

電機連合／NEC

「はやぶさ」帰還の立役者『イオンエンジン』

NEC宇宙事業開発戦略室 堀内康男 シニアマネージャーに聞く  
(聞き手…金属労協・滑川太一、渡辺美知夫)

本年春の映画ロードショーで話題になっている小惑星探査機「はやぶさ」が発射したのが2003年5月9日、それから7年もの長期間にわたり宇宙航海して小惑星イトカワに着陸して無事ミッションを果たし帰還したのが2010年6月13日のことだ。その「はやぶさ」帰還の立役者が『イオンエンジン』と言われている。NECが開発したイオンエンジンは、イオンを高速で噴射し長時間にわたって推進力を得る、深宇宙の探査に適したエンジンで、現在、出力を高めた新型装置を開発中とのこと。今回は、そのイオンエンジンの開発・設計に学生時代から研究を続けてきた堀内康男氏にNEC府中事業所にある航空宇宙事業本部で話を伺った。

最初に「イオンエンジン」の仕組みについて、従来のエンジンとの違い等も含めてお聞かせください。  
堀内 タイトルに「太陽系を旅する技術」とありますが、これはイオンエンジンが一体何の役に立つのか端的に示す言葉です。  
宇宙に人類は、進出したわけですが、基本的には地球をまわる人工衛星というのが主流です。そこでも使道はあるのですが、このイオンエンジンの特徴が生きているのは、更に地球を飛び出して、太陽の周りを回る人工惑星としての技術としてイオンエンジンは将来人間の役に立つだろうと考えてやっています。  
イオンエンジンの特徴は、電気エネルギーを推進力に変換することです。従来のロケットエンジンという

のは、燃料を燃焼させてエネルギーを推進力としている、いわばガソリンエンジンなのですが、それと対比して、電気自動車と同様に電気エネルギーを推進力として前へ進んでいきます。

イオンエンジンというのは、従来のエンジンと比較して、まずは燃費が非常に良いことが特徴です。太陽系を何年も周りつづけるのですから、燃料をたくさん持つていけないので、燃費はロケットエンジンの10倍以上です。

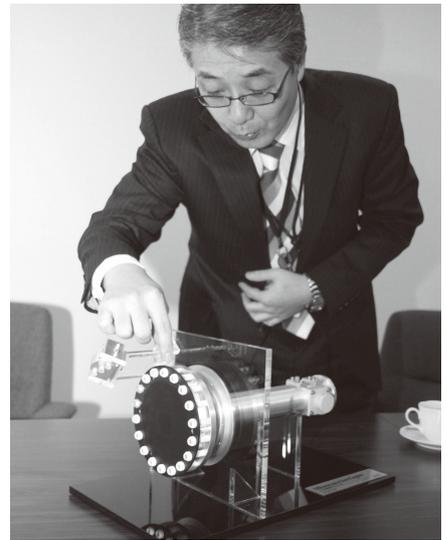
イオンエンジンの仕組み

堀内 イオンエンジンの仕組みとしては、イオン生成、イオン加速、中和の3つのプロセスで成っています。  
一つ目の「イオン生成」とはプラズマを作る部分です。この部分を放電域と呼んでいます。ここでプラズマを作ります。プラズマを作るにはガスとマイクロ波を別々の所から供給してプラズマをつくるわけです。推進剤(キセノンガス)を加熱



堀内康男氏

イオンエンジンを説明する堀内氏



してプラズマ状態にします。

二つ目の「イオン加速」とは、その作ったプラズマからプラスイオンだけ抽出して加速して宇宙空間に放出することです。イオン加速グリッドという炭素複合材の薄板でこれが3枚、1ミリ以下の間隔で並んでおり、これに1000ボルト程度の高電圧をかけてイオンを加速して宇宙空間に放出します。

三つ目のプロセスは、「中和」と言っただけプラスイオンを放出した後には同量の電子が残っているためこれを中和器から出して最終的にプラスマイナスの量を同じにします。

このときに放出されるイオンの速度が秒速30キロメートルになり、従来のロケットエンジンは秒速3キロメートルなので、従来の10倍位の速度を出すことが、燃費の良さ

につながっています。秒速30キロというのは、東京―大阪間を20秒位で行く感覚です。

イオンエンジンは、瞬発力を出すのが苦手なので、地球の重力を振り切って宇宙空間に飛び出していくような瞬発力が必要な時は、ロケットエンジンを使って宇宙空間に抜け出して、宇宙空間に行つてから、イオンエンジンの出番が来ます。

