

(2019年5月17日ご講演)

中小企業だからグローバルマーケットで世界トップに挑戦できる ことと、その楽しさ

株式会社小松精機工作所 専務取締役 研究開発部部长
株式会社ナノ・グレインズ 代表取締役社長
小松 隆史 委員

会社概要 (スライド2、3)

弊社は長野県の諏訪にある。諏訪といえば東洋のスイスと、いまだに教科書に書いても
らっている。まだ東洋のスイスと言っていいのかなとは思っているものの、そのブランドをやは
り活用していきたいと考えている。

弊社は1953年に設立して、私の祖父の代から始まった。現社長は私のいとこで、創業者
の孫に当たる。会社は茅野駅と上諏訪駅のちょうど真ん中ぐらいにあるのだが、初めは小
さい工場から始まって、だんだんエリアを広げてきた。現在従業員が320人いて、ここ約
10年で倍ぐらいに増えている。また海外拠点としてはタイに工場があり、2002年に工場を
スタートして、700人にまでなった。

小松精機工作所の基本方針は、従業員と家族の生活を支えるということ。それから、測
定できないものは加工できないということで、会社の文化として測定器に投資をしよう
ということをやっている。中小企業ではあまりない方向かと思う。

分野を広げるときには、真ん中にハチの巣を作ってから周りを広げていくハチの巣戦略
でやっている。そのような中でいろいろな研究開発をやってきて、材料の研究や粉末の研
究、磁界式のセンサーというものを開発しようと進めてきた。

自己紹介 (スライド4)

私自身の紹介であるが、現在、小松精機工作所の専務と研究開発の責任者、医療機器展
開のためにつくったナノ・グレインズという会社の代表取締役をやっている。また、イギ
リスに留学していたときに、製造業とまったく関係がないアーティストの交流をする会社
をつくるのを手伝って、いまだにアドバイザーとして残っている。欧米では中小企業の役
員がアーティストのサポートを結構しているので、いろいろな方と知り合える場になって
非常に助かっている。

1971年生まれの現在47歳で、東京電機大学の工学部でエンドミルの解析をメインでや
ってきた。切削の切り粉を見るのが大好きである。卒業後、英語が話せないと困るからと
いう父の勧めでアイルランドへ行き、その後ロンドン大学の準備コース、キングス校の経

営学修士のコースに入ったが、最後に統計学のテストを落として満期退学。このあたりでいろいろ失敗をしている（笑）。

帰国後、小松精機工作所に入って、最初の仕事として自動車産業の QS9000 とコアツールの英文をすべて翻訳しろというので翻訳をしていたが、終わるころに日本語訳が出版されるという、いろいろ効率の悪い仕事をしてきた（笑）。その後、材料の研究をしたり、物質・材料研究機構に行かせてもらったり、いろいろ研究をやっていた。そのうち母校の東京電機大学の先生に、研究をやっているのなら満期退学の学業のリベンジをしたらどうかと勧められた。マスターより上は博士だぞと。ただ時間がないので論文博士でやれと。あれほど論文を書かなければいけないとは思わなかった。全部で 6 本書くはめになった。それでも非常に楽しい思いをさせてもらった。

それから会社を立ち上げて、2016 年に EY アンタレプレナーオブザイヤーの長野県代表として全国大会に出させてもらった。そのときは、初の優勝者であるエアウィーブの社長さんが出てきた。プレゼンに浅田真央さんが登場して、これは絶対に勝てないと思った（笑）。

いろいろやるのが非常に好きな人間なので、「後先考えずにやるのがイノシシ年だね」と言われる。産学官研究をやってから事業化に努めるのが好きで、いろいろなところと連携研究をして、「やはり中小企業でも研究開発部門を持っていないといけない」とお客様に言われたことがきっかけで、2013 年から小松精機工作所で研究開発部門の立ち上げをやってきた。

創業家（スライド 5）

小松精機工作所の創業家ということで、創業者は私の祖父の小松勇になる。勇の息子に長男、次男、三男といて、長男の小松剛相談役が二代目の社長だった。次男の故・小松道男副会長は経理部門を担当し、三男の小松誠会長、私の父が技術・工作部門をやってきた。それぞれ男の孫が 1 人ずついて、社長の小松滋は営業スタッフ部門を、専務の小松紀夫は総務・経理、タイ工場の責任者を担当しており、私が技術関係と情報システムの関係を統括している。

会社沿革（スライド 6、7）

1953 年創業当時は、時計の組み立てから始まった。祖父と小松剛で始めてきた。大和工業（現在のセイコーエプソン）の山崎久雄氏から会社を作って手伝ってほしいかという話をいただいて進めたのがきっかけである。諏訪市角間町のプレハブ小屋で、資本金 20 万円、工場面積 12.15 平米から始めた。時計の香箱という部分の芯を組み立てるところからスタートし、1965 年には年産 300 万個まで成長してきたのだが、第一次証券不況で時計の売り上げが一気になくなって工場を縮小せざるを得なかったという経験をしている。その

