

東京大学名誉教授、井口雅一さんに聞く 鉄道技術の現状と総研への期待

インタビュアー：熊谷則道（財）鉄道総合技術研究所 理事

今回から訪問インタビューと題する記事を掲載することになりました。本欄では、各界のご経験が豊富な方々に、技術会社の進め方、専門分野におけるご経験談、研究・技術開発の方向や進め方、加えて、鉄道の感想、鉄道への期待などのご意見を述べていただこうと思います。

第一回目の今回は、東大名誉教授であり、財団法人自動車技術研究所所長、宇宙開発委員会委員長、国土交通省交通政策審議会委員など多くの行政、経営にかかわる役職を歴任された井口雅一さんにお話を伺います。現在、井口さんには鉄道総研の技術顧問に就任いただいています。井口さんのご経験をもとに、「鉄道技術の現状と総研への期待」について語っていただきます。聞き手は、当研究所理事で監修委員会委員長の、熊谷則道です。

1. 日本の鉄道の状況について

熊谷：初回の訪問インタビューをお受けいただきありがとうございます。井口さんのご専門分野は自動車や鉄道車両の運動制御に関する分野ですが、自動車と競合する陸上交通である鉄道の特徴をどのようにとらえておられますか。

井口：鉄道の特徴は高速大量輸送と 생각합니다。社会的には公共交通と位置づけられており、さらに、日本では鉄道が経済的に独立採算を求められていることにあると思います。

熊谷：公営、民営鉄道あわせて約160社ある日本の鉄道事業者は、経営的に独立採算を求められているということですが、鉄道の現状をどのように分析されますか。

井口：ご存じのように、日本の鉄道の営業距離は2万7千キロです。輸送密度で分類すると、ほぼ三分の一ずつ

三つに分けられます。仮に輸送密度の高い方からA, B, Cとしますと、Aは新幹線や大都市鉄道で、鉄道の高速・大量輸送力を存分に発揮する高収益線です。旧国鉄の民営分割化の時に、廃線基準の一つとされた輸送密度一日あたり4千人以下がCです。他からの財政支援がないと運営できません。Bがその中間で、維持には営業努力が必要です。これが日本の鉄道の現状であると思います(図1)。

熊谷：大変厳しい鉄道の経営を余儀なくされている現状であるということですね。鉄道システム全体に機能する技術の鉄道経営への寄与と申しますが、日本の鉄道技術の特徴についてどのようにみられていますか。

井口：日本が世界に誇る鉄道技術は、高速・高密度、安全・安定輸送技術を中心とした総合技術であると思います(図2)。それを支えるメンテナンス技術もあります。さらに耐震、低騒音・低振動という環境性能も誇れる技術です。高速鉄道では、東海道新幹線という、開業以来マイナーチェンジはしても基本を変えずに、すべての技術を統合して磨き上げ、最高の安全・安定輸送を実現した技術があります。他方、いわゆるミニ新幹線などを組み込み、柔軟に高速ネットワークを構成する技術もあり、多彩な技術を持つことが特徴でしょう。

熊谷：鉄道事業の使命は安全にお客や貨物を輸送することだと思います。しか

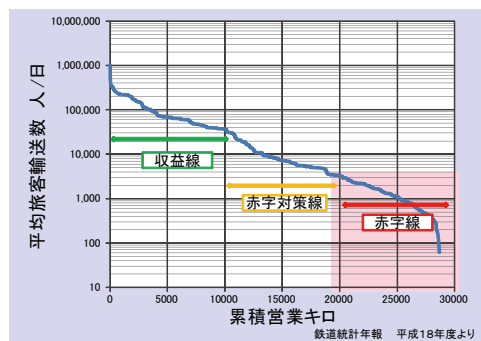


井口雅一 東京大学名誉教授

井口 雅一さん(工学博士)
(いぐち まさかず)

昭和 9年 東京生まれ
昭和37年 東京大学大学院工学系研究科修了
昭和37年 東京大学 工学部講師
昭和48年 東京大学 工学部教授
平成 7年～平成15年 (財)日本自動車研究所副理事長, 研究所長
平成13年～平成19年 文部科学省 宇宙開発委員会委員長
平成19年～ 鉄道総研技術顧問

