

村川二郎基金による在外研究報告

静 弘生

工学領域機械工学系列 助教

1. 始めに

2018年4月から2019年3月にかけて村川二郎基金の支援を賜りドイツのブレーメン大学に長期在学留学を行った。ブレーメン大学では、Leibniz-Institut für Werkstofforientierte Technologien (IWT:材料科学研究所)という組織に所属していた。この研究所は私が渡航する直前の2018年にブレーメン大学付属の研究所から上級組織であるライブニッツ研究所のグループに昇格したようである。IWTには複数の研究組織があるが、私はこの中のLabor für Mikrozerspanung (LFM:精密加工研究所)に客員研究員として滞在し、LFMにおける研究活動に従事した。ドイツには精密工学分野において世界を代表する研究機関が複数存在するが、中でもLFMは超精密加工分野において非常に著名な研究機関である。例えば、欧州における精密工学分野の代表的な学会としてeuspen(ヨーロッパ精密工学会)が挙げられるが、ブレーメン大学のBrinksmeier教授はこの学会の会長を務めたばかりではなく、第1回会議をブレーメン大学で開催するなど、この分野におけるブレーメン大学の重要性は広く知られている。なお、当会議はその後にも複数回同大学で開催されている。今回、当基金の支援を受けて、私の専門分野である超精密・微細加工における世界的に有名な研究機関で研究に従事する機会を得たことを非常にありがたく思う。実は、私は静岡大学に着任する以前に短期間同大学に客員研究員として滞在したことがあり、今回の滞在は2度目である。前回は期間が約3ヶ月と短く、是非今度は長期で滞在したいと願っていたところ、機会を得ての渡航であった。今回は、欧州における最新の研究動向を肌身で経験するとともに、ドイツにおける研究の進め方や価値観などを1年間の滞在中を通じて学びたいという目的を持っての渡航

である。

2. 超精密・微細加工とは

近年、工作機械の飛躍的な進歩や切削工具製造技術の発展に伴い、これまでは機械加工が困難であったような高精度加工が実現している。超精密加工とは、寸法精度や仕上げ面粗さ等の精度が極めて高い加工技術の総称である。これを実現するためには非常に転写性の良い刃先稜が鋭利な工具が必要であり、主に単結晶ダイヤモンド工具が切削工具として用いられる。さらに、加工機には、高精度な運動精度が求められるため、超精密加工で使用される工作機械はナノメートルオーダーの高位置決め精度の機械が用いられる。また、微細加工とは極めて小さい寸法の加工や超小型部品等の加工を指すものであり、これにも極めて高い加工精度が求められる。

3. 研究について

LFMでは、ブレーメン大学と米国オクラホマ州立大学、米国ロスアラモス国立研究所、Carl Zeiss Jena GmbHの共同研究にブレーメン大学の研究代表者として参画した。このプロジェクトは、ドイツ研究振興協会(DFG)とアメリカ国立科学財団(NSF)の支援によるプロジェクトで、光学用レンズの製造技術発展に関するものである。光学用レンズ材料には様々な機械的、光学的特性が求められるが、中でも蛍石という名で知られているフッ化カルシウム(CaF_2)は優れた光学特性を有する材料である。しかしながら、蛍石は結晶方位依存性を持つ脆性材料であり、切削加工は極めて困難である。このような特性から、たとえ超精密加工であっても加工後の CaF_2 に何らかのダメージが残ると考えられる。このダメージが光学素子としての性能低下を引き起こす可能性があると考えられるが、このことに関する研

究は現在のところ見られない。このことから、本プロジェクトでは単結晶ダイヤモンド工具を用いた CaF_2 の超精密加工において導入された材料の欠陥が光学特性に及ぼす影響を明らかにすることを目的としている。この研究を遂行するためには、まず完全にダメージの無い CaF_2 を入手する必要がある。これには、様々な企業と(時にはドイツ語で)交渉する必要があり、かなり苦労を強いられた。材料を入手した後は、超精密加工を実施した。通常超精密加工では、材料を工作機械に取り付けた後に予備加工を行い、高い取り付け精度を得る。その後本加工を行うという手順を取るが、本プロジェクトは加工におけるダメージの導入が光学特性の低下に及ぼす影響を明らかにするという特性上、予備加工は認められない。このことから、予備加工無しに極めて高い(ナノメートルオーダーの)取り付け精度を得る必要があった。これを満たすために超精密加工機に取り付ける位置決め装置を設計・製作する必要があった。この装置の設計・製作には大変苦勞し、多くの時間を費やした。装置が完成した後は、種々の切削実験を行い延性モード切削条件の検討や、加工後の材料の分析等を行った。分析にあたっては、度々ロスアラモス研究所などと打合せを行った。研究活動を通じて得られた結果は、2019年6月にスペインで開催される国際会議において発表を行う予定である。

4. ドイツでの生活について

今回の滞在は1年間と比較的長期であったために、前回の短い滞在ではわからなかった研究所の事や、研究の進め方、議論の進め方、ドイツ人の価値観など様々なことを知ることが出来た。中でも、強く感じたのは、日本人とは多くの部分において(根本的に)価値観が違うという点であったと思う。このような価値観の違いに当初は戸惑ったりコミュニケーションのミスがあったりしたが、滞在期間中徐々に私も(日本人の良い点を残しつつ)ドイツ人的な考え方が身についたように思う。研究の進め方については、彼らは非常にスケジュール通りに事を進め

ることを最優先しているように思われた。また、これは欧米に共通して言えることであると思われるが、研究を進める中で、常に「君はどう思う?」と意見を求められ、それに対して自分の意見をはっきりと主張し議論することが求められていたように感じる。

今回の滞在で得た非常に多くの経験を今後生かしていきたいと思う。

5. おわりに

今回、在外研究を行うにあたり故・村川二郎氏を始め、担当授業の代理や留守中の研究室の運営など多くの先生方や事務の方々に多大なご支援を頂きました。この場をお借りしてここに厚く感謝申し上げます。



クリスマスマーケットで賑わうブレーメン旧市街



頻りに開催される研究所のパーティー。ビールとソーセージはいつ食べても美味しい!



日本のお菓子を揃えた筆者のフェアウェルパーティー。煎餅等はドイツ人には珍しい食べ物ようだ