## 2種類のイオンエンジン

堀内 イオンエンジンには2種類あり、従来の直流放電型と我々が開発したマイクロ波放電型の二つです。

直流放電型とは、昔からあるもので1960年頃からアメリカで開発され始めました。その後、1980年代には直流放電型イオンエンジンは宇宙空間で実用化されました。直流放電型の弱点は、「蛍光灯」みたいに寿命が限られていることと、取り扱いが難しいことでした。直流放電型イオンエンジンは、ロケットで宇宙空間に飛び出す時に過酷な振動環境にさらされ、更には宇宙空間では真空状態で対流が無い厳しい熱環

境にさらされる中で故障が続発したのです。ポテンシャルはあるが、使いにくいので一時期下火になりました。

## 日本が独自に開発した世界初の技術 —マイクロ波イオンエンジン

堀内 それを克服しようとして開発されたのが我々のマイクロ波放電型イオンエンジンです。その例えとしては、プラズマを作るとき過程が「電子レンジ」のように容器の中にガスを入れてマイクロ波を当てることです。そういうエンジンがあり得ることは理論的には解っていたのですが、誰も実用化しなかったのです。これにトライしたのが日本の当時の宇宙研究所、現在のJAXAであり、それをサポートしたのがNECです。

## 開発の歴史

堀内 開発の歴史については、1988年に完成したYOSHINO1というのが世界初のマイクロ波放電型イオンエンジンです。ちょうどこれは私が大学院生として当時の宇宙研で研究テーマとしたものです。これはマイクロ波イオンエンジンの理論を実証したモデルです。しかし、エ

ンジンの性能は極めて悪く、まずは性能を上げることを目標として一年に1モデルずつ試作評価を行うトライアンドエラーを繰り返して、徐々に改善しながら1992年にYOSHINO4を完成させて、実用化に向けたブレイクスルーをさせることができました。この段階では最初のYOSHINO1と比べると、エンジン効率で4倍、エネルギーコストは50分の1にまで性能を向上させることに成功しました。これを受けて、JAXAが1995年に、MUSE-1C(はやぶさ)計画を立ち上げます。

## 2年半のエンジン耐久性試験

堀内 当時エンジン性能の目処は立っていましたが、耐久性についてはまだどのくらい持つのかわかりませんでした。この「はやぶさミッション計画」を立てる中で、イオンエンジンに求められる耐久時間として1万3千時間の寿命を課せられました。当時の従来の直流放電型イオンエンジンの寿命はだいたい1万時間くらいでしたから、それを上回る寿命要求になります。我々はポテンシャル的には十分あると考えていました。しかし、何分実証しないと誰も信用してくれませんが、それなら



で耐久試験をしました。耐久試験自体はイオンエンジンの耐久性を実証することができ、我々としては自信を深めることができました。

### 予想以上に厳しかった軽量化

堀内 次には、この段階でイオンエンジン本体はできあがったので、このエンジンははやぶさに搭載するためには、このエンジンを動かすための高圧電源や、マイクロ波を供給するシステム、キセノンガスを供給するシステムなど、制御装置とか周辺装置の開発をしなければなりません。その辺はNECが宇宙開発で培ってきた技術を使えるので、ある程度簡単に考えていたのですが、実際、はやぶさ計画の中で我々の技術を使っていくことになる軽量化要求が予想以上に厳しかったのです。

実証しようということ、1995年から98年までの3年間、耐久性試験を行ったわけです。1万3千時間というの、1年半のことです。1万3千時間の要求に対して、我々は2万時間、2年半という目標を設定しました。連続運転で2年半稼働し続けるので、それを試験するためにには相当な設備が必要なので、JAXAに耐久性試験をする大きな真空チャンバー(内部を真空にするための容器)を作ってもらい、そこ

の肉厚をそぎ落とし、地道な作業を続けましたが、それでも足りなくて最後はネジ類もステンレス製だったのをチタン製に変えました。そういうプロセスを経てようやく「はやぶさ」に搭載するイオンエンジンが完成、はやぶさを打ち上げたのが2003年のことです。YOSHINOIから数えて15年かかりました。

—耐久試験の2年半というのはその間ずっとエンジンが動きつづけているのですか？

堀内 そうです。実際にはイオンエンジンがトラブルを起こすよりも前に、試験設備の方がだめになってしまいう場合もありました。試験設備の交換等もあり2年半の試験をするのには実際は3年以上かかってしまいました。耐久試験は基本的に24時間運転なので無人運転システムを開発して、何か問題が起きれば当時はポケベルで連絡が来てかけつけるような体制にしてみました。その当時つくった制御試験ソフトウェアが、はやぶさのフライト搭載用の制御ソフトウェアのベースになったので、無駄になりませんでした。宇宙に行っても基本は24時間運転です。地球が自転しているの、日本から、はやぶ

