

多摩川精機、 Transfer Mobile 用キーパーツの 開発と生産の歴史

長野県飯田市に本拠をおく多摩川精機（株）（1938年3月設立、資本金1億円、2015年度売上高357億円、従業員数700名（連結2400名）、グループ子会社15社（うち海外3社）、以下「当社」）は、産業設備、自動車、航空機、防衛関連機器用の高精度角度センサ・モータ・制御装置など、角度を測定する機器の開発・製造を行う精密機器メーカーである。

米ボーイング社と次世代大型旅客機777Xに搭載される角度センサの長期供給および製品サポートの請負契約を締結、トヨタ自動車のプリウスに搭載されている角度センサを一手に供給するなど、その技術力の高さは国内外で幅広く認められており、主要取引先には国内外の大手メーカーの名前が並ぶ。今般、代表取締役副会長（前代表取締役社長）である萩本範文氏に、インタビューをする機会を得た（取材・文責：JOI総務部 佐々木永市、内野美佳）。

萩本氏によれば、当社の技術の原点は、創業当初に製造していた戦闘機の油量計（写真1）にあり、現在もその技術の本質は変わらないという。油量計は、燃料タンク内に設置したフロートの変位を角度変化としてとらえるための電氣的角度センサ（シンクロ）と、その変化量を指針にて表示するための駆動機構（モータおよびシンクロ）を備えており、このセンサとモータが当社のコア技術である。車であれ、航空機であれ、船舶であれ、工作機械であれ、機械の動きはほとんどが回転であり、この回転角度をいかに検出・数値化し、回転力を制御するかが当社の技術の根幹である。よって、回転し動くものがある限り、当社の仕事はなくなる。重要なのは、技術を究め、高いレベルで維持し、時代のニーズに応じた商品を提供することだという。

当社の歴史（写真2）は、防衛技術の民需展開の歴史であり、また、制御装置の角度精度の追求と時代のニーズに応じた市場開拓の歴史でもあり、学ぶことが多い。本稿では、当社の歴史を紐解くことで、当社の強みを明らかにしてみたい。

1. 創業期から終戦まで： 軍需工場として事業を拡大

1938年3月3日、当社は、創始者萩本博市が、勤めていた北辰電機（現横河電機）から独立し、東京の多摩川の近くで創業した。創業期は、第二次世界大戦の真っ只中にあり、艦船搭載型戦闘機（97式艦上爆撃機、中島飛行機製）の油量計を主に製造していた。角速度・姿勢・方位角を慣性的に計測するジャイロ（羅針儀）の開発も進め、1941年12月8日のハワイ真珠湾攻撃で、日本海軍の秘密兵器として出動していた特殊潜航艇5隻には、北辰電機製のジャイロが使われた。後日、米軍は、撃沈された特殊潜航艇から北辰電機の銘入りのジャイロを発見し、1945年4月の東京大空襲の際に、北辰電機や当社のあった蒲田周辺は狙い撃ちにされ、当社本社が消失したという。



写真1：油量計

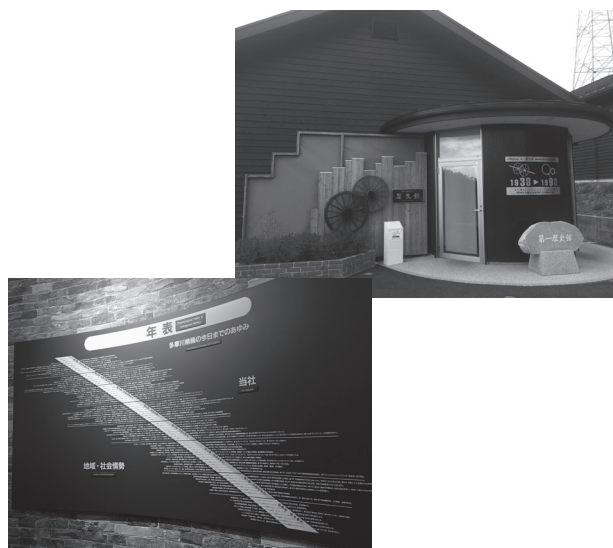


写真2：第一歴史館と年表

開戦間もなくのころ、創業者の故郷であった飯田市から工場誘致の話があり、飯田工場を建設、操業を開始した。土地の選定に当たっては、当社は戦闘機の油量計を製造する軍需工場であり、敵機の空襲は絶対に避けなければならないという思いのもと、気流を調査し、敵機が寄りつくことができない、気流の悪い場所を選んだ。

