

別 刷

精密工学会誌

Vol. 91 No. 10~12 2025

私の歩んできた道

土肥俊郎
Toshiro DOI

私の 歩んできた道

専門への起点は武蔵野通研

第1回

九州大学・埼玉大学名誉教授、
(株)Doi Laboratory

土肥俊郎

NTT (武蔵野通研)
退職直前(1988年)



【生い立ち】私は信州・伊那谷の人口7000人余りの宮田村で昭和22年に生まれた。駒ヶ岳を背に空気も水も良かったのか、子供の頃には既に精密機械産業が盛んであった。江戸時代、寺小屋の数が日本一だったと自慢する教育県信州にあって、同級生は150名。小・中学校の9年間、同じクラスメートで小中一貫校のはしり、と格好よく言いたい、むしろ寺小屋に近かった。中学生になると毎朝4時半起きで牛乳配達と新聞配達だ。早起きも雨も雪の寒さも平気だった。雨でずぶぬれになった新聞を配達したり、雪で自転車ごと滑って牛乳瓶を割ったりしたこともあったが大目に見てもらえた。勉強はした記憶が薄い。小中学校一貫の9年が経ち10名位が長野県伊那北高校に進学した。のんびりとした雰囲気が一変し、大学受験が待ち受けていた。あの時代、ほぼ全員が旧帝大を目指すもその半数近くが浪人生となった。私もその一人であった。しかし、7人兄弟の末っ子である私が二浪することはできなかった。幸いに、隣県の山梨大学工学部精密工学科に入学でき、甲府市で6年間の大学生活が始まった。振り返れば、ここが私の「専門への道のり」の起点であった。それから半世紀、喜寿を迎えた今も超精密加工学への追求は胸が躍る。研究は超精密加工から表面創製法、CMP (Chemical Mechanical Polishing) へと展開した。研究の節目ごとにいつも先輩や仲間に加えていただいたことは感謝してもしきれない。その感謝の気持ちを込めて50年の研究の歩みを振り返ってみたい。

山梨大学時代に入学してすぐに私は梨大・学力増進会で活動・アルバイトをすることになった。山梨県内の小・中学生を対象とする定期テストと夏の学校の実施である。2年生になると総責任者になった。「夏の学校」は大変な人気で、申し込み日には朝6時から父兄が列をなしていた。おかげで私は親からの仕送りなしで卒業することができた。

精密工学科4年時の卒業論文時の研究室とは違って、大学院では向山芳世教授の精密加工工学研究室に入った。故電加工学が主であったが、研磨技術の研究が新たに取り入れられ興味を持った。修士論文はサファイア及び水晶を加工基板とする「硬脆材料の精密加工に関する研究」にした。私の精密加工に関する研究の始まりであった。山梨県には水晶などの研磨会社が多くあり、教授に同行して研磨の手ほどきを受けることもあった。

修士課程2年の5月頃には就職先を決めなくてはならない。先生にも相談したところ電電公社を薦められた。実は山梨大学は当時、電電公社の指定校であったのだ。公社では研磨の神様と言われた井田一郎先生(後、東芝、工学院大学教授)、河西敏雄先生(後、埼玉大学教授)がおられる。父が懇意にしていた北原安定氏(後の電電公社副総裁)もおられ、父も喜んだ。指定校制度のお陰で電電公社に入社した私は、武蔵野電気通信研究所(通研)の材料加工研究室に配属された。河西先生のご指導の下、研磨の基礎を徹底的に教えていただいた。入社2年目には新入研究者教育の一環として研究テーマ企画書の立案・実行、そしてその10カ月後には研究発表会が待ち受けていた。訓練といえども評価は厳しく、先輩たちが教師となり助けてくれた。半導体プロセスもその訓練中に教示いただけたのは、いま考えても大変ありがたかった。

