



研究室紹介

信州大学工学部機械システム工学科 川久保研究室

HPアドレス : <http://www.seimitsu3.shinshu-u.ac.jp/>

「ナノトライボロジー研究室」

当研究室では「トライボロジー」をキーテクノロジーとし、ハードディスクのトライボロジー研究と半導体 CMP 加工の研究を「Mechanical Interface Laboratory:機械的界面研究室」と名付けて 1999 年からスタートさせた。さらに 2002 年からは、信大工学部遠藤守信教授をリーダーとする VGCF 研究のための「知的クラスター創成事業」に参加し、カーボンナノファイバのトライボロジー研究を開始した。ハードディスク、ナノファイバともに代表寸法がナノメートル台であり、2004 年からは研究室名をわかりやすい「ナノトライボロジー研究室」とした。

これらに加えて、長野県の立地を生かしたウィンタースポーツのトライボロジー、あるいは接点グリスのトライボロジーについても研究を進めている。建家改修のため 2003 年 7 月以来仮住まいをしており、実験部品探しに追い回されている。3 月末には改修された実験室に入れるので、研究を加速できるものと期待している。

【研究室メンバー】

教授 1 名、博士後期課程 3 名（内 2 名は社会人大学生）、修士課程 6 名、学部 4 年生 5 名、技官 1 名の陣容である。

【研究方針】

実験解析によりこれまでになかった現象を発見し、その発生原因あるいは法則性を明らかにし、その結果から世の中に有用な結果を得ることを目的として研究を進めている。前人未踏の対象の研究では測定法自体が開発されていない場合が多く、常に自ら考え新しくアプローチすることが必要である。これは学生にとっては社会に出た時に直面する問題の解決手法を学ぶチャンスである。この中から発見、発明の楽しさ素晴らしさを味わって欲しいと考えている。

【研究課題】

磁気ディスク装置では、今後のヘッド・ディスク間隔の低減のための障害は、ヘッド摩擦振動とヘッド摩耗の 2 つである。そこで後者をこれまで培ってきた透明摺動子を用いた

ピン・オン・ディスク型摩耗試験により解析している。

カーボンナノファイバ（VGCF）のトライボロジー研究は開始したばかりであるが、その基礎となる粉体の摩擦特性からスタートし、各種複合材料の摩擦摩耗特性の解析をスタートさせている。CMP 加工では、連続送り研磨テープによる加工法を提案し、その高精度化のための研究を開始している。ウィンタースポーツのトライボロジーでは、教育学部結城助教授と協力しスピードスケートの高速化に向けた基礎研究を開始している。さらに、情報機器等の制御に不可欠の電気接点の信頼性向上のため、電気接点グリスのトライボロジーについても研究している。

以下では磁気ディスク装置のトライボロジー研究とVGCFのトライボロジー研究について、簡単に紹介する。

【磁気ディスク装置のトライボロジー】

現在のIT社会において情報の蓄積を担当する磁気ディスク装置（HDD）では、常に高密度化が要求される。そのためには、磁気ヘッドと磁気ディスクの間隔の低減が必要である。現在は両者は非接触で稼働しているが、今後の高密度化により両者の接触頻度が増加する。そのため、ビデオ記録を全てHDDで行えるような高密度HDDの実現には、ヘッド・ディスクのトライボロジー研究が必須である。

当研究室では、ヘッド・ディスク接触時のヘッドの摩耗が今後の最大の課題になると予想し、摩耗発生状態、各種潤滑剤あるいは表面加工による摩耗の変化、磁気ディスク上の潤滑剤の挙動研究などから総合的にアプローチしている。

当研究室では摩耗測定に従来から透明摺動子を用いたピン・オン・ディスク型摩耗試験を用いている。この試験では、摺動子に石英ガラスなどの透明材料を用い、背面を平滑に研磨することにより、摩擦点の状態を実時間で観察可能としている。そのため、接触点における摩耗を連続的に観察できるだけでなく、潤滑剤の挙動、摩耗粉発生状態まで詳細に観察できる。摺動子側にカーボンを成膜すれば、実際の磁気ヘッドと同じ材料同士とできるなど、非常に優れた試験法と考えている。

図1に装置概要を、図2に装置写真を示す。摺動子摩擦面を球面としており、摩擦点には図3のようなニュートンリングが観察される。摩耗すると右のように、0次の干渉円が大きくなる。

