

研究 最前線

科学技術創造立国の最前線で「先端研究」にチャレンジする

新潟大学工学部、谷藤教授に聞く

車両運動制御の最適化に挑む

——私の夢は都市内輸送の主体が鉄道に変わることです——

インタビュー：RRR編集部



谷藤克也 (たにふじ かつや)

■ 略歴 ■

- 1968年 東北大学工学部機械工学科卒業
日本鋼管(株)
- 1971年 東北大学大学院工学研究科修士課程修了、日本国有鉄道入社
- 1975年～1987年
鉄道技術研究所(電子計算センター、
列車群管理プロジェクト研究室、車
両運動研究室、車両研究室)
- 1986年 工学博士(東北大学)
- 1987年 新潟大学工学部精密工学科助教授
- 1991年 同機械システム工学科教授

忙しいが、ストレスはありません

R(RRR編集部)：谷藤先生は国鉄最後の年に退職されて、新潟大学の教職生活に入られたのですが、教員生活は如何でしょうか。

谷(谷藤)：企業の人から「大学はいいですね」と言われることがあります。外から大学を見ますと、長い休みがある、忙しくない、利潤を追求する必要もないしノルマもない、職場の自然環境に恵まれている、等々とお考えかも知れません。しかし始めの2点は全くの誤解なのです。夏休みや冬休みは学生のためにあるもので、教員にとっては講義がないだけの普通の勤務日です。講義がなければ閑かという、そうでもありません。良い・悪いは別として、民主的に大学は運営されていますから、企業のようにトップダウンで意思決定が行えないので、実に会議が多い。その上に定員削減のために煩雑な雑用が増えつつあります。研究室では、配属になった学生や院生の研究指導に加え、自分の研究室に関わる用務一切をその軽重に関わらず自分で処理しなければなりません。そのため、自分の勉強や研究は夜や土日によらざるをえないし、学会等で出張があれば、夜や土日でも学生の研究指導に充てることがしばしばです。その結果は休日なしの毎日残業の連続というのが実態です。

R：それではストレスが溜まりませんか。

谷：自分の責任と裁量でやっていることです。夜や土日に仕事でも苦にならないということかも知れません。このような毎日でもストレスが余り溜まらない

のが教員の良いところです。

お客様本位の大学

R：少子化が進んできて、大学も運営的には難しいこともあるのでしょうか。

谷：大学教員の仕事は教育と研究だと言われますが、実態は教育よりも研究が重要視されてきたと思われまゝ。しかし、ここ数年来、大学改革の必要性が叫ばれ、徐々に教育を重視せざるを得ない状況が生じています。一例を挙げれば、留年が非常に多く、従来の教育のやり方では十分な教育効果をあげることが出来ない実態があります。さらに、少子化が進む中で、大学が売り手市場として学生を選ぶのではなく、教育を購入する顧客という立場で学生が大学を選択する時代になりつつあります。一方、大学を工場に例えれば、卒業生はその工場から出荷される製品ということになり、製品の質が工場の評価を決めることになります。大学が良質の教育を売り物にしなければならぬ理由がそこにあります。

その他に、大学は社会、特に地域社会への貢献ということも求められており、安閑としておられる状況にはありません。良い教育を施し、さらに研究のための時間を確保して社会にも貢献できることを目指すという大変な状況です。

R：最近はその理工系離れという大問題があると思うのですが、如何ですか。

谷：そのとおりで、工学部の教員としては工学部を希望する高校生が増えて欲しいし、当学にも優秀な学生にきて欲しい訳です。ところが、工学部の志願倍率は

低迷しています。バブルの進展と共に理工系離れが進みましたが、バブルがはじけ、不況が長引いてきた今日でも大学進学希望者が大学して工学部に戻ってくるという気配はありません。今や工学部を出ただけで定年まで安泰という保証もありませんし、世の中には機能性豊かな工業製品が溢れていますから、物造りに対する興味も低くなったように思われます。大学で創造性を鍛えようといっても、それが魅力になる時代でもなさそうだということを大学人として痛感しているところ。工学部に入ることによって将来に明るい希望を抱くことが出来る世の中であって欲しいと願っています。