この訓練が終わるやすぐに本格的な研究テーマ「GGG単結晶のメカノケミカルポリッシング」に取り掛かった。私のCMP研究の本格的な始まりである。この頃には既に電総研(現・産総研)で今中治先生(後、東京大学教授)と安永暢雄先生(後、東海大学教授)によって乾式メカノケミカルポリッシング(乾式MCP)の研究が進められていた。一方、電電公社・通研では湿式のメカノケミカルポリッシング(湿式MCP)の研究を行っていた私は、いろいろな電子部品用結晶材料(Si, サファイア, GaAs, LaB6, LiTaO3, LiNO3, 石英ガラス, 有機結晶等)を対象とした超精密ボ

リングとCMP/MCPによるデバイスへの応用研究を担当した。そして意気揚々と精密工学会の春季・秋季の学会発表に参加した。学会発表では企業や研究機関の枠を超えた多くの加工仲間と出あえ嬉しかった。とくに東芝生研の木下正治氏とは長い付き合いをすることとなる。

通研所内で私は次の2つの大きな研究開発プロジェクトに参加した: ①「64 Kbit LSI デバイス設計・試作プロセス」、②「高耐圧誘電体分離(DI)基板の製作プロセスと加工システム」。上記①では、Si単結晶の引き上げから切断〜CMP・洗浄〜デバイス工程を経験した。品質向上のためには加工研究が重要であることを改めて強く認識した。②では、当時から聖域と言われたデバイス工程の中にCMP技術を導入した研究ができたことである。この2つの研究開発プロジェクトでは、専門や業種の異なる研究者や民間企業の方々との意見交換しながら共同作業が行われた。目的や視点の異なる立場の技術者との議論は常に刺激的であった。こうして通研での研究を通して多くの方々との知り合い、その後、私が大学に移ってからこの人脈に大いに助けていただいた。武蔵野通研では、河西先生のほか渡辺純二氏(後、熊本大学教授)、同期の石原直氏(後、東京大学教授、精密工学会長)をはじめ、数え切れないほど多くの先輩や同僚の研究者や技術者に囲まれていた。そして研究テーマにも恵まれていた。

さて、武蔵野通研入社早々に、先輩某氏から「ここは世界的にも指折りの研究所であり、新陳代謝をよくするためにも40歳過ぎたら外に出ることを考えろ」と言われた。私はそれを先輩の冗談とは思わず、10年くらいで学位を取得して大学など外にでることもよいかなと思い始めた。実際、通研から大学に転出される研究者が多かった。時が経って、入社9年目に恩師・向山教授を訪ねる機会があり学位取得について相談するとすぐに東京大学の木下夏生教授を紹介していただき、それから一年半にわたって木下先生のご指導を仰いだ。古武士のような雰囲気のある先生であった。先生がお亡くなりになった現在も、優しい奥様とは年に数回、電話で近況をお知らせし励ましていただいている。学位論文の主査は木下教授、副査は佐田・中川・今中・増沢の四教授の先生方のご指導の下、入社10年目に無事に学位を取得した。

私の 歩んできた道

埼玉大学とアリゾナ大学へ…

第2回

九州大学・埼玉大学名誉教授、
(株)Doi Laboratory 土肥俊郎



米国・アリゾナ大学客員教授時(2005年)

東京大学から学位(工学博士)が授与されると、ありがたいことにすぐにいくつかの大学から声をかけていただいた。当時、所沢市に住んでおり、車で30分で行ける埼玉大学は魅力であった。ただ、教育学部(技術科教育)の教官であったため、私の専門を考えると不安と迷いもあった。また、冗談で40歳過ぎたら出ることを考えろと言われていた武蔵野通研だが、当時の研究所長からは通研を卒業するには10年早すぎると説得された。しかし小林昭先生と河西先生もおられる埼玉大学に赴任することにした。

