

医工連携の難しさと楽しみ

二木淑子 京都大学大学院医学研究科 教授
小山真紀 京都大学大学院医学研究科 特定准教授

ユニット開始以前からすでに、社会は量から質の社会的価値観の転換点にあった。工学、医学、ヘルスサイエンスはともに連携して、社会の多数派である健常者をベースにした都市を超高齢社会、多様性社会に応じたユニバーサルデザインの都市に効率的・スムーズに切り替えていくという課題に取り組まなくてはならないところにいた。

安寧の都市ユニットは、医学と工学とが連携して安寧の都市づくりに貢献する人材をつくる教育プログラムである。この「安寧な都市」がどう規定されるかは人によってまちまちかもしれないが、工学の立場では「災害に強く安全に便利に暮らせる都市」というように、講義構成からはうかがえる。医学の立場もひとくりにできるとは思えないが、少なくとも人間健康科学という領域では、安寧な都市とは「人が健康に暮らせる都市」と言い換えることができる。

連携研究への意欲の高まり

「安全に、便利に、健康に」暮らせる都市づくりは、特に目新しいテーマではないが、人と同じようにつねに有機的に変化している都市の創造・再生・維持の仕事はいつも新しい知識と深い歴史認識を要する。現在のように複雑で多様な社会では一人で担えるものではなく、見識のあるリーダーと優秀なチームでしか担えない。住民の錯綜する「今の声」と、深く底流にあるサイレント・マジョリティのまだ聞こえぬ「希望の声」を聴き取り、多くの専門家の知恵を集結する多面的な視点のもとにマネジメントできる人材が、関連領域に多く存在することが望まれる。

繰り返すが、安寧の都市ユニットは医学と工学の両方の領域の視点とネットワークを持った人材を育成する教育プログラムである。講義陣はそ

それぞれの専門を講義すれば、講義を受けた人は、2領域の知識体系と問題解決の方法論が融合するはずである。しかし、専門の講義は、学部・大学院教育のカリキュラムにみるように、一定の階層構造を持っていて、かなりの奥行きがある。安寧の都市ユニットの講義は社会人の修士レベルに設定されていたと思う。しかし、ユニット履修生の出身学部はバラバラであるから、そうした対象が相手の講義となると、普通の修士の概論でも市民講座用プログラムでもない。だから最初は、かなり手探り状態で講義スライドを準備したものだ。

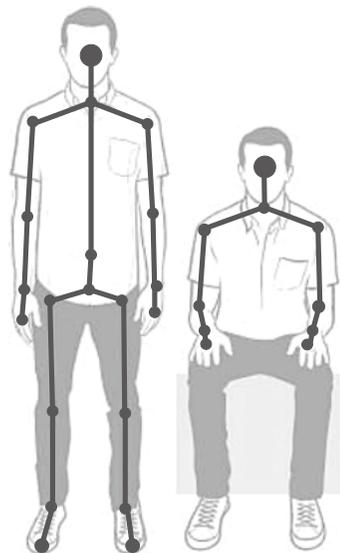
それでも2、3年すると、なんとなく自分の専門をわかりやすく伝えればよいのだと、立ち位置がみえてきた。同時に教員同士も、せっかく異分野の方と一緒に仕事をする機会を得たのだから、自分の専門以外の人と組んで一つの研究ができないかと考えるようになった。医学と工学を融合した視点でものを考える人が役に立つなら、そうした研究も役に立つはずである。

以下に、その一例を報告したい。医療の中でもマイナーなりハビリテーションよりもさらにマイナーな、作業療法の専門職の業務についての研究と、災害を中心とする情報工学の研究との連携の過程において、「言っているのと、やってみるのは大違い」の経験から得たものは大きい。

問題意識

我が国は急速に高齢化が進んでおり、2060年には高齢者人口が39.9%に達すると推計されている¹⁾。また、世帯ベースでも、高齢者のいる世帯が全体の40%を超え(2011年現在)、しかもそのうちの半数以上が高齢者単独世帯あるいは高齢者の夫婦のみの世帯となっている²⁾。このような現状を踏まえると、高齢者が地域で安全に暮らすための支援サービスの需要は今後さらに増すものと考えられる。

