なく

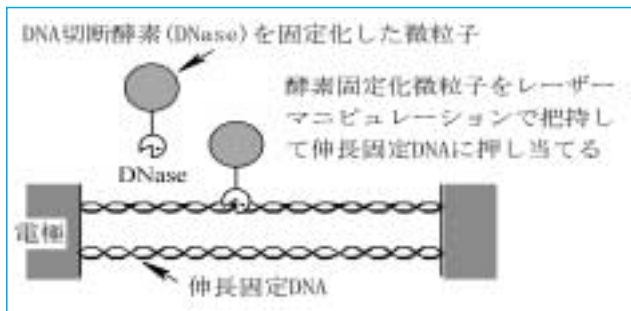


図1 DNAのモレキュラーサージェリーの概念

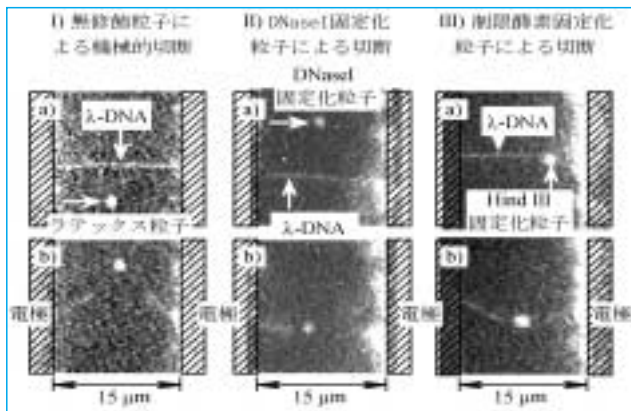


図2 DNAのモレキュラーサージェリー

DNAを切断するDNase を固定した粒子を押し当てた場合で、粒子の接触した瞬間にDNAが切断される。図2 b)は、特定の配列を認識して切断を行う制限酵素を固定化した粒子を用いた場合で、この場合には、酵素が切断すべき配列を粒子がヒットした場合にのみ切断が生ずる(図4 b)。

3. モレキュラーサージェリー用のマイクロプロブの開発

高い分解能でのモレキュラーサージェリーを実現するため、図3のような分子操作用プロブの開発を行った。このプロブは、鋭利な先端を持つ基板と、その上に固定された3個以上の球形粒子からなり、基板上的粒子をレーザービームで独立に把持して酵素の固定された先端部を任意の位置に任意の向きで押し当てることを狙ったものである。製作は、プロブ基板をまずSiの異方性エッチングによりカンチレバー構造として作り、これに分子リンカーで微粒子を固定し、根本から折り取ることで行った。

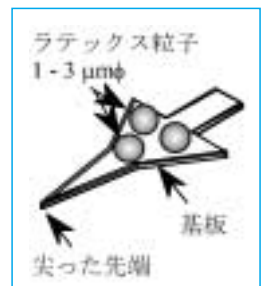


図3 分子操作用プロブ

図4はこのプロブの姿勢制御の例である。1本のレーザービームをガルバノミラーで高速に偏向させることにより、3個の粒子それぞれを時分割でトラップし、その相対的位置関係を保ちつつ移動させることにより、プロブの並進・回転運動を実現した。

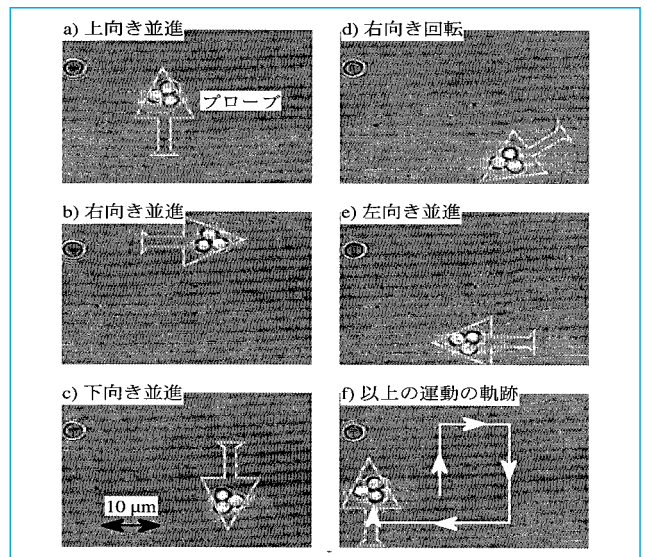


図4 分子操作用プロブの並進・回転

4. まとめ

微細加工電極や微細加工プロブなどのマイクロマシンの技術は、分子ナノの世界とマクロの世界のインターフェースを実現する強力な手段である。この延長線上に、従来の試験管ベースで分子を集積する生化学から脱却した、特定の分子の特定の位置に対して決定論的な操作を加える新しいバイオテクノロジーが期待される。