



DYNAMICS



機械力学・計測制御部門ニュースNo.53

March 1, 2014

ダイナミクスにおける現実とシミュレーションの融合

東京農工大学 田川 泰敬

1. はじめに

半導体技術の目覚ましい発展により、数値シミュレーションが飛躍的な速さで実行可能になり、従来は困難であったシミュレーションが、ほぼリアルタイムで計算可能になりつつある。この傾向は今後も続き、私たちの一般の生活においてもリアルタイム (RT) シミュレーションが、よりいっそう身近なものになっていくことが予想される。すでに、広く知られた例としては、仮想的な環境 (空間) をシミュレーションで提供するバーチャルリアリティ (VR) 技術がある。また、最近では、RT シミュレーションにより現実を拡張 (補助) する“拡張現実 (AR)⁽¹⁾”がしばしばメディアなどで紹介され、話題となっており (図1)、AR技術を応用したスマートフォンのアプリケーションなども登場している。



Fig. 1 Augmented reality (AR)の例

このような背景の中、筆者の研究室でもダイナミクスやコントロールの分野に如何にリアルタイムシミュレーションを有効に取込んで行けるかをテーマに、いくつかの研究を行ってきた。この場を借りてその一部を紹介させて頂きたいと思う。本稿の読者に、何らかのインスピレーションを与えることができれば幸いである。

2. シミュレーションに基づく制御

2.1 IDCS

筆者らが数値シミュレーションに基づく制御に関する研究を始めたのは、実は最近のことではない⁽²⁾。当時、いくつかの装置にフィードバック制御を適用する機会に恵まれたが、数値シミュレーションによる検証では満足のいく結果が得られているにもかかわらず、実際の実験ではことごとく失敗するという経験を何度もした。これらの体験から、数値シミュレーションで得られた素晴らしい結果を何とか現実世界にもって来ることはできないか、との考えを持つようになった。

図2に一般的なフィードバック制御系のブロック図を示す。図中、 P は制御したい対象を、 K は制御器 (コン

トローラ) を、 r は目標とする値、 y は制御したい量を表すが、実システムには、その他にも、予期せぬ外乱 q 、センサーノイズ v 、さらには制御対象の変動や未知のダイナミクス ΔP が、多かれ少なかれ必ず存在し、これらが制御パフォーマンスを劣化させる、あるいは不安定化させてしまう大きな要因となっている。ところが数値シミュレーションでは、これらの好ましくない要素は存在せず、ある意味、フィードバック制御における理想的な環境を提供していると言える。

図3に筆者らが提唱する“シミュレーションに基づく制御 (Simulation based control)”のひとつ、IDCS (Inverse Dynamics Compensation via “Simulation of feedback control”) のコンセプトを示す。図の破線で囲まれた部分はフィードバック制御シミュレーションを示す。上述のようにシミュレーション環境はフィードバック制御にとって理想的な環境であるため、安定性を過度に気にし過ぎることなく、高い制御性能を有する制御器 K_H を用いることができる。そこで、このシミュレーションで得られた操作量 u を現実世界に引出し、実際の制御対象 P に加える。 P_M が P の良いモデルであれば、 P の出力 y は、目標値 r によく追従する。つまり、フィードバック制御シミュレーション (図3の破線のブロック) が P の近似的な逆ダイナミクス P^{-1} を計算していると考えることができる。これがIDCSの基本的な考えである。

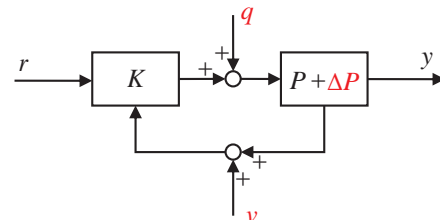


Fig. 2 Feedback control system

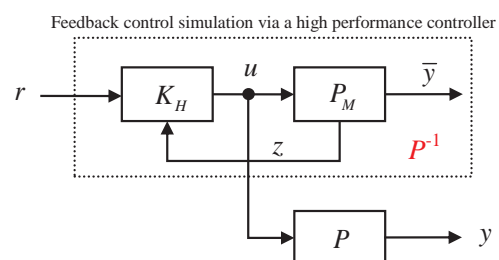


Fig. 3 Simulation based control: IDCS

図3のフィードバック制御シミュレーションをリアルタイムで行えば、フィードフォワード制御器として機能することがわかる(フィードフォワード制御器が、フィードバック制御シミュレーションで構成できる点に興味深い)。筆者らは、文献(2)において、IDCSを用いた数値シミュレーションにより、非線形系の逆ダイナミクスが計算できることを示した。その後、イギリスのBristol大学において、幾何学的な非線形性を有する油圧装置にIDCSを適用する機会があり、実機を用いた実験においても、思いのほか良好な結果が得られ、自信を深めた[文献(3)]。IDCSは、リアルタイムのシミュレーション結果を現実に反映させ、補助するという点で、ある種の拡張現実(AR)と捉えることもできる。

IDCSを用いた制御系は以下の特徴をもつ。

- 1) 制御シミュレーションを利用するため、センサーを必要としない。また、基本はフィードフォワードであるため、対象を不安定化しない。
- 2) 多くのケースにおいて、フィードバックシミュレーションの方が、実験より良い結果が得られるという事実を利用できる。また、IDCS内の制御器 K_H はこれまでに研究されてきた種々の手法を利用可能である。

前述のように本手法は、図3の P_M が P の良いモデルであるということが前提となるが、 P_M と P の間には必ず、誤差が存在する。これについては2.3で考察する。

2.2 クレーンシステムへの応用

ここでは、2.1のIDCSをクレーン装置のスキルレス化に応用した例について紹介する⁽⁴⁾。図4に示すように、クレーンは荷物を吊り下げて運ぶという構造上の問題から振動しやすく、熟練者でなければオペレーションが難しい。今後、海外などでの使用を考えた場合、スキルを