支援サービスの有効な介入につながる身体機能や認知機能の評価は、作業療法士をはじめとするスタッフによって行われている。しかし、このようなスタッフの人数は限られているため、臨床でなくスクリーニングのために人的資源を定期的に大量投入するのは困難である。そのため、介護予防に有効な適切な介入のためのスクリーニングについて、専門的知識を要さず簡便で安全に実施できるような技術のニーズは高い。このような問題意識に基づいて、共同研究は開始された。



Microsoft社ホームページより引用

共同研究の始まり

スクリーニング手法の基本的な考え方は、「認知機能あるいは身体機能などの機能低下があった場合、動作特性にも変化があるとの仮説に基づいて、なんらかの課題遂行時の動作特性を健常者から機能低下者までのデータの取得と分析を通じてスクリーニングに利用できるような指標を開発する」というものである。高価な機器がなければできないスクリーニングでは、当初目的に反するため、安価で動作特性の分析が行えるツールとして、Microsoft Kinect for Windows(以下、Kinectと呼

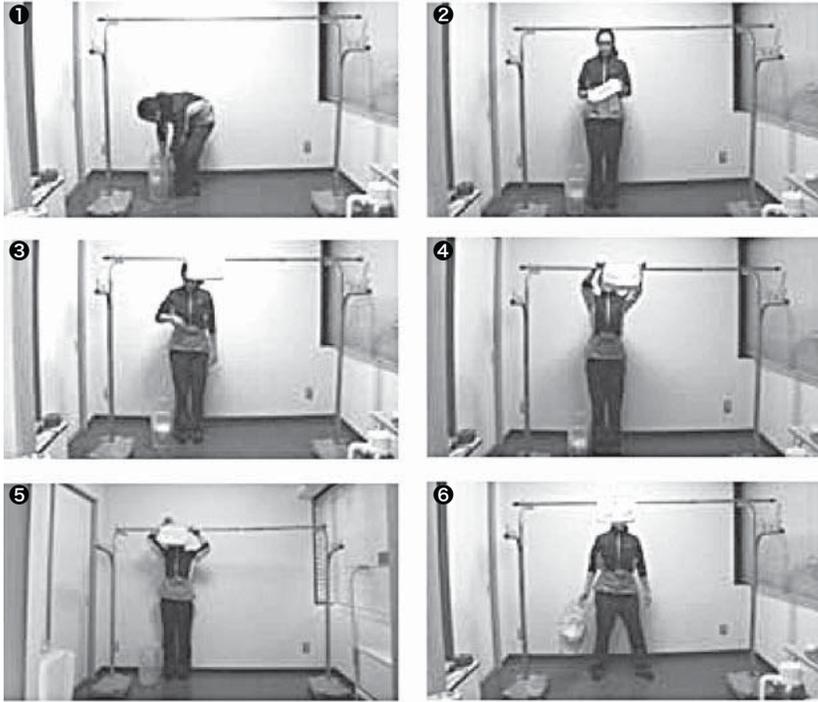
称)を用いることとした。KinectはMicrosoft社からSoftware Development Kit(以下、SDKと呼称)が提供されており、このSDKを用いることで資料1のように推定された20点の三次元骨格座標の取得が可能である。

基本的なアイデアは、調べたい機能に応じて設定した課題ごとに、取得した三次元座標の時刻歴波形データ周波数特性から、速い動き、ゆっくりした動きなどの特徴をとらえ、それが機能レベルに応じてどのように変化するかという特徴を評価するものである。実際にはいくつかの課題を設定したが、ここでは「洗濯物干し課題」を例にとって説明する。

この課題は、被験者にエプロンをつけていただき、洗濯バサミ4個を中央のポケットに挟んだ状態で、洗濯かごに入っている水を含ませたハンドタオル4枚を物干し竿に干してもらうというものである(資料2)。

共同研究の役割分担として、動作分析の考え方や認知機能、身体機能に応じた課題設定、実験の実施などについては、作業療法のバックグラウンドを持つ二木が担当し、機器およびデータ処理・解析手法については工学のバックグラウンドのある小山が担当した。異分野との共同研究で一番問題になるのが意思疎通であるため、週に一度のゼミでお互いの分野の研究紹介や研究に関するディスカッションを行うようにした。これにより、情