R:ところで、先生の研究室の人気は如何ですか。

谷:結構良いほうだと思います。学生の中には元々鉄道が好きなのがいますから、私の研究室に入りたい人も多いようです。ですから、JRにも1年置きくらいで就職しています。この前、JR東日本のTRY-Z(在来線の試験車)に乗せていただいたのですが、研究室の出身者が3人も乗っていました。

R:そうですか。

谷:一人はJRから社会人として大学院の

博士課程に入り、私の研究室で学位を取った人です。あとの二人はそれぞれメーカーに就職して、試験に参加していた人です。

R:谷藤先生の教え子がそれぞれ違う立場で同じ試験車の試験に従事しているというのは素晴らしいことですし、先生冥利に尽きるという感じがですね。

谷:私もそう思っています。皆さんが活躍しているのを見るというのは楽しいことです。

R:新潟大学の大学院の特徴を教えてください。

谷:新潟大学は旧制の医科大学を中心に長岡工専などがまとまってできているのですが、そのような生い立ちの国立大学が全国で6校ほどあります。それらの大学では理工系の大学院を自然科学研究科と呼んでいて、工学部、理学部、農学部が一体になって、それらの学際領域に関わる研究をしています。

R:先生の場合、学際領域の活動というのはどのようなことですか。

谷:私の場合はまだそのような具体的な話はありませんし、鉄道に関心を持たれている先生も少ないのが現状ですが、将来的には鉄道以外の工学的な分野との協

調はしていきたいと考えています。

R:先ほど社会、地域への貢献が大学に求められていると言われましたが、具体的にはどのような活動をされていますか。

谷:色々な意味で、大学をもっと利用していただきたいと思っています。新潟大学にも地域共同研究センターが発足し、そこを窓口民間企業との共同研究が進められています。忙しい忙しいと言っているのに、そんなマンパワーが本当にあるのかと疑問をお持ちになるかもしれません。その意味では、研究も学生教育の一環として進めていますので、多くの人工を必要とする研究や早急な成果を期待される場合には対応できないこともあります。そのような制約を考慮して研究内容を選んでいただければ、積極的に応じていきたいと思っていますので、ぜひ上手にわれわれを利用していただくようお願い致します。

共同研究の他に、新潟大学には社会人入学による大学院でのリカレント教育と博士課程があります。特に、鉄道総研の研究職にある方には、ご自身の研究を大成し、学問として体系化するために博士課程を利用することをお勧めしたいと思っています。

研究テーマ1 「操舵性台車による曲線通過性能の向上」

自己操舵、強制操舵、アクティブ操舵の各方式をシミュレーションにより平行して進めています。図は強制操舵とアクティブ操舵の一例ですが、台車の操舵とは車輪軸をラジアル(曲線半径)方向に向かせるような機能を指しています。図1は曲線で生ずる車体・台車間の相対ヨー角を利用し、リンク機構を介して車輪軸を操舵する強制方式です。ここでは、輪軸間隔が大きい機関車用の3軸台車を対象に強制操舵の有効性を検討しています。

図2のアクティブ方式はアクチュエータにより操舵に必要な力を加えるものです。ここでは、ばね下であることと、比較的大きな力が必要な点を考慮して、電気機械式のアクチュエータを前提にモデル化を行っています。また、緩和曲線もスムーズに通過できるように、輪軸挙動そのものを観測してフィードバックする制御則を検討しています。