後、1970年代になってから、小松剛の弟、道男と誠が入って金型部門を構築し、4人で体制を整えてきた。

1970年代の後半に、「時計のビジネスは成長し切っていてこれ以上先がないので、自助努力して営業するよう」、お客様から話をもらった。これも結構早く言ってもらえたので、我々は動くことができた。その当時は大変だったと言っていたが、むしろ今は言ってもらったことに非常に感謝をしている。

時計の技術をどこかに使えないかということで展開していったのが、フロッピーディスクやハードディスクドライブのサスペンションの関係である。この関係のプレス加工のほうに展開することができて、当時PC9801というNECのパソコン向けに100%やらせてもらった。そのときに、やはり日本の国内市場、IT市場の大きさを初めて知った。ただ、時計の苦しみがあったものであるから、このITもいつまで続くか分からない、海外へ行きそうだと。実際にお客さんは海外へどんどん工場をシフトし始めていたので、この技術をどこかに展開できないかということで自動車部品への展開を始めた。実は最初は、時計の品質管理を生かしてほしいということで、技術よりもどちらかということ品質管理が注目されて自動車部品を受注した。私が入社したのが1999年で、自動車部品がだいぶ増えてきていた。祖父が亡くなっていたので、6人で分野を分けて進めてきた。

基盤技術の応用と展開

我々は腕時計の部品製造技術をDNAとする会社ということで、やはりこれを守っていきたい。腕時計の加工領域というのは非常に小さな分野であるが、いろいろ活用できるところもある（スライド8）。せん断、孔抜き、絞り、曲げ、これらの基本的な加工技術をどこに生かせるかを考えて、一つのコアとなる技術から周りに肉付けして、ハチの巣のように展開していこうとしている。

例えば、プレス加工とレーザーの溶接技術をうまく展開して、この2つを合わせることによってハードディスクドライブのサスペンションをプレス加工できるようになった（スライド9）。当時はとにかく数に対応しろということで金型納期1年でも待ってもらえたが、ムーアの法則にだんだん追い付けなくなってきて、エッチングからプレス加工に来たのだが、またエッチングに戻ってしまった。製品寿命が短くなって金型を作っている余裕がないので、最終的にはエッチングでやって、曲げ加工だけプレスでやろうと。それを海外でやるという方向にお客さんが変わって行ってしまって、一度取り返した市場をエッチングにまた取られたというような経験をした。

それから、光ピックアップのサスペンション（スライド10）。この部品はソニーの初代プレスレーションに使われていたすごく細い幅が85ミクロンバネで、板厚80ミクロンのものをプレス加工する。上下4本のバネでレンズを支えて安定的にデータを取り出すというもので当時好評を得ていた。それが他の国のほうに行くと、お客さんのところにしばらく

は輸出品が流れていたが、あるときピタッと止まってしまった。何が起こったのかお客さんのところに行ってみたら、お客さんが 85 ミクロンのワイヤーを買ってきて、それをハサミで切って金型の中にセットしてモールドしたらできてしまうと。「すいません。高度な金型技術は要りません」と言われた。やはりいくら金型の高度な技術を持っていたとしても、生産技術の改変によって一瞬でなくなることを経験させてもらった製品になる。だから、今でもこの製品を飾って、金型技術だけ高度化していても売れないことはあるんだぞと、教訓にしている。

今、弊社の売り上げの約 45%を占めているのが、実は自動車燃料噴射ノズルになる（スライド 11）。この自動車燃料噴射用オリフィスは、1992 年以降の環境規制に伴ってキャブレター方式からインジェクター方式に代わってきたが、放電加工からプレス加工に変更することでコストを 100 分の 1 ぐらいにした。当時 1 万円のコストがかかったものを 100 円以下でできるようにした。インジェクターという、ガソリンエンジンのバルブのちょうど上にあってガソリンを吹くところで、ガソリンを吹くと霧状になる。この先端部分にオリフィスというのが付いていて、穴が 1 つから 12 個までといろいろなタイプがある。穴が 1 つのものはアメリカの芝刈り機に、12 個のものはプリウスやクラウンの直噴エンジンの点火時のインジェクターとして使われたりする。今、世界シェアの 35%ぐらいを占めていて、日本国内では 8 割は弊社の物を使ってもらっていると思う。

穴の角度が特徴的で、斜めにプレス加工する（スライド 12）。これは弊社の特徴で、通常プレス加工は縦にやらなければいけないところを、斜めの穴を開けるというのが特殊な技術である。どのようにやっているのかは秘密にしているが、斜めの穴を開けることによって斜めの噴射を実現している。穴が小さくなればなるほど微粒化が進むのでガソリンが燃えやすく排ガスもきれいになるため、この製品でエネルギーや環境に貢献させてもらっている。ガソリンの効率化方法には高圧化もあるがポンプを造らなければいけないし、排ガスのほうをやろうとすると白金を使わないといけないなど、いろいろ課題が出てくる。この穴を増やす方法は弊社には負担が掛かるが、コスト的には一番安いということで評価をいただいている。

