



**特別講演・特別企画**  
**(9月25日(金) A室)**

— 特別講演—

- 15:00 ~ 16:00 「今、リハビリテーション医が、工学会に期待するもの」  
講師：石田 健司 先生（高知大学医学部附属病院 中央診療施設 リハビリテーション部 准教授）
  
- 16:15 ~ 17:15 「世界初！土佐宇宙酒 と土佐の酒について」  
講師：竹村 昭彦 氏（司牡丹酒造株式会社 社長）

— 特別企画 —

- 13:00 ~ 14:45 「生活支援ロボット等の実用化に向けて  
～ 問題点整理, 解決策提案, 未来への展望 ～」  
ディレクター：藤江 正克 先生（早稲田大学教授）  
基礎研究：文部科学省  
応用開発：木下 裕絵 先生（経済産業省）  
情報共有：小野 栄一 先生（厚生労働省）

## 今、リハビリテーション医が、工学会に期待するもの

石田健司 (高知大学医学部附属病院リハビリテーション部)

Kenji ISHIDA :

Kochi University, Kochi Medical Scholl Rehabilitation Center

Key Words: Rehabilitation, Disuse Syndrome, Locomotive Syndrome

廃用症候群 (Disuse syndrome) は、日常生活において2次的な身体の活動低下により引き起こされる身体および精神機能の総称である。予防が重要であるが、その予防法は単調で、効果が実感できないことから継続が難しく、現実には運動器の廃用に陥っている症例は多い。2001年 第7回社会保障審議会介護保険部会、資料<sup>1)</sup>によれば、75歳以上の寝たきり・介護の主な原因は、脳血管障害 21.1%が第1であるが、転倒・骨折 13.6%、骨関節疾患 10.6%の両者を合わせた運動器疾患は、脳血管障害を越えた頻度である。すなわち寝たきりや介護が必要となった人の4人に一人が、運動器疾患が原因ということになる。

廃用性筋萎縮の介入手技として、リハ医が適応を選択・決定(処方)しなければならない点は、1)筋収縮の様式(等張性、等尺性、等速性) 2)筋長の変化様式(求心性、静止性、遠心性) 3)関節運動連鎖の様式(開放運動、閉鎖運動)であり、強化されるべき筋の特異性を考慮し、筋力強化訓練法は選択され、さらに訓練強度や回数・期間が決められる。

等張性訓練は、DeLorme<sup>2・3)</sup>は、1945・1948年に廃用性筋萎縮に対して「漸増抵抗運動」による等張性運動効果について論じ、HettingerとMuller<sup>4)</sup>によって等尺性訓練法が報告された。またThistle<sup>5)</sup>らは、等速性訓練は、等張性・等尺性訓練に比べ、一定期間に最大筋力が得られることを示した。現在はいかなる方法を用いても、最終的な筋力増強効果は同じとされるが、Knapik<sup>6)</sup>らは等尺性訓練には角度特異性が見られ、等尺性訓練では、速度のPerformanceは向上しないことを報告した。

筋力増強が、最終的には、種々の日常生活のPerformanceの向上に結びつくよう、筋力訓練法の適応・処方を考慮しなければならない。

事実、今日介護予防や地域支援事業として、地域での廃用予防や廃用の改善の取り組みが広く行なわれている。また日本整形外科学会を中心に、下肢機能に注目した運動器不安定症 (Musculoskeletal Ambulation Disability

Symptom Complex)<sup>7)</sup>や運動器全般の機能障害を意味する「ロコモティブシンドローム Locomotive Syndrome (運動器症候群)」<sup>8)</sup>という要介護リスクの高い状態を表す概念が提唱されている。

これまで高齢者の廃用を含んだ運動能力の低下は、不可逆的なものと捉えられてきたが、今日種々の科学的根拠に基づき、廃用症候群は改善可能であることが知られてきた。

今回、廃用症候群のうち、運動器疾患における廃用性筋萎縮に対する種々の治療介入の手技や介入成果について報告し、工学的手法が導入されると有効と思われるものについて考察する。

### 文献

- 1) <http://www.mhlw.go.jp/shingi/2003/12/s1222-4d6.html>
- 2) DeLorme TL:Restoration of muscle power by heavy-resistance exercises. J Bone Joint Surg. 27 645-667 1945
- 3) DeLorme TL:Technics of progressive resistance. Arch. Phys. Med. Rehabil. 29 263-273 1948
- 4) Muller EA:Influence of training and of inactivity on muscle strength, Arch Phys Med Rehabil 51: 449-462 1970
- 5) Thistle HG et al:Isokinetic contraction:A new concept of resistive exercise. Arch Phys Med Rehabil 48 279-282 1967
- 6) Knapik LL et al:Angular specificity and test mode specificity of isometric and isokinetic strength training, J Orthop Phys Ther 5:58-65, 1983
- 7) 運動器不安定症(社)日本整形外科学会 広報室ニュース編集委員会 2-9 日整会広報室ニュース 72~75号
- 8) 中村耕三 (巻頭言) ロコモティブシンドローム(運動器症候群)ー超高齢社会における健康寿命と運動器ー 日整会誌 83: 1-2 2009

**「世界初！土佐宇宙酒と土佐の酒について」 司牡丹酒造(株) 社長 竹村昭彦**

**<1> 「土佐宇宙酒」・・・最も土佐らしい、世界初のロマンあふれる日本酒！**

①誕生にいたるまで・・・2002年から3年がかりで不可能と思われた夢を実現！

②酵母を搭載したロケット打ち上げ・・・2005年10月1日

③初年度発売解禁・・・2006年4月1日

④2年目からの試練・・・解禁日3月21日

⑤2009年4年目・・・米も宇宙米、宇宙純米吟醸酒と宇宙純米酒

**<2> 土佐の酒・・・18蔵元**

①土佐酒の自慢ポイント・・・高品質・元祖淡麗辛口・土佐人が支持・酒国土佐

②土佐酒の個性・・・「建依別」の時代より・骨太淡麗辛口男酒・ナチュラルな木綿の風合

③土佐の食と土佐酒・・・「土佐の食と土佐酒・旬の一覧表」

# 生活支援ロボットの実用化に向けた取組について

是永 基樹（経済産業省産業機械課）

Dr. Motoki Korenga, Ministry of Economy, Trade and Industry

## 1. 生活支援分野へのロボット技術の適応ニーズの高まり

現在、我が国は中長期的に続くであろう、総人口・労働力人口の減少と高齢化の進展、要介護者等の増加といった社会構造の変革を迎えつつある。このような状況下で、産業労働力の不足に加えて、家庭での家事や介護等の労働力の不足が懸念されており、ロボット技術による課題解決への期待が高まっている。厚生労働省「安心と希望の介護ビジョン」（2008年11月）によれば、介護現場では2025年までに現在の約2倍の介護人材が必要とされている。

経済産業省では、「ロボット産業政策研究会」（委員長：三浦宏文 前工学院大学学長）において、近い将来の実用化に向けた技術開発・事業開発、安全確保、社会ルールの整理・策定のための取組等について検討し、2009年3月に報告書を取りまとめた。報告書では、サービス分野のロボットを「人との接触度」、「自律性」、「使用シーンにおける人や場所の不特定度合」の観点から以下の6タイプに分類した。

- ・コミュニケーション型
- ・移動作業型（操縦が中心）
- ・移動作業型（自律が中心）
- ・人間装着（密着）型
- ・搭乗型
- ・汎用型（ヒューマノイド）

汎用型（ヒューマノイド）は実用面では基礎的な研究要素が多く、実用化は10年以上先と考えられること、また、コミュニケーション型はロボット玩具等として導入されつつあることから、近い将来の実用化に向けて早急に政策的検討を行うべきは、移動作業型（操縦が中心）から搭乗型までの有望4タイプとした。

## 2. 生活支援ロボットの実用化を目指したプロジェクトの概要

介護・移動支援等の生活支援でのロボットの活用にあたっては、人との接触度が高くなること、また不特定多数の人が接触しうることから、一層の安全確保が必須である。しかし、対人安全の技術や基準・ルールが未整備であるため、民間企業単独の取組では開発リスクが高く、本格的な普及が望めない。

例えば、高齢者の健康な生活を維持するため、身体機能を支援する装着型ロボットや、人を乗せて移動する搭乗型ロボットは、一部で実用化が始まっているものの、誤動作の防止や安全停止等、身体に接するロボット技術としての安全性はいまだ確立されていない。

こうした背景を踏まえ、経済産業省/NEDOでは、2009年度から5年間の「生活支援ロボット実用化プロジェクト」（初年度16億円）を開始した。上記有望4タイプのロボットを対象とし、安全試験データの取得・蓄積・分析により、対人安全の技術や基準・検証手法の確立を民間団体であるロボットビジネス推進協議会と連携して行う。

国際標準化も目指す（図1）。

また、このプロジェクトにおいてのみならず介護・福祉分野等で待ち望まれているロボットの実用化に不可欠な安全性の確立を効果的に実施するため、産業技術総合研究所（つくば市）に「生活支援ロボット安全研究拠点」（2009年度補正7億円）を整備中であり、生活支援ロボットの対人安全性確保のための研究者・試験装置・情報を集約する（図2）。

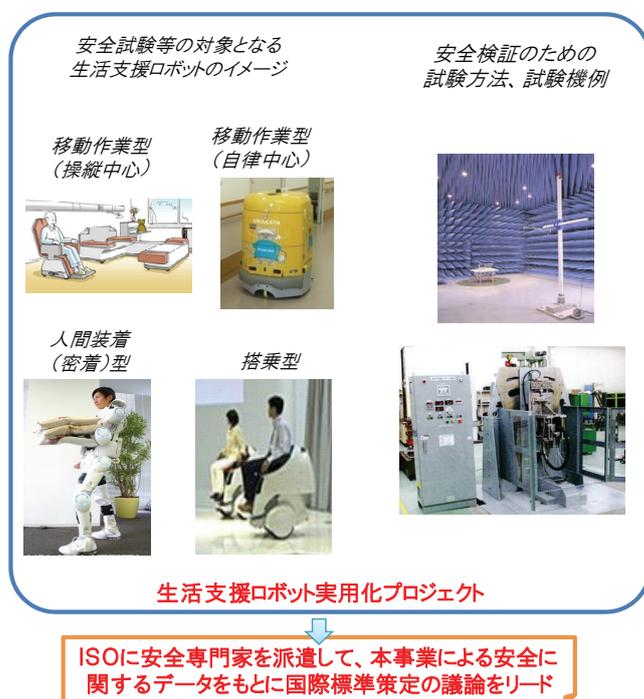


図1. 生活支援ロボット実用化プロジェクトの事業イメージ

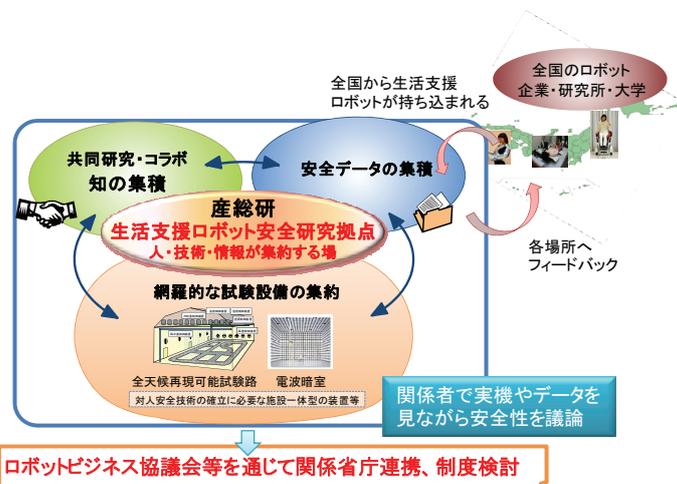


図2. 「生活支援ロボット安全研究拠点」と全国ロボット研究機関との連携イメージ



## 障害者の自立支援機器開発促進に関する私案

### Idea on Promotion of Research and Development for Assistive Technology

厚生労働省 社会・援護局 障害保健福祉部 企画課 自立支援振興室 福祉工学専門官 小野栄一

Eiichi Ono, Ministry of Health, Labour and Welfare

Key Words: Assistive Technology, Handicap, Cooperation



#### 1. はじめに

##### 1-1 福祉工学専門官とは

2008年10月1日より厚生労働省の自立支援振興室に福祉工学専門官という新しいポストができ、その初代福祉工学専門官として、産業技術総合研究所より転籍出向しました。産業技術総合研究所(経済産業省下)からは厚生労働省本省への初めての人事異動と思います。

自立支援振興室は「障害者の地域生活支援を図るための各種事業の実施、障害者への情報提供の利用、障害者の保健福祉に関する国際協力、障害者スポーツ、補装具・福祉機器、身体障害者補助犬法等に関すること」を分掌事務としており、約20名で構成しています。

私は、自立支援振興室の仕事をより推し進めるために呼ばれました。障害者に喜ばれる適切な補装具・福祉機器等を適切な状態で供給されるようにすることが、1つの大きな役割です。そのためには、①ユーザ側の人とモノづくり側の人との間をつなぐパイプを太くするための礎(いしずえ)を築くための支援、②喜ばれる補装具・福祉機器ができる支援、③適切に必要な人に必要な機器を供給できる体制作りの支援などが重要と思います。

##### 1-2 自立支援振興室

自立支援振興室は「障害者の地域生活支援を図るための各種事業の実施、障害者への情報提供の利用、障害者の保健福祉に関する国際協力、障害者スポーツ、補装具・福祉機器、身体障害者補助犬法等に関すること」を分掌事務としており、約20名で構成しています。



Fig.1 厚生労働省の組織 (内部部局)

#### 2. 当たり前を知る

私は福祉工学シンポジウム2007(つくば市、産業技術総合研究所にて開催)<sup>(1)</sup>の実行委員長を仰せつかり、実行委員として福祉機器のユーザの立場にある多数の方々、医療福祉介護専門職の方々(理学療法士、作業療法士、社会福祉士、介護福祉士、リハエンジニアなど)、工学系も本分野に関し日本機械学会会員に限らず情熱を持って取り組んでいただいているの方々、様々な立場、職種、研究分野の方々にご協力いただきました。約35名の実行委員の中、日本機械学会の会員は5名ほどでした。

その第1回の委員会で、メインテーマを検討した際に、様々なご意見が出ました。Fig.2は、その議論をしているときのホワイトボードを示します。それらをまとめると、「お互いに相手の当たり前を知ること」が極めて大事であるという結論にいたりしました。モノ作り側(研究者や開発者)には当たり前のことが、障害を持っている人に当たり前でなく、またその逆もあり、さらに、ある障害の方々には当たり前のことが、他の障害の方々には当たり前でないこともあり、お互いにそれぞれの当たり前のことを知ることによって様々な事柄の解決につながりやすくなるということがわかりました。

そこで、メインテーマ「当たり前のことを知る」で、啓蒙・啓発、課題・問題提起、解決案提示をするような企画を行うこととなり、研究発表・展示の場にユーザや医療介護福祉専門職に入ってアドバイスやご意見していただいたり、講師としてお話いただいたり、60名を超える方々にボランティアしていただきました。その方々のご協力に本当に感謝しています。その際に、参加された工学系の方々から研究の方向に関し、適切な意見が聞けて良かった、ますますしっかりやろうと刺激を受けたなどと感謝の言葉をかけて下さった先生方がおりました。ユーザの方々も少しでも技術が役に立つようにとの熱意でご協力して下さった成果の一部と思います。

それ以来、「当たり前のことを知る」は、私の活動方針の大きな柱になっています。

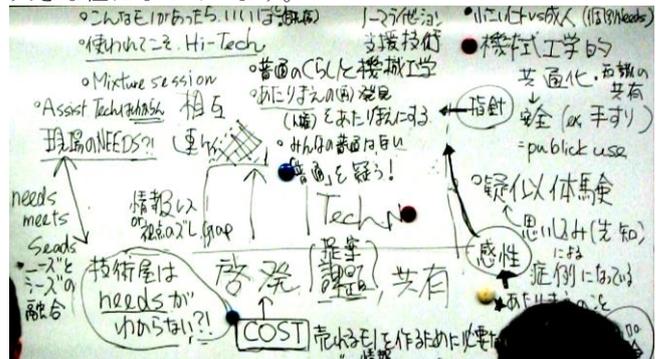


Fig.2 第1回目の委員会で議論中のホワイトボード

### 3. 障害者の自立支援機器開発促進に関する私案

#### 3-1 情報が集まりにくく、技術者まで伝わりにくい現実

私は、目の前に困っている課題があると聞いたとき、たまたまその課題を解決できると思われる研究者を知っている場合や解決できる技術があることを知っている場合、それらの情報をお互いに知り合えれば、少しでも役立つ支援機器、支援技術がより早くできるだろうと思ひ、機会あるごとに関係者に情報提供をしてきました。また学会などを通じ情報発信に協力してきました<sup>(2)</sup>。厚生労働省に異動する直前には、個人レベルでのつながりだけでは、なかなか適切な情報が伝わりにくいため、団体や学協会レベルでの情報交流ができないかとワークショップ<sup>(3)</sup>(SICE2008 併設)を開催しました。

厚生労働省に異動後、それまで知らなかった多くの障害者団体やその関連の協会が実に多くあることや、支援機器の開発について多くの方々が努力しているにも関わらず期待するようには、なかなか進んでいない部分があることを改めて強く認識しました。

工学関係者とユーザ側とが情報共有する場の必要性を益々感じるとともに、このような集まりや福祉機器の展示会に参加が困難な障害者を持っている方々の声を研究や開発する方々に聞いてほしいという声を複数聞きました。

今まで多くの医療福祉介護関係者の方々や障害をお持ちの方々から教えていただいたことや要望を反映し、さらにはより良い福祉行政、安心して働け、住める社会にするための1つとして、ニーズとシーズに関する適切な情報共有を支援することが大事だと思います。その手法として、「当たり前のことを知る」ための様々な試みが考えられます。

上記に関する試みとして、①研究開発時にユーザとの関わりを促進する仕組み、②ユーザ側とモノづくり側の要望や技術に関する情報発信・通信の仕組み、③支援機器の将来像とそれを実現するためのロードマップ(予定計画表)の作成と周知、などが考えられます。モノづくりの観点から考えると当たり前のことと思いますが、それらが必ずしも十分に実現できていません

#### 3-2 研究開発時にユーザとの関わりを促進する仕組み

研究開発予算を補助するだけでなく、その成果(次のモノづくりや社会貢献につながる成果)を広く知らせることが重要だと思います。また研究開発時にユーザ側やユーザの障害などを良く知る医療福祉介護専門職などに関わってもらえる仕組みがあると良いと思います。

具体的には補助をする際に、ユーザや専門職らとの交流を促進するような枠組みや、研究開発者らへの情報提供がしやすくなるような枠組みを考えられます。

#### 3-3 ユーザ側とモノづくり側の情報交流の仕組み

モノづくりに必要な情報は、単に障害に関する情報や困っている課題だけではありません。詳細に具体的な情報があれば、適切な設計ができません。要望がある、困っていると聞いて、研究者が使えると思ったものを作って、要望した人に見せたら使えないと言われたというような話はよく聞きます。さらにAさんのために作っているのであれば、Aさんが満足するように作れば問題ありません。しかし、Bさんにも満足してもらえようとなると、複数の方々が使える配慮も必要となります。

要望がそのままニーズとは限りません。1999年に開催した日本ロボット学会の特別セッションに寄稿していただいた様々な分野の方々の記事には、「障害だけを知っても、喜ばれる支援機器にならない」例が多々でてきます<sup>(4)</sup>。医療福祉介護専門職らが関わることで、真のニーズが何である

かがモノづくり側に伝わりやすくなります。問題解決の技術は、複数ありますが、適切な技術、手法を選ぶことが、喜ばれる支援機器につながると思います。現在、第一歩となる仕組みを構築中です。Fig.3はその私案の1つです。

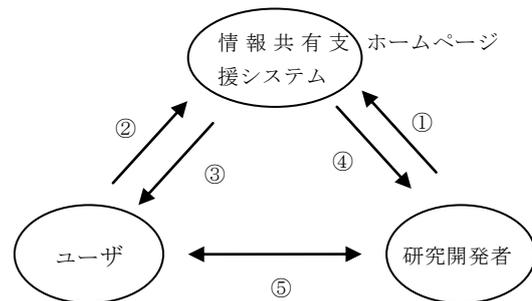


Fig.3 ユーザ側とモノづくり側のメール・ホームページを介した情報交流

#### 3-4 支援機器のロードマップ(予定計画表)の作成と周知

長い目で見たとときに、障害者支援はどうあるべきかということが、多くの方々にご理解いただければ、それにしたがって着々と準備を進めていけばよいのですが、その道しるべとなるロードマップが支援機器の領域ではあまり明確になっていません。社会状況や科学技術の変化に伴って軌道修正や見直しはあるにせよ、道しるべがないのでは、目の前の対応や、行き当たりばったりで、先につながらない可能性があります。どんなに優れた技術でも活用できなければもったいないです。またロードマップに足りないものがあれば、気がついた人がコメントすることで、よりよいロードマップになると思います。ロードマップ作成には、様々な方々の協力が必要なので情報共有の一環ともなると思います。

#### 4. おわりに

支援機器に関する研究の技術を議論する場合は、学会を通じ、様々な場があります。しかし、研究や技術が良い新しいという観点で無く、目指している目的を果たすため、研究が活かされる形になるために、ユーザ側と議論できる場や、適切なアドバイスができる方々と知り合う場は少ないです。福祉工学シンポジウムが、その場を提供する1つとしてさらに発展することを期待します。

喜ばれる支援機器ができるには、ユーザの後押しや多くの方々のご協力が必要です。私の書いた私案も多くの皆様のご支援やご協力が無いと先に進みません。他にもすべき点が多々あると思います。抜けている点やアドバイスなどご教示いただければ有難いです。協力して本分野に熱意ある皆様の成果が世に出ることを期待します。

#### 参考文献

- (1) 福祉工学シンポジウム2007予稿集, 2007.  
<http://www.assistive2007.org/>
- (2) SICE、SI部門福祉工学部会のWEB  
<http://www.sice.or.jp/~si-ae/>
- (3) 「SICEライフサイエンス(生命、健康、医療、福祉)の現状と連携推進を探る」, 2008.  
<http://www.sice.or.jp/sice2008/fukushi/index.html>
- (4) 日本ロボット学会特別セッション「福祉の現場の声とロボット技術—誰もが生きやすい社会を支えるために—」別冊資料, 1999.  
目次 <http://staff.aist.go.jp/e.ono/session9999.htm>

**オーガナイズドセッション・一般セッション**  
**講演要旨**

**D室 24日(木) 13:00~14:30 : 生活支援**

座長：尾関 和秀（茨城大学），杉山 真樹（独立行政法人森林総合研究所）

**IDI-1<sub>(002)</sub> 食品容器を目的とした光触媒 / DLC 膜の消臭性評価**

○尾関 和秀<sup>\*1</sup>，大石 信洋<sup>\*1</sup>，宮沢 真吾<sup>\*1</sup>，平栗 健二<sup>\*2</sup>，増澤 徹<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup>茨城大学，<sup>\*2</sup>東京電機大学

飲料水・食品プラスチック容器の材料として、ポリエチレンテレフタレート(PET)、ポリプロピレン(PP)、ポリエチレン(PE)、シリコン等が使用されている。これらの材料は成形性・柔軟性に優れ、かつ安価であるため、様々な容器に使用されている。しかし、炭酸ガスの透過や酸素ガス透過による食品の酸化が問題となっていた。近年、ガスバリア性に優れたダイヤモンドライクカーボン(DLC)が注目され、PETボトルに一部応用されるようになり、飲料水の酸化防止に効果を上げている。他方、食品プラスチック容器では、傷つき易く、食品の臭いを吸着しやすいなどの問題があるが、以前として解決には至っていない。そこで、本研究では、耐摩耗性及びガスバリア性に優れたDLC膜をCVD法によりコーティングし、更に積極的に有機物分解が可能な光触媒をコーティングするためにPVD法を用いることで、防臭・消臭・耐摩耗性に優れたDLC/光触媒複合膜の作製を試みたので、その有効性の評価に関して報告する。

**IDI-2<sub>(003)</sub> 自立継続に必要とされる共用品や福祉用具を含めた生活用製品のあり方に関する研究**

○徳田 哲男，鳶末 憲子，國澤 尚子

埼玉県立大学

シルバー人材センター登録者を対象に、許諾を得られた登録者に郵送アンケート調査を実施した(08年9月)。この中から、本報告では日常生活用製品から福祉用具に至る広範な製品について、利用者側が持つ製品イメージや福祉用具に期待される要件などを把握することで、高齢者の自立継続に必要とされる良好な製品連鎖のあり方について検討した。有効回答者数は146名(女性：84名、男性：62名)、年齢は70.8±5.4歳(60~90歳)であった。流通・社会環境領域(規格化など6項目)は日常生活用製品が、機器性能領域(使いやすさなど6項目)や使用者特性領域(習熟不要など6項目)では共用品のイメージが、それぞれ比較的高く評価されていた。これに対して、福祉用具のイメージは全般的に低く、使用効果領域(QOL向上など6項目)においても共用品や日常生活用製品との差は認められなかった。一方、福祉用具が備えるべき条件の設問(各領域とも2項目ずつ追加で全32項目)では、各領域とも「大切である~非常に大切である」の範囲をとり、とりわけ、介護負担の軽減や介護事故の防止に関する期待の大きさがうかがえた。また、本調査対象者の自立度は比較的高かったものの、福祉用具の使用経験と自立度の間には対応関係が成立しており、生活用製品の制限が自立継続の断念に繋がる可能性も指摘される。

**IDI-3<sub>(099)</sub> 知的障害特別支援学校児童・生徒の日常生活における福祉用具の利用実態**

○八藤後 忠夫<sup>\*1</sup>，杉山 真樹<sup>\*2</sup>，松井 宏昭<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup>文教大学教育学部，<sup>\*2</sup>独)森林総合研究所木材改質研究領域

埼玉県立知的障害特別支援学校を対象に、対象標本264人の保護者から表題に関する回答を得た結果、以下のような傾向と知見が得られた。1)福祉用具(品目)の利用頻度は概して低く示された。しかし、調理支援領域、洗濯・掃除支援領域、その他の環境刺激調整支援領域において高い利用傾向が確認された。2)また、利用の頻度にかかわらずそれらの必要(有効)性の高さに関して、1)の品目以外に「火災報知器」「工夫されたカレンダー」「時間と時刻の学習教材」「コミュニケーション教材」「様々な作業マニュアル」等、日常生活全体における10品目が示された。3)「福祉用具の有効度」への影響要因の解析により、a/児童・生徒にとって学校生活以上に「調理・洗濯・片づけ」といった家庭内での日常に関する有効性が示唆された。b/「シンプルな電子レンジ」と「シンプルな電気掃除機」の有効性は、障害がありつつも成長とともに家庭内における衣食住の自立を目指す傾向を窺わせる。

**IDI-4<sub>(005)</sub> 知的障害、発達障害者の家族が木材に対して持つ印象**

○杉山 真樹<sup>\*1</sup>，片岡 厚<sup>\*1</sup>，松井 宏昭<sup>\*1</sup>，八藤後 忠夫<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup>独立行政法人森林総合研究所木材改質研究領域，<sup>\*2</sup>文教大学教育学部

近年、福祉用具とりわけ高齢者を対象とした製品には、木材を利用したものが数多く見られるようになった。一方、障害者のための木製福祉用具は、家族から高い関心が寄せられているにもかかわらず、未だ種類も数も少ない。そこで本研究では、知的障害者、発達障害者の家族が、福祉用具の材料として木材に求める因子を明らかにすることを目的に、SD(Semantic Differential)法により評価を行った。千葉県A市及びB市において、知的障害者および発達障害者の家族を

対象に、自記式質問紙法による調査を郵送で実施し、木材に対して抱いている一般的なイメージと、具体的に「食事するテーブルやイス」、「廊下や階段の手すり」および「寝室のベッド」に木材を使った場合の木材のイメージについて、形容詞対 50 組を用い 5 段階の順序尺度により回答を得た。得られた 258 人の回答を得点化し、それぞれの場合について因子分析を行った。障害者の家族から見た木材の一般的なイメージに関しては、「性能」「印象」「質感」「表面」「物性」の 5 因子構造が、具体的に用具を想定した場合には「物性」因子を除いた 4 因子構造が見いだされた。いずれの場合も性能因子の寄与率が最も高く、福祉用具にとって製品性能が第一義であり、次にデザインや印象が重視されることが明らかになった。手すりの場合のみ、印象因子よりも表面因子の寄与率が大きいことから、用具の種類・用途によっては表面性が重視されることが示唆された。木材の一般的なイメージに関する 5 つの下位尺度について一元配置分散分析を行った結果、障害種の違いによる有意な差は認められなかったが、障害者の年齢の違いにより、表面因子についてのみ有意な差が認められた。このことから、障害者の家族にとっての木材のイメージは、障害者の年齢による違いが小さく、障害種の影響を受けないことが明らかになった。

### 1D1-5<sub>(103)</sub> 医療・福祉施設における園芸活動共有に関する研究

○林 典生

南九州大学環境園芸学部

演者は学生と一緒に医療・福祉施設の利用者向けの園芸活動を実施している。しかし、園芸活動を開始したのは良いが、学生や職員の担当者変更や障害者自立支援法などの制度変更で、利用者の方々には喜ばれているものの、活動継続をするのに困難が伴う事例が存在する。本発表は園芸活動を媒介にして利用者がよりよい生活を送るために一つの重要な視点として、利用者の日常生活を支援している職員との情報共有であると仮定し、昨年度に旧制度から新制度へ移行準備し、対象となる利用者が変更した知的障害者授産施設を事例にして、利用者中心の視点に立ちながら、学生や職員とが園芸活動で協働していく中で情報共有のあり方について検討した。手法として、利用者・施設職員および学生の行動観察およびインタビューに基づき、フィールドノーツを作成しながら、園芸活動を全く知らない利用者の家族や施設職員でも情報共有できる方法や様式を検討した。その結果、新制度に移行し、利用者が変更した中で学生や施設職員が利用者に喜んでもらうために園芸活動の内容をどう改善していくのかを明確になるとともに、改善した園芸活動内容について利用者の家族や施設職員についてわかりやすくするために、活動記録および絵入りの手順書作成を通じて、情報共有の方法を提案することができた。

### 1D1-6<sub>(032)</sub> 占有領域の異なるエージェントを用いた避難行動シミュレーション

○山口 直人\*<sup>1</sup>, 谷 賢太郎\*<sup>1</sup>, 小西 孝史\*<sup>2</sup>, 前田 義信\*<sup>1</sup>

\*<sup>1</sup>新潟大学大学院自然科学研究科, \*<sup>2</sup>富山短期大学経営情報学科

大規模な災害が発生した際、被害が拡大する要因として建築物の損壊・火災等の一次的被害の他に、群集が冷静さを失いパニック状態に陥り行動することで発生する経路の閉鎖や圧死などの二次的被害がある。また、群集が一度パニック状態に陥ると円滑な避難行動を行うことが困難となり、小規模な災害でも被害が拡大し、多数の被害者を出す可能性がある。今日では、ユニバーサルデザインの概念が広く浸透し多くの建築物で車椅子が利用し易くなり、車椅子利用者の活躍の場が広がっている。それに伴い、車椅子利用者がデパートやショッピングモール等で災害に遭遇する確率も高まっている。よって、群集内に車椅子利用者が存在する場合、車椅子と歩行者の有するスペースの違いや速度の違いが避難行動にどのような変化をもたらすのかを調べることは重要である。本研究では、災害時のヒトの行動特性を考慮したマルチエージェントシステム (MAS) を用いて、歩行者 (歩目 1 個分) と車椅子利用者 (歩目 4 個分) からなる群集が多数の歩目で構成された空間内で出口に向かう行動をモデル化し、群集内に車椅子利用者が存在する場合、全員の避難行動にどのような影響を及ぼすかを検討した。

## D 室 24 日 (木) 14:45~16:15 : 介護支援

座長：手嶋 教之 (立命館大学), 河合 俊宏 (埼玉県総合リハビリテーションセンター)

### 1D2-1<sub>(086)</sub> 居住環境の快適性からみた高齢者向けマンションの評価に関する検討

○松田 嘉代子\*<sup>1</sup>, 岡本 健志\*<sup>2</sup>, 西田 隆一\*<sup>3</sup>, 山本 晃嘉\*<sup>4</sup>, 阪田 将揮\*<sup>5</sup>, 久米 雅\*<sup>6</sup>, 芳田 哲也\*<sup>4</sup>

\*<sup>1</sup>有限会社春日不動産鑑定事務所, \*<sup>2</sup>株式会社 IAO 竹田設計, \*<sup>3</sup>株式会社和光製作所,

\*<sup>4</sup>株式会社シティエステート, \*<sup>5</sup>京都工芸繊維大学大学院, \*<sup>6</sup>京都文教短期大学

1. はじめに 介護者の動作解析データに基づき設計した浴室形態が利用者の居住環境の快適性に寄与する程度について検討した。2. 方法 まず、介護者の行動を阻害する障害物を設けず介助行動を制限することのない実験スペース内外における入浴介護動作に関してデータを収集・分析し、介護者が要介護者の入浴介助を行うための浴室の最適規模を査定した。つぎに浴室に設置する浴槽に要介護者の快適性を追求した工夫を施し、浴室及び浴槽を統一的に規格することにより、介護者に加えて要介護者にとっても快適性を最大限に充足することのできる浴室を想定した。さらに「快適性」を向上させる要因である「安全性」「保健性」「利便性」の観点から浴室を検討し、高齢者向けマンションの浴室に着目した利用者の居住環境の快適性に関する評価を行った。3. 結果 入浴介護動作の分析から、浴室の広さや浴槽の大きさ、型、および浴室内における浴槽の配置等、入浴介助を行うための最適規模について一定の基準を提示することができた。また介護者および要介護者の双方について、入浴動作時の「快適性」を向上させる要因について検討した結果、提示された一定の基準を満たした浴室・浴槽では家庭内事故率は低下し（安全性）、空調面、衛生面等で優位であり（保険性）、介助行動を制限することがなく（利便性）、介護者の疲労度を軽減できる可能性が示された。以上を総合的に勘案して、一定の基準を満たした浴室は利用者の居住環境の快適性に大きく寄与していると判断した。4. 考察 今回は最適規模の浴室及び浴槽の設置による利用者の快適性の良化に基づく価値の増価について、その方向性を示唆するのみとなった。今後は脱衣室、トイレ等の各設備との動線を考慮した規模・配置等に基づくマンションの価値優位性をデータ分析し、高齢者に対してより快適な居住環境を提供するための一助となる研究を推進すべきである。

### 1D2-2<sub>(122)</sub> 介護者の動作解析からみた高齢者向けマンションの浴室面積に関する検討

○岡本 健志\*<sup>1</sup>, 山本 晃嘉\*<sup>2</sup>, 久米 雅\*<sup>3</sup>, 阪田 将揮\*<sup>4</sup>, 芳田 哲也\*<sup>4</sup>

\*<sup>1</sup>株式会社 IAO 竹田設計, \*<sup>2</sup>株式会社シティ・エステート, \*<sup>3</sup>京都文教短期大学,  
\*<sup>4</sup>京都工芸繊維大学大学院

