



アラカルト

若手研究者・技術者へのメッセージ 24

企業の研究と大学の研究

Research and Development at a Company and a University

藤田文夫

Fumio Fujita

東北大学 名誉教授
藤田材料加工研究室 代表



1 まえがき

筆者は高度成長時代に入社し、石油ショック、バブル経済を経て、企業で30年、大学で8年の研究教育活動に携わる機会に恵まれた。その間、コンピュータ能力の驚くべき成長や、景気の沸騰、凋落など企業における研究環境の大幅な変化を経験してきている。鉄鋼などの素材産業の研究分野は、メディアに取り上げられるような最先端であることは少なく、大学でも取り扱う研究室が激減しているのが実情である。しかしながら、日本の産業における素材産業は依然として基幹産業として、ものづくり技術の基礎を支えている産業であり、技術レベルの維持向上のための教育が不可欠である。鉄鋼の製造・研究に携わっている方々へ筆者の経験が少しでも役に立てばと筆を取った。

2 企業での研究

筆者が入社した1970年代は、いまだ米国が鉄鋼生産の主流であり、製造、設備技術をリードする状況だった。当時圧延分野における日本での最先端技術開発といわれた、完全連続冷延設備もほぼ同時に米国でも開発されている。また、現在では日本の自動車産業を支えている亜鉛メッキ設備技術も、基はUSスチールの技術である。鉄鋼産業は国の産業の基幹をなすものであり、かつては英国が、ドイツがそして米国が工業国として栄えた基礎には鉄鋼業の繁栄があり、日本における高度成長期の経済発展と粗鋼生産量の伸びとの一致にもその関係が見られる。圧延技術は高炉、製鋼技術とともに鉄鋼生産技術の中核となるものであり、産業革命から基本的な構造は受け継がれてきている。日本における近代製鉄は明治以降の官営製鉄所の設立からであり、主に米国、独国からの技術導入であった。そのため、日本の鉄鋼会社における技術研究は先進国からのキャッチアップから始まっている。

米国の産業構造の変化と、日本の高度成長とが重なった影響で、鉄鋼の研究も1970年代から、日本において活発化している。鉄鋼産業が既に成熟産業と見なされた米国では、設備投資はほとんど行われず、新たな技術開発への投資も消極的であったが、日本では生産量の成長に伴って設備投資も旺盛であり、新しい設備開発も盛んに行われた。増産を目的とした設備投資に対応した効率的な設備開発、車産業、家電産業などのニーズを達成するための高精度、高機能な製品を製造する技術開発など、利益に直結するテーマが目の前に存在していた時期である。

2.1 研究実験の変化

筆者は、機械系の大学研究室で材料強度に関するシミュレーションを行っていた関係で、鉄鋼会社での材料強度関係の仕事をしたと思いついて1973年4月日本鋼管に就職した。しかしながら、配属は圧延プロセスの研究室の薄板冷間圧延分野であり、直属の上司がその年の夏から米国に留学する後を引き継ぐ形で、夏以降課長研究員の直属となった。当時は大学での研究実験と同じで、研究員自らが実験作業を行うことができ、直接材料や装置に触る貴重な経験を経ることができた。入社直後の秋の学会で実験結果を発表することもでき、また、比較的自分の自由な考えによる仕事ができていた。実験とコンピュータ解析の両方を一人で行いながら、圧延の勉強ができた時期である。また、重工メーカーの研究者とも学会活動や共同研究を通して知り合いになり、以後の自身のモチベーションに刺激を受ける糧になっている。この時期の研究テーマは、産学の共通テーマであった形状・プロフィール制御であったが、他社の研究体制は数人によるものであり、実験、解析をほぼ一人で行わなければならない状況は厳しくはあったが、非常に勉強になったことは事実である。この時分は比較的基礎的な研究も許されており、基本のところからの実験解析もやらせてもらい、基礎式の理解から勉強できたのはありがたかった。