私がこのインジェクターを担当していたが、あるドイツ車メーカーから角度 20 度で噴射できるように設計してくれと頼まれて金型を造った。この時、開きで 20 度だったものを片側 20 度で設計してしまった。噴射の角度が 40 度になる。40 度は造るのが大変で、「うわー、できた」とお客さんのところに入れたら、お客さんから電話が掛かってきた。「これ、何度で造ったんだ。どう考えても 40 度だぞ。うちの要求は 20 度だが、どうする」と。もう真っ青になった。お客さんから「とりあえず付けてみるから、駄目だと思うが一晩待て」と言われたが、その日の夜は眠れなかった。金型 1 個造るのに一千万円近くかかっていたからである。死んだ思いだった。次の日に連絡が来たら、「金型をいじるな。このまま使おうと思う。俺たちの図面を直すからそのまま生産しろ」と。何が起こったのかと聞いたら、「おまえの設計のほうが、結果が良かった」と。ドイツのエンジニアというのは非常に

すごいなと思った。最近「この車の燃費向上は私のおかげだ」と言っている（笑）。二度とこのような失敗はしないと思ったが、このときは救われた。このようなこともいろいろ経験している。

金型を造る技術を切削加工にもやはり応用している（スライド 13）。中小企業で加工分野に特化することはあると思うが、弊社はプレスだけではなくてやはり金型をつくるので、その切削加工を量産分野へ展開しようと、ディーゼル関係もやっている。マツダのスカイアクティブなどにも使ってもらって供給している。

ここまで話すとエンジン関係ばかりで、「この会社、このあと大丈夫か」と不思議な空気になる。地元の展示会に出ると、「エンジン以外の仕事は何かあるのですか」と、学校から話を聞いてくるよう課題を与えられた小学生に質問される。これは何か話せるようにしておかなければ本当にまずい、地元から就職してもらえなくなってしまう会社になると思っていた。

諏訪地方の企業が置かれている環境変化（スライド 14）

諏訪の周辺企業は、時計とカメラとオルゴールというところから来た。だが、時計は市場が飽和して海外拠点に行ってしまうと、カメラは携帯電話で撮るのが当たり前になっている。この間もプレゼンテーションで「うちのカメラで最新の高性能製品は iPhone です」と言ったら、「やっぱりそれが一番なのか」と言われてしまった。オルゴールに関しては完全に嗜好品になってしまって、35 万円のオルゴールも売れはするが、地元が潤っているかという、そのようなことはない。

地方の企業が置かれている環境変化（スライド 15）

もともと諏訪のエリアはピラミッド構造になっていた。当時このピラミッドが生きていたときには、横の関係につながるのが非常に嫌がられた。弊社創業者の時代に、外で他の会社の人と飲んでいると、お客さんの発注担当者から呼び出される。どこでどうつながっているか分からない。「おまえら、昨日何話していたのだ」と全部報告させられた。下請法がない時代なので許されたような感じであるが、今このような状態になってしまって、中小企業はこの後どうすればいいのかと。

諏訪エリアは基盤技術を持っていたので、それを自動車や医療機器、コンピューターに入れられたので良かった。ただ、それが今では、物流の国際化、インターネット、携帯電話、さらに自動翻訳と。最近中国の方とやりとりすると、わざわざグーグルで翻訳した日本語をきちんと付けて送ってくれる。コミュニケーションにあまり困らなくなってきたら、昨日もある通訳の人と話していたら、「私たち、もうすぐ失業しそうですね」

ど、どうすればいいでしょうか」という相談を受けたりした。さらにそこに 3D プリンターまで来ているので、中小企業はどうすればいいのだろうと。

シリコンバレーをみての感想（スライド 16）

その答えを知りたくてシリコンバレーに 2016 年に行ってみた。経済産業省でそういう企画があるということで行かせてもらったが、向こうに行ったら自動車以外の日本製品は全然ない。

テスラのボディーを見てみたが、このようなものでいいのかという溶接でバンバン走っている。カバーを掛けてしまえば全然見えないだろうと。あ、そうなのかと。その代わり、ディスプレイだけは情報満載で、ここでお客様の求める価値はまた違うのだなという印象を強く感じた。2016 年当時、移動する 30 分の間に 100 台のテスラを見てしまったので、これは電気自動車についてももう少し考え直さなければいけないなど。

仕事が来るかなと思ったら、現地で 50 人規模の中小企業が非常に増えていたのに驚いた。シリコンバレーに来て仕事が取れない、どうすると。向こうからも出てこないし、向こうで試作をやれば中国や台湾に発注する。彼らは自動車部品メーカーだけではなく、家電メーカーからも仕入れようとしていたので、競争に勝てない。