(1) はじめに：一般に、高齢者を対象とした住戸内や住棟内の水まわりは、きめ細やかな設計が求められる部分であり、特に浴室は住まいの快適性を左右する要素のひとつである。本研究では車椅子利用者の個別入浴について介護者の作業動作を解析し、高齢者向けマンションにおける快適な浴室の広さについて検討した。(2) 調査方法：浴室としては横 1.8m×縦 2.5m のスペースを実験室に設定し、その中に 1.8m×1.8m の洗い場と、その奥に約 1.6m×0.7m の浴槽（湯無し）を設置した。入浴介護動作の調査では、介護者（6名）が要介護者（体重約 50kg）を個別入浴させる作業を対象とし、一人介助と二人介助について 3次元動作解析システムを用いて身体各部位の移動量を算出した。(3) 結果：入浴介助作業における介護者の腰部移動距離は二人介助に比較して一人介助が長い傾向が認められたが、二人介助による腰部の移動面積は一人介助よりも広がった。また、一人および二人介助に共通して介護者が浴槽の横方向に移動して介助を行う動作が認められ、浴室の洗い場（1.8m×1.8m）から介護者の腰部がはみ出る傾向が見られた。(4) 考察：一人介助と二人介助による入浴介助の動作解析から、横幅 1.6m の浴槽を横 1.8m×縦 2.5m の浴室に設置すると介護者の腰部が浴室内に収まらないため、十分な入浴介助が不可能となる可能性が示された。したがって、横幅 1.6m の浴槽を浴室に設置する場合は横 2.0m×縦 2.0m 以上の浴室面積が快適な介助を実施するために必要と考えられる。この浴室（横 2.0m×縦 2.0m）は一般の住戸内よりも住棟内における共用の個別浴室に近い広いサイズである。また入浴行為は脱衣室から始まり入浴後、脱衣室で終わる一連の行為と考えられるので、脱衣室と浴室および浴槽を含めた入浴ゾーンの適正規模とその合理的な空間配分によるコンパクト化が今後の課題と思われる。

### 1D2-3<sub>(130)</sub> 介護者の動作解析から見た介護区分利用者の浴室（ユニットバス）・浴槽設計に関する検討

○西田 隆一\*<sup>1</sup>, 山本 晃嘉\*<sup>2</sup>, 松山 稔\*<sup>2</sup>, 阪田 将揮\*<sup>3</sup>, 芳田 哲也\*<sup>3</sup>, 久米 雅\*<sup>4</sup>

\*<sup>1</sup>株式会社和光製作所, \*<sup>2</sup>株式会社シティ・エステート, \*<sup>3</sup>京都工芸繊維大学大学院,  
\*<sup>4</sup>京都文教短期大学

1.はじめに 現代の新築住宅着工に占める浴室へのユニットバスの採用率は 85%以上になる。近年、高齢者の機能低下に合わせて段階的に入浴を容易に行える（ユニットバスとしての）浴室空間の設計が高齢者向け住居に不可欠であり、そのためには入浴介護動作に関する具体的な実験データが必要と考えられる。本研究では介護者の身体的負担を軽減しながらかつ入浴時における要介護者の居住性を高める事ができる浴槽ならびに浴室空間について、介護者の入浴介護動作の解析から検討した。2. 方法 浴室は横 1.8m×縦 2.6m のスペースを実験室内に設定し、その中に 1.6m×0.8m の浴槽（湯無し）とその手前に 1.8m×1.8m の洗い場に見立てたスペースを設けた。入浴介護動作の調査は、車椅子を用いて介護者（6名）が要介護者（体重 50kg）を個別入浴させる作業を対象とし、左側方麻痺を想定した半介助（一人介助）と全介助（二人介助）について、3次元動作解析システムを用いて身体各部位の動きを測定した。さらに3次元画像解析ソフト image を用いて各部位の軌跡長と移動面積を算出した。3. 結果 一人介助および二人介助に共通して、浴槽内に要介護者を入浴させる際に、介護者が浴槽の横方向から要介護者の背面に移動して要介護者の上半身を支持する介助動作が認められた。また入浴介護作業時には浴槽の右側に介護者の腰部が実験スペースからはみ出る傾向がみられ、そのはみ出し面積が多いもので 0.148 m<sup>2</sup>となった。4. 考察 本研究の結果から、入浴介護動作を円滑に行うた

めには浴槽の短辺側より最低 40 cm以上の空間が必要と考えられる。また、浴槽内での身体の滑り込みを防ぐために浴槽内寸は 0.95~1.05mが良いとされているので、浴槽内寸 1.0m程度の浴槽の浴室内配置を考慮すると、比較的狭い浴室であっても介護者の負担を軽減できる可能性が示唆された。

#### 1D2-4<sub>(037)</sub> 心拍数と疲労自覚症状からみた入浴介護動作における介護者の生体負担

○西口 初江\*<sup>1</sup>, 若山 雅文\*<sup>1</sup>, 中林 哲郎\*<sup>1</sup>, 阪田 将揮\*<sup>1</sup>, 久米 雅\*<sup>2</sup>, 芳田 哲也\*<sup>1</sup>

\*<sup>1</sup>京都工芸繊維大学大学院, \*<sup>2</sup>京都文教短期大学

1 はじめに 日常生活において、入浴は心身の緊張を緩和しリラックスできるが、介護者が車椅子を用いて要介護者を入浴させる作業は介護者の生体負担が大きいと考えられる。本研究では、心拍数と自覚症状から入浴介護動作時における介護者の生体負担の程度について検討した。2 実験方法 浴室は横 1.8m×縦 2.5mのスペースを実験室に設定し、その中に 1.8m×1.8mの洗い場と約 1.6m×0.7mの家庭用浴槽(湯は無し)を設置した。入浴介護動作は車椅子を用いて介護者 6名(男子 4名、女子 2名、そのうち介護経験 1年未満 4名、10年 2名)が要介護者(体重 50kg)を入浴させる作業とした。実験は立つ・座る等の動作がある程度可能である要介護者を一人で入浴させる半介助(一人介助)と、自分の体を自力で動かすことが出来ない要介護者を二人で入浴させる全介助(二人介助)について実施し、それぞれの作業中の心拍数と作業前後の疲労自覚症状を測定した。3 結果 作業中の心拍数は何れの作業においても 120 拍/分前後であり、また作業後のだるさ感、ねむけ感等の自覚症状についても一人介助と二人介助の顕著な差異は見られなかった。しかし身体各部位の疲労症状は、一人介助よりも二人介助の訴えが多く、それは肩と腕に集中していた。4 考察 本研究の結果から、自分の体を自力で動かすことが出来ない要介護者を入浴させる作業時には二人介助であっても介護者の身体各部位の負担が大きいことが示された。適切で快適な介助は、介護者同士のチームワークや要介護者へのスキンシップを円滑に図りながら実施する事が重要と考えられる。したがって、二人介助では介護者同士のコミュニケーションを図る必要があるために、精神的負担も増大する可能性があるため、今後、全介助実施時の介護者の生体負担を軽減する対策が必要と思われる。

#### 1D2-5<sub>(062)</sub> 介護スタッフにおける疲労自覚症状の特徴

○太田 智子\*<sup>1</sup>, 上平 宇篤\*<sup>2</sup>, 広田 千里\*<sup>3</sup>, 笹岡 奈津美\*<sup>4</sup>, 山本 晃嘉\*<sup>5</sup>, 阪田 将揮\*<sup>4</sup>, 久米 雅\*<sup>6</sup>, 芳田 哲也\*<sup>4</sup>, 後藤 彰彦\*<sup>7</sup>

\*<sup>1</sup>NPO 法人伝統みらい, \*<sup>2</sup>中央ビジネスグループ, \*<sup>3</sup>松潮物流(株)ウィンキャリア,

\*<sup>4</sup>京都工芸繊維大学大学院, \*<sup>5</sup>(株)シティー・エステート, \*<sup>6</sup>京都文教短期大学, \*<sup>9</sup>大阪産業大学

緒言 高齢化が進む近年において、寝たきりや痴呆性高齢者の増加、介護期間の長期化などから、介護の重要性が叫ばれている。その一方で、従来、介護を必要とする高齢者を支えてきた状況は大きく変わりつつあり、高齢者介護の問題が、家族にとって、身体的にも精神的にも大きな負担となっている。そのため、介護にあたる人々の疲労度を調査・測定し、介護者が抱える問題について現実的対応を考えることが、非常に重要となってきた。そこで、本研究では、介護作業を職業としている介護スタッフに着目し、作業前後における疲労の自覚症状について検討した。疲労の特徴を見出すために、アンケート調査を実施し、分析を行った。方法 介護スタッフの疲労調査は、15ヶ所の事業所で実施した。被験者の総数は約 300名である。介護スタッフには、通常通りの介護業務を遂行してもらい、介護業務にあたる前と後にアンケートを実施した。結果および考察 作業前と作業後を個別にみると、肩がこる、全身がだるいという項目が高い値を示していた。さらに、作業前と作業後の差分をみると、腕がだるい、足がだるいという項目の値が高くなっており、腕と足が疲労しやすいという結果となった。また、作業前には、不安や憂鬱などの精神的な疲労を感じているが、作業後にはこれが緩和されており、身体的な疲労をより感じているという結果となった。

#### 1D2-6<sub>(082)</sub> 音楽による感情労働への負担軽減法の検討 -BGM が朗読聴取に及ぼす影響-

○上田 拓也, 手嶋 教之

立命館大学

感情労働のストレスなどによる問題を解消する手段として、音楽による負担軽減法の検討を試みた。ストレスの原因となる過剰な感情の発生を、音楽が人の感情にもたらす影響を利用して抑制することを考えた。また、音楽が人の感情にどのように影響するかを明確にし、感情労働で問題になるであろう感情に対して効果のある音楽を選択することで、感情の暴発を抑える事ができるのではないかと考えた。そこで、音楽が与える感情労働への影響、及び感情労働に伴う作業への影響を調査した。感情労働の一環として「会話」を想定した実験として、朗読聞き取り中に BGM を流し、内容把握に及ぼす影響について検証した。BGM にはなるべく朗読の妨げにならない曲調のクラシックを選択した。被験者を 2 組に分け、騒音の無い部屋で朗読を聞いてもらった。各組に内容の同じ 2 作品の朗読を用意し、それぞれ BGM 有りと無しで聞いてもらった。その後、内容確認テストとアンケート調査に記入をしてもらい、内容把握の比較検討を行

った。アンケートは、被験者の状態把握、被験者の朗読、およびBGMに関する意識調査のために行った。テストとアンケートの結果から、BGMが主観、客観の両面で内容把握を阻害する影響が見られた。

## D室 24日(木) 16:30~17:45 : 信号解析 I

座長：藤川 智彦（大阪電気通信大学）

### 1D3-1<sub>(069)</sub> 筋座標系に基づいた立ち上がり動作における生体内力の推定

○阿部 友和\*<sup>1, 2</sup>, 古川 公宣\*<sup>1</sup>, 藤川 智彦\*<sup>2</sup>, 金井 章\*<sup>3</sup>

\*<sup>1</sup>星城大学リハビリテーション学部 理学療法学専攻, \*<sup>2</sup>大阪電気通信大学大学院 医療福祉工学研究科, \*<sup>3</sup>豊橋創造大学 保健医療学部 理学療法学科

ヒト運動は多くの実験データを基に評価されているが、単関節筋と二関節筋の協調的な活動を考慮した生体内力の評価はほとんど行われていない。そこで、本研究では踵部における出力に着目し、それに関与する筋群を筋座標系（股関節と膝関節の二対の拮抗単関節筋ペアとその両関節に同時に関与する拮抗二関節筋ペアの三対6筋）と定義し、立ち上がり動作時における動作筋電図学的解析を基に、二関節リンクモデルによる理論解析により筋座標系の生体内力を算出することを試みた。動作筋電図学的解析における被験者は健康成人男性3名とし、動作条件は上肢や体幹の影響を無視できるゆっくりな立ち上がりとした。計測機器は三次元動作解析装置、床反力計を用い、身体座標及び床反力前後・上下成分をサンプリング周期60Hzで計測した。また、姿勢条件は開始肢位を膝屈曲位70°、90°の2条件とした。この実験を基に、三対6筋を装備した筋座標系の平面二関節リンクモデルを構築し、生体内力の出力成分を求めた。この筋座標系の筋群は股関節の単関節伸筋(e1)とその屈筋(f1)、膝関節の単関節伸筋(e2)とその屈筋(f2)、大腿前面の二関節筋(e3)とその拮抗筋である後面の二関節筋(f3)とした。この筋座標系の主動筋を中心に理論解析をおこなった結果、踵部の出力は2成分に分割でき、筋f1と筋e2の出力成分を算出することができた。例えば、膝屈曲位70°の場合、臀部離床時f1:637N, e1:457N, 臀部離床後f1:453N, e1:420Nになったのに対し、膝屈曲位110°では臀部離床f1:740N, e1:384N, 臀部離床後f1:559N, e1:478Nとなり、膝屈曲110°ではf1の出力が強くなる傾向があった。これより、ヒト立ち上がり動作時における生体内力を算出することができ、姿勢変化による主動筋の変化を求めることができた。今後、筋座標系を用いた理論解析による臨床分野への応用が期待される。

### 1D3-2<sub>(012)</sub> 本態性振戦抑制ロボットにおける随意動作抽出アルゴリズムの開発

○安藤 健\*<sup>1</sup>, 渡邊 正樹\*<sup>2</sup>, 藤江 正克\*<sup>1</sup>

\*<sup>1</sup>早稲田大学 理工学術院, \*<sup>2</sup>トヨタ自動車

上肢などに震えが発生する本態性振戦患者は、お茶を飲むなどの日常生活動作が困難になるという問題を抱えている。この問題を解決するために、著者らは、随意動作に震えが混ざる本態性振戦患者の随意動作のみを実現する装着型肘関節ロボットを開発している。本発表では、特に振戦の信号が混ざった随意動作の表面筋電信号から、随意動作を抽出するアルゴリズムに関して報告する。まず、従来健康者の筋電位から動作を抽出する際に用いられてきた信号処理であるローパスフィルタとニューラルネットワークの組み合わせを適応した。健康高齢者では動作認識率が93%となり随意動作を抽出することができたが、振戦高齢患者の場合には動作認識率が80%となりの随意動作を抽出することは困難であった。そこで、窓時間の異なる2種類の短時間フーリエ変換とニューラルネットワークを組み合わせた新たな信号処理手法を開発したところ、動作認識率は90%と改善され、振戦患者の随意動作を抽出することができることがわかった。

### 1D3-3<sub>(116)</sub> 会話時の会話内容と皮膚電気活動、頭部の動き、相槌の関係に関する研究

高橋 翔平\*<sup>1</sup>, 笠井 一也\*<sup>2</sup>, 磯村 恒\*<sup>3</sup>, 松田 康広\*<sup>3</sup>

\*<sup>1</sup>株式会社アイシーシー, \*<sup>2</sup>ケアサービス株式会社, \*<sup>3</sup>神奈川工科大学

1. 目的 本研究は、会話時の会話内容と皮膚電気活動、頭部の動き、相槌などの関係を明らかにすることを目的としている。2. 使用機器 皮膚電気活動はSPR及びSPL計測回路を試作し計測した。頭部の動きは角速度センサ(MicroStone社製3軸角速度センサ MA3-04Ac)を安全帽子に実装し計測した。会話中の会話内容、相槌は、Panasonic社製ICレコーダーRR-US900/RR-US500により計測した。また、会話時の視線、上肢の動きなどの振舞はSONY製ビデオカメラDCR-TRV30により計測した。3. 被験者 健康な20代の大学生男女5名(男4, 女1)と50代の男性1名で、被験者には事前に協力依頼内容を説明し、協力の同意を得て実施した。4. 条件 会話は、対話形式で固体距離120cmの距離で、お互い椅子に座り楽な姿勢で行った。会話内容は、現在の状況、過去の出来事や思い出、将来の計画や夢など19項目の話題を予め用意し会話のきっかけとして用いた。5. 結果 学生同士の会話においては、触れられたくない過去の嫌

な思いで、気恥ずかしい内容と聞き手と話し手の間で意見が合い、話が盛り上がった場合に皮膚電気活動の中でも皮膚電位反応 (SPR) が良く現れていた。一方、世代の違う 50 代の男性と学生との会話では、SPR と同時に SPL も顕在化していた。特に、触れて欲しくない話題では SPL が著しく変化していた。また、会話における頷きや相槌の潜時やタイミングが身体的リズムの引き込みに関与していることが示唆された。

### 1D3-4<sub>(025)</sub> 高齢者に対応可能な歩数計開発のための歩行識別方法の検討

○小林 淳史, 関根 正樹, 田村 俊世  
千葉大学大学院工学研究科

今日、高齢化が急速に進む中、より長く健康を維持することは重要な事であり、そのためには運動が必要とされる。運動にも様々あるが、その中でも他の運動に比べ、身体的負担が少なく、安全性に優れている歩行が注目されている。その歩行を量的に評価するためには歩数計が広く用いられているが、市販の歩数計は健常者を対象としているため、高齢者の歩容の特徴である低速度・不規則歩行には対応していない。そこで、高齢者に対応可能な歩数計が必要とされる。堀田らの先行研究では、歩行から得られる加速度信号を 7 種類のバンドパスフィルタに通過させ、その出力を比較し最大出力信号を選択することで不規則な周期の低速度歩行に対応させることができ、市販の歩数計に比べ誤差を小さくすることができた。しかし、その歩数計は高齢者の歩行時に生じる微弱な加速度信号を検知することができるため、歩行外の動作により生じる加速度信号までもカウントしてしまうという問題が挙げられる。本研究ではその問題を解決するため、歩行と歩行外の動作識別の検討を行った。歩行であるか、歩行外の動作であるのかを判断することができれば、より精度の高い歩数計が開発できると考えられる。そこで、従来のアルゴリズムを改良し、加速度信号を歩行と歩行外の動作に対応する 2 種類のバンドパスフィルタに通過させた。歩行に対応するフィルタと対応しないフィルタの出力の差が正であれば歩行、負であれば歩行外の動作とみなした。歩行とみなされた場合のみ、歩数カウントを行った。本研究では加速度センサを腰背部、首からストラップ、ズボンポケットに装着し、イスの立ち上がり・座り動作、通常歩行、階段歩行、静止状態の一連の動作の実験を健常成人 3 名で行った。その結果、イスの立ち上がり・座り動作は歩行外の動作と識別でき、誤カウントを防止することができた。今後は、その他の動作、高齢者での検討を行う。

### 1D3-5<sub>(121)</sub> 自己組織化マップを用いた集中治療部における治療看護手技の認識に関する研究

○藤田 結香\*<sup>1</sup>, 坂牧 孝規\*<sup>2</sup>, 加藤 綾子\*<sup>3</sup>, 福井 康裕\*<sup>1</sup>, 河村 剛史\*<sup>4</sup>

\*<sup>1</sup>東京電機大学, \*<sup>2</sup>鳥羽商船高等専門学校, \*<sup>3</sup>埼玉医科大学, \*<sup>4</sup>河村循環器病クリニック

医療事故の主な原因の一つは、医療従事者のヒューマンエラーである。本研究の目的は、医療従事者のヒューマンエラー防止のための治療看護手技の認識手法の開発である。筆者らは、これまでに、患者環境を撮影したビデオ画像と患者バイタルサインの同時解析による治療看護手技の認識手法を開発してきた。本稿では、認識精度向上を目的に新たに開発した自己組織化マップ(SOM)を用いた画像認識による治療認識手法について報告する。提案する手法は、(1)患者環境を撮影したビデオ画像を 60mS のインターバルでコンピュータに取り込み、画像処理認識により医療従事者の存在を認識し、その重心を算出する。次に(2)ビデオ画像を 16×21 のマトリックスに分割し、医療従事者の重心の存在位置がどのマトリックス上にあるかを 30 S 間毎に集計し、(3)そのデータを SOM に入力することで医療従事者の存在軌跡に基づいた治療看護手技の認識を実現する。SOM は、予め(1)医療従事者 1 人による採血・投薬のための三方活栓の操作、(2)医療従事者 2 人による気管内吸引、(3)そのほかの状態に関する医療従事者の存在軌跡を SOM に入力し、10 のカテゴリに分類できるように学習させた。臨床データを用いたシミュレーションによる検証実験では、三方活栓の操作の存在軌跡、気管内吸引の存在軌跡および医療従事者の移動や輸血ポンプの操作などのそのほかの存在軌跡はそれぞれ別のカテゴリに分類されており、SOM による医療従事者の治療看護手技の認識が可能であることが示唆された。

## F 室 24 日(木) 13:00~14:45 : 生体計測 I

座長 : 大川井 宏明 (岩手大学), 坂牧 孝規 (鳥羽商船高等専門学校)

### 1F1-1<sub>(141)</sub> 容量型電極を用いた体動検出回路の開発

○鍋田 啓介, 植野 彰規  
東京電機大学

近年、疾病の早期発見や予防、健康維持・管理のために、各種生体信号を日常的にモニタリングする必要性が謳われている。在宅下でのモニタリングにおいては、無意識・無拘束で計測できる事が望ましく、また長期計測に伴う生体への負担にも配慮する必要がある。筆者の所属する研究室では容量型心電計により衣類を介した心電図の計測に成功してい

る。しかし容量性計測は体動により結合部の静電容量が変化するため、基線変動が生じやすく体動耐性が低いという問題を抱えている。そこで本研究では体動除去回路への応用を視野に、容量型電極から体動を検出する回路の開発を行った。回路は発振回路と周波数-電圧変換回路により構成した。電極-衣類-生体で形成される容量結合部を等価コンデンサとして発振回路の一部に組み込んだ。体動が生じると発振回路内のコンデンサの静電容量が変化し発振周波数が変化する。周波数-電圧変換回路ではこの周波数変化を電圧変動に変換し出力する。回路を試作し、評価実験を実施した結果、試作回路により体動を検出することに成功した。ただし、心電計に重畳した体動アーティファクトの形状と、検出信号には違いが生じた。これは体動検出回路がシングルエンド形であるため、差動型の心電計とでは電極配置が異なること、また、容量変化に対する出力信号の伝達関数に違いがあることなどが原因として推察された。これらについては今後検討し、試作回路を体動低減に展開する予定である。

### 1F1-2<sub>(120)</sub> 小型船舶の揺れ・振動が生体に与える影響の計測解析に関する研究

坂牧 孝規\*<sup>1</sup>, ○土井根 礼音\*<sup>1</sup>, 瀬田 広明\*<sup>1</sup>, 伊藤 政光\*<sup>1</sup>, 藤田 結香\*<sup>2</sup>, 福井 康裕\*<sup>2</sup>, 河村 剛史\*<sup>3</sup>  
\*<sup>1</sup>鳥羽商船高等専門学校, \*<sup>2</sup>東京電機大学, \*<sup>3</sup>河村循環器病クリニック

東海地震などの発生が危惧される東海地区には、複数の離島が存在するため、災害緊急時における小型船舶を用いた患者搬送は有効な手段である。小型船舶は、小回りが利き高速での移動が可能である反面、常に揺れ・振動が発生する。このため、生体は常時無意識に船舶の揺れ・振動に対する姿勢制御などの動作を行っている。小型船舶環境で使用する医療機器を開発するためには、船舶の揺れ・振動を原因とする計測系のアーチファクト対策に加えて、船舶の揺れ・振動に対する生体動作による生体信号変動を考慮した生体信号の計測手法の開発が必要となる。本研究は、船舶環境で利用する医用機器開発のための基礎研究として、船舶の揺れ・振動の生体への伝搬の仕組みの解明と生体信号に与える影響を解明することを目的とする。これまでに、(1)船舶の床、人の腰、頭部に装置した3軸の加速度計のデータを同時に収集計測する加速度計測システム、(2)船舶の運航状況をGPSデータから計測する船舶運航データ収集システム、(3)患者モニタによって計測する心電図、呼吸、SpO<sub>2</sub>の生体信号をコンピュータに取り込む生体信号計測システムを開発した。加速度計測システムは、加速度とコンピュータ間を、Bluetoothを用いて無線化した。また、生体信号計測システムは医用テレメータを用いてシステムを構築した。小型船舶を用いたデータ計測実験は、鳥羽商船高等専門学校が所有する実習船「あさま」(総トン数14t,定員21名)上で行った。船舶の揺れ・振動の生体内の伝搬解析は、人の腰、頭部に装置した3つの加速度の大きさをベクトル表示するとともに、各加速度の周波数解析を行った。その結果、船舶の揺れに対して被験者の腰や頭が逆方向に動く姿勢制御の様子や、船舶の揺れ・振動で周波数の高い成分が、膝などで吸収されて、腰や頭に伝搬する様子が観察された。

### 1F1-3<sub>(073)</sub> 睡眠時の無意識動作の圧力情報による検出手法の開発

#### — 寝相情報を検出する手段の一つとして —

○大川井 宏明, 菊地 和志, 菊池 徹  
岩手大学大学院工学研究科福祉システム工学専攻

[1]はじめに:我が国は世界一の長寿国となったが、健康寿命は約10年短い。これは健康ではないことを意味するので、日常生活における健康または体調を評価する技術の開発が望まれるであろう。このため本研究では睡眠時の生体情報のひとつである寝相に注目して、体調変化と関連付けることを試みている。理由は①無意識状態に入り自律神経系の影響が優位である睡眠時には体調が反映するだろうと考えられ、②6~8時間という長時間で、かつ、毎日反復して計測することにより初めて得られる情報だということである。[2]方法:(1)手法:日常の計測を可能にするために無拘束型の圧センサーを採用し、呼吸、脈、臥位時の動作等を大小の動きである体動波として検出した。ここから呼吸、脈、いびき以外の動きである寝返りや手足等の動作を動作体動波として検出した。ここから作製したプログラムで動作体動数を計数した。(2)実験方法:20歳代健康成人7例(男性:4例、女性3例)に、岩手大学健康見守り実験ハウスに泊ってもらい一晩毎の睡眠を計測した。実験日数は1被検者当たり3、4日(合計27日)とした。[3]結果:動作体動は全被検者に現れた。併せて動作体動数の推移から判断した結果、同一環境では同一データが得られたので計測法と被検者の生理学状態の再現性も確認した。その結果、動作体動数の推移を増加、減少、一定の3パターンに分類することができた。27例中14例は増加パターンで一晩の平均動作体動数は98回だった。27例中3例は減少パターンで94回、27例中10例は一定パターンで60回だった。全被検者で動作体動数が0回の時間帯も確認した。今後は動作体動数と体調との関連を試みる予定である。

**1F1-4<sub>(039)</sub> 授乳後の背中さすりで新生児の脈波に混入したアーチファクトの回転法による分離**

○木本 奈津子\*<sup>1</sup>, 宮田 賢治\*<sup>2</sup>, 小林 直樹\*<sup>2</sup>, 鎗田 勝\*<sup>1, 3</sup>, 田村 俊世\*<sup>4</sup>, 五十嵐 辰男\*<sup>3</sup>  
 \*<sup>1</sup>日本光電工業株式会社 フロンティアオフィス, \*<sup>2</sup>日本光電工業株式会社 生体情報技術センタ,  
 \*<sup>3</sup>千葉大学 フロンティアメディカル工学研究開発センター,  
 \*<sup>4</sup>千葉大学大学院 工学研究科 人間システム科学専攻 メディカルシステムコース

医療現場で行われる経皮的動脈血酸素飽和度(以下 SpO<sub>2</sub>)の測定では、想定しないアーチファクトが混入することがある。そのため新たなアーチファクトの分離法が必要となる。SpO<sub>2</sub> 測定器は、複数のアーチファクト分離アルゴリズムを並列に備え、場合に応じて使い分ける構成になっている。本研究では、新生児の SpO<sub>2</sub> 測定時に授乳後の背中さすりにより混入した振幅の大きいアーチファクトの分離を試みた。従来アーチファクトの分離は周波数領域のフィルタで行われることが多い。しかし、本例ではアーチファクトの繰り返し周波数が 1.34Hz 近傍にあり、脈波測定に用いるバンドパスフィルタ帯域中(0.5~5Hz)に含まれ、周波数領域処理のフィルタでは分離が困難であった。我々は、脈波とアーチファクトの分離を時間領域で処理する回転法で試みた。回転法は簡潔な方法である。2 波長の観測波形の相関図からアーチファクトが最も減衰する回転角を求め、その角度で相関図を回転する方式である。回転角はユークリッドノルム比で決定した。回転法で分離を行なった結果、本例ではアーチファクトのスペクトルを約 1/82 倍に減衰することができた。周波数領域のフィルタでは分離し難いアーチファクトの分離が可能であったので報告する。

**1F1-5<sub>(097)</sub> ウェアラブル脈拍計開発に向けた光源波長と計測部位の検討**

○前田 祐佳\*<sup>1</sup>, 関根 正樹\*<sup>1</sup>, 田村 俊世\*<sup>1</sup>, 鈴木 琢治\*<sup>2</sup>, 亀山 研一\*<sup>2</sup>  
 \*<sup>1</sup>千葉大学大学院 工学研究科, \*<sup>2</sup>株式会社東芝 研究開発センター

治療重点の医療から疾病の予防を重視した保健医療体系への変換が重視される中、体調変化の予兆や早期治療を目的とする個人レベルでのヘルスケアシステム実現のためには非侵襲性、簡便性を持ち合わせたウェアラブルな生体計測機器が必要不可欠である。本研究では心拍数計測において簡便かつ無拘束に計測可能なウェアラブル脈拍計に着目し、その利用可能性を検討した。ウェアラブル脈拍計の課題は脈波信号に重畳する体動アーチファクトであり、特に運動中において脈拍算出が困難となる。伝播経路が異なる緑色、近赤外光電脈波計を用いて計測部位と体動アーチファクトの関係を検証し、ウェアラブル脈拍計に適した計測条件の検討を行った。脈波計を上腕、前腕、手首の外側・内側、第四指の上肢計 7 ヶ所、加速度センサを前腕外側に装着し、末梢循環不全のない健康若年成人 11 名(22-25 歳)を対象に、安静立位にて指先を鉛直方向に保持した状態でのジャンプ動作を行った。計測はジャンプ動作前後各 10 秒間の計 20 秒間行い、ジャンプ前の立位安静時の脈波波高とジャンプ直後の脈波波高を比較し、体動アーチファクトの評価を行った。結果、緑色光による脈波において体幹から遠ざかるにつれ体動アーチファクトが増加する傾向が得られた。体動アーチファクトの主な原因は踵接地時の加速度に伴い生じる計測部位での血流量変化である。緑色光による脈波において上腕、前腕、手指と末端部に近づくにつれ体動アーチファクトが増加することから、体動に伴う血流量変化と各計測部位の体幹との距離の関係が示唆された。一方近赤外光による脈波では部位と体動アーチファクトに特徴ある傾向がなく、緑色光よりも大きな体動アーチファクトとなっており、より複合的な要因が体動アーチファクトに存在すると考えられる。以上よりウェアラブル脈拍計に適した条件は上腕で計測された緑色光電脈波計であると示された。

**1F1-6<sub>(140)</sub> 心電モニタ用ウェアラブル計測・記録システムの開発**

○東 大介, 植野 彰規  
 東京電機大学

近年、健康状態の維持や管理を目的に、心電図などの生体信号を日常下でモニタリングする必要性が高まっている。生活行動下の中で心臓に負荷がかかった状態の心電信号を日常的に計測することは、安静時ではわかりにくい狭心症や不整脈などの疾病の早期発見につながると思われる。著者が所属する研究室では、ポケットサイズに小型化した容量型心電計により、布を介して狭帯域心電図を計測し無線伝送する装置の開発に成功した。しかし、無線の伝送範囲が数メートルと狭く、受信機も大型であるため各種行動下における計測には不向きであることが判明した。そこで本研究では日常的に装着した状態で心電信号を計測・記録可能なシステムの開発を行った。試作したシステムは、ウェアラブル電極部、心電計、データ記録部で構成した。試作したシステムを用い、成人男性を対象に模擬歩行時における狭帯域心電図を導出し、SD カードに記録した。試作したシステムにより心電図を計測し、記録できることを確認した。今後はウェアラブル電極部の電極位置の検討をするとともに、模擬歩行時、自転車運転時などの様々な行動下の心電信号を計測する予定である。また、肌着を介して波形が得られるように装置や電極の改善を図る予定である。

**1F1-7<sub>(143)</sub> Time Lapse 画像を用いた脈波速度計測手法の確立**○近藤 早紀\*<sup>1</sup>, 高野 千尋\*<sup>2</sup>, 太田 裕治\*<sup>1</sup>\*<sup>1</sup>お茶の水女子大学大学院, \*<sup>2</sup>産業総合技術研究所

わが国の高齢化率は21%を越え、「本格的な高齢社会」となっている。若年層の減少と高齢者層の増加により、懸念されるのが、介護問題である。介護保険制度における要介護者又は要支援者と認定された者について、介護が必要になった主な原因は、脳血管疾患が最も多くなっている。高血圧症や糖尿病等の生活習慣病の危険因子が重なるほど心疾患、脳血管疾患を発症する危険性が明らかとなっている。このような状況を背景に、従来の疾病対策の中心であった健診による早期発見又は治療にとどまることなく、健康の増進や疾病発病の予防に、重点を置いた対策を推進するという動きがある。個人個人が、日常的にバイタルサインを計測し、自身の健康状態を把握し、健康管理を行っていく必要があると考えられる。近年被験者の動きを拘束せずに、日常生活における循環機能のモニタリングを行う研究が活充に行われている。バイタルサインである脈波速度は測定部位間の動脈壁の硬さ、あるいは伸展性を反映する。高血圧症や糖尿病において、脈波速度は同年代の健常者に比べ有意に増大することが分かっている。よって我々は、日常的にバイタルサインを計測するために有用と考えられる、非接触、非侵襲、非拘束という特徴をもつ、Time Lapse 画像を用いて、脈波速度計測手法の確立を行った。高速度ビデオカメラ計測から得られた波形と市販の脈波計から得られた脈波波形を比較し、高速度ビデオカメラを用いた脈波速度計測の可能性について検討した。

**F室 24日(木) 15:00~17:00 : OS-3 生活支援のためのビジョンとシステム制御**

オーガナイザー：山口 順一（香川大学）、青木 広宙（東京理科大学）

座長：寺田 賢治（徳島大学）

**1F2-1<sub>(089)</sub> 激しい明るさ変化環境におけるロバスト画像検出**

○山口 順一

香川大学

一般的な環境で画像監視を行おうとする場合、対象がいなくてもかかわらずアラームを出力する誤報や、対象が存在するにもかかわらず検出ミスを生じる失報を低減することは重要な取り組みである。これについては、人による監視から自動監視へシステム化を図る運用者にとっては重大な関心事であり、24時間365日の自動運用において誤報・失報の回数が1年に1回程度という高い目標が設定されることが多い。そのような運用では、システムが継続的に安定的に機能することが不可欠であることから、誤報・失報の撲滅に対する期待は大きい。誤報・失報の排除に関する取り組みはこれまでにも行われてきているが、広範囲へ恒久的に使える画像処理法の提案は、著者が知る限りない。このような取り組みについては、モデル化やロバスト性向上あるいは背景変動の影響除去などの切り口によるアプローチが考えられる。著者らは、情景画像の扱いの難しさの克服を目的として、まず、明るさ変化の影響の排除に取り組んでいる。本手法は、明るさ変化の場合と人の存在の場合とで画像変化領域のテクスチャ変化特徴が異なることに注目し、画像変化領域のエッジ周辺の画像データを用いて計算される標準偏差分布パターンにより画像変化領域を判別し、その結果により人の存在を検知するものである。この方法は、明るさ変化領域への反応が鈍いことから高頑強性を期待できる。本手法を説明した後、明るさ変化が激しい夏の朝の通勤時間帯に宝石店の中で行った実験の結果も示す。