終戦直前、B29の爆撃が非常に正確であったことから、旧軍は、墜落したB29の機体から爆撃照準器を取り出し、解体調査を実施。特殊潜航艇に内蔵されたジャイロを当社が製造したことが知られていたため、当社にその照準器用ジャイロの試作を命令した。試作品は当社から中島飛行機に納められたが、完成品となる前に終戦を迎えることとなった。B29はボーイング社製であり、当社がボーイング社と直接取引を開始後、同社関係者が当社を往訪した際、B29の照準器が当社の歴史館に保存されていることに感動を覚えたという(写真3)。

2. 終戦後から1980年代： 防衛技術の民需展開

終戦後、GHQによる航空機産業の解体に伴い、当社は主要販売品であった航空計器の生産を中止せざるを得なくなった。戦前には2000名を超えた従業員数も社長以下24名まで減り、当社は全くゼロからの出直しを強いられた。戦後の苦労は約10年続くこととなる。

戦後の荒廃の中から、日本政府は造船業の再建を図り、国策として船舶の建造が奨励された。これを受け、北辰電機はジャイロコンパスなど航海計器、航海機器の生産に重点をおく方針をとり、当社もそれを支援した。1950年に勃発した朝鮮戦争を受け、米国の命令により、日本は警察予備隊を創設、1954年には自衛隊が発足した。1952年には防衛費が飛躍的に増大、艦船、

飛行機の生産が再開された。これに伴い、当社は、防衛庁(現防衛省)標準品のシンクロの製造を開始、防衛用特殊モータ、さらには戦時中に手がけたジャイロを魚雷用として製造し、センサ(シンクロ、ジャイロ)およびモータの技術研鑽に注力した。1957年、南極到達に成功した南極観測輸送船宗谷の航海計器には当社製のシンクロが搭載されていた。帰国後、「多摩川精機のシンクロは、南極においても故障することなく完全に任務を果たしました」という報告とともに、持ち帰った「南極の石」が当社に寄贈された。この石は今でも当社「歴史館」に大切に保管されている(写真4)。

1950年代後半、「鉄は国家なり」という標語のもとに各鉄鋼会社はこぞって臨海工業地帯に製鉄所を新設していった。当時、当社では防衛庁の仕事が多くなり、売上比率も7割程度となっていたため、防衛庁に頼りすぎではないかとの危惧があった。そのようななか、1960年3月、日立製作所日立工場から当社のシンクロを買いたいという話があった。何に使うかは教えられなかったが、当時1万6000円のシンクロを100台つくってほしいとの大型注文であったのでカタログ標準品を納品したところ、不良品というクレームがついた。シンクロは計器に使う非常に繊細な商品であり、軸も細かったが、大きな圧延機に取り付けられたことで、振動でシンクロの軸がすべて折れてしまったのである。その対策のため、圧延機用強化型シンクロを開発して納め、問題を解決した。鉄板の厚さは圧延機の中の上下のロールの間隔で決まるが、当社のシンクロは圧延機のロールの位置検出に使用され、その他の製鉄所の圧延ラインにもほぼ独占的に納入されることとなった。圧延ライン向けシンクロ納入は、当社が民需市場に入るきっかけとなった仕事であり、これを通じて日立、東芝、三菱電機、富士電機等の装置メーカーと深い信頼関係を築くことができた。

1970年代になると、工作機械の自動化(NC化、

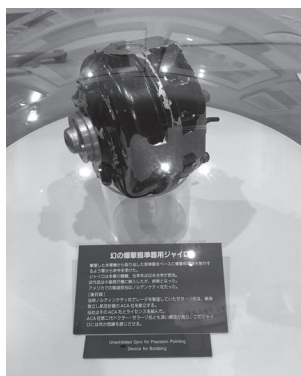


写真3：B29搭載の爆撃照準器用ジャイロ



写真4：南極の石

Numerical Controlすなわち数値制御の意)が注目され、電機メーカーは競って工作機械のNC装置開発に注力した。これに対し、当社は防衛関係の用途に主として使われてきたレゾルバ(角度センサの一種)を、NC装置用に改良し各社に納品した。一方、このころ、制御のデジタル化が技術の流れとなってくると、シンクロ、レゾルバとは独立のもうひとつのセンサの柱として、光学式エンコーダを育てたいと考え、米BEI社や米アナログデバイス社と業務提携し、外国技術を積極的に取り入れていった。

