

# 一年目での技術研修とそれに関わる業務の紹介について

大西崇文

教育・研究技術支援室 装置開発技術系

## 概要

私は平成 23 年 4 月に教育・研究技術支援室 装置開発技術系（第一装置開発室）に採用され、今まで機械工作を中心として様々な研修を受け、それに関わる業務を遂行してきた。その中で、当室の特徴的な業務として、ワイヤ放電加工、ELID 研削および有限要素法を用いた数値解析の 3 つが挙げられる。ワイヤ放電加工では、加工機の基本的な操作法および、加工プログラムの作成などを習得し、実際の依頼業務を含めていくつかの加工を行った。ELID 研削では、赤外線望遠鏡のレンズに使用されるフッ化カルシウムを用いて加工原理及び加工法の研修を受けた。また、有限要素法を用いた数値解析では、冷凍機の先端に取り付けられた試料を固定するホルダの熱解析を行い、実際の装置との比較検討を行った。今回はこれらの研修内容およびそれに関わる業務内容について紹介する。

## 1 ワイヤ放電加工

ワイヤ放電加工では、ワイヤと工作物との間で放電を起こし、糸鋸のように工作物を加工することができる。その特徴としては、高精度かつ機械加工では加工が困難な形状の加工や、導電性があれば工作物の硬度に関わらず加工が可能であることが挙げられる。図 1 に当室で使用しているワイヤ放電加工機を示す。加工は数値制御によって行われるが、機械を動かすプログラムは専用のソフトウェアを用いて作成することができる。図 2 のように、専用のソフトウェアで加工したい形状の図を描き、加工条件等を設定して、加工プログラムを作成し、USB メモリを用いて、そのデータをワイヤ放電加工機に転送する。加工形状は CAD からデータを取り込むことも可能である。以下に、これまでに私が行った加工例について述べる。



図 1. ワイヤ放電加工機

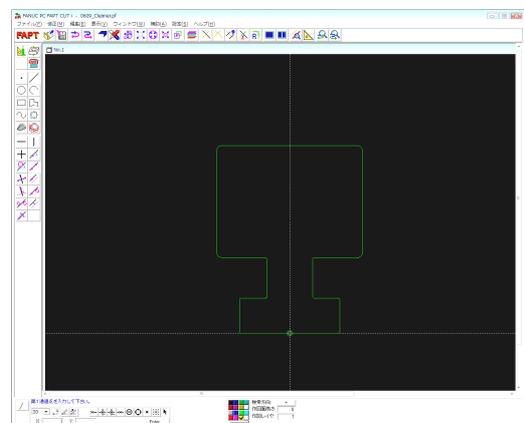


図 2. プログラム作成ソフトウェア

図 3 は、生命理学専攻細胞内ダイナミクスグループより依頼された細胞を加圧凍結する際に使用されるスペーサであり、材質はアルミ(A1050)で厚さは 0.2 および 0.3 mm、外径は 3 mm、内径は 2 mm である。最初に直径 1 mm の穴を開け、その穴にワイヤを通して加工を行い、直径 2 mm の穴を作製した。その後、作製した直径 2 mm 穴と中心位置が一致するように外側を直径 3mm の円で切り取るように加工することで、リング状に加工した。材料を複数枚重ねて加工を行えば、1 度の加工で、重ねた枚数分の個数を得ることができる。今回はどちらの厚さも 10 枚重ねて加工を行った。



図 3. 加圧凍結用スペーサ

図 4 は X 線望遠鏡の傾き調節に使用されるスペーサであり、厚さは 10、20 および 40  $\mu\text{m}$  の 3 種類である。必要な個数分重ねて加工を行ったが、厚さが薄いため、加工機に固定した際の剛性を増やすために、上下を厚さ 1 mm の板で挟んで加工を行った。1 枚 1 枚が薄いため、加工後は放電時の熱で互いにくっついており、引きはがす際にしわをつけてしまったものもあった。

図 5 は円形導波管と方形導波管を接続する円角変換器の断面の写真であり、上端が長方形で、下端が円となるように加工されている。ここでは、長方形の角の丸みを小さくするため、直径 0.1 mm のワイヤを使用した。このように両端で異なる形状に加工することも可能であり、加工物の上下でワイヤを別々に動かすことによって行われる。実際の寸法と設計値との差は 10  $\mu\text{m}$  程度であった。