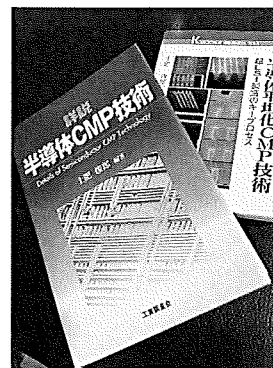
埼玉大学教育学部の技術教育講座に着任早々に、ロデルニッタ社から「プラナリゼーションCMP」の研究について話し合う機会があった。それは私がまさにやりたかった技術開発で、デバイス領域に研磨/CMPを導入するものであった。私は、すぐに研究できる体制を検討したく、学位論文でご指導を仰いだ東京大学の中川威雄先生に会いに行った。先生は理化学研究所の主任研究員も兼務しておられ研磨/CMPに強い関心をお持ちであった。そして、ありがたいことに、理研の板橋研究所の実験室を使うよう提案していただいた。早速、企業の協力を得てセミクリーンルームを設置し、さらにタイミングよいことに東大の博士課程に韓国から留学していた丁海島君(後、釜山大学教授)が持ち上げたばかりの実験室でCMPの研究をスタートしてくれることになった。

東大と理研の協力を得てプラナリゼーションCMPの研究を開始し、意気揚々と精密工学会と電子情報通信学会などで研究発表した。ところが、プラナリゼーションCMPといっても誰も知らない、反応も反響もなしで本当にがっかりした。当時、私は、CMP技術開発は日本にとって得意な分野であるし、極めて大きなビジネスチャンスを持っているという確信を抱いていた。今のままでは日本は完全に世界から置いてきぼりになると思った。この危機感と学会で反応がなかった失望感がパワーとなってプラナリゼーションCMPに特化した研究会の設立を思い立った。まずは業種や分野を超えた横との繋がりが出来る情報交換の場となり、同時にCMPに関する教育啓蒙活動を目的とした。安永先生のご助言もあって「研究分科会」に早速応募したら認められ活動費(200万円前後だったと思う)をもらった。東大名誉教授・松永正久先生に相談しながら研究会設立のために走った。デバイスウエハのプラナリゼーションCMPに必要とされる技術は、装置化技術、洗浄技術、計測・評価技術、デバイス化技術及び材料・消耗品である。そして、各分野のキーパースンの協力も必須で、これまでお世話になってきた人脈に頼った。日本電気の佐々木専務(後、会長)をはじめ、荏原総研・荏原、NTT、東京精密、不二越機械、フジミ、ロデルニッタ、三菱マテリアル、三菱化学、日立製作所、カネボー、計量研究所などの企業や研究機関からも設立のためのご賛同とご支援をいただけたこととなった。こうして、CMPプラナリゼーションの必要性和重要性が広く飛躍的に知られるようになった。多才な東芝・生研の木下正治氏(後、ニッタハース社長)には、研究会立ち上げ当初から共に動いていただいた。事務局はグローバルネットの武野泰彦氏にお願いし、専属スタッフとともに会の運営を引き受けていただいた。

分科会は「プラナリゼーションCMP技術とその応用技術に関する専門委員会」へと発展した。参加企業は海外企業を含め150社を超えるときもあった。分野などの垣根を超えた情報交換やセミナーの実施、国際会議への参加等で我々の活動は年ごとに活発になっていった。国内の会議でなんの反応もなかったプラナリゼーションCMPにがっかりしたものだが、その当時、アメリカでは既にCMPの研究が大きく進んでいた。ここで国内にばかりとどまってはおられない。そこで、CMP専門委員会から毎年20数名の委員会メンバーがセミコンウエスト(サンフランシスコ)に参加することにして、日立化成アメリカの協力を得てサンフランシスコの会場やアリゾナ州立大学で日米合同研究会を開催した。また、インテル、IBM、KLAやUCLAを訪問しアメリカの研究者・技術者との交流を通し親交を深めた。日本での我々の専門委員会の活動をきっかけに、米国と韓国でもCMPユーザーミーティングが立ち上げられ、2004年には国際的活動へと発展し、CMPに関する国際会議を提唱した。名称はPacRim2004(東京)である。韓国・ソウルでPacRim2005が開催された後、名称はICPTとして米国でICPT2006が開催された。以降、日本、韓国、アメリカのほかに欧州、台湾、中国も加わり、6カ国が輪番で毎年開催している。参加者も500名を超える大きな国際会議となって、教育啓蒙活動の一環として「土肥賞/Doi Award」が創設され若手の研究者に授与していることは光栄の至りである。