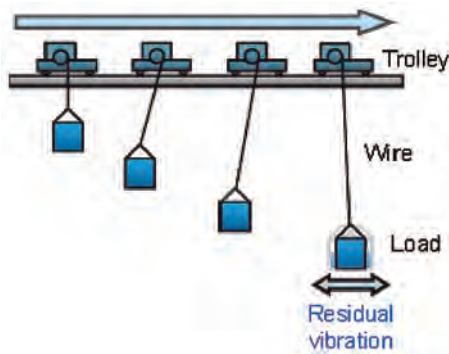


Fig. 4. Crane system with varying wire length

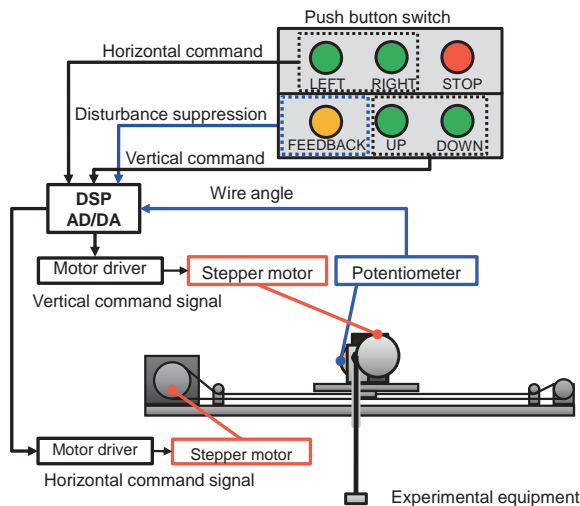


Fig. 5 Experimental setup of the crane system

持たないオペレーターでも扱いやすいクレーンシステムへのニーズは高い。また、使用される過酷な環境を考え

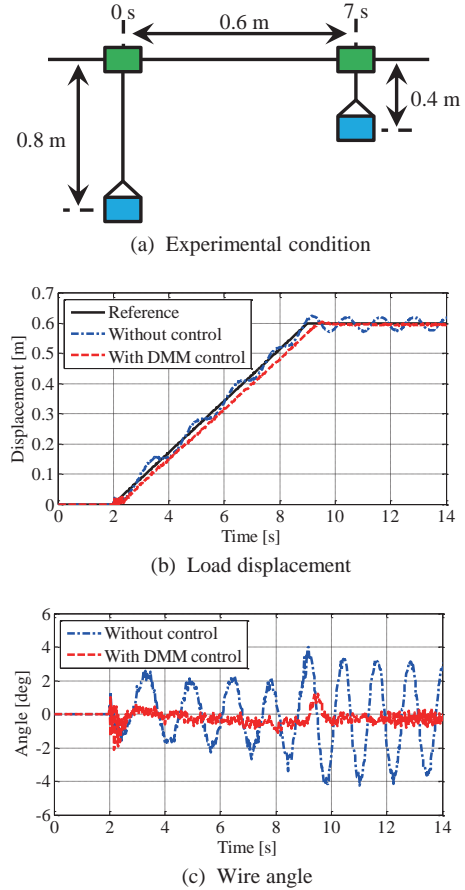


Fig. 6 Physical feedback control experiments

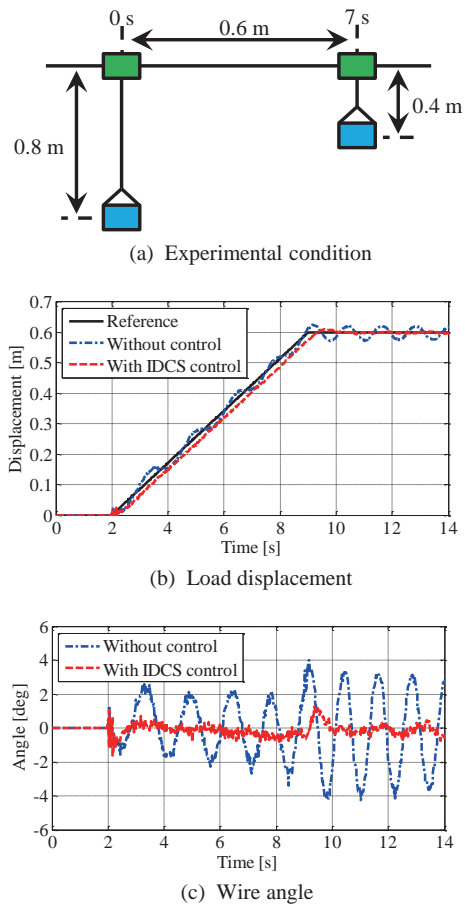


Fig. 7 IDCS control experiments

ると、センサーなどをできるだけ用いない簡単な構成としたい。図5に実験装置の概要を示す。装置は、実機を想定したボタン式のスイッチにより操作できるようにした。

図6および図7に実験結果を示す。図6は、ポテンシオメータにより実際に吊荷の振れ角を計測しフィードバックする“物理フィードバック”による実験結果を、図7は、センサーを用いないフィードバック制御シミュレーションによるIDCSの実験結果を示す。図7で用いたフィードバック制御器、および、図8の制御シミュレーション(IDCS)に用いた制御器は同一のものである。本研究では、ワイヤーの長さの変化に対応できるDMM (Dual Model Matching)⁽⁵⁾を用いたが、シミュレーションで良好な結果が得られるのであれば、他の手法を用いても良い。実験では、両図とも7秒間で0.6m水平に移動させると同時に、ワイヤーを0.8mから0.4mまで、巻上げている[図(a)]. 図(b)は、吊荷の水平移動距離を、図(c)は、ワイヤーの触れ角を示している。図6および図7、ともに非制御時と比べて振動(ワイヤ触れ角)が非常に良く抑えられていることがわかる。さらに、図7のIDCSではセンサーを一切使用していないにも拘らず、センサーを使用した物理フィードバック(図6)とほとんど同じパフォーマンスが得られており、その有用性が確認できた。また、IDCSでは、リアルタイムでシミュレーションを行っているため、予め軌道を決めておく必要はない。

2.3 E-Defenseを用いた加振実験

E-Defenseは、独立行政法人防災科学技術研究所が所有する世界最大の3次元振動台であり(図8)、15m×20mの振動台上、実大5階相当の建造物(1500t)を載せ、水平0.9G、鉛直1.5Gで加振が可能である。

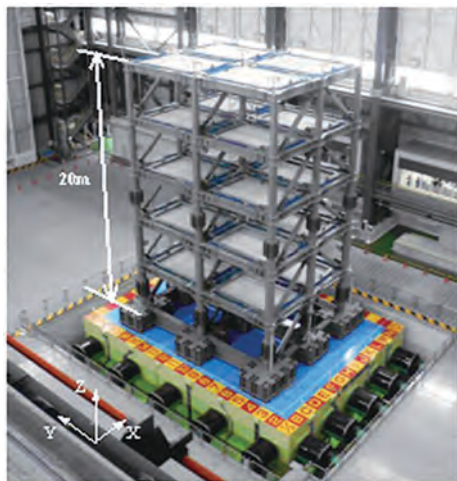


Fig. 8 E-Defense

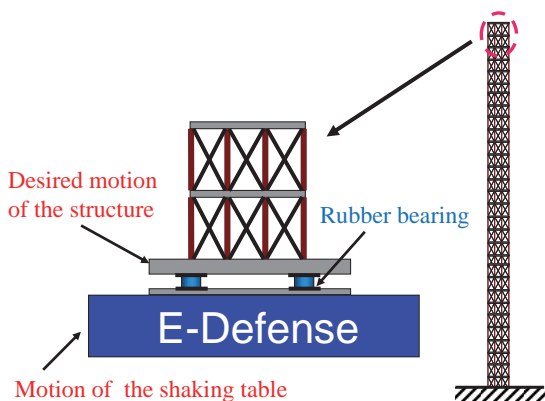


Fig. 9 Concept of long-period earthquake experiment

東日本大震災以前から、長周期地震が高層ビル内の住環境に与える影響が懸念されており、E-Defenseを用いた大規模実験が計画された。しかし、世界最大の振動台とはいえ、実大高層ビルをそのまま搭載することはできないため、図9に示すように、高層階のみを模擬した構造物を振動台上に載せ、その階の揺れに相当する動きを振動台によって与えることが考えられた。しかし、長周期地震動によって励起される高層階の揺れの変位振幅は1.5mに達すると言われており、当時のE-Defenseでは生成が困難であった(現在は改修が行われ大変位の発生が可能となっている)。このため、図に示すように振動台と構造物の間に積層ゴムを挿入し、共振を利用して大変位を発生させることとなった。この際、構造物を目標通りに揺らすために、振動台をどのように加振するかを決定する必要があった。これはまさに逆ダイナミクスの解法であり、IDCSが採用され、想定通りの変位振幅(1.5m以上)の長周期大振幅が実現できた。詳しくは文献(6)を参照頂きたい。

2.4 物理フィードバックとの併用

図3において、 P_M は P の良いモデルであるということがIDCSの前提であることを述べたが、 P_M と P の間には必ずモデル化誤差が存在する。この誤差が無視できない場合、図10に示すように物理フィードバックとの併用が有効である。このとき、すでにフィードフォワード制御(IDCS)が行われているため、ロバスト安定な弱い物理フィードバックゲイン K_L でも、制御性能の改善は大きい⁽³⁾。また、これは不安定な対象にIDCSを適用する場合にも有効である。

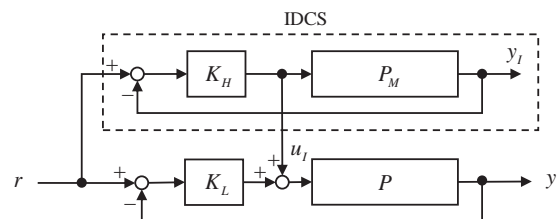


Fig. 10 IDCS in parallel with a physical feedback

3. 仮想TMDを用いたアクティブ制振

次に、シミュレーションと現実を融合するもう一つの例として、筆者らが振動・騒音の制御を専門とする企業と開発した“TMDブースター”について紹介する⁽⁷⁾。TMD (Tuned Mass Damper) は、機器や構造物の振動を抑制する目的で、一般的に用いられる装置であるが、できるだけ小さなスペースに設置したい、あるいは装置設置後にさらに制振効果を向上させたい、などの要求は少なくない。このような場合、TMDの数を増やす、AMD (Active Mass Damper) に交換する、などの対策が考えられるが、特に構造物の制振の場合、装置自体が大きく、交換や増設作業には費用と時間がかかる。