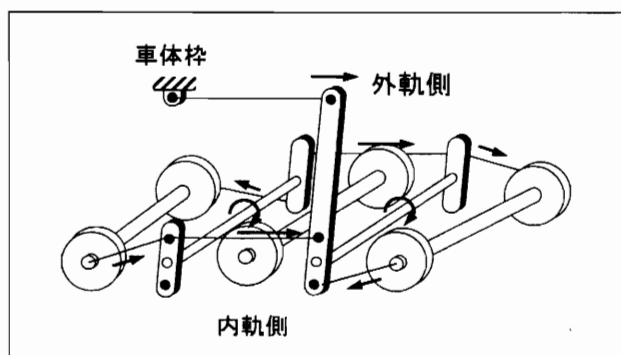


図1 3軸台車の強制操舵機構

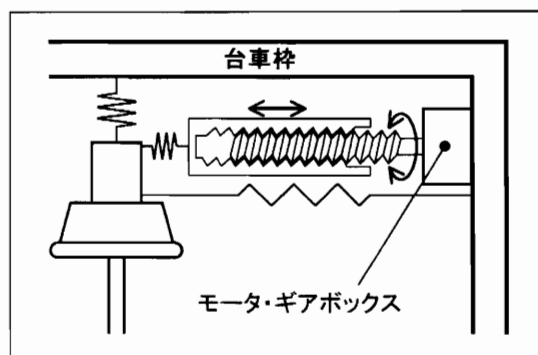


図2 電気機械式アクチュエータを用いたアクティブ操舵機構

研究テーマ2 「アクティブ振動制御に関する研究」

写真のような半車両模型実験装置を用いてアクティブ方式とセミアクティブ方式を平行して進めています。

アクティブ方式では、対象として高速曲線通過中の振動に注目しています。つまり、振り子車両を前提としていますが、超過遠心力による車体の外軌側への偏倚が大きくなって左右ストッパにぶつかるような状態を想定し、台車あたり1個のアクチュエータで車体中正位置への復元と振動制御を両立させることを検討しています。

セミアクティブ制御はすでに実用化され、卓越するヨーイング系振動を主体にその効果が確認されてます。本研究室では、左右・ロール系の振動を対象にした場合、セミアクティブ方式でどこまでの制振効果が期待できるかをアクティブ方式と比較しながら検討しています(図3)。

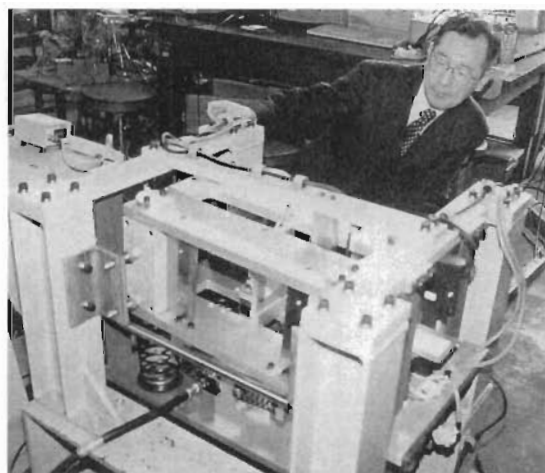


写真1 実験装置

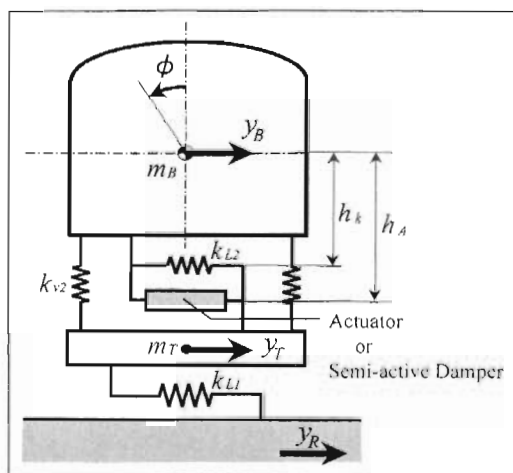


図3 半車両解析モデル

研究テーマ3 「運動方程式の自動生成プログラムに関する研究」

シミュレーションのよって車両の運動を調べるためには、対象車両の運動方程式が必要です。しかし、機構が複雑になると、その導出は困難なものになります。

一つは、いわゆるマルチボディソフトの基礎的な検討として、Visual C++を用い、図4に示されるような運動系の構成要素と結合条件の画面入力から、マトリクス形式の運動方程式を得るプログラムを開発しています。

