

私の研究の始まりを東京大学における卒業研究とすると、停年退官後に起業した今の会社でも技術開発をつづけているので、研究生活は50年ほどになる。振り返ってみると、実に多くの分野に首をつっこんだものだが、はっきりとしたつながりをもって拡大していたようだ。

卒業研究は放電加工であったが、大学院では前田禎三先生の指導でプレス打抜き品の精度不良の現象を解明した。その後、出現したばかりのファイブランキングの研究を行った。材料拘束により自ら発生する静水圧により亀裂が防止されることを明らかとしたが、これを応用して棒材の拘束せん断法が生まれた。その後理研の福井研究室に入り、吉田清太先生の指導で自動車々体プレスの伸びフランジ成形におけるせん断線の伸び変形能の研究を命ぜられ、過去のせん断加工の研究が活かされることとなった。

3年後東大生産技術研究所に移り、後に理研で主任研究員も兼務しながら、停年まで研究生活を続けた。大学では引き続きプレス加工の研究を続け、そこで管材の浮動芯金法を開発し、また鋼棒材の高速せん断が発生熱による靱脆性が関連していることを突きとめ、黄銅棒材の加熱せん断法を提案した。さらにこのせん断加工時の発生熱を利用し、振動せん断圧接やFRPの精密振動打抜き法を開発した。また背圧付加V曲げや、自分のアイデアではないが対向液圧成形や送り曲げの実用化を実現した。

最初に勤務した理研で新しい研究に取り組み、予期せぬ成果が生まれたことより、東大に移った機会に新たに粉末成形の研究を始めた。しかし結局は塑性加工の成形手法を粉末成形に活用することが中心となった。その中で樹脂の射出成形機の電動化に刺激されて、1990年に粉末成形機のACサーボモータ駆動化に取り組みだ。それまでのカムによるラムの上下駆動がNC化され、その後これが塑性加工用プレス機械にまで広がり今日の大発展となった。

粉末を扱ったことから切屑を微粉化し焼結用鉄粉を製造するプロセス開発に挑戦した。その過程で鑄鉄の粉末冶金という新分野を開拓するとともに、副産物としてダクタイ

ル鑄鉄の黒鉛球状化機構の気泡説を裏付ける成果を得た。この研究で多くの切屑を観察していたことから、切屑形状を制御した金属短繊維製造法の研究へとつながった。切削加工も切屑を製品と見なせば立派な塑性加工品であり、そのときの変形はまさにせん断変形であり、過去の知識がずばり役立った。フライス切削法でコンクリート補強用鋼短繊維製造法を確立し、最終的にはドイツに技術輸出された。その後微細金属短繊維のニーズがあることを知り、びびり振動切削法を誕生させた。この繊維は複合材料用基材として使われるようになり、その主たる用途が自動車用ブレーキパッド用に使われていたアスベストの代替材となった。

また鑄鉄粉の焼結の研究で高Si焼結鋼が生まれたが、その応用展開として高強度の鑄鉄ボンドダイヤモンド砥石を製作した。この特異な砥石とマシニングセンターを組み合わせて、硬脆材の高効率の形状研削技術を確立した。いわば砥石を強力な多刃工具とみなした研削であったが、工具が破壊するまで無理をして使う塑性加工の手法を応用したといえる。この砥石の切れ味の悪さは、インプロセス目立法として電気分解を利用したELID研削を生み出し、微細超砥粒砥石による鏡面研削へと発展した。

何かインパクトを与えるものづくり研究をしたいという気持ちは、金型の研究に向かわせた。最初は板材の抜きかす利用の零クリアランス抜き型であったが、レーザ切断鋼板を積層した3次元的なプレス成形金型、さらに拡散接合した温調用配管をもつ射出成形用積層金型と発展させた。この発想は後に登場したラビッドプロトタイピングの光造形法の先駆けであった。金型の高速ミーリング加工は今や当たり前前の技術となっているが、高速による長寿命化は意外なことにボールエンドミルにおける多刃工具の断続切削の効用であった。ダイヤモンド砥石研削や金属短繊維製造の経験から、高速ミーリング工具切刃に負のすくい角を提案することとなった。

転写で金型を作る研究も数多く手がけたが、成功したものに通気性セラミック型がある。これはアルミナ粉に研究室で生まれた鑄鉄粉とびびり繊維を混入し、鑄込み成形した型である。酸化焼成したこの型の通気性を利用して、樹脂シートの真空成形に応用することができた。この他びびり金属短繊維を用いた各種複合材料で導電性プラスチックや、電磁波シールド材料等数多くの材料開発も行ったが、いまだ実用化の半ばで未練が残るものが多い。

