

第 1 回 日本支援工学理学療法学会 学術集会

抄録集

テーマ

「未来の日本を支える生活支援工学
-リハビリテーションの今後-」

シンポジウム

「未来の日本を支える生活支援工学」

一般演題 16 題

教育講演

「リハビリテーションにおけるシステム工学」

日時：平成 26 年 12 月 14 日（日）
10:00～17:00

会場：首都大学東京 荒川キャンパス

主催：日本理学療法士協会

日本支援工学理学療法学会

目 次

プログラム・参加者の皆様へ

大会長挨拶

シンポジウム 「未来の日本を支える生活支援工学」

シンポジスト：

大峯 三郎（九州栄養福祉大学 リハビリテーション学部 教授）

信太 奈美（首都大学東京 健康福祉学部 助教

日本障害者スポーツ協会公認障害者スポーツコーチ）

河本 浩明（筑波大学サイバニクス研究センター 助教）

座長： 松田 雅弘（植草学園大学 保健医療学部 講師）

教育講演 「リハビリテーションにおけるシステム工学」

講師：久保田 直行（首都大学東京大学院 システムデザイン研究科 教授）

座長：新田 収（首都大学東京 健康福祉学部 教授）

一般演題 16 演題

座長：原 和彦（埼玉県立大学 保健医療福祉学部 教授）

古川 順光（首都大学東京 健康福祉学部 准教授）

第1回 日本支援工学理学療法学会学術集会プログラム

9:30 受付開始

10:00～12:00 シンポジウム『未来の日本を支える生活支援工学』

シンポジスト:

大峯 三郎 (九州栄養福祉大学 リハビリテーション学部 教授)

信太 奈美 (首都大学東京 健康福祉学部 助教)

日本障害者スポーツ協会公認障害者スポーツコーチ)

河本 浩明 (筑波大学サイバニクス研究センター 助教)

座長: 松田 雅弘 (植草学園大学 保健医療学部 講師)

12:00～13:00 休憩 (軽食)

機器展示・デモンストレーション: 3社

13:00～15:20 一般演題 (16題)

座長: 原 和彦 (埼玉県立大学 保健医療福祉学部 教授)

古川 順光 (首都大学東京 健康福祉学部 准教授)

15:30～17:00 教育講演『リハビリテーションにおけるシステム工学』

講師: 久保田 直行 (首都大学東京大学院 システムデザイン研究科 教授)

座長: 新田 収 (首都大学東京 健康福祉学部 教授)

17:00 閉会

参加者の皆様へ

1. 車でご来場の方

学内の駐車場は使用できません。近隣のコインパーキングを使用して下さい。

2. トイレ・喫煙場所について

会場内は禁煙となっております。喫煙につきましては、体育館前に喫煙場所がございますので、喫煙はそちらでお願い致します。

3. 昼食について

ゴミを落とさないようにして食事をしてください。昼食のゴミに関しては受付にて回収致します。

大会長挨拶

日本支援工学理学療法学会 運営幹事
植草学園大学 保健医療学部 講師
松田 雅弘

テーマ

「未来の日本を支える生活支援工学 -リハビリテーションの今後-」

近年、理学療法を取り巻く生活・支援・工学の分野、技術革新・科学の発展に伴い、目覚ましく変革しています。そのなかで今後の理学療法を施行するうえで、その技術を利用し、よりよい理学療法を患者に提供することが必要不可欠です。しかし、情報が溢れ、それを整理することは困難を要します。私達の日本支援工学理学療法学会はその情報の発信と整理を積極的に行っていかななくてはいけないと考えています。理学療法の専門的な分野は幅広く、多くの患者に関わる分野です。積極的に多くの分野から、どのような支援が患者にとって有益な支援なのか考えていきたいと思えます。分科学会となり 1 回目の学会になり、現在までの歩みと、現在地点の確認、将来への課題を皆で共有し、臨床・研究・教育分野でより発展的な記念の学術集会にしていきたいと思えます。

シンポジウム

「未来の日本を支える生活支援工学」

シンポジスト：

大峯 三郎（九州栄養福祉大学 リハビリテーション学部 教授）

信太 奈美（首都大学東京 健康福祉学部 助教

日本障害者スポーツ協会公認障害者スポーツコーチ）

河本 浩明（筑波大学サイバニクス研究センター 助教）

座長：松田 雅弘（植草学園大学 保健医療学部 講師）

シンポジウムー未来の日本を支える生活支援工学ー義肢・装具領域からの提言

九州栄養福祉大学 リハビリテーション学部 大峯 三郎

さまざまな障害を持つ人々を対象とする理学療法において義肢・装具療法は有効な治療手段の一つとして、あるいは喪失した機能や能力障害を補完するための重要なツールとして位置づけられている。これは日常生活において非常に重要な役割を担うであろう歩行能力の獲得を基本的な治療目標として、早期から運動療法に義肢・装具を積極的に活用することで目標達成の可能性が広がることや生活を基盤とする QOL の向上が期待できることに他ならない。実際的な生活支援の取り組みでは、社会資源および義肢・装具の有効活用は避けられない。日常の動作遂行能力の実用性に限界がある場合には住宅改修によるバリアフリー化あるいは義肢・装具を含めた福祉用具の積極的活用により社会生活に必要な機能の補完が可能となり、結果的に活動や参加を促して QOL が向上することも希ではない。

近年、これらの義肢・装具は以前と比べものにならないほど医学や科学技術の進歩により、目覚ましい発展をとげている。特に解剖学的、運動学的概念に基づく新しいソケットや装具デザインの変化、プラスチック、カーボン繊維などの素材の応用、機能的電気刺激 (FES) を用いた装具の開発、リハ工学に基づく高機能パーツの開発、産学共同によるロボティクス技術の開発と臨床応用などによって対象者のニーズをより具現化し、様々な恩恵を与え QOL の飛躍的改善の可能性をさらに広げようとしている。これらの発展は、理学療法自体の在り方について少なからず影響を与えていることは否めない。

一方、理学療法における対象者の高齢化、重度化はますます増加の一途をたどり、医療モデルも治療から予防へとその方向性を転換させていく必要性に迫られている。さらにロボティクス技術による歩行支援機器の進化、再生医療の臨床応用など、今まで以上に革新的技術の導入が盛んとなり理学療法士に対するニーズと期待感は一層高まっていくのは必須である。これらの時流に十分に呼応するためには、理学療法士の資質としての義肢・装具はもとより、関連する領域でのより高度で幅広い専門的知識が求められるのは当然である。生活支援工学の視点では、更なるチーム医療の必要性、学際的領域における理学療法士の積極的参画、義肢・装具に関する卒後教育の強化、社会参加への環境整備に対する理学療法支援の在り方などが重要となる。今回のシンポジウムでは、生活支援工学における義肢・装具領域での理学療法士の役割などを含めて、今後の方向性や課題について私見を述べたいと思う。

【略歴】

学歴

- 1970年 労働福祉事業団 九州リハビリテーション大学校 理学療法科 卒業
- 2007年 放送大学 教養学部 卒業
- 2014年 産業医科大学 博士(医学) 博医

職歴

- 1970年 兵庫県事業団 兵庫県リハビリテーションセンター
- 1979年 学校法人 産業医科大学病院リハビリテーション部
- 1990年 同 技師長
- 2008年 専門学校 九州リハビリテーション大学校 理学療法学科 教授
- 2012年 九州栄養福祉大学リハビリテーション学部 理学療法学科 教授
九州栄養福祉大学大学院 健康科学研究科 教授

協会活動 (公益社団法人日本理学療法士協会)

- 日本支援工学理学療法学会代表運営幹事、分科学会・部門総合連絡調整委員会委員。専門領域 生活環境支援理学療法研究部会長 (2013年まで)、理学療法診療ガイドライン下肢切断班長 (2012年まで)

その他、多くの学会の評議委員、著書など

障がい者スポーツと理学療法

1964年のパラリンピック東京大会に始まった国内における障がい者のスポーツは、リハビリテーションやレクリエーション、社会復帰の一手段として発展してきており、1998年の長野冬季パラリンピックでのメディア報道等の増加にも助けられ、現在では競技としての障がい者スポーツの社会的認識が高まってきている。しかしながら、勝敗にこだわり記録に挑む「競技者としての障がい者」の認識については未だ充分とはいえず、スキルの向上に関する理論や技術は個人の経験と努力の上に成り立ってきたといっても過言ではない。スポーツ用車いすや補装具に関しても同様であり、障がい者アスリートに対する理解や支援体制がまだまだ不十分な状況がある。

障がい者のスポーツ用具は、個々の選手の競技スタイルや身体特性をベースに最高のパフォーマンスを発揮できるように開発作成される。例えば、障害特性を補完するさまざまな工夫を凝らした用具を考案、適応することで、誰もがスポーツを楽しめることを可能にする。陸上などの記録競技における義足や車いすに関する国内における研究は進んできているものの、未だ欧米と比較すると遅れている現状がある。報告者は、より適切な用具を開発適応することを目的に、車いすバスケットボールなどのゲームスポーツにおけるクラス(障害機能分類)による駆動方法の違いや駆動動作における上肢の負荷量などの計測を始めている。今回、これらのスポーツ用補装具について着目し紹介する。

生活支援工学の方向性と課題

障がい者のスポーツは、障がい児から高齢者まで、そしてリハビリテーションからレクリエーション、そして競技までその対象も目的も幅広い。障害は多様な上に個別性が高いため、障がい者のスポーツは、存分に理学療法士の専門性を活かすことができる分野であると私は考えている。例えば、スポーツにチャレンジしたいと思う障害がある人に対して、どのようなスポーツが適しているか(情報提供)、どうしたらうまくなるのか(トレーニング指導)、競技別の障害機能分類(クラス分け)の判定、身体特性を活かすパフォーマンス評価やスポーツ障害の予防、そして、残存機能を最大限に活かすスポーツ用補装具の検討やトレーニング機器の開発など、理学療法の知識をもってこそその多角的なサポートが可能である。ただし、理学療法士がそれぞれの競技の特性について理解を深めることが肝要であり、競技そのものを知った上で主体的に関わっていくことが、質の高い医学・理学療法学、科学・工学などの多面的かつ連携したサポートが展開できると考える。

プロフィール

埼玉県立総合リハビリテーションセンター勤務を経て、現在は首都大学東京健康福祉学部の助教。障がい者スポーツ協会公認スポーツコーチの資格をもち、車いすバスケットボールチームに属している。これまでにジュニア育成事業や海外遠征の帯同等をおこない、現在も研究活動のかたわら障がい者のゴルフ、テニス、サッカーなどの支援を行っている。日本パラリンピック委員会医科学情報サポート委員、日本理学療法士協会パラリンピック委員。障がい者・健常者を問わずアスリートのアンチ・ドーピング活動も行っている。

シンポジウムー未来の日本を支える生活支援工学ーロボティクス分野からの提言

筑波大学サイバニクス研究センター 助教 河本 浩明

ロボットスーツHALによる健康長寿社会の実現に向けた新たな挑戦が世界規模で始まっている。“HAL: Hybrid Assistive Limb”は、サイバニクス技術【人・機械・情報系の融合複合技術】を駆使して開発された身体機能の改善・補助・拡張を可能とする世界初の装着型ロボットである。HAL という全く新しい身体機能を支援するシステムを駆使することで、脳・神経・筋系の疾患患者の機能改善に向けたロボット治療が可能になると期待されている。

HAL には、「サイバニック随意制御」と「サイバニック自律制御」の二つの先進運動制御系がハイブリッドシステムとして組み込まれている。サイバニック随意制御では、人間が身体を動かす際に生成する微弱な生体電位信号をHALが皮膚表面で検出し、信号処理を行い、パワーユニットの駆動指令とすることで、装着者の運動意思に応じたアシストを実現している。また、サイバニック自律制御では、人間の複雑な一連の運動を基本運動単位に分解し、それらをHALに組み込み、再合成することによって、人間の動作特性を反映した運動を生成することを可能としている。