さと通信できるのは1日8時間に限られます。後の16時間は自律運転システムに切り替えて、その間何かトラブルがあっても壊れないように安全サイドに止めるようにしてあります。ただし「はやぶさ」の場合は長時間止まったままだと目的地にたどり着けないので、代わりのエンジンを自動的にバックアップとして立ち上げて進みつづけるようになっていました。「はやぶさ」の場合は、地球の周回軌道を離れて太陽の周りを回って航海しているので、絶えず制御していないと目的地にたどり着けないのです。

「はやぶさの後継機「はやぶさ2」も開発することが正式に決まり、NECとしてもこれをやらせていただくことを発表しました。打ち上げは2014年の予定です。そうは言っても、正式にゴーが出るのを待っていて、それから開発を始めては間に合わない部分もあるためNECの方で研究開発として先行投資で改良を実施している部分もあります。

それで現在は性能向上型エンジン「はやぶさ」の試作機を作っています。「はやぶさ」の実績を活かしたマイナーチェンジで開発を行っています。「はやぶさ」イオンエンジンは深宇宙で計4万時間の作動時間を記録しまし

た。これは世界一の実績であり、この「はやぶさ」の実績をベースにして、このシリーズの2弾、3弾のイオンエンジンを改良しながら世界に売っていきたいと考えています。海外にもイオンエンジンのライバルがありますが、今ははやぶさの方が実績があるので優位に立っています。

―打ち上げからのトラブルで一番大きかったのはどれですか？ またそれによってどう対応されましたか？

堀内 一番大きいのは2005年末から2006年に起きた行方不明の時でした。私もこのエンジンを打ち上げたのは初めてだったので、改めて実感したのは、打ち上がってしまおうとエンジンの動作状況を見ることができないということですね。地上の運用画面の上に数字の羅列だけが表示されるのです。その数字を解析して、何を意味しているのか読み解く作業をして、イメージしながら制御してきました。行方不明になったときには、仮に見つかっても、温度をコントロールしている電力もなくなっているのです。宇宙空間では高温時で1000度以上、低温時ではマイナス1000度以下になるので機器もだめになっていると予想していましたが、見つかった時に奇跡的に

機能は壊れていなかったのです。

行方不明になった最後の場所が解っているのです、その当たりに、漂っているということは想像がつかない。「はやぶさ」の通信アンテナが地球に向く瞬間と、太陽電池が使える方向に向いた瞬間を狙って、日本から「起きろ」という信号を送る努力を7週間続けた結果、奇跡の瞬間が重なり見つかつたのです。過去にNECが手がけてきた深宇宙探査機でのトラブルを通じて向きを立て直すことができるシステムが工夫されており、その一つがここで生きたのです。

「はやぶさ」の場合は、軽量化の至上命令があったので、機能は残しつつ、重量は軽くする。全体が510キログラムです。衛星の重量のリミットは、ロケットの打ち上げ能力によって決まります。はやぶさの場合、初期の段階ではロケット側の打ち上げ能力を上回る約600キログラムから出発して、そこから軽量化をしていって、かつ詳細を設計していくと更に重量が増えていくのでそれを最終的には510キログラムに抑える努力をしてみました。地道な努力とシステマ的な工夫で軽量化に挑み、見事にそれを達成しました。

―堀内さんご自身もイオンエンジンをビジネス化するための新しい部署を担当されていると伺っていますか？

堀内 その通りです。開発だけで終わってしまったら会社にとってはあまり魅力が無いので、開発したものをどうビジネス化できるかというところに取り組んでいます。もう一つの役割としてはこの技術をいかに残すかということがテーマとしてあります。正直言ってこのイオンエンジンがものすごく儲かるものかというところではないわけです。では止めてしまおうのかというと、このイオンエンジンの技術は日本独自の技術なので、NECが研究開発を止めてしまおうとこの技術が無くなってしまおうとこの技術が無くなってしまうのです。それはもったいないし、深宇宙探査で日本がこれからも世界をリードしていくためにも、この技術を絶対に日本に残して行かなくてはならない。この技術を残すための手段として商用化に踏み切っている面もあります。売れば会社も投資してくれまますし、技術者を当ててくれますので。