オイルショック後、売上げ・利益の源泉であった製鉄関連設備の需要が激減すると、当社は視点を海外市場に転じ、米民間航空機市場で、航空計器の大手メーカーであるスペリー社(現ハネウェル社)に売り込みが成功し、シンクロ、サーボモータなどを受注した。価格はそれまでの3分の1という超破格値であったものの、何とか損益ギリギリのところまでもっていくことができ、民間航空機産業への足がかりを得た。

また、ちょうどパソコンが出始めた時期であり、フロッピーディスクドライブ、ハードディスクドライブ用のモータを開発、米国向けに大量に輸出することとなった。

さらに、それまで当社技術の基盤であったモータと精密機械技術に加えて、電子回路技術の必要性を認識した。萩本氏が設計課長時代に担当した、東京大学野辺山天文台の電波望遠鏡に納めた超高精度角度センサ(超高精度多極シンクロ、写真5)は、シンクロを高精度化する技術とこれをコンピュータ処理するエレクトロニクス技術を融合して実現したものである。

3. バブル崩壊後：ふるいにかけてた製品群

1991年、バブル経済が崩壊すると当社もその影響を免れず、3年連続の赤字決算となった。国内消費の落ち込み、円高による輸出不振の中、多くの製造業が生

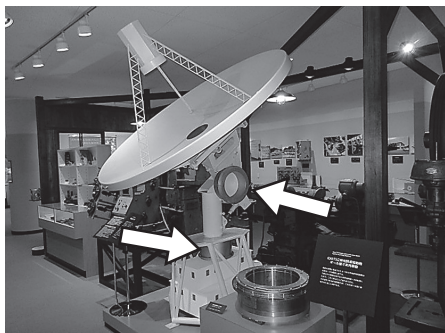


写真5：超高精度多極シンクロ

産拠点を海外に移していったが、当社は国内にこだわり「強い開発力、強いものづくり力、強い営業力」を鍛え生き抜くのだとした。

1994年、当時常務であった萩本氏は、不況突破のためには真の改革が必要だとし、資源の選択と集中による技術深化を図るため、広がりすぎた技術幅や製品幅、事業幅を縮小する短冊商品の思想を打ち出した。これは、広がりすぎた技術幅を商品ごとにスライスして短冊にし、将来のために残すべき短冊と、捨てるべき短冊をふるいにかけて、残すべきと決めた商品を短冊商品として、これに開発、製造、営業のすべての部門が集中して取り組む思想である。また、新しい技術の企画化と研究開発を先行短冊商品として取り組み、商品技術の土台となる要素技術の開拓と研鑽に取り組んだ。

また、同時期に、主力銀行から営業力の弱さを指摘され、その是正が大きな経営課題となったため、営業力の強化も進めた。当社は、技術開発重視型企業として国内・海外に認められた企業に成長していたが、創業以来「よいものをつくれれば、買いにくる」といった一方的な価値観が会社を支配しており、この価値観の打破を図ったのである。

4. 民間航空機市場への展開： ボーイング社と直接取引をするまでに

2000年代初めまで、当社は一部海外民間航空機用のセンサ・モータを手がけていたものの、国内防衛航空機用がほとんどであり、民間航空機市場の開拓が課題であった。2004年から、当社のコア技術であるセンサ、モータに特化した受注獲得を目指し、民間航空機市場開拓のために、海外および国内の民間航空機用油圧アクチュエータメーカーなどへ集中的なPRと受注活動を開始した。この時期は、ボーイング社が新型機7E7の開発を計画中であり、アクチュエータメーカー各社が同社への受注活動を活発化させ、しのぎを削っていた時期である。当社もこの機に何としても参入すべく、受注活動を展開していたが、民間航空機搭載実績のないこと、価格的に非常に厳しいことから苦戦を強いられていた。

大きな分岐点は2004年のボーイング社のB787でFCS(Flight Control System)のセンサ開発を担当したことである。機能・性能は当然のこと、価格面でも競争力のある金額を提示できたことが大きな要因となった。B787のそのFCS商戦はうまくはいかなかったが、この商戦を通じて、当社の名前は、広く米国の航