このHALの運動制御系を駆使し、『患者の随意運動指令を反映した動作を可能とするHALの介在によって、HALと人の脳・神経系と筋系の間で人体内外を經由したインタラクティブなバイオフィードバックが促され、障害によって機能低下した運動-感覚ループを再構成し、このループを繰り返し回して行くことで、機能改善が促されるというiBF (interactive Bio-Feedback) 仮説』に基づき、脳卒中や脊髄損傷や神経筋疾患等に対する効果的な機能改善を見込んでいる。

現在、国内外での臨床研究から、HALによる機能改善効果が確かめられつつある。スウェーデン・カロリンスカ研究所では、脳卒中急性期・回復期患者に対して、HALを適用し、歩行機能の改善が報告されている。また、ドイツでは、脊髄損傷や脳卒中を含む脳・神経・筋疾患患者に対するHALを利用した機能改善治療に対して、1回あたりの診療報酬約7万円(500ユーロ)×60回の全額が労災保険でカバーされている。さらに、筑波大学附属病院では、急性期患者に対して、単関節用HALを適用し、回復期病院へ転移後、下肢用HALを使用するといった、HALによる地域連携体制の構築を進めている。今後は、さらに様々な国内外の病院、研究機関と連携して実証試験を進め、脳・神経・筋系の疾患患者への機能改善に向けたHALによるロボット治療の開発、社会実装を推進していく予定である。

【略歴】

2004年 筑波大学大学院システム情報工学研究科博士課程修了。

2005年 (財)医療機器センター厚生労働科学研究事業リサーチレジデント

2008年 筑波大学システム情報工学研究科助教

2014年 筑波大学サイバニクス研究センター助教 (現職)

ロボットスーツHALをはじめの身体機能の改善・補助に関する人支援機器の研究、開発、臨床研究に従事。

教育講演

「リハビリテーションにおける システム工学」

講師：久保田 直行（首都大学東京大学院 システムデザイン研究科 教授）

座長：新田 収（首都大学東京 健康福祉学部 教授）

リハビリテーションにおけるシステム工学

久保田直行, 大保 武慶, 武田 隆宏 (首都大学東京)

Naoyuki Kubota, Takenori Obo, and Takahiro Takeda (Tokyo Metropolitan University)

1. はじめに

20 世紀以前の技術は、日本刀職人やからくり職人などに見られるように、匠の直観や工夫、努力により、伝承されてきたが、その後、様々な技術を「システム」という観点から捉え、解析 (analysis) と合成 (synthesis) に関する体系化がなされてきた。一般に、システムとは、2 つ以上の構成要素の集まりで、各要素はある特定の機能を果たすとともに、構成要素の属性間に相互関係が存在し、全体としてある目的や秩序をもつものとして定義される。また、環境とは、ある与えられたシステムの外部にある全ての要素の集合であり、その属性の変化がシステムに影響を及ぼすとともに、システムの作動によって、その属性が影響を受けるものとして定義される。さらに、サブシステムは部分的な要素の集合として定義され、あるサブシステムは、他のサブシステムを環境とみなすこともできる。つまり、システムという観点を導入することにより、複雑な対象の挙動を複数のサブシステムに分解し、個々のサブシステムの作動やサブシステム間の相互関係を解析することができるようになる。ワインバーグは、「モデル」をわれわれが理解したいと思っている対象をわれわれが理解していると思っている別の対象によって表現したものとして定義しており [1]、モデル化を行うことにより、アナロジーに基づく構成要素へと還元し、構成要素間の操作や統合を可能にする。代表的なモデルとして、システムモデルや論理モデル、物理モデル、数理モデルなどがあり、モデルを用いた仮想実験としてシミュレーションを行うことができる。ここで、合成の法則は、「全体は、部分 (構成要素) の単なる寄せ集め以上のものである」と定義され、分解の法則は、「部分は、全体の単なる断片以上のものである」と定義される (図 1)。

一般に、システム開発は、ある特定の目的のために、最低限の部品・費用・時間で開発するのが理想的とされ、合成の法則に基づき、要素を組み合わせることにより、各要素が持つ機能よりも優れた機能や異なる機能の発現が期待される。システム開発の現場では、外部設計から内部設計へとハードウェアとソフトウェアにおける要素の分解が行われながら、これらのハードウェアとソフトウェアに関わる人間の行動を考慮した全体への合成に基づき、デザインが進む。この分解と合成を効率よく行うことこそ、低コスト化と開発時間削減のために最も重要となる。

ものづくりには、「組み合わせ型」と「すり合わせ型」があるといわれている。「組み合わせ型」では、モジュール化された既存の技術や部品を単純に組み合わせることで完成品を作り、「すり合わせ型」では、要素技術や部品間の相互依存関係などにしたがって設計し、新しく技術や部品を作り出しながら、完成品を作る手法である。例えば、一世代前の DOS/V パソコンは、極めて高いモジュール化がなされた「組み合わせ型」であり、最近の Apple のパソコンやスマートデバイスは、「すり合わせ型」の真骨頂であると言っても過言ではない。さて、パソコンだけでなく、計測機器も組み合わせ型へと展開されている。従来は、計測機器の中に、各種パラメータを設定するためのインターフェースの他、計測データの保存機能や表示機能などが一体となった機器がほとんどであったが、ネットワーク技術やクラウド技術の発展により、計測機能のみを計測機器に与え、ネットワークを介して、サーバ上に計測データを保存するとともに解析を行い、パソコンやスマートフォンなどを用いて、計測機器の各種設定やデータの表示を行うことができるようになった。このような背景のもと、本稿では、リハビリテーションを対象として、システム工学などが果たす役割について議論するとともに、今後の展望について述べる。

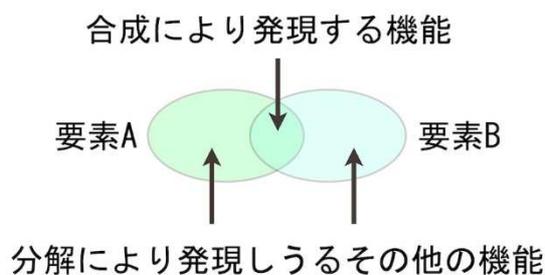


図1 二つの要素の合成と分解により発現する機能の考え方

2. リハビリテーションとシステム工学

近年、高齢化が進むとともに脳梗塞や脳出血などによる脳血管障害を持つ患者の数が増加しており、運動麻痺や感覚麻痺の回復を目的とする様々なリハビリテーションが行われている。また、脳科学の進歩によって脳の一部が損傷しても損傷していない部位が役割を代行する能力（可塑性）があることが明らかになっている[2]。この可塑性を利用して行われるリハビリテーションが認知運動療法である。ペルフェッティらが提案した認知運動療法[3]は、温熱療法や電気刺激療法、関節可動域訓練など、人間の身体を機械のように扱うのではなく、自己の身体の空間的な位置や動きなどを知覚し、注意を払う認知過程を重視し、運動に関する中枢神経系の準備状態を作り上げる運動療法である。

脳科学では、腹側ストリームと背側ストリームが、それぞれ物体視と空間視を担うとともに、それぞれが状況の知覚と行為の生成に強く関与しているといわれている。知覚システムと行為システムは異なる機能であるが、相互に作動するために媒介変数を介してカップリングされている。感覚麻痺や運動麻痺の患者は、認知能力と運動能力における障がいとこれらの能力のカップリング自体の欠損が同時におきている場合が多い。つまり、リハビリテーション患者の多くは、(1) 身体の組織化不全、(2) 身体動作の組織化不全、(3) 身体と環境とのかかわりの組織化不全をともなっている[4]。身体の組織化不全は、そこに身体があるという身体存在感や身体の左右の違いなどの感じ取りなどの身体内観が失われている。例えば、接触課題は、全く感覚の無い身体に、何かを感じ取れる身体の外と内の境界を知覚するための訓練である。患者が自らの身体を知り、身体を介して外部世界を知ることの重要性から、患者は、目を閉じて自分の身体を感じたり、セラピストの動きの介助によって、接触した物体の特性を感じたり、自己の身体の空間的な位置や動き、重さなどを知覚し、それに注意を向けたりする訓練を行う。このようなリハビリテーションの支援を行うために、触覚・力覚ディスプレイと仮想現実（virtual reality; VR）などを併用したマルチモーダルな刺激を与えるシステムなどが開発されている。

身体内観が失われると、その部位を含んだ身体動作の調整や制御機能は、著しく低下する。認知と運動が密接に連動して、不可分に働いている一つの事態は「行為」とよばれる[4]。生態心理学では、人間を含む動物が自身の活動を制御するために利用する環境の意味、ないしは価値を「アフォーダンス」(affordance) とよぶ[5-8]。アフォーダンスは、有意義な単位として分節化された当該の行為を持続的に支える情報であり、それは環境の変化の中の持続性、すなわち「不変項」(invariants) として、個体の知覚システムによって特定されるとする。知覚と行為は互いに相補的な関係であるとともに、循環的な関係を持つものとして、すなわち、知覚が行為を導くのと同時に、行為が知覚を導くものとして定義される。これは特に、知覚と行為の「双対」的關係と呼ばれる。知覚と行為の双対的關係をより明確化するため、このアフォーダンスと対をなし、アフォーダンスの知覚と相補的な行為主体の側の特性として、「エフェクティビティ」(effectivity) の概念を導入している。エフェクティビティは、行為の実現可能性であり、アフォーダンスがエフェクティビティを特定し、エフェクティビティがアフォーダンスを特定するという循環的な構造になっている。身体動作の組織化不全は、この知覚と行為のカップリングに関する問題である。運動に対するリハビリテーションの支援の多くは、ロボットを活用したものである。大きく分けて、上肢のリハビリテーション支援、下肢のリハビリテーション支援、手指のリハビリテーション支援にわけられる。例えば、上肢のリハビリテーション支援は、片麻痺患者の場合は、健常の腕の方をマスターとして動かし、それにあわせて、麻痺した側のロボットがスレーブとして動くことにより、一人で訓練ができる。また、上肢の協調性などを評価するために、タブレット PC など上で図形などを描画することにより、その場で定量

的な評価を行うことができる。

身体と環境とのかかわりの組織化のためには、実環境において多重に入れ子になったアフォーダンスの中から、当該の課題に即した特定のアフォーダンスを抽出し、ある対象に特定の注意を払う必要があり、そのために、行為者のエフェクティビティの特定化が必要となる。「姿勢」の調整は、エフェクティビティを特定するため一つの方法である。ある姿勢を取り、構えることは、課題に即したアフォーダンスに注意を向け、それに対応する行為の可能性を特定する活動となる。また、道具を持つことにより、その道具にあわせた行為が組織化されるとともに、その道具を介して固有の知覚がなされる。ここで、道具とのカップリングの強さが共有される媒介変数の数により決定されると考えると、一般的には、道具との間で共有される変数の数が多いほどタイトカップリングになり、また、組織化や構造化が進むにつれ、より少ない変数でタイトカップリングへと発展しうる[8]。患者は道具の使い次第で、様々な課題を達成することができるが、セラピストは、カップリングを考慮した道具の特性にあわせて、患者に対して何を目的として道具をどう選ぶかという選択基準などを考える必要がある。システム工学で培われてきた理論や技術は、リハビリテーションを様々な観点から支援する。

3. リハビリテーション支援システム

3. 1. 計算論的システムリハビリテーション

リハビリテーションにおける評価の重要性は、「評価に始まり評価に終わる」という言葉に代表される。評価とは全ての処置に先行して実施されるもので、治療を始めるにあたっての必要不可欠な過程であり、様々な手段を用いて情報を収集し、さらにそれを整理・分析・統合・解釈するという作業である。しかしながら、リハビリテーションの評価は、療法士が個々の経験をもとに行うことが多く、病院や施設では、個別に扱ってきたそれぞれの症例の数が非常に限定的であるため、専門的な知識や経験を共有することが難しい。そのため、情報の大域的な構造化に関する研究が重要となる。したがって、本研究では、リハビリテーションに関する様々な分野の知見を取り込みながら、情報技術、計測技術、通信技術、ロボット技術、システム化技術、知能化技術などを用いた計算論的システムリハビリテーション (computational systems rehabilitation) という枠組みを提案してきた[10-11]。