**1F2-2<sub>(024)</sub> 全方向ステレオシステム (SOS) を用いた電動車いす走行環境の実時間センシング**○佐藤 雄隆\*<sup>1</sup>, 尾崎 竜史\*<sup>2</sup>, 坂上 勝彦\*<sup>1</sup>\*<sup>1</sup>産業技術総合研究所, \*<sup>2</sup>筑波大学大学院

電動車いすは歩行が困難な高齢者や障害者にとって重要な移動手段であるが、歩行者への追突や段差による転倒などの事故が近年大きな問題となっている。電動車いすは狭い室内空間や人混みの中などでも用いられるため、その安全を確保するためには全ての方向にわたる環境情報を実時間で取得する必要がある。本研究では、全方向にわたるカラー画像と距離情報を実時間で取得する能力を持つ全方向ステレオシステムを用いることで、電動車いす周囲の走行環境情報を的確に取得し、走行の障害要因を検出するシステムの開発を行っている。全方向ステレオシステムは3眼ステレオカメラを12セットボール上に集積した合計36カメラからなる斬新なセンシングシステムで、直径11.6cm、重さ約480gのコンパクトな形状を持つ。この全方向ステレオシステムを電動車いすのユーザーの頭上前方にアームによって設置することで電動車いす周囲の環境情報を実時間で取得・認識し、衝突や落下・転倒の危険があると判断される場合に自動的に電動車いすの減速・停止を行う。また、処理系及びバッテリーについても全て車載しており、外部ケーブル棟を一切必要

とせず、連続で約4時間動作することが可能である。本発表では、システムの概要と画像処理の高速化、そして様々な環境下における実走行実験とその考察について述べる。

### 1F2-3<sub>(119)</sub> 画像工学的手段を応用したインテリジェント自転車エルゴメータの開発

○青木 広宙, 市村 志朗, 藤原 豊樹, 清岡 智, 越地 耕二  
東京理科大学

生活習慣病や肥満の予防・治療を目的として効果的な運動療法を実施するために、フィットネス機器開発においては、最適な負荷強度制御を行うインテリジェントな機能の実装が望まれている。最適な運動強度設定のための全身有酸素能力の評価指標として、運動負荷試験による換気性作業閾値が利用されている。換気性作業閾値の算定には呼気ガス分析装置が用いられるが、呼気ガス分析装置は高価であり、測定時に顔面にマスクを着用する必要があるため、拘束感を伴い、自然な状態の呼吸を測定できないなどの欠点を持つ。そこで、われわれは、呼気ガス分析装置よりも簡便に実施可能な呼吸計測の実現を目的として、画像工学的手段を応用した非接触呼吸計測に関する研究に取り組んできた。われわれが提案した手法においては、リカベント型自転車エルゴメータでペダルこぎ運動中の被験者の胸腹部にパターン光を投影し、パターン光の動画情報から呼吸運動の非接触測定を行う。呼気ガス分析装置との比較実験の結果、測定される換気量について相関係数 0.8 以上の高い相関性が見られ、提案手法が呼気ガス分析装置の代替手段となり得ることが示された。しかし、リカベント型自転車エルゴメータは、利用台数が少なく、本手法の適用範囲を広げるためには、医療機関・スポーツクラブ・家庭などで広く利用されるアップライト型自転車エルゴメータにおいても本手法を適用できるようにすることが課題と考えられた。アップライト型においては、リカベント型と比較して、ペダルこぎ運動時の被験者の体動が大きく、非接触呼吸計測の実施には困難が伴うものと考えられた。そこで、本研究では、アップライト型自転車エルゴメータでの非接触呼吸計測の実施可能性について基礎的な検討を行ったので報告する。

### 1F2-4<sub>(043)</sub> 振り返りカメラを用いた人の行動追跡

○寺田 賢治  
徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部

1 台のカメラを用いて人の行動を追跡する手法について提案する。これは、部屋の出入口付近に設置されたパン、ティルト可能なカメラのよって得られる映像を用いて、入室者の行動を追跡するカメラシステムである。入室者がどの経路を通り、どの場所に行ったかの記録をとることができるため、簡易なセキュリティシステムを実現可能である。また部屋に入る人と出る人も認識できるため、出入室者管理システムとしても用いることができる。本報告では、システムと追跡方法の提案、有効性の検証のための実験結果を示す。

### 1F2-5<sub>(054)</sub> 複数カメラを用いた道路横断時における危険予知手法の検討

○林 純一郎, 岸岡 宏行, 秦 清治  
香川大学

道路交通網の整備や車両の安全システムの向上、交通違反取締り強化などにより、我が国の交通事故における死亡者数は年々減少している反面、高齢者の増加に伴い高齢者による死亡事故の割合が増加していることが問題となっている。平成9年から20年にかけては全体の死亡事故件数が減少しているにもかかわらず、高齢者の死亡事故件数は減少しておらず、高齢者の死亡事故の割合が増加している。また、歩行中に死亡事故にあう高齢者が57.2%と最も多く、歩行中の安全を確保することが重要視されている。主な事故原因としては、歩行者信号の見落としによる右左折車の巻き込み事故や、左右の確認を怠ったことによる横断歩道外横断事故、駐車車両直前直後の飛び出し事故などがあげられる。これらの事故は、高齢者の認識能力の低下によるところが大きく、高齢者に代わり道路横断時の安全確認を行うことで歩行中の安全を確保するシステムの開発が求められている。本研究では遠方に存在する接近車両の速度を計測することで、車道に入ろうとしている歩行者に対して接触の危険を予測し、未然に知らせる事を目的とする。具体的には、歩行者の周囲に存在する道路を検出し、歩行者と道路の位置関係を認識するとともに、車両の接近方向を推定し、その方向へカメラを向けて計測することで遠方における接近車両の有無を認知し、存在する場合、速度を計測、危険を予測する。

**F室 24日(木) 17:30~18:10 : OS-10 サービスとしての支援工学**

オーガナイザー：川澄正史（東京電機大学）

座長：川澄正史（東京電機大学）

**IF3-1<sub>(168)</sub> サービスとしての支援工学**

○諏訪 基

国立障害者リハビリテーションセンター研究所

高齢者・障害者の QOL の向上／維持、自立と社会参加、健康の維持等を支援するためには、人の手による介助・支援とともに、支援機器・福祉機器による支援が大きな役割を担っているとの認識は多くの人々に共有されています。特に、高齢社会が急速に進んでいるわが国において、技術への期待が高まってきています。このような背景の下に、支援機器・福祉機器の研究開発に民間企業、官民の研究機関、大学などが取り組んできています。ところで、わが国の支援機器・福祉機器の研究開発の現状を見ますと、必ずしも安心できる状況ではないようです。研究開発現場の問題、産業界の問題、制度的な問題、障害当事者の理解・受容の問題、行政の問題等、その原因の所在は多様です。問題の性質上、要素還元論的には解決することは困難です。このような問題の解決に対して学会が果たすことができる役割について皆様と問題意識の共有化を図り、将来のビジョンを描く取り組みの糸口を探したいと考えます。

**H室 24日(木) 13:15~14:30 : 医療支援**

座長：植野 彰規（東京電機大学）

**IHI-1<sub>(090)</sub> 治験のプロセスを基にした人支援技術開発のための実験プロトコルの策定法**○長谷部 浩二\*<sup>1</sup>, 河本 浩明\*<sup>1</sup>, 松下 明\*<sup>1, 2</sup>, 上林 清孝\*<sup>1</sup>, 山海 嘉之\*<sup>1</sup>\*<sup>1</sup>筑波大学大学院システム情報工学研究科, \*<sup>2</sup>筑波大学人間総合科学研究科脳神経外科

近年、サービスロボットなどの人支援技術の急速な発展に伴い、工学分野においても、臨床試験に対する倫理審査が広く行なわれるようになってきている。しかしながら、倫理審査が比較的最近まで医学分野で限定的に行なわれてきたという経緯から、倫理審査のための実験プロトコルの策定が、人支援技術の研究開発に様々な障害を引き起こすことが考えられる。このような障害の一つとして、まず、臨床試験の倫理的妥当性を確保するためには、実験を段階的に計画しエンドポイントを明確にする必要があるものの、工学者にとっては、このような倫理的基準をもとに実験を計画することに対して馴染みが薄いということが挙げられる。また、現在の倫理審査基準の多くが、医学分野で行なわれてきたものをそのまま援用したものであるために、工学での試行的・予備的な実験を比較的短いサイクルで行なう研究開発プロセスに直接適用しづらいということも障害の要因として挙げられる。以上の問題に対し、本稿では、医薬品開発の治験（臨床試験）において標準的に採用されている時系列的な試験のプロセスを基にした、人支援技術開発のための実験プロトコルの策定法を提案する。この方法は、工学者が実験を段階的に捉えやすくするとともに、その各段階で要請される倫理的妥当性のポイントを明確にすることを目的としている。またこの方法は、工学的な観点からの利点と、倫理的観点からの被験者擁護のための制約との整合性を計ることを目的としている。本稿では、まず人支援技術の実験プロトコルを策定するための雛形となるプロセスを示し、さらにその雛形に対して具体的な事例を適用することにより、その有用性を検討する。また、被験者の安全性確保の観点から、非臨床段階でのハザード分析の導入の可能性についても議論する。

**IHI-2<sub>(034)</sub> 放射線検査における新規なインフォームド・コンセント支援システム****—視覚障害者のための頭部MRI 検査—**○岡部 勝也\*<sup>1</sup>, 鈴木 繁\*<sup>2</sup>, 萩原 鈴絵\*<sup>2</sup>, 佐藤 良裕\*<sup>2</sup>, 佐々木 清光\*<sup>3</sup>, 五味 幸寛\*<sup>4</sup>, 五十嵐 均\*<sup>1</sup>\*<sup>1</sup>群馬県立県民健康科学大学, \*<sup>2</sup>前橋赤十字病院, \*<sup>3</sup>竹田総合病院, \*<sup>4</sup>国際医療福祉大学病院

インフォームド・コンセントが叫ばれるようになって久しい。インフォームド・コンセントを得るためには、まず患者に内容を正確に理解して頂く必要がある。しかし、医療従事者は説明のために多くの時間が取り難い。さらに、医療検査は日々高度化しているのが現状である。従って、患者は益々理解しづらい環境にある。患者が高齢者(含む感音障害、伝音障害)、中途失聴者やろう者の場合はさらに困難になる。本報告では、上述の患者においても健聴者への説明と同等以上の内容を含み、理解がし易くなるように心がけた。具体的には原理原則を守り、できるだけ日常用語で短い字幕とした。画面にはルビ付字幕、検査風景の動画、手話動画、音声（技師の声、ナレーターの声）や矢印などの異なった

情報が挿入されている。目の見える人なら病院、学校や家庭でどなたとも学習できるように構成した DVD である。頭部 MRI 検査を対象に、新規な交互再生方式（1 場面毎に手話動画と検査動画を交互に再生する方式）を用いた。MRI 検査の注意事項を含む原理的な概要と受診方法をまとめた、画像によるインフォームド・コンセント支援システムの試みである。

### 1H1-3<sub>(084)</sub> 薬窓自動開閉機能・通信機能付薬箱の開発

○岡部 勝也\*<sup>1</sup>, 岡部 清\*<sup>2</sup>, 金井 剛彦\*<sup>3</sup>

\*<sup>1</sup>群馬県立県民健康科学大学, \*<sup>2</sup>エースシステム工業株式会社, \*<sup>3</sup>バンドープラスチック工業株式会社

我が国は高齢社会になり多くの問題が生じてきた。一つは高齢化に伴い薬を常用する人が増大したことである。また、高齢者には種々の薬が処方されている場合が多い。その結果、保険医療費の高騰につながっている。また、記憶力との関係で、薬の飲み忘れや飲み過ぎの不安を抱えている患者も少なくない。医師は処方した薬を忠実に飲んでいてという前提で治療を行っている。従って、故意では無くとも処方された「薬の飲み忘れや飲み過ぎ」は医療過誤の基になる。また、別居している親族等が「独居老人の場合、毎日の消息を知りたい」と考えている人は多いようだ。しかし、毎日電話をするのも如何と思いだんだん連絡間隔が増加して、極端な場合は消息不明も生じている。そこで、①「薬の飲み忘れ、飲み過ぎを防止」するために、決まった時間になると、薬を飲む時間ですと音声と光で知らせると同時に薬をセットした、一窓が開き(飲み忘れ防止)、一定時間すぎると薬窓が閉じる(服用間隔と飲み過ぎ防止)薬箱を開発した。②上記の時間に薬を取り出したかどうかの結果(消息)をインターネット経由であらかじめ指定した人(親族や介護者等)の携帯電話等にメール配信を可能としたシステムを付加した薬箱について報告する。

### 1H1-4<sub>(013)</sub> 心臓の 3 次元形状認識による在宅超音波診断のための撮像補助システムの開発

○宮崎 航, 吉永 崇, 内堀 駿, 梶田 晃司

東京農工大学大学院 BASE

近年の超音波診断装置のポータブル化や高齢化社会の進行に伴う患者の増大を背景に、在宅での超音波診断を行う環境が整備されてきた。診断に適した断層像の取得には、遠隔地の医師の指示に従い患者の家族などの未熟なプローブ操作者が撮像を行うことが想定される。しかし運用時においては、既存の映像及び音声通信だけでは、操作者だけでなく指示を行う医師においても通常の診断以上の労力を要すると考えられる。そこで我々は、過去の診断時に記録したプローブや心臓の位置を表した CG をカメラ画像中の患者体表に重畳して撮像を支援する AR(Augmented Reality)システムを開発してきた。これまでの最大の問題点は、診断風景映像ではプローブと体表及び心臓の相対関係や画面奥行き方向の把握が困難であったため、我々はランダムに患者体表上をスキャンして取得した断層像から心臓を自動認識し、その 3 次元位置や形状をリアルタイムに再構成して全て CG で構築した診断環境内に視覚情報として呈示する VR(Virtual Reality)システムを開発した。プローブ操作者による撮像の効率化を目指し、体表の形状や ECG(Electrocardiogram)による心電図同期と画像処理を用いて自動抽出した同時相の心臓を Delaunay 三角形分割を使用して再構成し、現在のプローブ位置を全て OpenGL による CG で描画した。プローブの位置・角度の計測には、在宅への導入を考慮して簡便で安価な ARToolKit を用いた。これにより心臓や体表、プローブの相対関係を直感的に捉えられ、診断支援となることが示された。また、得られた画像は超音波専門医からドブラ診断に有効な長軸断面であるとの評価を得た。

### 1H1-5<sub>(101)</sub> 4 自由度の多関節アームを用いた超音波筋横断面画像計測システムについて

○福元 清剛\*<sup>1</sup>, 福田 修\*<sup>2</sup>, 椿井 正義\*<sup>2</sup>, 能登 裕子\*<sup>1</sup>, 村木 里志\*<sup>1</sup>

\*<sup>1</sup>九州大学大学院, \*<sup>2</sup>(独) 産業技術総合研究所

[背景] 現在、本邦は高齢社会を迎えており、高齢者の寝たきりや要支援といった問題が深刻化している。自立した生活を営むためには、日常生活動作 (ADL) の遂行が不可欠になり、この ADL 能力を評価する指標の一つとして筋力が考えられる。しかし全力を発揮することが求められる筋力測定の実施は、関節や骨が頑強ではない高齢者にとって関節炎や筋損傷を誘発する恐れがある。そこで筋力と高い相関関係にある筋量を代替の指標として用いる方法がある。[超音波筋横断面計測システム] 我々は高齢者が対象であっても安全・簡便に筋面積が測定可能な超音波システムの開発を行った。このシステムは 4 自由度のリンク機構先端部に超音波探触子を取り付け、それを計測部位の体表面に接触させながら走査することによって、広範囲かつ任意形状の計測を可能とする。被験者に対する姿勢拘束がないため、肢体不自由者や高齢者に対しても、臥位や座位などの自由な姿勢で計測することができる。また探触子を体表面に直接接触させるため、超音波信号の減衰が抑えられ画質の向上が期待できる。[検証実験] 開発したシステムにおける計測の位置精度と繰り返し精度について検証を行い、高精度であることが確認できた。また本システムで撮影された横断面画像の妥当性を検証するために MRI 画像との比較を行った。この際、超音波画像が MRI 画像よりも小さく測定されるという問題が生じたため、この補正法についても提案した。また大腿部の膝関節伸筋面積と等尺性膝関節伸展筋力の関係につい

て検討し、高い相関関係が得られた。[まとめ] 本システムは高齢者のリハビリテーションや筋力トレーニングの評価、さらには障がい者スポーツなどの分野において幅広く活用できると期待している。今後はさらに、組織の自動判別機能の導入や計測画像のさらなる鮮鋭化などを検討し、汎用性を向上させていく予定である。

## H室 24日(木) 14:45~16:00 : 治療・手術支援

座長：苗村 潔 (東京工科大学)

### 1H2-1<sub>(152)</sub> オープンMRI 対応マニピュレータによるMRI 画像誘導下穿刺手術支援システムの開発

○佐藤 生馬, 吉田 真人, 廖 洪恩, 山下 絃正, 土肥 健純, 正宗 賢  
東京大学

近年, MRI 装置は診断のみならず, 治療にも積極的に用いられるようになってきており, 術中に MRI 装置内で画像を取得しながら手術を行う MRI 画像誘導下手術が提案されている。しかしながら, 狭所である MRI 内では術者の十分な作業環境が得られないため, 手術支援装置などの工学的な支援を必要としている。一方, MRI 内はその撮像原理より, 強磁場環境下で微弱な電磁波の測定を行っているため, MRI 内で使用可能な手術支援機器には磁性材料が使用できないことや, 機器から電磁波の漏洩による画像への影響などの様々な問題がある。これらの問題に対して, 我々は MRI 対応マニピュレータを開発してきており, マニピュレータが駆動した状態で MRI 画像を撮像しても画質に問題ないことを示している。本研究ではオープン MRI ガントリ内で肝癌などを対象とした穿刺手術を支援することを目的とし, 開発してきた MRI 対応マニピュレータを用いて, MRI 画像誘導下穿刺手術支援システムの開発を行い, 穿刺位置決め精度を評価した。開発したシステムは, 3次元位置計測装置と術前の3次元 MRI を用いた穿刺針の自動位置決めと, 穿刺による臓器などの変形を MR フルオロスコープ (術中連続撮影 MRI 画像) により, 穿刺ターゲットの移動に追従可能な画像誘導下穿刺手術支援システムである。本システムを用いて, 豚肝臓中のターゲットに対する穿刺精度評価を行った結果, 術前・術中 MRI 画像に基づいた穿刺位置決めでは  $2.2 \pm 1.5\text{mm}$  で穿刺可能であり, 臨床における肝臓などへの穿刺などに使用可能な精度を有することを示した。本システムにより, 穿刺時に変形しにくい部位のみならず, 肝臓などの変形しやすい臓器中のターゲットに対しても安全に穿刺することが可能になると考えられる。

### 1H2-2<sub>(074)</sub> ヒトの腕を模倣した手術支援用ロボットアームの研究

○風間 俊哉<sup>\*1</sup>, 齋藤 之男<sup>\*1</sup>, 梅村 敦史<sup>\*1</sup>, 藤本 光太郎<sup>\*1</sup>, 東原 孝典<sup>\*2</sup>  
<sup>\*1</sup>東京電機大学, <sup>\*2</sup>有限会社高松義手製作所

近年, 外科手術において腹腔鏡を用いた低侵襲性の手術が多く行われるようになってきた。腹腔鏡手術は患者への負担は少ないが手術を行う医師に対しては訓練技術が非常に難しいといった問題がある。この問題を解決するために様々な研究で手術支援ロボットの開発が行われている。しかしこれまでに開発された手術支援ロボットは装置が大型であり従来の手術室での運用が困難である。我が研究室でも手術支援ロボットの研究が行われてきた。この研究では従来の手術室での運用も可能なロボットの開発を進めている。このロボットはアクチュエータに油圧ポンプを利用したバイラテラルサーボを用いることで小型化を図っている。油圧ポンプを使用したバイラテラルサーボを用いるに当たり, 前段階として MATLAB を用いたバイラテラルサーボの内圧変化等の動作シミュレータを作成した。これによりロボットアームを動作させたときの安定性をある程度目標値として位置付けることが可能となった。本研究ではこのシミュレーション結果を元にロボットアームに改良を施し, 改良型のロボットアームの実際の動作データとシミュレーションの両方を比較検討しながらより安定性の高いロボットアームへの改良と制御を行う研究を進めている。

### 1H2-3<sub>(096)</sub> 硬膜外麻酔針の直進性に関する研究

○小橋 大介, 苗村 潔  
東京工科大学大学院バイオ・情報メディア研究科バイオニクス専攻

硬膜外麻酔とは, カテーテルを通して脊髄に薬を浸透させる麻酔である。現在, 全身麻酔併用も込みで, 約 5 割の症例で用いられている。しかし, これには手技が難しい事が問題視されている。その理由の一つに, 針の独特な形状から, 直進性が良くない事が挙げられる。本人は真っ直ぐ刺しているつもりでも, 自然にズレが生じてしまうのである。熟練者にはそれを予測して, 針を斜めに挿入する人もいるが, 初心者にはそれを指導するのは難しい。そこで本研究では, 硬膜外麻酔に必要な機能や利便性を失うことなく, 直進性の良い針を作製するべく, 実験を行なった。本報告では, 針の形状の違いによる直進性への影響を検討した。自作の半透明シリコンゴムに麻酔針を水平に穿刺し, 針先端の水平線からのずれ量と穿刺反力を測定した。麻酔針には, アゴ部の低い Tuohy 針 A, アゴ部の高い Tuohy 針 B, 針先を波状にし

た WavePoint 針の 3 種類を用いた。その結果、ずれ量は WavePoint 針が最も小さく、Tuohy 針 A は約 3 倍、Tuohy 針 B は約 8 倍大きかった。一方、穿刺反力の最大値は Tuohy 針 B が最も小さく、Tuohy 針 A は約 1.25 倍、WavePoint 針は約 1.5 倍程度だった。臨床では Tuohy 針が普及している事から、現状は直進性より穿刺反力が優先されている現実が示された。

### 1H2-4<sub>(010)</sub> 針穿刺時の組織変形と破壊の可視化実験に関する基礎研究

○苗村 潔

東京工科大学 応用生物学部

硬膜外麻酔に用いられる針は、硬膜外腔に麻酔薬を投与するカテーテルを入れやすくするのに用いられる。針は内針と外針の 2 層構造で、カテーテルは内針を抜去して空いた空洞に通される。硬膜穿刺を避けて、カテーテルを挿入しやすくするために、針先端は曲げられている。臨床では、針が黄色靭帯を貫通したことを認識することが重視される。針は複数の組織（脂肪、筋肉、棘状靭帯、黄色靭帯）を穿刺するので、針の評価をする上で、各組織について穿刺抵抗と組織の破壊、変形の影響について知見を得ることが重要である。そこで、本研究では針をブタ黄色靭帯に穿刺し変形させ、針が貫通する前までの組織の変形および破壊を細胞レベルで明らかにするために、迅速固定液を用いる手法を新たに開発することを目的とした。本発表では、新たな実験系を開発するに際し重要となる迅速固定液の滴下方法と染色結果への影響、および穿刺する組織による反力上昇度の違いに関して基礎的なデータを得たので、報告する。

### 1H2-5<sub>(142)</sub> 高精度低侵襲治療のための小型衝撃波装置の開発

○中川 桂一\*<sup>1</sup>、金田 道寛\*<sup>2</sup>、廖 洪恩\*<sup>1</sup>、小林 英津子\*<sup>1</sup>、佐久間 一郎\*<sup>1</sup>

\*<sup>1</sup> 東京大学大学院工学系研究科、\*<sup>2</sup> スパークリングフォトン(株)

近年、衝撃波の医療への応用が注目されている。本研究では体内に挿入可能な小型衝撃波装置について検討を行った。衝撃波の駆動は放電にて行い、直径が 11mm の反射鏡に対し、タングステン二本束ねた電極対を長径方向から挿入した構造である一次試作機を作製した。この一次試作機において水中衝撃波圧力を計測し、4.0kV の放電において血管新生などの医療に必要とされる衝撃波圧力 1MPa を上回る 3.83MPa のピーク圧力を得た。しかしながら電極対に破損が起これ、その結果出力にばらつきがみられた。この問題を解決するため、電極を相対するように挿入した構造である二次試作機を作製を行い、2.0kV の放電により衝撃波圧力の計測を連続して 20 回行った。その結果、平均値は 1.60MPa、標準偏差は 0.30 となり一次試作機と比べ数値的に有意な差はみられなかった。これは放電のたびに電極が消耗したためであると考えられる。しかし衝撃波波形を観察したところ、一次試作機が毎回異なる波形を出力しているのに比べ、二次試作機はピーク圧力にばらつきがあるものの、衝撃波波形の乱れはあまりみられなかった。これは構造上電極が消耗しても焦点位置が必ず電極間にあるためだと考えられる。衝撃波が生体組織に及ぼす影響については不明瞭なところが多く、ピーク圧力だけではなく半値幅や勾配など衝撃波波形自体が非常に深く関わっていることが示唆されている。このような視点から、二次試作機は一次試作機に比べ有用であると考えられる。今後、耐久性の高いタングステンカーバイドなどの電極を二次試作機に適用することでより安定した出力を得ることができると考えられる。

## H 室 24 日(木) 16:30~17:45 : ロボティクス

座長 : 松元 明弘 (東洋大学)

### 1H3-1<sub>(055)</sub> バイオマテリアルを対象とした多軸型繰り返し試験機の研究

○駒場 順耶, 斎藤 之男, 梅村 敦史, 藤本 光太郎

東京電機大学理工学研究科

本研究は筋、腱、臓器などの生体組織を対象とした繰り返し試験機の開発である。従来の試験機では上下方向にしか動かない一軸型のものが多く使用されている。また力検出としてロードセル、圧力計により制御している。本試験機は多軸型を目指し、位置および圧力フィードバック制御を可能としている。試験機の制御方法には DDA 制御を用いており、アクチュエータにはパイラテラルサーボシステムを用いている。今回は動作実験を兼ねて牛の踵骨腱を対象とした繰返し引張り試験を行った。今回の実験では変位量一定とした位置制御であり繰返し圧力反力値を表示する。実験データは圧力反力値が一回目に一番高く、次第に引張りを繰返ししていくうちに圧力反力値が指数関数的に下がっていくことが示された。これは材料に伸びが生じたため、引っ張りやすくなったものと考えられる。この実験では変化量を一定にしており、初期の段階ではおおむね数値は特性を得ている。尚、今回の実験条件は、変位量一定、繰返し周波数 1Hz である。次に圧力を一定にしたときの圧力制御の実験を行った。実験データから圧力反力値の値が一定になっており、試験

機の出力が制御できているのが分かった。しかし、圧力で制御されているため、周期が一定にならなかった。今回の実験条件は圧力 18N で行った。本試験機は従来にない微小領域を可能とした試験機であり、幅広い活躍が期待できる試験機である。

### 1H3-2<sub>(056)</sub> マルチモータによる二関節筋ロボットアームの研究

○荻原 直樹, 梅村 敦史, 斎藤 之男

東京電機大学

人間や動物には一関節筋と共に 2 つの関節を同時に動かす二関節筋が存在している。この二関節筋の特徴は拮抗作用と、四肢末端の位置、力の制御が動作に対し協調制御していることである。本研究は生体に見られる拮抗筋の潤滑で迅速、且つ安定した動作をマルチモータによって模倣する研究である。マルチモータは大出力、低慣性モーメント、モータの 1 つにダメージを受けても動き、福祉ロボットに適していると考えている。また、筋群は複数の筋が時系列的に作用するが、本研究は、複数モータを時系列に駆動するロボットアームであり、一関節、二関節駆動をそれぞれ行うことができるロボット構造である。ロボットアームは、12W の DC モータ 6 個からなるマルチモータを 2 組搭載し、上腕部、前腕部を駆動する。さらに、2 組を結合・分離させることで二関節同時駆動との切り替えを、ER 流体クラッチを用いることにより、結合には印加電圧により粘性が変化し、伝達トルクを変えるシステムとした。その結果、①ER 流体クラッチにより、筋骨格系の粘性の影響を含む駆動形の実現、②マルチモータによるパワーアシストの可能性、③一関節駆動、二関節駆動による動作領域の拡大などが得られた。

### 1H3-3<sub>(053)</sub> 二関節筋型アクチュエータを搭載した二足歩行ロボットの安定性の研究

○藤本 光太郎, 斎藤 之男, 梅村 敦史

東京電機大学

人の歩行はロボットに比べて滑らかな動作とジャンプのような力強い運動を行うことができる能力がある。一般に、多くの二足歩行ロボットは、そのアクチュエータであるサーボモータを各関節ごとに 1 つずつ有している。一方、人間をはじめ多くの動物は、二関節にまたがって作用する二関節筋を持ち、二関節により同時に作用し、特に、二関節筋の伸筋・屈筋のペアが拮抗することによって歩行には重要な役割を果たしていることが最近の研究から分かっている。そこで、本研究ではこの二関節拮抗筋機能を模倣した二関節筋型バイラテラル油圧伝達機構を開発し、二足歩行ロボットのアクチュエータとして用いることで、ロボットの運動における素早い位置決め及び力制御と安定した動作を可能にした二足歩行ロボットを開発した。人の足の構造と機能に着目し、二足歩行ロボットには人の足の機能を模倣したメカニズムを持っている。人の足は、三つのアーチによって支えられており、建築学的な天井のような構造となっている。また、足底蓋の三つの支持点、足部が地面と接触する部分に存在しており、それぞれの支持点は隣接する二つのアーチに支えられている。三つのアーチの中では、足の内側アーチが最も大切な役割を担っている。下肢に伝わってきた体重は足関節を通り、距骨滑車面のレベルで後足部にかかる。ここから力はアーチの各支持点方向に、三方向に分散する。これが三点支持機構である。この足底弓蓋の機構により凹凸地形への適合では足部が弓蓋のへこみの中に、突き出した地形をつかみ込むことにより様々な地形に対して柔軟に対応することが可能になっている。二足歩行ロボットの足のメカニズムと、その有効性を解析するものである。

### 1H3-4<sub>(165)</sub> 歩行補助のための受動歩行原理の導入に関する研究

○松元 明弘, 秋元 俊成

東洋大学

ここ数年、人間の歩行支援に対して、受動歩行の原理を導入する方法について研究している。受動歩行の原理とは重力場での固有振動の運動を利用することを意味し、ロボット・メカトロニクス技術における能動的な制御の影響を減らすことで、結果として自然な運動を実現できると期待できると考えている。本報告は、我々がこれまでの行ってきた受動歩行関連研究、ならびにその歩行補助への適用に関する現状を報告するものである。まず、重力のみで動く受動歩行ロボットについて調査し、再現実験によってある特定の条件を満たしさえすれば自然な歩行が実現できること、さらにその初期値には鋭敏性があり、極めて狭い安定性しか持っていないことを確認した。次に、股関節をフリーとしたコンパス型歩行ロボットにおいて、足首だけにモータを配置したものと、上半身を左右に振るモータだけを配置した 2 つの方式の準受動歩行ロボットについて実験的研究を行い、歩行実験によって、準受動歩行は完全受動に比べて安定性が広がることを確認した。これらの経験をもとに、脊髄損傷者用の歩行支援を目的として、受動歩行原理の適用を進めており、つま先（母指関節）と足首を動かせるような歩行補助装具を試作した。人間の歩行動作の高速度カメラ撮影による解析によって、歩行動作における母指関節と足首関節の重要性を確認した。次にその運動を支援するような短下肢装具を開発し、装具装着時と非装着時の筋電信号の比較をすることで、この方法の有効性の確認をした。

**1H3-5<sub>(001)</sub> 片麻痺者用歩行支援器具に関する研究開発 (第2報)**

○布施 泰史\*<sup>1</sup>, 村上 収\*<sup>1</sup>, 東 祐二\*<sup>2</sup>, 湯地 忠彦\*<sup>2</sup>, 老川 大輔\*<sup>2</sup>, 福嶋 善雄\*<sup>3</sup>  
 \*<sup>1</sup>宮崎県工業技術センター, \*<sup>2</sup>社団法人八日会 藤元早鈴病院, \*<sup>3</sup>福島施設工業

脳卒中などにより身体の右半身あるいは左半身が動かなくなった片麻痺者は年々増加の傾向にあり、全国で約 27 万人（'06 年身体障害児・者実態調査）いると言われている。我々は、片麻痺者の歩行支援器具開発に着手し、今までにはない非麻痺側の運動機能を最大限利用する片手で操作可能な歩行器（ワンハンドウオーカー）を開発した。歩行実験の結果から片麻痺者における歩行器の使用では、歩行器に過度に依存することなく、杖使用時よりも歩行速度が向上することが分かった。また歩行器は、杖歩行へ移行する手前の支援機器と考えており、今回の結果から、杖歩行の歩容と同様の傾向が歩行速度の解析や足圧分布、また、表面筋電位からも検証され、早期リハビリに本歩行器の効果が認められたことは非常に大きいと考えてる。発表では、杖歩行とワンハンドウオーカーを比較し、歩行支援の適合性について検証した結果を報告する。本研究は、第3回三重大会(2005.12)で報告した研究の第2報である。

**I 室 24 日(木) 13:15~14:15 : 評価・訓練支援 I**

座長：大西 謙吾（岡山県立大学）

**III-1<sub>(098)</sub> VR カヌーシステムの運動負荷計測による評価**

○林 賢太郎\*<sup>1</sup>, 栗田 千裕\*<sup>1</sup>, 奈良 拓真\*<sup>1</sup>, 清岡 智\*<sup>2</sup>, 市村 志朗\*<sup>2</sup>, 藤原 豊樹\*<sup>2</sup>, 村山 淳\*<sup>1</sup>, 原田 哲也\*<sup>1</sup>  
 \*<sup>1</sup>東京理科大学 基礎工学部電子応用工学科, \*<sup>2</sup>東京理科大学 理工学部 体育研究室

本研究では、VR カヌーシステムを試作し、体験中の運動負荷を測定することにより、本システムのスポーツ・リハビリテーションシステムとしての有用性を考察した。VR を取り入れたスポーツ・リハビリテーションシステムは、単調なプログラムにアミューズメント性を取り入れることができるだけでなく、負荷や運動時間を自由に変更することができることから、モチベーションを維持しつつ体験者の体力に応じたきめ細かいメニューの構築が可能になる利点がある。我々の開発した VR カヌーシステムは、水面上という非日常のシーンにおいて、体験者の手に力覚を感じながらカヌーを漕ぐ動作を高いリアリティを持って体験できるシステムである。本研究では、VR カヌーシステムをスポーツ・リハビリテーションシステムとして用いるために、体験者に運動させる部位に適切に運動負荷を与えているかを確認した。体験者の運動負荷は、VR カヌーシステムのパドルを漕いでいるときの被験者の筋活動を酸素飽和度計により計測した。今回行った実験から、VR カヌーシステムのパドルを漕ぐ動作において、上半身における適度な運動を行うことができることを確認した。