資料2 洗濯物干し課題の動作手順



報共有や意思疎通はうまくいくかに思われたが、実際にはそれほど簡単なものではなかった。

山積みの課題

Kinectによる骨格データの取得原理の詳細については明らかにされていないが、The Wall Street Journalのブログによると、センサーから得られたデータと実際の人間の骨格座標を大量に機械学習^{*1}することで骨格座標の推定を可能にしているとのことであった。Kinectには可視画像のセンサー、赤外線センサーおよびマイクが付いているが、おそらく画像情報と距離情報の二つのデータを主体にして人間の骨格を推定していると思われる。

機械学習する際には、コンピュータに人間の体格・骨格を覚えさせるわけだが、当然のことながらKinectは道具を持った状態で人間の骨格座標を

*1 <http://blogs.wsj.com/tech-europe/2010/11/08/key-kinect-technology-devised-in-cambridge-lab/>

推定できるようには設定されていないと思われる。実際に洗濯物干し課題では、タオルを首と誤認識するなど、正しい骨格の推定にかなり多くの問題を生じた。具体的には、推定された骨格を確認してみると、首が伸びたり、その影響によって全体の骨格位置がおかしくなったりする事例が頻発する事態に陥ってしまった。欠損値や明らかにおかしいデータが大量に存在する中で、どこの骨格データをどのように評価すべきかを考えなければならない状況だった。これは、分野融合以前の大きな課題であった。

しかし、このような課題について、作業療法的視点および工学的視点の両面から何が問題で何を見るべきかを議論できたことそのものが、相互理解のための重要な機会となっていった。

共同研究の楽しみ

共同研究の実働メンバーには、二本研究室のスタッフおよび学生も加わっており、評価方法をどうすべきかを議論した時期から実際の分析作業にかけては、まさに一丸となって課題に取り組むこととなった。

通常の専門分野の研究であれば、研究の全体を俯瞰的に見て判断できる人がいるのだが、融合研究の場合はお互いの分野+ α までは見えても、最初から全体を俯瞰的に把握できる人がいない。今回の私たちの共同研究もそうであった。何を見るべきかという点において、データの安定性とかのねあいや、作業療法的に見るべき動作をとらえられる部位はどこか、どのような動きを見るべきかを俯瞰的にとらえられる人がいなかった。かといって、スタッフから教員まで全員揃って細かい点まで共有するような環境をつくることも困難であった。そこで、部分的な議論を進めながら研究を進めつつ、全体でのゼミで方向修正するというプロセスで進めていった。

これは困難なプロセスではあったけれども、互いに見えなかった世界を拓げるプロセスでもあり、毎日のように新しい知識、ものの見方に触れるというたいへん刺激的な日々となった。正直に言って、作業療法の学生からすると、工学的な分析や理解はかなりヘビーな課題であったように思うが、教員同士、あるいは学生をも含めての分野を超えた議論はたいへんおもしろく、知的好奇心を刺激する毎日でもあった。

結果的に利用した指標は、左肘の水平方向座標データのみのパワースペクトル値である。相関分析の結果、この値と年齢($\rho=-0.49$)、身体機能評価

テストの一つである Timed Up and Go Test ($\rho=-0.55$) との間に有意な負の相関がみられた。さらに、神経心理学的検査の一つである MMSE ($\rho=0.50$)、観察評価 ($\rho=0.70$) との間に有意な正の相関も認められた。つまり、骨格1点の1方向座標のみでも、高齢者になると低下する心身機能を反映した指標となりうることが示唆された。

本課題は、今思えばかなりチャレンジングな設定であり、評価手法についての検討が甘い状態であった。しかし、機能評価スクリーニングに向けた可能性を示し得たことは大きな成果であり、この研究を通じた議論や経験を踏まえて、新たな課題設定と評価手法のブラッシュアップにつながっている。

最後に、これまでの経験を通じて分野融合研究のもっとも大事なことは何かと考えると、それは互いの研究分野のリスペクトである。そして、それなりの時間を共有することを通じて得られる知識やものの見方の共有、さらには相互の分野に触れることによる知的好奇心の刺激であると考えている。

参考文献

- 1) 国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口(平成24年1月推計)報告書」、2012年
- 2) 内閣府「高齢社会白書(平成25年度版)」