図1 鉄道(索道を含む)の旅客輸送量の状況



し、実際には、輸送障害、事故など鉄道の運営面でいろいろな課題が生じることも事実です。安全性をさらに高める技術の導入に加えて、種々の分野で新しい技術を適用する際の課題は何でしょうか。

井口：最大の課題はコストだと思います。先ほど述べたAクラスの鉄道技術は世界一と思うのですが、高収益クラスなので高コストも吸収できます。そのため世界一の技術もコスト高で、国際競争力が心配です。特に大きな国内市場を持ち輸出志向の強い中国は、量産による低コストという強い国際競争力を備えて国際市場に出てくるでしょう。

熊谷：日本の独創的な技術を生かすためには、低コスト化が重要であるとお話だと思います。鉄道技術を効率よく開発し、迅速に実用に供するということですね。

井口：高収益のクラスAは、地震や台風、すなわち自然災害など外部要因による問題と、これからも規模が拡大していくシステムを、安全・安定に運用する大規模システムの信頼性技術が必要になるでしょう。問題はB、Cクラスです。Cクラスは技術のみでは対処できません。経営の問題ばかりでなく安全の問題もあります。まずは何が問題かを整理して世の中の人に理解してもらう必要があります。Bクラスでは、Aクラスで開発された技術がコスト高で使えないと言う問題があります。こ

こでもコスト低減が重要課題です。安全性能を含めて性能が高く、コストが低いという技術の開発が求められます。国際市場も高速鉄道ばかりではありません。都市鉄道の需要も増えてきます。コスト・性能比の高い技術が開発できれば市場は世界に広がります。

2. 鉄道産業と技術開発の構造

熊谷：鉄道産業構造全般の視点からどのような課題がありますか。

井口：鉄道はサービス業です。国鉄時代は輸送サービスだけでなく技術開発も国鉄が受け持ちました。車両や部品などの製造だけは、産業育成の保護の下に民間メーカーが受け持ちました。メーカーの技術開発力は弱く、平等発注を受けるのでメーカー間相互の厳しい競争もありませんでした。国鉄の民営化後、JRは地域の輸送サービス事業を受け持つ私企業になるとともに、国鉄時代に続いて技術開発も受け持っています。私企業は開発した技術が無償で開放することはありません。メーカーは弱い技術開発力のまま独立を強いられました。JRは国内のサービス業ですから、海外展開の先兵となるのはJRではなくメーカーです。欧州のメーカーは厳しい競争の下、吸収合併を経て少数の大メーカーに集約されました。保護育成政策の下で育ち、技術開発力の弱い小規模のメーカーでは欧州の大メーカーと競争するのは大変厳しい状況です。何

らかの産業政策が必要でしょう。

熊谷：海外での鉄道技術の競争力が、日本の技術開発の実力を象徴する状況にあるということであり、政策をベースにして産業界が一丸となった取り組みが急がれるということですね。話は変わりますが、井口さんには鉄道総研の創立時から理事として、また、二年前からは技術顧問に就任いただいております。半歩程度離れた所から鉄道総研を見ていただいていたのですが、鉄道総研の活動にどのような印象をお持ちですか。

井口：国鉄の民営分割の時に、研究開発を受け持つ組織として鉄道総合技術研究所が誕生しました。公益法人とはいえ、運営資金の殆どをJR会社に依存しているため、JR総研とも呼ばれています。2008年6月に国交省交通政策審議会鉄道部会がまとめた「環境



熊谷則道 理事

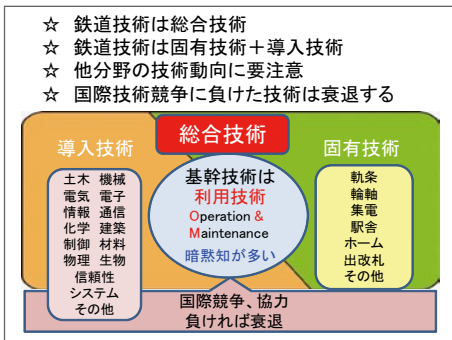


図2 鉄道技術の性格

新時代を切り拓く、鉄道の未来像」という提言では、研究開発に関して鉄道総研への大きな期待が記されています。当然だと思います。

3. 鉄道、鉄道総研との 長いかかわり

熊谷：「提言」には鉄道総研が研究開発の先導的役割を担うことへの期待が表明されていました。また同時に、日本の技術開発推進体制の課題と今後の方向性に関して、各技術開発主体間の切磋琢磨が不十分である、知の集積のための環境の整備が必須と言及されていたことも着目すべき点です。さて、井口さんと鉄道総研には深いつながりがありますが、そのきっかけはどのようなご縁からだったのですか。