**III-2<sub>(067)</sub> ゲームコントローラを用いたリハビリテーションツールの開発**

○五十嵐 祐太, 星野 浩通, 宮川 道夫, 前田 義信  
 新潟大学大学院自然科学研究科

4 つの操作ボタンを備えたゲームコントローラを用い、片麻痺患者のためのリハビリテーションツールを試作した。片麻痺とは、脳内出血、脳腫瘍などを原因として体の片側に生じた運動障害である片麻痺患者に対して、リハビリ初期の段階ではある程度治療法が確立されていると言えるが、その後、日常動作を回復するまでのリハビリテーション方法には確定的な手法はなく、患者の置かれた環境によって異なるのが実態である。そこで、本研究では、初期リハビリ期を脱した患者のために、治療に取り組む意志を持たせることができ、負荷量も調節でき、場所や道具など、コストも極力低く抑えることができるリハビリテーション手法の一つとして、ゲーム用押しボタンスイッチを利用したリハビリテーションシステムの可能性について検討した。すなわち、手のひら大の4個の押しボタンスイッチを麻痺した片手で操作することにより、回復段階に応じ、「クイズの選択回答」、「ゲームの実行」、「電子メールの作成」などが可能なシステムを試作して初期的な実験を含め、検討を行った。

**III-3<sub>(137)</sub> 理学療法訓練支援のための上肢シミュレータの開発**

○有松 崇行\*<sup>1</sup>, 高木 基樹\*<sup>1</sup>, 井上 薫\*<sup>2</sup>, 伊藤 祐子\*<sup>2</sup>, 高橋 良至\*<sup>3</sup>, 寺田 尚史\*<sup>4</sup>, 川上 幸男\*<sup>1</sup>, 小山 浩幸\*<sup>1</sup>, 山本 紳一郎\*<sup>1</sup>, 米田 隆志\*<sup>1</sup>  
 \*<sup>1</sup>芝浦工業大学, \*<sup>2</sup>首都大学東京, \*<sup>3</sup>東洋大学, \*<sup>4</sup>三菱プレジジョン

疾患や障害からの社会復帰において理学療法は重要な役割を果たしており、この理学療法の技術を習得するためには臨床実習による実技訓練が必要である。しかし、これには患者の協力が必要となるため、理学療法士を志す者が自発的に学習しようとしても困難な状況にある。このため、本研究では理学療法士がリハビリテーションの技術の習得・向上のために理学療法の治療行為を繰り返し訓練可能で、肘関節を対象とした疾患を表現可能な上肢疾患用患者シミュレータの開発を目的としている。本装置は、MR ブレーキと DC サーボモータ、ハーモニックドライブ、エンコーダ、ひずみゲージから構成される。そして、エンコーダで計測された関節角度による抵抗を表現するために MR ブレーキと DC サーボモータを同時に用いることで、関節の屈曲伸張運動に対して抗力や粘性を発生させて患者の症状を模擬可能なものである。これまでに、痙性と歯車様固縮という疾患の表現を行った。痙性とは、関節を伸展させる際、最初は抵抗が大きいが、あるところまで伸展させると急に抵抗が減る症状である。これは、受動運動の速度によって抵抗の大きさが変わり、速く動かすほど抵抗も大きくなる。歯車様固縮とは、関節を動かすと歯車を回転させるように抵抗が繰り返す症状である。これらを表現するために、模擬患者による痙性と歯車様固縮の症状を計測し、模擬患者の計測結果に基づき、本シミュレータにおいて力覚の表現を行った。その結果、模擬患者における痙性と歯車様固縮の症状と類似した状態を表現することが可能となった。

### III-4<sub>(109)</sub> 筋電位制御式義手の訓練における視覚提示情報の効果

○大里 真一, 大西 謙吾  
岡山県立大学

本研究は、筋電位信号により義手の操作を行うための基礎訓練における視覚提示情報が訓練効果に及ぼす影響を実験的に調査する。筋電義手を用いて日常生活の自立性の向上を図るには、まず前提条件として使用者が信号源となる筋の筋電位を随意的に操作し、義手に目的の開閉動作をさせる能力を獲得できることが求められる。このための初期段階の筋収縮訓練は、屈筋と伸筋の筋電位信号の分離度合いの安定性向上を目的とする。現在、筋収縮訓練は筋電センサの適合を評価する計測器を用い、画面に表示される筋電位信号の変動の定性的な評価にとどまっており、定量的評価と、評価を反映させる訓練手法に関する研究が必要である。本研究では、義手の開閉操作における屈筋と伸筋の筋電位信号の分離度合いを評価対象とし、この安定化を目的とした反復訓練において被訓練者に提示する視覚情報と形式が習熟度に及ぼす影響を調査する。訓練時の筋電信号の提示法として波形グラフ、棒グラフ、平面分布グラフの3種類と、筋電位信号の判定結果による義手動作を三次元 CG のハンドで表示するか否かをそれぞれ組み合わせた計6条件を設けた。これらの条件下での習熟効果を、目標の義手の動作を追従する際の屈筋と伸筋の筋電位信号の分離度合いの訓練前後の変化により比較評価した。

## I室 24日(木) 14:45~16:15 : OS-9 エンターテインメント技術がくらしを変える

オーガナイザー：吉田 正樹 (大阪電気通信大学), 新川 拓也 (大阪電気通信大学)  
座長：新川 拓也 (大阪電気通信大学), 吉田 正樹 (大阪電気通信大学)

### II2-1<sub>(158)</sub> エンターテイメントはくらしに何を与えるか?

○吉田 正樹  
大阪電気通信大学 医療福祉工学部 理学療法学科

エンターテインメント (entertainment) とは、多くの人々を楽しませることをその主題とする、文化的な活動の一つであり、人工的かつ合法的で全年齢または特定の年齢層の人々の感情に働きかけ、何らかの感動を起こさせ「楽しむこと」を目的とした行為や催し物などのことと定義されている。簡単に言えば、「楽しむのためにする行動」と考えられる。具体的には、映画、音楽、演劇、演芸、スポーツ、読書、ゲームなど様々な分野にわたっていて、ある人にとってある行為がエンターテインメントと感じていても、他の人にとっては「楽しくない」と感じる場合がある。エンターテインメントと近い言葉として、アミューズメントがあり、遊園地やゲームセンター、ボウリング場などの施設における娯楽を指す。では、エンターテインメントは「ひと」の生活にどのような影響を与えているであろうか。リハビリテーションではリハゲームについて着目されているが、ゲーム機を使ったもの、簡単な道具を使ったレクリエーションセラピー、小児のリハビリテーションでは以前から実施されている。また、任天堂ゲーム機である Wii を使ったリハビリテーションは世界各国で実施されていて、専用のホームページも開設されている。本オーガナイズドセッションでは、エンターテインメントを幅広く考えてみたい。幼児教育やリハビリテーションに限定せず日常生活のシーンで、ゲームを含むエンターテインメントがどのように役立っているかを考え、多方面から今後の展望について議論したい。

**112-2<sub>(133)</sub> 医療現場におけるテレビゲームの可能性**

○いしぜき ひでゆき

大阪電気通信大学 総合情報学部 デジタルアート・アニメーション学科

近年、テレビゲームを利用したリハビリや病気治療が増加している。特に「任天堂Wii」の発売、そのアタッチメントである「バランスWiiボード」の発売により、医療現場、とりわけリハビリや老化防止などの利用価値が高まってきた。しかしながら、実際のテレビゲームの進化に対してそれらのゲームの開発は、2歩も3歩も遅れているといわざるをえない。その一因として挙げられるのが、ゲーム開発者と医療器具開発者の接点が無かったことだろう。エンターテインメントに長けているゲーム開発者が、専門を熟知している医療器具開発者と手を組めば、現在、医療用、老化防止用として発売、活用されているアーケード型を含めた医療用ゲームに新たな道が開けるはずである。実際に15年以上、ゲーム開発の現場にいた立場から、エンターテインメントの本質を踏まえ、ゲームの本質とおもしろさ、それをどう活用していくべきなのかを考えてみたい。

**112-3<sub>(057)</sub> 人工学級シミュレーションとそのシリアスゲーム化の試み**

○前田 義信

新潟大学大学院 自然科学研究科 人間支援科学専攻

社会問題化する中高生のいじめ問題は、1980年代の校内暴力が沈静化すると同時に浮上してきた。いじめ問題の解決を妨げているものは、いじめの生態学的構造が複雑であることや、その構造を背景として観察される表面的な現象が多岐にわたること、それゆえに当事者が構造を理解して問題を回避することの困難さである。他にも「いじめを撲滅できる」とみなしてしまう人々の錯覚がある。人類の歴史が始まって以来、共同体と呼ばれる集団には多かれ少なかれ、いじめのような現象は観察されてきた。いじめ問題を解決することはできないかもしれないが、では何故解決できないのかを知る必要があるし、何よりも共同体の当事者がそれを知り、問題を回避する知恵を身に付ける必要がある。本研究では「共通の趣味を見出す友人を作ろう」とする人工的なエージェントを多数用意し、彼ら(彼女ら)に相互作用をさせる比較的単純な人工学級を提案する。このような人工学級において観察される現象から、いじめが創発するメカニズムの解明を行うとともに、エージェントの1人をヒトに置き換え、ヒトがプレイヤーとして人工学級に参加できるシリアスゲームの開発を目標とする。このようなシリアスゲームは当事者がいじめの構造を理解するために有効であると考えられる。人工学級シミュレーションの典型的な結果を述べる。エージェントが見出すことのできる趣味を制限しても、エージェントに自由に趣味を見出させても、人工学級で友人を作れないエージェントは高々1割に抑えることができたが、中程度に趣味を見出すことのできる環境にあるエージェント集団では、3割以上のエージェントが友人を作ることができなかった。

**112-4<sub>(112)</sub> 新感覚音声ゲームシステム 『kikimimi : キキミミ』**

○新川 拓也\*<sup>1</sup>, 奥村 英史\*<sup>2</sup>

\*<sup>1</sup>大阪電気通信大学大学院医療福祉工学研究科医療福祉工学専攻, \*<sup>2</sup>株式会社ヒューマンオーク

キキミミは、「音」で遊ぶカードゲームシステム。このシステムでは、カードの代わりにICタグ内蔵の立体のコマを利用する。透明のコマを箱の突起部分に近づけると「ハートのエース」などと箱が「しゃべる」。すなわち、コマの情報を音声に変換して利用者に提示する形態を有する。これを利用して、トランプに類するテーブルゲームを音だけで遊戯することができる。照明のない、暗闇でも利用できることから、視覚障がい者と晴眼者が共に楽しめるように工夫している。箱に内蔵されたSDカードを交換するだけで、さまざまなゲームが楽しめ、自分達で新しいゲームやルールを開発することもできる。もちろんバーバル情報だけでなく、例えば音楽を用いたカードゲームなどを実現することもできる。ビジュアル主体のデジタルゲームが普及する中、ネットワーク上ではなく、実際に利用者同士がそばにいながら楽しめるモノを模索した。古き良きゲームシステムであるトランプ等のカードゲームがそれにあたると考え、デジタルゲームとの融合を図るとともに、今まで参加が困難であった視覚障がい者を利用者の中に取り込むことでエンターテインメント領域の中でユニバーサルデザインを目指し、新しい遊戯文化を創出することを目標とした。

**112-5<sub>(153)</sub> タイムドメインとスピーカ**

○由井 啓之

株式会社タイムドメイン

1980年にウィーン楽友協会大ホールで味わった圧倒的な感動を、自宅でも得たい、多くの人に知っていただきたいと考え、「高忠実度再生への新しいアプローチ」を始めた。従来のオーディオは周波数領域(フレクシンドメイン)で論じられ、物理特性と聴感とが必ずしも一致しなかった。そこで、高忠実度・原音再生を目指し、時間領域(タイムドメ

イン)での新しいアプローチを開始したのである。Yoshii9は、その成果の1つである。これは①仮想グラウンド、②小径シングルユニット、③円筒エンクロージャ等の特徴とする。従来の構造では、磁気回路がフレームを介してスピーカボックスに固定されている。この場合、振動する部位を起点としたコーン紙駆動となり、ピュアな再生が難しい。Yoshii9は、大きな慣性質量を与えた仮想グラウンドに磁気回路を固定する事で、静止点を基準としたコーン紙駆動を実現している。また、大型の複数ユニットをスピーカボックスに装着した従来構造では、音の合成、分割振動、振動系質量、輻射、反射等の問題で正確な再生が難しい。Yoshii9は、輻射が小さく強度の高い円筒上部に、小型軽量の振動系をシングルで装着することによってこれらを克服した。また、通常のエンクロージャでは、振動系に空気パネが加わり最低共振周波数( $f_0$ )が(ユニット単体のそれより)高まるのに対し、底面開放の円筒型は $f_0$ を下げ、低域再生能力を高める働きも兼ね持つ。周波数成分の忠実再生が従来の方式であるなら、タイムドメインの方法は波形の忠実な再現であり、今後さらにこれを発展させ、極上の音と感動の世界を広げていきたいと願っている。

## I室 24日(木) 16:30~17:30 : 細胞・組織工学

座長 : 中村 亮一 (千葉大学)

### 113-1<sup>(134)</sup> 培地循環環境下における培養筋芽細胞の配向観測

○岡田 尚薫, 橋本 成広

大阪工業大学大学院 工学研究科 生体医工学専攻

**Object:**本研究では、細胞を培養液循環刺激環境化で培養することにより、細胞の接着方向を揃えること、配向させる為の最適環境を調べる為に行った。**Method:**細胞はC2C12細胞を使用し、厚さ3mm、直径40mm、30mm、20mmの円形シリコンディスクを60mm/Tissue Culture Dishの中心に、それぞれ装着させたものを作製した。作製したDishを、振幅 $6^\circ$ 、振とう速度20r/min, 50r/minで動作させたシェーカーの上に置くことにより培地循環環境を作りだした。温度 $37^\circ\text{C}$ 、 $\text{CO}_2$ 5%、95% airの環境に設定したインキュベータ内で培養を行った。播種して4日間は増殖培地として10%FBSを使用し、コンフルエントとなった4日目からは分化培地として7%HSを使用した。培養4日目で筋芽細胞の配向記録をとり、6日目に電気刺激を行い、筋管細胞の収縮弛緩特性の確認を行った。**Result:**シリコンディスクの大きさと流速の条件により、流路全体に流れ方向に対し垂直に細胞の配向が観測される物と、配向が観測できないものが確認できた。40mmのシリコン群を50r/minの速さで循環させたとき流路全体で配向し、最大で流路幅全体の配向が確認された。しかし、20mmのシリコン群を50r/minで循環させると、流路全体での配向が確認できなかった。播種して2日後から筋芽細胞が流路に対し垂直に配向が観測され、その後の増殖した細胞も同じ方向に配向した。4日後、HSに培地を交換し分化を促進させたところ、分化した筋管細胞も方向性を維持していた。また、配向し分化した筋管細胞に電気刺激を与えたところ、筋管細胞には収縮弛緩が確認された。**Conclusion:**生体外で培養液循環刺激により細胞を配向させることに成功した。この方法を用いることによりC2C12細胞を配向させる事が可能であることが示唆された。また、分化させても配向したまま収縮弛緩も可能であることが確認できた。

### 113-2<sup>(145)</sup> 微小振動融着法による高分子材料 - 生体組織間の接着に関する研究

○山本 健二\*<sup>1</sup>, 木村 剛\*<sup>2</sup>, 南 広祐\*<sup>2</sup>, 加藤 綾子\*<sup>3</sup>, 清水 繁\*<sup>1</sup>, 樋上 哲哉\*<sup>4</sup>, 増澤 徹\*<sup>3</sup>, 岸田 晶夫\*<sup>2</sup>

\*<sup>1</sup>日本大学大学院理工学研究科, \*<sup>2</sup>東京医科歯科大学生体材料工学研究所, \*<sup>3</sup>茨城大学工学部,

\*<sup>4</sup>札幌医科大学

超音波メスは、軟組織の凝固、切開に用いられ、その切り口において組織同士の融着が生じることから、毛細血管からの止血、微小血管の結紮等にも用いられている。この融着メカニズムに関しては、一般的には組織を構成するタンパク質(主としてコラーゲン)が超音波振動により熱変性し、融着すると説明されているが、詳細には解明されていない。そこで我々は、超音波メスの特性を振動・熱・圧力に要素分解し、各要素を独立して制御する「ナノ振動融着装置」を開発し、組織融着(接着)の作用機序を解明するとともに、生体組織間および生体組織-人工材料間の接着装置としての応用を検討している。本発表では生体組織と人工材料の接着条件、接着メカニズムに関する基礎的検討について示す。生体組織として食用ブタの大動脈、人工材料としては種々の医療用高分子材料を使用した。大動脈と高分子材料を重ね合わせ、超音波メスあるいはナノ振動融着装置の各ハンドピースで把持し、接着を行った。各々の接着強度を引っ張り試験により、組織損傷をヘマトキシリン-エオジン染色により評価した。ナノ振動融着装置では超音波メスと比較し、接着に伴う組織損傷は少なく、10kPa以上の接着強度であった。これは既存の組織接着剤と比較し、同等もしくはそれ以上の接着強度を有するものである。さらに、接着温度解析、人工材料のコロナ放電処理、ATR-IR、ESCA測定等により接着メカニズムに関する詳細な検討を行ったので、発表では併せて報告する。

**113-3<sub>(033)</sub> 心筋への細胞シート移植支援デバイスの開発に向けたハイドロゲルの検討**

○中島 健太郎\*<sup>1</sup>, 苗村 潔\*<sup>1</sup>, 中村 亮一\*<sup>2</sup>, 清水 達也\*<sup>3</sup>, 岡野 光夫\*<sup>3</sup>

\*<sup>1</sup>東京工科大学大学院バイオ・情報メディア研究科バイオニクス専攻,

\*<sup>2</sup>千葉大学大学院工学研究科人工システム科学専攻, \*<sup>3</sup>東京女子医科大学先端生命医学研究所

細胞シート工学による再生医療は新しい治療法である。重症心不全に対して筋芽細胞シート移植が臨床応用されている。細胞シート積層後に不全心筋に接着させるが、心筋の拍動により術者の技術を要すると共に、接着に 15-30 分間の待機が必要である為、簡便で安定した移植法が望まれる。同期に時間を要して手術時間が延長する事や、心筋の拍動により細胞シートが変形して細胞シートの機能喪失を引き起こし得る事が問題とされる。著者らは細胞シートの重層化デバイスを基に、細胞シートを短時間で確実に固定させるスタンプ型移植デバイス開発を目的として試作品を製作してきた。現在、重層化デバイスと細胞シートの間に接着物質として高分子ゲルが挟まれている。本研究では本デバイスの開発にあたり、この接着物質の一つであるハイドロゲルの条件について検討を行った。ハイドロゲルの要求仕様として、デバイスによる圧力に耐え得るクッション性、体温下で細胞シートの生着時間までゲル状態の維持可能な耐久性、生体への安全性を考慮した使用量の3点が考えられる。従って、細胞シートの重層化に使用されている直径 30[mm]、厚さ 2[mm]のハイドロゲルを対象に、一定速度で壁に押し当てた時の反力を測定する荷重試験、表面温度を 36~38[°C]に維持した鳥ササミの上に置いて融解時間を測定する融解試験を行った。荷重試験の結果として粘弾性物質特有の反力波形を描きながら  $6 \times 10^4 \sim 8 \times 10^4$  [Pa]でハイドロゲルが押し潰されて破損した事がわかった。また、融解試験の結果として 1~2 分と早く融解する事がわかった。これらの結果から、今後ハイドロゲルの粘弾性を定量的に調べる為に、ケルビン型の粘弾性モデルを用いてハイドロゲルの力学的特性をより詳細に解析する必要がある。また、細胞シートの固定において、ハイドロゲルの粘性を利用だけでなく針などを用いた固定法の検討の必要性が見出された。今後これらを行いながら本デバイスの臨床応用を目指す。

**113-4<sub>(094)</sub> 心筋シート移植デバイスの開発に向けた固定用針の先端形状に関する研究**

○坂谷内 大祐\*<sup>1</sup>, 苗村 潔\*<sup>1</sup>, 中村 亮一\*<sup>2</sup>, 清水 達也\*<sup>3</sup>, 岡野 光夫\*<sup>3</sup>

\*<sup>1</sup>東京工科大学大学院バイオ情報メディア研究科バイオニクス専攻,

\*<sup>2</sup>千葉大学大学院工学研究科人工システム科学専攻, \*<sup>3</sup>東京女子医科大学先端生命医学研究所

細胞シート工学による再生医療は新しい治療法として注目を集めている。重症心筋症手術の場合、細胞シートを積層した後に心筋の壊死した部分に生着し、心筋の拍動と同期させて心機能を回復させることができる。このとき細胞シートの生着には時間を要し、生着するまでに細胞シートをずらさず、心筋組織との位置関係を維持する必要性が存在する。これまで著者らは心筋シートの貼り付け作業の改善を目的として、心筋シートを貼り付け、針で固定する動作を行うデバイスを研究してきた。このデバイスの構成要素として、本研究では心筋シートの固定に適した針の先端形状について検討する。25 ゲージのペンシルポイント針・灌流シストーム針の2種類の針を、ヒトの筋肉組織とほぼ等しい密度と粘性を持つバリスティックゼラチンに刺しあるいは引き抜き、そのときの穿刺反力・引き抜き反力を測定した。速度 5, 10mm/s で穿刺したとき、ペンシルポイント針は灌流シストーム針に比べ穿刺抵抗のピーク値は 1.4 倍, 1.5 倍を示した。また同様にゼラチンから引き抜いたとき、ペンシルポイント針は灌流シストーム針比で 1.2 倍, 1.4 倍の引き抜き反力を測定した。心筋シートを心筋表面に固定する際、灌流シストーム針と比較するとペンシルポイント針は抜けにくい針であると考えられる。

**D室 25日(金) 9:30~10:45 : OS-1 生体流体工学 I**

オーガナイザー：山根 隆志（医薬品医療機器総合機構），増澤 徹（茨城大学工学部）

座長：増澤 徹（茨城大学工学部）

**2D1-1<sub>(052)</sub> 両心補助用人工心臓のための一体型アキシヤル磁気浮上モータの開発**

○北郷 将史<sup>\*1</sup>，増澤 徹<sup>\*1</sup>，佐々木 瑛祐<sup>\*1</sup>，Daniel TIMMS<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup>茨城大学，<sup>\*2</sup>ヘルムホルツ医工学研究所 RWTH アーヘン大学

重篤な心不全患者の治療のために，補助人工心臓の開発・製品化が進められている．しかし，それらの多くは左心または右心の一方を補助する片心補助人工心臓であり，両心室不全や左心補助人工心臓適用後の右心不全の場合には両心補助人工心臓が必要となる．そこで，本研究では体内埋め込み可能な小型両心補助人工心臓の開発を目的とし，本人工心臓に用いる磁気浮上モータの開発を行った．本磁気浮上モータは，電磁石コアの片側面を磁気軸受，もう一方をモータステータとする一体型磁気軸受・モータ，ロータから構成される．二つのロータディスクにより一体型磁気軸受・モータを軸方向に挟み込み，両ロータディスクは一体型磁気軸受・モータの中心穴を貫通する軸によって連結する構造とした．一方のロータディスクを磁気浮上制御，他方を回転制御することによって連結ロータを磁気浮上・回転制御する．磁気軸受側は，90度間隔に設置した4つの制御用電磁石によってロータの軸方向位置及び径方向軸まわりの計3自由度を能動的に制御する．モータ側は，12スロットのモータステータによって3相8極のブラシレスモータを形成した．製作した磁気浮上モータは，外径50.0mm，高さ39.5mmとなり，空気中において4800rpmまでの浮上回転に成功した．使用を想定している2000rpm時のロータの軸方向の振動振幅と傾きはそれぞれ0.027mm，0.26degと非常に小さく，安定した浮上回転が実現できた．また，軸方向に±0.5mmの範囲で変位可能であり，両心補助人工心臓へ応用する上で十分な磁気浮上・回転性能を有していることを確認したので報告する．

**2D1-2<sub>(047)</sub> 空気圧駆動式人工心臓用駆動装置のための電源システムの開発**

○本間 章彦<sup>\*1</sup>，妙中 義之<sup>\*1</sup>，巽 英介<sup>\*1</sup>，住倉 博仁<sup>\*1</sup>，大沼 健太郎<sup>\*1</sup>，赤川 英毅<sup>\*1</sup>，李 桓成<sup>\*1</sup>，武輪 能明<sup>\*1</sup>，水野 敏秀<sup>\*1</sup>，築谷 朋典<sup>\*1</sup>，片桐 伸将<sup>\*1</sup>，角田 幸秀<sup>\*1</sup>，下崎 勇生<sup>\*2</sup>，向林 宏<sup>\*3</sup>，片野 一夫<sup>\*3</sup>

<sup>\*1</sup>国立循環器病センター研究所，<sup>\*2</sup>株式会社メドウィル，<sup>\*3</sup>株式会社イワキ

当施設では空気圧駆動式補助人工心臓（P-VAD）と全人工心臓システム（P-TAH）の開発を行なっている．今回、これら駆動装置のための電源供給システムを構築し評価を行ったので報告する．電源供給システムは外部 AC 電源および2個の電池の切り替えを行なう電源選択回路、電池充電を行う充電回路、これらの制御を行う制御回路から構成される．電池には、端子電圧 DC14.8V、容量 4400mA、実測寸法 W850×D700×H40mm、実測重量 392g のリチウムイオン電池パックを使用している．P-VAD を想定し、オーバーフロー型模擬循環回路、および左心室脱血大動脈送血の動物（ホルスタイン、98kg）を作成し、実際の駆動条件下で電池充放電特性の測定を行った．東洋紡社製血液ポンプ（一回拍出量約 70mL）を使用し、エアースホース長は 2m とした．模擬循環回路による電池 1、2 それぞれの放電時間は 2 時間 51 分、2 時間 48 分であり、連続使用で 5 時間 39 分の放電が可能であった．計測中の前・後負荷は 10mmHg、100mmHg、平均拍出流量は 4.5L/min、駆動装置の拍動数は 80bpm、平均消費電力は 16.9W であった．また動物実験による電池 1、2 それぞれの放電時間は 2 時間 45 分、2 時間 43 分であり、連続使用で 5 時間 28 分の放電が可能であった．計測中の平均左心房圧は 23mmHg、平均大動脈圧は 97mmHg、平均補助流量は 3.3L/min、駆動装置の拍動数は 80bpm、平均消費電力は 17.1W であった．電池の放電停止、および切り替えは設定電圧 12.8V で行い、電池の切り替えが駆動装置の動作に影響を及ぼさず、安定した長時間連続駆動が可能であることを確認した．

**2D1-3<sub>(063)</sub> 空気圧駆動式ウェアラブル全置換型人工心臓システムの開発****—ウェアラブル式空気駆動装置に関する基礎的検討—**

○住倉 博仁<sup>\*1</sup>，本間 章彦<sup>\*1</sup>，妙中 義之<sup>\*1</sup>，巽 英介<sup>\*1</sup>，大沼 健太郎<sup>\*1</sup>，赤川 英毅<sup>\*1</sup>，李 桓成<sup>\*1</sup>，武輪 能明<sup>\*1</sup>，水野 敏秀<sup>\*1</sup>，築谷 朋典<sup>\*1</sup>，片桐 伸将<sup>\*1</sup>，角田 幸秀<sup>\*1</sup>，下崎 勇生<sup>\*2</sup>，向林 宏<sup>\*3</sup>，片野 一夫<sup>\*3</sup>

<sup>\*1</sup>国立循環器病センター研究所，<sup>\*2</sup>株式会社メドウィル，<sup>\*3</sup>株式会社イワキ

本研究では、空気駆動式ウェアラブル全置換型人工心臓システムの開発を目的としている．本システムは左右のダイヤフラム型血液ポンプとシリンダーピストンを使用した空気圧発生機構を有するウェアラブル式小型空気駆動装置から構成される．今回、異なる SD 比を有する空気駆動装置を用いて、血液ポンプの拍出流量性能評価を行ったので報告す

る。空気駆動装置はブラシレス DC モータ、クランクシャフト、シリンダーピストン、非円形ギア、空気圧制御弁から構成される。本装置はシリンダーピストンの往復運動により血液ポンプを駆動する空気圧を発生し、非円形ギアにより SD 比を作り出す機構である。実験は、血液ポンプ、および SD 比 35, 40, 44% の空気駆動装置をオーバーフロー型模擬循環回路に接続し、拍出流量性能評価を行った。評価試験の結果、前負荷 10mmHg、後負荷 80 mmHg、拍動数約 100bpm の条件下において、SD 比 35, 40, 44% の最大流量は各々 8.5, 8.7, 8.0L/min であった。また、平均消費電力は 20.2, 19.3, 18.2W、効率は 6.5, 7.0, 6.8% であった。

#### 2D1-4<sub>(050)</sub> 空気駆動式人工心臓の流量推定に関する研究

○大沼 健太郎<sup>\*1</sup>, 中間 章彦<sup>\*1</sup>, 妙中 義之<sup>\*1</sup>, 巽 英介<sup>\*1</sup>, 住倉 博仁<sup>\*1</sup>, 赤川 英毅<sup>\*1</sup>, 李 桓成<sup>\*1</sup>, 武輪 能明<sup>\*1</sup>, 水野 敏秀<sup>\*1</sup>, 築谷 明典<sup>\*1</sup>, 片桐 伸将<sup>\*1</sup>, 角田 幸秀<sup>\*1</sup>, 下崎 勇生<sup>\*2</sup>, 向林 宏<sup>\*3</sup>, 片野 一夫<sup>\*3</sup>

<sup>\*1</sup>国立循環器病センター研究所, <sup>\*2</sup>株式会社メドウィル, <sup>\*3</sup>株式会社イワキ

補助人工心臓(Ventricular Assist Device, 以下 VAD)による長期循環補助においてポンプ拍出量を把握することは重要であるが、専用の流量計の組み込みは、システムが複雑で高価となるなど問題を有する。そこで、本研究では本邦で主に使用されている空気駆動式補助人工心臓血液ポンプとわれわれのグループで開発中のウェアラブル式空気駆動装置を用いて、ドライラインに組み込んだ市販の熱式質量流量センサより得られる空気流量を利用した血液ポンプの分時拍出量推定のための基礎検討を行った。対象とした VAD は容積型ポンプであるため、空気流量と血液ポンプの瞬時拍出量には相関性があると考えられたため、模擬循環回路によるポンプ駆動実験を行い、駆出方向の空気流量と超音波流量計により計測した瞬時流量との関係について回帰分析を行った。駆動条件は SD 比 35%、前負荷 10mmHg 一定として拍動数を 60, 70, 80, 90, 100bpm、後負荷 60, 80, 100mmHg として計測した。その結果、各条件ごとの駆出方向空気流量と瞬時拍出量は相関係数 0.87-0.92 で強い正の相関を示した。良好な相関が得られたことから、模擬循環回路によるポンプ駆動において、最小自乗近似にて求めた簡易な推定式から分時拍出量推定を行い、最小誤差 0.42%、最大誤差 12.8% で推定が可能であった。今後、VAD を生体に装着した際の条件を考慮してさらに検討を進める予定である。

#### 2D1-5<sub>(149)</sub> 軸流型人工心臓のための曲がり管を利用した超小型質量流量計の開発と性能評価

○小阪 亮<sup>\*1</sup>, 西田 正浩<sup>\*1</sup>, 丸山 修<sup>\*1</sup>, 日高 達哉<sup>\*2</sup>, 大久保 剛<sup>\*2</sup>, 山根 隆志<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup>産業技術総合研究所, <sup>\*2</sup>三菱重工業株式会社

人工心臓埋め込み患者の生理状態や人工心臓の駆動状態を監視するためには、血流量の計測が極めて重要である。遠心型人工心臓では、流量をポンプ消費電力から推定することが可能であるが、軸流型人工心臓では、流量と消費電力の間に正の相関が無い場合、流量の推定は困難である。また、市販の大型の流量計では、長期間患者に埋め込むことは困難である。そこで、本研究では、人工心臓のポンプ特性や血液粘性の影響を受けない質量流量に着目した非観血の超小型質量流量計を開発し、計測性能を評価した。超小型質量流量計は、人工心臓と生体間の曲がり形状のカニューラをセンサプローブとして用いた。血液が流れないとき曲がり管には静圧のみが加わっているが、血液が流れると曲がり部には静圧に加えて血流による遠心力が加わり静圧の変化が生じるため、この静圧の変化を管路外周面の歪から捉えることで、内部の流体に非接触で流量を計測することができる。質量流量計の計測位置を決定するため、動物実験で使用されている形状と同じ曲がり管の解析モデルに対して、有限要素法マルチフィジックス解析ツールを使用し、0L/min から 9L/min までの定常流と生体の拍動流を模擬した非定常流を加えたときの、曲がり管内の流れと静圧分布、管路外周の歪量を解析した。そして、解析結果を元に、曲がり管を利用したチタン製の超小型質量流量計を試作した。センサには、長さ 0.2mm の小型歪ゲージを使用し、計測信号はブリッジ回路から低域通過フィルタと増幅回路を通して、計測器に取り込まれる。試作した質量流量計の性能を評価するため、体循環系を模擬した循環回路を構築し、定常流と生体の拍動流を模擬した非定常流下での、市販流量計との計測誤差と時間遅れを求めた。評価試験の結果、本質量流量計は、市販流量計と比べて計測誤差 1.0L/min 以内かつ拍動に追従した計測が可能となった。

**D室 25日(金) 11:00~12:00 : OS-1 生体流体工学II**

オーガナイザー：山根 隆志（医薬品医療機器総合機構），増澤 徹（茨城大学工学部）

座長：丸山 修（独立行政法人産業技術総合研究所）

**2D2-1<sub>(144)</sub> せん断流れ場において表面粗さに基づく溶血特性 — せん断応力の増加と溶血量増加の相関 —**○丸山 修<sup>\*1</sup>，阿部 純也<sup>\*2</sup>，西田 正浩<sup>\*1</sup>，山根 隆志<sup>\*1</sup>，大島 郁也<sup>\*2</sup>，永井 文秀<sup>\*2</sup>，足立 吉数<sup>\*3</sup>，増澤 徹<sup>\*1</sup><sup>\*1</sup>産業技術総合研究所，<sup>\*2</sup>茨城大学工学部，<sup>\*3</sup>茨城大学農学部

遠心血液ポンプの開発において、溶血特性を付与することは重要である。本研究ではせん断流れ場における、表面粗さと溶血の関係に焦点を当て、両者の関係を定量的に調べることを目的としている。産業技術総合研究所で開発した回転型せん断負荷装置を使用して、3,750s-1の一定層流せん断流れ場において、表面粗さの大きさに基づく溶血量の変化を測定した。これまでの研究で、算術平均粗さの大きさ、すなわちRaが0.6 $\mu$ mと0.8 $\mu$ mの間で急増することがわかっている。また、このRa間では高粘度のグリセリンを使用した実験によって、せん断応力がわずかではあるが増加することが明らかとなっている。これらの結果から、表面粗さに基づく溶血は、表面粗さによって引き起こされた高せん断応力によって生じることが予測されるが、せん断応力増加と溶血量増加について、同一試料による計測はできていなかった。そこで、本実験では、デキストランで増粘した血液を試料として、溶血量が急増するRaの大きさと、せん断応力が増加するRaを同時に調べた。その結果、これまでの増粘していない血液を試料としたときに溶血量が増加したRaとは異なる領域で溶血量が増加し、またそのRa領域でせん断応力も増加することが確認された。このことから、せん断流れ場における表面粗さに基づく溶血は、せん断応力が大きく関与することが裏付けられた。