この方法により、これまでに摺動子摩耗の潤滑剤種類/分子量依存性、コンタクトバニッシュ加工による摩耗低減効果などを明らかにしている。

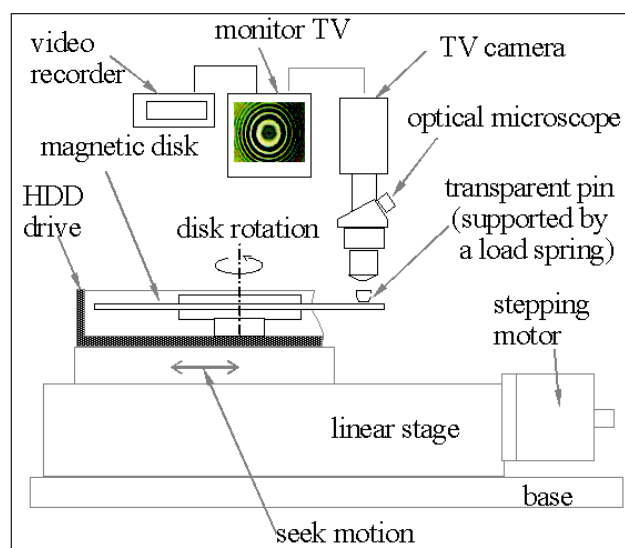


図1 透明摺動子ピン・オン・ディスクシーク試験装置

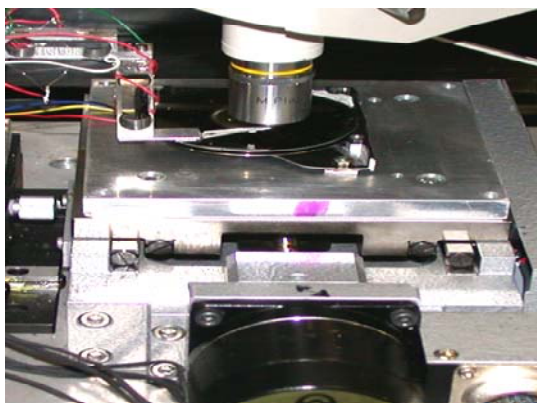


図2 透明摺動子ピン・オン・ディスク型
シーク摩耗試験装置写真

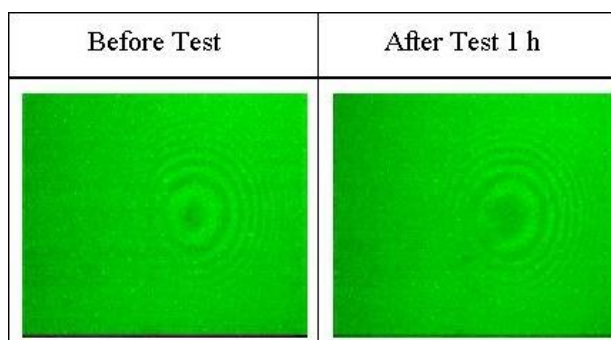


図3 ニュートンリング写真

【VGCFのトライボロジー研究】

信州大学工学部では電気電子工学科遠藤守信教授の開発された大型カーボンナノチューブであるVGCF（気相成長カーボンナノファイバ）を中心としたナノテクノロジー研究を文部科学省「長野・上田地域知的クラスター創成事業」として推進している。この応用分野の一つとして、CNTを含む材料の機械的応用の研究が進められている。

カーบอนは高硬度のダイヤモンドから固体潤滑剤であるグラファイトまで幅の広い特性を示し、トライボロジー材料として優れた特性を持つ。CNTもまた同じカーボン材料の一員として、優れたトライボロジー特性を持つと期待される。

本研究では、CNT/VGCF単体（図4）と複合材料としたときのトライボロジー特性を解析し、その特性の発生理由を基礎的に解明するとともに、新しい応用の提案を目指している。

研究は基礎となる単体粉末の固体潤滑剤としての特性を明らかにし、その上で各種樹脂/金属との複合材料の摩擦摩耗特性を図5の摩擦試験装置を用いて解析を進めている。これまでに、VGCF粉の摩擦はグラファイトと同程度であること等を明らかにしている。

