



## 私らしい生体材料研究を

大阪大学助教；大学院工学研究科  
マテリアル生産科学専攻  
宮部さやか

私は、2010年3月に大阪大学大学院工学研究科マテリアル生産科学専攻にて博士の学位を取得し、同年4月より同大学にて助教として研究と教育に勤んでおります。この度、本稿を寄稿する機会を頂きましたので、これまでを振り返るとともに現在の研究、および今後の抱負について述べてさせていただきます。

学生時代は、同大学同専攻の馬越佑吉教授研究室にて、中野貴由先生(現同専攻教授)の直接指導の下、骨粗鬆症疾患に対し材料学的アプローチによる骨質研究を行いました。結晶学をベースとした馬越研究室では、金属間化合物やアモルファス合金に加え、なんと骨までもが研究対象でありました。「骨を材料として捉え、BAp(生体アパタイト：骨の主な無機成分)配向性という骨質パラメータを導入し材料工学的観点から骨にアプローチする」という中野先生の骨研究は非常に独創的であり、医学分野だと思っていた領域への、工学を専攻する者だからからこそその切り口の研究に瞠目いたしました。曾祖母が人工関節を挿入しており、生体医工学分野に関心があったことから、研究テーマとして骨研究を志望いたしました。志望通りに研究テーマが決定し、私の研究対象となった骨粗鬆症は女性に罹患率の高い疾患であり、女性である自分がこのテーマで研究できることに喜びとともに使命のようなものを感じ、研究に真摯に取り組むことを誓いました。6年間の研究活動で主に、(1)骨粗鬆症においてBAp配向は正常から変化すること、(2)作用機序の異なる骨粗鬆症薬剤治療において、骨量に関しては骨量減少抑制という同様の効果が認められる場合であってもBAp配向性が異なることで骨力学機能に変化が生じること、(3)骨配向化には応力感受細胞であるオステオサイトの関与が示唆されることを見出し、これらの結果から、骨粗鬆症における骨質指標としてBAp配向性は大変有用であること、BAp配向性を用いた骨粗鬆症治療薬剤評価は薬剤開発および治療における薬剤選択にとって有効であることを示しました。研究を通じ、新たな発見の喜びと更なる課題の出現を経験し、研究の面白さ、奥深さに魅了されていきました。学部、大学院を通じて素晴らしい先生方のもとで学ばせていただいたことに深く感謝しております。

環境材料学領域への着任を機に、現在は藤本慎司教授の

下、これまでの経験を生かし助教として研究を進めております。本領域では金属材料を対象として、それらの使用される各々の環境における腐食挙動の解明、および電気化学プロセスを用いた材料表面創製とその応用を行っています。中でも、私は主に金属系生体材料を対象として研究を進めており、生体内での金属腐食挙動調査や電気化学的手法を用いた金属表面処理による金属材料の生体適合性向上に関する研究を行っています。そのうちの一つを少し具体的に申し上げますと、生体化学・力学的複合環境における金属系生体材料の耐環境性検証、生体適合性評価法確立があります。生体適合性に優れた金属インプラントの安全性評価、開発には、生体内におけるインプラント表面の金属腐食挙動解明が必須です。一般に生体材料として現在使用されている金属・合金は表面が不動態皮膜で保護されているために体内での安全性が確保されております。しかしながら、生体内に埋入された金属材料、特に整形外科インプラントは歩行などにより動的荷重を受け、不動態皮膜破壊にとまなう金属イオンの溶出と、不動態皮膜再生(再不動態化)が生じていることが予測されます。さらに、生体内では血清や間質液のような体液との接触を避けられず、こうした体液には $\text{Na}^+$ や $\text{Cl}^-$ を始めとする無機質、有機質、タンパク質、アミノ酸などが含有されます。 $\text{Cl}^-$ は一般に金属材料の腐食を促進することが知られており、この点だけを考慮しても生体内は金属材料にとって腐食しやすい環境にあることが理解される上、細胞が付着した金属表面もすき間腐食のサイトとなり得ます。こうした腐食に寄与する力学的要因、生化学的要因を複合的に考慮し、生体材料用金属に対し細胞培養下で動的荷重を負荷した際の金属イオン溶出量の変化に注目することで、生体内環境に近い状態での金属腐食挙動を電気化学的に明らかにします。このため、力学試験機の試験部に温度、 $\text{CO}_2$ 濃度を制御可能な電気化学的セルを装着し、溶液中で引張試験を実施する手法を選択しました。試験片上にて細胞培養を行い、溶液中で力学試験を行うことは困難でありましたが、試行錯誤の末、実験装置・手法の確立に成功しました。試験片に動的ひずみを付与した際の応力、ひずみ測定と金属イオン溶出に伴う電流挙動測定を同時に行うとともに、付与するひずみは急速ひずみとすることにより、従来分離することが困難であった不動態皮膜破壊と再不動態化とを個々に捉えることが可能となり、新たな知見を得ております。

学生時代と現在の研究は金属学会ではどちらも生体・福祉材料分野であり、対象物、アプローチ法などは変わりましたが、今まで得てきたことを生かし、材料学者だからこそ、私だからこそこの生体材料研究を行うために精進する日々です。研究スタート時に誓った研究に対する真摯な姿勢を忘れずに、材料学者として生体材料研究に携わることで生体材料分野発展への貢献、ひいては多くの疾患・事故に苦しむ人々の役に立つことができたらと思っております。

最後になりましたが、これまでご指導いただきました先生方ならびに現在ご支援いただいております関係者の方々にこの場を借りて心より感謝申し上げます。

(2013年4月3日受理)[doi:10.2320/materia.52.284]

(連絡先：〒565-0871 吹田市山田丘2-1)