**2D2-2<sub>(110)</sub> せん断流れ場における血栓形成の可視化とCFDによる形成速度の予測**

○玉川 雅章，鳥屋尾 亮，前田 暁

九州工業大学大学院 生命体工学研究科

近年、遠心血液ポンプをはじめとする人工臓器の開発が盛んに行われているが、その開発において血栓が大きな問題となっており、医用流体機器の代表である人工臓器やステントの開発にあたり血栓形成の工学的な予測法の確立が急務となっている。本研究では、血小板があるせん断応力以上のものを受けることで活性化し、その活性化した血小板が壁面に付着し、血栓の形成速度を決定付けるものと仮定し、血栓形成速度、すなわち血栓形成のしやすさの予測を行うこととする。特に、本論では、これまで溶血評価で利用してきたCFD解析でのせん断応力による評価法に着目し、血栓形成可視化実験より得られた血栓の形成速度（輝度値変化）との比較を行うことを目的とする。血栓形成の可視化実験では、せん断応力の異なる2形状のオリフィス管内流れでの血栓形成速度を比較し、せん断応力の大きい形状の方が形成速度が大きいことが示唆され、CFDではせん断応力に基づいた形成速度の予測を行った。

**2D2-3<sub>(015)</sub> 模擬大動脈内三次元流れ場に与える人工二葉弁デザインの影響**阿久津 敏乃介<sup>\*1</sup>，○松本 顕<sup>\*2</sup><sup>\*1</sup>関東学院大学工学部，<sup>\*2</sup>関東学院大学大学院工学研究科

【緒言】今日まで約半世紀にわたり人工心臓弁（以下人工弁）の研究開発が繰り返されてきた。しかしながら、流体力学的観点からの研究はまだ必要であり、血栓形成、溶血、血小板活性化などのメカニズムの解明には流れ場の直接的観察が不可欠と思われる。このためIn Vitroにおける研究が実施され、ここに報告する研究もその一つである。【目的】我々は人工心臓僧帽弁の研究を、幾つかの人工二葉弁を用い、供試流体や拍動条件を用い実施してきた。本実験的研究では、同様な実験的研究を、機械的人工大動脈二葉弁に対し、バルサルバを有する模擬大動脈内に設置し、弁形状の変化が流れ場に与える影響を調べた。【方法】本研究では、二葉弁を取り付けた際の模擬大動脈内の流れ場への影響を検討した。人工弁は、直線的な弁葉を有するSJM弁とOn-X弁、湾曲した弁葉を有するJR弁とMIRA弁を使用し、弁葉形状や全体のデザインが流れ場に与える影響を調べた。それぞれの場合における流れ場の時系列解析をDynamic PIV法（粒子画像流速測定法）により測定し、速度ベクトルと乱流応力分布を調べることで、比較検討をおこなうことができた。【結論】若干の物理的相違、特に弁葉の湾曲が、流れ場に与える影響が明らかになり、さらに、新しい二葉弁は中央オリフィスの流れに向上が見られるが、乱流応力が高い水準にあることがわかった。

### 2D2-4<sub>(030)</sub> 人工肺内局所における酸素・炭酸ガス濃度分布の数値解析と 実測によるガス移動量推定に関する研究

○片桐 伸将\*<sup>1</sup>, 舟久保 昭夫\*<sup>2</sup>, 巽 英介\*<sup>1</sup>, 築谷 朋典\*<sup>1</sup>, 本間 章彦\*<sup>1</sup>, 水野 敏秀\*<sup>1</sup>, 武輪 能明\*<sup>1</sup>,  
妙中 義之\*<sup>1</sup>, 福井 康裕\*<sup>2</sup>

\*<sup>1</sup>国立循環器病センター研究所人工臓器部, \*<sup>2</sup>東京電機大学理工学部電子情報工学科

【はじめに】外部灌流方式の中空糸膜型人工肺は、外径数百ミクロンの中空糸膜を介して膜内側のガス層と膜外側の血液層間のガス交換を行っている。人工肺内のガス濃度分布は、微細な中空糸束構造、血中溶存酸素・炭酸ガスと血液との化学反応といった問題点から、十分な解析手法がなく、設計段階でのガス交換性能推定が困難となっている。【目的】本研究では、中空糸束の一部を対象に、血液ガス反応を反映した酸素および炭酸ガス濃度分布の数値解析値からガス移動量を算出し、解析モデルに相当する参照人工肺局所のガス移動量実測値と比較検討することとした。【方法】考案した解析手法は、物質移動と流れの計算に、膜移動成分および血液ガス反応成分を加え、血液層とガス層を同時に計算処理するものである。参照した中空糸束は並列配系した中空糸膜シートを重ね、30 mm(血流方向) x 95mm(ガス流方向) x 58mmの直方体状となっている。今回は、血液流入側から血流方向全長の30 mm、ガス流入側からガス流方向一部の4 mmを解析対象とした。コンピュータ上に模擬したセグメントモデルは、千鳥配置された中空糸、血液層およびガス層から構成した。流入流速条件は、参照人工肺の血流量(Q)とガス血液流量比(V/Q)から求めた。ガス移動量実測実験に際しては、牛血を用いて、参照人工肺の血液流出側ハウジングのガス流入端より2 mmの位置に流出血の採血ポートを設け、測定した人工肺流入血と流出血のガス含量差から局所ガス移動量を算出した。濃度条件は、流入血を標準静脈血性状とし、流入ガスを100%酸素とした。【結果】V/Q=1でQ=1, 3, 5 L/minの各条件に対し、酸素移動量は、解析値が72.5, 170.3, 232.0 mmHg, 実測値が55.4, 153.1, 229.4 mmHg, 炭酸ガス移動量は、解析値が66.1, 156.0, 205.3 mmHg, 実測値が99.5, 117.5, 151.9 mmHgであった。解析値と実測値は、各条件で約1~35%の誤差を示した。【まとめ】本数値解析手法による中空糸束内ガス濃度分布より、ガス移動量推定の可能性が示された。

### F室 25日(金) 9:00~10:45 : OS-6 看護環境とユビキタスシステム

オーガナイザー：保坂 良資 (湘南工科大学), 笠原 聡子 (高知大学)

座長：笠原 聡子 (高知大学), 保坂 良資 (湘南工科大学)

### 2F1-1<sub>(088)</sub> 病棟における看護業務中断の実際と改善への提案

○笠原 聡子\*<sup>1</sup>, 大野 ゆう子\*<sup>2</sup>, 石井 豊恵\*<sup>2</sup>, 沼崎 穂高\*<sup>2</sup>

\*<sup>1</sup>高知大学教育研究部医療学系, \*<sup>2</sup>大阪大学大学院医学系研究科

1. 目的 看護業務は中断の影響を頻繁にうけている。中断は業務効率や医療事故との関係から、重要な問題であるが、その実態解明や効果的なマネジメント方法に関する研究は少ない。そこで、本研究では中断が看護ワークフローに及ぼす影響についてその影響をマネジメントする視点から検討した。2. 方法 がん専門病院の消化器系2病棟において看護師のべ12名を対象にタイムモーションスタディを実施し、業務内容および中断について調査を行った。得られた結果をもとに業務フロー図を描き、中断を受けたタイミングごとに分類し、3つのワークフローダイアグラムを作成した。3. 結果および考察 看護師は勤務中に1時間当たり約6回の中断を受けており、そのつど業務が分断されていた。中断原因としては80%が患者ケア由来のものであったが、器具の故障や到着物品の遅れ、患者の不在など組織運営的な理由によるものもあった。中断を受けるタイミングとしては業務から次の業務への移行途中が70.8%と最も多かったが、間接業務中が24.2%、患者に直接対応している直接業務中が5.0%となっていた。看護業務の性質上、これらのタイミング別にその後のフローへの影響が異なることが予測されるため、別々にダイアグラムを作成したところ、それぞれのパスの数、パスをたどる頻度、臨床判断が要求されるポイントなどが異なることが明らかになった。これらの結果から、看護業務における中断の時間的・心理的影響、およびリスク面への影響を軽減するための取組みとして、5つの側面からのアプローチ(①中断そのものの回数を減らす, ②中断による混乱をコントロールする, ③中断により生じた業務へのアクセスの効率を上げる, ④中断により生じた臨床判断を要する各場面において適切な判断を可能にするための支援, ⑤中断により分断された業務へのスムーズな復帰)が考えられた。

### 2F1-2<sub>(150)</sub> 今後の看護環境向けソフトウェアシステム

～入力負荷をかけずに患者状態・看護行為を記録するシステムをめざして～

○瀬戸 僚馬\*<sup>1</sup>, 大平 正雄\*<sup>2</sup>, 牟田 邦彦\*<sup>2</sup>

\*<sup>1</sup>東京医療保健大学医療保健学部医療情報学科, \*<sup>2</sup>株式会社ケアコム

看護管理者のニーズとして「自分たちが行った看護行為を可視化したい」というニーズは根強い。そのため、以前から多くの臨床家や研究者が様々な取り組みを行ったが、まだ課題は山積している。最近では、病棟情報システムの開発において看護に関する指標を明示しようとするニーズも多くなってきた。例えば、看護現場において「身体拘束を行っている患者数」「膀胱留置カテーテルを挿入している患者数」を把握しようとする試みである。ただ、現状ではこうしたデータを現場の看護師が病棟日誌等の入力画面から手入力している例が多い。これは看護師の入力負荷もあり、かつ、リアルタイムなデータ活用にも限界がある。また、指標が標準化されていないために他病院との比較も困難であるなど、弱点も多い。昨今、海外の事例では「ステイタスボード」というツールを活用する事例が報告され始めた。いわば、病棟情報システムを活用して、ナースステーションに管制センターとしての機能を持たせようとするものである。わが国でこうした議論をすすれば、現状ではナースコールシステムを活用することがもっとも現実的であると考えている。仮にナースコールシステムを発展させると仮定した場合、病棟情報システムに接続できるインターフェースが既にベッドサイドに存在するという点も大きい。すなわち、患者の側から情報を看護師に伝えるまでの情報経路が既に構築されているのだから、RFID等のユビキタス技術を加える際にも大いに活用すべきと考える。この前提に立って、今後の看護環境向けソフトウェアシステムをどのように発展させることが望ましいか試論を展開したい。

### 2F1-3<sub>(138)</sub> RFID タグによる患者安全・見守りシステムの実験的検

○清水 佐知子\*<sup>1</sup>, 大野 ゆう子\*<sup>1</sup>, 石井 豊恵\*<sup>1</sup>, 東村 昌代\*<sup>2</sup>, 保坂 良資\*<sup>3</sup>

\*<sup>1</sup>大阪大学大学院医学系研究科, \*<sup>2</sup>彩都友誼会病院, \*<sup>3</sup>湘南工科大学工学部情報工学科

自殺企図や認知能低下のため転落の危険性がある患者に焦点をあてた転落防止のためのシステム構築を目的とし、実際の臨床現場における認証範囲の実験的検討を行った。使用タグシステムは、Pasonic リネンタグ(60×40×1mm, 使用周波数帯 950MHz)である。がん専門治療施設 A 病院 6階サニールーム及び地下通用口にて RFID リーダアンテナを設置し、歩行速度、タグ取り付け位置(腰、大腿、足関節)、アンテナ高による認証距離の検索を行った。結果、最大 10m の大きな認証範囲を確認した。デッドスポットが不規則に散在するもののその数は非常に少なく臨床への導入可能性が示唆された。また、歩行速度は遅いほど認証範囲が広く、タグ取り付け部位では腰部が最も認証範囲が広いことが確認できた。今後、実用化に向けてさらなる検討を要する。

### 2F1-4<sub>(105)</sub> 新たな 950MHz 帯 RFID タグによるベッドサイド患者認証の可能性

○杉本 直幸, 保坂 良資

湘南工科大学 工学部 情報工学科

平成 20 年度の医療現場におけるヒヤリ・ハットの報告事例はおよそ 17 万件にのぼっている。そして近年、これらのヒヤリ・ハットを未然に防止するための自動認証システムとして RFID が注目されている。しかし、ベッドサイドでの患者認証においては人体に含まれる水分が認証に影響を与え、効率的な認証ができていない。本研究は、新たな UHF 帯 RFID タグによる既存の RFID システムより効率的なベッドサイド患者認証の実現を目的とする。RFID は無線的に情報を読み取る認証メディアであるため、人間の操作無しに運用することも可能である。そのため、ヒヤリ・ハットに多くみられるヒューマンエラーの抑止に効果的なメディアである。しかし RFID には水分に弱いという欠点があるため、タグの人体添付時に認証距離が著しく低下する。そこで水分の影響を受けにくいタグを試作し、ベッドサイド患者認証を想定した実証実験を行った。実証実験では、新たに試作した 950MHz 帯 RFID タグと既存の RFID ハンディリーダを用いた。このハンディリーダは出力 10mW で物流用途のものである。試作タグは医用リストバンドに貼付して筆者の手首に装着した。また、ベッドサイドでの運用を想定し、タグ-リーダ間に布団を配置した。タグ-リーダ間に布団を 1 枚挟んだ時、42mm の距離で試作タグは認証された。また、布団を 4 枚に増やしても 30mm の距離で試作タグは認証された。本実験により、人体に添付したタグを十分な距離で認証できることが実証された。本実験で得られた 42mm の認証距離ならば、布団の中で眠っている患者の認証を行う場合もタグの位置を探ることで十分に認証が行えるだろう。だが更に効率的な認証を行うため、リーダの最適化を行うことが今後の課題となった。

### 2F1-5<sub>(159)</sub> RFID タグを利用した排尿量検知に関する検討

○山田 憲嗣\*<sup>1</sup>, 荒木 智行\*<sup>2</sup>

\*<sup>1</sup>大阪大学臨床医工学融合研究教育センター, \*<sup>2</sup>広島工業大学工学部

超高齢化社会の到来により寝たきり高齢者が増加しており、紙おむつの需要が高まっている。特に、医療・福祉施設では寝たきり高齢者が介護者に尿意を伝えることが難しく、おむつ交換は定期的に行わなければならない。患者の QOL を考慮すると、簡便に排尿を検知する排尿センサ開発への期待は大きい。これまでに多くの排尿センサが開発されてきたが、価格、衛生面等が問題となり、普及しているとはいえない。近年、使い捨て可能で価格を抑えることが可能な

RF タグを用いた排尿センサが提案され、今後の開発が期待されている。尿は、水分や塩分の摂取量、皮膚や消化管からの水分の喪失量、睡眠、筋運動などによって影響を受ける。一回に排尿する量を測定することは、医療診断上重要なファクターとなっており、1回の排尿量を計測する装置の開発が期待されている。一回の排尿量は、成人では200~300ml、高齢者では100~150mlと尿量であり、高齢者では頻尿傾向がみられる。特に、寝たきり高齢者の尿の有無、量の変化を管理することは、被介護者の健康状態を知る手がかりになるといえる。本研究では寝たきり高齢者の健康状態をはかる一つの指標として排尿量に着目し、RF タグを用いた排尿センサと排水機構を備えた尿量測定システムを提案する。尿が、一度RF タグにかかるとRF タグとリーダーの通信が途絶える。そこで、複数回の排尿を検知するため、排水機構を設けることで尿がRF タグから排水され、通信を復帰させることが可能となる。この再通信までに要する時間を測定することにより排尿量を求めることができる。

### 2F1-6<sub>(160)</sub> セラミック型RFIDによる手術器械の管理システムの開発

○山下 和彦<sup>\*1, 5</sup>, 岩上 優美<sup>\*1</sup>, 今泉 一哉<sup>\*1</sup>, 小松 弘英<sup>\*2</sup>, 本田 宏<sup>\*3</sup>, 小美野 勝<sup>\*3</sup>, 安原 洋<sup>\*4</sup>, 大林 俊彦<sup>\*4</sup>, 齋藤 祐平<sup>\*5</sup>, 保坂 良資<sup>\*6</sup>, 島田 茂伸<sup>\*7</sup>, 井野 秀一<sup>\*8</sup>, 伊福部 達<sup>\*6</sup>, 大久保 憲<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup>東京医療保健大学, <sup>\*2</sup>KRD コーポレーション, <sup>\*3</sup>済生会栗橋病院, <sup>\*4</sup>東京大学医学部附属病院,

<sup>\*5</sup>東京大学, <sup>\*6</sup>湘南工科大学, <sup>\*7</sup>東京都立産業技術研究センター, <sup>\*8</sup>産業技術総合研究所

手術現場における医療過誤が社会的問題である。特に手術器械の体内置忘れ事故、汚染による感染、長期間の使用による破損、破損部位が体内に落ちることや体内に手術器械を置き忘れる体内遺残事故、クロイツフェルトヤコブ病等の手術による2次感染等が考えられる。また、手術は手術用コンテナに手術器械が収められ、それを滅菌することで繰り返し使用する。この際、手作業で手術セットが用意されることから、入れ間違いや入れ忘れ等が発生する。体内置き忘れ事故の発生頻度は1万件に1件と報告され、コンテナへのセットミスは100件に1~2件と報告されている。1回の手術に100~150本を使用する手術器械を手作業で管理し、滅菌記録や使用頻度まで管理するのは事実上不可能であり、RFID等による自動化が求められている。そこで本研究では、セラミック型RFIDを開発し、手術器械に取り付け、上記問題を解決することを試みた。基礎的検証により、高圧蒸気滅菌器による繰り返し滅菌、加圧テストによる衝撃試験、高熱負荷試験による高熱試験、ATP法とアミドブラック法による感染性試験を行い、すべての項目でクリアした。また、取り付け部位についてもシミュレーション等を合わせて行うことで、ほぼ手術で使用可能な水準まで検討した。以上の結果より、手術で実用可能なコンピュータ化された手術器械の開発ができたと考えられる。

### 2F1-7<sub>(095)</sub> 医用ワイヤレス機器と新たな電磁雑音の共存可能性評価

○鈴木 啓太, 増山 汐理, 保坂 良資

湘南工科大学 工学部 情報工学科

ワイヤレス機器は利便性が高く、医療環境でも多用されている。しかし不可視な電磁波で情報を授受するため、思いがけぬ障害でこれが途絶することがある。また様々な機器の開発により、予測できない電磁雑音が生じることもある。PLC (Power Line Communication) や電球型蛍光灯は、旧来の概念を払拭した新たな機器である。ところがこれらは、相当程度の電磁雑音を発生する。たとえば前者は13.56MHz帯で、後者は125kHz帯で雑音を発生する。前者では、電灯線を伝送線路としてデジタル通信を行う。一般的なデジタル伝送線路はシールドされており、雑音は外部へ漏洩しない。しかし一般の電灯線は非シールドであるため、電磁雑音が放射されてしまう。後者では、ランプを点灯させるために内蔵するインバータ回路を利用する。ところがこの回路が雑音を発生し、接続された電灯線から放射される。これらの機器から発生される電磁雑音の周波数は、医療過誤の抑止に有効と考えられる医用ICタグの使用周波数帯域と一致している。このため、両者の共存可能性を評価しなければ、医用ICタグの運用に支障を来す可能性がある。これは、患者の安全性に直接的に関わる。本研究では、PLCと電球型蛍光灯が発する電磁雑音を測定し、医用ICタグとの共存可能性を評価した。その結果、PLCの発生する雑音は電力が小さく、脅威としては軽微であることがわかった。電球型蛍光灯にあっては、その脅威の程度がインバータ回路の仕様・性能に依存することがわかった。また多数個の同時点灯により、影響が増大することもわかった。本発表ではその解析内容と、今後の対策について報告する。

## F室 25日(金) 11:00~12:00 : 生体計測II

座長 : 中島 一樹 (富山大学)

### 2F2-1<sub>(038)</sub> マルチスリットパターン投影を用いた非接触呼吸機能計測法 —呼吸波形の算出—

○小澤 尚由<sup>\*1</sup>, 青木 広宙<sup>\*2</sup>, 越地 耕二<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup>東京理科大学大学院理工学研究科, <sup>\*2</sup>東京理科大学理工学部

人体のガス交換機能及び肺機能の診断においては、呼吸機能検査が有効である。呼吸機能検査においては、スパイロメータを用いた計測方法が広く用いられている。スパイロメータを用いた方法では、一秒率、%肺活量を算定し、拘束性障害及び閉塞性障害を検出する。しかしながら、この方法では被験者は鼻にクリップを付け、マウスピースをくわえた状態で計測を行わなければならないため、強い拘束感が伴う。われわれはこれまでにドットマトリックスパターン投影を用いた非接触呼吸機能診断法について提案した。この方法では、被験者の胸部部にドット上のパターン光を投影し、ドットパターンのフレーム間の変化量より呼吸波形を算出した。また、スパイロメータを用いた方法との比較を行い、その有効性を確認した。しかしながら、ドットパターンを用いる方法においては、被験者の衣服の皺などによってドットの割れや消失が生じる可能性があり、正確な呼吸計測の妨げになることが危惧される。そこで、われわれは、堅牢性の高い呼吸計測を実現すべく、ドットマトリックスパターン投影の代わりにマルチスリットパターン投影を用いることとした。本研究においては、被験者の胸部部の体積を算出し、動画像におけるフレーム間の体積変動量を連続して算出することで、呼吸波形を求める。また、本手法とスパイロメータとの同時計測を行い、本手法による呼吸波形とスパイロメータによる呼吸波形とを比較し、本手法による呼吸計測の妥当性について検討する。

## 2F2-2<sub>(115)</sub> 顔認識技術を利用した廊下の見守りシステムに関する研究

○大森 清博<sup>\*1</sup>, 松本 哲也<sup>\*2</sup>, 中本 裕之<sup>\*2</sup>, 亀山 博史<sup>\*3</sup>, 北山 一郎<sup>\*4</sup>, 角谷 和俊<sup>\*5</sup>

<sup>\*1</sup>兵庫県立福祉のまちづくり研究所, <sup>\*2</sup>兵庫県立工業技術センター, <sup>\*3</sup>グローリー株式会社,

<sup>\*4</sup>近畿大学, <sup>\*5</sup>兵庫県立大学

老人福祉施設において、廊下は居室からトイレや浴室などへ移動する場所であるだけでなく、デコナーとして利用者が日中を過ごす場所でもあり、廊下でのヒヤリハットが多くなると考えられる。一方、廊下では一般に監視カメラを用いた利用者の見守りが行われているが、誰かが映像を常に確認する必要があるため、廊下のヒヤリハット対策として活用するのは困難である。本研究は、複数のビデオカメラを用いて人が廊下を通過する様子からヒヤリハットを推定する見守りシステムの構築を目的とし、顔認識技術を利用した危険な振る舞いの抽出方法について検討した。最初に、先行研究で調査した廊下でのヒヤリハット報告分析を参考に、抽出すべき危険な振る舞いと、そのときに必要とする通過者の特徴量の設定を行った。次に、同コンセプトに基づく実験用システムを試作し、成人男性5名を被験者として模擬実験を行った。実験の結果、システムの適合率、再現率とも95%以上、また、失報率は0%となり、試作システムは満足の精度が得られた。

## 2F2-3<sub>(113)</sub> LPM ダブルパルスを用いた超音波による人の行動計測システムの構築

宮澤 一八<sup>\*1</sup>, ○池田 知純<sup>\*1</sup>, 玉井 瑞又<sup>\*1</sup>, 不破 輝彦<sup>\*1</sup>, 花房 昭彦<sup>\*2</sup>, 塩田 泰仁<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup>職業能力開発総合大学校, <sup>\*2</sup>芝浦工業大学

居室における高齢者・患者等の安否確認を行なう検知通報装置や高齢者・患者の転倒・転落事故を防ぐための装置では、人の行動を無拘束かつプライバシーを侵害せずに計測する方法が求められている。超音波センサは、安価で利用上の制約が比較的少なく、また無拘束かつプライバシーを侵害せずに物体の距離や速度の計測が行えるセンサである。超音波センサによる人の行動計測として、ドップラ効果を利用した方法や線形周波数変調波による方法があるが、複数の物体を弁別することが困難であり、また位置と速度を独立に計測することが難しいなどの問題がある。本研究では、ドップラ効果によっても周波数変化の時間履歴が不変である線形周波数変調 (LPM) 波を用い、LPM 波のダブルパルスを用いた超音波によって人の位置と速度を独立に計測できるシステムを構築することを目的とする。はじめに、一次元軸上を運動する物体の位置・速度推定とその精度、パースト波と LPM 波の距離分解能を MATLAB によるシミュレーションにて確認した。次に、中心周波数 40kHz の空中超音波センサ送信子・受信子 1 対を用いて、一次元軸上を運動する物体の位置・速度推定を行ない、推定精度を求めた。今後の課題は、受超音波アレイを用いた 2 次元位置・速度分布計測システムを構築することである。

## 2F2-4<sub>(049)</sub> テレビ使用状態遠隔モニタリングによる家族間見守りネットワークシステム

○中島 一樹<sup>\*1</sup>, 本谷 享寛<sup>\*1</sup>, 末永 貴俊<sup>\*2</sup>, 佐々木 和男<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup>富山大学, <sup>\*2</sup>仙台電波工業高等専門学校

人口構成の少子高齢化が進み、独居高齢者または高齢夫婦のみの世帯数および子供だけの世帯数が共に増加している。疾患の発症率は加齢とともに増加するので、遠隔地で生活する子供世帯は高齢者世帯の安否を気づかっている。相手の安否を確認するために、電話や電子メールなどの通信手段を利用して、生活状態の確認を取ることは可能である。しかし頻りに連絡を取り合うことは、一方もしくは双方の精神的負担につながる可能性がある。そこで遠隔地に居住する家族間で双方の精神的負担が少ない見守りシステムの開発が望まれる。ところでテレビの使用習慣には個人差があるが、定期的な使用パターンが記録・確認され、この常定性には利用者の生活状態が反映されることが報告されている。本研

究では、テレビ使用状態を遠隔からモニタリングすることにより生活状態を推定するネットワークシステムの開発に関する研究を行った。本システムの利用者は親世帯と兄妹世帯の生活状態をリアルタイムに確認できる。また、親世帯の生活状態を複数の子供家族が確認することも可能である。もちろん、システムを双方向化することにより、同時に複数家族の見守りが可能となるネットワークシステムである。本システムを4組9世帯にて試用を行い、(1)テレビ使用パターンが家族ごとに異なること、(2)本システムに関するアンケート調査では半年間以上利用した被験者および40歳以上の被験者からは評価が良好である、との結果が得られた。

## H室 25日(金) 9:15~10:45 : OS-7 視聴覚・発声障害のためのバリアフリー技術

オーガナイザー：坂尻 正次（筑波技術大学）

座長：富田 英雄（東京電機大学）、坂尻 正次（筑波技術大学）

### 2H1-1<sub>(111)</sub> 盲ろう者・聴覚障害者の歌唱支援のためのバリアフリー技術

#### —触覚フィードバックによる音程制御—

○坂尻 正次\*<sup>1</sup>、三好 茂樹\*<sup>2</sup>、伊福部 達\*<sup>3</sup>

\*<sup>1</sup>筑波技術大学保健科学部、\*<sup>2</sup>筑波技術大学障害者高等教育研究支援センター、

\*<sup>3</sup>東京大学先端科学技術研究センター

本研究は、触覚フィードバックによる音声ピッチ周波数制御の手法を用いて、重度の聴覚障害のある盲ろう者・聴覚障害者の歌唱を支援することを目的としている。音声ピッチ制御システムは、PCと触覚ディスプレイ本体から構成されている。右手の示指（人差し指）第1関節の腹側を触覚ディスプレイ部分に置いて触知する。22mm×10mmの領域に16行×4列の刺激ピンが配置されている触覚ディスプレイを用いて、行方向に音階を触覚呈示する。1行が平均律の半音に対応している。左側2列は目標となる教示音階を呈示し、右側2列は盲ろう者が発声した音声ピッチに対応した音階が呈示される。盲ろう者が発声した際、左側2列と右側2列の触覚刺激が同一行になると、音階が目標となる教示音階と一致したということになる。触覚刺激は200Hzの振動刺激である。評価実験は視覚・聴覚ともに重度の障害のある2名の盲ろう者の協力を得ておこなった。課題は教示音階をド(C3)に固定し、「かえるの歌」のメロディを歌う課題である。評価の結果、目標音程と音声ピッチとのずれはあるものの、評価結果全体としては、ある程度「かえるの歌」のメロディに沿って歌うことができていた。傾向としては、音階が上昇する場合に比べ、音階が下降する場合の方が音程のずれ・ばらつきが大きかった。これは喉頭筋群の制御機構の特性が関係しているものと考えられる。

### 2H1-2<sub>(118)</sub> 電気人工喉頭のイントネーション制御とそのパラメータに関する研究

○上見 憲弘、古賀 大樹、野村 達八

大分大学工学部

喉頭摘出者が声を発するために使用する装置の一つである電気人工喉頭は、その音質が不自然であるという欠点がある。我々は呼気圧を用いて人工喉頭音声にイントネーションを付け、音質を自然にする方法について検討してきた。しかしこの方法は、喉頭摘出者の気管孔の形状などにより、呼気圧をうまく検出できない場合がある。上記のような場合にも対応できるようにするため、イントネーションの半自動的付加や指圧等の別な制御手段を考えている。人工喉頭に指圧を用いてイントネーションを付加する方策については、フレーズ・アクセント指令に基づく音声基本周波数生成過程モデルを用いた方法がいくつか考えられている。本報告では、このモデルを単純化し、フレーズ成分を時間に対して一定の割合で周波数が減少する単純な関数とした。フレーズ成分については10Hz/sから40Hz/s程度の音声基本周波数の下降成分をイントネーションに付加することで音声の自然さの向上を確認している。そこで本報告ではアクセント成分に着目し、指の不用意な動きによる指圧の変化のイントネーションへの影響を考え、音声基本周波数を離散的に変化させることでイントネーションの操作性と自然性が向上するかどうかを調べた。その結果、周波数の変化が5Hz程度までなら、操作性や自然性に大きな影響を与えないことがわかった。次に、アクセント成分の急激な変化が自然さに影響を与えると考え、強い指圧に対して周波数の変化が小さくなるような非線形な関数を用意し、操作性と自然性の観点から適したパラメータを考察した。

### 2H1-3<sub>(131)</sub> 速記や音声認識技術による情報保障システムと局面毎の情報保障手法について

○三好 茂樹\*<sup>1</sup>、河野 純大\*<sup>2</sup>、白澤 麻弓\*<sup>1</sup>、小林 正幸\*<sup>1</sup>

\*<sup>1</sup>筑波技術大学 障害者高等教育研究支援センター、\*<sup>2</sup>筑波技術大学 産業技術学部

近年、一般大学で学ぶ聴覚障害学生が増加し、ノータイクやPC要約筆記などの方法で講義保障(講義における情報保障)が実施されるようになってきている。しかしながら、それらの講義保障の手段によって保障される情報の量や質については、講義の専門性の高さや進行方法などの影響を受けることが多く、考慮しなければいけない点が多い。また初等・中等教育の場では、情報保障実施による聴覚障害児の心理的負荷軽減も問題視されつつある。現在、情報保障の手段としては上述の手法の他に、話した内容がほぼすべて字幕として表示できる情報保障システムである速記による手法や音声認識技術を利用した方法がある。特に音声認識技術による手法では、音声認識ソフトウェアを利用する情報保障者「復唱担当者」が必要となる。また、この担当に加えて、得られた音声認識結果に含まれる誤字脱字を修正する「修正担当者」も必要である。この手法におけるポイントは、2つの担当者間の円滑な連携作業を実現するためのシステム開発、そして担当毎の技能である。本報告では、この音声認識による手法も含め各手法の違いや問題点、そして各システムにおける担い手を有効に共有するための通信システムについて報告する。

#### 2H1-4<sub>(071)</sub> 視覚障がい者のメイク支援システムに関する研究 —ユーザビリティの評価—

寺田 朱里\*<sup>1</sup>, ○花房 昭彦\*<sup>2</sup>, 池田 知純\*<sup>1</sup>, 不破 輝彦\*<sup>1</sup>

\*<sup>1</sup>職業能力開発総合大学校, \*<sup>2</sup>芝浦工業大学

女性は、出かける場所やその時の気分に応じてメイクを変えるなど、メイクを楽しんでいる。しかしながらアンケートの結果、視覚障がい者の場合には、様々なパターンのメイクの方法がわからないこと、メイクの状態がわからず不安に思っていること、などが問題点として挙げられた。このため、メイク方法やメイク後の問題などを教えることが可能な視覚障がい者のメイク支援システムの開発に取り組んでいる。メイク支援システムはパソコン、画像を撮影するWebカメラ、音声出力を行なうスピーカから構成される。Visual Studio.NET 2005によって開発したソフトウェアにより、メイクの種類や手順の教示情報の表示とカメラで取得した顔画像の認識が可能である。メイクの情報に関しては、Webアクセシビリティに準拠したページをXHTMLを用いて作成し、表示されているテキストや操作に使用するメニュー、ボタンなどの内容をスクリーンリーダーにより音声出力することができるため、視覚障がい者自身がキーボードを用いてシステムの操作をすることが可能である。20代から70代の8名の視覚障がい者のご協力により、開発したメイク支援システムのユーザビリティ評価を、指定したメイク情報を表示するまでの操作回数と所要時間、ウェブユーザビリティ評価スケール(WUS)に準拠した5段階評価アンケートによって行った。評価の結果、メイク情報表示に関しては満足度が高く有用性があること、操作性や構成に関しては評価点が低く、メイク手順教示部の操作が難しいことがわかった。今後これらの点を改善して、操作をより簡単に行なえるようにすること、またシステムにメイクのチェック機能を追加すると共に、より充実した情報が提供できるようにすることが必要である。

#### 2H1-5<sub>(115)</sub> 歩容計測技術を用いた視覚障がい者への距離情報呈示に関する基礎研究

○和田 親宗\*<sup>1</sup>, 杉村 行信\*<sup>1</sup>, 家永 貴史\*<sup>2</sup>, 木室 義彦\*<sup>2</sup>

\*<sup>1</sup>九州工業大学, \*<sup>2</sup>九州先端科学技術研究所

歩行リハビリを目的に歩容情報を簡便に計測できる靴型測距センサを開発している。将来、このセンサが完成すると、専用の靴を履くだけで歩幅、歩行軌跡、足底圧力分布、圧力中心などの歩容に関する情報を取得できることになる。ところで、視覚障がい者用の既存の歩行誘導システムでは、GPSや道路に接地した電子タグによって現在位置を計測し、目的地までの距離を算出している。しかし、GPSを用いるシステムでは、ある程度の誤差が生じること、位置計測を行えない環境のあること、電子タグを用いるシステムでは、誤差は少ないもののインフラの整備が必要となることが問題となっている。ここで、我々の靴型測距センサを組み合わせることで、GPSや電子タグの欠点を補うことができ、どのような環境下でも正確に位置や距離を算出できる可能性があると考えた。さらに、歩幅計測も可能であるため、従来距離感を把握しづらかった「残り何メートル」と言った長さ表現による音声呈示ではなく、「残り何歩」と言った表現により直感的かつ具体的に距離を知らせることができる可能性もある。本発表においては、靴型測距センサの開発状況を述べるとともに、歩数による距離呈示の有効性を述べる。

