



アラカルト

若手研究者・技術者へのメッセージ-29

釈迦の掌

On a Palm of Buddha

粉川博之

Hiroyuki Kokawa

上海交通大学 講席教授
(東北大学 名誉教授)



1 はじめに

この「アラカルト」への寄稿依頼を頂き、自分自身をよくよく振り返ってみましたが、「若手研究者・技術者」のためになるような「メッセージ」を何も持ち合わせていないことを改めて自覚致しました。一方で、「反面教師」は参考になることが多いのも経験的に知っておりますので、本稿も逆説的な参考にはなるかもしれないと思い、私的に些細な経験や勝手な思い込みを記させて頂こうと思に至りました。私は東北大学の金属教室で学生ならびに教員生活を送りました。その間の単なる個人的な思い出話に過ぎませんが、初めて大学の出身研究室で教わった諸々のことからや因縁が、思いの外いつまでも大きな影響を持ち、すべてはお釈迦様の掌の中の出来事のように感じます。

2 金属強度学研究室では「見ないと信じられない」

半世紀も昔の話ですが、高校まで過ごした郷里から離れて遠くに行きたくなり、誰も知人のいない東北大学に進学しました。ただ、東北大学が金属研究で有名なことは知っておりました。「金属」には、硬くて融通が利かなさそうなところに、直感的な親しみを持ちました。当時の東北大学工学部金属教室は金属、金属材料、金属加工の3工学科構成で、私は金属材料工学科の金属強度学講座辛島誠一教授の研究室に配属されました。辛島先生の授業で転位が動くことで金属が変形することを教わりましたが、そのことを十分信じるには至っておりませんでした。しかし、卒業研究で、透過電子顕微鏡内でのその場観察に従事することになり、金属薄膜を引っ張ると転位が動くのを目の当たりにして、転位の存在も転位運動も信じられるようになりました。見せられて簡単に信じられるのは、疑り深いが素直で単純な私の性格の所為です。ついでながら、その時の透過電子顕微鏡は、かの藤田広志先生(阪大、辛島先生の親友)が金属材料技術研究所(現NIMS)在職時に作られたと伝聞の、戦艦大和の司令

塔のような趣の厳めしい鏡筒外観の加速電圧500kVの巨大な代物(図1)でした。試料傾斜はほとんどできませんでしたが、蛍光板での像が明るかったのが印象に残っています。観察に十分耐える薄膜試料は稀にしか作れませんでした、美しい写真が撮れるよう夢中で電解研磨をしたことを思い出します。

当時の辛島研のメンバーは、辛島誠一教授、及川洪助教授、渡邊忠雄助手、丸山公一博士課程学生などなど、錚々たる面々で、それぞれが信念をもって個性を発揮した独創的な研究を進めておられました。私が修士および博士課程で直接指導を受けた渡邊忠雄先生は、結晶粒界の研究を始められたばかりで、不屈の信念と自信に溢れ、私には非常にまぶしい存在でした。私は修士博士課程を通じて、金属材料の高温変形時の粒界すべりと粒界構造に関する研究に従事することになりましたが、懐疑的な私には、まず、粒界が「すべる」ということに実感が湧きませんでした。渡邊忠雄先生が自ら製作された双結晶成長装置と高温引張顕微鏡で、双結晶引張試験片の表面にあらかじめ引いた罫書線が、高温引張中に粒界の位置で徐々にずれていく(例えば図2¹⁾)のを自分の目で直接観察して、ようやく粒界が「すべる」ことを信じました。また、

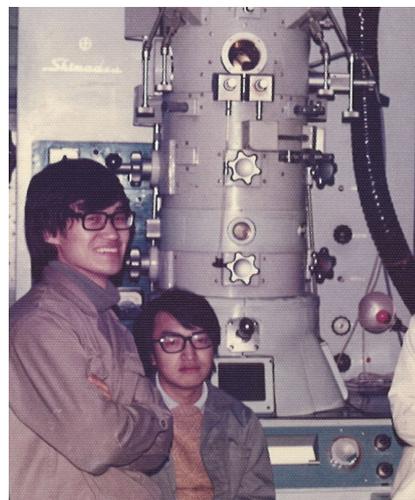


図1 東北大金属教室の500kV透過電子顕微鏡(1975年頃)

粒界すべりが粒界構造 (性格) によって違うことに確信を持つようになったのも、図3²⁾のようなアルミニウムの粒界3重点付近を透過電子顕微鏡で観察していた際、電子線の熱ひずみで結晶A粒内の一群の(たぶん同じバーガースペクトルの)転位が左方向に動き出して2つの粒界にぶつかり、No.1の粒界では転位のコントラストが不鮮明になって吸収され、No.2の粒界では転位コントラストをほぼ維持したまま粒界上に残る様子を目の当たりにしたからです。菊池線で粒界性格を調べて、No.1はランダム粒界、No.2は対応方位関係に近い粒界であったことから、粒界すべりが粒界構造に依存することも信じられるようになりました。理屈では半信半疑でも目で見ると簡単に信じてしまう自身の性格も再認識しました。