二つめはボンドグラフを利用する方法です。これは図5のようなボンドと呼ばれる矢印や力と運動の因果関係を表す記号で対象を記述し、グラフ形式のままコンピュータへ入力することにより、マトリクス形式の運動方程式が得られるものです。現在、モデルの拡張性などを中心に、車両および列車のモデル化における活用性について検討しています。

変形量 δ の計算

モデルの4要素

1. 剛体(body)
2. 結合要素(tsd)
3. 結合点(triad)
4. 地面(ground)

結合要素の変形量

$$\delta_1 = x - l_1 \psi$$

$$\delta_2 = x + l_2 \psi$$

← 一般化座標の線形結合

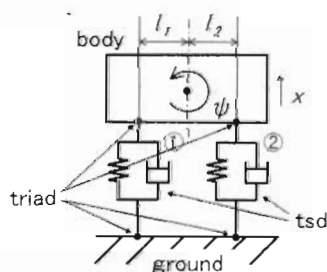


図4

1自由度機械振動系のボンドグラフ表現

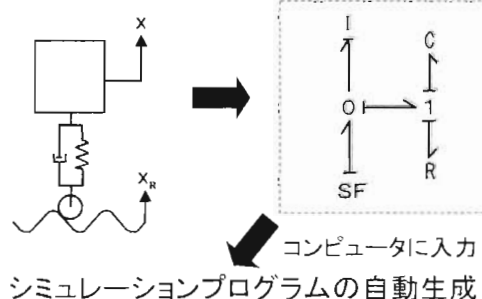


図5

谷藤研究室の研究テーマ

R: 最近の先生の研究テーマを教えてください。

谷: 私の研究室の研究領域は広く言うとも鉄道車両の運動解析全般ということになります。その中で現在、学生と一緒に取り組んでいるテーマは大きく分けて三つあります。ひとつは、曲線通過性能の向上という視点での操舵台車に関する研究です。そこでは、自己操舵、強制操舵、アクティブ操舵の各方式について研究を平行して進めています。

二つ目は振動制御に関する研究です。アクティブ方式とセミ・アクティブ方式を平行して進めています。特に、アクティブ方式の研究では曲線における高速通過時の振動に着目しております。

三つ目が運動方程式の自動生成プログラムに関する研究です。いわゆる、マルチボディソフトと呼ばれるもので、基本部分から作成しているものの他、ボンドグラフなど複数の市販パッケージソフトの活用性についての検討も進めています。

線路形状を自動認識させたい

R: 今進めている研究については本文中の囲み記事として紹介頂いているので、そちらを見ていただきたいと思うのですが、先生が今一番関心を抱いていることは、どのようなことですか。

谷: 私が今関心を持って取り上げたい研究テーマは、走行しながら、曲線やカントなどの線路形状を自動的に認識し推定するシステムの構築です。現在、制御付振子台車の傾斜制御には予めデータ化された線路情報が用いられていますが、これが出来れば車体傾斜制御だけではなく、アクティブ操舵や曲線通過時の振動制御にも役立ちそうな気がしています。二つ目は、独立車輪台車を従来の軌道で使用する場合の、駆動軸の案内性能をどのように確保するのに関心を持っています。これらに関する外国文献も見られるようになってきていますので、少しでも早く手をつけたいと考えています。

総研は何時までも

鉄道研究の中核として頑張って欲しい

R: 鉄道総研なりJRに対してどのような感想をお持ちですか。

谷: 鉄道総研に関わるニュース報道が国鉄時代よりも格段に増えていますね。これが広報活動によるものなのか、真に研究のアウトプットの増加に対応しているのか外部からは見えませんが、後者であれば素晴らしいことだと思います。いずれにしても、我が国の鉄道に関する技術開発の中心として、JR各社や民鉄から大いに期待される存在であり続けて欲しいと願っています。