計算論的システムリハビリテーションは、計算論的・システム論的な観点から外部からの観測と内部の観測に基づくマルチモーダルな計測情報を同時に扱うことにより、リハビリテーションにおける経時的な回復などを定性的、かつ、定量的に評価を行うための方法論をはじめ、セラピストが個別に行ってきたリハビリテーションに関する専門的な知識や経験を融合するための方法論を確立することを目的とする (図 2)。また、リハビリテーションで用いられる専用の計測システムは高価なため、本研究では、汎用の計測システムを効率良く流用することにより、リハビリテーション支援を試みる。具体的には、図 3 に示すように、iPad などのタブレットや Microsoft Kinect センサを用いた在宅リハビリテーション支援システムの他、iPhone などのスマートフォンに内蔵されたセンサを用いた歩き方の診断などを行うことができる。

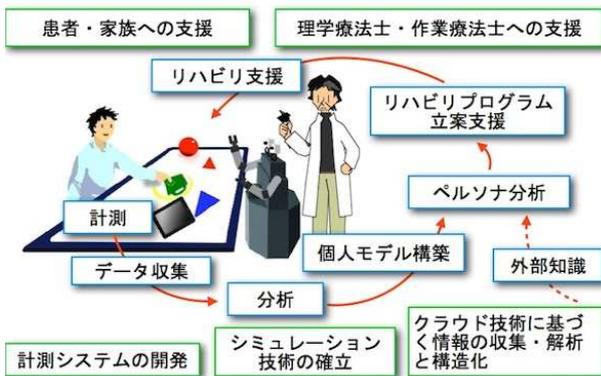


図 2 計算論的システムリハビリテーション

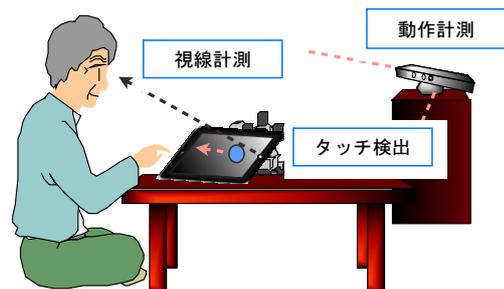


図 3 在宅リハビリテーション支援の例

3. 2. 3次元測域センサを用いた動作計測システム

近年、脳血管障害を患い、高次脳機能障害などの後遺症を発症し、介護生活を余儀なくされる患者が増加している。例えば、片麻痺患者に対するリハビリテーションの評価には、発症から回復過程において臨床的にステージ分類を行うブルンストロームステージがよく用いられているが、ブルンストロームステージは、各ステージの幅が広いと、詳細な上肢機能の評価には適しておらず。また、筋収縮反応を療法士が主観的に評価するため、定量的に症状の経過を評価することも難しい。定量的な評価手法としては、関節可動域を調べる ROM 測定も行われているが、療法士が角度計を用いて、直接的に患者の関節角度を計測するため、手間と時間がかかる。さらに、ROM 測定は、測定する箇所は十分に露出させ、基本軸を固定する必要があるが、多関節筋のある関節ではその影響を考慮しなければならないなど、患者および療法士にとって負担となる要素が多い。本研究では、計算論的システムリハビリテーションの概念に基づき、上肢運動の機能評価を目的とした計測・可視化システムを提案してきた。従来手法では、上肢運動の動作解析には、モーションキャプチャが用いられることが多いが、モーションキャプチャは、高精度な動作解析に応用できる一方で、表面マーカの設置が必要であることや、装置が大規模で高価なことなどから実臨床での利用が少ない。また、リハビリテーションの現場では、計測の精度だけではなく、容易に扱うことができる手軽さが求められている。そこで、本研究では、既製の類似センサと比べはるかに安価で、かつ容易にマーカレスのモーションキャプチャを用いることが可能になった Kinect センサを適用したシステムを構築した。Kinect センサは、3次元測域センサであり、カメラ画像だけでなく、対象物体に向けて赤外光を照射することで物体までの距離を計測できるアクティブセンサである。従来の距離情報を計測するレーザ式センサや CCD カメラを用いたステレオ視とは異なり、広範囲の距離情報を一度に取得できることや、暗所などでも計測が可能であるなど多くの利点がある。Kinect センサによって計測される骨格モデルは、内蔵されているプロセッサによって演算され、リアルタイムに各関節位置を追従することができる (図 4)。

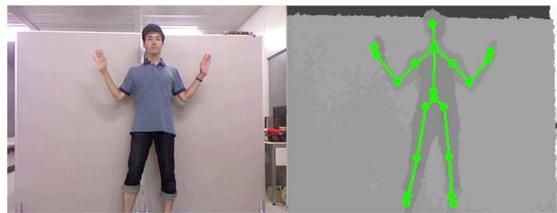


図 4 Kinect センサにより計測された関節位置

Kinect センサの関節自動検出機能により計測された関節座標は、患者のとり姿勢により、誤差が大きくなるため、関節角度を推定するためにはノイズを考慮しながら逆運動学を解く必要がある。したがって、本研究では、人間の腕のモデルに基づき、進化戦略 (Evolution Strategy; ES) を用いることにより、計測された関節座標系列から関節角度を推定する。次に、階層型ニューラルネットワーク (Neural Network; NN) を用いて関節座標から関節角度を推定するための学習を行い、NN と ES を統合することにより姿勢推定を行う (図 5, 6)。また、人間モデルの構築には、物理計算エンジン Open Dynamics Engine (ODE) を用いたエージェントを作成し、患者や療法士にとっての理解を促すための可視化手法としてこれを適用する。右片麻痺を呈した患者を対象として、リハビリテーションの前後の動作計測に関する結果を図 7 に示す。ここでは、リハビリ後に手を高くあげることができており、その変化を推定することができた。

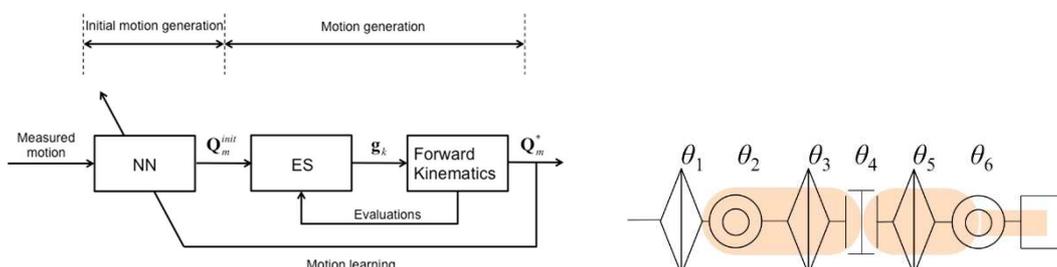


図5 関節角度推定手法

図6 腕のモデル

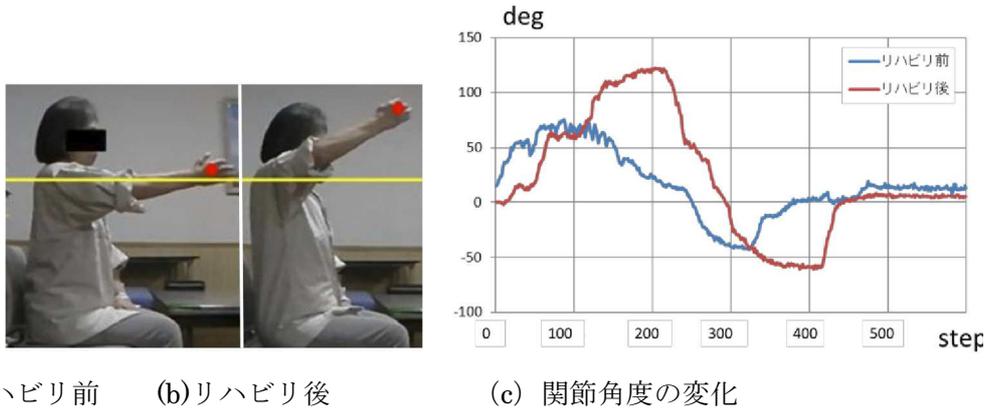


図7 リハビリテーション前後の肩の屈曲角度の変化

3. 3. 足底圧力を用いた歩行能力推定

ここでは、ヒトの基本的な動作である歩行に関する能力を定量的に推定するためのシステム開発の例を示す。歩行能力は下肢筋力やバランス能力、認知能力などの様々な要因による影響を受け変化するとされており、その能力の低下により移動能力の低下だけでなく運動不足や外出への忌避感を引き起こす恐れがあるとされている[12]。また、歩行能力の低下を原因とした疾患であるロコモティブ症候群は高齢者の寝たきりや要介護の状態におちいる三大要因として挙げられている。現在のところ歩行能力の評価は簡易問診項目によるセルフチェックの後、専門医の診断を受けるか、介助者の立ち会いの下スポーツテストを行う形式が一般的である。しかしながら、診断では歩行速度や歩幅、ケイデンスなどの情報を巻き尺やストップウォッチを使用し手動や目視で計測を行っており、これら動的な情報を自動的に計測する診断支援システムの必要性が高まっている。また、日常的な計測、評価のためには簡易な計測方法によって計測可能であり、自動評価を行うシステムが必要とされる。そこで、本研究では、マット型の接触荷重分布センサ(図8)を使用しマットの上を自然歩行することのみで計測および評価を行うことの可能なシステムを開発した[12]。マット型の背色荷重分布センサは玄関や廊下など日常生活において接地することにより、無意識の歩行を無拘束で計測することが可能である。このセンサによって計測される足底圧力分布(図9)は歩行時における足底とセンサとの間に生じる圧力の分布を計測した物であるため、歩行時の姿勢や体重移動によって変化する歩行特徴を自動的に抽出することが可能である。自動的に抽出を行った歩幅、足底圧重心のフレ、重心軌跡長、両足支持時間の4つの歩行特徴を使用し、これらの特徴量の加齢による変化をファジィ推論に基づきモデル化することにより、歩行年齢の推定を行った。歩行年齢は自身の歩行がおおよそ何歳程度であることを示す指標であり、骨年齢や脳年齢などといった年齢を評価基準とする評価指標と同様に、実際の年齢と比較することにより、専門的な知識を必要とせず評価結果の理解を行うことが可能である。また、歩行特徴に関しても年代の平均値と比較することにより、歩行能力改善のため行うべき訓練内容を自動提示することも可能である。

さらに、この計測および評価システムを応用することにより、歩行能力に関するリハビリテーション中の患者の進捗状況を定量評価することが可能となり[13]、従来では理学療法士の主観的評価に基づき決定されていたリハビリテーション計画を建てるための診断支援システムとして使用することも可能であると考えられる。