1970年代当時、粒界研究は結構盛んで、多くの研究が活発にされていました。私は学生として学会で研究成果を発表して、「そんなことは十年前からわかっている」と大先生にコメントされて頭が真っ白になりしどろもどろになる経験を何度もしましたが、後で落ち着いて考え直すと、私の成果内容にも新規な点があり十分価値があることを再確認するのですが、その場で大先生に反論できなかつた不甲斐なさの説明不足にいつも落ち込んだものです。

私が辛島研究室で博士後期課程を修了した1979年3月は、第2次オイルショック直後で就職に関して何の当てもなかったのですが、ちょうど金属加工学科溶接工学研究室の小林卓郎教授が定年ご退官、4月から桑名武教授がその跡を継がれることが決まっておりました。辛島教授から小林教授を通じて桑名教授に依頼頂いて、私を助手として雇って頂いた次第です。当時は研究室の助手採用はほとんど担当教授の一存で決まり、現在のような公募主流ではありませんでした。

粒界の研究は面白いと思っていましたが、当時の粒界分野には多くの研究者が密集しておりました。喧々諤々は望ましいのですが、私の性格からは先達の多い分野を鬱陶しく感じ始めておりましたので、そこを離れて違う世界に飛び込むのも良いかもしれないと強い決意も心構えもなく溶接工学研究室に運良く職を得ました。

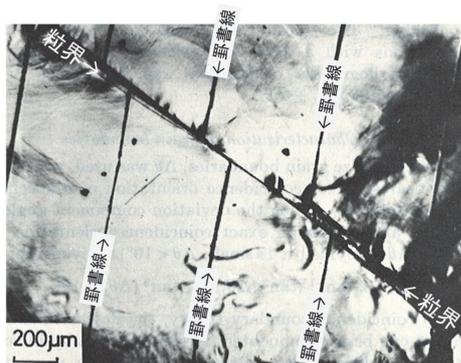


図2 高温変形中のアルミニウムの粒界すべり¹⁾

3 溶接工学研究室では「役に立ってなんぼ」

溶接工学研究室は、私が学生時代を過ごした金属強度学研究室の斜め向かいの極近隣にありましたが、ほとんど何も知らないまま入りました。粒界すべりも溶接も高温だからなんとかなるだろうくらいの考えでした。この2つの研究室は研究姿勢も文化もかなり違い、片や基礎学理、片や応用実学、しかし実学とはいっても桑名研はかなり基礎寄りの地道な研究が主でした。初めて溶接学会でステンレス鋼溶接部のTEM観察結果を報告した際「それは何の役に立つ研究か?」という質問を受けて戸惑ったのを思い出します。溶接ではいつも「何の役に立つか」を明確にしなければならなりません。もちろん工学なので「役に立つ」ことを意識するのは当然ですが、より近いところにその意識を持たなければいけないことを知りました。目的には実用を掲げながら、しかし直接の実用にはなかなか繋がらないもどかしさを抱えながら基礎的な溶接接合の研究に従事する閉塞的な日々でした。

そんな中で大きく気分を変えてくれたのがカナダでの1年間でました。大阪大学溶接工学研究所(現:接合科学研究所)の松田福久教授からご推薦を賜り、平成元年(1989年)4月からトロント大学冶金材料科学科に客員研究員として滞在する機会を頂きました。受け入れて下さった溶接工学のT.H. North教授は「楽しみなさい。君が楽しければ私も楽しい。」と言って私を自由に過ごさせてくれました。同学科には結晶粒界研究の大御所のK.T. Aust教授やJ.W. Rutter教授、電子顕微鏡の大家のG.C. Weatherly教授がおられ、抱えていた素朴な疑問を恐る恐る差し出すと、気軽に丁寧に教えて頂き、たいへん感激しました。また、後に「Grain Boundary Engineering (粒界工学)」を提唱されたG. Palumbo博士は、Aust教授の元学生で当時電力会社の研究所におられ、短時間でしたが2回ほどお目にかかれたのも幸いでした。思い越せばこれらの先生方はいずれも渡邊忠雄先生の旧知の友人たちで、学生時代にそのお名前を何度も伺っていたことを思い出すにつけ、改

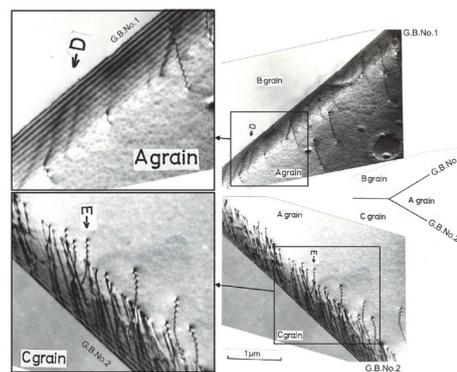


図3 アルミニウムの粒界の格子転位吸収挙動²⁾

めて釈迦の掌を感じました。トロント大学の同学科では、分野にこだわらず自由かつ柔軟に議論を交わして研究に生かされていたのは新鮮でした。溶接に直接関係した研究をしなればいけないと呪縛のように思い込んでいた私も、粒界の研究をまた始めても良いのではないかと思い始めました。