空機関係会社に知れわたることとなった。

2006年にはさらに大きなチャンスが訪れた。B787のFCS商戦で当社の名前を知ることとなったKaiser社（現Rockwell Collins EMS社、RC-EMS社）のトップから、2005年のパリで開かれた航空ショーで、同社が開発中のPCS（Pilot Control System）に搭載するセンサとモータを供給できないかと打診があったのである。非常に厳しいターゲット価格に加え、高精度で構造的にも経験したことのないセンサの開発依頼だったが、2006年2月に同社とPCSセンサの供給メーカとして長期契約を締結した。この締結により、B787のプログラムに参画するという新たな足跡を残すことができた。これを契機に、2007年5月、民間航空機用機器の製造を担当する民間航空機器事業部を新たに発足、本格的に民間航空機事業に着手した。B787への納品実績は、皮肉にも国内航空機関連メーカへフィードバックされ、2007年には国内メーカ向けでもセンサやモータを受注することができた。さらにRC-EMS社以外の海外航空機関連メーカからの引き合いも活発化し、2007年秋にMoog社との契約が成立、世界の航空機関連有力メーカとの取引が本格化した。

当社は、Tier2以下の位置付けとして、システムメーカー経由にてボーイング社に製品を納品していたが、2014年、ボーイング社からボーイング737MAX向け飛行制御装置用センサユニット（機体の姿勢を制御する装置や離着陸時に動かす主翼後方の小翼を制御する装置）を直接受注し、晴れてTier 1 企業となった。三菱航空機の小型旅客機MRJ向けセンサなども手がけることとなり、需要の拡大が見込めたため、2014年に航空機部品の表面処理や熱処理といった特殊工程を担う新工場を稼働、2015年秋には既存の生産ラインを再編し、民間航空機部品の工場スペースを2倍に拡大したほか、受注拡大のために、当社としては初めて米国ロサンゼルスに駐在員事務所を開設、2016年11月、ボーイング777Xに搭載される角度センサの長期供給および製品サポート請負契約を締結した。

なぜ、当社はボーイング社との直接取引が可能になったのだろうか。角度センサを生産するライバルは欧米にも存在していたが、その多くは技術取り込みのためシステムメーカーに買収された。しかし、角度センサはマイナーかつシンプルな部品であることから、システムメーカー内では、リソースや研究開発投資がなされにくかった。その結果、技術が進歩せず、当社のように長年にわたって角度センサ技術を究め、かつ、最先端の技術に挑んでいる企業に製造を発注せざるを



インタビューにご対応いただいた萩本副会長

得なくなったという。また、航空機は、5～10年の開発期間後、そのライフサイクルは30年以上となる寿命の長いビジネスである。たとえば、B747は、1965年に開発され、その後50年経った今も生産が続いている。安全性が最重視される航空機産業では、高精度の製品を長年にわたって納品することが求められる。当社のように、従業員の離職率が低く、技術にこだわり、個人経営かつ非公開でM&Aにより買収されるリスクもないメーカは貴重な存在であったのではないかな。

5. トヨタプリウス搭載までの過程

当社の自動車産業への挑戦は1992年にまでさかのぼる。前述のとおり、バブル経済崩壊後、当社は苦しい状況に立たされ、新たな市場開拓が急務であったが、地理的にみると国内最大の工場地域である三河地区にほとんど売上実績がなかったことに気付く。そこで会社として新たに特命部隊を編成し、三河地区の拡販を目指したところ、1992年にトヨタより低価格レゾルバの引き合いを受けたのである。社内では反対もあったが、断って他の会社を受注されてしまうよりは、トライしてみようと決断。当時研究を進めていたVR

Motortronics

とは、**Motor+Electronics+Mechanics**を意味し、モータ（センサ）技術、電子回路技術、精密機械技術の総合技術の結集を志向する、当社製品の総称として商標登録されている。

当社は、あらゆる自動制御の開発・生産を行っている研究開発型企業であり、創業以来、半世紀以上にわたり角度精度の追求を行ってきた。

その基本技術は、人間の知覚神経ともいえるセンサ（モータ）技術、頭脳ともいえる電子（回路）技術、身体組織ともいえる精密機械技術の集合体である。

(Variable Reluctance) 形レゾルバ「シングルシン」を提案し、具体的な開発へと進んだ。シングルシンは電気自動車 (EV) 用モータに搭載され、1994年末にはEV試作車に搭載され実績評価された。1996年にはトヨタEV「RAV4EV」に搭載され月産50～60台量産を開始した。