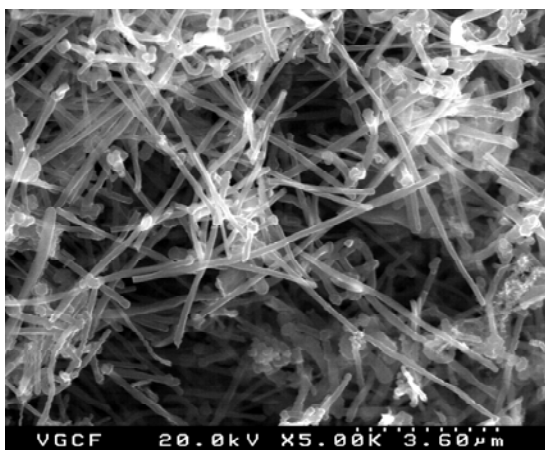


図4 VGCFのSEM写真

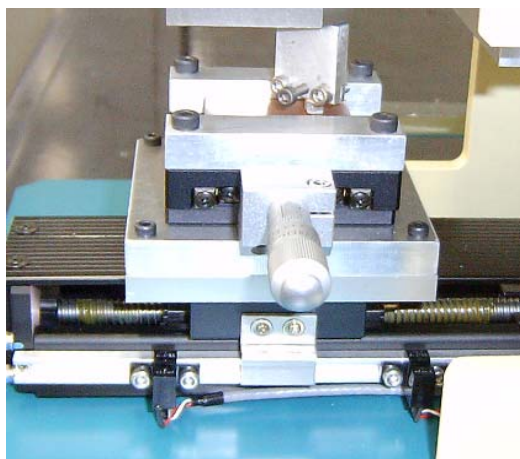
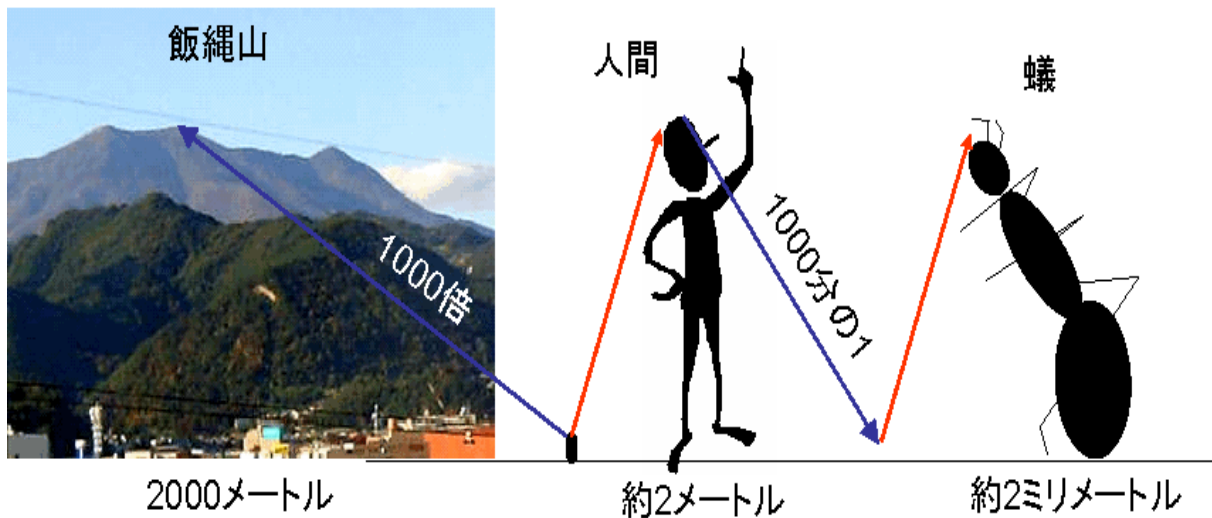


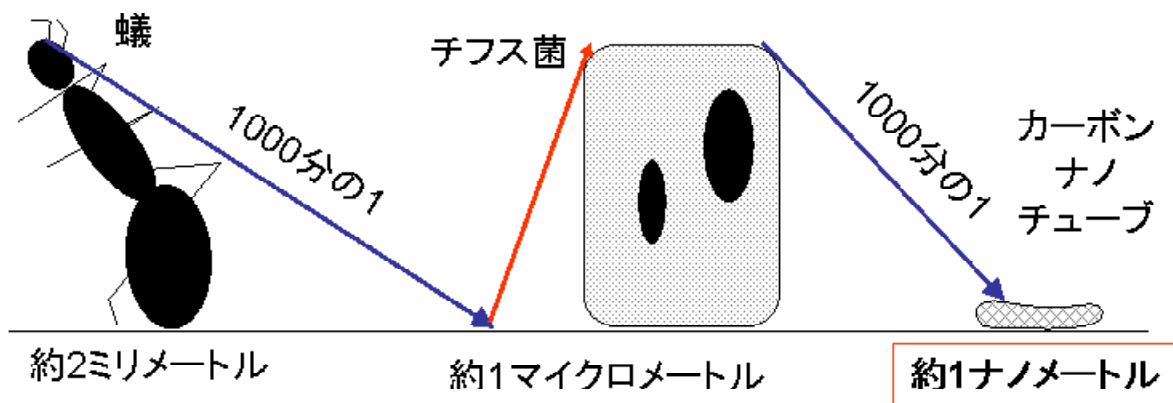
図5 摩擦測定装置

【ナノメートルを体感する】

研究対象はナノメートル台であるが、実際に考えているときは同じオーダーの数値との比較で考えており、対象の実際の大きさを実感することは少ない。そこで、単純な比較が



第1段階



第2段階

【おわりに】

研究推進の考え方と、研究課題について簡単に紹介した。ナノメートルを研究する場合でも、通常の寸法の場合と同様に進めていることを感じて頂ければ幸いです。最後にこのような機会を与えて頂いた、IIP 部門の皆様方に深く感謝します。

2004年3月 川久保洋一