本専門委員会の委員長は、大雑把な強引な進め方をした私の後を引き継いできめ細やかな檜山浩國氏(荏原)が、そして現在の黒河委員長が、それぞれリーダーシップを発揮して益々活発に定評ある活動を展開している。

さて、埼玉大学の教育学部で私は研磨に関する研究をメインにした。多くの奨学寄附金や国内外の企業・機関から共同研究の申し込みをいただいた。そこでマルチクライアント方式で共同研究を推進した。企業からの派遣研究員と当研究室の学生は互いに協力して論文を発表し成果を出した。こういった産学共同体制の研究のためか、多くの見学来訪者があった。CMPパッド(IC1000)で有名なロデル社の正副社長やインテル社、フランスのローディア社のような海外企業からの訪問もあった。とくに、インテルのDr. Ara Philipossianは私の加工環境をコントロールしながらCMPを行うベルジャー型CMP装置に興味を示し3回訪問してくれた。2回目の来訪時には彼はアリゾナ大学の教授になっていたが、私を客員教授という肩書で招聘したいと言っていた。その時は聞き流していたが、数年後に現実となった。

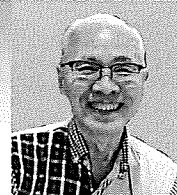


好評だったCMP技術に関する単行本(1998年(右)、2001年(左)発刊)



九州大学,そして (株)Doi Laboratoryの設立へ 第3回

九州大学・埼玉大学名誉教授, (株)Doi Laboratory 土肥俊郎



近影@Doi Laboratory
(2025年)

アメリカ・ツーソン (Tucson) 市にある州立アリゾナ大学に客員教授として招かれたはいいが、英語が苦手な私は講義を一回のみで勘弁してもらい学生の研究指導に専念することで了解を得た。

私は埼玉大学時代に仕様の異なる多くの装置【液中研磨装置、線接触型ドラム式CMP装置、加工環境制御ベルジャー型CMP装置など】を考案し、不二越機械の市川社長に関心を持っていただき、装置の試作および製造をしていただいていた。その中で、Philipossian教授は、特にベルジャー型CMP装置、HPMJ (高圧マイクロジェット) 洗浄に興味を持ち、各社からそれぞれ試作機を研究室に導入して共同研究を行うことにした。研究室には、Ph.D.を含めて10人ほどの学生がいた。この共同研究のためPhilipossian教授の要請もあり、米国滞在1年の予定が2年になった。その間、Ph.D.の学生3~4名の指導に当たり、彼らは全員、希望する世界的な企業に研究者として入った。また、加工環境をコントロールしながらCMPを行うベルジャー型CMP装置に関する論文を国際会議やジャーナル誌で発表した学生は優秀論文賞を受賞した。

私は3人のPh.D.学生の論文審査会に副査として指名されたが、日本における審査とは随分違うし厳しいものと感じた。1人の学生は落とされてティーチングアシスタントが課せられ、6カ月後の再審査に臨んだ。

メキシコと国境を接するアリゾナには寒い北部から避寒地として多くの人々が渡り鳥のように移動してきていた。Snow-birdsと呼ばれていた。ツーソンの夜は満天の星が輝き、アリゾナ大学は天文学でも有名で、火星プロジェクトをリードしていた教授とも知り合いテキサスをよくご馳走になった。家はサボテン山の中腹に借りた。到着後すぐに山火事があって退避命令が出たり、十数年ぶりに砂漠の花が一斉に開花し美しかった。猪の家族に玄関を占領されたりもした。大学では研究成果をめぐってストレスも多くあったが、それでも雄大な自然と良き友人たちに巡り合えてとても充実していた。