さらに、電気自動車の充電スタンドは無料で使用できて、ディスプレイも情報満載で、座れば今日はこのようなところはどうかとレコメンドまでしてくれる。自分で考えなくてもいいようになってきてしまった。エネルギーで稼がない、情報通信で稼ぐという戦略。テスラは自動車として見るのではなく、乗れる携帯電話と見なければいけないのだなという印象を強く持った。

そうなったときに、我々パーツサプライヤーはどのようにやっていったらいいのか。シリコンバレーには、床が油まみれになっているような日本風の町工場が結構あったことに驚いた。これでは日本に来ないわけだと。試作段階ですぐに商品化できるインフラもあるし、高い技術・高品質を高価格でといったものづくりは日本以外ではそぐわないし、この先どうやっていくのかと強く感じた。

地方の企業が置かれている環境変化予測（スライド 17）

さらにお客さんの環境のほうでは、時計が Apple Watch になって、燃料電池車もあって、パソコンがタブレットになって、さらに医療機器も da Vinci（ダ・ヴィンチ）がどんどん増えていって、人間の医者よりもロボットのほうが信用されてしまうような感じになってきたらどうしようと。携帯音楽も音楽を運ぶのではなく、画像、映像を運ぶような形の変革になると、やはり我々ができることがどんどん変化してくるので、どうしようと。EV・自動運転・ネットワーク化と Iot が来て、リアルマネーが来て、仮想通貨もあって、貿易の

保護主義があつてとなると、どうやって考えればいいのかと。もう自動車はインフラ化して、IoT とインダストリ 4.0 は究極のボトムアップで、現場の情報が一瞬で入ってくるようになってしまっている。仮想通貨も出てくると、いろいろなところから調達できるのかなという思いと、気候変動や保護主義などになると、意外とローカルというかドメスティックというのがまた重要視されるようになってきてしまうのかなと。これらに対応していくときに我々が持っている資産は何だと考えた。

地方中小企業の実態 (スライド 18)

このとき、「ひと (人数、能力、知識、経験、情熱など)」、「もの (設備、測定、搬送、通信など)」、「かね (資本、信用枠、金融・会計知識など)」で考えると、中小企業には足りないところが多い。

地方の中小企業は、経験と情熱だけはむちゃくちゃ持っている。ものに関しては、通信と輸送はインフラ化してきているのでほぼある。だが、人数が少なく、人口がどんどん減ってきている。諏訪においては 2030 年には 25%人口が減るという指標もあるので、新しい人を雇うのが非常に大変になる。良い人は皆大手に行ってしまう。中小企業に来る方の能力はそれほどでもないし、知識もあまりない。設備、測定もあまりない。資本、信用枠、金融・会計知識のあたりは全部不足しているので、やはり何とかしなければいけない。

だが、これらを補う方法が出てきているので、現状は悲観的にならずに積極的にやっついこうと。人数、能力、知識のところは、産学官連携で先生方に助けてほしいとお願いしに行く。設備、測定に関しては、地域内で持っているところに借りてうまくやればいい。お金がないというところは、低金利でもっと銀行から借りてもいいのではないかと思っている。クラウドファンディングや仮想通貨で調達することもできるのではないかというところを考え出している。

特にクラウドファンディングは、最近試作品を造るときに応援してくれる方がいる。先日も岩手県の中小企業と靴べらを造るのにクラウドファンディングのようなことをやった。30 個造るのに大体 30 万円かかるということでお願いをしたら、すぐに資金が集まった。加工経験も得られるからとやっていたのだが、あるセキュリティー会社から株主総会で配る靴べらを造ってほしいという依頼が来て、トータルとしては仕事ができるようになった。やはり動いていると、そのようなことができてくる。

地方中小企業における命題 (スライド 19)

中小企業が生き残るためには、ダーウィンではないが変化に対応することが必要。今のビジネスがずっと続くかという、弊社も本当に変わり続けているので、変化するとしか言えない。あるとき京都の和菓子屋に、「いいですね。同じ製品を造っていて」と言ったら、こう言われた。「確かに製品は同じだけれども、入ってくる原料が変わるからこちらは大変

なんですよ。飽きられてしまうので新しいものを造らなければいけないし」と。やはり環境は変わっているのだと。

次の予測ができればすごく楽だということが分かってきた。次が見えないのが一番怖い。そのため弊社では、学会に参加して学会をフル活用しようと今やっている。新聞記事では将来的なものはなかなか確認できないところがあり、新聞に出てきたことを始めるのではもう遅い。先ほども加護野先生とのお話で、5割の人が賛成しているときにはもう遅いと。やはり反対が多い段階で始めないといけないのかなというところで、学会なり自分たちと組めそうなところと組むのが一つの戦略かと思ってやっている。

