接触の「真実」を見る技術

新潟大学工学部 トライボロジー研究室

Tribology Laboratory, Faculty of Engineering, Niigata University

〒950-2181 新潟県新潟市西区五十嵐2の町 8050 教授 新田 勇

TEL : 025-262-7271

URL : <http://tribo.eng.niigata-u.ac.jp/index.html>

FAX : 025-262-7271

E-mail : nitta@eng.niigata-u.ac.jp

1. はじめに

越後平野に位置する新潟市は、春から秋にかけて郊外に豊かな田園風景が広がり、冬は豪雪のイメージがある割に意外にも雪は少ないです。また、新潟港は日米修好通商条約で開港された五港の一つでもあり、国際港湾都市としての歴史があります。西方の沖には佐渡島があり、天気の良い日には大学の校舎からよく見渡せます。

新潟大学工学部は、1980年に前身である長岡工業専門学校であった長岡市のキャンパスから現在の五十嵐キャンパス（新潟市）に移転されました。最近では2017年に7学科が改組され、1学科5分野9プログラムが設置されました。日本海側に位置する中核高等教育機関として、多様化、高度化、複雑化した社会の問題に立ち向かえる人材を育成しています。本研究室は九つのうちの機械システム工学プログラムに属し、トライボロジー分野の中でも、特に広視野レーザ顕微鏡を用いた真実接触面観察や、レーザ加工による摩擦のコントロールなどをキーワードに研究を行っています。

2. 研究分野

トライボロジーは摩擦・摩耗・潤滑に関する学問分野を指しますが、当研究室では特に金属やゴムなどの固体どうしの接触に及ぼす表面の微小凹凸の影響などに着目した研究を行っています。過去の接触面剛性の研究や高分子薄膜法の開発などを経て、広視野レーザ顕微鏡の開発とそれを用いた接触面観察の研究につながりました。広視野レーザ顕微鏡開発の背景には、高温でも接触面剛性を保つシュリンクフィタ技術の考案と、新潟大学第一号のベンチャー企業、(株)オプセルの起業があります。現在は、広視野レーザ顕微鏡の研究から発展し、広視野レーザ走査干渉計によるナノレベルの観察技術の開発や、レーザ加工による摩擦のコントロールなどを行っています。

3. 研究室概要

トライボロジー研究室（新田・月山研究室）は、新田勇教授、月山陽介助教および海津圭子（事務）で運営しています（図1）。学生は、学部4年生（9名）、修士1年生（6名）、修士2年生（3名）、博士課程（1名）です。新田教授は、接触面剛性の研究から広視野レーザ顕微鏡／干渉計の開発に携わっており、本学発第一号ベンチャー企業を立ち上げました。月山助教はカーボンナノチューブなどの新材料を使った材料開発、レーザ加工による摩擦のコン

ロール技術の開発などを行っています。研究室としては、そのほかにも企業との共同研究を活発に行っており、アカデミックな研究はもちろんのこと、企業等と連携して産業界でも役立つ実用的な研究を積極的に行っています。

また、研究室内で季節ごとにイベントを開催しており、その中でも竹の切り出しから始める流しそうめんは、当研究室の伝統ともいえるイベントとなっています。竹切り出し、表面仕上げ、乾燥・保管を経て、建屋の2階から落差のある流しそうめんのコースを組み立てます。配属直後の4年生にとっては、共同作業を通じて成功・失敗経験を積む良い機会となっています。

4. 研究内容

4.1 広視野レーザ顕微鏡による真実接触面積の研究

トライボロジー問題を解決するためには、基礎となる真実接触面積を知ることが肝要です。この測定を通して、これまでに熱転写プリンタの印刷品質向上や、ガasketの漏れ量予測、プリンタのゴムローラの摩擦面などを対象とした研究を行ってきました。10 mm オーダーの視野により接触面全体を観察することが現象解明には不可欠であり、広視野・高解像度の広視野レーザ顕微鏡を活用した研究を行っています。

研究テーマ例

- ・ナノレベルディフェクトの検出法の開発（図2）
- ・ゴムローラの摩擦に及ぼす紙粉付着の影響（図3）
- ・溶融型熱転写プリンタの中間転写方式の技術開発

4.2 広視野レーザ走査干渉計による3次元形状計測技術

広視野レーザ顕微鏡の技術を干渉計測に応用し、金属薄膜付きの参照板を用いて精密部品の3次元形状計測手法の開発（図4）を行っています。小型非球面レンズ用金型、シリンダカルレンズなど、超精密切削面などの形状計測を短時間で効率的に可能にするための研究です。

研究テーマ例

図1 さわやかな初夏に撮影した研究室集合写真

図2 広視野レーザー顕微鏡による幅約 $0.9\mu\text{m}$ 、深さ約 5nm の微小傷の検出例 ($10\text{mm}\times 8\text{mm}$ の広領域からの検出)

図3 ゴムローラ (全長 24mm) の接触面 (ニップ) の全面観察

図4 広い範囲にわたる超精密部品の3次元形状計測

- ・精密金型形状計測
- ・円筒表面形状の高精度測定

4.3 レーザ微細加工機を用いた研究

広域にわたり微細なレーザースポットを維持する加工機により、微細表面加工、積層造形などさまざまな研究を行っています。微細に集光させたレーザー加工により規則的な形状 (テクスチャリング) を有する表面 (図5) が作製可能です。また、低出力レーザーを使用しているため、金属粉末焼結に用いると、粉末を完全に溶融させずにポーラスな材料 (図6) を任意の3次元形状に造形することが可能です。

研究テーマ例

- ・脊椎固定器具の高摩擦化による改良 (図5)
- ・レーザー微細加工装置の研究 (粉末積層造形) (図6)

5. 主な研究設備

5.1 広視野レーザー顕微鏡と広視野レーザー走査干渉計

シュリンクフィット技術により広い視野にわたって高い分解能を実現し、共焦点の原理により明瞭な画像取得を実現した装置 (図7) です。表面観察装置として用いると、一般的な顕微鏡の約360倍広い視野にわたる鮮明な表面観察ができます。また、参照板を光路途中に設置し干渉計と

図5 レーザ加工による高静止摩擦表面の創製

図6 レーザ粉末積層造形による1辺 5mm のポーラス材料

図7 広視野レーザー顕微鏡/干渉計 (外観)

して用いると、 nm オーダーの高さ計測が可能です。 10mm の視野幅に対し $2\mu\text{m}$ の横方向高分解能を有し、さまざまな部品の接触面全体の画像を取得することができる新しいタイプの観察装置です。

5.2 ソフトウェア開発

- ・広視野レーザー顕微鏡制御プログラム
- ・観察画像の3次元表示プログラム

6. おわりに

当研究室は広視野レーザー顕微鏡による真実接触面観察技術を駆使し、あらゆる摩擦・接触に関する問題に挑戦します。