車両については、JRになって新技術の導入が積極的に行われていますし、デザインや色彩の点でも多様になっていて、JRの好印象を支えていると思います。

R: JR全体の技術力をどのように見ていますか。

谷: 新潟には近々廃線予定の民鉄がありまして、無くなる前と思って乗ってきました。車両は当然のように古いし、少し速度を上げると途端に揺れがひどくなります。線路に沿って地上を歩いてみましたが、この線路状況ならばと思えるものでした。その民鉄の近くをJR越後線が走ってるんですが、帰ride道で踏切を通りかかり線路を見たときに、その整備状態の良さに感心してしまいました。

外からJRを眺めていますと、技術的には順風満帆、何の問題もないように見えますが、何らかの問題はあると思うのです。私のように部外で鉄道を研究対象にしている立場から言えば、技術上の問題点があるのであれば、それをもっと公開していただきたいと思っています。研究のシーズは現場にありますので、是非そのような情報も教えてほしい訳です。

R: 先生はお仕事で海外に行かれる機会も多いと思いますが、海外の鉄道で何か感じたことはございませんか。

谷: いろいろあるのですが、そのひとつに、鉄道運賃の多様性を挙げることができます。昨年の夏に2ヶ月ほどイギリス

に滞在して何度も鉄道に乗ってみました。同じ区間を利用するのに何種類もの料金体系があるのです。Openと呼ばれる通常料金の切符に対し、1週間前に買う往復列車指定の割引切符でApexというのがあるんですが、ファーストクラスでもApex料金であればスタンダードクラスOpenの4割引きくらいになります。飛行機の早割りをもっと広げたものと考えれば良い訳ですが、同じクラスの中でもApexとOpenの間にはさらに曜日や利用時間帯の制限によって何種類もの割引切符があります。いろいろな交通機関が競争しながらシェアを伸ばそうという時代ですから、こういったサービスがJRにもあれば、利用者にとっては大変ありがたいシステムになると思います。

交通システムの将来を占う

R: 次の話題に移りたいと思うのですが、交通システムに対してどのような夢をお持ちですか。

谷: 私は平成5年に日本機械学会の交通・物流部門で「移動と輸送手段の夢実現に向けて」と題して未来予測を行った時に、その取りまとめ役をさせていただきました。10年後、50年後、百年後に分けて部門の皆様方に予想を出していただいたものをまとめたのですが、それを要約してお話しさせていただきます。

10年後と言えば、実際にはあと4年ですが、そこで期待された技術は、運行の効率化、高速化、安全性向上など輸送サービスの高質化と、自然環境との調和、人に優しい技術などがキーワードとなっています。鉄道分野では、大都市圏の高密度輸送が代表的なキーワードでした。社会経済活動の活性化とともに、通勤地獄の改善が期待された訳ですが、現実には改善に向かっていくのでしょうか。

50年後を見ますと、自然環境への更なる配慮、移動空間の確保、無人化・自動運転化がキーワードになっています。私などはもうこの世にいないでしょうが、道路交通は電気自動車为主体となり、移

動空間が、大深度地下、大深海、宇宙へと拡大すると期待されています。

百年後には、全く新しい概念の交通システムが生まれ、生活拠点が海底や宇宙空間にまで拡大していることが予測されました。

R: 百年後という、どうも現実感がありませんので、当面の問題として地球環境の問題があると思うのですが、その辺についてはどのようなことが考えられるでしょうか。

谷: 近い将来の交通を考えた場合、やはり自然環境を守るということが最も重要な問題として位置付けられると思います。化石燃料の消費を減らすという意味で、鉄道の有用性が高まることでしょう。私自身の夢は、自動車に代わって鉄道が都市内交通の主体となることです。今、世界的に路面電車がLRTという概念の新たな交通システムとして復活はじめています。自動車の「好きなきに」「戸口から戸口へ」という利便性に関わるキーワードを備えた都市内公共輸送としての新しい鉄道システムが構築されることを期待しています。

