

シリーズ：進化し続ける産総研のコーディネーション活動(第38回)

印象に残る連携 — 熟練技能の計測・可視化 —

イノベーションコーディネータ いしかわじゅん 石川 純

ある精密機器メーカーからの依頼

ある精密機器メーカーから、熟練者の手作業に頼っている微小光学素子のクリーニング作業の巧拙を何とか計測・可視化できないかという依頼がありました。直径数mmの光学素子をピンセットでつまみ、拡大鏡で観察しながらクリーニング液をしみ込ませたシルボン紙で表面の汚れを拭き取る、という作業です。このような特殊作業の場合、通常の間工学実験の手法・装置での対応は困難です。しかし産総研には人間工学の研究者だけでなく、いろいろな計測技術をもつ研究者がいます。人間工学実験の研究者を中心に、物理計測の担当者を加えた特命チームを編成、依頼元の企業からは若手技術者も参加しました。

成功と困難

クリーニング作業計測・可視化のために、どのくらいの力で作業をしているか、および、拭き取り作業におけるシルボン紙と光学素子の接触部の軌跡の計測を計画しました。このような計測は筆者の知る限り前例のないものですが、特命チームは2軸の高感度曲げモーメントセンサーをピンセットに組み込み、つまむ力とシルボン紙を押しつける力の同時計測を実現しました。さらに、全反射を利用してシルボン紙と光学素子の接触部の軌跡撮影も実現し、熟練者と未熟練者の差異の可視化に成功しました。

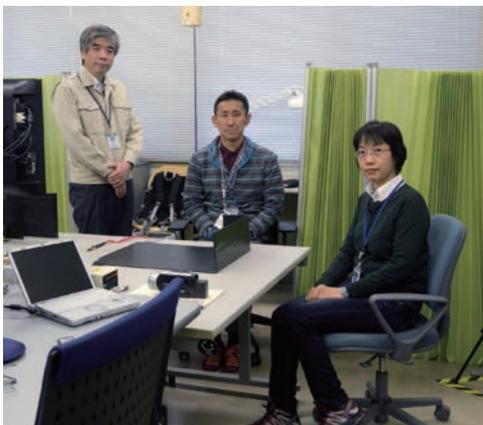
技能の巧拙と作業結果を結びつけるために、高感度検出のためのマーカー物質を含む擬似汚れを付けた光学素子を用意

し、拭き残しの計測を試みました。しかし、予想に反して熟練者と未熟練者のいずれの作業でも拭き残しは検出されませんでした。作業者は、クリーニングが不十分と感じればシルボン紙を交換し、作業をくり返します。汚れは交換のたびに指数関数的に減少するので、何回か繰り返すと、巧拙にかかわらず検出限界以下となります。しかし、実際は、未熟練者の作業では拭き残しがあるのです。

課題の解決と若手技術者からのメール

写真を趣味とする筆者は、レンズクリーニングの難しさが身にしみており、たまたま「素人が新品のきれいなレンズを拭くとかえって汚してしまう」とつぶやいたところ、だれとはなく「それだ」ということになりました。拭き残しは、実は、クリーニング液由来のものでした。検出用のマーカー物質を、擬似汚れではなく、クリーニング液に添加することにより拭き残し計測に成功しました。クリーニング作業の本質は、わずかな不純物を含むクリーニング液を、できるだけ薄く均一に塗布する技能であることが明らかになりました。

プロジェクトの終了時に、このメーカーの若手技術者の方から、「近々の成果ばかりが会社では重視される中、未来を見越した研究的な検討に皆さんと取り組むことができ本当に幸福でした。技術者としての幅も皆さんのおかげで広がったと自負しています。本当にありがとうございました」という内容のメールをいただきました。



特命チーム主要メンバーと筆者（左端）



2軸高感度曲げモーメントセンサーを組み込んだ作業用ピンセット（手前）