実績（連携先と研究内容）（スライド 20）

2002 年から 23 の大学・研究機関と連携して共同研究をいろいろやってきた。中小企業の中では非常に多いほうだと思っている。連携以外で付き合いのある大学もあるが、どちらかというと飲み仲間が多い。そういうところと情報交換して連携につなげていくのが一つのやり方になっている。

ただ、最初は研究を進めるに当たってお金がなかったのが、地域新生コンソーシアムや経済産業省の補助金については積極的に活用させてもらった。それまでは補助金に頼らない経営をするということで一切申請を出していなかったが、方針を大きく変えた。ほかに使われるぐらいだったら自分たちのほうがもっとうまく使えるかもしれないという思考に変えて、補助金を我々の投資と思って使おうと。

社内では、これは補助金でなくアクセラレーションをするお金だと言っている。300 万円の予算があったら、3 分の 2 補助で 900 万円にすることができるツールとして考えようと言って、補助金申請をやっている。申請は若手にやらせているが、事業計画から何から全部書かなければいけないので、若手にそういうものを教えるには非常に良いツールだと思う。ただ最近、私は補助金申請が好きなのでやろうとすると、「やらせてもらえない」と部下が怒るというジレンマが出てきている（笑）。

高度な超精密プレス加工を実現するための影響因子（スライド 21）

では、高度なプレス技術を実現するためにどうしていくかという戦略を考えたときに、「人」、「品質管理」、「測定技術」、「金型設計」、「金型加工」、「プレス機周辺機器」、「金型材料」、「材料」という影響因子で考えようよと。競争力を付けるためには、どこまでを社内要因として近くに取り込めるか。もう一つ、対応力を付けるためには、ある項目に対してどこまで原理・原則を追求していけるか。知っていれば自分たちの競争力になるというか、自信が持てるということで、各分野の学会に出て行こうと進めてきている。

外部要因として一番遠くにあるものが「材料」で、部品加工をしている以上はやはり材

料のことをきちんと知っていなければまずい。当時、社内では私の父がほとんど担当している状態だったので、事業承継で考えると、その部分を自分は担わなければいけないということで、材料をもっと知るためにいろいろな勉強を始めてきた。

超微細粒鋼の展開（スライド 22）

そのときに出会ったのが超微細粒鋼という、金属の結晶を細かくして高強度化をしようという技術である。物質材料研究機構でやっている研究だったが、いろいろ当たっていくうちに面白そうだ。当時は、「強度が上がる＝加工しづらい？」という気持ちがあったので、これなら自分たちのテーマになるものが何かあるのではと参加させてもらった。製品自体の成分は変えずに、加工で展開できるところがまた魅力で、対応できる内容だということから始めた。

研究をしている面白かったのが、強度が上がると、加工したときの品質が良くなったり、バリが少なくなるということが分かってきた。マイクロ加工をしている注射針や腕時計の部品では、バリを取るために非常にお金をかけていて、バリがなければ儲かるのにと。やはりお客さんからのクレームも、BKD（バリ・傷・打痕）のバリが一番多い。これを少なくできれば利益に直結する。

超微細粒鋼の加工特性①（スライド 23）

このバリが少なくなるという結果をもう少し突き詰めていきたいと、やっていくうちに、エッジの状態が綺麗になって、加工モードが変わって、加工影響要素も変わると、どんどん深掘りしていった。こういうことを発表すると、いろいろな研究者との相乗効果が生まれて、これを使えるのではないかと、あれが使えるのではないかとというようなことが見えてきた。

変形挙動についてもいろいろ調べていったら、もともと 5 つある変形挙動が 3 つの変形挙動に変わっているというところまで突き詰めた。よし、これは一番に始めたと論文を書いて提出したら、「ロシアの研究者がもう研究してましたよ」というコメントが返ってきて、なかなかうまくいかないものだなと思った。

ただ、そのようにしていろいろな研究者と仲良くなることができた。また、そこで競争することによって磨かれる技術になっていくかと思う。

超微細粒鋼の加工特性②（スライド 24）

それを製品にいろいろ展開していくと、先ほどの燃料噴射ノズルではエッジ変形が少なくなるし、レーザー加工しても影響がある。医療機器にも展開して小さな鉗子の制作を進

めている。医療機器の場合、材料の変更が非常に大変だと言われている。成分を変更すると厚労省の新しい認可を取らなければいけないが、成分を一切変えていないので、そのまま使っても大丈夫である。結晶が細かくて強度が上がっているの、細いものでも先端の把持力が今までの材料に比べて2~3倍アップして、医者から使いやすいというコメントをもらえるようになった。小さい鉗子に関してはこのように新しい価値を提供できるのではないかと考え始めたが、採用してもらうまでには、なぜ？なぜ？をやらなければいけない。

