随筆

わくわくする時*

■ Feeling of Excitement*

平岡和雄**

by HIRAOKA Kazuo**

キーワード

研究企画, 溶接アーク, 分光分析, 鉄鋼材料, 国家プロジェクト

この度、学会から随筆の執筆を依頼され、さて、何を書こうかと過去を振り返りつつ、思いつくまま綴ってみました。

後生大事にお袋が保管していた小学生の時の作文に、将来は大工になりたいと書いていた。これにはあんまり覚えは無いが、中学、高校時代は科学者になりたい、特に天文学者になりたいと思っていた。星の誕生や光の不思議に興味が口径 200 mm の反射望遠鏡をブリキを巻いて自作し、挙げ句の果ては、親父が改築するというので、屋根を屋上形式にして望遠鏡を設置できるように設計させ、そこで星雲観察に熱中していた(図1)。また一方で、中高時代の部活では吹奏楽部に在席したこともあって、音楽鑑賞にはまり、原音再生にこだわって、真空管アンプやスピーカーボックスの自作に熱中していた。こちらも挙げ句の果てに劇場用スピーカーとして有名な TANNOY デュアルコーンユニットを内蔵する大型スピーカーを完成させ、今でも現役で自宅の一室の正面に邪魔者扱いされながら鎮座している。

とにかくものづくりが好きで、勉強の合間を縫ってより良くすることを常に考え、「わくわく」しながら生活

していた。まずは、これが私の原点であったかと思っている。

そして、大阪大学溶接工学科へ入学、1970年、卒論で天体とも関わる「プラズマ」という言葉に惹かれ、西口公之先生の第8講座にお世話になった。結局卒論課題は、パルス TIG 溶接に関する研究であった。当時出始めた商用周波数 60 HZ をベースとしたサイリスタ式直流パルス溶接機であったが、サイリスタトリガーの発生のためフリップフロップ回路を自作して、パルス条件を変化させ、溶融池固有振動数を探る研究であった。「わくわく」しながら電気回路を作ってパルス電流が発生できたときの感動は忘れられない。

その後大学院修士課程を修了し、企業への就職を目指したが、紆余曲折があって結局、1973年に科学技術庁金属材料技術研究所(金材技研)溶接研究部へ任官されることとなった。独法化にて物質・材料研究機構(NIMS)に改称を経て、2009年定年退職、その後は大阪大学接合科学研究所にて客員教授として招いて頂き、1970年から数えて、溶接研究生活は41年目に入った。

就職後の長い研究生活漬けの中、色々の節目もあり、その都度それが自分を育ててくれたと思っています。そのいくつかの節目の出来事について触れてみたいと思います。

第一のわくわく

第1の節目は、1988年9月から翌1989年8月まで溶接研究部から管理部企画課研究企画チームへ配置換えとなったことである。所長付き研究企画補佐である。職務内容は様々で、当時の科学技術庁(本庁)施策への対応、振興調整費などの大型プロジェクト化への対応、所長諮問への答申対応、所長招待講演の資料作成とお伴などなどである。溶接研究部から金属材料研究所の視点に一変した。自分にとっては、いささか無理のある業務と思われたが、研究企画チーム室には、金材技研の研究に関わる所内外の情報が全て集まってくる仕組みが、完成されており、必死に勉強せざるを得なかった。数ヶ月も経つと、それなりに対応できるようになるから不思議である。慣れてくるとこの時期は、酸化物超伝導物質の発見や低温核融合で盛り上がり、原子レベルを扱う極高真空

図1 撮影ターゲット第一号でもあったあこがれのアンドロメダ大星雲

*原稿受付 平成23年6月6日
 **正 員 物質・材料研究機構 溶接グループ(現:大阪大学 接合科学研究所)
 Member, National Institute for Materials Science.
 Joining and Welding Research Institute, Osaka University

のマテリアルアートセンター構想立案など最先端の研究に関わり、国の施策の中で動いていく様を目の当たりにできた。言いようもない「他人事にわくわく」した時を過ごしていた。