図11にTMDブースターを含む対象全体の力学モデルを示す。TMDブースターは、図に示すように、従来のTMDの上に設置する(あるいは横に取付ける)ことにより、TMDの制振効果を飛躍的に向上させることを目的とした装置である。図12に、その制御コンセプトを示す。図12(a)は実際のTMDを、図12(b)は、望みの制振性能を実現するための質量を持った仮想的なTMDである。一方、図11から、TMD m_t とTMDブースター m_b が、主振動系 m に与える力 f_m は次式で与えられる。

$$f_m = -m_t \ddot{x}_t - m_b \ddot{x}_b \quad (1)$$

提案するTMDブースターでは、まず、図12(b)に示す十分な制振性能を有する仮想TMDの数値シミュレーションにより、仮想TMDが主振動系に与える力を計算する。次に、これを式(1)と等置することによりブースターが発生すべき加速度 \ddot{x}_b を算出する(\ddot{x}_b は計測可能)。算出した加速度 \ddot{x}_b をTMDブースターの加速度制御により発生させる。これにより、図11の系が、図12(b)の仮想的なTMD系と等価なダイナミクスをもつことになる。TMDブースターでは、実際のTMDを用いる場合と比較して、はるかに小さな質量を付加することで同等の性能を実現できる点が大きな特徴である。

図13に実験装置の外観を示す。主系の質量は300kg、TMDの質量は7kg、TMDブースターの可動部の質量は、わずか0.5kgである(既存のTMDの質量の1/10以下)。図14に主系を加振した際の、加振力から主系の加速度までの周波数特性の実験結果を示す。実験では既存のTMDの10倍の質量を有する仮想TMDシステムと同等の制振効果をTMDブースターで実現することを目標とした。つまり、70kgのTMDと同等の制振性能を、7kgの既存のTMDにわずか0.5kgのTMDブースターを付

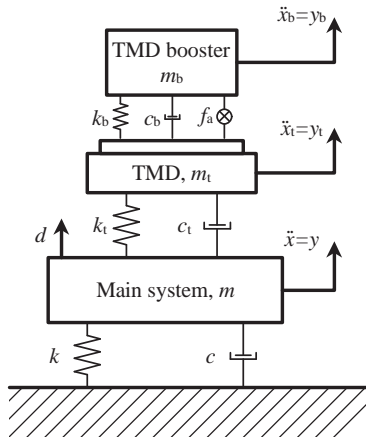


Fig. 11 Analytical model of the TMD booster system

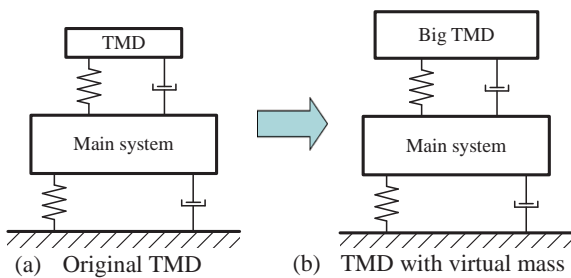


Fig. 12 Control concept: virtual TMD

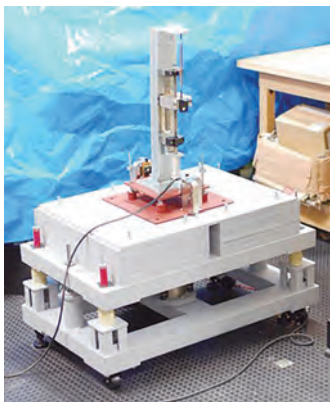


Fig. 13 Experimental setup with a TMD booster

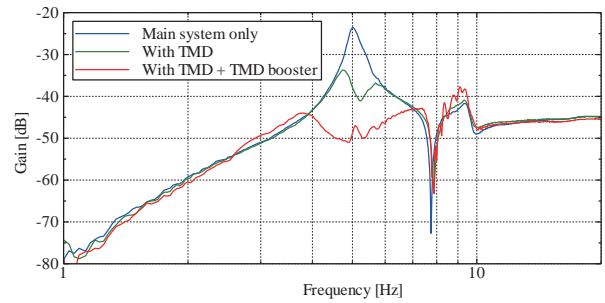


Fig. 14 Effectiveness of the TMD booster (experiments)

加することにより実現しようとするものである。図14より、TMDブースターを適用することで、ゲインが10dB以上抑えられていることがわかる。さらに、仮想TMDとほぼ同一の特性が得られることも確認した。

4. おわりに

本稿では、“ダイナミクスにおける現実とシミュレーションの融合”と題して、筆者らが行ってきた関連する研究を紹介させて頂いた。シミュレーションは直観的であり、アイデアを比較的容易に取込みやすいことから、今後の計算機関連技術の発展と共に、ダイナミクスの分野においても、ますます有用なツールになっていくものと思われる。読者が本稿から、今後の研究・開発に対する何らかのインスピレーションを得られたなら、大変嬉しく思う。

文献

- (1) Ronald T. Azuma, “A Survey of Augmented Reality”, *Teleoperators and Virtual Environments*, Vol.6 - 4 (1997), pp.355-385.
- (2) 田川泰敬, 福井和良, “低感度補償器を用いた非線形モデルの逆ダイナミクスの計算”, 日本機械学会機械力学・計測制御部門講演会論文集, (1994), pp. 185-188.
- (3) Y. Tagawa, J. Tu, D. Stoten, “Inverse Dynamics Compensation via ‘Simulation of feedback control’ (IDCS)”, *Proceedings of the IMechE, Part I: Journal of Systems and Control Engineering*, Vol. 225, (2011), pp.137-153.
- (4) Y. Tagawa, Y. Hashizume and K. Shimono, “Simulation based control and its application to a crane system”, *Proceedings of ASME Dynamic Systems and Control Conference 2013*, (2013), pp. 265-274.
- (5) Y. Tagawa, R. Tagawa and D.P. Stoten, “Characteristic Transfer Function Matrix-based Linear Feedback Control System Analysis and Synthesis”, *International Journal of Control*, Vol. 82, Issue 4, (2009), pp. 585-602.
- (6) 榎田竜太, 長江拓也, 梶原浩一, 紀暁東, 中島正愛, “大振幅応答を実現する震動台実験手法の構築と超高層建物の室内安全性”, 日本建築学会構造系論文集, Vol. 637, (2009), pp. 467-476
- (7) 西山, 山野, 仁井山, 小形, 田川, “既設TMDの質量を見かけ上増加させることで性能向上をはかるTMDブースターの開発”, 第13回「運動と振動の制御」シンポジウム予稿集 (2013).

機械力学の教育・研究を振り返って

末岡 淳男
(九州職業能力開発大学校)



研究活動

私は九州大学学部4年生のときから機械力学分野、とくに機械振動の研究に携わってきた。特に機械力学が得意というわけでは決してなかった。今のようなコンピュータが自由に使える時代ではなかったが、大学院から助教授の若い頃にかけては解析に魅力を感じていた。今の学生も同様に実験よりも解析に魅力を感じているように思う。しかし、その頃にいつかは実験だけの研究を行いたい、実験だけの内容の論文を書こうと決心した。歳をとるにつれてまず実際に発生する現象に興味を持ち、現象の原因を解説する過程では工学をやっているという気持ちになれた。教授時代は大学院生・学部生には実験をやれ、その結果を十分に分析しろ、その理解の後、できるだけ簡単なモデルを構築して解析を行い、どの程度現象を説明できるか比較してモデルの改善を行えと言ったものだ。まず、実験で現象の本質を学べということを書いたかった。機械力学の研究は機械工学の中で実験と解析のバランスが最もとれた分野であると思う。

企業で活躍していた親友の“解析に持っていきけるようになれば、それはもはや学問ではない”という言葉が胸に突き刺さっていた。解析できるということはその研究テーマはほぼ解決状態にあるということである。解析は設計に生かす手段なのである。

助教授の頃は、私は二人の教授の助教授であった。一人は洞察力にたけ、思い切った判断を研究面に導入して実験と平均法からの解析結果を比較するスタイルの研究者であった。もう一人は計算機で4倍精度の計算を実施するほぼ解析的研究を生きがいにするスタイルの研究者であった。全く相反する考えの二人の教授の元で忙しい日々を過ごしたが、今になっては良い経験をさせて頂いたと思っているし、色々な考え方を知ることができた。これが私の研究生活の岐路でもあった。研究を進めるときの私の考え方は前者の教授のスタイルと共通点が多いように思う。

一方、研究にはビジネスとロマンがあると言われる。もっともなことで、工学技術者としてロマンだけを追求することはできない。ビジネスもしっかりとこなさなければ産業界への貢献はなく、単なる解析的な研究はやめることにし、実践的、工学的問題へ挑戦して行くことになる。産業界で問題となる実際の現象があり、その詳細な観察から理論解析を行うというスタイルを貫こうと思った。取り扱う系は産業界で問題になっているものに限りたいことから、ビジネスをするなら産業界との連携が絶対に必要な条件となって行った。