超微細粒鋼の加工特性③（スライド25）

加工するときには切削工具の振動が少ない、バリの生成時間が短い、凝着が違うというところを大学の先生と一緒に突き詰めていって、お客さんに採用してもらうための安心感を提供するベースを作っていた。こういうことをやることで、徐々に理解してもらえるようになってきた。ここまで来るのにどうしても時間がかかってしまうので、その投資はしなければいけないが、競争力をつけるためにそこをやらなければいけない。

実際に燃料噴射ノズルでやってみると、結晶粒径が9ミクロンぐらいのときには流量のばらつきが1分間で2~2.5ccあったものが、結晶が小さくなると0.5ccぐらいまでに減る。これは価値があるということでお客さんに認めてもらったが、自動車業界はなぜか評価に非常に時間がかかる。2,000時間ぐらい耐久試験をやらなければいけないので、いまだに試験ばかりである。

ここまでやってきて、ある出来事があった。ラスベガスでサーメックの学会があった。動機が不純でもいろいろなところに行っていていいと会社でいつも言っていて、そういうわけではないがラスベガスに行った。サウスカリフォルニア大学のラングドン先生がこの微細粒鋼の研究をずっとされていて、論文を何回か引用させてもらっているのだが、驚いたのはもう亡くなっていると思った先生が生きていた。「勝手に殺すな」と本人には言われてしまったが（笑）。

シンポジウムで先生のキーノート・セッションの後に、通常コーヒープレイクが入るところ、コーヒープレイクなしで自分のセッションを入れてくれた。キーノート・セッションが終わる際、次はこの結晶コントロールを事業化に持っていっている話だと言われて、そのようなことは何も聞いていないのに突然ハードルを上げられて、もう足が震えながらプレゼンした。ラングドン先生からは、「ステンレスの微細粒化の材料の量産化をよくやってくれた。結晶微細化の材料の加工特性と製品化については今君がトップだ」と言われて非常にうれしかった。だが、「すぐ皆が追い付くから気をつけろ」と。グッと上げたのにすぐ落とすのだなと（笑）。やってきて良かったなというところと、これでいろいろな人にこれを勧められる自信を持つきっかけになった。本当にずっとやってきた先生にこのように声を掛けてもらうのは非常にうれしかった。

研究成果（スライド 26）

「金属の結晶が微細化すれば 製品機能もあがる」。結局、この結果を出すために 17 年ぐらいやってきた。「何々が どうなる」というところに完結したときが一番お客さんに伝えやすい状態かと思う。

この Tier1 技術を、周りの加工研究をやって製品に展開する。やはりコアから外に広がっていく。このときに存在を伝えるということが必要で、存在を知られていないと誰も使ってくれない。いい物を造れば使ってもらえるというのは全くあり得ない状況で、やはり大きな声で存在を伝えなければいけない。しかも分かりやすく伝えなければいけない。パッと見た瞬間で大体決まってしまうことが多いということで、材料に名前を付けてあげた。

nanoSUS（スライド 27、28）

「nanoSUS」という名前を付けた。「nanoSUS」とブランド名を付ける前と付けた後で、引き合いの数が 5 倍ぐらい違う。このようなことだったら、初めにこちらをやっておけばよかったと思った（笑）。やはり地元の中小企業は、自分たちの技術を作ったら、名前を付けて、分かりやすく伝えようよと。

「ステンレス鋼の成分を一切変えずに、高機能化が可能なただ一つの方法で作られた材料」

完全にダイソンのまねをしているが（笑）、こういうキャッチフレーズを付けてあげて買いたいと思うようなところを加工側の中小企業でもやらないと、やはりお客さんに受け入れてもらえない。何よりもこの「nanoSUS」という名前を付けてから、お客さんが社内でプレゼンテーションをやるときに非常にやりやすくなったという評価ももらった。

そういうところを加工機中小企業でも考えなければいけないし、ローカルな中小企業でもそれをやっていかないといけないと今非常に感じている。

精密プレス加工高度化への取り組み

プレス化はやはりやらなければいけないので、産総研との共同研究で見える化をやった（スライド 30）。斜めのプレス加工では、どのような信号が出て、どのような摩耗をするか、全部のショットをカメラで撮ってしまおうと。すると、パンチが摩耗していく様子が見えたり、凝着はどのように起こるのかも見ることもできた。パンチが折れる瞬間まで見られて非常に楽しかった。

今までのプレスは、穴を抜くという一つのことだけしか考えていなかったが、いろいろなプロセスに分解した（スライド 31）。面白かったのが、この $\phi 0.15$ ミリのパンチの荷重を測定するのに、パンチが入って、カスを押して行って、抜くという、このせん断から、破断が起きて、荷重がかかってと、これを現場サイドに見せると感じ方が変わる。瞬間に自

分たちの課題が何であるか職人にはパッと分かって、メンテナンスの時間が減っていった。メンテナンスをどうやって減らそうかとずっとやってきたが、見えるようにしてあげるのが一つの解だった。

