

特別対談 日本の鉄道の未来を拓く^{ひら}



株式会社日立製作所
執行役社長兼 CEO

東原 敏昭

公益財団法人鉄道総合技術研究所
理事長

熊谷 則道

司会：鉄道総研 理事 奥村 文直

鉄道総合技術研究所の創立30周年を記念して、「日本の鉄道の未来を拓く」をテーマに、日立製作所の東原敏昭社長と鉄道総研の熊谷則道理事長の特別対談を企画しました。

鉄道総研は1986年12月に創立されましたが、その原点である帝国鉄道庁鉄道調査所の発足(1907年4月)から数えると約110年近い歴史があります。

日立製作所は、1910年の創業から106年の歴史があり、新幹線や在来線、民鉄各線に車両を納めているほか、みどりの窓口の座席予約システム、運行管理に関するシステムなど、鉄道関係の多くのプロジェクトに参画してこられた経験があり、これまでの鉄道技術の発展に大きな貢献をされております。また、東原社長は、2014年に社長に就任されましたが、入社以来、長

らく鉄道の運行管理に関するシステム開発に従事されており、ATOS(東京圏輸送管理システム)の開発においては、約20年にわたる長期のプロジェクトを成し遂げております。東原社長と時を同じくして2013年に鉄道総研の理事長に就任した熊谷理事長との対談は、これまでの鉄道技術開発について振り返るとともに、今後の鉄道の将来についてなど話題は尽きませんでした。

鉄道技術開発をたどる

奥村：鉄道総研創立30周年ということで、熊谷理事長から、鉄道総研の30年を振り返っていただけますか。

熊谷：よろしくお願いたします。鉄道総研は1987年旧国鉄の民営分割により、1986年12月10日に設立され、1987年4月1日から研究機関としての活動を開始しました。私達の役割は、鉄道技術および鉄道労働科学に関する基礎から応用にわたる総合的な研究開発、調査などを行うことです。さらに、超電導磁気浮上式鉄道の技術開発も、旧国鉄から引き継ぎました。30年間の多岐にわたる活動を短い言葉で振り返ることは話題の選択に迷うのですが、1つ言えることはJR旅客鉄道および貨物鉄道会社7社とともに歩んできたということです。

30年間の鉄道のニーズは、社会の要請によって生じたともいえ、新幹線や在来線の高速化、都市鉄道の輸送力増強としての高密度列車化、およびJR会社の経営安定化のためのメンテナンスの低コスト化でありました。

民営化直後のJR会社は、経営安定化のために車両の新製などの投資を控えていました。しかし、好調な日本経済を反映して、積極的な運営を行うようになったと思います。これは他の交通機関に対する競争力を強化するための

列車の高速化の施策につながりました。

鉄道総研においても、高速化の要素技術、たとえば車両の走行安全性、空力騒音の低減、軌道の改良、架線の高性能化など、多くのテーマに取り組みました。私も鉄道総研内の高速化プロジェクトリーダーを経験させていただきました。

一方、安全性の向上のための取り組みに大きな変化がもたらされました。兵庫県南部地震が1995年に発生しました。新幹線の走行前の時刻でしたが、高架橋が崩壊した現実を目の前にして、自然の脅威にきちっと対応していかなければならないと改めて気付かされました。それまでの安全性の向上の取り組みを見直すきっかけとなりました。

また、福知山線、日比谷線などの鉄道事故があり、安全を最優先に取り込んだ鉄道技術でなければならないこと、安全性の維持に隙間があってはならないとの認識を持ちました。最近では強風、豪雨による自然災害に対して、強靱な鉄道とすることを大きな課題としています。また、無線による列車制御は次世代鉄道の主役になりますが、これも低コストなシステムにするよう研究開発を進めています。

奥村：東原社長もATOSなどいろいろ携わられてきているようですが、御社と鉄道ということで少しお話しいた

だけますでしょうか。

東原：日立は最初、電気機関車など、車両から入り、そのあと計算機を用いた座席予約のMARS（マルス）や運行管理システムなど、さまざまなシステムについて、JRさんの指導のもとにスペックを決めて進めてきました。私自身が直接担当して深入りしたのは、先ほどいわれたATOSという東京圏の輸送管理システムなのですが、ずいぶんやらせてもらいました。その後ICチケット、Suica（スイカ）なども我々のチームが担当させていただきました。そういった意味ではJRさんと共に、この30年歩んできた気がします。

我々の社内に、SQDCという言葉があります。Safety, Quality, Delivery time, Costとありまして、安全が一番で絶対に重要であり、次に品質、そして納期、最後にコスト、この順番はきちっと守りなさいという教育を受けてきました。もう一つ、私はATOSを担当していたので、やはり安全に対する考え方、概念について、鉄道は「制御」があるのだけど、そこにはまずインターロックがあって、最後に保護装置があるのだということをお聞きしました。安全性という、一段ほかとは違ったシステムの勉強をさせていただきました。当然コンピューターの世界ですから、銀行のコンピューターなど、冗長