以上、私の研究の主だったものを取り上げその流れを紹介したが、若いころに身につけた塑性加工の知識を、他分野に応用したというのが特徴といえるのではなからうか。一見かなり飛び離れた研究に見えても、よく見るとつながりをもって展開しており、それ以前の経験や知識を発展させエスカレートさせている。もしその研究の一部にでも断絶があれば、今と違った研究展開になっていたであろう。他分野に飛び込んだときのほうが、革新技術が生まれていることも事実である。また、言うまでもなくこれらの研究や開発の主体は、研究室の同僚や大学院生や研究生であり、彼らの存在なしにはこれら研究成果は語れない。

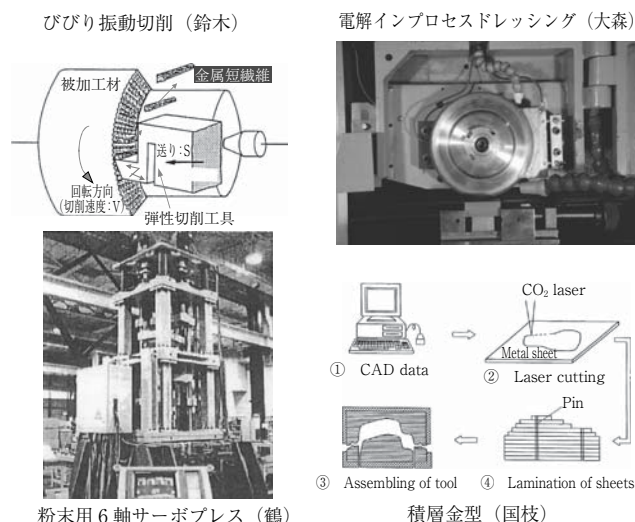


図1 幾つかの研究成果 (論文執筆者)



私の 歩んできた道

大学シーズの産学共同開発 第2回

ファインテック株式会社 中川威雄

私が他の大学研究者と多少でも異なった研究生活を送ってきたとしたら、今でいう産学連携を数多く行ったことであろう。しかし、これは何も最初から意図したものではない。私の研究成果の実用化第一号は、宮本工業(株)の棒材の拘束せん断機である。学位論文の研究を基にして思い付いた新しい装置が、工場で実際に生産に活用される状況を見たのは大きな感激で、それ以来自己の研究成果の実用化に熱を上げ続けることとなった。

幾つかの共同研究をする中で、ある特定の一社との実用化開発が進むと、そのライバル企業からは敬遠され、付き合いが難しくなってきた。仕方なく一業種一社と付き合うことに決め、その後これをずっと守ってきた。プレス加工分野では技術開発に前向きな(株)アミノとの出会いにより、プレス加工の研究成果のほとんどを持ち込んだ。ただし、ファナックとのサーボプレスの共同開発の例は、こちらからの単なるアイデア段階での申し入れを引き受けていただいた。このときの粉末成形プレス開発後10年ほどして、一般金属プレス機械のサーボ化のブームが到来し、その縁でか今はファナックの監査役を務めさせていただいている。このプレスの応用の一番乗りはアミノであった。

もともとプレス加工が専門であったので、その関係でオーナと親密であったプレス機械メーカーのアイデアエンジニアリング(株)とは、切屑粉末化の研究を応援していただいていたが、この研究自体は苦戦したものの、コンクリート補強用鋼短繊維の実用化に結実した。その後のびびり振動切削は、最初にニーズを持ち込んだアイシン精機(株)と一緒に実用化を進めることとなった。このとき他社から国立大学が特定企業だけと組むことへの苦情をいただいたが、「機会は平等であり次の機会にどうぞ」とお断りした。この経験からその後複数企業との共同開発も実施してみたが、やはりライバル企業混在の開発はやりにくかった。

切粉を再生した鋳鉄粉の焼結技術は、ブラザー工業(株)で含油軸受けとして活用されたが、その粉末製造工程から採取した脱炭鋳鉄粉が、高強度鋳鉄焼結品や黒鉛球状化の研究につながった。さらにこの鋳鉄粉をアルミナ粉に混ぜ込んでびびり繊維で補強したセラミック型は、それまで耐久鋳型開発で協力を得ていた新東工業(株)が、この材料が通気性をもつことを利用し樹脂シートの真空成形に生かし実用化したものである。新東工業とはその後いろいろな共同開発を行うこととなったが、技術には疎く見えるオーナ社長の一貫した応援姿勢は、共同開発には貴重な存在であった。

鋳鉄焼結技術を無理やり応用した鋳鉄ボンダイヤモンド砥石は、富士ダイス(株)等で発売されることとなった。この開発を契機として、グライインディングセンター研削や振動研削、さらにメタルボンダイヤモンド砥石の放電ツルーイングとELID研削と次々と新技術が生まれたが、実用化は工作機とその関連メーカーとの共同開発が中心となった。研究用の工作機械を提供してもらい、成果を企業で活用していただくといったものも多かった。当時これら工作機械メーカーと大学教官との共同開発の例は少なかったが、われわれの申し出を快く受け入れてもらえた。その中で新潟鉄工(株)との高速ミーリングの共同研究は例外的で、自社で開発された10万回転の超高速機の金型への応用開発を依頼された