私の主な研究歴の中には非線形振動から始まり、自励振動とその防止対策として自動車用・自転車用ディスクブレーキの鳴きなどの摩擦振動、抄紙機ゴム巻きロールの多角形化現象などの接触回転系のパターン形成現象および新幹線の騒音問題などがある。

1. 非線形振動

最初の研究が学位論文のチェーンの非線形振動であった。チェーンは非常に多くの自由度を持つ多自由度系である。チェーンのモデルを厚紙で製作して自宅でゆすって

見てその挙動を観察していた。多自由度系の非線形振動としては系が素朴でローラ間の接触剛性に非線形性を有すること、容易に実験を行なえること、およびかなり多い自由度をもつ系の非線形振動解析という今までにない特殊性を意識して、実験と解析の比較を行いながら非線形強制振動、強制パラメトリック共振の様相を理解した。今では、この研究はロマンだったと思う。

しかし、産業界では線形の範囲で設計し稼働させる。なぜならば、産業界では設備が非線形振動を発生させないことを前提に設計されているからである。その頃は、非線形性まで考慮した設計法は産業界では利用されていなかった。産業界は、非線形振動が発生した後の挙動には興味がないのである。自分がやっている非線形振動の研究は難しいばかりで産業界にはあまり役に立っていないのではないかと自問自答した。実験結果の考察力、観察力は今後の研究に大いに役立った。

2. 摩擦振動

学生時代、私の指導教授から、摩擦だけでは手を出さな。10年無駄にするぞと脅された。それほど摩擦は取り扱いが困難なものだった。実験をしてもなかなか再現性が確保できないこともその根拠であったのだろう。しかし、余り研究されていない産業界での摩擦振動の分野に身を投じることになる。

ある講演会で円板の外周部を面外方向に擦ったときの摩擦振動の実験と解析結果について発表した。摩擦振動の前置きとして自動車用ディスクブレーキの鳴きにも言及した。そのとき、会場から摩擦方向に対して両者の振動方向が異なるのではないかとという質問をいただいた。意識せずに、摩擦振動の原因となる摩擦特性を特定しないまま発表していたのである。前者は摩擦方向と振動方向が一致するが、後者は摩擦方向と振動方向が垂直に近いという大きな相違、すなわち、発生メカニズムの相違があったのである。このとき初めて摩擦振動の全体像を知りたいという衝動にかられた。

その後、摩擦振動の種類と摩擦特性との関連に興味を持ち、たどり着いた結論が次のものであった。

- 摩擦方向と振動方向がほぼ一致する摩擦振動は相対速度に関して負の勾配を有する摩擦特性（乾性摩擦）に起因する。摩擦方向の面内振動が誘起される。
- 摩擦方向と振動方向が垂直に近い摩擦振動はクーロン摩擦に起因する。摩擦方向と直角な面外振動が誘起される。

たとえば、ワイングラスの鳴きや自転車用ディスクブレーキの鳴きは乾性摩擦に起因し、黒板上のチョークの振動、テニスコートのブラシ模様および自動車用ディスクブレーキの鳴きはクーロン摩擦が原因である。自動車用と自転車用のディスクブレーキの鳴きのメカニズムは異なる。ディスクの厚さも一つの要因である。

どちらの摩擦特性による振動かを区別するためには、摩擦の向きを逆にするとわかることが多々ある。摩擦の向きを逆にすると、今まで起こっていた摩擦振動が同様に生じる場合は乾性摩擦による摩擦振動、一方、今まで起こっていた摩擦振動が生じなくなったり、生じにくく

なったりしたら、すなわち、方向性があるとクーロン摩擦が原因である。

産業界では、チョークの振動のようにクーロン摩擦力の発生する場所が点ではなく、分布する場合が多く見られる。摩擦力が分布する場合、分布領域で発生するすべての摩擦力が摩擦振動を発生させる能力を持っているのか、それともある特定領域だけがそのような能力を持っているのか興味があった。なぜならば、発生能力のある摩擦領域内の部分を接触させないようにすれば摩擦振動を抑制されるからである。この考えは正しく、その概念が自動車用ディスクブレーキの鳴き抑制に使用されている。

高速鉄道に発生する転動音の研究をドイツで行った。転動音は車輪がレールの上を転がるときに発生するシャーという1kHz程度の騒音である。その主原因は日本の新幹線ではレールの上下方向振動、ドイツのICでは車輪の面外振動という異なった見解であった。

カルカーの線形クリープ理論を勉強し、車輪とレールの接触部にはそのクリープ力が作用するとして、車輪と無限長さのレールの連成振動を解析した。その結果、転動音の原因はレール頭頂部の凹凸によるレールの上下方向振動であることを解析的に明らかにした。

その後、新幹線の速度が300km/hを越えるようになると、転動音よりも風切音が主な騒音となったので、その研究を終了させた。転動音は走行速度の2乗に、風切音は6乗に比例するのである。

3. パターン形成現象

振動が起こって、部品間の相対運動が繰り返されるのに部品に変形・摩耗が問題視されないこと自体がおかしいと日頃思っていた。あるとき、企業から紙をつくる抄紙機に使われるゴム巻きロールが稼働時間を増すにつれて多角形化する現象の相談を受けた。抄紙機には200を超えるロールが稼働し、ラインの長さは100mを超える大規模なプラントである。その中で、抄紙機のプレスパートの最後の工程に位置するスミザロールと呼ばれる一対のゴム巻きロールが一定の線圧をかけられ、10Hz程度で回転する過程でゴムがロール円周方向に多角形に変形し、大きな振動へと進展する。紙も切断され、プラントからは大きな騒音が発生する。ゴムはハンマーで叩くとカンカンと音がするほど硬い。それが多角形に変形するのであるから、変形させる力は強大である。その力はロール間が逆位相の振動モードから発生する。パターン形成現象は低次の振動モードではなく、高次の（接触部を挟むロールが逆位相で振動する）振動モードに発生しやすいという、従来の振動に対する考え方では対応できない厄介な問題であった。そのゴムの変形跡は、ロール停止後15分程度で消滅する。

変形させられた部分は、ロール間の接触部であるニップ部を通過後にロールの1回転周期の0.1s程度の短時間後にニップ部に再突入する。ゴムの極めて短時間内の変形回復を表す特性指数が今までの粘弾性体理論のものとは大きく異なっていた。このことを調べるための実験結果が粘弾性体のパターン形成メカニズムを解明する鍵となった。

時間遅れ系は制御工学の授業で習った。そのときは、解析方法だけに注目していた。しかし、その頃、教科書に書いてある例以外に、時間遅れ系の実例系をイメージすることはできなかった。大学院で粘弾性体の授業を受けてゴムが粘弾性体であり、3要素モデルで最も簡単に表わせることとその特徴的な反応を学んだ。この程度の

前知識を持って、ゴム巻きロールの多角形化の発生メカニズムを同僚たちとフリートークしたときの興奮が忘れられない。なぜニップ部を通過する毎に繰り返し変形が多角形パターンを呈するようになるのか、なぜ徐々に変形が大きくなるループに入るのだ、発生メカニズムはなんだという議論を短い時間ではあったが、激しく交わした。このパターン形成現象の本質的な原因は、ロールの振動によってロール接触部（ニップ部）で変形した部分が、1回転してまた接触部に戻るまでその変形が完全に回復せず、振動によって少しずつその変形が蓄積していくループに入ることに起因する。結果として、この現象は時間遅れの自励振動ではないかということになった。ロールが1回転する時間が無駄時間となっているのである。

それ以後、同じ粘弾性変形を伴うパターン形成現象として、繊維機械ポピンホルダの弾性糸巻き取り過程の糸玉の多角形化を取り扱った。弾性糸をポピンホルダに巻き取っていくため、この糸は定常的ではない。巻き始めから巻き終わりまでのある特定の巻き取り区間だけに弾性糸糸玉が3角形に変形する不安定領域を通過する中で、弾性糸が切れ、繊維機械が極めて大きな振動となる。ポピンホルダは高速回転体だからゆえ、注目すべき研究テーマでもあった。同様な現象に、フィルムを巻き取る機械にも粘弾性変形を伴うパターン形成現象が生じる。