速度向上に寄与してきた鉄道総研の車両試験装置



震度7クラスの実地震動の模擬が可能な鉄道総研の大型振動試験装置

設計などの、コンピューターの信頼性に関するアーキテクチャの技術もありますが、安全面に対する考え方、特にATOSは自律分散型だったので、1つの駅で故障が起きても周りの駅は正常であるとか、修復するとまた回復して健全になるとか、これは生態系のアナロジーというか、ケガをしても自然治癒するという自律分散システムを入れていて、非常にそのコンセプトは良かったと思います。もう一つATOSで大事だったのが、1996年ですから20年経つのですが、20年かけて中央線、京浜東北線、山手線と導入されました。段階的にシステムを大きくしていくという意味の分散型です。リスクの分散、制御のレスポンス、そして段階的にシステムを構築する時のやり方として、分散が良かったのではないかと思います。安全とモノづくりについてはJRさんから相当勉強させてもらったというのが、私自身の30年でした。

熊谷：安全を最優先することを忘れてはいけませんね。一方で気になることは、安全を維持するための技術が文字情報として引き継がれていない部分があることです。つまり経験知として人から人へ伝承されて、それはきちっと守られているのですが、今後は長い時間を経て、原則が忘れられないように

しなければなりません。経験知を形式知として伝承していくことがこれからの鉄道の安全の維持に必要なのではないかと思います。その際にデジタル化の動きは大変重要な役割を担うと思います。自律分散という流れは、現在はあたりまえのようにいわれますが、以前は集中型を指向していました。CTCに代表されるような、集中して少人数で列車運行をコントロールするというコンセプトでした。それがシステムを自律分散の方向にもっていくことにより、大量、高速のデータ処理技術による安全性の数値化という役割ができてきたのではと思います。

東原：時代の流れでは集中と分散が繰り返されるのですが、アーキテクチャを変えるときに、相当原点まで戻って安全面など慎重に検討しないとイケません。諸先輩が奥深い考察をされているので、そこは非常に重要ではないかと思います。何か変える時には、やはり原点回帰、原点に戻って、フィロソフィーをもう一度理解するのが重要ではないかと思います。

熊谷：たとえば、車両の設計の際に、ある設計基準に沿うわけですが、基準に示される数値の意味をきちっと理解していないと、必要に迫られて数値を変更しなければならないような場合に間違いを犯す可能性があります。基準

の数値の意味を伝承をするということも大事なことです。

東原：知識の「おもて（表）化」は非常に重要です。我々は2018年に向けて、IoT（モノのインターネット）時代のイノベーションパートナーになるという旗を掲げ、Lumada（ルマダ）という、ビッグデータをどんどん集めて、人工知能で解析をして、知識のおもて化をするIoTプラットフォームを立ち上げました。こういうことができてくると、熟練者のノウハウと新人の動きの違いをみて、どこに違いがあるのか比べてみて、熟練者というのはここが匠の世界、勘所がどこにあるのか、みたいなのが、数字で、デジタルで残せるようになるので、先ほどいわれたような（形式知の）方向になると思います。

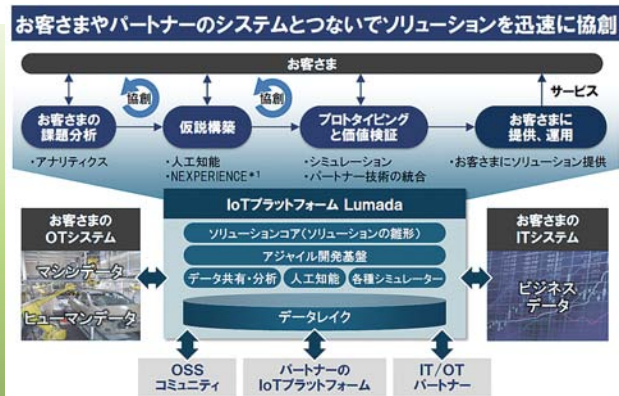
熊谷：御社の中で、そのようなモノづくりですとか、コンセプトのよいものをつないでゆく際に、たとえばATOSが20年かかるとなると、20年の時間差でバックグラウンドになる技術レベルが格段に上がっています。そうすると、初期のシステムが世の中で実用されるときに陳腐化するという懸念はないですか。

東原：そういう意味では、技術レベル、ハードウェア・ソフトウェアの技術進歩はものすごいですから、変わってきます。でも、分散型のシステムです



IoTプラットフォーム Lumada

ATOS (東京圏輸送管理システム)
(JR東日本提供)



とか、リスクヘッジの考え方は変えてはいけないので、テクノロジー面はどんどん変わっていく、そこは置き換えていく形にしています。たとえば、駅のバージョンの管理は、過去はワンバージョンですが、今は複数バージョン入れて、スイッチバックで元に戻せるような形になっているし、それはストレージのスピードや容量も大きくなり、技術的な進歩は取り入れるのですが、基本的な安全に対するコンセプトみたいな所は継承していく、これは受け継がれていると思います。