のがきっかけである。高速ミーリングはその後20年にわたって私の研究対象となり続け、今も工作機械製造に関与している。

以上のように私の行ったのは、そのほとんどは大学発のシーズを基に、特定企業と一緒に実用化開発をするという産学連携である。現在多く行われている産学官連携のように官の費用を当てにするものではなく、すべて企業側の負担であった。それだけにわれわれも企業側以上に真剣に取り組まざるを得なかった。同時に利益の見込めないと判断された時点で中止を受け入れざるを得なかった。大学にわざわざばかり入ってくる企業からの研究費は、次の研究課題探索に活用させていただいた。幸い東大の生産技術研究所は産学共同研究には何の制約もなかったが、一般的には当時の産学共同は日陰の存在であり、企業との癒着批判が生ずることのないよう十分に注意を払っていた。

研究はなんといっても、研究課題の選定で決まる要素が大きい。私の研究成果をみて「すぐ役に立つ研究ですね」と言われることがあるが、アイデアの段階で説得しても、企業では取り上げてくれないものばかりであった。企業ですぐ取り組めるアイデアは、大抵は誰かが先にやっている。ものづくりの現場に存在する多くの問題点の中から、着想のオリジナリティと成果のインパクトを考慮したうえで、自分の実力に合った研究課題を選択した。

大学のシーズを基にしたリスクの高い実用化開発は、大企業ではなかなか決断できないこともしばしばで、そのため多くの共同開発はオーナ的経営の中堅企業との間で実施された。実行に際しては企業責任者や開発グループの人達との人間関係は極めて重要である。共同研究の成否は技術の完成ではなく実用化や利益で厳しく判断される。その基準で判断されると成功しなかったものも多いが、幸いなことに企業側は不成功に対しては表向き寛容であった。

産学連携には特許の取得は重要である。実際には数が増えたと費用も管理も大変であり、その特許を販売したり守ったりとなるとわれわれには手に負えない。代わりに企業で出願してもらおうと大学側の権利はほとんどなくなる。私の場合も特許で成功したのは、JSTで取得した切削による金属短繊維だけで、後にこの特許料は研究費を潤すこととなった。特許取得は基本的には経済活動である。利益を生むことの少ない大学特許申請の悩みはまだ解消していない。

私は企業に請われて幾つかの製造業で技術指導を行うこともことも少なくなかった。毎回自分が厳しく口頭試問をされている雰囲気であった。この経験は企業の技術諸問題の実態を知ることとなり、研究を遂行する上で大いに役立った。共同研究は相手企業にとっては真剣勝負なのだから、気楽な気持ちで取り組めるものではない。大学でシーズを生む苦勞に比べれば、実用化には10倍近い努力を必要とした。多くの人達を巻き込み一緒に苦しむことになるが、苦勞を重ねてやっと成功したときの喜びは大きい。ものづくり技術は成功すれば後世への影響は甚大なので、取り組む意義は十分にある。独創的アイデアの研究には、応援もあるがその道の専門家の反発もある。最終評価は実用化で決まるので、そのこともあって産学協同に熱を入れた面もいぬめない。



私の歩んできた道 ものづくり研究者としての回想

第3回

ファインテック株式会社 中川威雄

自らの歩んだ道を今になって振り返ってみると、曲がりなりにも幾つかの研究成果が生まれ、よき仲間に恵まれ運が良かったと思うこともある。しかし、果たしてProfessorと称していた私は「研究と教育で本当のProfessionalであったのであろうか」という疑問と反省がわいてくる。お聞き苦しいかもしれないが、私の雑言を聞いていただきたい。

① 若い時代にどれだけ汗をかいたかが将来を決める

私の研究の基盤は大学院学生の時代と、それに続く若いときのプレス加工の研究である。日本ではある年齢に達すると後輩や学生を指導する立場になり、自らが手を下すことが少なくなっていく。同時に雑用の時間は増加し、研究や教育に専念するための勤務も、つい雑用に埋没してしまう。頭がやわらかく何でも吸収できる若い時代に、もっといろいろな研究に専念する時間をとれば良かったと思う。

② アイデア誕生は脳への刺激から

われわれの頭脳は強い刺激を与えないと活発には機能しないものらしい。強烈なニュースに曝されるとか、特別に困った状況に遭遇するとか、そんな場合に知恵を絞れば意外に解決策が生まれる。私も自ら努力して自分自身を、もっと厳しい環境におくことが必要であった。リスクの高い研究課題の選択と高い目標設定は、当座は自分や多くの研究仲間を苦しめるかもしれないが、結果的にはより優れた研究成果につながったのであろう。