接触回転系の接触部に滑りに伴う摩耗が発生し、それが原因でパターン形成を生じる現象として、自動車タイヤの偏摩耗、製鉄機械のホットレベラロールの多角形化現象も自動車業界や鉄鋼業界で普通に起こっている現象であったが、発生メカニズムの解明には至っていなかった。対策として、摩耗したタイヤやロールは廃棄・交換されていた。

タイヤの偏摩耗は80Hz程度の低い振動数の振動で、それが自動車を振動させるほどでもなく、騒音問題となるほどでもないが異音が発生するのである。しかし、中古タイヤのヤードに行くと、20角形程度に偏摩耗したタイヤが至る所に転がっている。高速道路を走るようになった長距離バスのタイヤに発生し始めた現象である。

熱間圧延されたストリップのうねりを矯正するホットレベラロールは3~6ヶ月で摩耗による外径円周上にきれいなうねり（多角形化）を生じ、それが製品であるストリップに転写され、製品にならなくなるという障害を生じる。規則的なうねりの発生をできるだけ遅らせるためには、ロールの表面を高精度に研磨してパターン形成過程の初期化を遅らせることが得策である。

機械加工に関しては、私の研究とは異分野ながら芯なし研削のびびりマーク、原子力発電所で使用される多数の伝熱管を形成するためのBTA深穴加工で発生するライフリングマークを取り扱った。これらの取り扱いは従来の機械加工の研究者とは異なる動力学的な概念を基に解析し、実機を用いた実験と比較したものである。この分野の研究者は膨大な実験を行なっているが、ニュートン力学に則した解析的な研究はほとんど見当たらない。

BTA深穴加工とは、円筒状の部材に切れ刃と複数のガイドパッドを取り付けた専用の工具を、ポーリングバーと呼ばれる細長い一様な中空棒の先端に取り付け、工具または被削材を回転させながら送ることにより穴あけを行う加工法である。その穴が伝熱管となる。その穴にライフリングマークがあるだけで修正作業が発生するらしい。どんな意味があるのだろうかと思った。通常2つのガイドパッドにガイドパッド1つを追加して、ライフリングマーク発生を防止するガイドパッドの位置の最

適配置があることを解析的に証明し、実機でその効果を確認できた。特許がとれ、産業界で使用されるようになったことは研究者としてこの上ない喜びである。

自励振動を制振する方策として、動吸振器の適用を検討した。Den Hartogが強制振動の防振のための動吸振器の設計法を明らかにした。この設計法を自励振動に適用しようとしても強制振動数そのものがないので、概念を変える必要があった。動吸振器による自励振動の制振の概念を確立し、動吸振器が産業界で発生している自励振動にも利用するだけの効果が期待できることを多くの事例で示すことができた。動吸振器はダンパ以上に効果があることが前提である。

たとえば、摩擦振動を動吸振器で制振することを考えよう。動吸振器の振動数のチューニングは最も重要である。しかも、乾性摩擦に起因する摩擦振動に関しては、最適減衰が存在するものの、クーロン摩擦に起因する摩擦振動では、減衰が小さくても問題はないという相違点があることがわかった。

クーロン摩擦が原因の自励振動は剛性行列の強い非対称性に起因するので、その非対称性を緩和する動吸振器が必要である。一方、乾性摩擦が原因の自励振動は負性抵抗に起因するので、外部減衰付加が必須である。摩擦を伴う自励振動でも、やはり最適減衰が存在する。

4. その他

パソコンが出始めたころ、パソコンを振動解析に使えないかと考えた。大規模自由度系の振動解析は大型計算機に任ずるとして、手短なアルゴリズムを考えた。ペステルとレッキーの伝達マトリックス法を参考に、これよりも低次元で計算でき、精度が高い手法はないかと思案した。昔、動的ばね定数や影響係数（ばね定数の逆数）に興味を持っていたことから、これらを伝達していく振動解析が可能か試してみた。パソコンを使ってやってみると、思ったよりも高速で、伝達マトリックス法の20倍程度のスピードがあると同時に、伝達マトリックス法よりも精度が格段に良いことがわかった。その解析法を伝達影響係数法と名付けた。この手法はパソコンの能力が低いのを補助するための振動解析アルゴリズムであった。現在のパソコンの能力があれば、このような考えは浮かばなかったかもしれない。

高速増殖炉もんじゅのヘリカル伝熱管探傷に使用されるECT(Eddy current testing)プローブが振動し、減内部位置を特定するRF(Remote field)センサ信号にノイズが現れ、探傷精度が低下する。その原因と対策を、現地モックアップ実験装置による実験を通して解明した。ECTプローブは移動方向に乾燥圧縮空気によって圧送される。プローブの振動の主な原因は流体力ではなく、等間隔にプローブに付いているフロートと伝熱管内壁との間の摩擦に起因する。RF信号ノイズを最小化するためには、曲げ剛性の比較的低いECTプローブの先端部に長さ10m程度の先端ケーブルを持つプローブを追加・構成すれば良いことを見出した。この探傷システムが稼働するときは来るのであろうか。

教育と年齢

講師のとき、工学部長もされた大先輩の教授と飲みに行った。その教授は酒が好きで、張りのある声で歌も浪花節も素晴らしかった。かなり飲んだところで、教授は言った。「帰る。明日授業があるから予習をしなさいといけない。」周りにいた人たちは驚いて、「先生は授業のことなんてすべて頭の中に入っているんじゃないですか。

予習なんて必要ないでしょ。」 そう言うと、教授は、「授業内容は分かっている。しかし、明日は何を言わないといけなさを確認する必要があるんだ。」このような努力をされていたので、学生の頃、この教授の講義が分かりやすく、一生懸命聞いたことが納得させられた。それからは今まで以上に講義の予習を行うよう肝に銘じた。それは決して苦痛ではなかった。色々な工夫を凝らし、学生の興味を引く努力もした。学部新入生や大学院の授業では、現象を眼で見せるためビデオを活用して視覚に訴えた後、現象の分析と理論の展開を図った。私の場合、若いときは自分が一生懸命のところを学生は肌で感じてくれ、興味を示してくれた。しかし、年をとるにつれ頑張ろうとすればするほど学生の心を捉えることができなくなっただけに感じる。体から出るエネルギーが足らなくなっただけかも知れない。

授業に使う機械力学、機械振動学、機械工学概論の教科書の執筆や日本機械学会の便覧の主査を経験した。力学という学問はニュートンの運動の法則を例にとり見てもわかるように、意外と簡単な法則のみから成り立っている。しかし、動力学においては、ニュートンの第2法則などの法則がどんなものかを言葉の上でわかるだけではなく、その法則を間違いなく応用できることが必要である。そのため、機械力学の中では、例題を非常に多く取り入れて法則の意味を真に理解できるように工夫した。学生もこの演習問題は自習に役立ったようである。おかげで授業の演習時間に使用する問題が不足してしまった。

機械力学・計測制御部門から費用を出していただいた、「自励的現象に迫る ～その発生メカニズム～」のビデオを製作した。その内容を表1に示す。九州大学や埼玉大学でのビデオ撮影やナレーションには大変苦労したが、現象を可視化して教材として使用できることは学生や研究者にとって有益であったであろう。このビデオを大学院の講義「自励振動」には有効に使用することができた。今度はこれらの現象を詳細に解析した書籍をビデオと一体となった形式で作成したいと思っている。

表1 ビデオで取り扱った現象

摩擦振動	チョークの振動、ドラミング キツツキ、ワイングラスの鳴き、バイオリン、シミー
流体励起振動	カルマン渦、煙突の渦励起振動、管群とカルマン渦、ギャロッピング、マジックパイプ、ストックブリッジダンパ
時間遅れ系の自励振動	再生びびり振動、フィードバック制御系の発振、非舗装道路の凸凹
係数励起振動	ブランコ、ゴムひもの振動、倒立振り子
同期化現象	メトロノームの同期化、2台の不平衡ロータの同期化、回転二重振り子

産業界の生産現場の改善

大学の教授をしながら、産業界の生産現場の効率化、改善活動を審査する審査員を務めた。その活動はTPM (Total Productive Maintenance) 活動と呼ばれ、多くの企業が生産現場の効率化や改善を事業所全体で実施するものである。その期間は3～4年で、その成果たるやすばらしいものがあり、現場の勢いを感じることができ

た。活動の目標の極限は、生産のためのタイム50%削減、効率2倍への挑戦である。現場の存続・生死をかけた活動であるので、迫力満点であった。これが日本のものづくりを支えている現場だと思えることができた。

