

『常識への挑戦』 これからも・・・

附属精密工学研究センター
名誉教授 山村 和也

1. はじめに

加工とは、目的とする機能を発現させるために、設計した通りの形状、あるいは物性を有する表面を創成することである。人類は、いかに便利で快適な生活ができるかという思いのもとに、多種多様な生産活動を行って発展し続けてきたわけであるが、その発展は加工技術の進歩が支えてきたと言っても過言ではない。有史以来、加工技術に対しては常に高品質化と高精度化が求められてきたが、現在では、半導体デバイスにおいて線幅 10 ナノメートルを切る超微細な回路パターンの形成に不可欠な EUVL (Extreme Ultra Violet Lithography) 露光機用の反射ミラーから半導体デバイス用のウエハ、身近な例では携帯電話のカメラ用の非球面レンズに至るまで、ナノメートル精度の形状とサブナノメートルオーダの表面粗さという究極の精度が加工技術には求められている。

ところで、材料を加工する場合、加工対象材料よりも硬い工具を用いて削ったり磨いたりすることが石器時代以来の「常識」となっている。その場合、脆性破壊や塑性変形を加工現象として利用するため、必然的にダメージが導入され、素材が本来有する優れた物理・化学的性質を損ねてしまう。また、工具が接触する加工であるために外部からの振動や熱変形等の影響により、工具の接触位置が変動して加工精度が悪化するという、いわゆる母性原理が作用するため、ナノメートルオーダの加工精度を恒常的に達成することは極めて困難である。機械加工において加工精度を向上させるには、装置本体の剛性、ワークテーブルの運動精度、工具の品質、温度環境等のすべてにおいて高精度化を図ることが「常識」として必要となる。その結果、装置価格や恒温室等のユーティリティが極めて高額になるだけでなく、取扱いの難易度も格段に高くなるため、製造現場に導入する際のバリアが非常に高くなってしまふことは否めない。したがって、これらの諸問題を解決するためには、既存技術を改良するだけでは極めて困難であり、従来の「常識」を打ち破る革新的な加工技術の開発が望まれている。

本稿では、従来の「常識」に挑戦してものづくり技術にイノベーションを引き起こし、社会実装に成功した経緯を紹介したい。

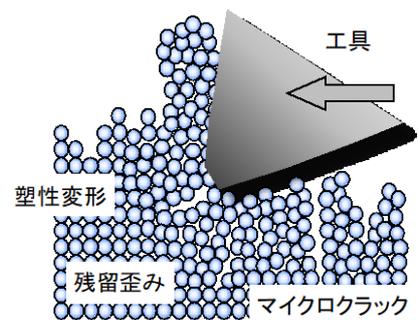


図1 加工の「常識」

2. 恩師との出会い

ものづくりが好きだったので、高校卒業後は大阪大学工学部の精密工学科に進学した。学部生時代はバイクが好きだったので、先輩とともに自動二輪部を作り、ツーリングやオフロードバイクレースを楽しんだ。4年生の研究室配属では、私の人生の恩師、森勇藏先生の研究室に入門した。研究テーマとして『大気圧プラズマを用いた加工技術の開発』が与えられた。1988年のことである。その当時『大気圧プラズマを用いた加工技術』は世界中を見渡しても例がなく、研究室のテーマになってからも2年目であり、若い助手の先生

(山内和人名誉教授)と1年上の先輩と共にほぼゼロからのスタートであった。新しいことに挑戦して道を切り拓いていくことは非常に「ワクワク」することであり、いっぺんにこの研究が好きになり、私のライフワークとなった。参考となる先行研究事例も研究費も十分には無かったが、時間と体力だけは十二分にあったので、「夢中」になって研究に没頭し、気がつけば空が白んでいることもしばしばであった。卒業後は修士課程に進学し、修了後は森研究室の助手となった。

森先生の座右の銘は「常識への挑戦」であった。研究者にとって最も大事なものはオリジナリティーであるが、それは「常識」を疑い、徹底的に追求した結果生まれる。もちろん当てずっぽうで疑ってもダメで、森羅万象、物の理をきちんと理解した上でないと既成概念を打ち破る独自の道は切り拓けない。誰も歩まないオンリーワンの道を進むことは不安であり、孤独であり、勇気がいるが、「研究が好き」で「夢中」になれたので不思議と怖くはなく、むしろ楽しめた。20代はがむしゃらに研究に打ち込み、徹夜明けで帰宅すると入れ替わりに家内が出勤することもあった。34歳で学位を取得してからもなお装置開発に明け暮れ、学者にとって最も大事な論文がなかなか書けなかったが、この時の経験と蓄積が40代以降の「判断力」、「決断力」、「実行力」の礎になった。恩師から薫陶を受けた「常識への挑戦」は今や私の座右の銘である。

