

接触点のまわりに彗星状に広がる

摩擦によって発生するマイクロプラズマを発見

これまで、摩擦の諸現象は摩擦熱により解析されてきたが、温度のみでは説明しきれない多くの不可解な現象が観察され、温度以外の不明な高エネルギー状態が摩擦接触点に発生していることが示唆されてきた。これに対し、我々は摩擦面から放出される電子、イオン、光子などのエネルギー性粒子を観察し、それらの特性究明を通じて、摩擦接触点周辺のすき間に高エネルギーのマイクロプラズマが発生するという結論に達し、その発生機構として、図1に示す気体放電マイクロプラズマモデルを提唱してきた。今回マイクロスケールのプラズマ（マイクロプラズマ）の全体像の撮影に世界で初めて成功し、その存在を実証した。

図2は、半球状のダイヤモンドピン（先端半径 $300 \mu\text{m}$ ）とサファイヤディスクの摩擦接触点のすき間に発生したプラズマを、回転するディスクを通して裏面から紫外光のみを透過する光学フィルターを通して計測したプラズマの平面像である。プラズマから放出された微弱な光を光学顕微鏡にて拡大し、ICCDカメラ上に結像し、コンピュータ処理によりプラズマ像を得た。プラズマは、接触点の後方に長径 $100 \mu\text{m}$ 以上の大きさで尾を

もって彗星状に広がり、接触点の外側で強い光を放射していた。すなわち、プラズマは接触点の外側に発生していた。このことは、光は摩擦発熱により接触点より放出されるとする従来の考えを大転換させるものである。また、このプラズマの内部には図2に見られるような馬蹄形が発生していた。さらに、この紫外光のスペクトル解析によって、気体放電マイクロプラズマモデルが実証された。一方、図3は接触点の側方より計測したプラズマの側面像である。プラズマが摩擦接触点の移動方向の後ろ側のすき間に発生していることが明瞭に見てとれる。さらに、プラズマの動画撮影にも成功した。この動画より、プラズマの形と発生分布が時間とともに変動することが分かった。このプラズマは、 2cm/s という低速度、 3g という低荷重でピンを移動させた場合も観察され、さらに、絶縁体、半導体、金属酸化膜を含むほとんどあらゆる材料の摩擦に伴い発生することが分かった。

これらのことから、我々の日常生活や産業界活動の多くの場合において“摩擦のあるところマイクロプラズマあり”と言えるであろう。新たな摩擦の学問領域が開拓され、様々な応用技術の道が大きく拓かれるであろう。

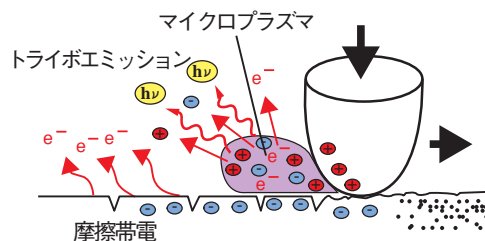


図1 気体放電マイクロプラズマモデル
プラズマとは、正の荷電粒子（正イオン）と負の荷電粒子（負イオン+電子）が同数存在し、中性となっている状態をいう。

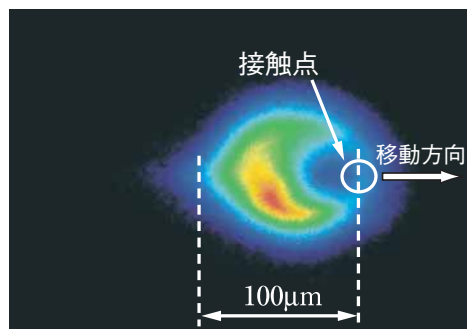


図2 プラズマの紫外光像

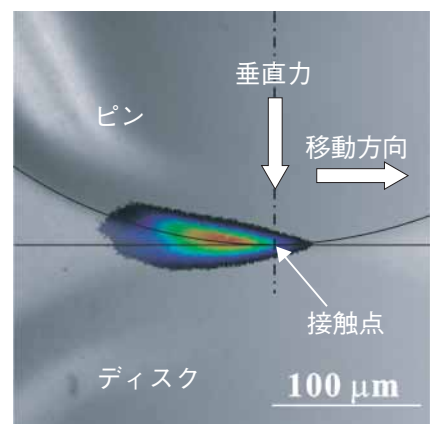


図3 プラズマの側面像



なかやまけいじ
中山景次
k.nakayama@aist.go.jp
ナノテクノロジー研究部門

関連情報

- Keiji Nakayama and Roman A. Nevshupa, "Plasma Generation in a Gap around a Sliding Contact", J. Phys. D.: Appl. Phys. 35 (2002) L53-L56.
- 日本工業新聞、日刊工業新聞、日経産業新聞、中部経済新聞、産経新聞 平成14年7月31日。化学工業新聞 平成14年8月19日。