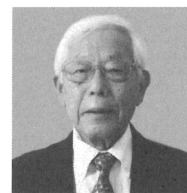


## 若手技術者へ贈る言葉

## 夢をかなえる



田中克敏

私の間違っていなかったと思われる 60 年間の企業での取り組みをお話することで若い皆様の何かのお役に立てればと思います。

工作機械メーカーに勤務して 2021 年 4 月で 60 年になる。最初の 15 年間は機械産業の拡大を受けて欧米の工作機械の模倣から脱却し、独自の技術の確立と NC 化が進む中、生産技術者として研鑽してきた。1977 年からの 45 年間に社内ベンチャーとして立ち上げた超精密工作機械の事業化に取り組んできた。幸い、当時は全く想像もできなかったレーザプリンタ、液晶ディスプレイ、CD、DVD、デジタルカメラ、LED、スマートフォンなどの新しい産業が生まれ、これらに貢献することで大きく発展してきた。

1961 年 3 月に熊本大学工学部機械科を卒業し、工作機械メーカーに就職することになったが、前年の 4 月に各社から求人案内が寄せられた。クラス会を開き、お互いの希望企業がダブらないよう各自に 4~5 件の求人先を分配した。振分けられた企業から 4 月末に面接の案内が届き、後藤治平先生から「ホブ盤など大型の工作機械を作る立派な会社だよ」とのアドバイスを受け、5 月初めに訪問し、面接と健康診断を受けた。大学に戻ると既に内定の通知が届いており、将来の方向がほぼ決定付けられることとなった。

近年のようにインターネットで会社情報を入手し、幾つかの内定を得て吟味したうえで就職先を決めるような知恵も余裕も社会の状況でもなかった。

大学での工作機械を使用した実習や卒業研究での経験から面接時に工作機械の現場での勤務を希望し、大形工作機械の部品を加工する部門に配属された。プレーナ、立旋盤、横中ぐり盤や部品の大きさに圧倒されながら加工方法の立案、治工具の設計、設備機械の修理・改造、不良対策などを手がけ、一年間に 500 枚以上の図面を描き、理解不足や図面ミスで沢山のオシャカを作った。描いた図面の結果が 10 日後には形になり、評価される。このようにスピードが求められる現場での仕事の進め方は習得も早く、その後の技術者としての大きな礎となった。図面や文献から得られる情報に比べ、現場で得られる情報は視覚、聴覚、触覚、臭覚と圧倒的に多く、研修の場と

して現場に勝るものはないと思う。

その後、設計部門、組立部門を経験し、再び、機械加工部門で生産技術、生産管理、設備計画と仕事の幅を広げ、1976 年までの 13 年間で過ごした。

この間、設備機械として現在の 5 面加工機の基礎となったプラノミラを開発し、多くの新しい機構を考案したが、テーブルの送り機構として開発した静圧ウォームラックとラックの加工専用機は 48 年を経過した今でも世界一との評価を得ている。

このように生産技術者として経験を積み上げ、管理者として 80 名のスタッフを抱えることになり、業務は客先対応、社内調整、労務管理など技術とはかけ離れたものであった。入社して 15 年が経過すれば、客観的に自分の能力、適性を判断することが可能であり、技術屋として生きることを決断した。

工場の所在地である沼津は愛鷹山、富士山、南アルプスが近くにあり、駿河湾に面している。大学時代には阿蘇山で登山を楽しんでいたこともあり、入社後、直ぐに山岳部に入部し、日曜日しか休みのない時代に年間 50 日程登山を楽しむようになった。

良き指導者に恵まれ 1967 年までの 7 年間、大きな事故にも合わず厳冬期の富士山、南アルプス、中央アルプスや夏場の穂高連峰、剣岳でのロツククライミングを楽しんできた。

また、1963 年から良き友を得てヨットを始め、50 年以上続けているが、このような自然を相手にした遊びを通して得られた計画性、観察力、状況判断、体力は仕事を進める上でも大切な資質となった。

1970 年から 1980 年にかけて津和秀夫先生、小林昭先生、谷口紀男先生らが機械産業のレベルアップを牽引する技術として超精密加工の必要性を力説しておられた。これに感銘を受け、超精密加工に取り組むことを決断した。しかし、1977 年時点では超精密加工技術を必要とする産業はなく、空気静圧スピンドルや空気静圧案内の開発、これを使用した単結晶ダイヤモンドによるアルミ合金の鏡面加工、評価するための計測装置、精密な恒温室など超精密加工のための環境の整備を行ってきた。

空気静圧軸受を用いたアルミ合金の光学的鏡面

加工(面粗さ・平面度を必要とする鏡面)がレーザプリンタのスキヤナ用ポリゴンミラの加工に適用されることになり、1981年にポリゴンミラ加工機を開発した。ポリゴンミラ加工機はホルダに複数枚のワークを重ね、空気静圧案内の上の割出しテーブルにセットし、ベルト駆動の球面空気静圧スピンドルにカッタを取付け、単結晶ダイヤモンドバイトでフライス加工することで光学的鏡面を得る構造とした。カッタには荒、仕上げと複数個のダイヤモンドバイトが半径方向にずらして取付けられており、1パスで目的の鏡面が得られる。送り速度は250~500mm/minと生産性は高い。