もう一つ、これを使うことによって金型の調整の上手い下手が一発で分かる。このときに自分は金型の調整が下手だったことが証明された。 $\phi 0.15$ ミリのパンチなので、打ったときに少しずれると折れてしまう。上手い下手がはっきりと分かって評価につながったのが非常に面白かった。

これを突き詰めていくと突然変化を及ぼすことができるということをやっていたら、研究開発のメンバーが断りなしにだんだんいろいろな物を造りだした。金型の中にナノステージを組み込んで、ナノ制御で金型の調整を中でできるようにして、途中で変更することもできるという金型を造った(スライド 32)。これは中小企業基盤整備機構の賞まで頂いて、この金型を使った実験を今いろいろもらっている。

このようにやってきて、研究開発委託を取れるようになってきた。今までナノ制御で金型を動かしていったらどのような事象が起こるかという学会の発表がなかったので、マイクロポンプの部品等をプレス加工するにはどうしたらいいだろうというような話が来始めた。パーツサプライヤーから、ある分野では研究開発委託を受けられるような方向にスライドしていったかと思っている。

成長産業 (スライド 33)

成長産業として考えているのが、自動車、医療、IoT を含む電気関係、航空機、経験的エンターテインメント (YouTuber) 等である。なぜこの分野に経験的エンターテインメントを挙げたかという、高校や小学校でものづくり教育をやっているが、将来なりたいものに挙げる子が結構多い。ものづくり屋としてはがっかりしているが、やはりまだこれは伸びるのかなと。我々は経験的エンターテインメントにはまず行けない。それから航空機に関してもいろいろ探したが、部品のサイズからまず行けるところがないということを考えると、自動車、医療、IoT を含む電気関係に行かなければいけない。

医療機器の展開の経過 (スライド 34)

医療機器関係は今ターゲットとしているところだが、どうやって入った方がいいのかが分からなかった。確かにやっていたのだが、なかなか長期的なビジネスにつながらないところがあった。ある国際学会で材料の発表をしたときに、ちょうど医療機器大手メーカーの本部長の講演の後だったので、自分の講演を聞いてもらった。すると、その本部長が会社に来てプレゼンすると、いろいろ紹介するからという話があつて行ったところ、すぐに試作の発注を頂いて、ある担当者に会うことができた。話していて分かったのが、その担当

者は花粉症がひどくて、田舎で医療機器の開発ができる環境を探していた。考えてみると、我々が医療機器が続かなかったのは、やはり医療機器に展開できる人がいなかったことが原因の一つだった。もし彼を受け入れることができたなら医療機器を展開できるのではないかと思って、いろいろ想定してみた。

医療機器メーカーになったとすると、病院に直接販売しなければいけないし、医療機器の保証は嫌だなと。ISO も分からないし、自分たちの強みは何だろうと。そう考えたときに、やはりパーツサプライヤーとしての強みはあるのだが、医療機器メーカーとしての強みはない。医療機器を製販する必要もないし、小松精機工作所は加工会社で、今の経営状態も悪くない。自動車の ISO と医療機器は全然違いそうだし、文化がコンタミする。だったら別の会社を作ってしまうかと作ったのが、ナノ・グレインズである。

株式会社ナノ・グレインズ（スライド 35）

小松精機工作所は大きな組織変化なしに医療機器の部品加工だけで対応して、ISO の 13485 や医療機器製造業はナノ・グレインズで医療機器の専門家に来てもらって対応する。医療機器関係の対応もナノ・グレインズですること、小松精機工作所の文化は何も変えずに行けるということをやった。

ナノ・グレインズを作るときに周りの人間から、「独立してどうするのだ。小松精機工作所を辞めるのではないか」とかなり言われた。田舎なので非常に閉鎖的で、市長からも言われた（笑）。「いやいや、違うんです」と毎回説明するのが一番大変だった。理解してもらうのになかなか時間がかかったが、5 年もたつと皆さんだんだん分かってくれた。

今いる社員 9 名のうち、元オリンパスの方が 5 名。連れてきた担当者と奥さん、OB の方が 3 人。皆さん定年退職をされている。一人の方は八王子市に在住のまま、たまに来てもらって働いている。もうお一方は、たまたま山を一つ越えた伊那市におられたので、定年退職されて来てもらっている。週に 2~3 日来てもらっているが、新人を雇う場合の 5 倍ぐらいの効果が出ているかと思っている。お互いちょうど Win-Win な関係で、毎日来てもらう必要もなく、コミュニケーションツールもあるので、自宅にパソコンを置いて、性善説で働いた時間でいろいろ支払いをさせてもらうような形でやっている。

