

報 告

神経科学・リハビリテーション・ロボット工学の
シナジー効果に関する研究会
研究会実施報告

東北大電気通信研究所 坂 本 一 寛

2010 年時限研究会として「神経科学・リハビリテーション・ロボット工学のシナジー効果に関する研究会(以下、ニューロ・リハ・ロボ研究会(NRR 研究会))」が、筆者を代表世話人、夏目季代久先生(九州工業大学)、佐藤俊治先生(電気通信大学)、佐藤直行先生(公立はこだて未来大学)を世話人として採択され、平成 22 年 8 月 3 日の火曜日、仙台市内の東北大電気通信研究所にて、開催されました。

脳研究の成果の社会への還元の大きな二つの柱として、①脳に関する疾患の治療や患者 QOL の向上、②ロボット等ヒト・生物型情報処理・制御機械の開発による人間生活の利便性の向上、が挙げられると思います。本研究会は、それらをより具体的かつ高い次元で実現する方向性を見出すべく、神経生理(実験)、リハビリテーション(医療)、神経回路・ロボット工学(理論・実装)の三つの分野の相乗効果を探りたいということで、申請いたしました。これら三つの分野の融合は、潜在的に極めて高いシナジー効果を持つと考えられます。すなわち、神経生理とリハビリテーションはそれぞれ、神経回路・ロボット工学に対し、理論化・実装化すべき問題や現象を提起する。同様に、リハビリテーションと神経回路・ロボット工学は、神経生理に実験的に検証すべき問題や方向性を指示する。一方、神経生理と神経回路・ロボット工学はそれぞれ、リハビリテーションに対し、生理学的、情報処理・制御理論的に基づく新しい治療・訓練法、補助機械等をもたらす、と期待されます。

研究会冒頭では、僭越ながら、筆者が「自立生活のためのトータルソリューション提供を目指した草の根運動の始まり」というタイトルで、上で述べました研究会の趣旨を述べさせていただきました。その後、招待講演 4 題、共同世話人による講演を 3 題行いました。

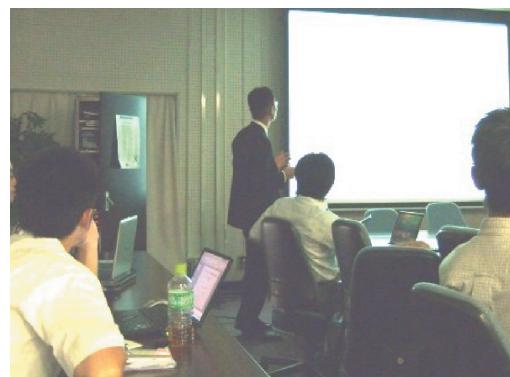
招待講演者の東北大病院・肢体不自由リハビリ科の吉原義人先生には、「ニューロリハビリテーションと医工学」というタイトルでお話をいただきました。リ



にこやかに質問に答える吉澤先生

ハビリテーション医学についての最新の定義から始まり、動画も交えたりハビリテーションの基礎についてお話をいただきました。今回、唯一の臨床の現場からのご参加ということもあり、参加者には勉強になったことが多かったように思います。

引き続いて、招待講演者、理研 BSI-トヨタ連携センターの吉原佑器先生には、「高速な運動学習のための記憶と制御」についてご講演いただきました。これまで行ってきた“動きやすさ指標”に基づく自律分散制



吉原先生の話を熱心に聴き入る参加者

御型ロボットアーム制御に加え、最新の素早い運動学習の理論の途中経過についてお話をいただきました。ある経験をしたときの状況も学習するという点は、非常に重要であると感じられました。また、吉原先生は特に脳との対応は考えていないようでしたが、その目指すことは腹側運動前野の機能とも関連があるように感じられました。