産業界のとくに生産現場を改善するための考え方は、日ごろから問題意識を持ち、基礎的な知識を適材適所に正しく適用することによって、決して最先端の技術や研究成果による効率化・改善ではない。現場には、多くの技能者が生産を担っている。

現場のロスの考え方、個別改善、自主保全、計画保全、初期管理など、一からの勉強であったが、生産に関与する者達による生産現場の手作り改善という点が新鮮であった。大学の研究成果というよりは、大学で習った基礎知識が生産現場では役に立つことを痛感した。また、改善を提案する多くの考えを持つ能力の必要性も感じた。授業中にTPM審査の事例を学生に話しながら、授業の重要性の根拠を示すことができた。やはり、企業の現場の話となると、生きた教材であり、学生は真剣に聞いてくれたという印象が強い。

この生産現場の改善活動に関与したことで、大学の研究だけに偏ることなく、企業の現場と大学の研究室を結び付けるパイプを見つけることができた。ものづくりへの思いもこの時期に強く意識し始めた。

技術者と技能者育成

九州大学を退職する前の3年間、工学研究院長（工学府長、工学部長）に就任し、大きな組織の運営・管理を経験した。そこでは、研究者および技術者の育成、工学分野と新領域の研究分野拡大が使命であった。一方、工学教育に関しては、日本工学教育協会の副会長を務め、特別教育士の称号を頂き、その頃から興味のある場を研究から徐々に工学教育へと移すことになる。

その後、九州職業能力開発大学の校長として、ものづくり産業に活躍できる実践技能者、生産現場を管理するリーダーの育成に取り組んで現在に至っている。大学と職業能力開発大学校とは大きな相違がある。日本のものづくり産業の根底を支える技能者を訓練するために、職業能力開発大学校が全国に23校ある。その内、10校が能力開発大学校と呼ばれ、その他が短期大学校で、高等

学校を卒業した学生が入学して来る。能力開発大学校はともに期間2年の専門課程とそれに続く応用課程を擁し、短大は専門課程のみを擁する。大学と違い、1科の定員が20~30名、指導員数は5名の少人数教育である。訓練教育設備は大学に比べ特段に充実している。職業と直結した実技実習の時間を多く持ち、訓練時間は専門課程・応用課程の4年間を通して国立大学の約1.8倍である。ものづくり技能を学生の体にしみ込ませるカリキュラムである。このような大学校は、文科省所管ではなく、厚労省所管であり職業能力の開発・訓練を主目的としている。

大学はこのような実学であるものづくりをどう考えているのか。あるシンポジウムに参加してわかったことは、現場でのものづくりに興味のある学生だけを課外授業で対応している程度で、まだ授業に入れ込んだものづくり教育は行われていないのが現状である。ものづくり教育には、特に安全衛生を意識した長い訓練時間と実習のための高度な設備が必要である。今からの日本のものづくりとはどういうものかを定めて教育に生かしてもらいたい。

技術者・研究者育成と技能者育成の違いは、極端に言うとならば、Whyという要素が強いか弱いか、頭に覚えさず知識なのか、体に覚えさすものかにあると言えよう。もし、大学2年生と職業能力開発大学校専門課程2年生があるものづくりのコンペをして競争したら、間違いなく職業能力開発大学校生が勝つと思う。大学生は概念がわかっても、それを自分で形にすることがまだできないからである。大学にも体で感じるものづくり教育が必要と感じる。頭でっかちでは現場で体が動かない技術者を育成してしまう。しかし、大学の教育を受けた学生は経験を重ねるとともにものづくりのための技能者ではなく技術者として変身し成長していく。ところが、大学の学部生や院生に技術者と技能者の違いがわかりますかと聞くと、その違いを意識していない学生が極めて多い。社会から貰った自分たちの特権をぜひ知っていただき、それを有効に使って成長していただきたい。

以上、後輩の大学学部生・院生に対して私の機械力学における教育・研究の経験を述べた。皆さんに少しでも参考になれば、この上ない幸せである。

年間カレンダー

機械力学・計測制御部門講演会等行事予定一覧

開催日	名称	開催地
2014年5月21日~23日	第26回「電磁力関連のダイナミクス」シンポジウム (SEAD26 in 盛岡)	アイーナ 岩手県民情報交流センター
2014年5月28日~29日	振動モード解析実用入門 -実習付き-	日本機械学会
2014年7月3日	講習会 マルチボディシステム運動学の基礎	東京大学生産技術研究所
2014年7月4日	講習会 マルチボディシステム動力学の基礎	東京大学生産技術研究所
2014年8月4日~6日	The 12th International Conference on Motion and Vibration Control (MOVIC2014)	札幌コンベンションセンター
2014年8月26日~29日	Dynamics and Design Conference 2014 (D&D2014)	上智大学
2014年9月7日~10日	2014年度 年次大会	東京電機大学
2014年10月29日~31日	シンポジウム：スポーツ・アンド・ヒューマン・ダイナミクス2014	アオーレ長岡
2014年11月10日~12日	第57回自動制御連合講演会	群馬県伊香保温泉 ホテル天坊
2014年12月11日~12日	第13回評価・診断に関するシンポジウム	北九州国際会議場

英国ポーツマス大学留学報告

長岡工業高等専門学校 外山 茂浩

1. はじめに

平成25年7月31日～12月2日までの約4か月間、国立高等専門学校在外研究員として、英国ポーツマス大学に滞在する機会を得ました。今回の滞在のお話をさせていただくと、真っ先に「ポーツマス条約のポーツマスに行かれたのですか？」との質問を多くの方からいただきますがそれは違います。日露戦争の講和条約であるポーツマス条約が結ばれたのは、アメリカ東部に位置する都市ポーツマスです。今回私が滞在した英国ポーツマスは、イングランド南部のイギリス海峡に面し、フランス北部、スペインへのフェリーが発着する人口約20万人の港湾都市です（図1(a)）。英海軍ロイヤルネビーの主要基地がある軍港としても歴史があり、軍艦や城郭、記念碑が街の各所に残っています（図1(b), (c)）。我々日本人に馴染みあるところとしては、京都府舞鶴市が姉妹都市の一つであること、元サッカー日本代表ゴールキーパーの川口能活選手が所属していたポーツマスFCの本拠地であることでしょうか。その他にも、シャーロックホームズシリーズで名高いコナン・ドイルが、小説家となる前にこの地で眼科を専門とする診療所を開いていたことでも有名です（図1(d)）。



図1 英国ポーツマス

- (a) フランス北部、スペインへのフェリーが発着する港湾都市
- (b) シンボルのHMSウォリアー号とスピナー・タワー
- (c) トラファルガーの戦いで勝利したネルソン提督の記念碑
- (d) ポーツマス市立博物館内のドナン・コイル展示コーナー

2. ポーツマス大学Intelligent Systems and Biomedical Robotics Systems Group

ポーツマス大学は学生総数約23,000人の総合大学で、そのキャンパスはウォーターフロントに位置するポーツマス中心街に点在しています（図2(a)）。ポーツマス大学ではHonghai Liu教授（図2(b)）率いるIntelligent Systems and Biomedical Robotics Groupにお世話になりました。同グループは、Liu教授の他、ロボットの人工知能、パターン認識とその応用を専門とするZhaojie Ju講師（図2(c)）、コンピュータビジョン、ヒューマン・コンピュータインタラクションを専門とするHui Yu講師と、画像処理を専門とするAlexander Kadyrov博士研究員（図2(d)）、博士課程の学生3名で構成されています。画像処理に基づくパターン認識とその応用、モーションキャプチャを利用した人間動作解析、筋電位等の生体

信号に基づくバイオメカトロニクスその他、自動車用アクティブサスペンションの知的制御といった多岐の分野に渡る様々なプロジェクトが進められています。Liu教授とは、彼が編著者を務める自動車用アクティブサスペンションに関する書籍の一部を私が執筆したことをきっかけとして知り合いましたが、そのやり取りは全て電子メールであり、今回の滞在まで面識が全くありませんでした（渡英後に、私より一つ年下の新進気鋭の教授であることが判明...）。ただし、Liu教授は首都大学東京の久保田直行先生と共同研究の実績があるなど大変な親日家であり、これまでも日本に数多く訪問された上で日本人を大変高く評価してくださっていることもあり、私の滞在に関する突然の申し出も躊躇なく快諾いただきました。