井口：私が大学を卒業したのは半世紀以上も昔ですが、今日までの永い間、鉄道総研との関係が途切れたことはありませんでした。大学を卒業して大学院に進むと直ぐに東海道新幹線の開発が始まりました。1960年ころの出来たばかりの国立の研究所で車両運動研究室長松平さんのご指導を受け車両の蛇行動解析を始めました。その後、鉄道労働科学研究所に所属された橋本（邦衛）さんと人間工学の研究を進めていたのですが、鉄道総研になってからも人間科学研究の分野での関係が継続されました。旧国鉄で浮上式鉄道の開発をリードされていた京谷さんか

らリニア開発のお誘いを受け、多くの鉄道技研の方々とお付き合いもしました。鉄道総研の発足とともに理事になり、数年前に退任すると技術顧問を仰せつかって現在に至っています。

熊谷：国鉄改革において研究開発を担う承継法人としての鉄道総研の経営基盤は独特ですが、そのような組織をどのように観られていらっしゃいましたか。

井口：技術顧問になってから総研の内情を知らずに理事を勤めていたことを知り大変反省しています。理事を拝命していた永い間、理事会にはもちろん出席していましたが、常勤の本務に追われて、国立の研究所にはイベントの時に訪問するくらいで、あまり来ませんでした。技術顧問になった時には常勤の仕事も終わっていましたので、暇に任せて、迷惑だったかも知れませんが、研究所中を自由に歩き回ったり、研究者と意見交換をしたり、研究発表を聴かせてもらいました。そして、研究所の現状を十分には知らないまま、永い間理事を勤めていたことに気付いて愕然としました。

熊谷：井口さんは財団法人自動車研究所の副理事長・所長を歴任され、研究所の経営に深くかかわられましたが、そのようなご経験から鉄道総研の内部からでは見えにくい点についてご意見を伺えますか。

井口：豊富な資金に支えられ、約530名もの優秀な頭脳を抱えた鉄道総研は鉄

道の世界の宝だと思います。世界の鉄道関係の技術研究所をよく知っているわけではありませんが、雑誌などから知る情報からは、総研ほど立派な研究成果を上げている研究所は他にないのではと感じています。世の中が鉄道総研に大きな期待を抱くのは当然です。

4. 鉄道総研をとりまく 環境の変化

熊谷：鉄道総研の環境変化という観点からは、社会・経済の大きな変動や、JR各社の独自の経営方針の多様さがあります。これらの変化の中で、鉄道総研のプレゼンス（存在価値）を見定めなくてはなりません。

井口：鉄道総研の置かれた環境が二十数年前の創立時から大きく変わったと思います。総研の創立時には、鉄道事業者から独立したために現場との距離が開いてしまって、現場感覚が失われることが心配されていました。大手のJR事業者も同じような心配から自前の研究所を設立して、現場密着型の課題を扱うようになりました。総研では、世の中によく知られた超電導リニア開発もJR会社に技術開発がバトンタッチされ、開発の大看板が無くなりました。鉄道は環境時代の寵児ともてはやされていますが、今後、リニア建設を除くと純粹の新線建設計画は少なく、しかも鉄道総営業距離の1/3は、国鉄民営化の時の廃線基準の一つであ



る一日4千人以下の輸送密度です。経済不況の影響もあって、鉄道事業者の収入も減っています。総研の収入も減ります。現在、公益法人が見直されようとされています。私企業となったJRからの大きな資金で運営されていますので、どうなるか心配です。