歩行の自律分散制御について語る富田先生

同じく自律分散制御という観点から、同志社大学・理工学部、JST-CREST の富田望先生には、「ヒトの歩行・走行歩容遷移機構の解明」についてお話をいただきました。富田先生が長年研究してきた、生理学・解剖学的知見に基づく運動と姿勢を明確に区別した制御がいかに不整地や負荷に対してロバストであるか、また、それらのバランスの崩れがパーキンソン病やハンチントン舞踏病を再現することについて、紹介がありました。また、歩行-走行遷移についての予備的結果についてのお話もありました。

お二方の自律分散制御のお話は、柔軟なロボット制御をどのように実現するかという問いと運動疾患をどのように理解するかという問いの大差なかけ橋であつたように思います。

休憩をはさみまして、世話人の一人である電気通信大学大学院・情報システム学研究科の佐藤俊治先生には、「神經生理学的・工学的制約を考慮した視覚計算論研究」というタイトルでお話をいただきました。第一次視覚野の神經細胞は、時空間フィルタ、つまり速度検出器と捉えることができますが、その最適速度がコントラストにより変化することが知られています。それをカルマンフィルタのゲインの変化ということでエレガントに説明するというお話でした。ロボットというとどうしても、制御の話が主になりますが、複雑な環境で働くロボットには、適応的な知覚処理システムが

欠かせません。佐藤先生には、そのための一つの方向性を示していただきました。

引き続き、世話人である公立はこだて未来大学・システム情報科学部の佐藤直行先生には、「海馬神経回路モデルを用いた記憶想起の予測」についてお話をいただきました。LFP (local field potential) とスパイク発火の位相差を利用した“いつ”“どこで”“なにが”についての素早い学習モデルや、それら学習に伴う脳波の変化について、ご自身の研究をご紹介いただきました。素早い状況の学習は、自律ロボットには欠かせません。また、脳波のダイナミクスの解明は、非侵襲型 BMI の基礎となるものです。この二点について、大きな可能性を示していただきました。



石井先生のお話に思わずニヤける筆者

四人目の招待講演者である九州工業大学大学院・生命体工学研究科の石井和男先生には、「フィールドロボットの実用化を目指して」についてお話をいただきました。フィールドロボットの在り方と未来について概説していただいた後、現在、石井先生が取り組んでおられる船底清掃ロボットについて主にお話をいただきました。石井先生には長年蓄積されてきた実環境で動作するフィールドロボット製作の技術を是非とも介護や家事ロボットに生かしていただきたいと、聞き手に期待させる楽しいお話をでした。

最後に共同世話人を務めていただきました九州工业大学大学院・生命体工学研究科の夏目季代久先生には、「脳内リズム現象とブレインコンピュータインターフェースへの取り組み」というタイトルでご講演いただきました。海馬スライスにおける振動現象から、新しい脳波の BMI 利用のお話まで、ご自身のこれまでの研究を概観する内容でした。筆者は個人的には、“飽き”についての脳波の研究に興味を覚えました。自分の感情表現手段のない重篤な患者が訓練を行う際、それを楽しく行うかどうかで訓練の成果も大きく異なると思われます。夏目先生のお仕事は、そのモニタリン

グにつながるのではと感じました。

研究会当日は、仙台七夕を間近に控えた例年ない猛暑の中、遠く首都圏からの自費でのご参加もあり、第一線の研究者による活発な議論が予定を30分近く超過して行われました。ご参加・ご議論いただきました方々には、この場をお借りしまして厚く御礼申し上げます。

最後になりましたが、当研究会は、日本神経回路学会の時限研究会として補助していただきました。また、間接的ながら、文部科学省最先端研究開発支援プログ

ラム「合原最先端数理モデルプロジェクト」、科学研究費補助金・新学術領域研究「ヘテロ複雑システムによるコミュニケーション理解のための神経機構の解明」、科学研究費補助金・新学術領域研究「包括型脳科学研究推進支援ネットワーク」ならびに東北大大学・電気通信研究所からの補助を頂きました。この場をお借りしまして厚く御礼申し上げます。

※ NRR 研究会のホームページアドレスは、以下の通りです。

<http://www.riec.tohoku.ac.jp/wsnrr/>