SESSA（中小企業医療機器開発ネットワーク）（スライド 36、37）

地元でも中小企業で医療機器に行きたいということで、SESSA という中小企業医療機器開発ネットワークをやっている。自分もそうだったが、私たち製造業が医者と話したときに、医者が何を言っているのか正直さっぱり分からなかった。とにかくコミュニケーションが難しかったのも、続かなかったことの一つである。医者も医療のスペシャリストではあるが、医療機器開発のスペシャリストではなかったので、医者に「これを造

「売らねえよ」と言われて造って、「先生、売れないんですけど」というパターンがやはりあった。我々が一時的に医療機器に行けなかったのはそのためだった。ただ、ドクターと製造会社の間に、ある意味通訳としてエンジニアを挟むことによって、彼が医者ニーズを技術ニーズにきちんと落とししてくれる。我々はどうしても技術ニーズの情報で話してしまうが、医療機器としてどうなのかをきちんと伝えてくれる。この通訳を間に入れることによって少し回りだした。

医療機器開発例（スライド 38）

これを地元の中小企業連携でやることによって医療機器に行けるのではないかと開発してきたのが、鉗子になる。ただ、一つだけでは実績にならない。これで終わってしまっただけだと、さらに小さい1ミリ、0.7ミリの鉗子を造った。これを見せたところ、ドイツの会社と協定を結んでいろいろやることができた。まだこれで終わってはいけなくて、今は超音波生検針という細胞を取るための針を造ったり、大阪医科大学の先生と胃に墨汁を入れる局注針というツールができないかなど、いろいろさせてもらっている。いろいろやって実績を作ることによって、ようやく医療機器メーカーが試作を出してもいいと言うような形になってきた感じである。

研究成果（スライド 39）

我々がやってきたのは、「金属の結晶が微細化すれば 医療機器の機能もあがる」という、やはりここに展開してお客さんに伝えること。次に考えているのが、「金属の結晶を微細化すれば 手術の時間も短縮されてコストも下がる」というところ。医者に何が一番儲かるのかと聞いたら、手術の時間が短いのが一番儲かると。なぜかといえば、保険の点数が一緒なので、時間が短くて2倍できれば、2倍儲かる。では、そちらの方向でやはり自分たちも考えていかなければいけないのだなど。手術時間が短くなれば患者さんの負担も減る。私も内視鏡をやってみて、とにかく辛かった。もう1分でもいいから早く終わってくれと思った。それが短くなれば本当にこれは役に立つのだろうなということで今やっている。

開発している新しい技術（スライド 40）

小松精機工作所は、品質管理力、超精密加工技術、超精密金型、材料技術、超精密測定技術と、このコアにしてやってきたところを材料で増やしてきた。今は金属の結晶微細化から展開して、結晶を微細化したときの材料を簡易に測る方法で磁界式のセンサーの開発などをやっている。神奈川県で社員数7名の平均年齢75歳ぐらいの会社と研究してきたが、その技術が金属の組織判定に使えることが分かってきて、センサーの開発をしていた。補助金の申請を行ってデバイスを小型化していたが、この補助金の審査終了時に、「これで土

の分析ができるのではないか」という突然のアドバイスがあった。まさかと思ったが、いろいろ貸し出して、ここに少し追加すれば土壌分析ができるのではと、信州大学と連携体を組んでやっていたら、できそうになってきた。

今、信州大学と土壌分析の測定方法の開発をやっている。時計屋が、なぜか土の分析にまで手を出し始めた。やはり農業の分野にはいろいろ問題があり、作物が採れにくくなっているのを土をもう少しきちんと測定して、肥料や土を効率的に使うことを考えてやらなければいけないなど。これもやはり先生たちといろいろ話していて分かったところがある。陽イオン交換容量（CEC）というものを測定するのに、今は2週間から4週間かかっているが、弊社のセンサーでやったら15秒で測れた。これは一つ面白い価値だということで実際にやってみたら、アールスクエアが0.98と結構いい精度で測れることが分かってきたので、この展開を進めようと。今まで2日から8日間測って薬液を使わなければいけなかったのが、15秒で測れて薬液は全然使わなくて済むと言うと、多分一番喜ぶのはJAの担当者。こういう方々に使ってもらうようにまた造っていかうと進めている。いろいろな農業シーンを考えたり、今までマーケティングなどやったことがなかった人間なので、マーケティングをやっている先生たちと少し話をさせてもらって、市場はどうやって調べればいいのか、いろいろ教えてもらいながらやっている。

今後の方向性（スライド41）

これを検証して、将来的には世界中の土壌マップのようなものができたら結構助かるのではないかと、衛星に積んで月のデータを持ってきて地球上と比べれば向こうの成分がいろいろ見られるのではないかと、だんだん夢も語れるようになってきた。こういうことを現場に話してあげると、皆やはり喜ぶというか、うれしがつて何かやりたがる環境ができてくるかなと。これは少し極端な事例であるが、今はコアとしたハニカムの基盤から広げていって、方向性としては自動車、半導体、医療機器分野、それから農業、さらにここで宇宙にも行けるのではないかと見ている。