40年が経過した現在もレーザプリンタは全プリンタの売上高5兆円の85%占めている。

多くの超精密加工機を開発してきたが、機械の様子は顧客から「この部品を加工する機械」と提示される。

機械の様子が提示されてから主要な要素を開発するのでは性能と納期を担保することができず、前々から機械を想定して開発しておくことも不可能である。このため、基本要素である空気静圧スピンドル、V-V すべり案内、有限形 V-V ころがり案内、リニアモータ駆動、縦形 V-V ころがり案内、空気静圧テーブルなどを準備しておくことで対応してきた。さらにこれらを製作するための高精度加工技術、きさげ、ラップの技術、計測器・計測技術の積上げも欠かせない。

1980年以降、コンピュータの記録媒体として磁気ディスク装置の需要が拡大し、構成部品である磁気ヘッドの需要が見込まれた。磁気ヘッドはフェライトのブロックから切断、研削、接着、研磨などの工程を経て製作され、素材の95%が切くずとなる加工密度の高い部品である。この市場をターゲットに空気静圧スピンドル、空気静圧案内、高分解能スケールを用いた超精密スライサを開発し、磁気ヘッドメーカーでのテストの結果、性能的には満足できるものの価格、サイズは1/2以下という条件が提示された。

1984年、要求通り価格、サイズ1/2のCNC超精密スライサを開発した。機械の構成はクリープ研削を行うX軸はV-Vすべり案内で運動精度は $0.3\mu\text{m}/400\text{mm}$ 、Y、Z軸は位置決め軸であり、リニアガイドとし、 $0.1\mu\text{m}$ のスケールフィードバック、砥石軸は誘導モータをビルトインした空気静圧スピンドルで回転数 $12000\text{min}^{-1}$ 、心振れ $0.3\mu\text{m}$ とした。テストの結果、高い評価を受け、大量の受注につながった。超精密スライサは日々微細化、高精度化する磁気ヘッドの生産に貢献し、1990年までの6年間に約1200台を納入してきた。超精密スライサの成果から社内でも超精密加工

が認知され、課から部、事業部へ発展する推進力となった。

1975年に米国で超精密CNC旋盤が開発されたがこれは制御分解能25nmのNC装置が開発されたことによる。これによりNC制御で軸対称の球面、非球面、放物面の超精密鏡面加工が可能となった。当時、日本でもCDのピックアップレンズの需要が生まれており、これらの機械が導入された。

1984年、筆者らもこれらの需要を捉え、これまで積上げた空気静圧スピンドル、空気静圧案内、レーザ干渉計、パソコンNCで制御分解能10nmのCNC超精密旋盤の試作を試みたが空気静圧案内の剛性不足によるかじり、大気中を走るレーザビームの揺らぎ、制御装置のバグなどで製品には至らなかった。

問題となった案内の剛性不足には有限形V-Vころがり案内、ワーク主軸に同期モータ駆動のコンパクトな円筒型空気静圧スピンドルの開発で対応し、商品化された分解能10nmの制御装置、最小目盛10nmの光学スケールを導入し、1991年に2軸制御の超精密非球面研削盤の開発に成功した。

CDのピックアップレンズ、レーザプリンタの $f\theta$ レンズ、カメラ用の非球面レンズと徐々に市場が拡大し、2000年以降、スマートフォン用のカメラ、セキュリティカメラ、車載カメラと膨大な新しい非球面レンズの需要が生まれ、超精密非球面加工機の制御軸数も2~5軸(X、Y、Z、C、B軸)と拡大し、プログラムの指令単位も1nm、0.1nm、スマートフォン用非球面レンズ金型の形状精度の保証値に至っては30nmが求められており、国内外での納入実績は900台を超える。

このような多機能、加工精度の向上、安定化の要求に対してC軸機能を有するワーク主軸は多孔質絞りをを用いることによって精度・剛性の向上を図り、直線軸は推力が大きく、発熱の少ないコア付リニアモータ駆動とし、直線軸の停止時の位置偏差量は0.5nm、加工ブース内では $\pm 0.01^\circ\text{C}$ の温度制御を行っている。

大量生産が求められるスマートフォン、セキュリティカメラの非球面レンズは金型を用いた樹脂の射出成形、ガラスの加熱プレスで製作されている。一方、高付加価値製品である高級カメラ、業務用テレビカメラ、計測器などで使用されているガラス非球面レンズは研削で生じたマイクロクラックを研磨で除去しているが研削行程で得られた加工精度を損なってしまう。超精密非球面研削盤が実現した現在、研削のみでマイクロクラックの生じない研削方法を実現するのが筆者の長年の懸案である。

たなか・かつし: 芝浦機械株式会社