

## 研究室訪問

九州工業大学大学院 生命体工学研究科 教授

柴田 智 広

(2008 年度受領者)

今年、西日本に大災害をもたらした記録的な豪雨の後、例年に比して随分早くに梅雨が明けて、災害級の記録的な酷暑に長期間見舞われ、台風が逆送したり毎日連続で発生したりと、とんでもない夏の入りになりました。折りしも京都は、祇園祭の前祭と後祭の谷間である7月19日(木)に39.8℃と観測史上タイの最高気温を記録。そんな日の午前、京都を新幹線で脱出、西へ、北九州市若松区の西部に位置する北九州学術研究都市(KSRP)内、九州工業大学大学院で人間知能システム工学を専攻されている柴田智広教授の研究室を訪問しました。阿草清滋選考委員長と萩田紀博選考委員にご同行いただきました。

KSRPのビル群が聳え立つ「ひびきの」という丘陵地は、北には外海である響灘(昔から西の玄界灘と混同されてきたそうです)、東から南にかけては内海であり若松港を含む洞海湾(どうかいわん)、西には筑豊の稲作と石炭産業を支えてきた「母なる川」遠賀川と、いずれも10km圏内に海と大河を擁しています。小倉駅で在来線に乗換え、JR折尾駅からタクシーに乗り、この豊かな水に囲まれる丘陵地に降りた我々は、小高い山々をすり抜けて吹く風に頬を撫でられて、オアシスに辿り着いたかのような感覚に陥りました。

○ まずは先生の専門分野と、それに取り組むことになったきっかけについてお話し下さい。

私の専門は、広くはロボティクスと脳科学、その中でも特に知能ロボティクス、計算神経科学、行動神経科学です。これらの技術と知見を活用して、人や社会を学習・適応するシステムとして理解し、支援することをテーマに研究を行っています。開発した支援システムが社会の中で持続的に受容されたならば、「支援できる程度のモデル化」が成功したという強い傍証となると考えています。

私自身が東京大学で研究室を選択する際、決め手の一つは計算機環境で、もう一つは大学の夏季講習で体験して感動したロボットの人工知能プログラミングでした。そして知能ロボットを研究しているという井上博允・稲葉雅幸研究室にお世話になりました。そこは最先端のコンピュータが使える、マニピュレータもあり、実時間視覚システムまである研究室でした。研究室で大きく影響を受けた書籍が、デビッド・マー氏の「ビジョン」と川人光男氏(第二回立石賞特別賞受賞者)の「脳の計算理論」でした。



知能ロボットを研究することで、ヒトの視覚認識や運動制御能力の素晴らしさに数理的に気が付くことになりました。ポスドクになった1996年に、偶然にも科学技術振興事業団(現科学技術振興機構)のERATO(当時の正式名称は創造科学技術推進事業)として川人学習動態脳プロジェクトが始まりました。私はヒトの脳の働きに学ぶため、プロジェクト研究員となり、眼球運動制御系に関する計算神経科学研究で成果を得ることができました。



## ○ 当財団の助成対象となった研究課題と成果はどのようなものだったのでしょうか？

その後、奈良先端科学技術大学院大学の教員となり、奈良県立医科大学耳鼻科で前庭系をご専門とされていた和田佳郎先生と医工連携の研究をいくつかさせていただきました。その一つが、立石科学技術振興財団から2008年度に研究助成をいただいた「乗り物の加速・減速中における錯覚現象に関する基礎的研究」でした。また、拡張現実感（AR）を専門とする奈良先端科学技術大学院大学の池田聖先生（現立命館大学）にも実験環境構築や実験で協力していただきました。

この研究課題では、実写映像を用いた複合現実（MR）環境内でモーションチェアによる傾斜刺激を人に与え、耳石器に対する直線加速度感の錯覚を誘因することによって輻輳性眼球運動が強化されることを実証しました。分かりやすく言うと、テーマパークのアトラクションで椅子が傾くと前に進んでいる感じがすることを科学的に確かめました。

この成果からは、眼球運動を計測することで運転時の加速感覚が推定されることが示唆されました。運転手の加速感覚が推定できれば、その誤りから生ずる認知的判断や操作の誤りを未然に防ぐことができる可能性があります。

パーキンソン病患者の姿勢リハビリテーション研究や、傾き感覚に関する基礎研究については、患者の転倒予防に直結する研究であるため、ひいては、転倒→骨折→寝たきりという生活の質の顕著な低下を予防することに貢献することが期待されます。



## ○ その後の進展についてお聞かせ下さい。

和田先生とは、その後チームを組んで、助成課題とも関わりのある「長期宇宙滞在中の傾き感覚の形成に対する視覚と頸部深部感覚の関与」という研究テーマで、国際宇宙ステーション「きぼう」の候補テーマに2010年に採択されました。しかし、JAXA（国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構）との3年間の具体的な実験計画打ち合わせを繰り返したのち、実験装置搭載の技術的困難性を主たる理由として、非常に残念ながら実現されることはありませんでした。