―国内で打ち上げるものだけでなく、海外メーカーにも売っていくということですか？

堀内 国内だけですと、はやぶさ2、3、4、5と続くかもしれません、10年に1回位しか、このエンジンの出番がないのです。わずかずつでも海外での販売を続けていくことで、技術の維持を目指しています。

―25年くらいイオンエンジンの研究一筋に打ち込まれてこられました。これからの日本のものづくりに対する夢とか抱負とかあればお聞かせください。

堀内 マイクロ波イオンエンジン一筋にやってきた立場としては、切実な願いとしては、この技術を何とかして次の世代に残していきたいということですね。更に言うと、これが完成形とは思っていないので、もっといいものができるはずだと思っています。海外のいい技術と組み合わせることも大事だと思います。しかし、海外と一緒にやっていくにしても、日本独自のアイデンティティをきちんとしていないと相手してくれませんか、日本独自で強い部分を持っていて、それがあって海外の別の部分でのナンバー1同士と組んでもっといいものを作ろうということになるのいいと思います。我々のアイデンティティとはマイクロ波放電型イオンエンジンです

映画『はやぶさ 遙かなる帰還』の前で（NEC 府中事業所内のショールームにて）



(C) 2012 『はやぶさ 遙かなる帰還』製作委員会

から、この技術にさらに磨きをかけて更に海外の全く違う技術とコンバインすることによってもっといいものを作りたいと思っています。

堀内さんご自身にとつてもものづくりに対する信念や魂のようなものがあればお聞かせください。

堀内 そうですね。私も「何でも自分でやってみる」ことからスタートしました。最初NECに入ってからこのエンジンの開発の仕事を始めたときにも、NECはもともと通信メーカーなので、会社の中にエンジンをつ

くるシステムも体制も無かったので。そこから始めたので、まずは何でも全部自分でやることから始めました。そういう中でも自分だけできない専門的知識が必要などころが出てきた時には、会社にいる専門家に声をかけて何とか引っぱり込むことから始めた。そういうことからものづくりをはじめたので、まずは何でも自分でやってみないと気が済みませんでした。その時のモチベーションとしては、何でも楽しんでしまおうということでした。物に触って実験すること自体を楽しむ。それから当然トラブルも多いのですが、そのトラブル自体も楽しむ部分がないと前に進めないと思います。

—はやぶさ自身も大変な困難に直面するたびにいろいろ工夫しながら、一つ一つ乗り越えながら、奇跡的にも言える地球帰還を果たしたわけですが、大変な思いをしてそれを乗り越える秘訣は何ですか？

堀内 はやぶさ自身がこれだけ困難にあつたわけですが、この間、もう止めようとは思わなかったのですか、という質問をよく受けるのですが、私にとっては、もう止めようということ一度も思わなかったです。それはこれをやっていること

自体が面白かったからです。別に誰かにやらされていたわけではないので、これをやらせてもらって有り難いと思っていたので続けられたと思います。

日本のものづくりということで感じていることは、「はやぶさ」というプロジェクト自体に携わっている人の人数も少ないですし、予算もそれほど付いていたわけではありませんでした。コアになってやっているメンバーはメーカー側、JAXA側それぞれ20名くらいでした。

このイオンエンジンの売り込みに海外に行ったときに、アメリカのNASAで、はやぶさプロジェクトについて聞かれたことは、どうしてそんなに短い期間で、少ない予算で、少ない人員でイオンエンジンの開発ができたのかということでした。アメリカの常識だと、これだけの研究プロジェクトの場合、日本の場合の予算とか人員にしても10倍はかけると言っていました。

その時に私はこう応えました。日本の場合、特に科学衛星ではそれだけの予算も人員もとれないので、ごく少人数でモチベーションのある人が自発的にやるのだ。自分のできる仕事はこれだと自発的に決めて仕事をやっていく。個々人の仕事の範

囲は決まっていない。だからある時には、他の人の仕事の領域に踏み込む場合もある。仕事をするときにも絶えず、周りの人の仕事の進み具合を考慮しながら仕事を進めていく。自分がどうすれば相手もやりやすいのか考えて仕事をしているから短期間でできるんだと言いました。

—若者へのものづくりの魅力についてメッセージがあればお願いします。

堀内 なによりもベースになるのはものづくりを好きになってもらうことですが、「楽しくやる」ことが大切だと思います。その時に思うのは、言われたからやるというよりは自分で何か興味あるものを見つけたら、そのためにも、全然今の仕事と関係ないことに首を突っ込んでほしいのです。興味の範囲を広げるとも言うし、あるいは私の場合は「道草」という言い方をしています。その時に道草だからと言って手を抜くのではなく、真剣に寄り道に取り組んでほしいのです。そういうことで別の発想が浮かんだり、いろいろな人と知り合うことができる。そういうことで新しいアイデアが浮かんだりするのです。