熊谷：JR東日本会社、JR東海会社では独自に研究施設を有して技術開発を実施し、総研への要請内容が多様化していること、加えてオールジャパンの鉄道への寄与を行うことなどのため、鉄道総研は鉄道の将来に向けた研究開発、鉄道固有の現象の解明、実用技術の萌芽となる基礎研究に力点を置く方向にシフトしています。

井口：鉄道事業者が抱く総研への期待は多種多様です。日本の鉄道事業者の規模は、収入で見ると最大と最小では4桁以上の差があります。輸送密度を見ても、大都市鉄道の一日百万人の路線もあれば、数百人という路線もあります。事業規模に応じて、技術課題は千差万別です。自前の研究所を持つ大手JRは、豊富な資金と人材を抱え、経営に直結した課題を現場や協力会社と密接に連携して自前で解決に当たっています。同じことをやっても鉄道総研はかきません。一方、研究所を持たない小規模事業者は身近な課題も自分では解決できず、総研を頼りにしています。総研はすべての要請に対応できないでしょう。所員は目先の課題に

埋もれておぼれかけている感じがします。何らかの課題整理が必要です。

5. 鉄道総研の課題

熊谷：課題整理の必要性はその通りです。限られた資金と人材を効率よく適切なテーマに投入することが、現在のようない経済的に危機的な状況に最も必要なのです。

井口：鉄道総研という名称は、“総合技術”研究所という解釈と、“総合”技術研究所という解釈を含んでいると読めます。さらに、財団法人という公益・中立法人です。これらの役割を同時に果たすことが期待されているのではないのでしょうか。鉄道技術は沢山の個別技術から構成される総合技術です。個別技術内での研究開発は良くやられている様に思いますが、民営化されたJRに比べて総研は、昔ながらの縦割りの壁が高く、総合的に見る部門が弱い様に見えます。“個別技術”研究所から、名前通りの“総合技術”研究所に変身して欲しいと思っています。

熊谷：レールと車輪の損傷に対して両者の力学的・材料学的な分析とメンテナンス低減方法への反映や、耐震性をトータルで検討するための地盤・構造物・軌道・車両挙動・電車線の体系的な挙動解析など、横断的な取り組みにより大きな成果を得ています。しかし、不十分な点もあり、技術分野の壁を越えた取り組みを掘り下げることが鉄道

総研のプレゼンスの拡大につながっていくと思います。

井口：鉄道総研は財政の大半をJRによって支えられているためか、鉄道技術全体を見渡す視点が弱いと感じます。海外展開への課題もありますし、地方赤字線の技術課題はコスト低減が重大問題であるにもかかわらず、鉄道総研内でコスト意識が十分かどうか疑問です。実は、大手のJRでも赤字線の占める割合は全国とあまり変わらないのですが、財政が豊かです。表には現れません。鉄道総研には公益法人として、鉄道技術研究に関わる総合的な視野と思考とが期待されていると思います。

熊谷：コスト意識が少ないとすれば鉄道現場を持たない鉄道総研の構造的弱点にあります。どのように克服するのですが、研究者の現場感覚を人事交流によって補うこと、日ごろの交流を密にして、現場ポテンシャルの維持向上に努めることが大事ですね。研究者の心構えについてはいかがですか。

井口：言うまでもないことですが、未知、未踏への挑戦こそが研究所の使命です。挑戦によって研究所が輝き、良い人材が集まります。国立の研究所の中を歩くと、静かで平和だなあと感じます。東海道新幹線の開発が始まった時に国立の研究所に横溢していたような熱気が感じられません。かつて東洋の三大愚行(万里の長城、戦艦大和、新幹線)と言われる中で、未踏の

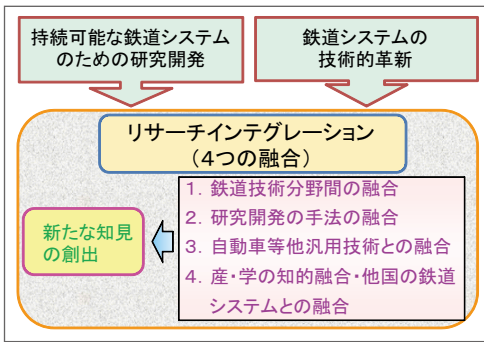


図3 リサーチインテグレーションによる技術革新

高速鉄道を開発する熱気の中で育てられた私には、今の所員が気の毒になります。JRからの豊富な資金を得られるので、JRの注文に真摯に答えていけば経営は安泰です。困難な課題に手を出すような危険を冒す必要はありません。鉄道総研は自らリスクを取り困難な課題に挑戦することに臆病な感じを受けます。それでは所員は燃えませんが、長い目で見れば研究所は枯れてゆくでしょう。

