

もの創り・研磨／CMP 技術礼讃 ～産学連携へのブレイクスルー～



九州大学大学院工学研究院

土肥 俊郎

10 数年前ごろからである。昨今の大学での授業は、まず学生に興味を起こさせることから始めなくてはならない。研磨というとせいぜい日本刀の研磨ぐらいしか思いつかない学生を相手に、研磨が最先端技術であり、日常使っているものにどれほど研磨技術が貢献しているかを具体的に話すのである。例えば：

「研磨というと、今のハイテク時代にそぐわない、古くさい加工技能だと思いませんか？ 経験頼みの技で、大学で学ぶものではないと思いませんか？ 確かに、この研磨加工技術は、磨製石器を主な道具としていた紀元前 6000 年前後の新石器時代にまで遡るのですから古いです。メソポタミア文明のころです。日本には主として縄文時代に大陸から伝えられたと言われていています。しかし、“古い”イコール“古臭い”ではありません。研磨技術そのものは、いつの時代でも当時の先端的な超精密加工技術だったのです。現在、研磨が最先端の高性能デバイスなどを製作するのに不可欠であって、世の中にどんなに貢献していることか例を挙げて説明しましょう…」と。

キャンプに行ってテント張りを任され、石でペグを打った経験しかない旧石器時代のような学生も、研磨が人類の進歩に不可欠だった歴史を学習しなおしてはじめて、ものづくりのおもしろさに気づき、ようやく今日の CMP (Chemical Mechanical Polishing) 技術に関心を向けてくれる。

さて、本機関誌の巻頭言を依頼されて何をテーマに書こうかと思っていたところ、上述のように最近の学生はものづくりから逃げ腰になっていることが顕著で、ものづくりの大切さどころか、ものを造ることの楽しみや具体的プロセスを発想できない貧弱な技術者を世の中に送り出しているのではないだろうか、忸怩たる思いに馳せられた。もちろん直接ものづくりに携わらない先端技術の分野で活躍する技術者も多く、実際、コンピューター上でものができてしまう時代である。だからといって、ものづくりとそのプロセスを

知らない、すなわち、現場を知らないというのは大きな問題である。ものにはときとして不具合も事故も起こる。改善するにはもの造りで鍛えた“技と知”も必要になる。つまり、社会に貢献する技術には、歴史や将来を踏まえ、“もの”とそれを使う人間を理解したバランスのとれた”創る”技術者が必要と考える。

今回、この貴重な機会をいただいたので、改めて、研磨の歴史を紐解き、研磨技術の重要性を確認したうえで、手前味噌になるが、これからの産学連携の重要性について私見を混じえて言及させていただく。

ものづくりの起源と研磨

18世紀半ばのB. フランクリンの有名な言葉を引用すれば、「人間は、Tool-making Animalである」。様式化された道具の製作は人類のみに限られた特徴であり、自然の石ころを使って新しい道具を製作するようになったのは、百万年以上前に遡る。道具を作る道具の石器が考案されて以来、人間の手によって新しい自然、人工物を創り出すことが可能となった。これが加工の起源であり、これぞ人類初の技術革新だった。

打製の石斧で芋を掘り出す作業中に、その石斧の刃が擦れて研磨されていくことを経験し、磨製石器へと技術が進歩したともいわれている。これも飛躍的な技術革新であり、研磨の起源である。磨製出土品でよく目にするものに硬い貴石などの鉱物、金属、骨などを使った玉、鏡、農具、馬具、鉄剣、武具などある。右の写真は九州・福岡県にある“伊都国”の遺跡・平原一号墓から出土した硬いガラス製の勾玉である。今から1500年以上前に作られたもので、非常にきれいに研磨されている。当時の最高の研磨技術を使って、呪術・護符的な意味が込められた装身具の一つで権威の象徴でもあった勾玉が製作されたと思われる。因みに、平原一号墓は魏志倭人伝に記されている伊都国の遺跡であり、伊都国があったと推定されている地域には、現在、筆者の所属する九州大学の伊都キャンパスがある。



平原方形周溝墓出土品からガラス勾玉と瑪瑙管玉
(九州・伊都国歴史博物館出土品図録より)

技術の進歩

これは、好奇心旺盛な研究者、技術者あるいは利用者による不断の努力によって成し遂げられるものであり、それぞれの時代背景に関わることが多い。戦争に関わる兵器産業もそうであるが、それは別にしても技術が大きく飛躍する山があることが分かる。例えば、ルネッサンス期には、光学材料の研磨技術が発展した。ゲーテンベルグが発明した印刷技術によって多くの本が出版された結果、後天的に目の悪くなる人々が急増して眼鏡の生産