和田先生はその後、宇宙実験のために開発していた簡便で非侵襲、軽量、コンパクトな傾き感覚の測定法を臨床に応用し、これまで原因不明として扱われていたためまい中に「耳石器障害が関与するめまい」が含まれていることを検証中で、臨床検査装置としての認可の手続きも進めておられるそうです。

私はその後、パーキンソン病患者の姿勢リハビリテーション研究や、傾き感覚に関する基礎研究について、和田先生からご紹介いただいた畿央大学の岡田洋平先生と研究を進めました。

また池田先生は本共同研究の経験に基づいて、眼球運動や認知を考慮した、AR分野の基礎研究を継続されています。

## ○ 現在は九州工業大学内に「スマートライフケア社会創造ユニット」を立ち上げて、その代表として活動をされていますが、その経緯や動機は？

それは、一人息子としてパーキンソン病の母を長年にわたって介護してきた経験からパーキンソン病など難病の方々のニーズを知ることとなり、また健常者にはそこそこ普及している情報通信機器でも、多くの障がい者は使いこなせなかったり、そもそもその存在すら知らなかったりすることにも気が付いたからです。

そこで、まずは情報系の民間企業に多数当たりましたが、積極的に協力してくれる企業に出会うことができませんでした。では自分たちでできることは自分たちでやろう、小さくてもいいからまず成功事例を作っていこう、ということでパーキンソン病患者を対象として支援システムの研究を開始しました。

その過程で痛感したのがスマートライフケア社会を創造することの重要性です。プレイヤーが工学者と患者だけでは全く不十分で、理学療法士は勿論のこと、患者の担当医師、そして理想的には

看護や行政など、多様なプレイヤーのコミュニティをまず創造する必要がありました。

幸い、現職に異動してからは、北九州市がロボットや ICT システムの介護現場への導入に非常に積極的であり、2年前から市の介護ロボット等導入実証事業ワーキンググループの構成員を務めています。また、時を同じくして学内の戦略的研究ユニットの一つとして医療介護現場を主な対象

とする「スマートライフケア社会創造ユニット」を立ち上げることができました。

このユニットにより、いくつかの医科大学とも連携でき、有料老人ホームをフィールドとした ICT 実証実験や、パーキンソン病患者を対象とした支援ロボット研究などを順調に進めることができています。そして、社会的に弱い立場にある人々を排除・孤立させるのではなく、共に支え合い生活していこうという考え、これをソーシャルインクルージョン（社会的包摂）というのですが、この考え方で支援システムの研究開発や実証評価をする体制を構築しています。



○ それに関して研究室ではどのような研究テーマに取り組まれていますか？

情報通信技術や知能ロボット技術を活用したスマートライフケア社会の創造を目的とし、ロボティクス、バイオメカニクス、運動生理学、脳科学、医学、機械学習などの融合領域の研究を推進しています。

その中で、先進的な生活機能支援ロボット研究である着衣介助課題は現在、科研費基盤 A（代表）のサポートを受け推進しています。衣服という柔軟物体を、ヒトの身体に対して摩擦を伴いながら運動させる着衣というタスクは、数理モデル化が困難でありロボットにとっては難題ですが、ヒトには難しくありません。そこで、ヒトからロボットへのスキル転移という視点で研究を推進しており、また介護施設での実証実験にも取り組んでいます。

2015年には、世界トップクラスの国際会議 IROS にて、最優秀アプリケーション論文賞を受賞しました。脳科学については、新学術領域研究（個性創発脳）の計画班（代表）として、ヒトや動物の行動特性を理解するための行動計測装置やデータ解析アルゴリズムの開発を推進しています。

また生活機能支援や機能代替支援研究では、低コストデバイスを用いた社会実装型研究も展開しています。その研究論文は何度も、筋電位信号処理に関する研究は医工連携の世界トップクラス会議 IEEE EMBC (Engineering in Medicine and Biology Society) に採録されました。また本学との協定校であるアテネオ大学マニラ校との、医工連携に関する国際共同研究も進めています。



○ 社会に受容されるためには、論文のための成果、例えば統計的有意性の検証だけでは不十分で、エンジニアリングさらには起業にまで繋げる仕組みが必要です。それについての取り組みとしてどんなことをされていますか？

まさにそれが「スマートライフケア社会創造ユニット」を立ち上げた目的です。このユニットが核となって、プラットフォーム開発では (株)IDC フロンティア様と連携をし、実証評価の場として介護施設運営会社である (株)ウチヤマホールディングス様や (株)さわやか