熊谷：それは集中型より分散型が進めるほうが、新しい技術を導入しやすいということで、大きなメリットになるのですね。

安全で高品質な鉄道

熊谷：今後の鉄道をどう拓いていくかということですが、1つは鉄道のメリットをどう伸ばしていくかです。2年前に新幹線50周年を迎えました。新幹線は人の輸送におけるイノベーションでした。このイノベーションは、新しい車両や信号システムを生み出しただけでなく、鉄道の新しい価値を創造したということです。その価値は日本の社会・経済のみならず、また、海外においても認知され、TGVやICEの営業運転など、各国に伝搬していきまし

た。かつて鉄道は成熟産業だといわれて、高速鉄道は無駄であるといわれた時もあったわけですが、新幹線はそのような考えを打ち砕きました。海外で高速鉄道導入の気運が高まっています。特にモータリゼーションの進化した英国、米国で高速鉄道に賛意を示しました。我々も新しい技術を投入してさらに進化する鉄道を世界に展開したいと思います。御社が英国に高速鉄道システムを導入したきっかけ、英国側の要望などはどのようなものだったのですか。
東原：まず英国の鉄道ですが、ずいぶん苦勞して、2000年くらいから受注活動を始め、最初にClass395という車両が動いたのが2009年12月でした。10年近く時間がかかったのですが、JRさんに車両の製作技術を含め教えていただいたこともあり、Class395は非常に信頼性の高い車両になりました。雪にも強い。雪が降って他社の車両が止まってもClass395だけは動いているとか、面白いストーリーがいっぱいあるんですが、日本のメーカーの強みの一つは品質を非常に重要視することだと思います。今はIoTの技術がこれだけ発達してきましたので、Class395には車両にセンサーを付けて、状態を全部ビッグデータで集めるようにしており、予兆診断、これはいつ頃故障しそうだ、そろそろ部品を

交換したほうがいいのかということ、解析しています。IT（情報技術）と車両の製作技術を合わせて、稼働率を上げていく技術というのが培われてきていますので、これからのIoT時代においては、新しい、さらに高度な安全性と信頼性を備えた車両を提供できるようになっていきます。もっとIoTが発展していくと、セキュリティ、たとえば車両の中の爆発物検知、あるいは異常行動を起こす乗客の検知など、フィジカル面の安全にも対応できるようになるでしょうし、安全性は増していくと思います。

熊谷：安全についてですが、安全というのはその国や民族の文化や意識、習慣に根ざしていると思うのです。さらに、安全には維持すべきレベルがあり、機器を製造するサイド、鉄道を運営するサイド、研究開発するサイドなどにおいて、同じ安全レベルを維持する必要があります。私が国鉄に入社した翌年、運転士見習いを経験した際に、安全のプライオリティの高さを学びました。運転士が列車を運転して駅を通過したり、踏切を通過したり、急こう配を下ったりする際に、鉄道の安全システムが全て見えてくるのです。たとえば遠方の信号機が霧で見えないときに安全に列車を進めるシステムがあればよいのに、と思ったことがあるので



Class395車両(英国)

すが、そういう意味で運転士は安全システムに直面している安全のチェック者でもあるのです。列車を制御したり車両や軌道の状態をモニターすることも、すべて運転業務の視野に入っているのです。このような視点は自動運転を行うための原則に通じていると思います。

東原：私は元々コンピューター屋なのですが、コンピューターは万能じゃなくて、やはり運転士の感覚というか、人間系とコンピューター系の融合がいかに安全を高めていくかということになると思います。

熊谷：話が横道に逸れますが、自動車で自動運転にAI(人工知能)を使うとしたら、免許や運転責任の在り方などに新たな議論が生まれます。運転に関する安全の切り口というのは、新しい技術で変わっていくのか、さらに安全を高めていく方向は何か、ということが課題になります。

東原：現在、各ITメーカーや自動車メーカーが相当自動運転の研究をやっています。私はJRさんの培った安全に対する考え方、制御とインターロック、保護という考え方が、自動運転の中にも入ってこなければいけないだろうと思

うし、そのための法制度化も必要でしょう。技術も大事で、制御ですから前方に車があり、スピードや距離をどこかで縮められるかというだけではだめで、そのチェック機構が壊れた時に、保護装置としてどうしていくのか、第三者のチェックが必要となります。そういうシステムティックなアプローチがまだまだ研究要素があると思います。そういう意味で、鉄道^の安全の技術が将来的には鉄道という一つの世界だけではなく、車の自動運転にも活かされるといっています。

熊谷：そうですね。車両の検修を行う場合に人間によるダブルチェック、トリプルチェックを行います。将来、機械がダブルチェック、トリプルチェックを行うことになるのですが、その際に安全のレベルが形式知として文字情報化されていることが必要です。

東原：昔、ソフトウェアの開発で、Nバージョンプログラムというのがありました。それは同じ外部仕様で全く別の人が作る。アルゴリズムが全然違う。それを突き合わせるというものです。まさにそういう事をやらないと、ソフトウェアですから同じものをコピーして同じ間違いをします。いろいろなアルゴリズムの結果の検証で意思決定するということが大事になるのでしょうか。

熊谷：AIというのは、機械に知能を与えて人格があるように自立させることをめざしますよね。機械が相互にチェックをしあうという世界が見えてきます。コンピューターが列車を完全にコントロールするか、サポートしたり防護するという流れに間違いなく進むと思います。