研究企画チームでの一番の成果は何だったろうか。研究所の研究企画の現場を経験できたことは、勿論有意義であったが、身近には、研究員が自分の研究アピールに極めて前向きで積極的なのを目の当たりにしたこと、一方で不遜な言い方だが、こんなレベルの話かと思う提案も数多く感じられたことである。このことで、ぬるま湯に浸かっていた生活状況から、やっと研究者は自分の研究に自信を漲らせ、積極的に提案していく努力が不可避であると当たり前のことを悟った次第である。

第二のわくわく

第2の節目は、1988年に溶接研究部が改組し、組織制御研究部となり、「溶接」という冠名が消えたときで、また1990年に研究所は現象基礎研究も重視する姿勢を見せた時期で、実用化研究への基礎基盤としての理論的研究も奨励されはじめた。この当時、アングラ的に進めていた混合ガスアークの様々なアーク特性に矛盾を感じており、系統的理解としては均一混合されているはずのガスはアーク中で不均一ではないかとの妄想(?)に至った。プラズマガスのガス分析は不均一性を示したが、それだけでは不十分と、アークプラズマの分光分析が不可欠と判断された。

そこで、1992年、上司の支援も頂き重点基礎研究(大学などでの科研費に対応するような科学技術庁の施策)に課題提案し、私にとっては千数百万円という高額予算を獲得し(当時の一般的な年間研究予算は50万円/人程度であった)、高精度分光分析システムを整備した。このとき天文学でも活用される分光技術に思いをはせながら、分光を勉強した。

アークの分光分析には、多くの仮定があり、仮定の扱い方によっては、均一とも不均一ともなる結果に至る。これら仮定を1つ1つクリアしていく必要があった。この研究過程は、極めてスリリングで、いつ妄想が妄想で終わってしまうのかと「解析結果にわくわく」させられることにもなった。

結果は、種々のプラズマ分光法を駆使して、それらすべての測定結果から、アーク中の混合ガスが不均一であることを実証することができ、従来のアーク現象論に大きな波紋を投げかけることができた。

その後は、プラズマ合成など材料創製への放電制御に興味を抱き、課題提案へ向けた準備を開始したが、第3の節目がおとずれる。

第三のわくわく

1995年に発生した阪神淡路大震災で、「インフラ鉄鋼材料は、今のままで大丈夫か」との機運が高まり、1997年、民間企業の研究員を金材技研に一極集中させて実施する「超鉄鋼」国家プロジェクトが立ち上がった。安心・安全な社会を目指す革新的鉄鋼材料創製プロジェクトである。ユニットリーダー(研究室長に相当)を任せられ、それまでの研究内容をリセットさせられる形でプロジェクトに参画することとなった。国立研究機関のトッ

プダウン政策であり、良くも悪くもそこが大学と大きく異なるところであろうか。ともあれ、初めてリーダシップを問われる立場になった。

プロジェクトでの分担は、新たに開発する「組織の超微細粒化による高強度鋼」にふさわしいアーク溶接技術の開発である。実は、任官以来、溶接アークを研究ターゲットとはしてきたが、アーク溶接をターゲットにしたことはなかった。一大転機である。

「コンピュータ援用による溶接プロセス開発シミュレータ」を研究開発ベースとして、当時の大入熱溶接指向から少入熱溶接を提案し、超微細粒高強度鋼に有利な種々の少入熱溶接プロセスを提案し、施工にて実証を果たしてきた。それに付随して溶接 HAZ 組織解析やその靱性評価、割れ抑止、さらに疲労強度向上まで、最後は溶接金属特性まで言及せざるを得なくなっていった。

そして独法化前の2000年、研究室のメンバーは、職員4名、企業研究者4名、特別研究員1名、技術者4名、秘書1名の総勢14名となっていた。多くの企業の方々との繋がりや研究所の配慮などもあり、他に類のない研究者、技術者の最高の人材集団となり、且つ一研究部にも匹敵する溶接の研究部隊となったことに深く感謝する次第である。多くの企業からの若手研究者を預かることへの責任の重さを感じながら、プロセスから冶金、力学まで溶接全般に関わって何でも議論できる、何にでも新手を打てるという「研究集団にわくわく」し、この上ない楽しさをありがたくも味わわせて頂いた。このことでメンバー各位から様々な分野の知識を教わったし、その後には繋がる多くの基礎研究にも着手でき、将来への足がかりを築くことができた。