#### 2H1-6<sub>(081)</sub> 点字アクチュエータと脳科学研究への応用

○加藤 康憲, 樽松 武男

ケージーエス株式会社

視覚障害者向けバリアフリー技術における当社の「生活支援機器」と、そのコア技術を「触覚刺激装置」に応用し脳科学研究に貢献した最近の研究成果を紹介する。視覚障害者向けの「生活支援機器」には、「点字ディスプレイ」と「点図ディスプレイ」がある。「点字ディスプレイ」は、携帯性に優れた点字のメモ機能およびパソコンの機能を利用するためのコミュニケーションツールとして、点字使用者にとって片時も放せない程の身近な情報機器である。また、「点図ディスプレイ」は、図形情報を点図の形でリアルタイムに表示でき、点図使用者の図形情報アクセスに新たな可能性

を開くポータブル機器である。そのコア技術は、ピエゾアクチュエータを応用した「点字セル」であり、数多くの外国製点字ディスプレイや、郵便局の ATM にも利用されている。コア技術を「触覚刺激装置」に応用し脳科学研究に貢献した例として、最近の脳科学研究の主流である 3.0T の fMRI を用いた、新潟大学脳研究所附属統合脳機能研究センターの研究成果を紹介する。これは、複合的感覚刺激を与えることで機能の異なる運動野を同定し、さらに「感覚-運動」の相互作用にかかわる連合野的性格を持った一次運動野の部位の存在を明らかにした。また、逆のアプローチとして、脳機能マップおよび脳波計技術から脳波スイッチなる障害者向けコミュニケーションツールを大学と共同で研究開発中である。ノーマライゼーションの実現に向け、産学連携は必須といえる。

## H室 25日(金) 11:00~12:00 : 信号解析II

座長：齋藤 大輔（東京工芸大学）

### 2H2-1<sub>(028)</sub> 長短三和音に対する脳活動解析のための脳磁界計測

○林 伴明<sup>\*1</sup>, 青山 敦<sup>\*2</sup>, 大矢 哲也<sup>\*3</sup>, 川澄 正史<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup>東京電機大学大学院未来科学研究科情報メディア学専攻, <sup>\*2</sup>東京電機大学先端工学研究所,

<sup>\*3</sup>東京電機大学未来科学部情報メディア学科

和音は音楽の要素の一つであり、構成する音により様々な印象を与える。なかでも長三和音は明るい、短三和音は暗い印象を与える。しかし、これらの明暗の感覚生成のメカニズムについては明らかになっていない。本研究では、脳磁界計測を用いることで長短三和音に対する脳活動の違いを検出し、長短三和音に対する感覚の相違と誘発脳磁界の関係について検討を行った。刺激音は長短三和音をそれぞれ 12 種類作成し、一方を高頻度刺激、他方を低頻度刺激として呈示するオドボール課題を行うことで、低頻度刺激に対し区別できるかどうかを確認した。長短三和音を複数用いたことから、感覚の相違の識別が容易である注意条件、困難である非注意条件に分け課題を行った。和音の構成音の違いによる反応の違いを考慮し、長短三和音の構成音の出現頻度を等しくした。左右側頭部において Root Mean Square 解析を行った結果、注意条件において低頻度刺激に対する磁界強度の増大が確認され、これは注意を向けていなくても発現するミスマッチフィールドの発現様相と類似していた。そのため、構成音の違いによらず長短三和音の高頻度刺激と低頻度刺激を脳内で早期に弁別するには、注意を向ける必要があると考えられる。今後、明暗の感覚生成について脳活動強度及び活動源の比較を Minimum Current Estimate 解析を用いて行う。

### 2H2-2<sub>(093)</sub> 複素コヒーレンシー解析を用いた Fm $\theta$ 波の脳領域間の検討

○渡邊 友幸<sup>\*1</sup>, 田中 慶太<sup>\*2</sup>, 内川 義則<sup>\*1</sup>, 小林 宏一郎<sup>\*3</sup>

<sup>\*1</sup>東京電機大学大学院理工学研究科, <sup>\*2</sup>東京電機大学理工学部, <sup>\*3</sup>岩手大学工学部

注意・集中力の生理学的指標とされる脳波の Fm  $\theta$  波(Frontal midline theta rhythm)は、精神作業中(連続暗算、空間認知など)に注意・集中力が高まると前頭正中部に出現する 6-7Hz の同期性の脳波である。国際電極配置法(10-20法)の電極位置 Fz において最大振幅を示し、1秒以上持続する脳波活動として定義されている。近年、空間認知における  $\theta$  活動についてはラットやてんかん患者による報告があるが、健常者における精神活動中の Fm  $\theta$  波の定量化に着目した報告は数少ないのが現状である。本研究では、三次元迷路課題を試行中の Fm  $\theta$  波に着目した。まず、Fm  $\theta$  波を定量化するために、ウェーブレット変換と特異値分解を組み合わせた解析手法を適用した。その後、Fm  $\theta$  波出現区間においては、脳波の体積伝導を考慮し、複素コヒーレンシー解析を行った。これにより、コヒーレンスの絶対値では捉えることができない、電極間の局所的な関連性を捉えることができた。

### 2H2-3<sub>(092)</sub> 脳波と注視点の同時計測に基づく Fm $\theta$ 波出現メカニズムの検討

○恩田 一生<sup>\*1</sup>, 田中 慶太<sup>\*2</sup>, 内川 義則<sup>\*1</sup>, 小林 宏一郎<sup>\*3</sup>

<sup>\*1</sup>東京電機大学大学院理工学研究科, <sup>\*2</sup>東京電機大学理工学部, <sup>\*3</sup>岩手大学工学部

Fm  $\theta$  波(Frontal midline theta rhythm)は、精神作業(連続暗算、空間認知など)中に前頭正中部に出現する 6~7Hz の同期性の脳波(EEG)であり、国際電極配置法(10-20法)の電極位置 Fz において最大振幅を示し、1秒以上持続する脳波活動と定義づけられています。近年、空間認知における  $\theta$  活動についてはラットやてんかん患者における報告がありますが、健常者における精神活動中の Fm  $\theta$  波の定量化に着目した報告は数少ないのが現状です。本研究では、健常者における 3 次元迷路課題実行中の Fm  $\theta$  波出現と注視点の関連性の検討を行うために、脳波と注視点の同時計測を行います。得られた脳波データに対して、周波数分析のためのウェーブレット変換と、時空間解析のための特異値分解(SVD)を組み合わせた解析手法を適用し、Fm  $\theta$  波出現区間の定量化を行います。Fm  $\theta$  波出現区間の定量化を行った

後、Fm $\theta$ 波出現メカニズムの検討を行うために、被験者の注視点に着目し、Fm $\theta$ 波の出現と注視点推移の関連性の検討を行うことを目的としています。

## 2H2-4<sub>(035)</sub> 眼鏡型居眠り検知システムに関する神経生理学的検討

○横山 直樹<sup>\*1</sup>, 三谷 博子<sup>\*2</sup>, 石山 陽事<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup>杏林大学大学院 保健学研究科 臨床生理学・医用応用工学研究室,

<sup>\*2</sup>杏林大学 臨床生理学・医用応用工学研究室

1. はじめに 夜間業務に伴う労働災害や交通事故の原因の一つに、不眠による注意集中の欠如がある。そこで、居眠りやそれ以前の意識レベルの低下を脳波などの神経生理学的パラメータを用いて、居眠りを早期に検知・警告するシステムを構築することが出来れば、これらの災害や事故の防止が可能になり、生活の安全性を確保する上でも有意義である。本研究では一般人が使用できる実用的な眼鏡型居眠り検知システムの検討を行う。2. 測定方法 10/20国際電極配置法に従い、O2およびA1、A2に電極を装着し、さらに両側耳掛け部位、及び耳介前部に皿電極を装着した。被験者には輝点移動装置に従ってスイッチ押しを15分間行ってもらい、この間の脳波、眼球運動、筋電図、脈波の変化を記録した。耳掛け部位より検出した脳波を通常 $\alpha$ 波が最も明瞭に記録できるO2部位の脳波と比較し、居眠り時の脳波変化を確認した。また、運転シミュレータを用いて同様のパラメータについてその変化を検出した。3. 解析方法 脳波計で測定したデータに、Band Pass Filter 5~30Hzを用いた後、FFT解析により $\theta$ ・ $\alpha$ ・ $\beta$ 波それぞれの周波数パワー値の総和を計算した。個人差を軽減するために各被験者の測定開始後60秒間のデータを基準に、その基準値に対する新たなパラメータを測定した。すなわち $\alpha$ 、 $\theta$ 波に対しては $X_{\alpha}$ 、 $X_{\theta}$ 、眼球運動速度振幅、筋電図、脈波に対してはそれぞれ $X_o$ 、 $X_m$ 、 $X_p$ とし、その経時的変化を測定した。4. 結果・考察 輝点追視運動及び運転シミュレータ施行時の居眠り閾値を検討した結果、 $X_{\alpha}$ は2.0、 $X_{\theta}$ は2.5、 $X_o$ は0.7、 $X_m$ は0.5となり、それぞれの閾値から居眠り警戒区間の判別が80%可能であった。今後被験者を増やすと共に、設定した閾値の有用性を検討し、居眠り検知のためのアルゴリズムの検討を行いたい。

## I室 25日(金) 9:15~10:15 : OS-8 細胞制御工学 I

オーガナイザー：岸田 晶夫 (東京医科歯科大学)

座長：未定

### 2II-1<sub>(048)</sub> 弾性ヒンジを用いたナノ振動細胞加振装置の開発

○小林 亜美子<sup>\*1</sup>, 増澤 徹<sup>\*1</sup>, 加藤 綾子<sup>\*2</sup>, 木村 孝之<sup>\*1</sup>, 木村 剛<sup>\*3</sup>, 岸田 晶夫<sup>\*3</sup>

<sup>\*1</sup>茨城大学, <sup>\*2</sup>埼玉医科大学, <sup>\*3</sup>東京医科歯科大学

我々は、振幅ナノメートルオーダーで可聴周波数域の振動をナノ振動と定義している。これまでの研究から、ナノ振動が種々の細胞機能に影響を与えることが分かっている。そこで、我々は細胞にナノ振動を安定的に付加可能な装置の開発を進めている。今まで開発してきたナノ振動細胞加振装置では、振動方向以外の振動が含まれており、複雑に振動していることが分かった。そこで、振動方向を一方向に制限するために弾性ヒンジ機構を用いたナノ振動細胞加振装置を考案し、汎用有限要素解析ソフトを用いて設計を行った。本装置では、弾性ヒンジ機構に組み込んだピエゾ素子を振動させることによって細胞培養部を振動させ、顕微鏡で観察可能な構造とした。材質はアルミニウムとし、装置全体の寸法は50×65×15mm、振動させる細胞培養部の寸法は30×30×10mmとした。ヒンジは細胞培養部の左右にそれぞれ3枚とし、ヒンジ部分の厚さを1mmとした。周波数域100~20k Hzにわたって、ピエゾ素子が細胞培養部に9.04 MPa一定の圧力を与えるときについて、汎用有限要素解析ソフトにより周波数応答解析を行った。その結果、周波数100~2k Hzまでは振動振幅10 $\mu$ mで細胞培養部が振動することが分かった。本研究では、細胞培養部における目標の振動振幅を500nmと設定しており、十分な振動振幅が得られることが分かった。今後は、実機を製作して検証を行う。

### 2II-2<sub>(065)</sub> オンチップ細胞機能制御のための圧電駆動型マイクロ細胞培養デバイスの開発

○松澤 勇太<sup>\*1</sup>, 柴田 隆行<sup>\*1</sup>, 川島 貴弘<sup>\*1</sup>, 増澤 徹<sup>\*2</sup>, 木村 剛<sup>\*3</sup>, 岸田 晶夫<sup>\*3</sup>

<sup>\*1</sup>豊橋技術科学大学, <sup>\*2</sup>茨城大学, <sup>\*3</sup>東京医科歯科大学

細胞にナノメートルオーダーの微小な機械的振動刺激を与えることで、細胞増殖の促進や遺伝子導入の効率化が図れることが示唆されており、安全な細胞機能制御技術への応用が期待される。しかし、細胞機能に及ぼす振幅や周波数の影響、細胞個体間での効果の違いなどの詳細については明らかになっていない。本研究では、機械的なナノ振動刺激が細胞に及ぼす影響を効率的に実験解析可能なツールとして、“圧電駆動型マイクロ細胞培養デバイス”の開発を行っている。

提案するデバイスは、シリコン基板上に複数のマイクロチャンバーを形成し、その底面を窒化シリコン膜のダイアフラムとし、さらに、アクチュエータとして PZT 圧電薄膜を形成したものである。マイクロチャンバー内に細胞を導入し、PZT 圧電薄膜アクチュエータに電圧を印加して伸縮駆動させることで、ダイアフラムが上下に振動し、細胞を直接加振することができる。さらに、個々のチャンバーは独立して制御可能となるため、複数の振動条件（振幅・周波数）を 1 つのデバイス上で実現することができる。本報では、ゾルーゲル法による PZT 圧電薄膜 ( $1\mu\text{m}$ ) の形成とパターンニング技術、電極配線の形成技術などの種々の要素技術を検討し、デバイスの作製プロセスを確立した。また、試作したデバイスの駆動性能として、ダイアフラムの変位量に及ぼす印加電圧と周波数の関係性を評価した。その結果、ダイアフラムサイズ  $100\mu\text{m}\times 100\mu\text{m}$  のデバイスを電圧  $\pm 10\text{V}$  で駆動した場合に、ほぼ要求性能（最大振幅  $100\text{nm}$  程度、応答周波数  $1\text{Hz}\sim 10\text{kHz}$ ）を満足することを実証した。また、実験で得られたダイアフラムの変位量は、デバイス設計のために行った有限要素法 (FEM) の解析結果とよい一致を示した。さらに、マイクロチャンバー内へ液体（培養液 MEM）を導入した場合にも、デバイスの駆動性能に影響がないことを確認した。

### 211-3<sub>(157)</sub> 種々の表面特性を有する基材を用いた細胞機能解析

○木村 剛<sup>\*1</sup>, 深谷 李映<sup>\*1</sup>, 伊藤 由樹子<sup>\*1</sup>, 南 広祐<sup>\*1</sup>, 藤里 俊哉<sup>\*2</sup>, 岸田 晶夫<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup>東京医科歯科大学 生体材料工学研究所, <sup>\*2</sup>大阪工業大学 工学部

細胞の接着性、増殖性、分化などの細胞機能の発現は、用いる基材の影響を強く受けることが知られており、従来から、様々な種類の基材を用いた細胞機能に関する検討が行われている。細胞機能への基材の表面特性の影響については、活性光線照射、表面グラフト、生体活性物質コーティングなどの表面改質を施すことにより、基材へのタンパク質吸着や細胞接着が制御されている。また、最近では、材料表面の官能基に起因する疎水性、親水性バランス等の表面の物性のみではなく、材料表面の分子運動性がタンパク質あるいは細胞との相互作用に影響すると考えられている。本研究では、新しい表面加工技術である表面開始原子移動ラジカル重合により種々のポリマーブラシ種・密度・鎖長を有する濃厚ポリマーブラシ基材を作製し、培養細胞の接着性、増殖性、分化について検討を行った。作製した濃厚ポリマーブラシは、分子量分布の狭い、膜厚  $16\text{nm}$  程度の、表面が滑らかな、高密度ブラシが得られた。この表面は、細胞毒性実験、細胞接着性実験から、細胞接着抑制の性質を有することが示唆された。発表では、上記について詳細に報告する。

### 211-4<sub>(161)</sub> 靱帯細胞の骨分化誘導に対する加圧刺激の影響

○前田 裕子, 水谷 直紀, 小西 綾子, 宮本 啓一, 堀内 孝

三重大学大学院 工学研究科 分子素材工学専攻 生体材料化学研究室

目的) 本研究は組織再生誘導による人工靱帯の開発を目的とした。今回は靱帯と骨の接合部における靱帯細胞の骨誘導への影響を調べるために、エラスチンやコラーゲンなどの細胞外基質や、圧力などの動的な外部環境を変化させて培養しその効果を検討した。 (実験方法) 研究室で抽出した水溶性エラスチンまたはコラーゲンより、繊維径数十  $\text{nm}\sim$  数十  $\mu\text{m}$  程度のファイバーをエレクトロスピンニング法により作成し、さらに 2 次成形することで直径  $5\text{mm}$  厚さ  $5\text{mm}$  程度の細胞培養用ペレットを作成した。ペレット内でヒト歯周靱帯細胞を加圧培養環境下で培養し、その骨誘導性をアルカリフォスファターゼ (ALP) 活性の測定から評価した。 (結果・考察) ペレット内部に播種した靱帯細胞は一様に分散されるように接着した。エラスチンファイバーを用いたペレット内部では、加圧遠心培養する前と後における ALP 活性が加圧培養の効果が大きく、骨化しやすい素材と条件であることが示された。今後は、靱帯細胞の分化制御 (靱帯) と分化促進 (骨化) の調節を必要とする靱帯再生細胞の分化制御を本ペレット内で再現させ、骨誘導に係る加圧刺激の効果を考察する。

## I 室 25 日 (金) 10:30~12:00 : OS-8 細胞制御工学 II

オーガナイザー : 岸田 晶夫 (東京医科歯科大学)

座長 : 未定

### 212-1<sub>(163)</sub> IgA 腎症に対する免疫療法の開発

○千葉 武史, 川崎 綾香, 篠原 紀子, 永田 裕子, 宮本 啓一, 堀内 孝

三重大学大学院 工学研究科 分子素材工学専攻 生体材料化学研究室

目的) IgA 腎症患者は血中 IgA1 濃度が高く、メサンギウム組織に IgA1 が沈着しやすく、糸球体腎炎を引き起こすとされるが、その治療法はステロイド療法以外にはほとんどない難病である。本研究は IgA 腎症患者血液中の IgA1 濃度を低下させる新規治療法の開発研究として、リンパ球の分化誘導に効果を与えるジャカリンを使用した、新規免疫バラン

ス調節方法の開発を試みた。実験方法) ジャックフルーツの種子から、ヒンジ部位の糖鎖であるガラクトース-ガラクトサミン配列を認識するジャカリンを精製した。ヒト末梢血単核球およびTリンパ球、Bリンパ球を分離し、培地に精製したジャカリンを添加し数日間培養し、培地中のサイトカインおよびIgA抗体産生量を測定し、リンパ球の増殖が見られたが、ヘルパーT細胞のバランスが抗体産生の抑制に働き、その結果B細胞のIgA産生も抑制される結果が得られた。以上の結果から、未分化T細胞の分化誘導がジャカリンによって制御可能で、IgA腎症治療に効果が期待できることが明らかになった。

## 2I2-2<sub>(126)</sub> 細胞外マトリックスにおける間葉系幹細胞から心筋細胞への分化誘導制御

馬原 淳, アジジ ミスコン, 山下 敦, ○山岡 哲二

国立循環器病センター研究所 先進医工学センター 生体工学部

重症心不全の新規治療法として再生医療が注目されており、心筋への細胞移植による心機能の改善も臨床において報告されている。間葉系幹細胞(MSC)は心筋細胞へ分化できることから心不全における細胞ソースとして期待されるものの、その分化誘導効率は低いため十分な治療効果を期待することが難しい。そこで我々は*in vitro*においてMSCから心筋細胞を効率的に分化させることを目的としてMSCが接着する細胞外マトリックスに着目し、心筋細胞への分化誘導制御効果について検討した。*In vivo*において幹細胞の分化は、細胞がおかれた微小環境(ニッチ)により制御されており、液性因子のみならず細胞外マトリックスの分子構造やその物理的性質も分化に寄与している。そこでMSCが接する基材界面としてコラーゲン、フィブロネクチン、ゼラチンを選択し、MSCから心筋細胞への分化を行った。5-azacytidine (10 μM)、アスコルビン酸 (300 μM)、FGF (25ng/ml)を含む培地によりSDratの骨髄から調製したMSCを懸濁状態(2時間、37℃)で分化誘導し、種々の基材界面で細胞を培養した。その結果、培養3週間後において拍動する細胞コロニーが観察され、特にゼラチン界面で培養した細胞では他の界面と比較して約3.5倍程度の高いコロニー数を認めた。遺伝子発現解析においても心筋細胞マーカーのTroponin T発現を確認したことから、得られたコロニーが心筋細胞を含む細胞ポピュレーションであると考えている。以上の結果より細胞外マトリックスは、MSCから心筋細胞への分化誘導を制御できる可能性が示唆され、ゼラチン界面は心筋細胞への効率的な分化誘導プロトコルの構築に重要な因子であることを見出した。

## 2I2-3<sub>(162)</sub> エラスチンファイバーマトリックスを用いる血管平滑筋細胞の培養評価

○小西 綾子, 稲熊 章誠, 水谷 直紀, 石原 千明, 宮本 啓一, 堀内 孝

三重大学大学院 工学研究科 分子素材工学専攻 生体材料化学研究室

背景) 冠動脈の動脈硬化は心筋梗塞の原因となるため、代替となる小口径人工血管の開発が望まれている。小口径人工血管開発の最大の問題点である血栓生成を防ぐためには、組織再生誘導による人工血管を開発することが有効であると考えられる。血管は内膜・中膜・外膜の三層から構成されており、その中でも主にエラスチンと平滑筋細胞からなっている中膜は血管の大きな特徴の一つである収縮を担っている。そのため、中膜の構造を再現することが重要であると考えられる。目的) 本研究は組織再生誘導による人工血管の開発を目的とし、特に動脈中膜の再生に適した材料と、血管平滑筋細胞を用いたその培養方法の評価を行った。実験方法) 血管中膜構造はエラスチン弾性構造が同一方向に配向したファイバースト構造の上に平滑筋細胞が存在する微細構造を有している。この構造的再現のため、エレクトロスピニングによるエラスチンファイバーからなる集積シートを作成した。このシートを用いた平滑筋細胞の三次元培養を、動的状態(伸展刺激)および静的状態で行い細胞形態や分化誘導の程度を検討した。結果・考察) エラスチンファイバーはその作成方法により配向性を調節でき、その繊維に沿って平滑筋細胞の配向性が決定していることがわかった。その際の平滑筋細胞の形態も繊維に沿った中膜構造組織様形態になった。更に、伸展刺激による再生誘導の効果も基材により分化誘導の程度が大きく異なることもわかり、エラスチンファイバーによる有膜組織再生機材として有効性が明らかになった。

## 2I2-4<sub>(127)</sub> 繊維性 Scaffold 上における細胞挙動の可視化

○野中 一洋\*<sup>1</sup>, 矢口 俊之\*<sup>2</sup>, 野口 展士\*<sup>1</sup>, 内田 祐也\*<sup>1</sup>, 橋浦 匠\*<sup>1</sup>, 大越 隆文\*<sup>3</sup>, 福井 康裕\*<sup>1</sup>, 舟久保 昭夫\*<sup>1</sup>

\*<sup>1</sup>東京電機大学大学院, \*<sup>2</sup>ミシガン大学医学部, \*<sup>3</sup>津田沼中央総合病院

我々は、これまで細胞親和性に優れた細胞の足場(Scaffold)の幾何学的構造を解明するため、基礎評価として、培養状態にある細胞と繊維性 Scaffold から単離させた繊維との関係を一定の時間間隔でタイムラプス撮影し、評価を行ってきた。その結果、細胞に対し非侵襲的に細胞挙動の解析を行うことを可能とした。しかしながら、これまでの評価はあくまで細胞と繊維の相互関係を見ているだけであり、厳密な Scaffold の構造評価とは言い難い。そこで本研究では、細胞の集合体を一つの組織とみなし、繊維を密に構築したシャーレ上での細胞移動速度および細胞増殖面積に関して検討を行っ

た. 実験方法としてエレクトロスピング法により, セグメント化ポリウレタンを材料とする  $1.36 \pm 0.50 \mu\text{m}$  および  $5.18 \pm 0.58 \mu\text{m}$  の繊維から成る Scaffold をガラス製プレパレート上に構築し, シャーレに固定した. また, 繊維密度による細胞挙動の差異をなくすために, 繊維面積比率を同等とした. これらの評価試料の中心上にガラス製円筒(内径  $5\text{mm}$ , 厚み  $1\text{mm}$ )を設置し, 円筒内に NIH3T3 細胞を  $1.5 \times 10^4$  個播種し, コンフルエントになったのを確認した後, 円筒を取り外した. そして, 細胞組織の右端部を 10 分間隔で 1 週間撮影し, 動画画像を作成した. さらに動画画像に対し, 2 次元流体解析ソフト DIPP-FLOW(ディテクト社製)を用いて細胞の進行方向(横軸方向)における平均移動速度を算出した. 結果として, 繊維径  $1.36 \pm 0.50 \mu\text{m}$  にて培養した細胞組織は, 繊維径  $5.18 \pm 0.58 \mu\text{m}$  にて培養した細胞組織と比較して, 移動速度が 45% 増加し, 撮影画像からフレーム内の細胞増殖面積も大きいことが確認された. 以上の結果より, 細い繊維で構築された Scaffold は迅速に, かつ広範囲に細胞組織の活動を促すことが可能であると示唆された.

### 2I2-5<sub>(083)</sub> Scaffold を構成する繊維が細胞の運動形態に与える影響

○野口 展士\*<sup>1</sup>, 野中 一洋\*<sup>1</sup>, 矢口 俊之\*<sup>2</sup>, 大越 隆文\*<sup>3</sup>, 福井 康裕\*<sup>1</sup>, 舟久保 昭夫\*<sup>1</sup>

\*<sup>1</sup>東京電機大学, \*<sup>2</sup>ミシガン大学医学部, \*<sup>3</sup>津田沼中央総合病院

我々は工学的手法による細胞挙動を非侵襲的に評価するためのシステム構築を行っている. これまでの研究において, Scaffold を構成する繊維の径により細胞の移動速度が異なり, 繊維の細いほど移動速度が速くなると示してきた. しかし細胞挙動の指標は, 移動速度だけでなく多数の要素が存在するため, より詳細な検討が必要である. そこで本研究では, 繊維接着時における細胞の伸展性に焦点を絞り, 画像解析により細胞の長径に関して検討を行った. 実験方法としてセグメント化ポリウレタン (SPU) を用い, エレクトロスピング法により  $\phi 0.48 \mu\text{m}$ ,  $\phi 1.58 \mu\text{m}$ ,  $\phi 5.56 \mu\text{m}$  の繊維を構築した. 同時にガラスプレパレートに SPU 溶液を塗布し, 溶媒を揮発させる方法により平滑構造を有する SPU-skin を構築した. また Control としてガラスプレパレートを用いた. 試作した各 Scaffold に対し線維芽細胞を播種し, 温度  $37^\circ\text{C}$ ,  $\text{CO}_2$  濃度  $5.0\%$ , E-MEM を培地とする条件下にて培養を行った. 接着した細胞を 10 分間隔で 24 時間のタイムラプス撮影を行い, 画像を取得した. 取得した画像に対し, フレーム間差分法による細胞抽出および, テンプレートマッチングを用いた細胞追跡を行った. 結果として, Control, SPU-skin 上を動く細胞の細胞長径はそれぞれ,  $35.3 \mu\text{m}$ ,  $37.8 \mu\text{m}$  であった. また  $\phi 0.48 \mu\text{m}$  の繊維に接着した場合での細胞長径は  $66.8 \mu\text{m}$ ,  $\phi 1.58 \mu\text{m}$  では  $46.5 \mu\text{m}$ ,  $\phi 5.56 \mu\text{m}$  では  $56.5 \mu\text{m}$  であり,  $\phi 0.48 \mu\text{m}$  に接着した細胞が最も伸展性が高かった. このことから  $\phi 0.48 \mu\text{m}$  の繊維において, 細胞は最も密着していると確認され, 伸展性が細胞移動速度と関係性があると示唆された.

### 2I2-6<sub>(135)</sub> フィブロネクチン濃度勾配が上皮-間葉系形質転を誘導されたヒト腹膜中皮細胞 (EMT-HPMC) のコラーゲンゲル中への 3 次元的浸潤を促進させる

○佐野 晃史, 石垣 達也, 山口 陽平, 宮本 啓一, 堀内 孝

三重大学大学院 工学研究科 分子素材工学専攻 生体材料化学研究室

炎症部への細胞浸潤のみならず, 細胞治療や再生医療においても様々な液性因子に対する細胞の遊走メカニズムを解明することは重要である. この解明には, *in vitro* での細胞遊走実験が有用であるが, 生体内での細胞遊走の駆動力となっている濃度勾配を実験系に組み込んだものは開発されていない. そこで本研究では細胞外マトリクス内に濃度勾配を形成させた 3 次元細胞遊走モデルを試作した. 上皮-間葉系形質変換(EMT)誘導下のヒト腹膜中皮細胞(HPMC)の遊走を本モデルにて定量化できたので報告する. 3 次元遊走モデルは二層のコラーゲンゲルと孔径  $12 \mu\text{m}$  の隔膜から構成した. 最下層のゲル層には遊走因子として  $10 \mu\text{g/ml}$  fibronectin(FN), 又は  $1.5 \mu\text{g/ml}$  albumin(Alb;濃度勾配群の control)を加えてあり, その上層(拡散ゲル層)へ設定時間拡散させることで所望の濃度勾配を形成させた. この拡散時間の設定を行うために, モデル分子のコラーゲンゲル中における拡散係数を測定し, ゲル中の拡散係数と分子量の実験式を求めた. これに基づき, 分子量から FN と Alb のゲル中拡散係数を推定した. 3 次元遊走実験には, Snail, E-cadherin,  $\alpha 5$ -integrin mRNA の発現及び細胞の運動性解析から,  $10\text{ng/ml}$  TGF- $\beta 1$  による EMT 誘導 48 時間目の EMT-HPMC を用いた. 隔膜上に EMT-HPMC を 5 万個一様に分散静置し, 72hr 後に膜下層の細胞数を計測した. 膜下へ遊走した細胞数は, 濃度勾配を形成していない control に比べ, 濃度勾配群の Alb で 1.4 倍, FN で 2.1 倍となり, EMT-HPMC においては FN が遊走に大きく関与していることが示唆された. これらの事より, 様々な遊走因子の濃度勾配を任意に形成させることが可能な新規 3 次元細胞遊走モデルを作成でき, 細胞遊走メカニズム解明のツールとなることが示唆された.