図8 マット型接触荷重分布センサ

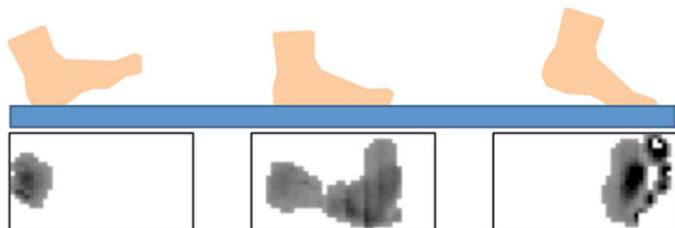
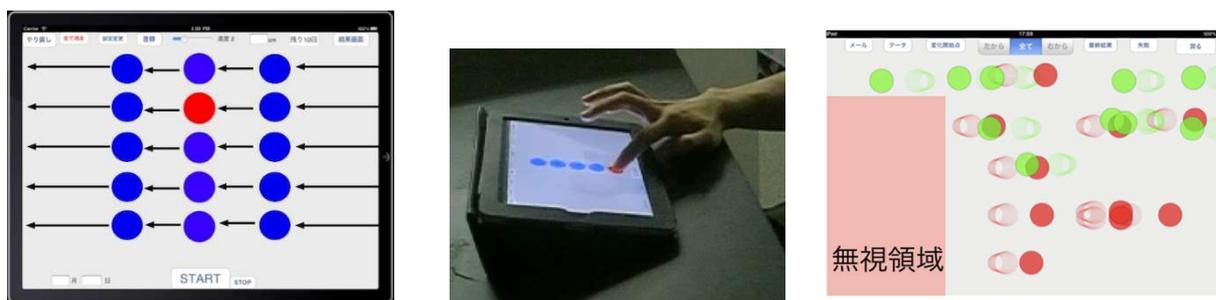


図9 足底圧力分布の例

3. 4. 半側空間無視に関する計測システム

ここでは、半側空間無視を対象に症状を計測、分析するためのシステム開発の例を示す。半側空間無視（Unilateral Spatial Neglect: USN）とは、脳血管障害などの大脳損傷後に生じる大脳半球病巣の反対側の刺激に対して反応したり、その方向を向いたりすることが障害される病態であり、脳血管障害患者の日常生活活動を阻害する主要な高次脳機能障害の一つである。リハビリテーションに関する試験は半側空間無視に限らず、一つの症状に対して様々な種類があり、試験自体も未だに紙や道具などが用いられている。現在、半側空間無視の評価方法には一般的に紙で行う線分末梢試験や線分二等分試験などの紙を用いた検査課題を組み合わせて使用している。しかしながら、紙を用いた課題では試験中に意識の方向がどのように変化しているのかということや動いている物体にどのように意識を向けているのかを計測することができない。つまり、紙を用いた試験では、患者の意識方向の変化などの動的な要因などにに基づき試験が行われるが、試験の結果には、静的な情報しか含まれない。したがって、意識を向けている方向の変化などはセラピストが直接観察して診断せざるを得ず、動的な情報を自動的に抽出する診断支援システムの必要性が高まっている。また、机上試験の成績はセラピスト自身が計算して、評価しなくてはならない。観察や計算は試験と平行して行うため、セラピストにとって大きな負担になる。以上の議論に基づき、本研究では、左半側空間無視患者の認識空間と認識のための意識方向の動きと移動物体をどの程度の速さでその位置から意識出来るかを計測するために、iPadなどのタッチパネルを持つデバイスを用いたシステムを開発した。方法論的には、静的な情報と動的な情報を計測し、患者の状態を定量的に解析するための支援システムである。具体的には、画面上に左右からボールが出現し、画面上で色が変化したボールをタッチすることにより、色が変わってからの時間により認識可能な領域を特定することにより、半側空間無視の領域を特定する（図 10）。

研究開始時は、半側空間無視領域を特定することを目的として開発を進めてきたが、実際に実験を行うとリハビリテーションへの効果があることがわかった。このアプリケーションを行う前と後に、線分末梢試験や線分二等分試験を行った結果、このアプリケーションを使用後に、左への注意の改善がみられた。また、右からだけではなく、左から移動する円にも注意を払わなければならない、右からの追走以外にも左から移動するものにも注意することで空間注意が即時的に改善したと考えられる。



(a) アプリケーション (b) 患者によるリハビリテーションの例 (c) 計測実験結果の例

図 10 iPad を用いた半側空間無視領域特定システム

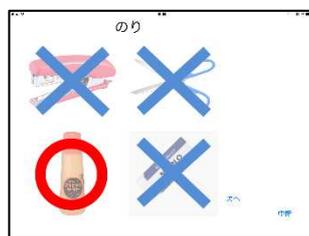
3. 5. 失語症患者のためのリハビリテーション支援システム

脳損傷による失行症と失語症を合併している患者は、身体部位構造記述に関する障がいや、身体部位を適切に指させないなどの自己身体部位失認が認められたり、体性感覚としての身体イメージと視覚や言語との間に解離が生じたりする [14, 15]。その結果、自己の四肢の運動とその運動を記述する絵や文字などの視覚的記号や他者の言葉などの聴覚的記号とを一致させることができなくなる。また、失語症患者においては失語症による日常生活の困難に加え、他の合併症に対するリハビリテーションの理解度の低下による能率の低下などといった問題も引き起こされる。失語症患者の回復度合いはリハビリテーションを開始する時期によって異なり、発症後 6 ヶ月以前および以降で訓練が開始された場合で比較すると開始時期が早いほど改善が顕著であると言う報告もなされている。また、多くの患者において発症後 1 年以上経

過するとほとんど自然回復は行われないとされている。しかしながら、リハビリテーションによる機能回復は行われることが知られており、定期的なリハビリ支援が行われている。この失語症に関するリハビリテーションは言語療法士と1対1で行われており、その内容としては絵が書かれたカードを見てその名称を発話する訓練、自分の名前や住所を書字出来るように訓練を行うことなどが挙げられる。これらの訓練では、例えば絵を見せてから回答まで時間が掛かる様な場合、最初の文字をヒントとして与えるなどが行われる。そのため、言語療法士は失語症の回復度合いや種類に応じて大量のカードを持ち歩く必要があり、さらには、問題毎にヒントを与えるかどうか、出題から何秒で行動を起こすかなど大きな負担となっている。そのため、これらの計測や失語症の開眼度合いなどを自動的かつ定量的に評価を行う支援システムが必要とされている。また、絵カードが作成された時代が古く、現在ではあまり目にしない物品のカードや逆にスマートフォンなど日常生活で必要だが絵カードに含まれていない物品もあり、それらの更新が容易に行えるシステムが望まれている。また、社会復帰後においても家庭内でリハビリを行うためには自動化されたリハビリテーション支援システムを構築することが必要であると言える。そこで、本研究では失語症や失行症患者であっても感覚的に操作を行うことが可能であり、加速度センサやカメラ、マイクなどといったマルチモーダルインタラクションを実現することができるタッチパネル式の端末 (iPad) を用いて、自動的に訓練課題の出題や評価を行うことが可能なシステムを開発した(図 11)[16]。



(a) 文字認識訓練の例



(b) 画像認識訓練の例

図 11 iPad を用いた失語症リハビリテーション支援システム

3. 6. スマートデバイスを用いたリハビリテーション支援システムの開発環境

近年、スマートデバイスを用いた様々なアプリケーション開発が行われている[9]。スマートデバイスの利点は、小型・軽量であり、タッチインタフェースを用いた直感的にわかりやすい操作性にあるが、優れた開発環境も普及の一因になっている。以前は、ミドルウェアとして位置づけられてきたものが、オペレーティングシステムに次々と吸収され、オペレーティングシステムそのものも肥大化している。しかしながら、このような肥大化の裏で、iOS SDK では、開発者にとって容易に開発しやすい環境を整えてきている。本来なら、ハードウェア内に組み込まれた各種デバイスにあわせて、「最低限の容量で最大限の機能を生み出すミドルウェアを開発しなければならない」ということを考慮する必要があるが、アプリケーションを容易に開発できる環境であるが故に、Apple Store では、実用的な多くのアプリケーションが低価格で販売されている。「The computer for the rest of us」は、Macintosh を開発する際の初期の頃の Apple のスローガンであったが、今や iPad により、タッチ操作だけで直感的に操作できるようになり、iOS SDK を用いることにより、プログラミングの初心者でさえ、ちょっとしたアイデアで実用的なアプリケーションを生み出せるまでになった。さらに、優れた点として、このようなタッチインタフェースを用いたアプリケーションやコンテンツの数が急増し、今までにはほとんど存在しなかった新しい市場を築き上げている。カーツワイルは、「革新的な技術の開発は、条件が揃わないと生まれにくい。アイデアは皆持っている」と述べているが、ジョブスは、技術が揃うまでは徹底的に否定するという立場を取り続けてきた。その結果、市場をうまく築き上げることができた。実際、時代の流れにあわせて、スマートデバイスには複数の通信手段の他、カメラやマイクの他、加速度センサやジャイロ、GPS など多くのセンサが内蔵され、クラウドコンピューティングによる作業環境を実現することにより、市場のニーズにあわせた機能を提供している。これらの機能を活かすことにより、今後、リハビリテーションを支援するための様々なアプリケーションがさらに開発されるだろう。

4. まとめ

本稿では、システム工学の観点からリハビリテーションを考えるとともに、スマートデバイスなどを活用した応用事例

を紹介した。システム工学では、解析と合成を効率良く実現するための方法論だけで無く、システムという視点から、患者の認知能力や運動能力を分析するための考え方を与えてくれる。さらに、心理学や哲学的視点などを取り入れることにより、多角的な議論を行うことができる。計算論的システムリハビリテーションでは、計測・分析・可視化などを同時に行いながら、支援を行うための枠組みを提供する。紙面の関係上、リハビリテーションにおけるロボット技術や計測技術の詳細についてはほとんど言及せず、安価なセンサやスマートデバイスなどを用いた応用事例を紹介した。特に、これらのシステムでは、「組み合わせ型」に基づく開発を容易にする多くのAPIを活用することができ、リハビリテーションを支援するためのシステムを簡単に構築することができる。また、クラウドコンピューティングを活用することにより、インターネット上にリハビリテーションに関する貴重な知識や事例、経験を蓄積することができる。

データ計測から、分析、可視化、支援に至るまでの一連の機能を有機的に結合するための方法論の体系化が必要である。例えば、分析のための計測と可視化のための計測、支援のための計測では、計測すべきデータの粒度やサンプリング間隔が異なる。また、セラピストが注意を払う対象にあわせて、計測すべき場所を変える必要がある。このようにインタラクティブな計測を行うための方法論を確立していく必要がある。つまり、組合せ型によるハードウェアとソフトウェアの開発を行いつつ、機能間のすり合わせを高いレベルで行っていく必要がある。しかしながら、リハビリテーションに関する全てをシステムに委ねるわけにはいかない。人が行うべきこととシステムが行うべきことを明確にしつつ、患者の家族などへの支援も含め、ベストバランスな支援を考えていくべきであろう。システム論的な視点や考え方は、人と人、人とシステム、システムとシステムの間を明確にすることに役立ち、リハビリテーションを多角的な観点から考える上で、今後、ますます重要になるであろう。

謝辞

本研究を進める上で実証実験や議論にご協力いただきました首都大学東京健康福祉学部教授新田収先生、並びに植草学園大学保健医療学部理学療法学科講師松田雅弘先生に感謝致します。また、本研究の一部は科学研究費（基盤研究（B）No. 22300082、挑戦的萌芽研究 No.26560308）によって行われました。

参考文献

- [1] G.M.ワインバーグ, 一般システム思考入門, 紀伊國屋書店, 1979.
- [2] ジョン・スターリング, 大脳皮質と心 (苧阪直行・苧阪満里子訳), 新曜社, 2005.
- [3] 宮本 省三, 脳のなかの身体, 講談社現代新書, 2008.
- [4] 河本 英夫, 認知運動療法という技法: システム存在論, 「エコ・フィロソフィ」研究, 2009.
- [5] James Gibson, The Ecological Approach to Visual Perception, Houghton Mifflin Company, 1979.
- [6] M.T.Turvey and R.E.Shaw, Ecological Foundations of Cognition I. Symmetry and Specificity of Animal-Environment Systems, Journal of Consciousness Studies 6, No.11-12, pp.95-110, 1999.
- [7] R.E.Shaw and M.T.Turvey, Ecological Foundations of Cognition II. Degree of Freedom and Conserved Quantities in Animal-Environment Systems, Journal of Consciousness Studies 6, No.11-12, pp.111-123, 1999.
- [8] 久保田, 三嶋, 知覚と行為の循環のプロセスと拡張身体性, 計測と制御, Vol.48, No.12, pp.864-870, 2009.
- [9] 久保田 直行, iPhone と組み込み技術で未来を考える(1)~(7), CQ 出版, 2011,
<http://www.kumikomi.net/archives/2010/03/co04robo.php>
- [10] N.Kubota, H.Sotobayashi, T.Obo, Human Interaction and Behavior Understanding Based on Sensor Network with iPhone for Rehabilitation, International Workshop on Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics, Tokyo Institute of Technology, 2009.
- [11] N.Kubota, J.Botzheim, T.Obo. Human Motion Tracking and Feature Extraction for Cognitive Rehabilitation in Informationally Structured Space. In Proceedings of the 9th France-Japan & 7th Europe-Asia Congress on Mechatronics and the 13th International Workshop on Research and Education in Mechatronics, pp.464-471, 2012.