(文責・編集 金属労協組織総務局)

未来の日本のものづくりの強さを探る ③

JAM / コマツ

# 建設・鉱山機械のICT化システム

コマツ建機マーケティング本部 三輪浩史 ICTグローバル推進部長に聞く

(聞き手..滑川太一 金属労協事務局次長)

コマツは建設・鉱山機械、産業機械、林業機械などを製造するグローバル企業である。そのコマツが建設・鉱山機械のICT(情報通信技術)化を通じて、開発から生産、販売、メンテナンスまでコマツ代理店・顧客の三者の関係の中で、従来のビジネスそのものを革新的に変えようという取り組みをしている。その中心となるKOMTRAXシステムを中心に三輪ICTグローバル推進部長から話をうかがった。

—まずKOMTRAXシステムの全容について教えてください。

三輪 ICTグローバル推進部長 K  
KOMTRAX (Komatsu Machine Tracking System から作られた名前)とはコマツの開発した機械稼働

管理システムであり、世界中のコマツの建設機械が車両の位置情報をはじめとする様々な情報を、通信衛星回線や携帯電話回線でコマツのサーバに送ってくる仕組みです。集まった情報は、お客様に、また代理店やコマツに提供され、三者で相互に活用するというものです。

簡単に言いますと、コマツの建設機械の車両が、今世界のどこにいて、どのくらい動いていて、どのような使われ方をして、どの車がメンテナンスが必要なのかということが、現場に行かなくても手に取るようにわかるのです。

これがKOMTRAXのシステムイメージ(図表)です。建設機械の車両の内部では、自動車と同様に複数のコントローラーがネットワーク

でつながって、協調して最適な制御を行っています。基本的にはKOMTRAXのために改めてセンサーを追加するのではなく、既存のコントローラーが取得している車両内の各種センサーのデータや、コントローラーの判断した故障情報といった様々な機械情報を、KOMTRAXのコントローラーがネットワークを通じて集め、それらの情報にGPSの信号から得た位置情報を追加してコマツのサーバに送ってくるという仕組みになっています。集まったデータは、表にしたり、グラフにしたり、

あるいは「この車両にすぐアク

ションを取れ」という目印を付けたりして、業務に使える形に加工した後、インターネット経由で配信され



三輪浩史氏

ます。

地理的に言いますと、日本にあるコマツのサーバに全世界から情報が集まって来て、それを再び世界の

KOMTRAXを利用する人たちに

配信する仕組みになっています。

実際の画面を見ると、全世界のどの場所でコマツの車が使用されているのか、地図上にアイコン表示されて一目瞭然でわかります。

2012年3月現在、世界中で26万台を超えるコマツの車にKOMTRAXが付いて動いています。現

在搭載車両の数が一番多い国は中国

です。北米にもかなり車がいるのが

わかりますし、南米を見るとブラジルのアマゾンのあたりにもたくさん車があるのがわかります。鉱山が開

発されたり、林業が行われていたり、あるいは高速道路の建設が行われたりしてコマツの車が使われているのです。太平洋の方に目を移しますと

の新車を売って、部品やサービスを

提供してメンテナンスの一部をまか

せてもらうというのが中心のビジネスでした。建設車両は工事のある場所へ移動しますので、昔はお客様から「車が壊れたから修理してくれ」と電話があれば、「わかりました。その車はどこにありますか」と聞いて、

サービスマンが修理に向かうことが必要でした。KOMTRAXのおかげで、車の位置はわかっていますし、今までなかなか関わることのできなかったお客様現場での機械の使われ方へのサポートを含めて、活動を広げようとしています。

お客様の現場でコマツの車がどのように使われているかというのは、開発やサービス担当者にとっても知りたい情報でしたが、以前は物理的にも取得できる情報は限られており、なかなか実態全てを掴むのが難しかったのですが、KOMTRAXが導入されて、たくさんのお客様情報が集まるようになってくると、その情報を使って、「こういう使い方をしてくれば、機械の性能をもっと発揮できます」とか、「こういう使い方をすればもっと燃料費が下がります」などと、コマツからいろいろな提案ができるようになってきて、代理店とお客様との関係が変わろうと