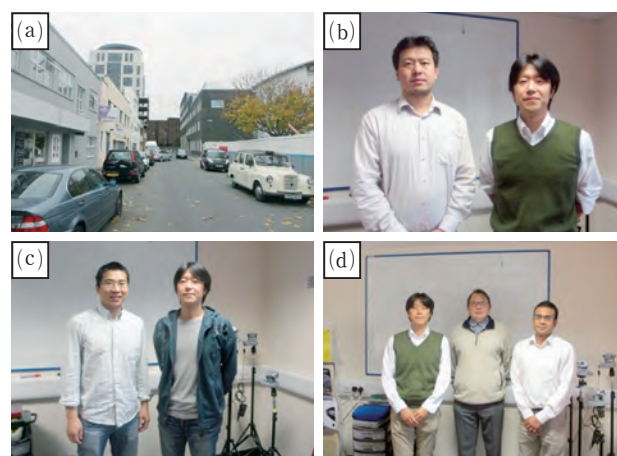


図2 ポーツマス大学 Intelligent Systems and Biomedical Robotics Systems Group

- (a) ポーツマス中心街に点在するキャンパス
- (b) 左：Honghai Liu教授
- (c) 左：Zhaojie Ju講師
- (d) 中央：Alexander Kadyrov博士研究員

3. ポーツマス大学における研究活動

今回の滞在における主たる目的は、自動車用アクティブサスペンションの制御アルゴリズムを研究してきた同グループとの情報交換を行うことにありました。同グループではばね上質量、ばね下質量やアクチュエータの不確かさに対して、T-Sファジィ制御や H_∞ 制御を適用したアプローチを提案しています。一方、私はセミアクティブサスペンションに対して高いロバスト性を得るためのスライディングモード制御系の設計法について研究を進めてきました。同グループ内のセミナー等を通してディスカッションを重ね（図3(a)）、今後の研究プランを策定しました。その他にも今後、同グループとどのようなコラボレーションが可能であるか、その方向性を模索しました。例えば、前腕部の筋電位と指先の力から手指運動をパターン認識する実験に参加し、実験の流れや実験器具を調査しました（図3(b)）。また、UoP Computing Seminarと題された講演会にも積極的に参加し見聞を広げました（図3(c)）。講師の大半がLiu教授の招待によるイギリス国内の著名な研究者が務めるこの講演会の特徴は2週間に1回程度の割合で頻繁に開催されることです。講演テーマは、ロボット、構造物の振動制御、

コンピュータビジョン等と多岐に渡り、短期間の滞在ながらこのような環境に身を置けたことで研究に対する多大な刺激をいただくことができました。講演会といえ少し話が逸れますが、偶然にもLiu教授の就任講演(図3(d))にも参加することができ、講演後の立食パーティーも含めてその優雅な雰囲気を堪能したことも良き思い出となっています。

今回の滞在は短期間であったため多くの研究成果を上げることはできませんでしたが、自動車用アクティブサスペンションに関する研究成果は、平成26年8月に開催される第12回「運動と振動の制御」国際会議(日本機械学会主催)に発表申し込みをさせていただきました。また、Liu教授を海外共同研究者として、ヒューマン・ロボットインタラクションに関する研究計画をJSPS科学研究費助成事業に申請させていただきました。今後も同グループと交流を続け、今回の滞在中で見つけることができた研究の芽を育てていければと考えています。



図3 ポーツマス大学における研究活動

- (a) グループ内セミナーにおけるディスカッションの様子
- (b) 手指運動のパターン認識に関する実験に参加
- (c) UoP Computing Seminar: Kaspar Althoefer教授(King's College London)による講演“Robots-Are They Intelligent Yet?”
- (d) Honghai Liu教授の就任講演, “Towards a Unified Framework for Intelligent Systems and Biomedical Robotics”

4. ドイツ訪問

イギリスでの研究の合間を縫って1週間ほどドイツに渡り、マクデブルク・オットーフォンゲーリック大学といくつかの自動車メーカーの工場を見学しました。アテンダントは、自動車部品サプライヤーメーカーMAGNA Power Train Germanyに勤務するTino Krueemmling氏(図4(a))にお願いしました。彼はマクデブルク・オットーフォンゲーリック大学在学時の1996年に、私が在学していた新潟大学工学部との学生交流1期生として来日したドイツ人です。私の指導教員であった新潟大学・横山誠先生のお宅にホームステイしたことをきっかけに知り合いました。その後も国際会議でヨーロッパを訪問する際に再会を重ねるなどして交流を続け、かれこれ18年ほどの付き合いになります。今回はそのきっかけを作ってくれたマクデブルク・オットーフォンゲーリック大学に初めて訪問しました(図4(b))。真空ポンプを発明し気圧についての公開実験(図4(c))を行ったことで有名な物理学者オットーフォンゲーリックは、三十年戦争で壊滅状態に陥ったマクデブルクの復興に尽力した市長でもありました。それらの功績を称えて、本大学はゲーリックの名を冠しており、キャンパス内のいたるところにシンボルである彼の肖像画が見受けられました(図4(d))。



図4 Tino Krueemmling氏とマクデブルク・オットーフォンゲーリック大学

- (a) 左: Tino Krueemmling氏(ユンカース航空機博物館にて)
- (b) 創立1993年の大学は機械工学等の9つのFacultyから成る
- (c) オットーフォンゲーリックが公開実験に用いた「マクデブルクの半球」のモニュメント
- (d) オットーフォンゲーリックが大学のシンボル

自動車大国ドイツには名だたるメーカーの工場が数多く存在し、それらの多くの工場では充実した見学ツアーが用意されています。以前ドイツを訪問した際には、同じくKrueemmling氏にアテンダントをお願いし、シュトゥットガルトにあるボルシェ本社工場、メルセデス・ベンツ本社工場を見学しました。今回の訪問では、Krueemmling氏のホームタウンであるデッサウ・ロslawからアウトバーンを利用してアクセス可能なヴォルフスブルクのフォルクスワーゲン本社工場、BMW・ライプツィヒ工場とボルシェ・ライプツィヒ工場(図5)を見学してきました。工場内の写真撮影は禁止されたので実際の様子をお伝えすることができませんが、いずれの工場においても明らかに日本の自動車メーカーを参考にしたライン生産方式が採用されていました。パイプ式の作業台や材料棚が整然とラインに沿って並び、部品を取りやすくするための棚板の傾斜といった作業効率向上のための工夫が随所でなされていました。Krueemmling氏によれば、日本の生産技術は世界的に見ても優れて

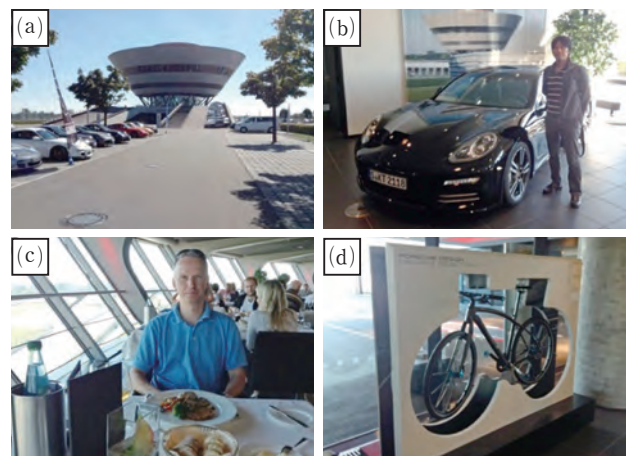


図5 ボルシェ・ライプツィヒ工場

- (a) 敷地中央に位置するカスタマーセンター。左手にサーキットとオフロードコース、右手に工場建屋が広がる。
- (b) 代表的な生産機種であるパナメーラ
- (c) サーキットを眺めながらのランチ(予約制)
- (d) 911のボディラインを取り入れたフレームデザインが印象的なボルシェバイクRS。ただし、20段変速チェーンギアとディレイラーは日本製(シマノXTR)。

おり、どのメーカーもその技術を導入するために躍起になっているとのことでした。私はメーカーに勤務した経験がありませんが、一教育者として日本の工学教育を担わせていただいている身として、この時ほど、日本人であることを誇りに思ったことはありませんでした。日本人、日本製品といえば、世界の人々が間違いなく認める安心で信頼性の高い確かなブランドであることを、今回日本を離れた異国の地で改めて感じました。

5. おわりに

滞在準備が一番困ったことが下宿先を決めることでした。イギリスの賃貸契約期間は半年または1年が原則であり、私のような短期滞在者が適切な物件を見つけることは極めて困難です。最悪ホテル暮らしを覚悟しましたが、Liu教授が親身にアドバイスを下さり、出国直前には何とか契約まで漕ぎ着けました。このように今回の滞

