

## 精密測定から標準確立と知的計測へ

東京大学大学院工学系研究科 精密機械工学専攻 知的ナノ計測分野  
 Intelligent Measurement Lab., Department of Precision Engineering, The University of Tokyo

〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1

TEL: 03-5841-6450

FAX: 03-5841-8554

URL: <http://www.nano.pe.u-tokyo.ac.jp/>

E-mail: [takamasu@pe.u-tokyo.ac.jp](mailto:takamasu@pe.u-tokyo.ac.jp)

### 1. 研究室の概要

東京大学工学系研究科精密機械工学専攻の最も古い講座の一つが我々の講座で、「精密測定」を担当して来ました。精密機械工学が目指す「ものづくり」において、加工や生産技術を支える精密測定が基本として重要であることが、この講座が長く重要な位置を持っていることに繋がっています。この長い歴史を踏まえて、精密測定から標準の確立、新しい知的計測を目指すために、研究の位置づけとして、**図 1** のような構成を考えています。そこで、精密測定を 3 つの方向へそれぞれ展開することを意識して研究を進めています。

ここで、3つの方向としては、以下のように考えています。

- 産業的な側面：精密測定技術およびその考え方をグローバル生産システムへ応用し、日本の産業界における「ものづくり」の高度化に貢献する研究。
- 工学的な側面：精密計測技術、知的な計測データ処理を実際に使用するために必要な技術的な課題を解決するための研究。
- 科学的な側面：計測技術の先端技術に対する新しい発展として、ナノメートル計測、バイオ計測を開発する研究。

このような多方向の研究は、外国人、社会人を含めた多

くのメンバーによって行われています。研究室には、高増潔教授、高橋哲助教授、池上孝則助手、小谷潔特任助手、外国人研究員 2 名、博士課程学生 6 名、修士課程学生 6 名、学部学生 5 名の合計 23 名が在籍しています。（**図 2**）

### 2. 研究テーマ紹介

以上のような方向性より、研究のテーマは非常に広い範囲にわたっています。以下に最近の研究テーマのリストをあげます。それぞれの研究で、トレーサビリティ、測定の不確かさを意識して標準を確立すること、知的なデータ処理技術を開発することを考えて、研究を進めています。

1. 製品の幾何特性仕様の研究  
次世代のグローバル生産システムにおける機械部品の形体をどのように扱い、検査するかを研究
2. バーチャル CMM（三次元測定機）  
三次元測定機の測定の不確かさを推定し、トレーサビリティを確立するための手法の研究
3. 機構の三次元計測とキャリブレーション  
平面リニアモータ、パラレルメカニズムなどの複雑な機構の三次元計測を行い、機構をキャリブレーション手法の研究
4. 近接場ナノ計測  
新しいナノメートル計測を、近接場光学の技術を利用