しています。

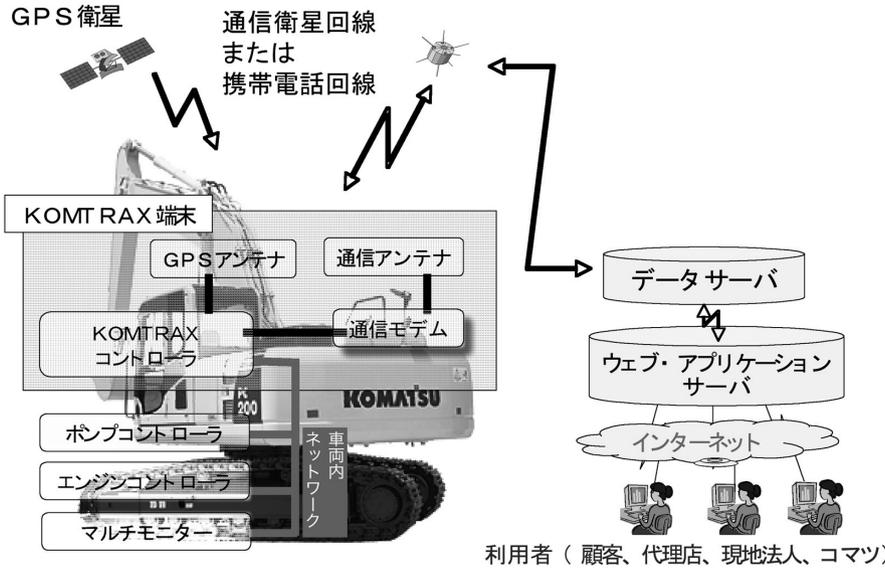
地図のアイコンをクリックして、

それぞれの車両の情報を見ることができるようになりました。この中でも重要なのは「位置情報」と「サービスメータ情報」です。位置情報はサービスを行うのに絶対に必要ですし、近年では位置情報がわかるとGoogleマップで航空写真を見たりすることもできるので、サービスマンは現場に出かける前に現場の様子をチェックして準備を整えることもできるようになります。

### 重要なサービスメータの情報

三輪 我々にとってもう一つ重要な情報がサービスメータです。サービスメータというのはエンジンの掛っていた累積時間を示しています。自動車ですと走行距離を基準にしてメンテナンスを行います。建設機械の場合はサービスメータを基準にメンテナンスが行われます。

KOMTRAXシステムでサービスメータの進み方を見ると、いつエンジンが掛っていたかがわかり、例えば1週間の内、何曜日が止まっていたか、何曜日はたくさん仕事をしていたかがわかるわけです。定期的に交換が必要なエンジンオイルやフィルター交換時期も、稼働時間に応じ



KOMTRAX 概念図

このKOMTRAXシステムの導入によって顧客との関係が変わったことは何ですか？

三輪 従来は、コマツのビジネスというのは、建設機械車両

の

てお客様にお知らせすることができません。

これら以外にも、水温計の値でエンジンがオーバーヒートしていないかがわかったり、実際に仕事をしてきた時間などもわかりますので、アイドリング時間が多いようなら、これを少なくする提案などもできます。

コマツの代理店で実施したオイル、フィルタなどの交換履歴なども残っているのです。機械を中古車のオークションに出す時には、そういったKOMTRAX情報を中古車レポートとしてプリントアウトして提供することも始まっています。KOMTRAXのレポートが貼つてあると、コマツの代理店がきちんと見守ってきたという証拠になりますので、少し高く売れたりすることもあります。

KOMTRAXの情報は、他にもいろいろな形のレポートとしてお客様に提供されます。今、お客様に一番評価いただいているレポートは、「省燃費運転支援レポート」というものです。車両稼動状況、使われ方状況に加えて、どのくらい燃料を消費し、どのくらいCO<sub>2</sub>を排出したかといったことも数字で示されるので、これを基に燃費効率に優れた使用方法への改善の提案も一緒に提供

することができ、現地代理店の提案型営業に役立っています。

### サービスマンの配車の効率化でサービスの迅速化

三輪 KOMTRAXは、代理店のサービスマンにも付けられる仕組みになっており、幾つかの代理店では建設車両といっしょにサービスマンの動きも管理しています。お客様の現場で何かトラブルがあった時には、一番近くにいるサービスマンを現場に行かせるなど、タクシীর配車にも似たサービスマンの配車の効率化が可能です。