超鉄鋼プロジェクトは、溶接研究に総額十億円レベルの研究費を配する結果となった。研究は極めて活性化して2002年再び溶接を冠とした「溶接グループ」を再興し、プロジェクトは溶接研究にとって大成功で終了したと思っている。

第四のわくわく

次の節目は、2001年4月金属材料研究所が、同じ科学技術庁傘下の無機材質研究所と統合して独法化され、物質・材料研究機構として発足したときである。独法化がもたらしたものは、当初研究者が個人商店化した感があった。研究成果を携えての民間企業周りで、外部資金獲得に奔走させられた。言葉は悪いが、相手企業ありきで、相手に合わせた技術にアレンジして売り込みに行く。本末転倒とも感じながらの毎日で、体も研究も疲弊していくという不安な思いがあった。

腰を入れた研究を継続するには、競争的資金の獲得が重要と感じていた。大型国家プロジェクトの立案であり、そのための新しいアピール技術の開発を研究ターゲットと意識することで、溶接グループがまとまり、活力が戻ったような気がする。

当時溶接に関わる課題として、強度780 MPa以上の高張力鋼の溶接継手において、溶接金属の強度が上がると靱性が落ちるというトレードオフの関係の解消が挙げられていた。現状は、靱性を向上するために多層TIG溶接が適用され、能率に難があった。そこでTIG溶接と同じ

純アルゴン雰囲気での MIG 溶接が可能なら靱性も保証できるし、生産性も飛躍的に上がることになる」と開発に意気込んだ。ただし、純アルゴン MIG は、MIG 法開発以来 50 年以上、安定溶接は不可能とされていた。

そして第 4 のワクワクを感じることになる。超鉄鋼プロジェクトで初めて私の研究仲間となってくれた中村照美氏が撮影した鮮明な純アルゴン MIG アークでの溶滴移行の高速ビデオを何度も眺めていると、スプレー移行するワイヤ先端が異常に長く伸びることが気になった。そこでワイヤの中心部がワイヤ周辺部より早く溶け落ちる（中心部の融点が相対的に低い）ような二層ワイヤが造れないかと超鉄鋼プロジェクト以来お世話になっていた溶接材料メーカーにお願いしてみた。そうすると造ったとの報を頂いた。そして試しビードも置いたと言われた。溶接材料メーカーの試し結果の印象は極めて重要で、「使用感にワクワク」ゾクゾクしながら尋ねると、安定な純アルゴン下での MIG 溶接ができたという。内芯はインコネル材、外周は軟鋼であった（図 2）。これで競争的資金獲得へ打ってでられると、ほくそ笑んだ。

その後、2007 年大阪大学接合科学研究所と共同して、実用性を問われる NEDO の国家プロジェクト「鉄鋼材料の革新的高強度・高機能化基盤研究開発」に提案し、採択され、現在もこのプロジェクトに従事している。

最後に

40 年近く研究を職業とし、いろんな節目があり、その都度異なった立場で、満足感を味わえる幸運があった。今振り返ってみて最初から最後まで、私は、TIG、MIG でのシールドガスに関わるアーク現象を探求してきた。

図 2 試作した同軸複層ソリッドワイヤ（二層ワイヤ）

その間挫折や焦燥感にも苛まれながら研究を続けてきた。後半の研究生活では、鉄鋼材料、特に高張力鋼の溶接技術へも展開しつつ、現在の NEDO プロジェクトに参画している。まだまだ真のもののづくりに寄与するには至っていないと感じている。やはり夢半ばかと思う次第である。

とはいえ、様々な「ワクワク」は、私を育ててくれたし、考える糧でもあった。新たな発想で、次世代を担う研究者がワクワクしながら日本発の技術を発信してくれることを願いながら、溶接、接合研究のまだまだの飛躍を期待している。