3. 世界最小サイズの水晶体デバイス（共同研究と社会実装）

大学の工学部はものづくりのイノベーションを起こす技術を開発し、それを社会実装することで人類の発展に貢献する使命を負っている。30代の頃から企業との共同研究による技術移転を積極的に取り組んできた。当初はなかなか成功を収めることはできなかったが、大学のみでの研究では味わえない、「事業化」を目指した「緻密なスケジュール設定と管理」を行い、「短期での目標達成」を目指す姿勢を学べたことは、新鮮であり良い経験となった。しかしながら、あくまでも大学は真理を追求し、目標を達成するまでは気が済むまでやり続けることで社会貢献できるオンリーワン技術を完成させる立場であり、その信念の下、ブレないように研究開発を続けた。

2011年にある企業と共同研究を開始した。テーマは「水晶振動子」を作製するための「水晶ウエハ」の厚さ分布をナノメータの精度で均一にするというものである。従来の工法ではもはや限界に達しており、我々が研究してきた「プラズマ加工技術」を適用することでブレークスルーを起こすという、「常識への挑戦」が始まった。企業の方々、学生諸君も一丸となって研究開発に取り組み、50 mm 角の水晶ウエハ全体における厚さのばらつきを2 nm以下にすることに成功した。そして、2017年には世界最小サイズの水晶体振動子の量産を可能とするゲームチェンジャー技術の開発に成功した。オンリーワン技術がナンバーワン技術になったのである。そして今や誰もが持っているスマートフォン、スマートウォッチ、タブレット端末等に、我々が開発した「プラズマ加工技術」を用いて製造された水晶振動子が多数搭載されるまでに至り、IT社会の発展に貢献できたことは大変感慨深い。はからずも本技術の開発とその実用化の功績により 2024年

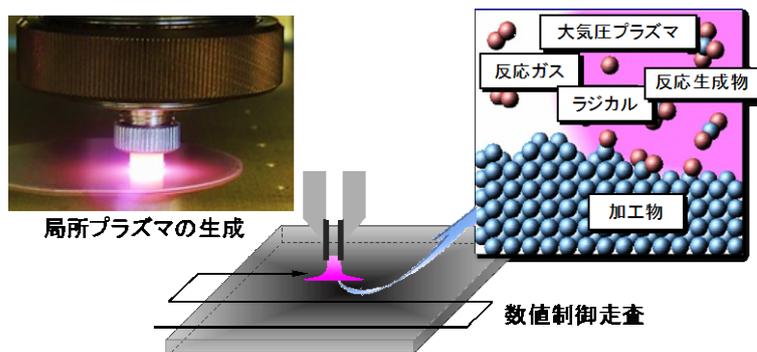


図2 大気圧プラズマを用いたナノ精度加工プロセス

(令和6年)春に紫綬褒章を受章することができた。ご指導をいただいた師匠、先輩方、苦楽をともにした学生諸君、企業の方々に改めて深く感謝を申し上げます。(ちなみに学生時代に直接指導いただいた兄弟子の山内和人名誉教授も2023年春の紫綬褒章を受章し、同門から二年連続の受章となった。)

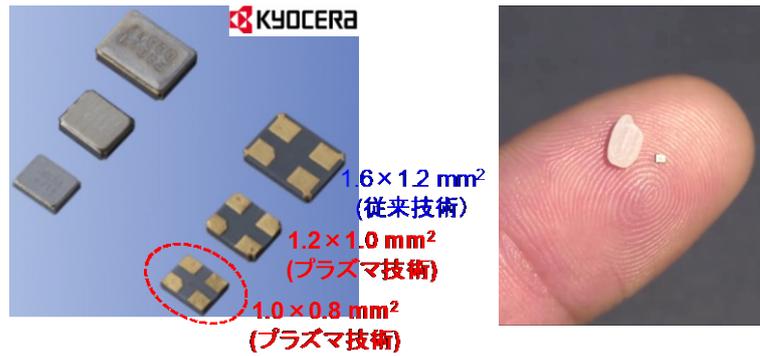


図3 世界最小サイズの水素デバイスの量産を実現

4. これからも・・・

最近学生が研究においてチャレンジな提案をしてきた。「こんな材料に対してこのようなやり方を適用すればうまくいくと思うのですがいかがでしょうか？」というものであった。これまでの私の経験と知識から、「そんなんあるか！」と即座に言い放つ直前で言葉を呑み込んだ。なぜなら彼が提案してきたタイミングは、ちょうど「常識への挑戦」をモチーフにエッセイを書いている時であったからである(本文章ではない)。これまでの私の「常識」では全く成果が期待できない提案であったが、一呼吸置いた瞬間に頭がぐるぐるっと回転した！ひょっとしてこういう反応が起きたら構造がこんなふうに変化して・・・いけるかもしれない！座右の銘であるはずなのに情けない。老化であろうか？私は矢沢永吉の「にわか」ファンで、2年前からコンサートツアーに参加している。今年のコンサートでの永ちゃんの一言、「年とるってのは細胞が老けることであって、魂が老けることではない！」。響いた。私にとっての「魂」は「常識への挑戦」である。これからも魂を老けさせることなくチャレンジし続けていきたい。

(精密 1989年卒 1991年前期)