サービスマンが現場に行く前には、お客様からの電話情報に加えて、KOMTRAXでエラー情報などを確認することによって、どの部品を持っていけば良いかなどがわかりますので、スピーディーで、且つ効率の良い修理メンテナンスを提供することが出来ます。

### KOMTRAXのサポートでブランドマネジメント活動の推進

三輪 このようにKOMTRAXのデータをお客様と共有することによって、コマツがお客様のオペレーションの改善にきめ細かいサポートができるようになってきました。これ

が今コマツが取り組んでいる「ブランドマネジメント」活動につながっています。「できたものを売るの関係から、サステイナブル(持続可能性のある)な関係に」とコマツは考えており、「(お客様にとって)コマツでないと困る度合いを高める」というお客様との良好な関係を築くことが、ブランドマネジメント活動の目的です。

活動ツールのひとつとして顧客とコマツの関係性を評価するための「顧客関係性7段階モデル」の指標が

あります。KOMTRAXをはじめとするコマツの資源を最大限に活かすし、お客様からランク7「コマツならではのビジネスが成り立たない、コマツと一緒に仕事がしたい」という評価をいただけることをめざし、活動しています。

— AHS (無人ダンプトラック運行システム) やKOMTRAXはどう位置づけられるのですか?

三輪 AHS (無人ダンプトラック運行システム) は、KOMTRAXとは別のシステムですが、

顧客関係性7段階モデルの最も高いレベル7「コマツなしでは事業が成り立たず、一緒に仕事をしていきたい」という状態の実践例と考えられます。鉱山では24時間365日、昼も夜もなく連続稼働しますが、大きな鉱山は僻地にあるため、そのような環境の中で人を集め、教育、管理しオペレーションを遂行するには労務管理が大変と聞きます。場合によっては家族のための住宅、学校、病院などの投資も必要になります。AHSの導入により、



稼働する国内建機

単に人の数を減らしてこうしたコストを削るだけではなく、鉱山の中で

いっどこで何が起ったかが全て記録され、安定的に視覚的に操業管理することが可能になるのです。無人ダンプトラックは最も効率よくプログラムされた通りに動きますので、乱暴な運転もなく、燃費の良い運転が行われますし、機械寿命も延びてメンテナンスコストの低減にもつながっています。KOMTRAXはこうした関係の入口として、お客様のオペレーション改善のサポートに使われ始めています。

—KOMTRAXのシステムを導入した最初の頃の苦労した点について教えてください。

三輪 2001年にコマツはKOMTRAXの標準装着を始めたのですが、そのころは建設機械のICT化に懐疑的な意見も少なくなく、追加が必要となるコストを誰が負担するかという議論が沸き起っていました。「位置とサービスマータがわかるようになるだけで、コマツのサービズビジネスは大きく変革できるのだから、コマツの負担で全部の車につける。」というトップの決断がこの議論に決着を付け、KOMTRAXが大きく前進する転機となりました。

た。非常に大きな決断だったと思います。

今では世界中でコマツの26万台の車に付いています。導入当初はただ付いている車の数が少なかったもので、限られた情報をどのように活用してもらうかで苦労しました。しかし、数が増えそちらが多数派になると使われ方も蓄積され、文化も変わります。今ではそちらが当たり前になり始めています。他社でも類似のシステムを搭載してきていますが、まだコマツの搭載車数とは大きく開きがあるので、情報の活用ノウハウについてはコマツはぜひぶん先行していると思います。

—導入時の社員の意識改革が大変だったと思いますが、そこら辺のご苦労はいかがですか？

三輪 コマツは昔からQCの伝統を強く持っている会社です。KOMTRAXは機械稼働を「見える化」するためシステムだということ、これで見える化されたFACTに基づいて業務改善(PDCAを回す)する、という考え方は比較的受け入れられやすい面はあったと思います。しかし業務のやり方を変えるのは容易ではありません。KOMTRAXの使い方は、代理店によっても



インタビュー風景

レベルの高いところと低いところがありますので、うまく活用して効果を出した事例を集めて広く共有することで、少しずつ意識が変わってきていると思います。トップが「KOMTRAXを使い倒せ」とはつばをかけてくれているのも大きいです。

コマツでは毎年、サービスマンの技能を競う競技大会が開かれています。KOMTRAXのデータを分析して、いかに速くトラブルを解決するかを競う競技もあるのです。

今では、KOMTRAXはコマツグループ全体に浸透して、あらゆる業務で様々な使われ方をしています。

—ここからは労働組合の方にお聞きします。コマツは業績が好調に推移しているようです。海外売上が84%と高いとのことですが、製造拠点の海外展開も広汎に行われているので、為替リスクというのはあまりないのですか？