東原：逆に運転士さんの補助的な役割で、セカンドオピニオンの^{そば}に側にいるロボットがまず導入され、そこからスタートかもしれません。

熊谷：ヒューマンエラーが、ある確率で起こるとすると、機械のチェックによって人間のヒューマンエラーより低いリスクで、物事が動かせる可能性はありますね。

東原：そうですね。

熊谷：モノづくりをされる立場として御社は安全に関してどのようなチェックを行っていますか。

東原：工場の中の品質管理は、現在カメラが相当ついているので、カメラで挙動を分析して、不安全行為や品質の確保がなされているかチェックする仕組みはできています。またベテランと新人の比較をして、新人の教育に使うというような、イメージサーベイランス(画像分析する技術)がすでにできているので、それをどこまで応用するか。先ほどの自動車の運転手の居眠り



でハイクオリティに転じ、生産性も向上しました。なぜかと考えると、日本人の勤勉さ、教育レベルの高さ、高い品質を求める欲求、これらが国産品の品質を高めている要因になったのだと思います。

東原：大事にしたいですね。モノづくりでいうと匠の世界、あるいはサービスでいうと、きめ細やかなサービスというような良さをいかに海外のお客様にもご理解いただき、それに価値を評価していただくような、そういうところをPRしていきたいです。

奥村：イタリアに行った時思ったのですが、アンサルドとボンバルディアの高速鉄道が走っていて、非常に時間に正確でした。イタリアの社会自体が変わってしまったような気がしました(笑)。

東原：アンサルドの人たちと話をしていても、クオリティに関する考え方は非常にレベルが高いですね。

奥村：運転台を見せてもらったのですが、駅の周り、高速区間で画面も変わりますし、アシストしているという感じでした。

熊谷：とはいえ、トラブルも起こることがあります。製品に加えてメンテナンスの品質を高めるためにIoTなどデジタル技術を導入することが喫緊の課題ですね。

情報革命のその先

東原：先ほどLumadaというIoTプラットフォームの話をしました。これは1つは鉄道では予兆診断に使っていますが、社内でもっと活用しようという話をしてしています。膨大な不具合・トラブルデータを分析して、どういうケースでどういう種類のトラブルがでるか、逆に時系列でいうと、今どういうトレンドにあるのかとか、あるいは新しい改造をした時、どういう経緯で不具合が作りこまれてトラブルになるのかとか、そこをもっとビッグデータから分析しようとしています。そうするとデザインレビューした時、その段階で、過去こういうケースで間違った、今回はどういうケースに当たるのか、などと奥深いチェックができるのではないかと思います。オンラインの予兆診断だけでなく、社内で持っているデータに対して今、人工知能やビッグデータ技術を活用しようという動きを始めました。

熊谷：そのような新しい分野に携わる技術者は、これまでにない分野の方々になりますよね。数理系や情報系など、複雑かつ大量のデータの分析を専門とする人です。ハードを組み上げる技術とは異なる分野の知識が必要ですね。

東原：世界のデータサイエンティストや、データアナリストですね。これに

ついては採用もありますし、育成もしていますがなかなか難しいです。どうも、技術がすごく理解できている人の物の見方は、数式や過去の経験なのですが、AIを使うと相関しか出さない。「この事象とこの事象の相関」しか出てこない。それを関連付けるのは人間です。なぜこの事象がこの事象と関連するのか考えるのは人間なのですが、新しい切り口、見方を提示してくれる、これは重要です。技術経験豊かな方が、アルゴリズム的に追って結論を導くのではなく、AとXが関係している、あるいはBとZが関係しているが理由はわからないというほうが、真剣に考えますね。

熊谷：衝撃的だったのが、囲碁の世界で、システムがプロを負かした。それを作った企業がGoogle系であり、製造メーカーなどではなかった。19世紀の産業革命では、馬や水力による動力が、蒸気機関により全てが機械化されてしまった。そういう意味でICT(情報通信技術)が産業の新しい動力として認知されると、新産業革命になり得ますね。

東原：昨年出された第5期科学技術基本計画の中に、Society 5.0というキーワードが入っています。なぜ5.0かというと、狩猟民族から農耕になり、産業革命が起き、ITの革命が起き、そ



ミラノで開催した
WCRR2016

の次の革命が来たのではないかという意味のようです。情報の革命が起きて、私は次に人間と情報革命の融合、ヒューマンセントリック（人間中心）、Quality of Life（QoL：生活の質）を向上させるのにフィジカルもサイバーも関係なく、データを集めて、本当のQoL向上を追及する時代が来たのではないかと思います。少し横道に逸れますが、先日、ゴリラの研究で有名な京都大学の山際総長と共同研究についてお話しした際、サイバーとフィジカルの世界の話をする、人間は五感があるけれどメインは視覚である。ゴトゴトと音がして見に行く、やはり視覚中心だと。私が問題を投げかけたのですが、サイバーの世界になると、バーチャルリアリティはいろいろあって、見ているものが本当なのかという時代になると、目が主役で臭覚や聴覚が補助ではなく、逆にこっちが大事になる、みんなが感覚を研ぎ澄ませないとおかしくなりますよ、という議論で盛り上がったのです。まさにそういう感覚、今までの人間がいただけの感覚を、がらりと変えるようなサイバーフィジカルな時代に来ているのではないかと思います。