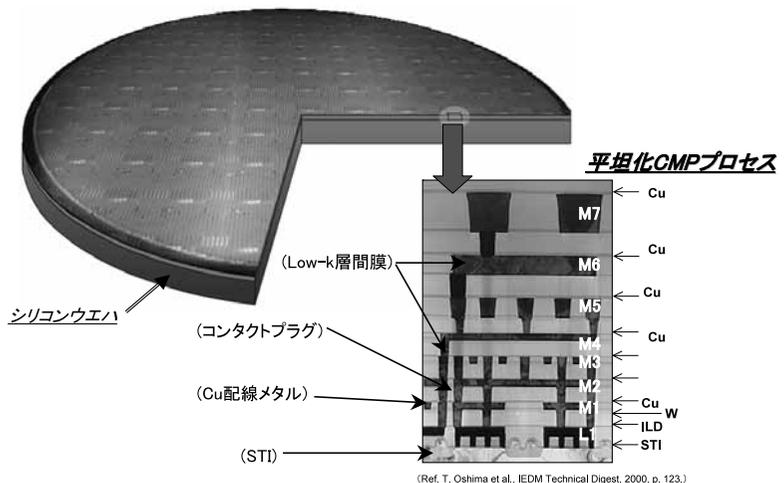
が増えたことによる。また、1600年代、メガネ職人などによる天体望遠鏡の発明により、高精度レンズ、プリズム、反射鏡などの研磨が要求されるようになり、研磨技術の高精度化が進み、産業を発展させる原動力となった。そして、20世紀最大の発明とされたトランジスタが1947年に発明され、ゲルマニウム、シリコンなどの半導体結晶を無ひずみに平滑鏡面研磨することが必須となり、これを契機に研磨技術は飛躍的に進歩した。ここで初めて、機械的研磨（ポリシング）から化学的作用を複合化させた、化学的機械的ポリシング（CMP）が出現したのである。この超精密CMPがなかったならば、今日のコンピュータはあり得なかったわけで、現在のオプトメカトロニクス分野のキーテクノロジーとなって今や大活躍である。

超精密研磨／CMP 技術の貢献

さまざまな分野でCMP技術が採用されているが、先端的部品であるデバイスの製作が典型的な例であろう。それ以外にも超精密の金型からオプトメカトロニクス分野までなくてはならないキー技術である。また、新しい革新的部品創造のために最も重要な技術の一つである。その例として、まず挙げたいのは、LSI用シリコンウエハ、ハードディスク、LCD用ガラス基板等の超精密CMPである。これらの形状精度と表面品位は飛び抜けて高度なものが要求される。また超LSIデバイスウエハの多層配線化における平坦化（プラナリゼーション）工程では、従来の技術ではその要求される高度な平坦化を達成することができなくなったため、既に脚光を浴びていた超精密CMP技術が1990年代から本格導入された。このデバイス化ウエハの平坦化CMP技術が適用された結果、高密度の高速デバイスが実現され、現在のパソコンもこの平坦化CMP技術を使ったデバイスを搭載している。右の図は、

CMPによって無歪みに鏡面加工されたシリコン単結晶基板上にデバイス化工程を経て、さらに平坦化CMPによって多層配線を実現した状態を示すものである。

CMP技術が貢献する分野としてほんの一例を挙げたが、次世代の独創的高性能デバイスの実現に向



シリコンウエハ上に超微細パターンを形成したデバイス化途中の外観写真とCMPによって形成したCu多層配線構造

けてさまざまな新奇材料が開発されつつある今日、研磨技術にさらに磨きをかけるべく研究開発に余念がない。近年では、研究開発のスピードもさることながら、熾烈な競争に勝ち抜き、新たなブレイクスルーを求め、産学官が共同で新しいデバイスなどの研究開発に挑戦する時代が始まっている。

もっとブレイクスルーを、そのためにもっと産学連携を

言うまでもなく工学とは、工業を反映させて人間を豊かにするための学問と位置づけられる。大学で学生との接触が主たる大学教員が、真の意味で工業の実態を知るのは難しい。企業を経験して大学で教えている筆者には特にそのように思えることが多い。筆者の研究室では、学生、スタッフを含め、企業や海外からの来訪を歓迎しており、こちらから出向くことも多い。お互いに情報交換をする中から産学共同研究が始まると思っているからである。大学側から言えば、間接的ながらも工業の動向および実態を知ることにより、今まで見えなかった研究開発課題を見いだすことができる。

工業の複雑化・複合化は一段と進み、解決すべき課題はますます多くなる。学会・研究会も活用し、裾野の広い幅広い人脈を持つことは非常に大切である。また、学術研究員・派遣研究員を採用して、多岐な研究活動を展開する中から課題を察知することが肝要であろう。話題になってから研究に着手するのでは間に合わないことが多い。大学で企業との共同研究を行うことは、学生にとってきわめて大きな意義があり、企業のエンジニアとのディスカッション、共同研究、研究会での発表、論文投稿などを通し、学生のエンジニアとしての原石に磨きがかかる。写真は、当研究室主催の産学交流研究会の一コマである。若き学生らは、国内外との産学共同研究をとおり、既存のものにこだわらない柔軟な頭脳に大いに刺激を受け、

時には我々では思いもつけない発想をする。彼らは日本の将来の工学研究を担うものであり、海外でも大いに活躍してもらいたく、このような学生が育つことを心から願っている。

産学連携の成果は、学生の成長になっても現われ、ご協力をいただく企業に深く感謝している。



研究室主催の産学連携交流研究会の一コマ
(2010年9月・福岡市JALシーホークホテルにて)