- [12] 臨床歩行分析研究会, 臨床歩行計測入門, 医歯薬出版, 2008.
- [13] Takahiro Takeda, Y. Sakai, S. Kobashi, K. Kuramoto, Y. Hata, Foot Age Estimation System from Walking Dynamics Based on Fuzzy Logic, *J. of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics*, vol. 18, no.4, pp. 1-10, 2014.
- [14] T. Takeda, Y. Sakai, Y. Hata, Evaluation of autonomy walk by dynamic foot pressure analysis, *Proc. of 2013 IEEE Int. Conf. on Systems, Man and Cybernetics*, pp. 3408-3413, 2013.
- [15] 日本高次脳機能障害学会, 標準失語症検査マニュアル, 株式会社振興医学出版社, 改訂第二版, 2013.
- [16] 和田義明, リハビリスタッフ・支援者のためのやさしくわかる高次脳機能障害—症状・原因・評価・リハビリテーションと支援の方法, 秀和システム, 2012.
- [17] Takuya Mabuchi, Jun Shimazaki, Takahiro Takeda, Naoyuki Kubota, Tadamitsu Matsuda, Computational System Rehabilitation for Patients with Aphasia, In *Proceedings of the 10 th France-Japan & 8th Europe-Asia Congress on Mechatronics*, pp. 184-188, 2014.

一般演題 16題

演題番号 1～8

座長：原 和彦（埼玉県立大学 保健医療福祉学部 教授）

演題番号 9～16

座長：古川 順光（首都大学東京 健康福祉学部 准教授）

<一般演題について>

*口述発表

*発表 6分、質疑応答 2分

演題番号 1

在宅生活をしている脳卒中患者における下肢装具の作成や使用について ～当ステーションの療法士に対するアンケート調査～

田中 渉 1), 小堺 武士 1), 山崎 雅也 1,2)

- 1) (有) ケアパック石川 リハビリ訪問看護ステーション
- 2) 金沢大学大学院医学系研究科

キーワード：下肢装具，訪問リハビリ，アンケート調査

【はじめに】

近年、脳血管疾患の急性期及び回復期のリハビリテーションでは、下肢装具（以下、装具）を使用した早期の立位練習や歩行練習を実施することが多くなっている。装具の使用は歩行獲得に有効な手段と言われており、退院後の生活においても重要な役割を担っている。しかしながら、退院後の装具がどのようにフォローされているかは不明瞭だと感じることが多い。そこで、訪問リハビリの療法士に対して装具に関するアンケートを実施した。

【方法】

当ステーションに所属している理学療法士 9 名、作業療法士 8 名にアンケートを実施した。対象とした療法士の訪問リハビリ経験年数は（0～3 年）が 4 人、（4～10 年）が 9 人、（10 年以上）が 4 人であった。アンケートには療法士の訪問リハビリでの経験に基づいて回答してもらった。アンケートの内容は、①装具作成の経験、②装具作成を勧めた目的、③装具作成を勧めたが作成には至らなかった理由、④装具を生活で使用していない理由、について尋ねた。（調査期間は H25 年 10 月 1 日～12 月 15 日）

【結果】

訪問リハビリで装具の作成経験があると答えた療法士は 8 名、作成件数は合計 15 件であった。作成を勧めた目的で最も多かった回答は「体と不適合（29%）」、次いで「歩行能力の向上（25%）」、「装具の破損（21%）」であった。装具作成を勧めたが作成には至らなかった理由で最も多かった回答は「面倒（39%）」、次いで「必要性の認識不足（33%）」であった。装具を生活で使用していない理由で最も多かった回答は「面倒（24%）」、次いで「必要性の認識不足（18%）」、「着脱困難（15%）」、「頼りたくない（15%）」であった。

【考察】

装具を作成する目的は装具のメンテナンス関連が多く、退院後も装具が使用できる状態を維持することの重要性が示唆された。本研究では療法士が関わっている症例について検討しているが、退院後に療法士や義肢装具士と関わりがない患者では装具をフォローする体制がより一層重要であると考えられる。また、装具作成及び装具使用では、面倒であることや、必要性の認識不足という問題があり、我々訪問リハビリの療法士は生活に合わせた装具の活用方法や、装具の必要性を患者に理解させるスキルが必要であること、さらに、装具作成の経験がない療法士も多く存在したことから、装具を評価するスキルも課題として挙げられる。

ソケット形状の違いによる下腿義足制御力とソケット内圧との関係

鈴木 陽介¹⁾, 原 和彦²⁾, 豊田 輝³⁾, 岡安 健⁴⁾, 寺村 誠治⁵⁾, 齊藤 孝道⁶⁾

- 1) 白岡整形外科リハビリテーション科
- 2) 埼玉県立大学大学院保健医療福祉学研究科
- 3) 帝京科学大学医療科学部東京理学療法学科
- 4) 東京医科歯科大学医学部附属病院リハビリテーション部
- 5) JR 東京総合病院リハビリテーション科
- 6) 獨協医科大学越谷病院リハビリテーションセンター

キーワード: ソケット形状・TSB・ソケット内圧

【本文】

歩行時の義足制御力はソケットを介して義足遠位側へ伝えられる。本研究は、歩行時の義足制御に関係すると想定されるソケット内圧と関節モーメントの変化について、異なるソケットを使用してその特性を検討した。

対象は義足適合に支障のない右下腿切断者 1 名(男性、42 歳)とし、歩行時のソケット内圧および三次元動作解析データを計測した。ソケットはラップ加圧にて採型した **Total Surface Bearing socket with Pressurized plastic-wrap** (以下 **TSB-P**)と本人使用ソケット(以下 **PUS**)の 2 種類とした。ライナーにはピン懸垂式シナジーウェーブ (Ossur 社製)、足部はトリアス(Ottobock 社製)を使用した。ソケット内圧は **F-Scan II** (ニッタ社製)を使用して、ライナーとソケット間の圧力値をサンプリング周波数 **100Hz** で計測した。内圧分析は、ソケットの前壁上部と後壁下部の平均圧を屈曲成分、前壁下部と後壁上部の平均圧を伸展成分として想定し、伸展方向差分圧を算出した。三次元動作解析は **Vicon MX**(OMG 製)を使用し、計測ソフトは **Vicon Nexus1.7.1**、剛体モデルは **Plug-In Gait** を使用し、サンプリング周波数 **100Hz** で計測した。

被験者には、事前に本研究の趣旨および研究倫理的配慮に関する説明と同意を得て行った。なお、本実験は埼玉県立大学倫理審査委員会の承認(第 23066 号)を得て行った。

ソケット内圧の伸展成分は、**TSB-P** では二峰性、**PUS** では遊脚相にも内圧の増加を認め三峰性を示し、最大圧力は前壁下部でみられ両ソケットともに約 **60kPa** で適合を得ていた。屈曲成分も二峰性を示し、**PUS** では立脚相後期の内圧が **TSB-P** より大きかった。差分圧は、立脚初期から中期に伸展、中期から後期にわずかな屈曲がみられ、**TSB-P** では立脚終期に、**PUS** では立脚相終期から遊脚相の前期にかけて伸展圧が上昇した。膝関節内部モーメントは **PUS** で伸展成分が小さく、屈曲成分が大きかった。

PUS ではソケットの後壁上部が圧迫された形状により、遊脚相で膝屈曲の増大とともに内圧の上昇を示すとともに、初期屈曲角をつけることから膝関節伸展モーメントが **TSB-P** より小さくなったと考えられる。ソケット前後壁の内圧変化は義足制御に大きく関与していることが示唆されるが、ソケットの形状により力の制御とは異なる成分が混入することが推察される。ソケット内圧を評価することで、ソケット形状の工夫やより適合した義足歩行の獲得につながると考えられる。

底屈制動短下肢装具が身体質量重心の力学的エネルギー変換効率に与える影響

春名弘一¹⁾, 稲垣 潤²⁾, 昆 恵介³⁾, 井野拓実¹⁾, 難波志帆¹⁾, 棚橋嘉美¹⁾,
加藤士雄⁴⁾, 鴨志田麻実子⁴⁾

- 1) 北海道科学大学保健医療学部理学療法学科
- 2) 北海道科学大学工学部情報工学科
- 3) 北海道科学大学保健医療学部義肢装具学科
- 4) 平成会病院リハビリテーション科

キーワード：底屈制動短下肢装具、片麻痺者、力学的エネルギー

【目的】

歩行は重力を効率的に利用した非常にエネルギーコストの低い動作である。このパラダイムは倒立振り子モデルと呼ばれ、受動歩行ロボットがごく僅かなエネルギーで健常者に近い歩行を達成できることから実証されている。片麻痺歩行の特徴の一つに、力学的エネルギー変換効率の低下がある。倒立振り子モデルを再現し、力学的エネルギー変換効率を向上するためには、ロッカー機能が重要と考えられる。本研究では、ロッカー機能を補助する目的で底屈制動短下肢装具（以下、PF-AFO）を使用し、歩行中の身体質量重心（Center of Gravity : COG）の力学的エネルギー変換効率を調査した。

【対象と方法】

対象者は、底屈制動機能を有さない短下肢装具（以下、既存 AFO）を日常的に使用している維持期片麻痺者 5 名とした。対象者にはヘルシンキ宣言に基づき研究についての説明を行い、同意を書面で得た。方法は、三次元動作解析装置を使用し COG データを求め、パラメータとして COG を進行方向に加速するための外的パワー（以下、パワーY）、COG を鉛直方向に持ち上げるための外的パワー、筋の発揮した外的パワー、歩行において位置エネルギーと運動エネルギーが相互に交換し合う率（以下、%recovery）を算出した。比較対象は、既存 AFO での歩行と PF-AFO を 3-4 週間継続使用した歩行とした。

【結果】

1 歩行周期平均%recovery は PF-AFO で全例において増加した。また、%recovery の立脚期別分類では、麻痺側立脚期平均で 1 名、非麻痺側立脚期平均で 3 名の増加を認めた。パワーY は PF-AFO で全例において非麻痺側立脚後期で増加した。

【考察】

片麻痺者のロッカー機能を補助することで、歩行中の COG の力学的エネルギー変換効率が増加する。また、効率的に PF-AFO を使用するには、荷重の受け継ぎに関わる非麻痺側の運動制御が重要と考えた。

歩行中の力学的エネルギーにおける臨床指向型評価システムの開発研究

春名弘一¹⁾, 稲垣 潤²⁾, 昆 恵介³⁾, 井野拓実¹⁾, 難波志帆¹⁾, 棚橋嘉美¹⁾,
加藤士雄⁴⁾, 鴨志田麻実子⁴⁾

- 1) 北海道科学大学保健医療学部理学療法学科
- 2) 北海道科学大学工学部情報工学科
- 3) 北海道科学大学保健医療学部義肢装具学科
- 4) 平成会病院リハビリテーション科