熊谷：第5期科学技術基本計画では、情報社会の中で、人と人のつながりを強調していると思います。もう1つ加

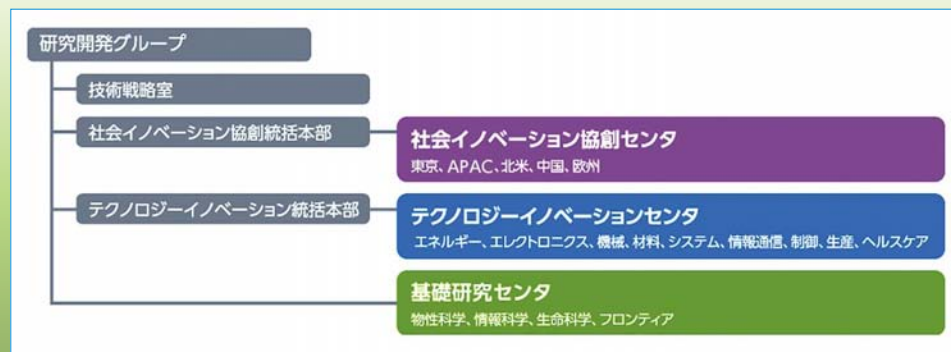
えるべき概念として、自然に対する畏怖の念、脅威にもなっているのですが、ライフという中に、自然の変化を含めないといけない。人間中心の考えのみですと、将来、手痛い目にあうのではないかと思います。鉄道は地震、雨、風などの強烈なハザードに対して、それを防ぐことはできないけれど、減災することはできる。少なくとも少しでも災害の被害を減らすという方向も技術の方向として含めていくのではないかと思います。

2050年を見据えた研究開発

熊谷：話は変わりますが、5月の下旬に、世界鉄道研究会議WCRR2016がミラノで開催されました。そこで、3つの話をしてきました。1つはR&Dの効率化、それからデジタルイノベーション、それからエネルギーイノベーション、これらの話題で意見を交わしました。デジタルイノベーションがIoT、ビッグデータ、AIにつながると思います。しかし、当研究所としてはAIの導入対象として、我々の人間に近づく方法として、ヒューマンエラー、運転士が信号を見落とすとか、反対のドアを開けてしまうなど、そういう輸送業務の中での判断のプロセスにおける脳の見みや、生理的な変化などを勉強したいと思っています。先日は、御社の

柏の医療機器の事業所を見せていただきましたが、医療における計測技術は大変進んでいると感じました。ヒューマンエラーの前兆や傾向を、人間の生理上の変化を追求することで数値化できないかと基礎研究を始めたところですが、御社のIoTやAI展開の戦略で行っている高度な計測技術によって、複雑でとりとめのないことを知識化する可能性が広がっています。

東原：我々が特に注目しているのは、問題を解決するために、たとえばヒューマンエラーを起こさないという命題を解決するために、一番良いのは数式的にシンプルにモデル化できればいいのですが、なかなか難しいので、大事なのはアナロジー、どこに類似性を置くのかということだと思います。先ほど自律分散のお話がありましたが、あれは生態系とのアナロジー、ケガをしたらそこは自然治癒するというシステムのモデルがあるとか。もう1つは、京都大学と共同で群れの研究を行っています。なぜイワシの群れがぶつからないのかとか、あるいはゴリラの生態系もそうですが、群れというキーワードで、何か人間の生き方などに関して知恵を出せないか、といった2050年を見据えた研究です。先ほど自然というお話がありましたが、近年、異常気象などが多発していますので、自然の



2016年度研究開発体制（日立）

脅威、災害をmitigate(軽減)するやり方のためのセンシングの技術とか、予兆をdetect(検知)する技術について、短期でやるべきことと中長期にやるべきことに分けて研究しようと思っています。2015年度に日立の研究所を3つに再編したのはそのような意味があり、お客様と一緒に社会イノベーション事業をやる部隊(社会イノベーション協創センタ)と、開発を行うテクノロジーイノベーションセンタと、あと基礎研究センタです。研究者は全体で2,700名おり、それぞれ、社会イノベーション協創センタに600名、テクノロジーイノベーションセンタに200名、基礎研究センタに100名在籍しています。このうち基礎研究センタにて中長期的な研究を行っています。

熊谷: 近視眼的な、短期の成果を求めないという一つのコンセプトが基礎研究のベースになっていますね。

東原: やはり2050年くらいの先を見ないと、ちょっとぶれてきます。先ほどの、自然がどうなっていくのかとか、テクノロジーがどう変化していくのかを含め、2016年から2050年の世界を見たときに、ずっと見ているとぶれずに、その方向にいくと思います。