4 接合界面制御学研究室では「やりたいことを」

その溶接工学研究室を1996年から担当することになり、「何か新しいこと」を始めなくてはというプレッシャーと焦りに押されて、研究内容の試行錯誤を繰り返す中、「粒界工学 (GBE)」と「摩擦攪拌接合 (FSW)」を軸にすることに決めました。「溶接工学」という名のもとではいくぶん制約を感じておりましたので、2004年の専攻・学科再編成の機会に「接合界面制御学」に研究室名を変えました。粒界という結晶同士のミクロな接合界面も対象としたいという思いでした。粒界研究も基礎的な現象説明の段階から、実用的にも役に立つ「粒界工学」に進展し、溶接部特性の向上にも繋げることを目指しました^{3,5)}。一方、誕生間もないFSWは素朴な原理にもかかわらず斬新な接合法で、材料挙動もかなり特殊なことから、材料科学的にも未知で魅力的な研究対象でした。先達はほとんどおらず、何を発表^{6,9)}しても「すでにわかっている」というコメントが一切無いのは心地がよかったです。そのFSWも私の学生時代と無縁ではありませんでした。FSWを開発した英国溶接研究所 (The Welding Institute : TWI) のFSW研究部長 (当時) P.L. Threadgill博士と研究交流や国際会議を通じて親しくなっていくうちに、彼が渡邊忠雄先生のウェールズ大学スウォンジー校滞在時の1970年代に同大博士学生として在学し、互いに旧知の間柄であることを偶然知り、ここでも釈迦の掌を感じた次第です。図4はThreadgill博士が東北大学来訪時に渡邊忠雄先生と久しぶりの再会を果たした際の写真です。

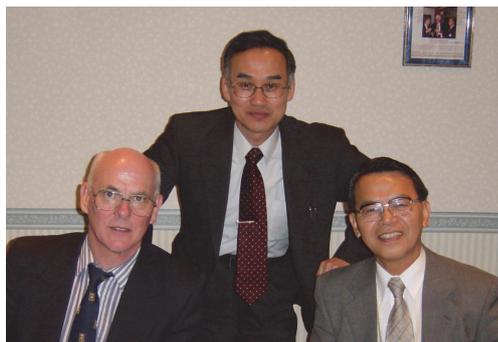


図4 Threadgill博士 (左)、渡邊忠雄先生 (右) と粉川 (中) (2003年10月東北大学にて)

5 おわりに

「釈迦の掌」の正確な意味もよく理解しないまま題目にさせて頂きました。お釈迦様は孫悟空を戒めると同時に常に見守っているのだと思いたいのですが、たぶん自己流の勝手な解釈でしょう。学生時代に6年間だけお世話になった金属強度学研究室で教わったことや縁が、その後の私の考え方の原点になっているのを強く感じます。孫悟空のように才気や気炎があるわけではありませんし、世界の端まで飛んでみたわけでもありませんが、不思議な縁や偶然も交えて、気がつくところ立ちかえり、自分の位置が確認できることをありがたいと思うとともに、いつもその掌のうちにいるのを感じます。

私は2017年3月末に東北大学を定年退職し、現在は中国・上海交通大学の講席教授として材料科学与工程学院焊接与激光制造研究所にお世話になっております。上海生活を始めて、いろいろな新たな体験と個人的に感じたことを別誌¹⁰⁾に書かせて頂きましたが、現在の上海には、いたるところに数十年前の懐かしい日本と将来の日本が混在しているように感じます。日本では9月第3月曜日は「敬老の日」ですが、中国の9月10日は「(敬) 教師の日 (教師節)」だそうで、思いがけず学生たちから花束と贈り物をもらいました。日本に比べて中国では教師はまだまだ敬われているようです (世界中の多くの国に「教師の日」があることを後で知りました)。機会を頂いたこの地で、若い学生たちに、私が学生時代に教わったような考え方の原点のようなものを少しでも伝えられればと願っております。

参考文献

- 1) H.Kokawa, T.Watanabe and S.Karashima : Philos. Mag. A, 44 (1981), 1239.
- 2) H.Kokawa, T.Watanabe and S.Karashima : J. Mater. Sci., 18 (1983), 1183.
- 3) M.Shimada, H.Kokawa, Z.J.Wang, Y.S.Sato and I.Karibe : Acta Mater., 50 (2002), 2331.
- 4) H.Kokawa, M.Shimada, M.Michiuchi, Z.J.Wang and Y.S.Sato : Acta Mater., 55 (2007), 5401.
- 5) H.Kokawa : Sci. Tech. Weld. Join., 16 (2011), 357.
- 6) Y.S.Sato, H.Kokawa, M.Enomoto and S.Jogan : Metall. Mater. Trans. A, 30 (1999), 2429.
- 7) S.H.C.Park, Y.S.Sato and H.Kokawa : Scr. Mater., 49 (2003), 161.
- 8) 粉川博之, 佐藤裕 : ふえらむ, 23 (2018) 11, 609.
- 9) 粉川博之, 佐藤裕 : 軽金属溶接, 57 (2019) 1, 2.
- 10) 粉川博之 : 溶接学会誌, 87 (2018), 236.

(2019年1月23日受付)