た。福山製鉄所の冷間圧延ラインの新設、扇島製鉄所での熱間圧延ラインの新設に関わったのも大きな経験である。熱延ラインの生産能率に影響する圧延中の温度変化シミュレーションモデルの開発は、伝熱の専門家との共同研究であり、汎用モデルとしてのモデル構造の開発でコンピュータプログラミング開発のテクニックを磨けたテーマであり、汎用モデルとしたことによって、いまだに利用されているものである。

2.2 コンピュータの発展

筆者は大学での研究に当時ようやく実用化され始めた、大型コンピュータによるシミュレーションを用いた。データ、プログラムの入力紙テープであり、せいぜい数10KBのメモリ容量を用いることのできたものであったが、それまでの手回しまたは電動計算機による計算に比べて飛躍的に能力の向上したものであった。

入社後の一時は、商社の計算機センターに通って、プロフィール、形状のシミュレーション計算を行ったが、当時のスーパーコンピュータCRAYなどを用いたもので、I/Oは紙カードと、プリントアウトによるものであり、数千枚のカード管理に苦労したのは同年代の研究者と同様である。社内の計算機センターでの計算も同様に行われたが、カードによるデバッグにはカードの紛失や順不同など、苦労の連続であった。1980年代の大型コンピュータのメモリ容量はようやく1MB程度になり、大規模なFEMも実用化し始めた。

製鉄所での冷間圧延機の新設に関わる実験圧延機の新設の時のデータ収集は、汎用のミニコンピュータを用い、デジタルカウンタのデジタル変換のデータ収集のハード部分からの設計、AD変換のデータ取り込みなどのソフト開発を内製で行った。このミニコンは米国製で、I/OがCRT-キーボードであり、ほぼ現在のプログラミング環境が実現され、FORTRANによる解析にも重宝した。形状計測機なども地元の町工場を使って自分で設計製作した。今ではこのような時間のかかる実験装置の内製は許されないが、1980年代当初はまだ許されていたと思う。この実験システムはそれから20年近く実験に寄与した。

2.3 国際化

1986年からのバブル景気によって、鉄鋼各社は海外進出を展開した。当初はドイツ鉄鋼会社との技術協力関係で、一週間の交流旅行。1988年ころからはアメリカの鉄鋼会社との合弁会社設立。その一環で、ピッツバーグ郊外からデトロイト郊外に移転した研究所に2年にわたり、3か月毎の研究者育成派遣を経験した。移転によって半数以上の研究者が退職し、新たな研究者を養成する必要があったためである。最初に指導の対象になったのは中国系の工学博士で、鉄鋼関係の

知識はほとんど無い人物であった。熱間圧延機のセットアップモデルの更新をテーマに圧延理論等の指導を行い、大量なデータを用いたモデルチューニングを行った。この研究者とは、私の派遣中に長期休暇を取るなど、こちらの事情を全く考慮しないことを指摘されたことや、他の研究者との折り合いが悪いなどの理由で退職し、自動車会社のコンピュータシミュレーションを行う部署に就職した。その後はモデル造りはほとんど私一人で取組み、次年度に完成させた。このモデルは現在でも実動しているとのことである。

この派遣で、いくつもの日米の違いを肌で感じた。近年、日本で、米国と同様に博士後期課程学生の増員を進めようとしているが、米国での事情は全く異なる。米国では転社は当たり前で、より良い地位に就くためにはその地位に対するリクルートが行われ、その際に今までの職歴以上に博士号を持っているかどうか就職時の評価の大きな部分を占める。これは、米国が契約社会であり、採用も各職位で行われるのが普通であることによるためと思われる。私の居た研究所でも、ある時突然鉄鋼会社ではないところで働いていた理学博士がマネージャとして採用され一、二か月程度で、実績会議などでいかにも鉄鋼ラインのことを熟知しているような発言をしていた。社内で人を育てるということはほとんど考えられておらず、必要であればそのような知識、技能を持ったものを雇えばよいというのが一般的である。マネージャ以上では、博士の学位がその評価の最重要事項になる。大学での研究の対象も、工学、理学の差はあまりなく、契約で就職するといった面も含めて大学で研究を行うことと、企業に就職するのとで大きな差がないのではないと思われる。日本で大学の事情がグローバル化ということでアメリカナイズされて来ているが、上の様な日米の就職事情の差がある限り、日本の大学で研究を継続するリスクが大きいと言わざるを得ない。近年の論文不正の問題など、このような事情も影響しているのではないと思う。