トヨタの開発陣から、シングルシンをハイブリッド車に使用したいとの提案が1993年になされた。当時、当社内においては桁違いに多い数量、厳しい価格設定に対する懸念の声もあったが、トヨタとの取引継続を重視し、何とか食らいついていった結果、1996年、トヨタが量産を正式に発表した世界初のHV車「プリウス」に、当社のシングルシンが搭載されることとなった。HV車の駆動システムは、ガソリンエンジンとモータ、発電機が一体化しているため、角度センサは150℃以上の温度と高振動にさらされる。このような過酷な環境下でも高い信頼性を発揮するために、トヨタから求められた技術品質は非常に高いレベルであった。また、量産までの準備期間は1年と非常に厳しいスケジュールであったが、このとき開発した量産設備および製造ラインは現在でもスタンダードとなっている。さらに2003年、電動パワステ (EPS) 用モータにシングルシンが搭載され、生産量が飛躍的に増加したことから、当社は本格的な自動組立ラインを構築した。その後、シングルシンは、日産ティーノHV、トヨタエスティマHV、FordエンスケープHV、クラウンHV、ホンダアコードHVへと生産が拡大、HV車用角度センサとしてはオンリーワンの商品となり、世界中で供給されるすべてのHV車向けのセンサを当社が担っている。また、2005年、プリウスへのシングルシン納入の功績により、当社は第1回ものづくり日本大賞の経済産業大臣賞を受賞した。

なお、プリウスには、発電機とモータそれぞれのロータ磁極位置を検出するために、2つのシングルシンが

組み込まれており、この2つの角度センサを使うシステムは、トヨタと当社の特許のため、開発当初プリウスのみに使われていた。その後、特許の失効とともに現在は他メーカーのHV車にも同様の仕組みが使われている (写真6、7)。

6. 新幹線用センサへの展開

自動車に加え、当社と電車用センサとの出会いは、富士電機からの技術的問い合わせに始まった。富士電機に対しては、エレベータ用センサとしてエンコーダを納入していたが、電車の主電動機の世界制御にセンサを用いたい、加えて、将来を睨んでの小型・高性能のセンサを開発して欲しいとの引合があった。新幹線の改良の時期にあったことも、当社のセンサの採用に追い風となった。

当社の車高センサは、JR東海の東海道新幹線N700系に搭載されている。東京・大阪間の時間短縮を達成するため開発された、N700系の車体傾斜システムでは、曲線区間において外軌側の空気ばねの高さを上昇させることで、車体を1度傾斜させ、乗心地を維持しながら曲線での速度向上を実現している。採用された当社の車高センサは、空気ばねの高さを検知する目的で使用されている。

7. 宇宙用機器開発と国内外市場への展開

当社は、1985年以来宇宙開発の市場に参画し、宇宙機器関係の各種アクチュエータ、モータ、センサ (角度検出器) の開発実績を積み重ねてきた。その先駆的な立場にあるのが、「地球センサ用エンコーダ」である。当初、人工衛星メーカーが技術試験衛星VI型 (きく6号) 搭載用の「精地球センサ」を開発するに当たり、宇宙市場で独占状態であったLockheed社製に対抗し