**D室 26日(土) 9:00~10:45 : OS-2 生活支援用メカトロニクス**

オーガナイザー：田中 幹也 (山口大学)

座長：藤澤 正一郎 (徳島大学), 岡 正人 (宇部工業高等専門学校)

**3D1-1<sub>(011)</sub> 予測制御によるMRI対応ナビゲーションロボットの高精度位置決め**○伊東 真実子\*<sup>1</sup>, 長縄 明大\*<sup>1</sup>, 関 健史\*<sup>1</sup>, 佐藤 生馬\*<sup>2</sup>, 田中 幹也\*<sup>3</sup>, 岡 正人\*<sup>4</sup>, 正宗 賢\*<sup>2</sup>  
\*<sup>1</sup>秋田大学, \*<sup>2</sup>東京大学, \*<sup>3</sup>山口大学, \*<sup>4</sup>宇部工業高等専門学校

著者らは、MRI下で穿刺治療を支援するためのナビゲーションロボットに関する研究を行っている。本研究の目的は、術中にMR画像を取得し、ナビゲーション情報として提供することで、リアルタイムに患部の様子を術者に提供し、穿刺作業の際の術者の手ぶれを抑制しながら、より精度の高い治療を可能とすることである。ナビゲーションロボットには、MRI下で正常に動作させるため、超音波モータが用いられており、著者らが製作した位相差制御用ドライバを用いて、0.2TオープンMRI下で高精度位置決めを行った。その制御系は、フィードバックコントローラとフィードフォワードコントローラを合わせ持つ2自由度制御系に基づくものであるが、目標値変化後にモータが回転し始めるため、規範モデルに対する追従誤差が大きく、制御入力が一時的に過大となる。そこで本研究では、目標値変化の未来情報を用いた予測制御法に基づく超音波モータの制御手法について検討を行い、その性能を検証することを目的とする。本手法では、予測長さに相当する時刻分の未来目標値情報を予め与えることができるため、モータは目標値変化前から立ち上がり始め、追従誤差を抑えることができる。また、未来情報を導入したことにより、制御入力が過大となることも抑制される。

**3D1-2<sub>(091)</sub> MRI対応型手術支援アームの試作**○山内 健嗣\*<sup>1</sup>, 岡 正人\*<sup>1</sup>, 田中 幹也\*<sup>2</sup>, 若佐 裕治\*<sup>2</sup>, 長縄 明大\*<sup>3</sup>, 杉井 昌広\*<sup>1</sup>  
\*<sup>1</sup>宇部工業高等専門学校, \*<sup>2</sup>山口大学, \*<sup>3</sup>秋田大学

手術を支援するロボットの代表としては、ダビンチやゼウスなどが臨床試験を行っており、今後の活躍が期待されている。しかしながら、これらのロボットはアクチュエータに電磁モータを用いているため、その設置場所に制限を受けてしまう。MRIは、人体に影響を及ぼさない為に近年多くの病院に導入されつつある。MRIの画像を見ながら手術を行なえば、脳のような複雑な組織においてもより安全な手術が可能になる。このようにMRIと手術支援ロボットを組み合わせるにより、手術の安全性、時間の短縮および治療の精度が飛躍的に向上すると考えられる。本研究では、まだ実用化されていないMRI対応型の手術支援アームの試作を行った。手術支援アームの構成は非磁性体型の超音波モータとネジが切られたアームを用いる。このような構造により、MRIの狭い空間(ガントリ部)でも動作可能なアームとすることができる。本研究では試作した2自由度アームの構成について示す。

**3D1-3<sub>(018)</sub> 上肢障害者のための食事支援ロボット**○小松 真司\*<sup>1</sup>, 田中 幹也\*<sup>1</sup>, 若佐 裕治\*<sup>1</sup>, 西村 悠樹\*<sup>1</sup>, 岡 正人\*<sup>2</sup>  
\*<sup>1</sup>山口大学, \*<sup>2</sup>宇部工業高等専門学校

現在、食事の介護を必要とする上肢障害者は約86万人存在している。食事の介護には時間がかかり介護者には大きな負担であり、障害者にとってもマイペースで食事が楽しめないなどQOLの低下を招いていた。この問題を解決するために食事支援ロボットの開発が国内外で行われてきた。しかし、従来開発された食事支援ロボットは、エンドエフェクタで食物を掴み、障害者の口元へ運搬する方式である。この方式では、やわらかい食物などを掴めないため供給できる食物に制限がある。また、ロボット操作インターフェースはジョイスティックが多用されているが、上肢機能を完全に喪失した障害者には操作が困難である。さらに、アクチュエータは電磁力モータであるためペースメーカー装着者には危険であり、駆動音も不快である。従来の食事支援ロボットの問題点を解決するため、超音波モータとアイ・インターフェースを用いた食事支援ロボット・システムを開発した。ロボット本体は、食物を押し出す方式で、固形物であればほとんど全ての食物を供給可能である。本ロボットでは、アクチュエータに超音波モータを用いた。超音波モータは電磁両立性に極めて優れており、静粛性にも優れているため、静粛で快適なロボット動作が可能になるとともに、ペースメーカー装着者にも安全性が確保されたロボットを実現できた。ロボットの操作は、目の機能(瞬き、眼球運動)で操作するアイ・インターフェースを用いている。このアイ・インターフェースは、CCDカメラとPCで構成される。操作方法は、PC画面上に表示されている皿番号を注視することにより、ロボットを操作する。開発した食事支援ロボット・システムの機能試験を行った。その結果、従来の食事支援ロボットでは供給できない、やわらかい食物なども供給できることが確認できた。また、上肢機能を完全に喪失した障害者でも目の機能が残っていれば簡単に操作できることも検証された。

**3D1-4<sub>(019)</sub> ベッド高の相違による重量物持ち上げ動作時の生理学的検証**

○米津 金吾<sup>\*1</sup>, 原田 敏司<sup>\*1</sup>, 上田 喜敏<sup>\*2</sup>, 藤澤 正一郎<sup>\*1</sup>, 佐藤 克也<sup>\*1</sup>, 伊藤 伸一<sup>\*1</sup>  
<sup>\*1</sup>徳島大学, <sup>\*2</sup>森ノ宮医療大学

2005年におけるわが国の65歳以上の高齢者割合は約2556万人であり、総人口の5人に1人が高齢者であることから、既に高齢社会に突入している。介護の場においては、特にベッド上でのオムツ交換や移乗時の介助に対するニーズが高いという現状がある。これらの動作は介護負担が大きいため、介護者自身が二次障害（腰痛・肩こりなど）を引き起こしやすい。介護の現場において、ベッド上での持ち上げ動作時における原因の一つに、介助者と福祉用具の適合が問題として挙げられる。介助者の負担や二次障害を軽減させ、快適に生活や仕事を行っていくためには、作業環境整備や介護者の安全性に関するエビデンスが求められる。重量物を用いた筋電図解析や介護場面での作業負担に関する先行研究は多く見られる。それらは、表面筋電計を用いた運搬動作での体幹や上下肢の解析に関する研究、腰痛予防及び改善のための運動処方に関する研究などが占めている。その反面、介護現場などで実際に使用されているベッドや福祉用具における運動効果の実証や適切な運動処方指針などに関する研究は散見する程度であり、今後取り組むべき課題となっている。本研究では、介助者が楽に介助できるベッドの高さを生理学的な観点より評価する。得られた結果をもとに、介助者とベッド高の関係性を示す。

**3D1-5<sub>(044)</sub> 電動カートの運転支援に関する基礎的研究**

○山内 純也<sup>\*1</sup>, 柴田 論<sup>\*1</sup>, 山本 智規<sup>\*1</sup>, 大久保 拓幸<sup>\*2</sup>  
<sup>\*1</sup>愛媛大学大学院, <sup>\*2</sup>愛媛大学工学部

現在の高齢化社会における生活支援の一例として、電動車椅子が挙げられる。気楽に介護者なしに外出できる電動車椅子は、街でよく見かけるようになり、身体障害者だけでなく高齢者による利用も増加している。しかし、それに伴い電動車椅子運転中の事故は増加している。それは、電動車椅子運転時に、周囲環境によっては高度な操作技能が必要とされる場合があること、搭乗者の障害や年齢による、障害物、段差などの認識能力の欠如や認識遅れが生じること、操作者の操縦技能と電動車椅子の性能・仕様とのミスマッチ、そして経年的に変化するこれら認識能力、操縦能力等の衰えに電動車椅子が対応するのが困難であることなどに起因している。年齢を重ねるとともに、環境に対する認知特性や反射神経、操縦能力が変化（劣化）していくと、電動車椅子のような知能機械は簡便さ、高効率を求めること以上に、安全性に加え、生理的・心理的に心地よく、安心できるものが求められる。ここで本研究では、電動車椅子走行において、特に前方に段差が存在している場合に、「微速モード」という概念を導入し、通常速度から切り換えることにより、危険が近づいていることを速度の変化によって操作者に知らせ、また安心できる低速度域へ減速することにより、未然に危険や事故を防ぐ、より安全な搭乗者の運動を支援する運行軌道システムの構築を目指す。

**3D1-6<sub>(017)</sub> 波面合成法を用いた交差点音場環境の再現**

○原田 敏司, 藤澤 正一郎, 佐藤 克也, 伊藤 伸一  
 徳島大学

視覚障害者を誘導するための音響装置付き信号機は全国でおよそ15,000箇所設置されている。歩行可音の音量や音色に関する通達はあるものの、スピーカの設置基準は明確にされていない。横断帯とスピーカの設置基準を規格化するために統一された環境の下で被験者実験を行わなければならないが、徳島大学人間適応工学研究室では視覚障害者誘導用ブロックの評価実験や歩行実験が行える防音実験室を備えている。この実験室で交差点周辺の音場環境を再現することができれば、天候に左右されることなく視覚障害者のための各種評価実験を繰り返し安定して行うことができる。過去には音場再現のための無響化や音響特性の測定が行われ、種々の音場再現システムが検討された。本研究では、音場再現の手法である波面合成法を実験室に適用し、録音再生装置の設置条件の改善を行った。また、波面合成法で交差点音響を録音再生し被験者による評価実験を行った結果を報告する。

**3D1-7<sub>(129)</sub> 送信信号デュレティ比変更法による超音波レーダ型離床検知装置の非干渉化**

○春山 和男<sup>\*1</sup>, 山田 陽<sup>\*2</sup>, 田中 幹也<sup>\*2</sup>, 若佐 裕治<sup>\*2</sup>, 西村 悠樹<sup>\*2</sup>  
<sup>\*1</sup>宇部工業高等専門学校, <sup>\*2</sup>山口大学

高齢者の増加に伴い認知症患者も年々増加しており、高齢者用福祉施設等において介護する側の看護師や介護士の負担は次第に大きくなっている。また高齢者用福祉施設等における入居者の安全管理が大きな問題となっており、問題を解決するための様々な安全管理装置が提案されている。中でも、入居者のベッドからの離床検知は転倒防止、徘徊防止等の観点から重要であり、介護現場で必要とされている。そこで新たな装置として、非接触の検知装置である超音波センサをPICマイコンで制御する超音波レーダ（USR）を用いた離床検知装置を開発した。介護現場に離床検知装置を導入

するためには様々な導入場所に対応できるように汎用性の向上について考える必要がある。USRを用いた離床検知装置のフィールド試験を行った際に、介護士の方からより確実な安全管理のために入居者の動きをもっと詳しく知りたいという要望や、施設の大部屋など多くの入居者が生活する場所でも使用したいという要望があった。そこで複数の離床検知装置を複数使用することが必要となったが、開発した離床検知装置を同時に使用した場合、互いの超音波信号が同一なため混信して干渉を生じてしまい、正常な離床検知が出来ない。そこで、各装置の超音波レーダの送信信号のデュリティ比に違いを持たせることで識別を行う手法を提案する。本手法は、前手法と同様に非干渉化を安価で行うため超音波センサ、制御回路等ハードウェアは同一のものを使用し、ソフトウェアのみを改良することによって行う非干渉化の手法である。

## D室 26日(土) 11:00~12:00 : 人工臓器 I

座長：住倉 博仁（国立循環器病センター研究所）

### 3D2-1<sub>(077)</sub> 軸流血液ポンプ用円錐型スパイラル溝付動圧軸受に関する基礎的検討

○村田 達也\*<sup>1</sup>, 住倉 博仁\*<sup>2</sup>, 福長 一義\*<sup>3</sup>, 大越 康晴\*<sup>1</sup>, 矢口 俊之\*<sup>4</sup>, 舟久保 昭夫\*<sup>1</sup>, 福井 康裕\*<sup>1</sup>  
\*<sup>1</sup>東京電機大学, \*<sup>2</sup>国立循環器病センター研究所, \*<sup>3</sup>杏林大学, \*<sup>4</sup>ミシガン大学

本研究室では、左心補助人工心臓として動圧軸受を応用した軸流血液ポンプの研究開発を行っている。本軸流血液ポンプは、スピンドルロータをブラシレス DC モータによって回転させることにより、血液を駆出する機構となっている。また、スピンドルロータは2つの円錐型スパイラル溝付動圧軸受(Conical Spiral Groove Bearing:以下 CSGB)とロータ、そして中心部に組み込まれたエンクロードインペラにより構成されている。本ポンプではスピンドルロータの支持機構として、CSGBを採用しているため、非接触での駆動が可能となり、高い耐久性が期待される。本ポンプに CSGBを組み込む場合、左心補助条件(流量 5L/min、揚程 100mmHg)達成時、インペラの軸推力、および血液を潤滑剤とすることから、負荷容量 2.1N 以上、浮上距離 30 $\mu$ m 以上が必要であると考えられる。このため、上記の条件を満たし、かつ低溶血性を実現可能な CSGB が望まれている。現在までに CSGB 単体の特性が評価可能な装置を作製し、溝形状の異なる複数の CSGB にて特性の計測を行っている。その結果、上記の条件を達成可能な CSGB が確認されている。そこで本研究では、実際に CSGB をポンプに組み込み、ポンプ内における CSGB の特性に関し測定を行った。特性として、インレット側のベアリングハウジングに3つの渦電流式変位センサを設置し、ベアリングハウジングと CSGB の間隙(浮上距離)を測定した。その結果、軸受評価装置にて高い特性が得られた CSGB を本ポンプに組み込むことで、より安定したポンプの駆動が実現可能なのではないかと示唆された。

### 3D2-2<sub>(078)</sub> 軸流血液ポンプ用羽根形状の羽根角度に関する検討

○春日 晃\*<sup>1</sup>, 住倉 博仁\*<sup>2</sup>, 福長 一義\*<sup>3</sup>, 大越 康晴\*<sup>1</sup>, 矢口 俊之\*<sup>4</sup>, 舟久保 昭夫\*<sup>1</sup>, 福井 康裕\*<sup>1</sup>  
\*<sup>1</sup>東京電機大学, \*<sup>2</sup>国立循環器病センター研究所, \*<sup>3</sup>杏林大学, \*<sup>4</sup>ミシガン大学

本研究室ではエンクロード型軸流血液ポンプの開発を行っている。軸流血液ポンプ用羽根形状には左心補助条件(流量 5L/min、圧揚程 100mmHg)を満たし、かつ低溶血性を実現する形状が望まれている。現在までに数値流体解析によるポンプ内流れの解析と遺伝的アルゴリズムによる自動最適化システムを構築し、軸流血液ポンプ用羽根形状における圧揚程の最大化に関し検討を行った。最適化の結果、コントロールモデルに比べディフューザの軸径が増加し、流入角度が大幅に減少した最適モデルが生成された。各モデルを用いた in-vitro 評価実験の結果、コントロールモデルに比べ最適モデルにおける H-Q 特性の傾きが増加し、最適モデルの圧揚程は低流量領域で高値を示し、高流量領域で低値を示す傾向が確認された。以上のことから、ディフューザの流入角度が H-Q 特性の傾きに大きく影響を与えているのではないかと考えられた。そこで本研究では、ディフューザの流入角度の変化が H-Q 特性に与える影響について検討を行ったので報告する。ディフューザの流入角度を変化させたモデルを複数試作し、in-vitro 評価実験を行った。その結果、ディフューザの流入角度の増加に伴い、H-Q 特性の傾きが減少する傾向が確認された。さらに、インペラとディフューザの羽根角度の関係が H-Q 特性に影響を与えているのではないかと示唆された。

### 3D2-3<sub>(102)</sub> 容量結合を利用した体内埋込式小型医療機器用非接触電力伝送 —最適な伝送周波数の検討—

○丸山 大海, 平野 陽豊, 檜垣 直哉, 柴 建次  
広島大学大学院工学研究科

近年、ペースメーカーやカプセル型内視鏡等の数 100 $\mu$ W ~ 数 10mW 程度を最大消費電力とする小型体内埋込医療機器の開発が行われている。それらの埋込型医療機器は駆動電力を内部バッテリーから得ているが、将来それらの医療機器の多

機能化を図るためには内部バッテリーのみでは体積が大きくなり利用が困難になると考えられる。そこで、体外から非接触で電力供給可能な方法が望まれる。本発表では、体表面と体内埋込式医療機器にそれぞれ2枚1組の送受電電極を配置し、その間の生体組織に高周波電流を印加し、電力を伝送する方法（容量結合による非接触電力伝送）を提案する。人体は、高い周波数ほど電流による刺激が感じにくい特性を持つことから、数100 $\mu$ W程度の電力があれば人体に害のない電力伝送が可能であると考えられる。本稿では、TLM法を用いた電磁界解析ソフト（Micro Stripes, AET）を利用して、国際非電離放射線防護委員会（ICNIRP）が提唱している人体に害がないレベルの電流を体表面の送電電極に流した時、5cm<sup>2</sup>の受電電極で得られる受電電力を求めた。なお、受電電極は体表面から13cm深部にあるカプセル表面に貼り付けたモデルとした。その結果、伝送周波数7MHzにおいて、受電電力100mW以上が得られた。以上より、本手法において、体内埋込式小型医療機器を稼働させるための電力伝送が可能であることを確認した。

### 3D2-4<sub>(154)</sub> 完全埋込型人工心臓用体外結合型経皮エネルギー・情報伝送システム

#### — 情報伝送用トランスフォーマケーブルの検討 —

○伊藤 靖\*<sup>1</sup>, 山本 隆彦\*<sup>1</sup>, 青木 広宙\*<sup>1</sup>, 越地 耕二\*<sup>1</sup>, 本間 章彦\*<sup>2</sup>, 巽 英介\*<sup>2</sup>, 妙中 義之\*<sup>2</sup>

\*<sup>1</sup>東京理科大学, \*<sup>2</sup>国立循環器病センター

完全埋込型人工心臓システムに対して、非侵襲にエネルギーと情報を伝送するシステムは必要不可欠であり、現在著者らは患者のQOLを向上するために単一のデバイスを埋め込むことでエネルギーおよび情報を同時に伝送可能な体外結合型経皮エネルギー・情報伝送システムを研究開発している。このシステムではエネルギーと情報を伝送するための2つのトランスフォーマを一体化して使用する。このため、エネルギー伝送と情報伝送のコイル間に磁気的な結合が生じ、情報伝送に影響を及ぼす可能性がある。そこで、エネルギー伝送用コイルと情報伝送用コイルの結合を回避するため、エネルギー伝送で発生する磁束と情報伝送で発生する磁束が互いに直交する一体型トランスフォーマを提案・設計した。これにより、エネルギー伝送用コイルと情報伝送用コイル間の結合を低減することができる。試作した一体型トランスフォーマの特性を評価した結果、エネルギー伝送のスペクトルと情報伝送のスペクトルを分離可能であり、両者を同時伝送可能であることが明らかになった。しかしながら情報伝送にUHF帯高周波を搬送波として用いており、情報伝送用トランスフォーマから引き出されるケーブルのインピーダンス整合や電磁両立性(EMC, Electro-Magnetic Compatibility)を考慮した検討が必要である。そこで本研究ではケーブルとして同軸線路などの伝送路を用いた場合のエネルギーおよび情報の伝送特性の検討を行ったので報告する。

## D室 26日(土) 13:00~14:00 : 人工臓器II

座長：福長 一義（杏林大学）

### 3D3-1<sub>(020)</sub> 完全液体呼吸用システムの性能評価に関する検討

○山本 圭介\*<sup>1</sup>, 舟久保 昭夫\*<sup>1</sup>, 山中 由宇\*<sup>1</sup>, 矢嶋 めぐみ\*<sup>1</sup>, 福長 一義\*<sup>2</sup>, 佐藤 耕司郎\*<sup>3</sup>

\*<sup>1</sup>東京電機大学, \*<sup>2</sup>杏林大学, \*<sup>3</sup>富士システムズ株式会社

我々は、これまで再循環型完全液体呼吸システム(TLVシステム)を用い、in-vitro評価実験にてシステム内のPerfluorocarbon(PFC)中の二酸化炭素分圧値を目標値である5mmHg以下に低減させることに成功してきた。そこで本研究では、TLVシステムを生体肺に適用させるためにex-vivo評価実験を行い、システムの安全性を検討したので報告する。実験対象として、日本白色家兎(3.17 $\pm$ 0.17kg, n=5)を用いた。本システムはシングルピストンポンプを用い、シリコーン膜から成る2つの人工肺によりガス交換を行っている。実験方法として、日本白色家兎に全身麻酔を施し、気道切開と血液採血用に頸動脈ヘカニューレションを行った。通常の人工呼吸器を用いて酸素ガスにて1時間肺のガス換気を行った後、気道肺内に酸素加したPFCを圧力センサの装着された気管チューブから注入し、液体呼吸の施行を開始した。計測は、20分毎に動脈血サンプリングを行い、ガス分析装置にて動脈血酸素分圧(PaO<sub>2</sub>)および二酸化炭素分圧(PaCO<sub>2</sub>)の測定を行った。Ex-vivo条件でTLVシステムを施行した結果、3時間の生存が確認できたが、PaO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub>を一定の値(PaO<sub>2</sub>:80mmHg以上, PaCO<sub>2</sub>:35mmHg以上45mmHg以下)に保つことができなかった。そのため、TLVシステムに関する詳細な検討をする必要がある。

### 3D3-2<sub>(026)</sub> 新生児用ECMOシステムの開発に関する基礎研究

○三本木 慧介\*<sup>1</sup>, 舟久保 昭夫\*<sup>1</sup>, 福長 一義\*<sup>2</sup>

\*<sup>1</sup>東京電機大学大学院, \*<sup>2</sup>杏林大学

新生児に対する ECMO 治療の問題点として、ECMO システムの血液充填量が高いことが挙げられる。そのため血液量の少ない新生児では、多くの輸血が必要となり感染症などの原因となっていた。そのため、低血液充填量の新生児専用 ECMO システムの開発が求められている。そこで、本研究は新生児専用 ECMO システムの基礎開発を目的とし、新生児専用 ECMO システムに適した人工肺、ローラーポンプの作製を行った。人工肺においては、CFD 解析を用いて新生児に適した低血液充填量かつ高ガス交換能を有する人工肺形状を検討し、作製した。また、ローラーポンプユニットの作製において装置の小型化を行った。さらに脱血圧の連続監視を行うことで、送脱血ポンプの流量を自動的に制御するシステムを構築した。作成したシステムは、無理な脱血による溶血や気泡の発生を防ぐため制御圧力を設定し、危険な脱血圧に達した際に血液循環を停止する停止圧力を設定した。装置の小型化、制御の簡易化のために制御システムにはマイコンを用いた。試作したシステムを用いて自動制御実験を行った。実験は 37°C の牛血液を用い、クランプによって脱血不良を発生させることで正常に制御が行われるか確認した。その結果、正常に制御が行われ、本システムは流量の自動制御が可能であることが確認された。開発した人工肺は BIOCUBE2000EL (Nipro 製) と比較して、膜部における血液流速標準偏差を約 34% 削減し、血液充填量を約 30% 削減した。作製したローラーポンプユニットにおいては KM-7800(クラレ製)と比較して、血液充填量を約 30% 削減した。以上のことより、低血液充填量の新生児 ECMO システムの開発が可能であることが示唆された。

### 3D3-3<sub>(107)</sub> 体外循環用熱交換器の設計と開発に関する研究

○小林 大輔, 増田 浩一, 植松 哲弥, 横井 涼, 舟久保 昭夫, 福井 康裕  
東京電機大学大学院

熱交換器の設計・開発は、熱交換能、圧力損失、抗血栓性といった要素を考慮する必要があり、設計に多大な時間やコストを費やしているのが現状である。我々は、流体力学の観点から体外循環用熱交換器(以下、熱交換器)の開発を行っている。これまでの研究にて、数値流体解析を用いてハウジング形状や内部形状の最適化を行ってきた。ハウジング形状に関しては、抗血栓性と均一な流れを達成することができた。内部形状に関しては、パイプ径 2.0mm, パイプ間隔 0.6mm にて正方配列と千鳥配列を混合した混合配列とした形状が最も性能を向上させた。以上の結果を踏まえ、本報告では最適化モデルと、市販されている BIOCUBE6000(ニプロ株式会社)の性能の比較を行った。方法として、数値流体解析を用い、37°C の血液と 8°C の水の一般的な物性値を解析条件とし、水の流量は 12L/min とした。性能の評価は、血液流量を 1L/min から 5L/min まで変化させ、最適化モデルと BIOCUBE6000 の熱交換能と圧力損失を求めた。最適化モデルと BIOCUBE6000 を比較した結果、熱交換能は 16.8% 圧力損失は 53.4% 向上し、市販の BIOCUBE6000 よりも良い性能が得られた。今後は、熱交換器を作製して評価実験を行い、熱交換能や圧力損失の解析値と実測値の相関性に関して検討を行っていく。

### 3D3-4<sub>(108)</sub> 新人工肺の開発に関する研究

○増田 浩一, 小林 祐介, 舟久保 昭夫, 福井 康裕  
東京電機大学

心臓手術を行う上で、心臓および肺を通る血液をバイパスする必要がある。そのため、血液のポンプ機能やガス交換を人工物によって代替する体外循環回路の使用数が年間 1 万件以上あり、人工心臓の更なる性能の向上が望まれている。人工肺に関しては、中空糸の登場により生体肺と同等のガス交換能を得ることができた。しかし、中空糸は構造上の問題、更なる性能の向上が見込めないことや、中空糸の束が圧力損失を増大させる要因となり、血液に対して課題なストレスを与えているのが現状である。そこで、我々は流体力学の観点から血液の流動状態の改善をすることで人工肺の性能を向上できるのではないかと考え、BIOCUBE 4000 (ニプロ社製) を基に進化計算手法を用いたハウジング形状の最適化に関する研究を行ってきた。その結果、血液が壁面に沿うように流れるハウジング形状を有するタイプ群はガス交換能がよく、さらに圧力損失や血栓形成の減少に繋がること示唆された。その結果を踏まえ、楕円形をイメージしたハウジング形状を提案する。長辺側にポートを接続することで、血流の勢いにより大部分が長辺と平行に流れつつ、粘性の影響で壁面を伝うように流れることで互いに流動状態の影響を及ぼし、より均一な血流状態を得られるのではないかと考えられる。本研究では、その仮定が正しいのか汎用熱流体解析ソフト STAR-CD (CD-adapco 社) を用いて検討したので報告する。

## E室 26日(土) 9:30~10:30 : 生体計測Ⅲ

座長：青木 広宙 (東京理科大学)

3E1-1<sub>(059)</sub> 生体電気インピーダンストモグラフィによる内臓脂肪推定に関する検討

## — 精度向上と計算時間の短縮化 —

○駒木 俊夫\*<sup>1</sup>, 青木 広宙\*<sup>2</sup>, 越地 耕二\*<sup>2</sup>\*<sup>1</sup>東京理科大学大学院, \*<sup>2</sup>東京理科大学

現在の日本において、肥満患者数は年々増加の傾向にある。肥満は生活習慣病である糖尿病、高血圧症、脳卒中、心臓病の増悪因子であり、適切な運動管理や食生活の管理などにより肥満を予防することが可能である。内臓脂肪分布を推定することができれば、健康管理を行う上で役立つものと考えられる。内臓脂肪分布を知る手段としてX線CTやMRIなどが知られているが、これらの手段は高価な装置を必要とすることから、簡便に測定できるとは言い難い。これらの手法に対して、電流を流し電位を測定することによって内臓脂肪分布を推定する手法である生体電気インピーダンストモグラフィ (EIT) は装置が安価であり、簡便に測定することができる。われわれは、EITによる脂肪分布測定に関する研究に取り組んでいる。本研究では、EITを用いた局所的な内臓脂肪分布の推定を数値実験による検討を行った。本研究の解析では、皮下脂肪層、筋肉層、内臓脂肪層の3層からなる数値モデルを対象とし、逆問題解析による各層の分布の推定を行った。解析における計算時間の短縮化および推定結果の精度向上を目的として、数値モデルに与えるソース電極の配置、測定電位の設置位置および設置個数について検討した。

3E1-2<sub>(080)</sub> 浴槽用無拘束呼吸波形計測システム開発に関する研究○丹保 惇史\*<sup>1</sup>, 中島 一樹\*<sup>1</sup>, 山崎 勝也\*<sup>2</sup>, 坪坂 康史\*<sup>1</sup>, 関根 克尚\*<sup>3</sup>, 表 祐一郎\*<sup>3</sup>, 福永 浩\*<sup>4</sup>,中嶋 政訓\*<sup>4</sup>, 戸邊 一之\*<sup>2</sup>, 小林 正\*<sup>2</sup>, 佐々木 和男\*<sup>1</sup>\*<sup>1</sup>富山大学大学院理工学教育部, \*<sup>2</sup>富山大学医学部第一内科, \*<sup>3</sup>金沢大学医学部保健学科, \*<sup>4</sup>関西電力

入浴は身体を清潔にするだけでなく精神的にも良い効果をもたらす。一方、入浴は身体に温熱・静水圧負荷の加わる行為でもある。そのため入浴中には生命にかかわる事故を引き起こす可能性がある。特に高齢者においては、入浴中の不慮の事故による死者数は交通事故による死者数よりも多い。入浴中の事故を防ぐには、入浴中にバイタルサインを計測することが効果的と考えられる。これまでに、数多くのバイタルサイン計測手法が開発されてきた。しかし、これらのほとんどは身体にセンサや電極を取りつけるため、入浴行為そのものを妨げてしまう。本研究ではインピーダンス法により、完全な無拘束・無意識下で入浴中の呼吸波形を検出することを目的とする。最大呼気位および最大吸気位における周波数 40 kHz から 4 MHz までのインピーダンススペクトルを、浴槽内壁に取り付けた電極で湯を介して計測した。周波数 1 MHz における最大呼気位と最大吸気位間でのインピーダンス変化は、他の周波数に比べ有意に大きかった。そこで周波数 1 MHz でインピーダンスの時間変化を計測し、呼吸波形の検出を試みた。参照信号として3つの医療用呼吸センサ(呼吸サーミスタ, 胸部プレチスモグラフ, 腹部プレチスモグラフ)を同時記録した。得られた各波形のパワースペクトルの最大ピーク周波数が一致したことから、インピーダンスの時間変化波形は呼吸波形であることが確認された。

3E1-3<sub>(146)</sub> 運動中の骨格筋血行動態評価としての電気インピーダンス法, 近赤外分光法の適用○松本 理隆\*<sup>1</sup>, 井田 舞美\*<sup>2</sup>, 花田 智\*<sup>2</sup>, 関根 正樹\*<sup>2</sup>, 田村 俊世\*<sup>2</sup>\*<sup>1</sup>千葉大学工学部, \*<sup>2</sup>千葉大学大学院工学研究科

循環器疾患をはじめとするリハビリテーションや予防医学のプログラムとして、自転車エルゴメータ等を用いた有酸素運動は、多くの施設または個人レベルでも活用されている。そこで運動施行中の末梢血行動態を簡便に評価し効果的なトレーニングが行われているかを知る方法が望まれる。電気インピーダンス法や近赤外分光法が試みられており、原理は異なるが血液量変化を相対的に知ることができる。しかし、その結果の解釈が確立されているとは云えない。そこで、同時測定における信号変動の相違について検討した。エルゴメータ運動前後の大腿の血液量をインピーダンス法と近赤外法で計測し、両者の比較を行った。近赤外分光計 (HEO-200, Omron, Japan) のプローブを大腿部外側広筋に装着し、大腿部にインピーダンス電極を貼着し、インピーダンス計 (多周波数方式体脂肪計「MLT-30」積水化学) に接続した。健常若年成人6名を対象に自転車エルゴメータを用いた運動負荷試験 (15W/min・50rpm) を5分間実施した。測定指標としては、総ヘモグロビン量とインピーダンス変動とした。その結果、両者の間には高い相関が得られ、運動中の血液量の増加が確認でき相対値としての運動効果の検証には役立つことが示された。

**3E1-4<sub>(070)</sub> 血液の比透磁率測定に関する検討**

○西田 大輔, 山本 隆彦, 青木 広宙, 越地 耕二  
東京理科大学

2002年の薬事法改正により医療機器は電磁適合性(EMC)を満足することが義務化された。体内埋込型や密着型の医用機器は、生体の影響を考慮した EMC 評価を行うことが重要である。しかしながら、人体実験には種々の制限があり、動物実験も欧州地域を中心に禁止の風潮が強まっている。また、個体差や再現性の観点から EMC 評価に生体を用いることは困難である。そのため、これらの代替案として人体の電気的特性（比誘電率  $\epsilon'$ 、導電率  $\sigma$  (s/m)、比透磁率  $\mu'$ ）を模擬したファントムを EMC 評価に用いることが有用である。しかしながら、これまでのファントムは比透磁率を十分に考慮していない。このため、生体の磁気的特性を測定し、これを模擬したファントムを作成することで、生体の影響を考慮した EMC 評価を行うことが可能と考えられる。生体の中で磁性物質が含まれていると考えられる血液の比透磁率を測定することが可能な治具が存在しない。本研究では、血液の充填・除去が容易な構造を有する、比透磁率が測定可能な治具の試作、検討を行った。より正確な測定を行うためには、漏れ磁束が少ないトロイダルコイル型であることに加えて、コイルと測定対象との間に他の物質を極力介さないことが重要である。そこで試作した治具は、入手容易な大小直径の異なる 2 つの塩化ビニル管を用意し、アクリル板に同心軸状に貼り付け、その間にコイルを入れることで、測定対象物とコイルの間に他の物質が介在しない構造とした。試作した治具による測定の妥当性を評価するため、空気、水の測定を行った。その結果 100 kHz において、空気、水ともに比透磁率 1 とほぼ一致した。このことから、試作した治具により、比透磁率を測定可能であることを確認した。さらに、豚の血液の比透磁率の特性を測定した。その結果、血液の比透磁率は空気の比透磁率と比較すると、わずかに高い値が算出され、血液はわずかではあるが、磁性を有する物質であることが確認された。

**E室 26日(土) 11:00~12:00 : OS-5 心身を「見る」「測る」そして「支援する」**

オーガナイザー：山口 昌樹 (岩手大学), 三好 扶 (岩手大学)

座長：山口 昌樹 (岩手大学), 三好 扶 (岩手大学)

**3E2-1<sub>(040)</sub> 不快音が精神作業時の脳波に与える影響**

○西藤 聖二, 佐藤 政宏, 舞野 大輔, 田中 正吾  
山口大学

本研究では、脳波を用いて音ストレスが脳活動に与える影響を評価することを目的として、不快音、快音、静寂のそれぞれの音環境下で暗算等の精神作業を行った時の脳波の時間・空間特性を検討した。従来、音ストレスが頭皮上脳波、特に背景脳波に与える影響については、生理学的なメカニズムが不明であるだけでなく、現象面においても、不快音提示時のアルファ波・ベータ波・シータ波の振幅の増減について相反する報告がなされるなど、見解の一致をみていない。我々は、昨年の大会において、ある種の不快音提示時においてアルファ波の振幅が安静時よりも有意に減少する一方、振幅の変化率は増加することから、音ストレスがアルファ波の不安定化に寄与することを報告した。この傾向は不快音聴取時間の経過により強くなることから、音ストレスの影響がアルファ波の不安定化の形で、時間と共にある程度蓄積される可能性を示している。この結果より、作業時においても音環境がアルファ波等の脳波の特性に何らかの影響を与えることが考えられ、表層的な作業効率や主観による評価に表れないストレス反応が脳波により検出されることが期待される。この観点から、本研究では、健康者を対象として、不快音聴取中に閉眼状態にて暗算（2 桁の数の和や商）を数十問、100 秒間継続して行った時のアルファ波の振幅変化および安定性について、離散フーリエ変換および複素復調法による周波数一時間解析を用いて解析を行い、静寂時や快音聴取中の結果と比較した。また、作業効率は暗算の正解率で評価した。試行実験からは、不快音聴取時では、静寂時に比べて作業効率にはほとんど差が見られないものの、アルファ波の振幅が静寂時に比較して 25%程度低下する結果が得られた。結論を得るには今後の実験・解析結果の集積を必要とするが、現時点では、精神作業中においても音ストレスの脳活動への影響が脳波特性の変化となって現れる可能性が考えられる。詳細は講演にて発表する。

**3E2-2<sub>(079)</sub> 心拍変動による精神ストレスの短時間解析に関する研究**

○森 信彰\*<sup>1</sup>, 松本 佳昭\*<sup>1</sup>, 江 鐘偉\*<sup>2</sup>

\*<sup>1</sup>山口県産業技術センター, \*<sup>2</sup>山口大学

現代社会は、ストレス社会と呼ばれている。ストレスが与える緊張状態が長引くことによる心臓負担や血圧の上昇、生活習慣の乱れに起因する肥満などは生活習慣病への遠因と言われている。しかしながら、ストレスは周囲だけでなく、

自分自身で評価することも難しく、変動が現れてから気づくことが多い。このような背景から、我々は家庭内で簡易にストレス状態を評価できる装置の研究開発を行っている。ストレス状態の判別手法としては心拍変動の周波数解析がよく知られている。この解析に使う測定データは、一般的に5分以上採取することが望ましいとされている。しかしながら、家庭内での利用を考えた場合、測定に5分間も拘束されるのは苦痛である。そこで我々は、短時間の測定データからストレスを評価する手法について検討している。周波数解析では、測定データが短くなってくると、解析結果に強くばらつきが見られるようになる。これに対し、短時間の心拍変動データにデータを補完することで、このばらつきを減少させる手法を提案する。補完するデータには、心拍変動が呼吸周期に強く影響されることから呼吸周期波形を用いる。発表では、この手法についての有効性の検証結果を報告する。

### 3E2-3<sub>(128)</sub> ロボットデザインと評価手法

○大塚 庄一郎<sup>\*1</sup>, 小松 孝徳<sup>\*2</sup>, 小山 浩幸<sup>\*3</sup>, 山本 紳一郎<sup>\*3</sup>, 米田 隆志<sup>\*3</sup>

<sup>\*1</sup> 東京大学大学院総合文化研究科, <sup>\*2</sup> 信州大学, <sup>\*3</sup> 芝浦工業大学

人と共存するロボットに求められる親和性のあるデザインがどのようなものであるかを確認するために、バーチャルな環境で動作するロボットシステムをコンピュータシミュレーション上で構築し、タスクの成功・失敗が人の心理にどのように影響するかについて実験的に評価した。具体的には、人型ロボットと産業用ロボットのバーチャル環境で動作指令を出す。この動作指令に対してタスクを成功する場合と失敗する場合のパターンを用意しておき、被験者にはどちらが起るかを知らせずに実行させる。その際に、タスク実行前と後でのロボットに対する印象の変化や心理的要因をアンケート、心拍、皮膚電位、唾液アミラーゼ等を用いて計測する。これにより、ロボットに対する単純な外観で判断する静的イメージとタスクを実行させて起る動的イメージの相違について解析するとともに、評価指標の適正について検討した。また、獲得損失効果と呼ばれる最初のイメージとその後のイメージが変わったときに起る心理的作用がロボットにも当てはまるかについても検討を行った。

## F 室 26日(土) 9:30~10:30 : 評価・訓練支援II

座長：山下 和彦 (東京医療保健大学)

### 3F1-1<sub>(106)</sub> 高齢者の転倒リスク評価のための下肢筋力評価システムの開発

○山下 和彦<sup>\*1, 4</sup>, 中嶋 香奈子<sup>\*1</sup>, 今泉 一哉<sup>\*1</sup>, 岩上 優美<sup>\*1</sup>, 佐藤 満<sup>\*2</sup>, 井野 秀一<sup>\*3</sup>, 伊福部 達<sup>\*4</sup>

<sup>\*1</sup> 東京医療保健大学, <sup>\*2</sup> 昭和大学, <sup>\*3</sup> 産業技術総合研究所, <sup>\*4</sup> 東京大学