さて、2年間のアリゾナ大学での客員教授を終えて埼玉大学に復帰したが、直後の2007年4月に九州大学に転任することになった。歯車の研究で伝統ある精密加工学研究室である。私の研究室は、完成したばかりの伊都キャンパスの最上階9階の精密加工研究室であった。美しく湾曲をした博多湾を一望できる眺めの良い部屋で私は博多のニースと勝手に名付けた。私は九州大学のことは勝手も分からず、歯車と計測関係の研究をしていた准教授・黒河周平先生に大変お世話になることになる。しかし、歯車の研究は熟成されつつあり、プラナリゼーションCMPを研究の柱にしたいこと、そして私の退官後に黒河先生に研究を継いでもらいたい趣旨の相談をした。バランスの取れた大変優秀な黒河先生に納得してもらい、CMPの研究に重点を置くことになった。幸い、埼玉大学から移管した実験装置や測定装置、大型科研費、産学共同研究もありすぐに研究開発を加速できた。

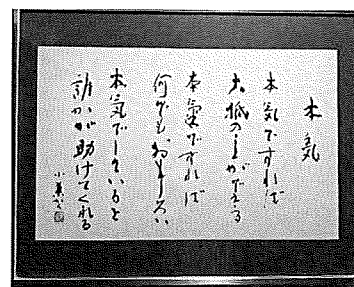
私はシリコンアイランド九州に半導体に関わる加工拠点を構築することを夢に描き、研究室主催で産学共同連携交

流会を毎年開催した。併せて、産総研九州センターの協力も得て「精密加工研究会」も設立し、九州から全国に活動を発信できた。現在のシリコンアイランド九州の発展とともに、九州大学に在籍できたことは私達の研究にとって大変ラッキーであった。

九州大学では2つの開発研究テーマを柱として、半導体加工分野における超LSIデバイスに関わる加工プロセス全般とプラナリゼーションCMP技術、及びグリーンデバイス用の化合物半導体 (SiC, GaN, ダイヤモンド) 基板の新たな超精密加工法を追究した。とくに後者については、超難加工材料であるため新たな加工技術を取り入れる必要があると考えていた。九州大学定年直前に「プラズマ融合CMP技術」を提案した。幸い申請した科学研究費・基盤研究【S】が認められ、共同研究者の大阪大学・佐野先生、九州大学・黒河先生の協力を得て進めた。現在では、長岡技術科学大学の倉田教授が商品化を目指して研究を展開している。このほかに民間企業との共同研究の一環として「超精密加工プロセス技術とデバイス化技術への応用」プロジェクトを立ち上げて、不二越機械工業(株)、フジボウ愛媛(株)、日本ゼオン(株)、日輝触媒化成(株)、並木精密宝石(株)から大型研究費を出資していただき、「グリーンデバイス用基板の加工技術の開発」を行った。これら両者を合わせて“Doi Project”と称して九州大学・筑紫キャンパスに研究室を立ち上げ、多くの皆様にご協力をいただいた。

さて、70歳になり、10年以上お世話になった九州大学を去る日がやってきた。これまでの研究成果を世の中にお役に立てたいと思った。そんなとき、企業への橋渡しとなるような会社を作ったらと勧めてくれた知人もいて、また福岡県のお誘いで福岡LSIデバイスセンター (福岡タワーの前) にオフィスを借り、2017年に(株)Doi Laboratoryを創立した、と言っても一人会社であった。ここで、超精密加工プロセスを主体にしたコンサルティング、企業内教育・技術指導のほか装置の設計・製造販売を行っている。現在では何人かの協力者とともに、いくつかの新たなプロジェクトも開始され忙しくしている。

九州大学の退職時に中川威雄先生から写真の「本気」と題した書をいただいた。「本気でしている」と誰かが助けてくれる」本当にそうであった。人に恵まれ、研究開発に恵まれ、そしてタイミングにも恵まれた。まだまだ道半ばであるが、今までいただいたご恩ややさしさの全てを次の若い世代の人々にバトンを渡せるよう、努力を続けていきたい。そして楽しくおもしろく第三の人生を送ろうかと、皆さまに感謝しつつ筆をおかせていただきます。



ある授賞祝いに東京大学名誉教授中川威雄先生より贈呈された書