③ 工業技術の取得にもっと努力を

工業の実態を知らずして工学の研究はできない。停年後に製造業に入り込んでみて、実際の工業技術は極めて複雑な要素が絡み合っていることを身にしみて体験している。今思うと常日ごろから工業界の技術者ともっと深く付き合っただけで、生産の実態の情報取得に努力をすべきであった。その情報の中から、将来を見据えた大学にふさわしい長期的課題を見だし挑戦すべきであった。決して流行を追うのではなく、何年か先に工業界を引っ張っていくような研究や技術の芽を生み出せたとしたら最高であったろう。

④ 研究費の額とは関係ない独創的研究

過去を振り返ると、研究費の額が成果には比例していないように見える。大きな研究費の確保は、設備導入で忙しくまた設備の維持も大変である。ものづくり分野では企業と競争をすれば、物量で大学側には勝ち目はない。自分のアイデアだけで企業から研究費を提供してもらえるようになれば一流であろうが、そんなことは私にとっては不可能に近かった。そのため乏しい設備で説得力のある研究シーズを生み出す努力を続けることとなった。もっとも研究成果の実用化開発を企業負担で行ったのは正解であったと思う。説得力のあるデータを大学で得て企業を説得し、失敗が許されない緊張感のある共同開発の実施とつながっていったようだ。

⑤ 大学独自のものづくり研究は可能

大学に赴任した最初のころ、工場をもたない大学でもものづくりの研究は難しいのでは、と悲観的な気持ちとなった。しかし、企業での研究開発も、基礎的で長期を要するもの、リスクの高いものは扱えないことを知り、独創的でリスクの高い課題に賭けたつもりであった。この歳になっ

て企業での研究開発を体験してみて、成果の活用が自社に限られ、直ちに活用されない開発は評価されない無念さを味わっている。大学では世界中を相手に研究ができ、その点では大変恵まれた環境にいたのだった。

⑥ ベンチャー起業より産学連携で実用化を

このところ大学の研究成果を基にしたベンチャーの審査を頼まれることも多くなった。起業はやはり自分を賭して取り組むもので、安定した大学の職に就いたままではどうしても真剣さに欠ける。金儲けの経験もなく、多くの人達を巻き込み、経済的損害も覚悟しなくてはならない起業を選択するより、産業界の負担で実用化してもらって産学共同の方が成功率は高いし、自分の研究にも専念できる。これは自分の過去の生き方を肯定するというのではなく、停年後に起業し経営の厳しさを体験した率直な感想である。

⑦ 大学教官は世間知らずにならないように

自らも似た立場であったが、多くの大学教官は大学院修了後、産業界に身を置くこともなく、学術研究の世界に入っている。今産業界に入ってみると世間知らずといった大学教官への批評はどうも当たっているようだ。要するに私は大学という特殊な社会の中で育ってきたのである。産業界との付き合いも、本物の産学連携も企業にとっては、かなりやりにくかったのではなからうか。直接の批判は聞かなかったものの、このことを謙虚に受け止めるべきだった。

⑧ 研究と大学院教育

教育は確立された知識を伝承し活用させる術を教えるものであり、研究は新しい知を創造することでもあり、両者は大きく異なる。私は教育に多くの時間をとられることの少なかつた境遇に感謝していたが、大学は本来大学院生や若手研究者を育てる役割も担っている。しかしその特別な秘策はなく、優れた研究を一緒に行うことで済ますこととなった。果たして自分の役割は果たせたのであろうか。自分のわがままな研究に付き合わせただけではなかったか。私にとって研究者を育てる有効な手段に対してはいまだ納得できる解は得られていないままである。

⑨ 大学は人材の宝庫、もっと大切に育てよう

大学にいると人材の貴重な価値に麻痺してしまうところがある。人を生かすのも指導者の大きな役割である。有用な人材を育てるところかつぶしてしまったりする。若い研究者は周囲環境に影響を受けやすく、私自身も指導教官や先輩研究者から影響を受け、また同僚や先輩の行動、研究室の雰囲気から学ぶことが多かった。人の一生がかかっていると言っただけでは言い過ぎだが、特に大学院時代にどのような研究生活を送るかは、その人の後の人生に大きな影響を与える。私も自己の研究だけでなく、研究者教育にもっと力を注ぐ研究室運営を行うべきであったと思う。

⑩ 関係者の活躍に期待するしかない日々

古希を過ぎた今の私の技術開発の仕事は、どんなにかんでみても過去の体験の切り売りでしかない。停年後の10年は、社員技術開発にアドバイスをするに留まっている。大学で過去と一緒に仕事をした仲間は各方面に散っているが、正直言って彼らへの期待と同時に自らの責任を感じながら過ごしている。