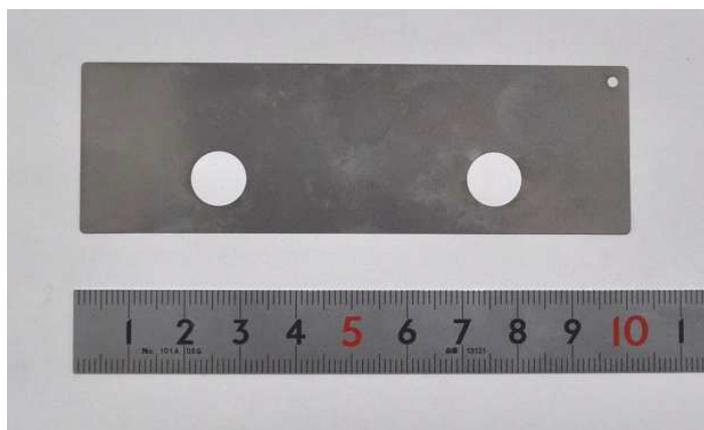


図 4. X 線望遠鏡傾き調節用スペーサ

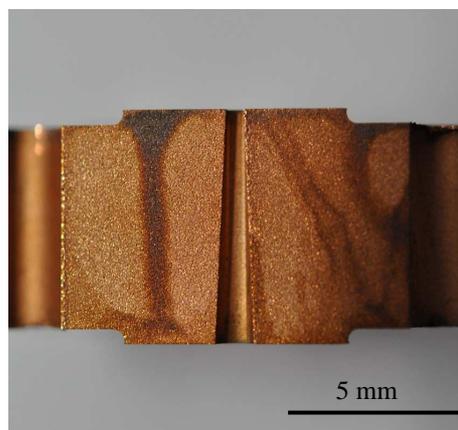


図 5. 円角変換器断面

## 2 ELID 研削

ELID とは、Electrolytic In-process Dressing の略である。図 6 に ELID 研削装置の概略を示す。ELID 研削では、砥石に電圧を負荷し、電気分解によって砥石の目立てをしながら研削を行うため、目詰まりによる砥石の切れ味の低下を抑え、ガラスやセラミックス等の硬質の材料に対して高効率に鏡面研削作業を行うことができる。

研修では、赤外線用のレンズに使用されるフッ化カルシウムを使用し、レンズの形状に加工する前の荒加工として ELID 研削が使用できるか確認するための試験として、電源の条件をいくつか変化させて平面の研削を行った。図 7 に加工中の写真を示す。砥石を NC フライス盤の主軸に取付け、研削液を循環させて研削

を行った。砥石の粒度には 4000 番を使用した。加工条件は以下の通りである。

- 切込：2  $\mu\text{m}$
- 送り速度：100 mm / min
- 回転数(周速)：2500 rpm (471 m / min)
- 研削幅：1 回の研削で 5 mm

図 8 は研削後の表面の顕微鏡写真であり、割れが発生することなく研削できていることがわかる。表面粗さは Ra、Rmax がそれぞれ約 20、180 nm であった。今回は平面の研削であるものの、割れの発生を防ぐことができたことから、フッ化カルシウムのレンズ作製に対して ELID 研削が適応できる可能性があることが確認できた。



図 7. 加工中の写真

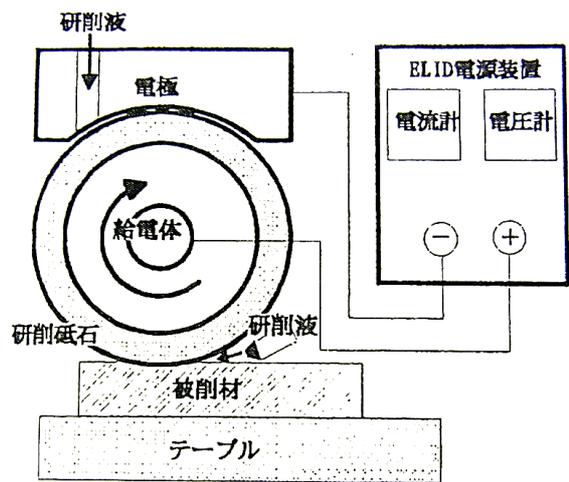


図 6. ELID 研削装置の概略

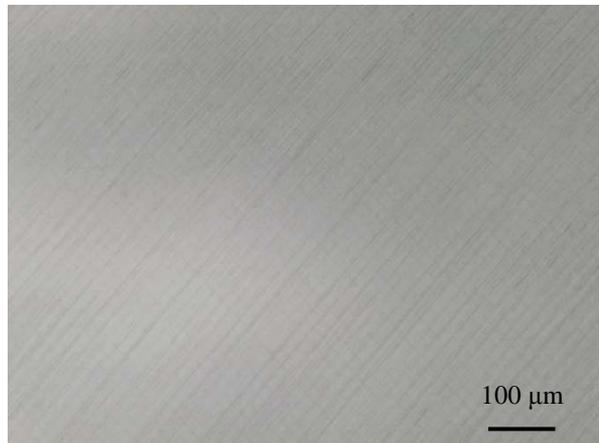


図 8. 加工物表面の顕微鏡の写真

### 3 有限要素法を用いた数値解析

有限要素法とは、微分方程式を代数方程式に変換する離散化技法のひとつであり、有限要素法を用いた数値解析によるシミュレーションは、理工学のさまざまな分野で、例えば固体の変形や熱の移動、流体の流れ等の現象を定量的に把握するために利用されている。