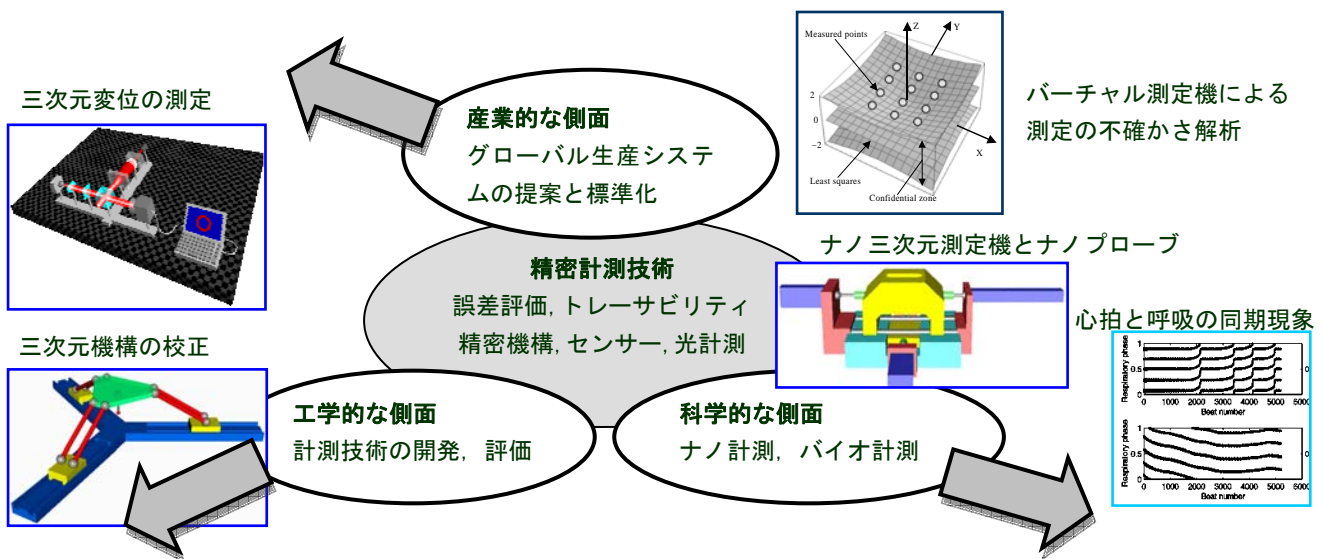


図 1 精密測定の新しい展開



図2 研究室メンバー（安田講堂にて）

用して行う研究

5. 近接場ナノ加工  
エバネッセント光を露光エネルギーとした新しい光造形法の開発
6. nano-CMM（三次元測定機）と nano-Probe  
ナノメートル計測が可能な三次元測定機とその要素技術の開発
7. バイタルサインの計測  
心拍変動や呼吸などの生体情報から、人間のストレスのリアルタイム計測を行う研究

このように多岐に渡る精密測定に関係する分野を幅広く研究しています。この中から、いくつかの研究を紹介します。

図3は、開発したパラレルメカニズムを利用した三次元測定機です。このような複雑な三次元機構の運動学パラメータを推定するためのキャリブレーションする手法を開発しました。この例では、39個の運動学パラメータを完全に推定することが可能となりました。

図4は、近接場光学に基づく半導体ウエハのナノ欠陥計測です。この研究は、光の回折限界に支配されない近接場光を利用することで、従来検出が困難であったLow-k膜内の数十ナノメートルのボイド欠陥を高感度に検出するもの

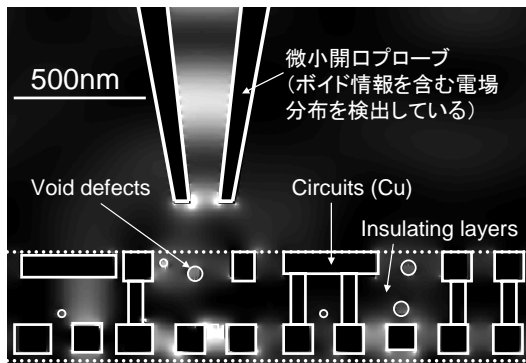


図4 近接場光学を利用したナノメートル計測

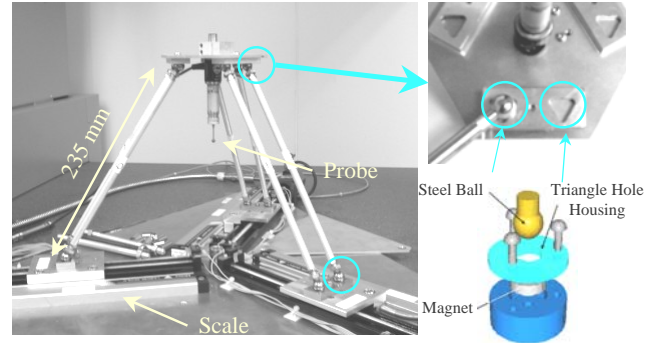


図3 パラレル三次元測定機の開発と校正

です。

図5は、リアルタイムで作業者のストレスを計測した例です。心拍変動を呼吸位相で解析することで、人間のRSA（呼吸性洞性不整脈）から副交感神経活動を推定し、知的作業中のストレスを評価することができています。

### 3. 研究協力体制

以上のような標準確立と知的計測に関わる研究を、産業界との連携を行うことで実施する体制を考えています。次世代の生産システムを考えた場合、測定機器メーカーだけでなく、測定機器を利用する現場における測定の評価が重要となります。新しい測定システムの開発や、複雑なシステムの校正や不確かさ評価を、大学、企業および研究所と協力して研究を進めています。また、「21世紀COE情報技術戦略コア」の実世界情報プロジェクトに参加し、特にバイタルサインの計測技術を情報技術の中で生かす研究を行っています。

精密工学会では、「知的ナノ計測研究分科会」を計測関係の研究者と2004年2月に立ち上げました。この分科会を核にして、世界的な計測の研究グループとの連携、国際会議の開催などの計画を進めています。

研究内容の詳細については、毎年度、高増・高橋研究室の研究成果報告を発行しています。2003年度版を必要な場合は、ホームページを参照してメールでご請求ください。

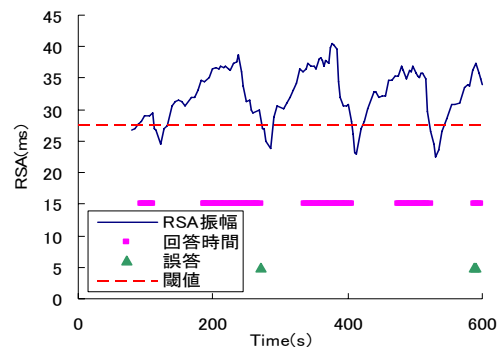


図5 ストレスのリアルタイム計測