キーワード：Kinect センサ、力学的エネルギー、開発研究

【目的】

身体質量重心（Center of Gravity：COG）の力学的エネルギー変換効率（以下、%recovery）は、歩行中の重力の効率利用の程度を定量的に表す指標である。従来の%recovery 算出には、床反力計を用いて床反力前後方向成分と鉛直方向成分データから算出する方法と、三次元動作解析装置を使用し COG の位置情報から算出する方法が存在するが、いずれも大規模な実験室が必要である。障害者を対象とした%recovery における報告が希少である理由として、限定した計測環境の問題が背景にあると推察している。そこで、臨床場面で計測可能なシステム構築を目指し、Kinect センサに着目した。今回は第一報として既存手法と提案手法で同時計測した COG データの比較について報告する。

【対象と方法】

被験者は健常男性 1 名とし、ヘルシンキ宣言に基づき同意を得た。計測条件は Kinect センサ（30Hz）を背にセンサから 1 m 前方の位置から遠ざかる方向に 1 重複歩の距離を計測した。既存システムは 14 台の赤外線カメラで構成した三次元動作解析システム（VICON-MX：60Hz）とした。Kinect システムで得られた身体関節座標から間接法にて算出した COG 高さの位置情報を既存システムデータと定性的に比較した。

【結果】

Kinect 検出範囲（0.8～4.0m）の中央付近では比較的良好に COG 位置が得られている一方、検出範囲の境界に近づくると誤差が大きくなった。特にセンサから遠ざかると高周波ノイズの増大とともに計測精度が低下した。

【考察】

Kinect センサは本来ゲーム用コントローラデバイスであり、プレイ中の使用頻度の低いカメラ距離について計測精度が重視されていないと推察した。今回の結果は複数台の Kinect センサを用いたシステム構築により、計測精度が向上する可能性を示唆した。また、Microsoft 社より発売された Kinect2 では性能が向上していることから、更なる精度向上に期待したい。

障害者支援施設における下肢装具の現状と問題点

杉山 真理¹⁾, 河合 俊宏²⁾, 清宮 清美³⁾

- 1) 埼玉県総合リハビリテーションセンター 自立訓練担当
- 2) 埼玉県総合リハビリテーションセンター 福祉工学担当
- 3) 埼玉県総合リハビリテーションセンター 地域支援担当

キーワード：下肢装具、片麻痺、維持期

【はじめに】

脳血管障害による片麻痺者の歩行には装具を要する場合が多く、装具の適合は必要不可欠である。自立支援施設利用中の片麻痺者における装具の現状と問題点および対応策について報告する。

【対象】

障害者支援施設において、2013年4月1日から2014年3月31日までに装具の調整・修理・作成を行った片麻痺者を対象者とした。

【方法】

対象者の発症からの期間、装具の調整・修理・作成が必要となった原因と対応策を調べた。

【結果】

対象者は男性13名、女性2名、合計15名であった。

装具の調整・修理は13名、24件であり、対応を必要とした時期は、発症より533.2日±237.47日であった。

対応を必要とした原因は、筋緊張の亢進による者が6名・9件であり、開張足・扁平足による者が2名・4件であった。

その他は、下腿のサイズ変化による者が2名・2件であった。

対応策は、圧迫部位の拡大だけでなく、アーチサポートの挿入、ベルト位置および形状の変更を行った。筋弛緩剤の内服を試みた者も2名いた。

また、装具の劣化により対応が必要となった者は5名・8件であった。そのうち、クレンザック継手のロッドの劣化および継手付きSHBの継手部の破損が6件であった。

【考察】

対象となった者はすべて、発症から180日以上を経過しており、維持期の段階であった。回復期を過ぎ、一般的にプラトーと言われる段階であっても、筋緊張や足部のアライメントが変化することが明らかになった。

対象者の多くは、機能訓練を経て、就労を目指し、歩行による市街地訓練や通勤訓練などが導入される。よって、筋活動量は増加し、筋緊張などに影響を及ぼしていると考えられた。

また、足部の筋緊張低下および筋力低下により、足部の縦アーチ・横アーチがつぶれ、扁平足や開張足が生じたと考えられる。主たる移動手段が歩行で、足部に荷重している者の特徴であると思われた。

装具の対応が必要となる原因は多様であり、個別性が高い。装具調整・修理が必要となった原因を明らかにし、介入することが必要である。

さらに、筋弛緩剤の内服など、医療的な介入を必要とする場合がある。障害者支援施設の多くは、医療機関と比べ、義肢装具士や医師との連携がとりづらく、対応に時間を要することが多い。連携可能な医療機関や補装具を専門とする医師を確保するとともに、補装具外来や障害者人間ドックなど、地域の支援体制の強化および連携が必要であると考えられる。

演題番号 6

ロボットスーツ HAL を用いた歩行練習が維持期不全対麻痺者に対する健康増進の一助となりうるか？

相馬 光一¹⁾, 丸谷 守保¹⁾, 鳥山 貴大¹⁾, 浅井 直樹¹⁾, 森井 和枝¹⁾, 横山 修²⁾, 山海 嘉之³⁾

- 1) 神奈川県リハビリテーション病院理学療法科
- 2) 神奈川県リハビリテーション病院リハビリテーション医学科
- 3) 筑波大学サイバニクス研究センター長 CYBERDYNE 株式会社 CEO

キーワード：ロボットスーツ HAL 歩行練習 健康増進

【目的】健康増進が障がい者に於いても重要であるのは言うまでもない。HAL を用いて歩行練習を実施した維持期不全対麻痺者のトレーニング効果について検討を行い、健康増進に対する効果の知見を得たので報告する。尚、本研究は神奈川県さがみロボット産業特区の実証フィールドとして行われている研究の一部である。

【症例および方法】50 代男性、脊髄の AVM による Th 10 不全対麻痺 (AIS : D) で 10 年 10 か月が経過している。屋内及び玄関から自宅駐車場まではロフトランド杖歩行、屋外と職場は車椅子で移動している。HAL を用いた歩行練習は週 5 回、1 回 20 分～30 分、4 週間実施した。後半の 2 週間は階段の上りを練習に加えた。評価項目は 10m 最大歩行速度 (10MWS)、6 分間歩行距離 (6MWT)、TUG、三次元動作解析装置と床反力計を用い歩行と立ち上がり動作を分析した。評価は開始時と終了時に行い、終了時に所感を聴取した。10MWS、6MWT、TUG は終了後 1.5 か月、11 か月後も計測した。

【倫理的配慮、説明と同意】当院の倫理委員会の承認を受け、説明の上書面にて同意を得た。

【結果】10MWS (開始時、終了時、終了後 1.5 か月、11 か月後) は 17 秒 5 が 12 秒 3、16 秒 0、16 秒 7。6MWT は 150.5m が 235.8m、205m、198m。TUG は 41 秒 4 が 21 秒 7、21 秒 9、21 秒 6 であった。歩行分析は歩行周期の短縮、歩幅の増加、骨盤の回旋量の増加が著明であった。床反力は左下肢の荷重応答期のピーク増加を認めた。立ち上がり動作は上肢を主に用い骨盤が後傾したまま離臀するパターンから骨盤の前傾を伴うパターンへ変化した。終了時の所感「正しい歩行を覚えることができた。」「姿勢が良くなった。」であった。また、会社で歩行練習を 10 分程度実施するようになった。

【考察】HAL を用いた歩行練習により、歩行スピードや歩幅の改善に加え立ち上がり動作の改善を認めた。これは、日常生活では安全性の確保のために動作が縮小し、上肢に頼った歩行や動作になりやすい。HAL によるアシストで下肢の抗重力活動が保障された歩行練習では安全に下肢機能を使うことができ、結果として立ち上がり動作で下肢機能を使うようになったと思われる。終了後に歩行練習の実施が見られたことから、HAL を用いた歩行練習で学習強化された姿勢や歩行により歩行能力の維持向上へのセルフエフィカシーが高まったと判断できる。効果の持続が見られており、HAL を用いた歩行練習は維持期不全対麻痺者の健康増進の一助になりうる。

演題番号 7

不全対麻痺を呈した脊髄梗塞患者にロボットスーツ HAL®福祉用を用いた一症例

鈴木 俊太郎¹⁾, 渡邊 紗樹¹⁾, 木村 敦也¹⁾, 辻 和子¹⁾, 谷 崇史¹⁾

1) 石巻赤十字病院 リハビリテーション課

キーワード:ロボットスーツ HAL 福祉用®・不全対麻痺・歩行

【はじめに】

近年、科学技術の発展に伴い、リハビリテーション分野においてもロボット技術を臨床応用する試みが注目されている。当院でも急性期からの治療場面での利用目的として平成 25 年 6 月よりロボットスーツ HAL®福祉用(以下 HAL)を導入した。HAL は装着者の皮膚より生体電位信号を検出し、それを基に関節運動をアシストする自立動作支援ロボットである。今回、歩行介助に難渋していた脊髄梗塞不全対麻痺患者に対して HAL を導入した結果、歩行量増加が得られ、約 1 ヶ月間の歩行練習によって歩行能力が大きく向上した。経過と理学療法評価結果から、考察を行い以下に報告する。

【症例】

病前 ADL 自立の 67 歳男性。背部痛・下肢脱力で発症し、大動脈解離(StanfordB)・脊髄梗塞の診断にて入院となり、保存療法での治療が開始となった。

【経過】

3 病日目より理学療法開始。初回評価では対象 key muscle の半数以上が徒手筋力検査(以下 MMT)2 未満。ASIA Impairment Scale(以下 AIS)=C であった。16 病日目より歩行練習を開始。この時点で、MMT(R/L)体幹屈曲 2、股関節周囲 2/2、膝関節伸展 4/4、足関節背屈 3/4、AIS=D と運動機能に向上を認めたが、荷重下での姿勢制御は困難であった。装具療法を併用しての歩行練習を試みたが、歩行介助に難渋し、本人の疲労も強く 1m 程しか前進できずにいた。21 病日目より HAL を導入。介助量は軽介助となり、連続歩行距離も 4m 以上となった。その後も HAL 装着での歩行練習を継続し、併せて HAL 非装着での練習も行い、段階的に歩行距離延長・歩行補助具変更・階段昇降と進めた。47 病日目 HAL を離脱し、51 病日目に転院となった。

【転院時の状態】

MMT 体幹屈曲 4、股関節周囲 3/3、膝関節伸展 5/5、足関節背屈 4/4。AIS=D。立位保持・4 点杖 2 本での歩行が可能。連続歩行可能距離は 30m 程度まで延長し、最大歩行速度も向上。

【考察】

麻痺筋の筋力と歩行機能は関連が高いといわれている。また、残存皮質脊髄路の興奮性は不使用により減衰していくといわれ、受傷を期に脊髄が運動神経を使用しないという学習を行ってしまうことが中枢神経系の損傷による機能不全の主要な要因であるともいわれている。本症例においても、早期からより多くの歩行量を確保できたことが、歩行に関わる神経回路の興奮性低下や麻痺筋の廃用性筋力低下を最小限に留め、神経・筋の可塑性促進に繋がり、麻痺の回復と歩行能力に大きく影響したのではないかと考えられた。その手段の一つとして HAL による歩行練習の有効性が示唆された。

演題番号 8

回復期リハビリテーション病院における下肢装具処方状況と取り組みについて

西本 一始¹⁾, 宮武 香織¹⁾, 高橋 雅也¹⁾, 早川 万紀子¹⁾, 花房 義和¹⁾

1) 医療法人 篤友会 関西リハビリテーション病院

キーワード: 回復期リハビリテーション病院 脳卒中 下肢装具

【はじめに】

当院では脳卒中患者に対し、装具を用いた歩行練習やADL練習を積極的に行い、在宅復帰に向けた取り組みを行っている。今回、当院脳卒中患者に対して処方をされた下肢装具のデータと、回復期リハビリテーション病院(以下回復期病院)が担う取り組みの報告を行なう。

【対象と方法】

平成23年度～25年度で、当院にて下肢装具の作製に至った346本分を対象とした。作製対象者は、男性205名、女性141名で平均年齢は 67 ± 12.4 歳であった。調査内容は、発症日、入院日、退院日、装具作製日、転帰先とした。