熊谷: 私たちの研究リソースは550名です。研究マネジメントの重要な問題で、中長期的な基礎的研究と、3年以

内でソリューションを出すという実用研究の2つの役割があるのですが、同じ研究者が両方できるのか、それとも基礎の人間と、短期的、コンサルティンクな課題に対応する人間を分けたほうがいいのか、ジレンマがあります。研究者のモチベーションを高める点から、実用化による達成感を持つことも大切なので、できる人は両方に^{かか}関わってもよいのではないかという考え方で進んでいます。

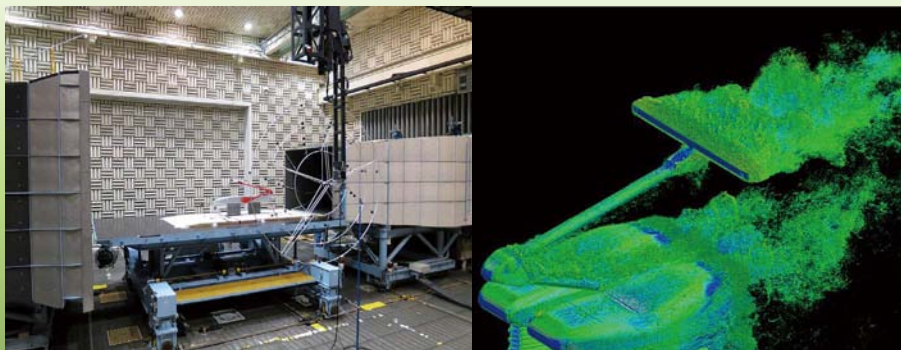
東原: 同感です。私は、研究者には自由にやってもらいたいので、マネジメント側から枠に入れてはいけないと思っています。目先のprofit(利益)だけ追えば、全員フロントの受注活動に近い所へ持っていけば短期的には成果が出やすいと思うのですが、やはり中長期の基礎研究というところが弱くなります。そこは重視しないといけないと思います。

熊谷: たとえば国が経費を出すからと大学に実用研究に向かえと方針を示すとすると、20年後には効果が出てくると思いますが、それは全体として、国としての基礎研究の力を低下させるのではないかと思います。

企業の戦略としては、R&Dは効率化が必須です。たとえば5年後に360km/hを実現したいという場合、課題である空力・騒音の問題を2年で

解決しなければいけないというミッションに対応するために、研究機関はturnaround time(納期、所用時間)を、縮めていく努力が重要です。問題解決のため、理論解析やベンチ試験、営業線での試験を行っています。スーパーコンピューターによる高度なシミュレーション技術が展開されて開発期間、コストの低減に大変助かっています。R&Dでは現象を実際に見ることができない場合が多いので、シミュレーションで可視化しながら進めていくプロセスは欠かせません。コンピューターや高度シミュレーションの価値はますます高まっていくのではないかと思います。

東原: そうですね。いまおっしゃったように、開発にスーパーコンピューターを使うのは非常に重要です。ビジネスの業界もシミュレーション技術がどんどんできてきていて、お客様と課題を見つけています。一つの例として、都市化が進んで交通渋滞が生じる。そこに電車を走らせるとどのくらいの乗車率で、初乗運賃いくりにするとどのくらい交通渋滞が緩和され、かつ初期投資がどのくらいでpay back(返済)できるのかというようなことを、コンピューターの中に入れてパラメーターを変えてシミュレーションする。我々の言葉でいうと、NEXPERIENCE



大型低騒音風洞における実機パンタグラフ試験とスーパーコンピューターによるシミュレーション

/ Cyber-Proof of Concept. Proof of Concept (概念実証) をコンピューターの中でやり、東西、南北の路線をこうしよう、駅の数は何個にしよう、あるいは環状線にしましょうか、ということを中心にできるシミュレーションツールを開発して使っています。そういう feasibility study (実現可能性検討) をコンピューターの中でやるというのがだいぶ進んできました。

熊谷: それは試行の範囲も広がり、時間も短縮できてたいへん良いことだと思います。客観的な数値手法は、交通の混雑への対策を適用したりする場合に効果の定量化にも有効だと思います。

東原: そうですね、これから街づくりの時に、車の混雑を防止したり、人の流れが見えたりするので、もう少しカメラでデータを取ると、30歳前後の女性の動き、子どもたちの動きなどわかりますので、駅ビルの中のこのテナントはブティックにしたほうがよいとか、ここはおもちゃ屋にしたほうがよいとか仮定でき、そうすると1週間ほどのくらい来店があり、購買率をかけて売り上げをシミュレーションは簡単にできるような時代になってきました。

熊谷: システム化のためのコンピューターツールの利用が多様化して広がってくるということですね。

社会全体のエネルギー最適化

熊谷: 鉄道は他の交通機関と比較して大量輸送能力、高速性、定時性、エネルギー効率性が高いことが、特長になっています。都市鉄道から高速鉄道までのエネルギー消費量を少なくすること、それからゼロエミッションにすること、これら2つの研究開発を進めていきたいと思っています。回生ブレーキとか、エネルギーとして再生可能エネルギーを使うとか、さらには電力供給を使用側のネットワークでリンクさせよう、燃料電池を鉄道に使う、あるいは抵抗がゼロの超電導技術を入れていこうといった方法でエネルギー消費が少なくて交通社会を作ることが将来の日本の産業の基盤の1つになると思います。