倶楽部様などと連携し、さらに国家戦略特区として介護ロボット等導入実証事業を推進している北九州市などの行政も参画したコミュニティを形成しています。さらにオムロン (株)の中嶋宏様と九州大学病院の中島直樹様にも私の所属する生命体工学研究科の客員教授になっていただき、このユニットにも参画していただいています。

そして先進的介護のためのロボットや ICT システム普及のための方法論開発を目的に、アイデアソン、ハッカソン、プロトタイプ開発、性能・実証評価のサイクルを早く回すための「スマートライフケア共創工房」を立ち上げ、運営を開始したところです。取り組みの一例として、高性能ロボットモジュールを用いた世界初のロボットハッカソンを昨年 11 月にすでに実施しており、今後も継続していきます。



#### ○ 研究室についてお聞かせ下さい。

私の研究室の特徴は、海外からの留学生が半数を占め、国際色が豊かな点です。博士後期課程 6 名中 5 名、博士前期課程 12 名中 3 名、また研究生 2 名のうち 1 名が留学生です。私がインドと関わり始めたのが 12 年前で、それ以来海外から大学院生を多数受け入れてきました。現在の留学生の内訳は、インド (IIT, インド工科大学) から 5 名、フィリピンから 2 名、メキシコから 1 名、ロシアから 1 名です。特にロシアからの留学生は医師免許を持っています。

このように順調に優秀な留学生を増やせた一因は、文部科学省国費外国人留学生の優先配置を行う特別プログラムに「先進的支援ロボット工学の国際展開を担う人材育成プログラム」が採択されたことにあります。このプログラムは 2 期目に入り、私が当初からマネージャを務めています。また、オムロン (株)および (財)北九州産業学術推進機構の協力を得て「オムロン奨学金」を立ち上げ、IIT から博士後記課程の留学生 1 名を迎え育成しているところです。



また、オムロン (株)および (財)北九州産業学術推進機構の協力を得て「オムロン奨学金」を立ち上げ、IIT から博士後記課程の留学生 1 名を迎え育成しているところです。

実は、先ほどの起業ということでは、当研究室に海外からの留学生が多いのも風土醸成にプラスに働いていると思っています。彼らは、日本人学生よりも起業に対する意識が格段に高く、実際に学位取得後に起業している元フィリピン人学生もいます。彼らに触発されて、近い将来に日本人学生が起業してくれることを期待しています。

#### ○ 当財団の趣意である「人間と機械の調和」の促進に関して何か考えることはありますか？

「人間と機械の調和」を促進するためのクラウドサービス構築と維持が重要と考えています。これからの人間と協調する機械に必要なのは、多様な個性を持ち、かつ経時的にも変化するヒトに対する適応能力です。そのためには、ハードウェアとソフトウェアの同時かつ継続的な最適化が必要です。

最適化手法としては、推薦システムを代表とするように、人間機械協調がうまくいったときの条件を蓄積していき、新しい人間に対して良い条件を適用することも重要でしょうし、実際に機械を動かしてみても何らかの誤差関数を最小化するオンライン最適化の併用も必要でしょう。ビッグデータを扱う現代では、クラウドコンピューティングが必須ですし、広くデータを収集するためには、クラウドサービスの構築が必要です。



しかも、クラウドに実際にビッグデータを保管するだけでも実は結構な維持費用がかかります。

そこで、このようなクラウドサービス構築・維持を促進するような研究・開発テーマを優先的に助成するようなことが御財団でできないかと思えます。

- ご提案ありがとうございます。今の助成プログラムの中でも、このようなテーマが出てくれば、当然選考委員会での議論の俎上には乗ります。優先的にということに関しては、ちょっと仕掛けが必要かと思えます。
- 最後になりますが、そのほかに、当財団に望まれることはありますでしょうか？

少子化の日本において、優秀な日本人大学院生やポストクの獲得が困難になっており、研究推進の障害の一つとなっています。そこで、留学生や外国人研究員雇用助成があると良いと思えます。

#### 研究室訪問あとかき

柴田先生が積極的に様々な活動をされていることは、名刺に書かれた肩書からも分かりましたが、お話を伺ってその実態がさらによく分かりました。研究成果をデモしていただいた留学生を含む学生の皆さんの振る舞いからは、柴田先生が立派なメンターであることも伝わってきました。

また研究成果を起業に繋げるために、研究の場をラボからフィールドに拡大し、より大局的な見地から研究を超えた共創を推進しようとされていて、そのエネルギーに酷暑も吹っ飛びました。さらに最後に述べられた当財団への2つの提言・要望についても、柴田先生の問題意識から出た前向きかつ具体性的なもので、事務局としては酷暑を忘れて冷や汗すらかきました。

柴田先生および柴田研究室の益々のご発展をお祈りします。

(リポーター：理事 田中敏文)