都市間輸送の面では、新幹線と在来線の相互乗り入れということが更に進めばいいと思っています。山形や秋田新幹線の登場によって、これまで在来線しか通っていなかった地方拠点都市への旅客需要の増加につながるものが明らかになりました。フランスのTGVは在来線と同じ標準軌でしたから、開業当初から在来線への乗り入れによってシェアを伸ばしてきました。現在、鉄道総研が中心となって研究を進めている軌間可変電車GCTが実用化すれば、新幹線の高速輸送を直接利用できるエリアが大幅に拡大し、新幹線区間でも更に旅客増加が期待できると思います。

R: GCTは1月に米子で試験走行を行ったのですが、心配された独立車輪のフランジ摩耗も操舵機構が思った以上に機能して、ほとんど当たった気配もないようでしたが、それについて何か感想はあり

ますか。

谷: 今回試験されたGCTの特徴は独立車輪の採用です。その場合の問題点は一体輪軸には備わっている案内性能がないということで、この案内機能を何らかの方法で付加することが必要になります。そこでGCTの場合にはボギー角を使った強制操舵方式を利用しているわけです。それ以外にもハブモータが出す左右のトルク差で曲線を回っていくという方法も考えられています。今回、Zリンクなどを用いた強制操舵がどこまで機能するかということも米子の試験における重要な確認事項だったのですが、それがうまくいったということで、今後の試験経過に大いに期待しています。

R: この4月からはアメリカのプエブロ実験線で高速耐久試験が始まるのは本文にも紹介されている通りなのですが、それに対する期待みたいなものはありますか。

谷: 左右の独立車輪でハブモータに生ずるトルク差の有無が及ぼす影響とか、台車自体がリンク機構や軌間可変機構などで複雑になっているので、走り込みでどこかにガタが生じた場合にどんな挙動を示すのかなど注目しているところです。ハブモータはLRTなど比較的低速な車両には使われていますが、200km/hを超える高速では初めてですからね。いずれにしろ高速試験を楽しみにしています。

R: エネルギー問題などの面から鉄道に期待がかかっている向きもあるのですが、実際にはその期待が鉄道のシェアアップには結びついていません。先生は鉄道事業からは離れた立場で客観的に鉄道を見ていると思うのですが、その辺についてはどのように考えていますか。

谷: エネルギーの問題よりは生活環境の保護という面で都市内の公共輸送のあり方が問われているのだと思います。ただし、この問題は利用者の選択の問題ではなくて行政の選択の問題だと思っています。行政が都市環境を守っていくために、自動車主体の道路輸送から公共の輸送機

関へシフトすることを選択するかどうかということです。個人に選択を任せるなら、利便性の面で公共輸送機関は選択されないと思います。

R: 利用者のパッシブな選択に任すというよりは、そこでもアクティブなコントロールが必要だということですね。

発表能力の向上が大事です

R: 最後になりますが、若手の研究者に対して望まれていることをお話しただけませんか。

谷: 若手研究者の皆様には、ぜひプレゼンテーションが上手になって欲しいと思います。研究とはその内容が聞き手に理解されて初めて成果となると思います。そのためには、専門的な内容を筋道立てて分かりやすく説明する能力が必要になります。自分の主張を客観的に納得してもらうためには、どこまで深く説明し、どこまで省略するのかを良く吟味することが大切です。専門家であればこそ、専門外の人にも分かりやすく説明が出来る筈です。独り善がりの説明や客観性に乏しい主張は人に理解されないばかりでなく、その組織の信頼にも関わるものであることを自覚することが大事です。

R: 鉄道総研でも毎月一般に公開した研究発表会をやっているのですが、プレゼンテーション能力を高めなければいけないという議論があります。そのために先生は具体的にどのような指導をされていますか。

谷: 毎月1回くらいの割合で卒業研究の中間発表をやらせています。卒研発表が近づくと、1月からは2週間に1回くらいのペースで発表練習会を行い指導をしています。そうしますと、卒研発表本番ではまず読み上げ原稿を持たずに発表ができるようにはなります。