アメリカでの仕事では、アメリカがコンピュータの先進国であることを実感した。まず、鉄鋼会社のコンピュータソフト、ハードのメンテナンスは全て電機会社が行っている。日本ではまだオンラインデータの蓄積といったシステムは十分ではなかったが、1980年代でもすでに、各コイルの圧延実績データが磁気テープに蓄えられ、必要に応じて研究所の端末に送られて、活用できるようになっていた。最近ビッグデータによるモデリングが注目されているが、米国では20年以上前にその環境が準備されていたことになる。残念なことは、そのデータを有効に活用する技術者、研究者が鉄鋼会社にほとんど居なくなっていたことである。私の仕事は日本ではなかなかできなかった多くのデータを用いたモデル造りによって非常に効率的に進んだ。

この派遣が終了し、日本で研究に戻ったが、このころには専門職としての個人プレー的な研究を行う状況になっていた。既存技術分野である鉄鋼業のような設備産業における研究開発は、製造現場からのニーズから発することが多いが、関連会社では十分な研究環境が整っていることが少なく、これを補完する役割も任された。ニーズ探索、解決手段の準備、実施と自己完結的な仕事であった。これが後の大学での研究に役立った。

国際化の流れは米国からBRICSに移り、タイでの提携事業が注目を浴びていた。人脈の形成と指導者の養成を目的にタイ国のトップ大学の一つであるチュラロンコン大学のUNESCO冠講座の出資会社に応募し、実際の講義などを行う担当者選ばれた。年間50万円の寄付予算で一週間の出張講義、3か月の学生インターンシップの受け入れなどを3年間行った。トップ大学であっても教育予算は少なく、実験設備も寄付されたものがメインで、まとまった実験が行えるものではなく、また工学の分野においても教育指導者が不足していることが痛感された。しかしながら、学生の勉学への意欲は想像以上で、トップクラスの大学であることをうかがい知ることができた。

3 大学での研究・教育

鉄鋼協会の鉄鋼工学セミナーの講師や運営委員を10年以上行い、講師や役員で参加された大学の先生方と懇意になったことも一つの理由であったと思われるが、57歳の暮れに東北大学の教授の公募に応募するやうにとの話があった。セミナーでの講師や社内での教育講師などの経験から、塑性力学、塑性加工学、圧延理論の講義はほぼ抵抗なくできる自信があった。また、学生時代6年間過ごし、妻の兄がいることもあって、定期的に仙台に行っていたことも応募に対する抵抗が少なかった要因であったかもしれない。至急、研究実績、特許出願実績などのデータをそろえて応募した。会社から転身したO先生のサポートもあって、準備の時間が短かったが何とか面接にこぎつけた。面接では顔見知りのH先生などもおられ、こちらの実績として、研究論文が少ないが、特許出願数が多いことなどを認めていただいたと思っている。大学にずっとおられた方は、論文数が実績であり、企業の研究者とは比較にならない。採用されて後、工学研究科の教授会でやはりその点が指摘されたが、特許の数で実績を説明していただいたとお聞きした。

さて、講座には幸いなことに准教授と助教、技官が配置され、修士6名、学部6名の研究指導ができる体制だった。実験装置も古くはあったが冷間、熱間圧延機があり、高速圧縮試験機、両頭式プレス、万能試験機、加工評価試験機など基本