在では周りの皆様にサポートいただいて充実した時間を過ごすことができました。サポートいただいた皆様（例えば、図6）に、この場をお借りして感謝申し上げます。また、今回の滞在機会を与えてくださった国立高等専門学校機構関係各位、長岡高専教職員の皆様に感謝申し上げます。

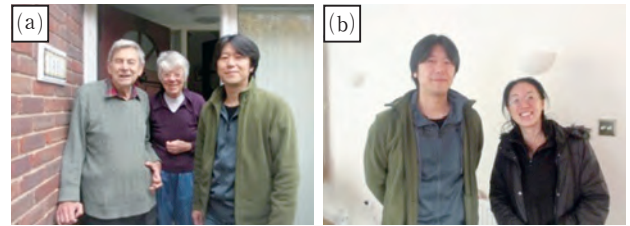


図6 日常生活でお世話になった方々

- (a) ポーツマス大学元教授John Vail先生と奥様
(b) ポーツマス大学日本語非常勤講師 浜野花枝先生

No. 14-17

Dynamics and Design Conference 2014

総合テーマ：「志の結集、智の結実へ」

URL <http://www.jsme.or.jp/conference/dmconf14/>

企画 機械力学・計測制御部門
開催日 2014年8月26日(火)～29日(金)
会場 上智大学 四谷キャンパス
(東京都千代田区紀尾井町7-1)
要旨 Dynamics and Design Conference 2014 (D&D2014) は、機械力学・計測制御分野に関連した研究とオーガナイズド・セッション・テーマについての講演発表を募集いたします。また、特別講演、懇親会、機器展示、フォーラム、特別企画などの付随行事も予定しております。なお、優秀な講演発表者は、学会（若手優秀講演フェロー賞）および当部門（オーディエンス表彰）の規定に従って表彰されます。

講演申込締切 2014年2月24日(月)
申込方法・募集分野 上記のホームページにてご確認ください。
発表採用通知 2014年4月7日(月)
論文提出締切 2014年6月30日(月)
問合せ先 D&D2014実行委員会 dd2014@jsme.or.jp
D&D2014実行委員長 曄道 佳明（上智大）
幹事 高橋 正樹（慶應大）

表彰委員会からのお知らせ 2012年度部門賞表彰式の報告

委員長 渡辺 亨（日本大学）
幹事 長松 昌男（北海道工業大学）

2012年度の部門賞と一般表彰の表彰式が、2013年8月28日、九州産業大学（福岡市）で開催されたD&D Conference 2012および第13回「運動と振動の制御」シンポジウムの特別講演の後に執り行われました。吉村卓也2012年度部門長兼D&D Conference 2013実行委員長により、4名の部門賞受賞者と4名の部門一般表彰受賞者に表彰状が贈呈されました。受賞者は下記の通りですが、受賞者の紹介と業績等の詳細は、日本機械学会誌9月号の部門だよりに記載されていますのでご参照ください。受賞者の栄誉をたたえるとともに今後のますますのご活躍を祈念いたします。

1. 部門顕彰
部門功績賞 成田 吉弘（北海道大学 教授）
学術業績賞 井上 喜雄（高知工科大学 教授）
学術業績賞 石原 国彦（徳島文理大学 教授）
パイオニア賞 宇津野秀夫（関西大学 教授）
2. 部門一般表彰
部門貢献表彰 中野 公彦（東京大学 准教授）
オーディエンス表彰
(D&D Conference 2012 優秀発表者)
横山 和人（慶應義塾大学大学院 現 三菱電機）
杉田 直広（慶應義塾大学大学院）
山田 啓介（京都大学）
オーディエンス表彰
(シンポジウム：スポーツ・アンド・ヒューマン・ダイナミクス2012 優秀発表者)※
仲谷 政剛（京都大学）
※表彰はシンポジウム：スポーツ・アンド・ヒューマン・ダイナミクス2013にて実施

講習会企画委員会からのお知らせ

委員長 白石 俊彦 (横浜国大)
幹事 宮嶋 歩 (日立)

講習会企画委員会では、会員の皆様の技術ポテンシャルアップに役立つ講習会を企画・準備しております。直近の講習会の概略は以下のとおりです。皆様のご参加をお待ち申し上げております。定員になり次第締め切りますので、お早めにお申し込み下さい。各講習会の詳細は、日本機械学会誌会告、または部門ホームページをご参照下さい。

- (1) 講習会「振動モード解析実用入門 一実習付き」
開催日：2014年5月28日(水)、29日(木)
会場：日本機械学会 会議室
(新宿区信濃町35番地、信濃町煉瓦館5階)
講師：長松昭男 (東京工業大学名誉教授)
天津成美 (キャテック(株)) ほか
- (2) 講習会「マルチボディシステム運動学の基礎」
開催日：2014年7月3日(木)

会場：東京大学 生産技術研究所
駒場リサーチキャンパス総合研究実験棟
中セミナー室 An401・An402
(目黒区駒場4丁目6番1号)

- 講師：田島 洋 (東京大学生産技術研究所)
(3) 講習会「マルチボディシステム力学の基礎」
開催日：2014年7月4日(金)

会場：東京大学 生産技術研究所
駒場リサーチキャンパス総合研究実験棟
中セミナー室 An401・An402
(目黒区駒場4丁目6番1号)

講師：田島 洋 (東京大学生産技術研究所)
(マルチボディに関して初心者の方は2日連続して受講されることをお勧めします。)

このほかにも、様々な講習会を検討しております。日本機械学会誌または部門ホームページ等の会告をお待ち下さい。また、当委員会では、皆様のご意見を講習会企画へ反映します。ご希望の講習会テーマ、講習をききたい講師の方などをお知らせ頂ければ幸いです。

国際・交流委員会からのお知らせ

委員長 雉本 信哉 (九大)
幹事 中島 求 (東工大)

以前から暁道部門長を中心として検討を進めていたアジア諸国との連携強化を目的としたワークショップ(国際交流に関するシンポジウム)の開催を計画しています。JK Joint Symposiumで既に強い連携関係にある韓国をはじめとして、アジア数か国から代表となる方をお招きし、将来に向けて機械力学・計測制御部門としてどのような連携の可能性があるか、どのような交流に実効性があるかというような内容で議論を深めて行く予定です。

す。まずはAPVC, MOVIC, ACMDなどの国際会議の場で主たる活動をされている方を中心としたパネルディスカッションのようなものを想定しています。当初、このシンポジウムの第一回を年度内(3月末)に開催する方向で検討を進めて参りましたが、本シンポジウムが将来の継続的な議論の場となるために大切な第一回の開催にあたっては、主催する当部門の多くの関係者が集まりやすいことを考慮して、次回D&D会期中がより適切であるという結論に至りました。次回D&D会期中の開催へ向けて継続して企画を進めて参りますので、今後より一層のご協力をいただきますようお願いいたします。

資格認定委員会からのお知らせ

委員長 神谷 恵輔 (愛知工大)

去る平成25年12月21日(土)に計算力学技術者資格1級および2級の認定試験が行われました。今年度、振動分野では試験会場を増やし、昨年度開催された関東地区および東海地区に加えて、関西地区および九州地区においても試験を実施しました。また今年度から2級に加えて1級の認定試験も開始しました。受験者数は振動分野2級が168名、1級が92名でした。合格者は2級が100名、1級が66名で、合格率はそれぞれ59.5%、71.7%でした。詳細については学会誌4月号にて正式公表予定です。

来年度も今年度とほぼ同様に試験を行う予定です。計算力学業務に携わっておられる方におかれましては、是非、受験をご検討くださいますようお願いいたします。試験

の概要および認定レベルにつきましてはホームページ<http://www.jsme.or.jp/cee/cmntei.htm>をご覧ください。なお来年度の試験日程につきましてはまだ決まっておりませんので、ご注意ください。

機械力学・計測制御部門では受験をサポートするために振動分野2級試験向けの対策講習会を開催しております。今年度は関東地区および東海地区にてそれぞれ10月下旬および11月上旬の土曜と日曜の2日間にわたって開催いたしました。来年度は受験予定の方にとって少しでも参加しやすいものとなるように、1日の講習とする方向で計画しております。また開催地区についても検討しております。詳細が決まりましたら、ホームページなどでご案内いたします。2級認定試験を受験予定の方におかれましては、対策講習会への参加も是非ご検討ください。