東原: ゼロエミッションの話となると、車社会だとどうしてもCO₂の問題があるので鉄道中心にやっていかないとダメですね。将来は燃料電池車やEV(電気自動車)も増えてくるとは思いますが、大量輸送するには鉄道は大きな意味があると思います。それからエネルギーに関しては、鉄道の運行という世界で、いろいろな電源系を導入したり、再生可能エネルギーを使うためにバッテリーを安定供給のために使ったり、あるいはブレーキの回生エネルギーを次のスタートの時に使ったりできます。

私は次の世代は、街まで含めて、ビルやテナント、モールなど、それと鉄道系が一体となって、全体のエネルギー最適化まで踏み込む時代が来ると思います。逆に街で余った電気を鉄道で使う、鉄道でたまったエネルギーを街の電気やエネルギーに使う、そういう相互の活用が出てくると思います。

熊谷: 電力エネルギーコントロールですね。

東原: 電力、熱の融通ですね。そのように街全体で省エネ化、CO₂の削減につなげていくといいと思います。

熊谷: 家庭から鉄道会社まで多岐にわたる電源を安定させる技術ができれば、電力の融通とかできるようになりますね。ネットワークで電力供給と消費をミニマムにするシステムにしたいですね。

東原: 先ほどATOSの話で20年かかったという話をしましたが、このシステムもたぶん20年、50年の世界です。段々つないでいって全体最適にしていく、先ほどの鉄道世界で駅のコンピューターは同じような制御をするものが拡大していきますが、今度の場合は鉄道のエネルギーコントロールと、ビルエネルギーコントロールと、家庭のエネルギーコントロールのマッチングですから、必ずしも1つのコントロールだけではうまくいかないの



日立による電力融通の事例
(柏の葉スマートシティ)

これを時間軸で20年、50年かけてつないでいながら、地域の最適化をしていく、そんな時代を夢見ています。

熊谷：鉄道会社の変電所の区別なく再生電力を融通できること、たとえば東京であれば首都圏の全ての鉄道会社の電力消費をトータルに制御することが可能になりますね。

東原：そういう時代になると思います。

何をKPI (Key Performance Indicator: 重要業績評価指標) に置くかということです。

熊谷：鉄道会社にとって電力消費量は運転経費のうち、高いところで85%~90%を占めていますから、それを下げるといことは、経営的にもプラスの方向です。そのように、エネルギーイノベーションは必要で、地球環境、およびその個別の会社の経営にもプラスになりますので、もっと力を入れていこうと思います。IoT、AIなどによって、エネルギー効率を高めるために総合力を発揮できればいいと思います。

人と人をつなぐ鉄道

奥村：では最後に、鉄道が拓く豊かな社会に関して、お話いただけますか。

熊谷：私たちが2年前に作ったビジョンは「鉄道の発展と豊かな社会の実現に貢献する」なのですが、これは社会が



物質的に豊かであるという流れから、人と人とのつながり、精神的なつながりによる社会の豊かさを求めていくことを想定して、設定いたしました。

東原：新聞の全国紙で私から、IoTが将来どういう風に使われるだろうかと問いかけをして、読者から回答をもらう企画に参加する機会がありました。その中で、キャスターと議論した時に、たとえば常に自分が何をしたいかスマホにすべて入れて、映画に行きたかったらサイネージがずっと映画館までガイドしてくれるといったことが本当に便利で望んでいるものなのか、QoLの向上なのか。もちろんそういう方向の人もありますが、もっと自然の中で過ごしたいとか、IoTから離れたいというのも一つのQoLの向上なのです。大事なのは、個人個人が、何が私に価値のあるLifeなのか、本当のQoLの定義を個人個人がすることが重要になり、その価値観を大切にすることが訪

れることを、今後問いかけていかなければいけないと思います。

熊谷：今後もSNSやスマホによる情報交換の流れはますます強くなるのですけれど、それと共に人と人が会うために移動することは、仕事の場合でも家族の間でも不可欠であり大切にされると思います。スマホも含めて、多様なコミュニケーションの形になるのではないかと思います。昔からそうであるように未来にあっても、鉄道は「人と人がつながる」ことをコンセプトとしていきたいですね。

東原：鉄道が人と人をつなぐ、子どもと親をつなぐ、友達と友達をつなぐ鉄道、そういう位置づけが重要になるのではないのでしょうか。

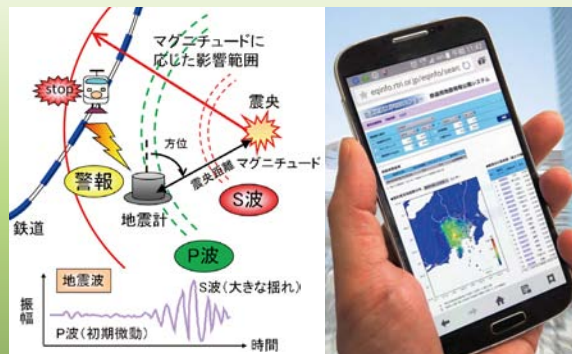
熊谷：そういうところで、社会イノベーションに向け、鉄道も貢献したいと思っています。引き続き鉄道分野をよろしくお願いします。(笑)