R: それは立派ですね。

谷: それからOHPの画面はなるべく図とグラフだけにし、しゃべる内容を文章で書き込まないように言っています。視聴者に文章を読ませるのは失礼なことだと

指導しています。

R：先生がプレゼンテーションに目を向けたきっかけを教えてください。

谷：私は国鉄に就職する前に、一時期民間の企業に就職したことがあります。入社時の現場実習で成果発表会をやったのですが、某私立大出身者の発表がフローチャートを利用した説明で大変分かりやすいものでした。国立大の出身者はみんな下手で、その違いが歴然としていました。後で聞いてみると、その大学では発表力を重視した教育をしているということでした。そのときに、効果的なプレゼンテーションのためには、まず訓練が必要だと感じたわけです。それで、私も大学に来たときから指導を始めています。

R：それは良いことですね。

谷：次に申し上げたいことは、いつまでも同じところで働くことが期待できる時代ではなくなった、ということを前にも申しましたが、それを自覚し、常日頃から、それに備えておくことが大事だということです。そのためには社内の評価だけではなく、一般社会からも評価される形で実績を積み重ねるよう努力することが必要です。研究者として評価されるためには、研究能力を高めるだけではなく、

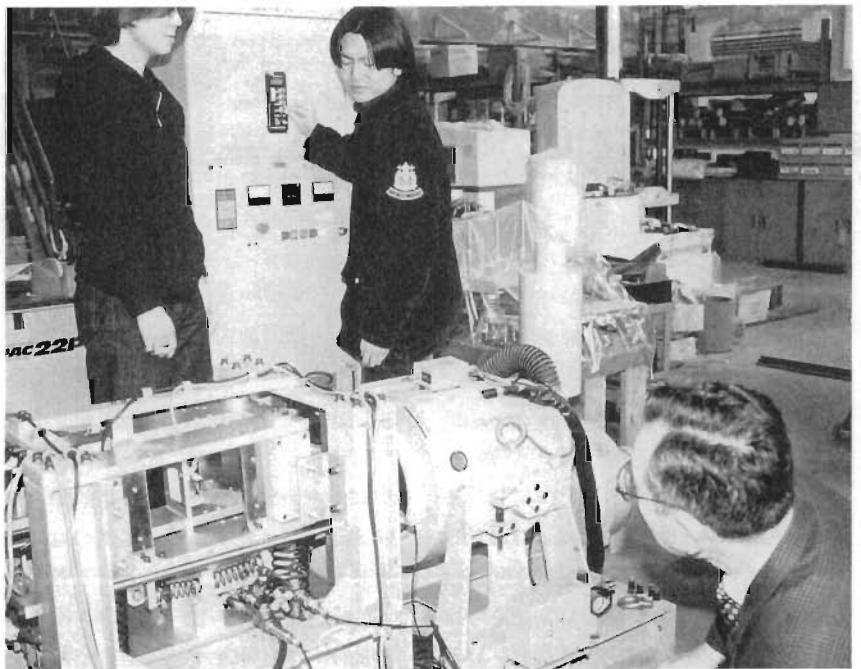


写真2 学生を指導中の谷藤先生(右下)

研究成果を学会の査読付きの論文集に投稿していくことが大事です。大学ではその論文数が研究能力の客観的な評価指標であると言って過言ではありません。それが学位取得の必要条件であることもご承知の通りです。そのためにも、自分の周りを眺めて論文のシーズを見つけ、研究成果の積上げにつなげて欲しいと願っ

ています。

R：先生には御忙しい時間を割いてRRR誌に時間を頂戴しましたが、今後とも鉄道システムの技術開発と発展のためにお働きいただくと共に、私共に対するご指導をよろしくお願いいたします。本日はどうもありがとうございました。[RRR]

研友社の新刊図書案内

鉄道設計技士試験 試験問題（平成8～10年度）

平成8、9、10年度鉄道設計技士試験の
全試験区分、全問題を掲載

定価：2,080 円(本体価格：1,980 円、税：100 円)

発行 (財)研友社