納谷広嗣 コマツユニオン総務・広報局長 売上比率では、海外が8割を占めている一方、生産金額ではコンポーネント(機械を構成する部品)を日本一極生産していることから、5割を国内で占めています。このことから、為替による影響は無視できないものです。しかし、直近の業績(2012年3月期第3四半期)については、米ドル、ユーロ、人民元に対して大幅に円高となっている中でも高い利益率を維持しています。コマツは、これまで取り組んできた構造改革、固定費の低減に加え、販売価格の向上や原価改善に継続的に取り組むことにより大幅な円高に対応し、事業環境の変化にも柔軟に対応できる体制の構築を目指しています。

—海外展開はいつ頃から行われていますか？ 海外工場の技能、生産性向上をどのように行われてきたか、教

納谷広嗣氏



えてください。国内では技能伝承制度があると聞きましたが、コマツの技能研修体制について教えてください。

納谷 コマツは1950年代に海外輸出を開始、その後70年代には北米、欧州、アジアの販売拠点拡大を進めてきました。70年代後半からは、海外工場での生産を開始。需要のあるところで生産（組立）を行い、キーコンポーネント（トランスミッションやエンジン、電子機器）などは日本から供給するということを生産の基本方針としています。これにより、生産リードタイムの短縮や品質問題の早期発見、補給部品等の迅速対応、為替変動のリスク回避に加え、現地での雇用創出や現地製であるという安心感をもたらす効果を發揮しています。

また、当社では世界に展開する生産拠点のうち、商品開発機能を有する工場を「マザー工場」と呼んでいます。マザー工場は、商品開発とモデルチェンジ時における原価低減の役割を担うとともに、「チャイルド工場」と呼ぶ同一機種を生産する他工場のQ・C・D（品質・コスト・納期）にも責任を負わせており、グローバルで同じ品質維持ができる体制で生産を継続しています。あわせて、部品表を統一し、本体、部品のクロスソーシングを可能にしています。

技能伝承の主なものとしては、組立、機械加工などそれぞれの分野での第一人者をマイスターとして任命する制度や、全世界のコマツ社員が参加する技能競技大会を毎年開催することなどが挙げられます。

また、日頃より現場における技能向上を図るため、各工場には「技能道場」を設置、マイスターを現場第一線から離すなど、高度な技能を持った社員が技能伝承に特化した業務に携わることで、若手社員の育成を実施しています。

—最初にお聞きしなければならなかったのですが、コマツの「創業者精神」「コマツウェイ」についても、そ

の形成過程のエピソードなど教えてください。それぞれ目的があつて、今ある形になったと思うのですが。

納谷 「コマツウェイ」は、創業者の精神をベースに、先人達が築きあげてきたコマツの強さと、その強さを伝える信念、基本的な構え、それを実行に移すスタイルを明文化したものです。経営の現場、研究開発から生産、販売、サービスに至るまでそれぞれの現場で、将来に渡って脈々と受け継いでいけるものとして考えており、今年度はグローバルにも展開できるように、より具体的な事例を挙げるなど改定が行われました。

—労働組合もこのコマツ文化の中で活動されているわけですが、コマツ労組の独特の慣習とか、活動はありますか？そして労働組合の活動一般において、この「コマツ文化」は、どういう良い面がありますか？

納谷 とりわけてこれというものはありません。当たり前かも知れませんが、労働組合の活動においても、単に職場からの声を会社に伝えるというのではなく、その声が発せられる本質的な課題抽出を組合内部で時間をかけて分析しています。あるいは、実際の問題がない場合でも、

何故そのような声は発せられたのかにも着目し、日々の活動を推進しています。

このことは、創業以来取り組んできたQC活動の根幹である「ファクトファインディング」の思想も大きく影響しているものと考えます。原因を追求し、議論して対策を決めていくという形が出来上がったのも、「コマツウェイ」の示す考え方が基盤となつていると思います。

取り組みのひとつとしては、2005年の春闘から、賃金闘争とは別に労働組合の目線から、中長期的、持続的な成長を目指した提言を行ってきました。経営施策のより効果的な実行や、現場力向上のための取り組みなどに加え、組合員の「働きがい・やりがい」の向上など幅広いテーマで議論を行い、労使共有した取り組みとして覚書を交わしています。その後1年を通じて労使一体となった取り組みを展開し、翌年にはその結果の振り返りも行っています。

（文責・編集＝金属労協組織総務局）