【結果】

3年間の装具作製本数346本の内訳は長下肢装具(以下KAF0)168本、短下肢装具(以下AF0)169本(金属支柱40本、プラスチック製129本)、その他9本。そのうち入院中に再作製した本数は65本で、KAF0が53本、AF012本(金属支柱8本、プラスチック4本)。

発症より当院入院までの平均期間は、 36.3 ± 19.7 日、入院期間の平均日数は、 128.3 ± 38.3 日。装具作製に関する期間として、発症から作製日までは、全体平均 84.1 ± 43.3 日、入院から作製日まで 47.8 ± 40.3 日、装具を作製してから退院まで 82.1 ± 46.6 日の日数を要していた。転帰先は自宅が75.1%、病院や施設24.9%であった。

【考察】

回復期病院における下肢装具は、早期から良肢位での立位、歩行練習を行う目的や運動学習を促し、機能回復・能力改善を図ることができる運動療法として用いることが多い。

高木らは発症後20～30日での装具処方により在院日数の短縮が図れたと報告をしているが、当院の装具作製時期と比較してみると、 84.1 ± 43.3 日と大きな差が生じている。その原因として、発症から当院入院までの期間が 36.3 ± 19.7 日であり、また新人理学療法士が多数在籍していることで、適切な時期に装具を提供できていない可能性もある。それらを解消するため、装具に関する各種備品を取り揃えており、早期の運動療法が行える環境を整備している。さらに、検討の際にも提案しやすいシートを作成し、事前報告会の開催で根拠のある装具提供が出来ることを目標としている。

今後はこれらを通じ、より早期に装具作製を行い、有効な運動療法を提供することでADL能力の改善を図り、在院日数短縮、在宅支援に向けた回復期病院の役割を果たしたい。

片脚立位の自動計測化の試み

谷山 翔^{1,2)}, 福留 清博³⁾, 上嶋 明⁴⁾, 西 智洋¹⁾, 川井田 豊¹⁾, 秦 一貴¹⁾, 川路 勇太¹⁾

- 1) 鹿児島大学大学院保健学研究科
- 2) 医療法人一誠会三宅病院
- 3) 鹿児島大学医学部保健学科
- 4) 岡山理科大学工学部情報工学科

キーワード: 片脚立位, 重心動揺, 自動計測化

【はじめに】

本研究では、(1)ゲームインターフェイスを用いて加速度と加重の変化から片脚立位時間を自動で計測できるシステムを開発し、(2)そのシステムを用いて計測した片脚立位時間と手動計測のそれと比較することを目的とした。

【方法】

任天堂製バランス Wii ボード上に立つ被検者の片脚立位の開始と終了止時間を加速度と加重変化から計測できる自動計測システムを自作した。ストップウォッチを用いて手動で計測した片脚立位時間と自動計測値を比較するために、健康成人 25 名を、自動計測および手動計測で片脚立位検査を受ける被検者(男性 5 名, 平均年齢 23.0 ± 0.6 歳)と、その被検者の検査映像から手動で計測する検者群(20 名内男性 13 名, 年齢 23.0 ± 2.9 歳)とに研究協力者を分けた。級内相関係数から検者間の信頼度を、片脚立位時間の自動計測値と手動計測値の相関から両者の関係を調べた。

【説明と同意】

本研究は、鹿児島大学医学部倫理委員会にて承認を得た。また、被験者には本研究の目的、主旨、方法を説明し同意の上で研究を実施した。

【結果】

級内相関係数の ICC(2, 1)は 0.996, 95%信頼区間の下限と上限はそれぞれ 0.989 と 1.00 を得た。さらに、片脚立位時間の自動計測値(x)と手動計測値(y)には、ピアソンの相関係数 $r = 1.00$ ($p = 0.000$)と極めて強い相関があり、数値自体も回帰直線 $y = 0.98x + 0.015$ を得た。さらに片脚立位時の重心動揺をサンプリング時間 15.6 ms おきに計測できた。

【考察】

ICC(2, 1)から片脚立位時間の計測において、検者間の計測に差がなく、この計測の信頼度は高く、初心者にも容易な検査法であることがわかった。また、ピアソンの相関係数から片脚立位時間について、自動計測値は手動計測値とほぼ同じ値を与えることがわかった。今回開発した片脚立位検査用自動計測システムでは、単に片脚立位時間を正しく計測するのみならず、特に重心動揺をも計測できる特徴を有する。

【理学療法学研究としての意義】

片脚立位検査用自動計測システムでは、単なるバランス能力の評価だけでなく、遊脚期から立脚期への移行時の重心動揺から転倒傾向を理解し転倒防止対策に反映させることができる。さらには重心動揺を映像としてフィードバックし、高齢者が在宅で楽しくバランス練習を遂行できるシステムへの応用も期待できる。

福祉機器臨床評価手法に関する文献調査に向けた調査項目の抽出

白銀 暁¹⁾

1) 国立障害者リハビリテーションセンター研究所 福祉機器開発部

キーワード: 支援機器、開発研究、実証試験

【目的】

福祉機器（支援機器）の利活用は、障害者および高齢者の生活を助け、豊かなものにする。しかし、実際には利活用はあまり進んでおらず、課題となっている。この問題には様々な要因が関与しており、容易には改善が見込めない。その中で、我々は客観的評価の不足に着目する。我が国におけるこれまでの福祉機器開発の主要な研究デザインは、当事者の試用と主観評価であった。このような評価手法はバイアスが入りやすく、機器の性能や効果の説得力に欠けていた。今後の福祉機器の研究開発・普及促進と利用支援のためには、科学性を担保した研究デザインによる、客観的な評価手法が普及しなければならない。そのためには、概念的な整理とともに、具体例の提示が有効である。その具体例を得るために、文献調査による過去の研究報告内容の整理を行いたいと考えている。本研究は、今後の本格的な調査活動に向けて、整理すべき調査項目の抽出を目的とした。

【方法】

福祉機器の臨床評価に関連する資料および情報として、ISO（国際標準化機構）の関連規格、支援機器の実証試験-倫理審査申請の手引き（日本生活支援工学会倫理審査委員会編）、臨床研究のデザインについての関連書籍、福祉機器の臨床評価に関する研究報告書等を収集し、その内容について精査した。加えて、福祉機器開発研究に関する専門家数名に対する意見聴取を行って、整理すべき調査項目の抽出を行った。

【結果と考察】

抽出項目は以下の通りであった。(1)福祉機器種別(もしあれば製品名)、(2)福祉機器分類(ISO 9999:2011 Assistive products for persons with disability - Classification and terminology に基づく)、(3)支援機器実証試験の相分け(日本生活支援工学会による)、(4)研究仮説、(5)研究デザイン、(6)研究計画(PICO: Patients, Interventions, Controls, Outcomes)、(7)結果、(8)その他(研究の限界、今後の課題、Outcome以外の知見等)。より客観的な臨床評価とするためには、まず機器の利用目的を明確にすることが重要である。目的に応じた適切な仮説とそれを証明するためのデザイン、エンドポイントとなる主要アウトカムの設定に関する情報が、今後の開発研究者にとって特に有用であると考えられた。

県産学官連携による荷重フィードバック装置の開発 第2報

～連携事業における必要性とは～

木村 和樹^{1,2)}，櫻井 仙長³⁾，小山 武司³⁾

1)国際医療福祉大学塩谷病院 リハビリテーション室

2)国際医療福祉大学大学院 保健医療学専攻 博士課程

3)株式会社 アール・ティー・シー

キーワード: 連携事業，臨床ニーズ，企業シーズ

【目的】

近年，栃木県内では連携事業の一環として産学官連携や医工連携による現場の課題解決を起点としたモノづくりが行われている。定期開催される臨床ニーズ・企業シーズ技術交流会において県，企業，大学関連病院，大学が集まり，リハビリテーション現場での問題を提示して改善策としてモノづくりやアイデアなどの情報共有や提供を行う機会である。情報交流会で認知症や感覚障害がある免荷中の患者は，歩行時に荷重量制限が困難な場合があることを報告した。連携事業における必要性について報告する。

【方法】

平成24年2月に技術情報交流会が行われた。技術情報交流会を通して栃木県内の企業に対して上記の問題点を報告し情報交換を行なった。その後，理学療法士の意見と企業の開発力をもとに継続的に開発を行っている。

【倫理的配慮，説明と同意】

技術情報交流会の際に患者の歩行動画を使用した。患者様には使用用途の説明を十分に行い，発表に関する同意を得て実施した。

【結果】

栃木県上三川町のエレクトロニクス企業から小型圧力センサにより足底の荷重量を測定し一定の荷重量を超えると音・光・機械的振動でフィードバックすることが可能であると返答があった。第1弾の試作品の紹介；ボックスとバッテリーの総重量は142gと軽量である。荷重センサはインソールタイプである。全体重の1/3，1/2，2/3の荷重が下肢に加わった時に音の変化でフィードバックすることが可能である。荷重量の記録は無線にて記録用PCと接続可能である。本試作品の開発にあたっては公的な開発助成金を獲得し事業を進行した。現在試作品の問題点を提示しその改良を継続的に実施している。

【考察】

連携事業により，理学療法士では解決できないことを企業のアイデアや専門的な開発技術によって解決できる可能性がある。リハビリテーションの知識や臨床での経験が重要であり，モノづくりにおいては双方の情報共有が必要不可欠である。実際の臨床での使いやすさなどは企業だけでの開発では気づきにくいと考える。連携事業における必要性とは，臨床ニーズと企業シーズを共有していくことである。

回復期脳卒中後片麻痺患者に対する機能的電気刺激装置を使用した歩行練習の即時効果について

北林 麻美子¹⁾, 万治 淳史¹⁾, 竹山 篤史¹⁾, 鈴木 つかさ¹⁾, 村田 香奈恵¹⁾

1) 埼玉みさと総合リハビリテーション病院

キーワード: 脳卒中片麻痺、機能的電気刺激、歩行

【目的】

機能的電気刺激装置（以下 FES）の一つである Bioness 社 NESS L300 フットドロップ・システム（以下 L300®）の効果に関する研究では、FES 使用前後の即時効果を検証した報告は少ない。今回 6 症例に対し、FES を使用した歩行練習を行い、前後の身体機能及び歩行速度の変化について検証した。

【方法・測定】

対象は回復期リハビリテーション病棟に入院中の脳血管障害患者 6 名（脳梗塞 2 名、脳出血 4 名）。課題は L300® 使用下で 5 分間歩行を 2 回実施した。評価は課題前後で股関節、膝関節、足関節の他動及び自動関節可動域・歩行速度・歩数を計測し、比較した。統計は Wilcoxon 符号付順位和検定を使用し、有意水準は $p=0.05$ とした。歩行前後で血圧、脈拍、酸素飽和度と Borg Scale にて疲労度合いを確認した。2 回目の歩行は歩行前と同等のバイタルサインとなった後再開した。

【倫理的配慮、説明と同意】

埼玉みさと総合リハビリテーション病院倫理委員会の承認を得、対象者に書面と口頭で研究の趣旨を説明し同意を得た後実施した。

【結果】

L300® 使用下の歩行前後で他動関節可動域は股関節伸展、足関節背屈に有意に拡大した ($p<0.05$)。自動可動域、歩行速度に有意差は見られなかった。6 例中 4 例が股関節屈曲、外旋の自動可動域が 10° 以上改善した。6 例中 3 例で歩行速度が改善し、それらは使用前から足関節背屈他動関節可動域が 5° 以上に保たれていた。