熊谷：リスクが小さい課題を選択したい研究者が多いとは思えません。JRの現場をお借りして新しい研究結果を試験している時の研究者の目は、成果をものにしたいという緊張感と期待感で輝いて見えるときがあります。しかし、高い目標によるリスクと成果を短期間で確実にあげることにジレンマを感じ、研究者が萎縮しているとしたら、研究機関としての損失になりますから技術マネジメントを刷新しなくてはなりません。

井口：困難な課題への挑戦が所員を育て、人は育ち、研究所の評価を高めます。日本の鉄道技術には重大な課題が沢山あります。鉄道総研が出版した「2030年の鉄道」にも課題が整理されています。

熊谷：鉄道事業者からは車両、信号機器などの安全性評価、高速安定走行、騒音対策等沿線環境課題、メンテナンスの低減、耐震性評価・対策、強風・

降雨等災害対策、ヒューマンエラー対策、事故調査分析など多様な要望が鉄道総研へ寄せられます。今後、特に力を入れるべき課題についてはいかがでしょうか。

井口：社会から安全・安心を求められらる中で、鉄道事業者は安全投資に熱心に取り組んでいます。リスクアセスメントに取り組んでいる事業者も少なくありません。安全対策にリスクアセスメント理論を適用するには、安全目標値が必要になります。原子力の分野では、すでに安全目標値が提案されています。事業者の安全投資に影響を与える安全目標値を事業者自身が提案するよりも、中立の立場にある鉄道総研が提案する方が自然でしょう。是非とも取り組んで欲しいと思います。

熊谷：鉄道システムの技術は多岐にわたります。最近では2008年に鉄道総研講演会のテーマで扱ったのですが、縦割りの技術開発がコストの低減を阻害している原因の一つではないかとの問題提起をしました。いまだ、鉄道技術に関する種々の「境界」があり、それらを越えたりサーチインテグレーションが必要であるとの提案を行いました(図3)。リスクアセスメントに関しても、他産業界で先行している評価方法を学ぶ必要があります。鉄道技術分野間、鉄道事業者間、大学等学術機関、メーカー間などの連携で、技術コストを低減するための解決方法を見つけ

出すことが大事であると思います。

6. 鉄道総研の役割と期待

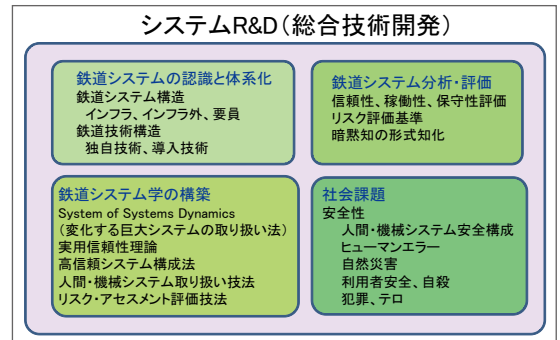
熊谷：リスクの評価とそれによるリスクマネジメントはこれからの鉄道の運営に必須のツールであり、コンセプトになると思います。そろそろお話をまとめたいと思います。鉄道総研の役割は定款にあたる「寄附行為」にも明示されていますが、新しい鉄道の時代に向け、新たな視点で頭に刻み込んでおくべき役割について伺いたいと思います。

井口：「後悔先に立たず」と言う言葉があります。鉄道事業者は現実の事業に集中しているので、あまり将来を見る余裕がなくても仕方ありません。そこを補うのが研究所で、将来の社会状況と課題とを予測し、必要な手立てを考えておき、問題が顕在化したときにすぐに対応策を提案できるようにすることが望まれます。それでこそ、事業者から頼りにされる研究所といえます。問題が顕在化してから対策を考えるのでは遅いと思います。