全員：ありがとうございました。



早期地震防災システム(左)と鉄道用地震情報公開システム(右)

鉄道総研構内試験線における300m級超電導き電ケーブルを用いた走行試験



日立製作所の鉄道のあゆみ

鉄道総研のあゆみ

- 創業, 5馬力誘導電動機の完成 '10▶
- 1.5t鉱山用電気機関車を完成 '11▶
- 12tタンク式蒸気機関車を完成 '20▶
- 国産初の大型電気機関車(ED15)を完成 '24▶
- 笠戸工場でC62形蒸気機関車を完成 '49▶
- 国内初の交流電気機関車を完成 '55▶
- 国鉄納め座席予約システムMARS-1を完成 '59▶
- 東海道新幹線電車を完成 '64▶
- 東京モノレール車両を完成 '64▶
- 国鉄納め新幹線運転管理システム(COMTRAC)を開発 '70▶
- 磁気浮上式鉄道車両MLU002を納入 '87▶
- JR東日本向け205系電車を納入(民営化後の初受注) '87▶
- 米国アトランタ市交通局(MARTA)に電車120両を納入(米国への初輸出) '87▶
- JR貨物向けEF200形電気機関車完成 '90▶
- 東京圏輸送管理システム(ATOS)稼働開始 '93▶
- 高速新幹線電車300系を開発 '93▶
- 日比谷線03系電車用IGBTインバータ装置納入 '93▶
- JR東日本向けデジタルATCを完成 '00▶
- 都営三田線向け可動式ホーム柵稼働 '00▶
- 新幹線電車製作2,000両達成 '03▶
- 台湾高鉄向け新幹線電車を納入 '04▶
- 中国重慶軌道公司向けモノレール車両を完成(初のモノレール輸出) '04▶
- 台湾鉄路管理局向け振り子電車を納入 '06▶
- フリーゲージトレインを納入 '06▶
- 英国向けClass395電車を完成(欧州向け初輸出) '07▶
- 英国都市間高速鉄道計画(IEP)向け車両を受注 '12▶
- 人工知能「Hitachi AI Technology/HJ」を開発し、ソリューションを開始 '15▶
- 英国ニュートンエイクリフに車両工場完成 '15▶
- イタリアの鉄道車両・信号メーカーを買収 '15▶

1900年

2000年

- ◀'07 帝国鉄道庁鉄道調査所として創設
- ◀'42 鉄道技術研究所と改称
- ◀'49 公共企業体日本国有鉄道が誕生し、本社直結の研究所として始動
- ◀'57 銀座山葉ホールで「超特急列車、東京 - 大阪間 3 時間への可能性」の講演
- ◀'59 国立研究所完成に伴い移転
- ◀'62 リニアモーター推進浮上式鉄道の研究開発開始
- ◀'63 国鉄労働科学研究所が開設
- ◀'64 東海道新幹線開業
- ◀'72 超電導磁気浮上LSM推進実験車(LSM200)浮上走行成功
- ◀'75 LABOCS の開発
- ◀'79 リニアモーター(ML-500)が最高時速517km/hを達成
- ◀'86 財団法人鉄道総合技術研究所の設立
- ◀'87 日本国有鉄道の分割・民営化に伴い、研究・開発部門を継承
- ◀'89 新幹線電車用ボルスタレス台車の開発
- ◀'89 補強土工法の開発
- ◀'89 アルカリ骨材反応及びその抑制の開発
- ◀'90 車両試験装置 完成
- ◀'93 増粘着材噴射装置セラジェットの開発
- ◀'94 鉄道車両用可変減衰型振動制御システムの開発
- ◀'94 炭素系パンタグラフすり板の摩耗特性評価手法の開発
- ◀'95 ラダー軌道システムの開発
- ◀'93 ブレーキ試験装置 完成
- ◀'96 大型低騒音風洞 本格稼働
- ◀'96 鉄道技術推進センター発足
- ◀'97 山梨リニア実験線 走行試験開始
- ◀'99 世界鉄道研究会議「WCRR '99」を鉄道総研で開催
- ◀'02 早期地震警報のための地震諸元推定方法の開発
- ◀'03 山梨リニア実験線有人で世界最高速度時速581キロ達成
- ◀'04 IEC/TC9 の国内審議団体を引き受け
- ◀'06 構造物検査用遠隔非接触振動計測システムの開発
- ◀'08 大型振動試験装置 完成
- ◀'11 公益財団法人移行
- ◀'11 鉄道国際規格センター発足, '11 ISO/TC17/SC15 の国内審議団体を引き受け
- ◀'12 ISO/TC269 の国内審議団体を引き受け
- ◀'13 超電導ケーブルによる電車の走行試験に成功
- ◀'14 鉄道地震工学研究センター発足
- ◀'15 基本計画 (RESEARCH 2020) スタート