【考察】

先行研究では、L300® の継続使用により歩行速度が改善するという報告がある。本研究では即時的な自動運動可動域、歩行速度の改善がないため、パフォーマンスに直結する変化は即時的にはないことが示唆された。足関節背屈他動関節可動域の改善が得られた機序として、L300® により前脛骨筋の収縮が促され相反抑制で腓腹筋の筋緊張が緩和した可能性がある。また立脚期で前脛骨筋収縮により下腿前傾と前足部への荷重が促されたことにより股関節伸展運動が得られ易くなり、股関節周囲の筋活動が高まった可能性が考えられ、股関節伸展他動可動域拡大に至った背景として挙げられる。歩行速度改善の傾向から、FES の効果が得られる患者の身体機能特性があると考えられ、今後これらを明らかにし、FES 使用下の歩行を早期から継続的に行う効果を検証していく必要がある。

キャスパー ZAFU を用いた姿勢保持と座面圧の変化の報告

楠本泰士¹⁾、松田雅弘²⁾、万治淳史³⁾、酒井弘美¹⁾、村上潤⁴⁾、松田薫⁴⁾

- 1) 東京工科大学
- 2) 植草学園大学
- 3) 埼玉みさと総合リハビリテーション病院
- 4) 株式会社 アシスト

キーワード：シーティング，座面，車椅子座位

【はじめに】

座位姿勢の保持が困難な高齢者には、①頭部が前方に傾き、腹部がつぶれる、②骨盤を過度に後方へ倒し仙骨で座る、③身体を固定して安定性を保つ、などの特徴が見られる。シーティング理論であるキャスパー・アプローチを元に、座背シートを工夫したキャスパーZAFUを開発した。キャスパーZAFUとは、普通型の車いすに取り付けるだけで、特別な調整をすることなくリラックスした姿勢がとれ、上記の特徴のある座位姿勢の方に使用可能である。今回健常者と高齢者を対象に座圧の変化と一部姿勢・ADLの変化を検討した。東京工科大学倫理審査委員会の承認を得て、被験者には研究の内容を文書にて説明し、同意を得た。

【対象と方法】

健常大学生 11 名で車椅子座位時に①座面なし、②平らなマット、③ZAFU を 30 分利用時の座圧の変化について検討した。高齢者は介護老人保健施設・特別養護老人施設に通所または入所している日常的に車椅子を使用している高齢者 3 名とした。健常成人の座圧計測の結果、座圧は座面なしでは坐骨結節周囲に座圧を含む後方に座圧が大きかったが、キャスパーZAFU 利用時は有意に前方へ移動していた。これは後方の坐骨支持のまま後方への荷重がかかっていた状態が、キャスパーZAFU によって座圧を長時間分散することが可能になったことが示唆された。高齢者での検討の結果、94 歳アルツハイマー型認知症で日常的な ADL はほぼ全介助、車椅子座位で前方への崩れが大きく、介護士からの相談が多かった。

【結果と考察】

キャスパーZAFU を利用し、テーブルの高さを調整することで食事姿勢の改善が可能となり、自力摂取が一部できるようになった。また、介護老人保健施設でも同様に姿勢変化を検討した結果、体幹は起きることで、姿勢保持がしやすくなった。直立的な座位姿勢の保持で長時間の座位が困難な場合、座面から背面をつなげ、より骨盤に適合した今回のアプローチは、長時間姿勢保持が困難になってくる高齢者の姿勢保持に有効である可能性が示唆された。しかし、まだキャスパーZAFU の適応や姿勢の変化などは検討していきたい。

脳卒中患者の歩行の疑似体験をめざし開発した振動刺激装置の可能性について

玉地 雅浩¹⁾, 上杉 繁²⁾, 矢野 俊史²⁾, 福澤 和大³⁾

- 1) 藍野大学医療保健学部
- 2) 早稲田大学理工学術院
- 3) 早稲田大学創造理工学研究科

キーワード: 脳卒中、歩行、疑似体験

【はじめに】

脳卒中患者の障害を疑似体験するための装置や道具として関節を固定する、あるいは重り負荷をかけて運動を行ないにくくする方法がある。発表者らは運動に負荷をかける方法とは異なる手法として腱への振動刺激により、膝関節・足関節において運動錯覚と反射を発生させる装置を開発した。運動機能が変わると感覚や知覚の在り方が変化する上に、その変化した情報を利用した動くことになる。つまり脳卒中患者は運動と感覚機能の連関関係が変化しており、その状態を体験するための新たな装置が必要だと考えたからである。

【対象および方法】

病院に勤務している理学・作業療法士と理学療法士養成大学の教員の各 15 名ずつを対象に開発した装置を装着して平地や斜面、凹凸のある床面を歩行してもらい、その様子を撮影した。歩行後に撮影した映像を見てもらい、歩行中にイメージしていた自己の歩く姿との相似・相違点を報告してもらった。また装置についてのアンケートに回答してもらった。脳卒中患者の歩行との類似点が非常にあると答えた人が 40%、少しあると答えた人の割合は 45%であった。他の結果は当日報告する。

【装置の説明】

本研究では、①下肢振動刺激装置と②頸部振動刺激装置の 2 種類の装置を利用する。

①下肢振動刺激装置では、体験者の下肢の一部（膝蓋腱の皮膚表面、アキレス腱の皮膚表面）に、申請者らが開発した振動装置を装着する。この振動装置は、モータの回転運動をクランク機構によって 1 軸往復運動にすることで、振動面を動かして振動刺激を与える。振動刺激を与える面の大きさは膝蓋腱用 25 [mm] × 10 [mm]、アキレス腱用は 20 [mm] × 10 [mm] 振動面の振幅は 3 [mm]、振動数は 100 [Hz] まで調整可能である。

②頸部振動刺激装置では、体験者の後頸部に、申請者らが開発した振動装置を装着する。この振動装置は、モータの回転運動を偏心錘機構によって、振動面を動かして振動刺激を与える。振動刺激を与える面の大きさは直径 40 [mm] × 長さ 65 [mm] の円筒側面である。振動数は 100 [Hz] まで調整可能である。

実験においては、各体験者、または補助者にコントローラを渡し、装置の電源はコントローラ及び制御回路に組み込まれているため、振動装置の作動は体験者が決定できるようにしている。

【倫理的配慮、説明と同意】

本研究はヘルシンキ宣言に基づき、事前に研究目的や体験内容等を明記した書面を用いて十分な説明を行った。被験者より同意を得られた場合のみ装置を装着している。

注入部の確認が可能な折りたたみ式腹臥位保持装置

排痰および胃食道逆流症の軽減目的で作成した2症例

網本さつき¹⁾、水間正澄¹⁾、真野英寿¹⁾、木下勇一²⁾、早川昌之³⁾

- 1) 昭和大学藤が丘リハビリテーション病院
- 2) 神奈川でく工房
- 3) 小望月工房

キーワード：重症心身障害 胃瘻造設 腹臥位保持装置

【はじめに、目的】

重症心身障害児者において舌根沈下による呼吸障害は、胃食道逆流症と悪循環を形成するため、呼吸の改善目的に前傾姿勢や腹臥位が適応される。また、左凸の側弯は右側臥位で逆流を起こしやすいとされている。今回2症例に対し注入部の確認が可能な腹臥位装置を制作した経過と作成前後での評価を報告する。

保護者に対し、発表の内容・趣旨を説明し同意を得ている。

【方法】

症例1：28歳6ヶ月、女性。脳性麻痺、知的障害、てんかん。左凸側弯、右股関節脱臼。GMFCS レベルV、重症心身障害児者のための機能分類（以下LFCS）レベルIV。体重22、5kg。症例2；12歳2ヶ月、男性。脳性麻痺、知的障害、視力障害、てんかん。左凸側弯、両側股関節脱臼。GMFCS レベルV、LFCS レベルIV。体重29kg。症例1は誤嚥性肺炎で入院後23歳で、症例2は気道内分泌物が増え、食後の嘔吐が頻回となり9歳で胃瘻造設している。作成前後で行った評価は、吐き気・嘔吐回数、経皮的酸素分圧と脈拍、呑気量、胃残量等である。両症例とも右外側肺底区に痰の貯留が認められる。

【結果】

作成の目的：①閉塞性呼吸障害の改善②①による胃食道逆流症の改善③唾液および気道内分泌物の誤嚥防止④排痰⑤腹臥位注入⑥症例1では呑気量の軽減と皮膚糜爛の改善、症例2では側弯の進行防止。作成の要点：①通気性への配慮②胃瘻部の圧迫への配慮③腹臥位角度調整④可変性のある頭部保持⑤注入部確認⑥側弯・股関節脱臼への対応⑦介助のしやすさ⑧衛生上の配慮⑨折りたたみ式。⑩症例2に対しては成長対応。装置は木製でベルト張りとした。症例1は、当院と福祉事務所間でやり取りを行うも、自費制作となった。症例2は、坐位保持装置としての制作が認められた。使用場所は自宅。症例1は現在4回注入のうち1回を症例2は4回注入のうち3回を腹臥位で行えている。両症例において作成後、吐き気・嘔吐回数と脈拍の減少、症例1では呑気量の減少、皮膚糜爛の治癒が見られ、症例2では修学旅行に持ってゆくことができた。

【考察】

両症例とも左凸側弯を呈し、注入時に姿勢配慮が必要なケースであった。腹臥位保持装置作成後、全身状態の安定は症例1で見られた。症例2は第2次成長期にあり、抗痙攣剤調整中で嘔吐が減るだけでは全身状態の安定は得られていない。折りたたみ式は保護者にとって、補装具受け入れの大きなポイントとなった。

成人脳性麻痺者の重度障害者用意思伝達装置“伝の心”の申請に理学療法士が果たした役割
行政機関への情報提供から導入後の継続的なサポートまで

深澤 宏昭¹⁾, 樋口 滋¹⁾

1) 相模原療育園

キーワード: 重度障害者用意志伝達装置、脳性麻痺、連携

【はじめに】

重度障害者用意思伝達装置“伝の心”（以下意思伝達装置）は、わずかな身体動作で他者に意思を伝達するためのコミュニケーション機器である。意思伝達装置の給付にあたり、リハビリテーション専門職（以下リハ専門職）は、スイッチ適合や機器の操作練習などで支援が期待されている。今回成人脳性麻痺者の担当理学療法士（以下 PT）として意思伝達装置の申請にあたり、行政機関への情報提供から導入後の継続的なサポートまでを経験したので報告する。尚今回の報告にあたり、ご本人ご家族の承諾を得ている。

【事例紹介】

30 代、男性。診断名は脳性麻痺。GMFCS レベル IV。ADL は全介助。顎コントロールでの電動車いす操作可能。コミュニケーション面は、発話はないが、周囲の会話を理解しており Yes、no での返答が可能。母親とは透明文字盤でのコミュニケーションが可能。自宅で意思伝達装置を利用している。

【事例経過】

平成 X 年から日常生活用具給付等事業により意思伝達装置が給付されており、日記と将棋などに使用していた。平成 X 年+9 年、PC が故障したため作り替えを申し出たが、ケースワーカーより対象ではないと申請を断られた。担当 PT に相談があり、意思伝達装置が適応である理由書を作成し、ケースワーカーへ情報の提供を行った。その後申請に向け動き始め、ケースワーカー、業者、担当 PT にて、デモンストレーションを実施し、意思伝達装置の適応とスイッチ適合を確認した。判定を受けるための機器操作を練習するため、1 ヶ月間レンタルをした。次月、厚生相談（訪問による直接判定）となり、コミュニケーション面、スイッチの適合を確認。次々月支給決定。導入後も継続した使用ができるようサポート中である。

【考察】

意思伝達装置の申請に向けて行政機関への情報提供から関わった。行政、業者、担当 PT の連携により役割が明確になり、給付に至った。以前の使用状況は日記と将棋が主だったが、今回のサポートによりリモコン、照明などの環境制御装置の利用、メール等も利用可能となった。リハ専門職は生活面、身体状況等を理解しており、現状の困難さと支援機器の適応の理由を明確にできる。医学的知識に加え、意思伝達装置の知識を身につけたことで、情報の提供、機器本体の設定の面でサポートの幅が広がった。

行政、業者、リハ専門職の連携、リハ専門職の意思伝達装置の知識の向上、継続したサポート体制が必要と考えられた。