熊谷：国内、海外の環境の変化をとらえ、課題をいち早く抽出して迅速に手を打つということですね。

井口：鉄道総研は鉄道技術の規格化の仕事を始めました。間違いだといひのですが、鉄道総研は規格制定の仕事を決て受けましたと聞いています。それを聞いた時には悲しくなりました。研

図4 鉄道システム学の構築の必要性



究所の批判をするのは心苦しいのですが、鉄道総研は海外展開の事態を予測し、真っ先に規格の必要性を唱え、率先して規格化の仕事を引き受けるのが研究所の役割だったのではないのでしょうか。

熊谷: 渋々ということはなかったのですが、この種の活動はステークホルダー(利益共有者)が共通の認識を持つことが最も大事です。若干、意思統一に時間がかかりましたが、国が積極的に動かれ、鉄道規格に関して業務を集約し、この4月に所内に鉄道国際規格センターを設置しました。鉄道総研の定款を変更して、役割の一つに加えました。当面、国、鉄道事業者、メーカーから人的支援、資金の支援を受け、17人のメンバーで対応していきます。

井口: 鉄道総研のインテリジェント列車構想は以前にも聞いたことがあります。構想実現には無線通信が主要技術になります。テレビが来年にアナログから地デジになることから、VHF、UHFの電波帯が空き、多方面から電波帯の奪い合いになりました。一応配分案が決まったと聞いています。しかし、鉄道専用の電波帯の配分は今のところありません。強力に要求をしなかったと聞いています。必要と思わなかったからでしょう。インテリジェント列車構想を少し具体的に考えれば、専用電波帯が必要とわかり、いち早く総務省に希望を申し出られたのではな

いでしょうか。残念です。

熊谷: 専用電波帯は、業務連絡、無線による列車制御、ITによる旅客情報サービスのために喉から手が出るくらいに確保したいものです。確か、日本鉄道電気技術協会で検討グループが設置され、鉄道総研のメンバーも入り、国に要求したはずです。さて、鉄道の技術継承の方法や道具を考えると、フィールドデータやノウハウなど蓄積された技術の体系化、理論化が一般的に明確でないという見方があります。技術の体系化・理論化に関してご意見を伺いたいと思います。

井口: 鉄道は人命を預かる大規模システムです。事故はもちろんのこと、故障による運転停止も社会に大きな迷惑を及ぼします。そのようなニュースが流れることが希ではないのは残念です。大規模システムの信頼性向上に真正面から取り組む必要があります(図4)。システム工学が戦後間もない頃アメリカから導入されました。現在では、System of Systems Engineering(SOSE)と呼ばれ、さらに大規模なシステムを取り扱おうとしています。鉄道は正にシステムズ(複数システム)のシステムです。アメリカでは宇宙、軍事などを対象としていますが、鉄道を対象とすることはアメリカでも欧州でもやられていないと思います。日本の鉄道の特技は、高速・高密度、安全・安定輸送です。SOSEを実務としては

実現しています。これを体系化、理論化し、更に現実のシステムを改良すれば、世界はその素晴らしさを理解し、目を見張るのではないのでしょうか。

熊谷: 鉄道でも大小含めてシステムと称する装置系は多いのですが、鉄道全体を対象としたシステム評価は鉄道総研への宿題と考えています。まさに複雑系を一つに集約する総合技術であり、ハードルは高くとも、チャレンジの価値があります。

井口: 理論の分野でも鉄道総研の名前が世界に轟き、世界の大学や、事業者により所員の引き抜きが行われ、同時にますます優秀で活力のある人材が総研を目指して集まってくるという、世界に羽ばたく鉄道総研に成長するよう期待しています。

熊谷: 示唆に富んだお話をいただきありがとうございました。

鉄道の特性を明確にする中から、鉄道技術がどのようにあるべきか、また鉄道の研究開発の一翼を担う鉄道総研の役割などについてお話を伺いました。鉄道の課題は時代の要請に応じて変化しています。それらの解決には高い目標を設定し、果敢にチャレンジする姿勢を持ち続けたいと思います。これからも、鉄道を利用する方や鉄道事業者のご意見をよく吸収し、所員一同、研究開発にまい進したいと思います。