的な装置がそろっていたことも幸いした。また、大学運営資金は潤沢ではないが、企業からの共同研究が数件あり、研究テーマには苦勞しない状況だった。共同研究テーマは企業のニーズそのものであったが、費用さえ捻出できれば自分でやりたいテーマが自由にできる環境であり、小型圧延機を用いた高張力鋼板のロール成形に関する研究や、圧延ロールによる粗さ転写、熱間加工工具の熱疲労評価、Mg合金の加工性改善など、塑性加工の研究テーマを幾つも設定でき、学生1人1テーマを実現できた。学生の研究にはできるだけ実験と解析の両方を行い、実験装置は自分で設計作成する指針を与えた。基本的な考え方は学生と一緒に考え、失敗しても試行錯誤しながら目的を達成することを実行させた。文部科学省の科学研究費補助金は、圧延など塑性加工、特に構造材料に関する既存技術分野には、ほとんど適用されないのが現実であり、企業の要望する基礎的な技術開発、教育は経済産業省の分野とされ評価されない。しかしながら経産省のプロジェクトはほとんどが中小企業向けのサポートエンジニアリング(サポイン)の予算が中心であり、大学が参画した場合、材料費のみの執行が認められ、実験装置等は作成できない。このため、共同研究などによってテーマと予算を確保する必要がある。私の場合には、採用面接の際にI先生から、故鈴木弘東大名誉教授が1990年代まで行っていた社会人相手の圧延教室を行うことが一つの条件として示されたことが幸いした。当時ご存命の鈴木先生に就任のあいさつに伺い、圧延教室を再開することをお話した。就任3年目から東北大学ARECS(Advanced Research and Education Center for Steel)の一環として圧延教室を東京分室の会議室で開始した。この教室の受講料も、講座の研究費として大いに役に立った。この教室は筆者が退職した後も、特別講義を充実させながら継続している。

退職後、3年生、4年生を対象に「議論・討論」、「理論展開」ワークショップをS先生と一緒に非常勤講師として行っている。今の学生は「空気を読む」ことに気を使い、討論が行えないと言われている。実際、講義やプレゼンテーションに対する質問は、皆の前では行わずに、終わってから行われることが良くある。日本人の美点の一つかもしれないが、自分の意見をはっきり伝えるためには、議論が普通に行う必要がある。5〜6人のグループで一時間ほど討論させる。ワイワイ活発に議論しているように見えるが、よく聞くとネットなどから得られた情報を紹介し、「なるほど」という結論になっているのがほとんどであることがわかる。SNSでは自由に記入しているという意見があるが、なぜ面と向かってはできないのか本人たちは疑問に思わない様である。

これから、研究者、技術者として自立するためには、ある程度の自己主張が必要であり、相手の言うことに対して、自分の

意見を言うことは喧嘩をしているのではないということを理解してほしい。義務教育の間に集団の和を重要視するあまり、自己主張が悪いことのような風潮も払拭してほしいと思う。

4 最後に

筆者は鉄鋼業が基幹産業として発展している最中に鉄鋼の研究を始め、バブル期、空白と言われる期間を通して、研究・開発に携わってこられた。この間、外国での研究開発の経験、海外、国内での技術教育の経験を通して、多くの知り合いを得、大学での研究教育の機会を与えられた。

この様な経験から、個々のテーマにおける問題解決においても、状況の変化への対応においても自分で解決法を考えること。そのためには多くのことに興味、疑問を持つことが必要であると感じている。1980年代から2000年にかけて多くの産業が技術発展したが、この10年におけるIT技術の発展は予想を超えるものであり、既に確立された技術分野もあらたな解決が得られる可能性も考えられる。既存技術においても改めて疑問を持って検討することによって次のステップの技術革新が達成できるかもしれない。

(2015年7月21日受付)