当室では有限要素法解析ソフトウェアとして ANSYS を使用している。3DCAD との連携が可能であり、3DCAD で作成したデータを ANSYS に取り込んだり、取り込んだデータの形状を ANSYS 上で変更したりすることが可能である。

今回の研修では、冷凍機に取り付けられた試

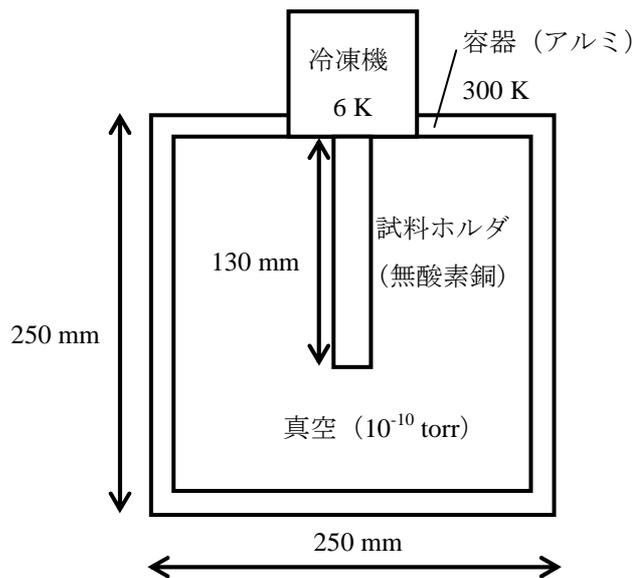


図 9. 真空容器の概略

料ホルダの先端が、真空容器内で熱放射によりどの程度温度が上昇するかを熱解析を行った。図 9 に解析を行った真空容器の概略を示す。真空容器の形状は 1 辺が 250 mm の立方体であり、温度は冷凍機が 6 K、容器が 300 K とした。図 10 は解析モデルであり、今回の解析では左右対称の図形であるため、計算量を減らすために、対称の条件を設定して半分のモデルで解析を行った。

解析によって得た試料ホルダの温度分布を図 11 に示す。温度が低い場所は青色で、温度が高い場所は赤色で表示されており、試料ホルダの先端が最も温度が高くなっている。熱放射によって受け取る熱量は試料ホルダと真空容器の放射率に依存するが、それぞれの放射率を 0.2 から 1 まで変化させた場合、先端の温度は 7.3 から 12.2 K となった。実際の装置の測定結果では、約 10 K とのことであり、実際の結果と近い結果が得られたといえる。

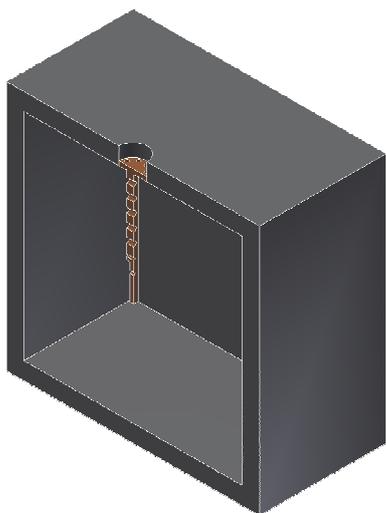


図 10. 解析モデル

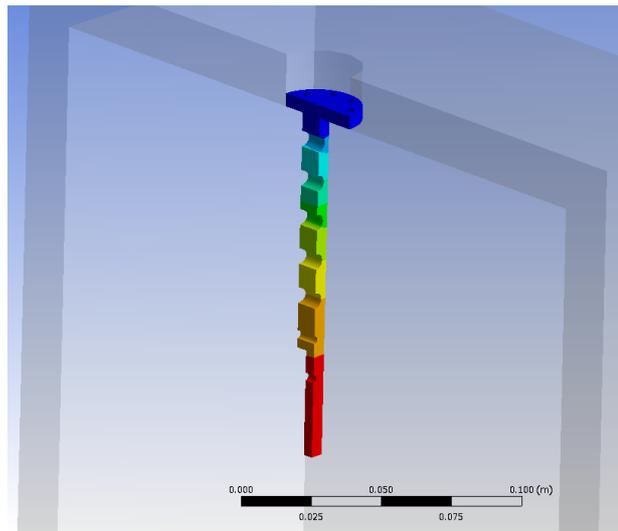


図 11. 解析結果（温度分布）

## 4 まとめ

ここでは、当室の特徴的な業務として、ワイヤ放電加工、ELID 研削および有限要素法を用いた数値解析の 3 つを紹介した。ワイヤ放電加工では、研修に加えて実際の依頼業務を含めていくつかの加工を行った。ELID 研削では、赤外線望遠鏡のレンズに使用されるフッ化カルシウムを用いて研削を行い、割れを発生させることなく研削できることを確認した。有限要素法を用いた数値解析では、冷凍機の先端に取り付けられた試料を固定するホルダの熱解析を行い、実際の結果とほぼ同じ結果を得た。

## 参考文献

- [1] 大森整、ELID 研削加工技術、工業調査会