写真6：シングルシン

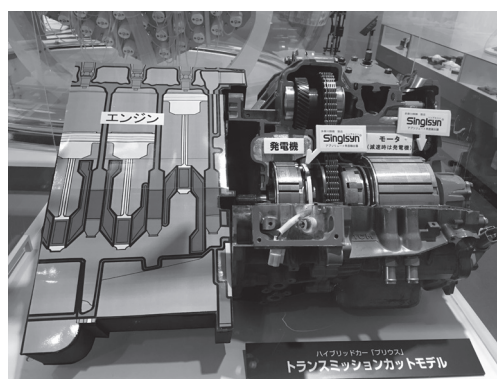


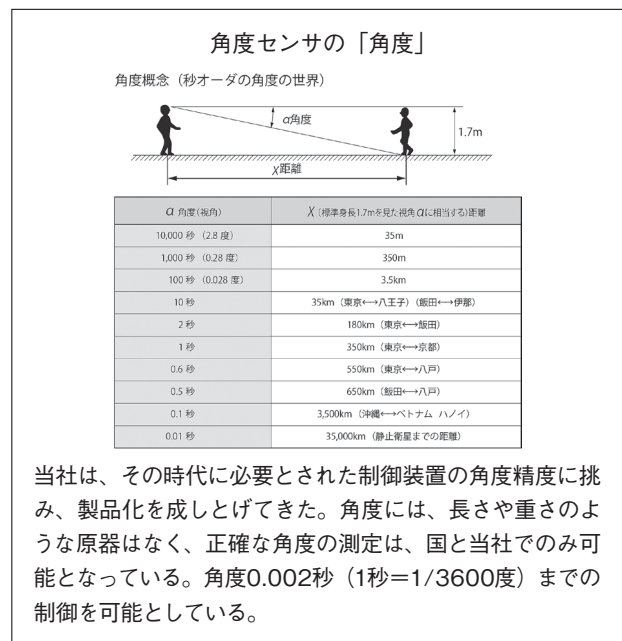
写真7：プリウス・トランスミッションモデル

うるものを国産する計画から始まった。試作モデルからフライトモデルまで約5年間の歳月を経て、1994年に3軸姿勢制御用としては世界最高精度の地球センサが完成し、きく6号に搭載され、軌道運用の実績もできた。その後、Lockheed社の撤退もあって、この地球センサは国内外の多くの3軸姿勢制御衛星に標準的に採用された。

従来、国内人工衛星搭載用の高精度のロータリー式角度検出器としては、米BEI社への依存度が高く、品質・コスト・納期すべての面で課題が多く、国内人工衛星メーカーはもとより、当時の宇宙開発事業団(NASDA)でも問題視されていた。当社は、NEDOから補助金を受け、新たな角度検出器の開発を開始、2003年の宇宙3機関統合で宇宙航空研究開発機構(JAXA)の中に「総合技術研究本部」が組織され、宇宙用部品開発の専門部門ができた。これを機に当社は総合技術研究本部に「高精度角度検出器の開発」の提案を行い、第一期宇宙用重要部品に選定され開発がスタートした。本開発において、当社で経験のなかった宇宙用電子部品の選定や電子回路の実装設計および高信頼設計など、かなり苦労した面はあったが、4年の開発期間を経て、JAXAにて新たに設けられた「登録部品制度」の第1号登録品として、2006年に認定された。その後、センサに加え、モータについても開発を委託され、2007年9月に打ち上げられた月周回衛星かぐやのプラズマ圏やオーロラ、大気圏を観測撮影する装置には、当社モータが搭載された。この宇宙用角度検出器の開発実績をもとに、NASA/ジェット推進研究所(JPL)の新火星探査プログラムへの参画に成功、米国の宇宙コンポーネントメーカーであるAeroflex社向けに、火星ローバのステアリングおよび土壤採取用アームの間接角検出器として、複速レゾルバなどを受注した。NASAからの要求で国内とは異なる認定が必要になるなど苦労も多かったが、独自で宇宙コンポーネントの生産・納品を開始することができたことは、大きな一歩となった。

8. 次の次の産業を創る

萩本氏は、日本のものづくり産業がおかれている状況を、歌舞伎の舞台にたとえ、「私たちは『回り舞台』に立っている。時代も産業構造も常に変わり続けるから、次の役者を育てなくてはいけない。」と訴えてきた。当社は、その歴史をみてもわかるように、それぞれの時代のニーズに応じて、防衛産業から、船舶、工作機



械、航空機、自動車、宇宙衛星など、非常に幅広い産業に製品を提供している。

エンジン、モータはいずれも回転運動を有しており、角度計測が有効であり続けている。米テスラモータ社の電気自動車にも当社製品は採用されている。

また、自動車分野では自動運転化の研究が進んでいるが、これも当社にとってはチャンスであるという。自動車の自動運転は、航空機の管制誘導技術の応用が有効と考えられる。当社は、魚雷・ミサイルから航空機の制御装置まで長年にわたって技術を積み重ねてきているため、自動運転でも当社の技術は活用可能だという。また、当社においては、自動車・航空機・鉄道向けの製品を同じフロアで開発しており、技術の融合によるシナジー効果が得られるのも当社の強みである。

当社では、航空機向け事業をはじめとして長期的に高い水準の技術を維持することが必要であることから、人材を「人財」ととらえ、できる限り長く働き続けてもらう職場づくりをしている。技術指向型企業であることから、社員の約1/3は技術者である。積極的に産官学による共同研究に取り組み、将来技術の研究を進めるとともに、各種学会への委員の派遣や交流、大学院への技術者派遣による博士・修士の取得など技術者のレベルの向上を図り続けている。この結果、当社の離職率は5%にとどまる。

2027年には、飯田市にリニア中央新幹線の間駅が設置され、名古屋や東京へのアクセスが格段によくなる。萩本氏曰く、「黒船の到来」である。今後も、時代のニーズに応じて、最先端のものづくりに取り組んでいく当社の変遷に期待したい。