高齢者の転倒が社会的問題である。転倒予防には下肢筋力、歩行機能、バランス機能の維持・向上が求められる。高齢者人口は2055年に高齢化率40.5%のピークを迎え、2050年以降の長期予測でも21世紀中は30%前後の高齢化率で推移すると予測されており、転倒予防は今後も大きな問題として継続して議論されることが予測される。しかし、これら身体機能を定量的かつ簡便に計測・評価する機器やシステムは見られない。そこで本研究では、下肢筋力に着目し、足指力計測器と膝間力計測器を開発してきた。本報告では、開発した下肢筋力計測器を用いて、多くの高齢者の中から特に転倒リスクが高い対象者を抽出するポピュレーションアプローチのための手法を開発するために、健康高齢者と虚弱高齢者の下肢筋力を計測・評価し、その分離能を抽出することを目的とした。対象者は、130名の高齢者(健康高齢者88名(平均年齢73.6±5.6歳, 65~87歳), 特定高齢者24名(平均年齢82.9±7.0歳, 65~94歳), 要介護高齢者18名(要支援1~要介護2, 平均年齢87.6±5.2歳, 78~95歳))である。本研究は東京医療保健大学の倫理委員会の承認を得て行った。結果からは、虚弱高齢者群は健康高齢者群よりも、足指力の右足で34%、左足で35%、膝間力で20%低いことがわかった。本研究で得られた結果を転倒リスクの低い健康高齢者群と転倒リスクの高い虚弱高齢者群に分けて、転倒リスクに対する足指力と膝間力のオッズ比を求めたところ、足指力が24N、膝間力が100Nで最も分離能が高いことがわかった。オッズ比は6.05であった。以上より本手法を用いることで、ポピュレーションアプローチとして7割以上の転倒リスクが高いと考えられる高齢者をスクリーニングできる可能性が示唆された。

### 3F1-2<sub>(009)</sub> 高齢者転倒予防のための靴型重心動揺計の開発と転倒リスク指標の構築

○中嶋 香奈子<sup>\*1</sup>, 岩上 優美<sup>\*1</sup>, 今泉 一哉<sup>\*1</sup>, 齋藤 倫子<sup>\*2</sup>, 太田 裕治<sup>\*2</sup>, 井野 秀一<sup>\*3</sup>, 伊福部 達<sup>\*4</sup>, 山下 和彦<sup>\*1, 4</sup>

<sup>\*1</sup> 東京医療保健大学, <sup>\*2</sup> お茶の水女子大学, <sup>\*3</sup> 産業技術総合研究所, <sup>\*4</sup> 東京大学

高齢者の寝たきり要因の1つが転倒骨折であり、効果的な転倒予防対策が急務である。転倒予防には身体機能の向上、適切かつ定量的な転倒リスク評価が重要である。転倒リスク評価のパラメータは複数存在するが、本研究では身体機能

の立場から歩行機能に着目し、靴型重心動揺計を開発した。さらに、得られたデータを自動解析するシステム、および重心軌跡を視覚化するアプリケーションの開発を行い、転倒リスク指標を構築した。本報告では、開発した靴型重心動揺計の概要、自動解析システム、転倒リスク指標の有用性について述べる。開発した靴型重心動揺計は、靴のインソール部分に片足7つの圧力センサを配置し、歩行中の足圧中心（COP: Center of pressure）を検出する。そして、データを無線通信（2.4GHz, ZigBee方式）でPCに送ることで無拘束計測が可能なるよう構成した。構築した転倒リスク指標は本システムにより得られた圧力値と重心軌跡から構築した。実験では、開発した靴型重心動揺計を用いて、74名の要介護高齢者・特定高齢者・健常高齢者を対象に10m歩行の計測を行い、計測結果を本研究で開発した自動解析システムを用いて解析し転倒リスクの評価を試みた。その結果、靴型重心動揺計を用いて歩行データを安定に取得することができ、自動解析システムの活用によって、高齢者の歩行機能の把握が簡便に、かつ定量的に行えることがわかった。さらに、本システムの活用により身体機能の低下した高転倒リスク者および、健常高齢者の中の高リスク者を抽出することができた。以上の結果より、多くの高齢者の中から高転倒リスク者を、個人の歩行機能特性から抽出するポピュレーションアプローチのためのシステムを構築できたと考えられる。そして、転倒リスク指標を基に転倒リスクの高い高齢者に効果的なハイリスクアプローチを行うことが期待できる。

### 3F1-3<sub>(136)</sub> ウェアラブル動作計測システムを用いた片麻痺患者の歩行自立度評価に関する検討

○関根 正樹\*<sup>1</sup>, 桑江 豊\*<sup>1, 2</sup>, 田村 俊世\*<sup>1</sup>, 貴嶋 芳文\*<sup>2</sup>, 東 祐二\*<sup>2</sup>, 藤元 登四郎\*<sup>2</sup>

\*<sup>1</sup>千葉大学大学院工学研究科, \*<sup>2</sup>社) 八日会 藤元早鈴病院

現在、脳卒中片麻痺患者の障害像の把握、問題点の特定、適切な治療方針の決定・実施、治療効果の判定は、医師や療法士の観察と経験に基づいた判断に頼るところが大きい。そこで、片麻痺患者の動作を定量的に評価し、治療計画や効果判定などを工学的に支援するために、モーションセンサを組み合わせたウェアラブル動作計測システムを開発し、片麻痺患者の歩行自立度評価への応用を試みた。ウェアラブル動作計測システムは、3軸加速度センサと3つの角速度センサを内蔵したモーションセンサユニット、送信機、バッテリー、および受信機を装備したPCで構成される。送信機と受信機はBluetooth ver. 2.0 EDR Class1に対応しており、理論上は見通し距離でおおよそ100mの通信が可能である。受信データはサンプリング周波数100HzでPCに記録されるとともにリアルタイム表示される。計測終了後、得られたデータからセンサユニットの角度を算出し、経時的な動作の情報を検者や被検者に提供することが可能である。本システムを用いて自立歩行が可能な片麻痺患者11名（自立群）と監視歩行の片麻痺者8名（監視群）を対象に歩行の計測を行った。今回実験では、センサユニットの装着部位を腰部と両大腿部とし、これらの部位の角度情報に着目して監視群に属する片麻痺者の歩行パターンの特徴抽出を試みた。特徴を捉えるパラメータとしては、体幹の傾き、歩行周期、大腿部の屈曲から伸展時間、パターンの再現性、両脚の対称性とした。その結果、監視群全体に共通する特徴は得られなかった。しかし、監視群に属する被験者8名中7名は、いずれかのパラメータが自立群の範囲から逸脱していた。個人ごとに監視となる要因が異なり1つのパラメータで判断することは困難であるが、本システムは情報を総合的に判断することで歩行自立度評価に有用であると示唆された。

### 3F1-4<sub>(123)</sub> 介護予防プログラム参加者のための歩行改善アドバイスシステムの開発

○河合 恒\*<sup>1</sup>, 新井 武志\*<sup>1, 2</sup>, 小島 基永\*<sup>1</sup>, 大淵 修一\*<sup>1</sup>

\*<sup>1</sup>東京都老人総合研究所介護予防緊急対策室, \*<sup>2</sup>目白大学保健医療学部理学療法学科

平成18年度の介護保険法の改正以降、虚弱高齢者に対して運動器の機能向上プログラムが提供されている。このプログラムでは、歩行能力が高齢期の日常生活において重要であるという観点から下肢筋力の強化を中心としたトレーニングが行われ、歩行能力は歩行速度によって評価されている。しかし、高齢者歩行の特徴は個人差があり、歩行速度による評価のみを手がかりに個別に歩行指導までを行うことは難しい。一方、プログラム参加者に対しては、機能向上に対する興味を促し、意欲向上を支援することも重要である。そこで本研究では、歩行能力を評価し、改善のためのアドバイスを提示できるシステムを試作し、運動器の機能向上プログラム参加者の意欲向上に役立つか検討した。特定高齢者事業の運動器の機能向上プログラム参加者男女23名の通常歩行における1ストライドの下肢の側面図をビデオ撮影し、踵、つま先の接地・離地の時点と距離を測定した。これをもとに、歩行周期、立脚期、遊脚期、ストライド幅等の歩行パラメータを算出し、筆者らが提案した歩行能力の簡易尺度に基づき、評価得点を算出した。さらに、映像を再生しながら、評価得点とそれを構成する歩行パラメータや日常における歩行の注意点との関連をフィードバックした。参加者の歩行能力の評価得点の平均と標準偏差は、敏速性が $57.9 \pm 9.7$ 点、接地安定性が $70.5 \pm 6.5$ 点、対称性が $73.7 \pm 2.2$ 点、片足支持安定性が $69.2 \pm 11.2$ 点であった。フィードバックでは、全ての参加者が歩行の様子を確認でき、参考になったと答えた。運動器の機能向上プログラム参加者の歩行能力は、歩行能力の簡易尺度の作成に用いた集団よりも敏速性について著しく低く、介護予防事業参加者に対しては、尺度を構成し直す必要性が示唆された。フィードバックについては、映像提示がプログラム参加者の意欲を向上させることに有効であることが考えられた。

## F 室 26 日(土) 10:45~12:00 : 評価・訓練支援Ⅲ

座長：池内 秀隆 (大分大学)

**3F2-1<sub>(139)</sub> 吊り上げ式歩行訓練装置の制御機構改善とディスプレイ装置の活用**○池内 秀隆\*<sup>1</sup>, 瀧山 真吾\*<sup>2</sup>, 伊波 護\*<sup>1</sup>, 斎藤 之男\*<sup>3</sup>\*<sup>1</sup>大分大学工学部, \*<sup>2</sup>TOTO ウォシュレットテクノ, \*<sup>3</sup>東京電機大学理工学部

高齢者や障害者の自立には、自らの力で移動することは非常に重要な要素となる。下肢の直接の障害や、高齢や様々な疾患の手術後の影響で歩行能力が落ちた人にとって、歩行訓練は重要であるが、平行棒等を用いた通常の訓練は、本人と介助者双方に負担が大きい。そこで歩行訓練に訓練装置を導入することが考えられる。本装置は、路面にフォースプレートを用い、床反力を元に吊り上げ力を調整する方式である。フォースプレートで訓練中に測定しているので、そのデータを利用することができる。これまで高齢者・障害者を被験者として、データ収集と長期訓練を行った。その結果、歩行中の作用点軌跡や被験者の主観的な身体能力の改善が見られ、吊り上げ式歩行訓練の可能性が示唆された。また、特定の被験者（下肢麻痺）について足下を提示するディスプレイの設置により歩行姿勢の改善を行い、通常歩行と吊り上げ式訓練装置による歩行姿勢の相違についても検討した。しかしながら、吊り上げ性能についてはさらに改善の余地があると考えられ、吊り上げ性能を上げることで、本装置の特徴をさらに生かせる使い方ができると考えている。また、設置したディスプレイに足の着地目標位置を提示することで、訓練効果を上げることが期待される。本報告では、制御機構の改善とディスプレイへの情報提示について、現状を報告する。

**3F2-2<sub>(075)</sub> フィードバック型体幹保持と歩行訓練装置の安定性に関する研究**○石井 孝幸\*<sup>1</sup>, 斎藤 之男\*<sup>1</sup>, 梅村 敦史\*<sup>1</sup>, 池内 秀隆\*<sup>2</sup>\*<sup>1</sup>東京電機大学, \*<sup>2</sup>大分大学

脳血管疾患や脊髄不随による下肢機能障害者に対する歩行訓練は、これまでの歩行解析レベルから動的歩行訓練へと進展している。しかしながら、介護者・訓練者の両者への負担の軽減、訓練者の転倒防止などに対する安全性の確保、リハビリテーションの進行状況の定量化などといった対策は、これからの歩行訓練では必要条件となってくる。本研究では以上のことを踏まえ、重度障害者でも訓練可能な歩行訓練装置として、歩行訓練者に対する吊荷システムの開発を進めてきた。このシステムにより介護者・訓練者への負担は大幅に軽減した。しかし動的バランスの領域では、従来のモータ式よりも感度が高いものが必要となってくる。そこで、より感度の高いバイラテラルサーボが有利であると考え、バイラテラルサーボの特徴である位置決め精度の高さや高応答性が、訓練に与える効果の有効性を確認していく。また、訓練評価法として品質工学を利用した MT 法による評価と、脳刺激により訓練法を向上させるために足元を映し出すモニタを用いた視覚システムの擁立を目指した研究である。

**3F2-3<sub>(021)</sub> バランスボールを用いた下肢リハビリテーション機器の開発**○柏木 誠\*<sup>1</sup>, 和多田 雅哉\*<sup>1</sup>, 山田 睦雄\*<sup>2</sup>, 渡辺 一郎\*<sup>1</sup>, 椿原 徹也\*<sup>1</sup>\*<sup>1</sup>東京都市大学, \*<sup>2</sup>埼玉医科大学かわごえクリニック

近年、特に先進諸国において少子高齢化が問題となっている。また、事故や加齢に伴う下肢の筋力・運動能力の低下、障害は移動に関わるため深刻である。そのため、下肢のリハビリテーションの需要が高い。現在のリハビリテーション機器は、怪我をしない様に一定負荷をかけている。この為、筋力向上が可能であるが神経-筋協調をとることが出来ない。従って、日常生活の動作とは異なった筋肉の使い方になってしまう。そこで、神経-筋協調を目的としたバランスボールが注目され、バランスボールに乗り、上下に弾む膝のリハビリが提案されている。バランスボールを用いた上下方向の弾性運動により、日常生活と同等の膝屈伸運動を促し、靭帯を緩ませずに膝の内側広筋を鍛えることが可能である。しかし、バランスボールの弾性運動による負荷は、ボールの内圧、ゴム質により変化してくるため、コントロールが難しい。また、利用者が下肢の筋力低下をおこしている場合、上下運動の振幅が減少し、リハビリ効果が得られないと考えられる。そこで、バランスボールの負荷を利用者の障害に合わせた制御を行う必要がある。本研究では、神経-筋協調を目的としたバランスボールを用いて新たな下肢リハビリテーション機器の開発を目的とする。開発している機器は既存のバランスボールと並列にアクチュエータを並べ、座面の位置をコントロールする構造である。臀部上昇時にアシストを行い、リハビリ効果の高い座面位置になる様に制御を行う。本稿では、開発を行っている下肢リハビリテーション機器のシステム、機構について述べる。

**3F2-4<sub>(148)</sub> 受動自由度を有する足関節底背屈訓練装置の開発 (第4報)**○本間 敬子\*<sup>1</sup>, 薄葉 眞理子\*<sup>2</sup>\*<sup>1</sup>産業技術総合研究所, \*<sup>2</sup>筑波技術大学

本研究では、足関節の底背屈動作を対象とした、他動運動訓練を行うための装置を開発している。提案する装置を使用した際の訓練効果を計測する指標を構築するため、訓練動作中およびその前後の生体信号計測を行い、得られたデータについて検討を行っている。本発表では、若年健常者 12 名（男性 6 名、女性 6 名、平均年齢 22.9±6.1 歳）を被験者として実施した実験の結果について報告する。本研究では、「足関節の他動運動訓練動作を与えることにより、下腿の末梢循環機能の改善が得られる」という仮説を立て、模擬訓練動作中およびその前後における、アキレス腱付近の組織血流量や局所温等の計測評価を行っている。末梢循環機能の低下状態を模擬するため、大腿部に圧力を加えて駆血を行った状態で他動運動訓練を行い、駆血を行わなかった状態と比較した。本実験を通じて、他動運動訓練動作と末梢循環状態との関連性についての基礎的な評価データが得られた。

**3F2-5<sub>(072)</sub> 傾斜式下肢ストレッチ装置を用いた足関節の柔軟性についての考察**

○勝目 恵里奈

大分大学大学院工学研究科

傾斜したベッド上で仰臥姿勢のままふくらはぎのストレッチを行う傾斜式下肢ストレッチ装置の開発を行った。ペダルを揺動することで、他動的に足関節の底背屈運動を行うことができる。傾斜ベッド上でストレッチを行うので足関節が硬い人や、立位を保つことのできない人でも利用できる。ふくらはぎは第二の心臓と言われるほど筋ポンプ作用が強く、ふくらはぎのストレッチを行うことで下肢に滞った血液やリンパの流れの改善が期待できる。そのため、ふくらはぎの筋肉を柔軟に保つことは健康に良いといわれている。また、ふくらはぎの硬い人は高血圧の人が多く、血液循環の悪い人の多いことが知られている。今回は傾斜式下肢ストレッチ装置を用い、10 分間足関節底背屈運動を行った場合のペダルが足底に与えたエネルギーを測定した。開始直後、2 分後、5 分後、10 分後のエネルギーの変化を求めると、開始直後と 10 分後ではエネルギーの減少が確認できた。このことより、10 分間連続してストレッチを行うと足関節を柔軟にする効果を期待できる。

**F 室 26 日(土) 13:00~14:00 : 移動支援**

座長：垣本 映 (職業能力開発総合大学校)

**3F3-1<sub>(023)</sub> 移動プランの形成を支援する音声ソフトウェア**○小林 純一\*<sup>1</sup>, 前川 拓也\*<sup>2</sup>, 前田 義信\*<sup>2</sup>, 渡辺 哲也\*<sup>2</sup>, 林 豊彦\*<sup>2</sup>\*<sup>1</sup>新潟大学工学部福祉人間工学科, \*<sup>2</sup>新潟大学大学院自然科学研究科

現在、視覚障害者に対して数多くの外出支援が行われている。しかし、現在行われている外出支援のほとんどが「移動行動」そのものに対する支援であり、外出経験が乏しい視覚障害者が目的地までの移動経路を主体的に決定するための支援はほとんど行われていない。移動行動に先行する移動行動プランの形成段階で障害等により問題が生じると、ヒトは外出を行うことに消極的になるといわれている (Garling, 1995)。そこで、本研究では「移動行動プランの形成」を支援することを目標として、外出前に行う意思決定支援型「移動経路選択ソフトウェア」の開発を行った。これは出発地から任意の目的地まで視覚障害者が自らの要望を満たす経路を決定するシステムである。経路情報に関しては、道幅、信号の有無、点字ブロックの有無などを集積したデータと座標データを照らし合わせ、経路データベースを作成する。具体的な支援に関しては、階層化意思決定法 AHP (Saaty, 2001) を用いた。

**3F3-2<sub>(042)</sub> いすの横振動で進むスポーツ用三輪車の開発**○市岡 祥一\*<sup>1</sup>, 的場 哲\*<sup>2</sup>, 宮島 雄一\*<sup>2</sup>\*<sup>1</sup>大分大学大学院 工学研究科 福祉環境工学専攻, \*<sup>2</sup>大分大学 工学部 福祉環境工学科

車いす利用者でもサイクリングのような風をきる楽しみが得られるスポーツ用の乗り物を検討した。上肢だけで二輪自転車の走行安定性（駆動と舵とりを同時に行う）を確保するには、複雑な機構が必須とわかったので、三輪車で実現することにした。1988年にブラジルで発明されたスポーツ用三輪車 (TRIKKE) は、ハンドルを握り直立した運転者が体を左右に振り、その横振動を、歯車やチェーンなどの機構でなく、運転者の下肢で進行方向と角をなす車輪に伝え、前進力を得る。本研究では、4本リンクで構成する左右に振動可能ないすをこのスポーツ用三輪車に取りつけ、いすに

座った運転者が上肢の力でいすを横振動させ、その振動をいすの脚を通じて車輪に伝える機構を考えた。下肢の踏ん張り力を使わずにいすを横振動させるので、前進力を生み出す横振動が不足しやすい。そこで4本リンクのいすの対角線にバネを挿入して、いすの振動を助けるようにした。運転者の熟練の有無、バネ強弱などと走行能力の関係を調べた。最適条件では下肢を用いるのと同等の速度が得られた。

### 3F3-3<sub>(007)</sub> 歩行補助装具による立位歩行移行を支援する車いすシステムの開発

○鈴木 重信\*<sup>1</sup>, 高橋 将人\*<sup>2</sup>, 垣本 映\*<sup>1</sup>, 太田 裕治\*<sup>3</sup>

\*<sup>1</sup>職業能力開発総合大学校, \*<sup>2</sup>セントラルソフト(株), \*<sup>3</sup>お茶の水女子大学

脊髄損傷者に対して交互歩行装具を用いた立位歩行の試みに関する報告があるが、その多くは病院内での使用に留まっている。この原因のひとつに、歩行補助装具を介助なしに装着し立位歩行に移行することが困難な場合が多いことが挙げられる。そこで、本研究では、前方から装着可能なリンク股関節型両長下肢装具と、この装具の着脱と歩行器や杖による立位歩行への移行を積極的に支援する機能を組み込んだ車いすを併用する新しい移動支援システムの開発し、試作1号機的设计・試作を行なったので報告する。この車いすは通常の走行モードの他に、装具着脱モード及び立位歩行モードの3モードを有し、これらのモードを2つの電動リニアアクチュエータでモード変換できるようなフレーム構造になっている。このフレームに車いす簡易電動化ユニットを組み込み、環境条件や目的に応じて、車いす走行と立位歩行をシームレスに支援することを目的としている。本システムの利用者は、まず開発した車いすに移乗する。車いす走行で移動する場合は、走行モードで簡易電動車いすとして走行する。立位歩行する場合は、フットプレートを外側に開き、座面を降下させフレーム下部を地面に接地させ、車いすを固定して装具を装着する。フレームを接地し転倒の危険性を排除した状態で、平行クランク機構と電動アクチュエータにより装具足部を接地した状態で姿勢を立位に変換する。立位姿勢では新たなアームレストを利用者の腋の下に挟み込み立位保持を支援し、歩行器またはロフトランド杖を使用した立位歩行に移行する。歩行を終え車いすに戻ったら、アームレストを腋に挟み立位姿勢を保持しボタン操作により、座位(装具着脱モード)に変換し装具を外す。そして、座面を上昇し走行モードに戻し車いす走行で移動する。

### 3F3-4<sub>(124)</sub> 片麻痺者を対象とした歩行支援ロボットの開発

～立位時及び歩行時の安定性向上を目的とした介助力制御～

○渡邊 峰生\*<sup>1</sup>, 高橋 利史\*<sup>2</sup>, 安藤 健\*<sup>1</sup>, 藤江 正克\*<sup>1</sup>

\*<sup>1</sup>早稲田大学, \*<sup>2</sup>元早稲田大学

片麻痺者は姿勢制御能力が低く、左右方向の安定性が損なわれるため、自立歩行獲得のためには、歩行運動に要する力の補助と、安定した体幹・骨盤の姿勢制御の補助が必要である。本研究では、利用者の身体を骨盤で保持し、骨盤の回転3自由度と左右方向への介助力を発生する機構を備え、体重免荷時の歩行姿勢を改善し、左右方向に適切な介助力を与えることで被介助者の安定した重心移動を実現する介助マニピュレータの開発を行ってきた。本稿では、健常者を被験者として介助力作用時の歩行姿勢と表面筋電位を計測して行った、介助マニピュレータの評価実験について報告する。実験結果より、以下の知見が得られた。まず、介助マニピュレータを使用した場合、体重免荷装置の使用により減少した股関節伸展角度と骨盤ピッチ軸まわりの回旋角度が通常歩行時の値に近づいた。しかし、通常歩行時と比較して、骨盤のヨー軸まわりの回旋角度の増加や、ロール軸まわりの回旋角度の減少も確認された。前者は体重免荷による推進力低下の代償行為として考えられ、後者は骨盤保持部の慣性による回旋運動の抵抗が原因と考えられるため、片麻痺者が使用する場合、骨盤の回旋運動に対するサポートを検討していく必要があることが示唆された。また、歩行時の表面筋電位測定において、下肢筋のうち抗重力筋である内側広筋と腓腹筋内側頭に有意な減少がみられたことから、体重免荷の有効性が示された。ただし、体幹の姿勢制御を行う脊柱起立筋に関しては、歩行周期における筋電図波形に変化がみられたことから、片麻痺者の身体を支持する場合には、骨盤に加えて体幹の安定性も確保する身体支持部が必要であると思われる。今後は本実験で得られた知見をもとに安定した歩行姿勢を確保する体重免荷システムの構築を行い、利用者の歩行運動に追従する移動システムとの統合を図る。

## G室 26日(土) 9:00~10:30 : 車いす

座長 : 和多田 雅哉 (東京都市大学), 本間 敬子 (独立行政法人産業技術総合研究所)

3G1-1<sub>(068)</sub> 高齢者の車いす座位の検討

○永田 昌美\*<sup>1, 2</sup>, 辻下 守弘\*<sup>1</sup>, 小嶋 大樹\*<sup>2</sup>, 吉田 正樹\*<sup>3</sup>

\*<sup>1</sup>甲南女子大学看護リハビリテーション学部理学療法学科,

\*<sup>2</sup>大阪電気通信大学大学院医療福祉工学研究所, \*<sup>3</sup>大阪電気通信大学医療福祉工学部理学療法学科

特別養護老人ホーム(以下、特養)では、寝たきりを予防する目的で積極的な離床が勧められており、車いすが「座る」という目的で使用されている。一方で、車いすが高齢者の身体寸法や身体機能に適合していないために不良姿勢となり、脊柱の変形増長や車いすからのずり落ちを防ぐための身体拘束等、様々な問題が生じている。そこで本研究では、高齢者が車いすで長時間快適に過ごすことができるよう、車いす着座中の不良姿勢を簡便に改善するための工夫を提案することを目的とする。まず特養入所者を対象に車いす着座中の姿勢観察、座面および背もたれの圧分布測定を行い、高齢者における車いす座位の問題点を検討した。次に若年健常者を対象に、車いす座位開始から座り直しをするまでの時間と圧分布の測定および座り直し前後の姿勢観察を行った。結果、特養入所者の車いす着座中の姿勢は、円背と骨盤が後傾し前方に滑った仙骨座りが特徴的に認められた。圧分布は、座面では座骨と仙尾骨周辺に高い圧力がかかり、背もたれでは接触面積が狭く、胸椎、肩甲骨、腰椎、骨盤のいずれかに限局して高い圧力がかかる傾向が認められた。また若年健常者は、車いす座位開始から22分程度で座り直しを行い、目視で座り直しが確認される前の時点でも、ピーク圧を示す位置が移動していることが観察された。座り直し前後の車いす座位姿勢は、顕著な変化は認められなかった。今回の測定により、特養入所者では、円背と仙骨座りにより圧力分布に偏りが認められ、また身体機能の低下により座り直しが困難である為に、車いす座位の時間が長くなると姿勢の崩れが増長することが示唆された。高齢者が長時間車いすに着座した際に不良姿勢となっていく要因を更に探求するためには、今後標準的な車いす座位と仙骨座りの筋活動の違い、および座り直し動作時の筋活動の状況を確認していく必要がある。

3G1-2<sub>(014)</sub> 姿勢変化の自律神経への影響

○藤林 徳子, 手嶋 教之, 高橋 洋子  
立命館大学

近年、生活様式の洋風化に伴い、座位姿勢をとる機会が増えている。しかし、座っていてもリラックスできないという問題が起こっている。本研究ではメンタルストレスに注目し、椅子を利用した座位姿勢において、姿勢とメンタルストレスの関係を明らかにすることが目的である。今回メンタルストレスを客観的に評価する為、心拍間変動を計測しLF(低周波領域)・HF(高周波領域)・TP(超低周波領域 VLFとLFとHFの和)それぞれのパワースペクトルを算出することで求まるLF/TPを交感神経、HFを副交感神経の指標として用い、交感神経と副交感神経のバランスを評価した。なお、座位で計測を行うことを前提としているため、指先で加速度脈波を検出するシステムを利用した。しかし実験結果から、同じ姿勢であっても実験環境の違いに伴いそれぞれの値にばらつきが大きくなり、再現性が低いことが分かった。そこで実験条件を限定することで再現性を高め、その結果をもとに姿勢とメンタルストレスの関係を明らかにする実験を行う。

3G1-3<sub>(061)</sub> スロープ勾配と車いす昇降介助操作方法が乗り心地と介助負担に及ぼす影響について

○能登 裕子\*<sup>1</sup>, 村木 里志\*<sup>2</sup>

\*<sup>1</sup>九州大学大学院芸術工学府福祉人間工学研究室, \*<sup>2</sup>九州大学大学院芸術工学研究院

1.背景と目的 介助者が車いすを操作しスロープを昇降する際の望ましい昇降操作指標については検討されていない。昇降操作方法が乗り心地と介助負担に及ぼす影響について明らかとするため、様々なスロープ勾配における操作方法と乗り心地、および介助負担との関係を①走行動態、②姿勢変化、③主観的乗り心地および介助負担感から検討した。2 実験方法 乗車者・介助者とも20歳代男女とする若年者群15組と、乗車者・介助者とも65歳以上の男女とする高齢者群17組の2群を設けた。操作条件の種類は①昇りと②降り前向き③降り後ろ向きとした。勾配条件は、製作した勾配可変式のスロープを使用し、1/25から1/6の7条件に設定した。操作姿勢や昇降速度は介助者の任意とした。測定項目は乗車者及び介助者の姿勢角および車いすの走行動態とした。また、乗り心地および介助負担についての主観評価を行った。3.結果と考察 乗車者の恐怖不安感、総合的な乗り心地には、どの操作条件においても勾配の有意な主効果が認められたが、年齢による主効果および交互作用は認められなかった。走行動態からみた場合(若年者群 N=6、高齢者群 N=6)、昇りでは勾配が大きくなると、高齢者群の平均速度がやや低下した。降りでは、1/8および1/6勾配は、停止困難や操作不可能な介助者がいた。両群とも勾配が大きくなると最高速度が上昇し、高齢者群においては後ろ向きより前向きの方

が最高速度が大きくなった。また、1/8および1/6勾配では乗車者の頸部の角度および肩の位置の角加速度が大きくなった。以上のことより、介助者による車いす操作にてスロープ勾配を昇降する場合、勾配の大きさと介助者の年齢により走行動態に違いが生じ、乗車者の頸部や肩に負担が伴うと共に、乗り心地が変化することが示唆された。尚、本研究は財団法人フランスベッド・メディカルホームケア研究・助成財団より助成を受け行った。

### 3G1-4<sub>(022)</sub> 片手漕ぎアシスト車椅子の走行試験に関する評価と実用性の検討

○矢島 裕介\*<sup>1</sup>, 和多田 雅哉\*<sup>1</sup>, 山田 睦雄\*<sup>2</sup>, 斉藤 克子\*<sup>3</sup>, 内藤 貴司\*<sup>3</sup>

\*<sup>1</sup>東京都市大学, \*<sup>2</sup>埼玉医科大学かわごえクリニック, \*<sup>3</sup>霞ヶ関南病院

近年、少子高齢化に伴い、身体障害者の高齢化が問題となっている。そのため、高齢者や身体障害者のQOL(生活の質)及びADL(日常生活の動作)の更なる向上が求められている。特に、移動能力の改善が必要であることから、最も多く利用されている福祉機器として、車椅子に着目する。また、身体障害者の中でも、特に片麻痺患者の割合が高いことから、片麻痺患者の車椅子操作に注目する。片麻痺患者は通常、車椅子を操作する際に健常側の手で漕ぎ、足を使って方向転換を行っている。このような操作ではとても不便であるので、工学的な支援が必要となる。しかし、完全に電動化してしまうと更なる筋力低下を招いてしまう。そこで、我々は、片手での操作を支援するための“片手漕ぎアシスト車椅子”の開発を行っている。本研究では、車椅子の開発にあたり、まず、操作者の負担を軽減することを第一に考え、操作側の車輪の速度にアシスト側の車輪速度を追随させるものとした。開発した車椅子は、直進及び旋回が可能なシステムである。まず、操作側の車輪を漕ぐとその速度に追随してアシスト側の車輪が動作し、直進走行が可能である。また、コントローラの操作により、左右の車輪速度の比率を変えることで、旋回走行が可能である。現在、旋回動作のためのコントローラに関しては、フットスイッチ及びジョイスティックなどを検討している。本稿では、開発した車椅子について紹介する。また、実際に、被験者の方々に対して行った走行試験より、車椅子の有効性について検討を行う。走行試験の内容は、車椅子の直進と旋回の操作性に関する定性的な評価であり、被験者の方々へのアンケートに基づいたものである。なお、走行試験では、旋回走行の操作にはフットスイッチを用いた。また、走行試験の結果から得られた現状の利点や欠点について示し、問題点を解決するための手段について検討を行う。

### 3G1-5<sub>(066)</sub> 高齢者用電動車いすの走行時における安全性の向上に関する研究

○長浜 豊華\*<sup>1</sup>, 高橋 久\*<sup>1</sup>, 垣本 映\*<sup>1</sup>, 鈴木 重信\*<sup>1</sup>, 関口 行雄\*<sup>2</sup>, 松野 史幸\*<sup>3</sup>

\*<sup>1</sup>職業能力開発総合大学校, \*<sup>2</sup>精密測定技術振興財団, \*<sup>3</sup>㈱コーヤシステムデザイン

近年の高齢者用電動車いすに関わる事故の増加により、高齢者用電動車いすの安全性に対する問題意識が高まっている。これまで高齢者のための電子式ハンドル形電動車いすの開発に取り組んできた。屋外でも十分小回りの効く旋回性の実現を目指して開発してきたが、近年の高齢者用電動車いすの安全性に対する問題意識の高まりから、開発中の電動車いすに対しても事故の発生を未然に防ぐ安全対策の必要性が求められている。そこで本研究では、用水路への転落や縁石への乗り上げによる転倒、歩行者との衝突事故を未然に回避させることを目指した、安全走行支援システムの開発に取り組んでいる。転落・転倒・衝突回避のための手法として、超音波センサと全方位カメラを利用する。超音波センサは超音波距離計測モジュールであり主に足回りなど車いす近くの段差や溝の検出に使用し、全方位カメラは CCD 撮像素子と双曲面ミラーから構成されるもので、車いすから数 m 離れた段差や溝あるいは人を検出することを想定している。開発中の高齢者用電動車いすに搭載した超音波センサと全方位カメラによる外界センシングによって、走行環境にある用水路や側溝、縁石、歩行者等の危険要素を認識し、転落や衝突を未然に防ぐ走行支援システムを実現する。今回、開発中の電子式ハンドル形電動車いすに超音波センサと全方位カメラを搭載し、溝・段差・人の認識を行う上で必要となる測距の基礎的な実験を行った。

### 3G1-6<sub>(041)</sub> 重度脳性まひ児用電動車いすの操作アルゴリズムの構築

○小島 康史\*<sup>1</sup>, 安藤 健\*<sup>1</sup>, 二瓶 美里\*<sup>2</sup>, 酒井 美園\*<sup>3</sup>, 井上 剛伸\*<sup>4</sup>, 藤江 正克\*<sup>1</sup>

\*<sup>1</sup>早稲田大学, \*<sup>2</sup>東京大学, \*<sup>3</sup>埼玉医大総合医療センター,

\*<sup>4</sup>国立障害者リハビリテーションセンター研究所

重度の身体障がい児は、身体機能の制限によって多様な可能性が健常児に比べ大幅に縮小されてしまう。これまでに著者らは、特定の重度脳性まひ児の下肢動作の加速度を操作入力とし、ニューラルネットワークで動作を認識する電動車いすの開発を行った。しかし、対象児の動作が曖昧であり、正確な動作認識ができないことが問題となっている。そこで本稿では、対象児の右下肢動作を正確に認識するアルゴリズムの構築を目的とした。まず、対象児の右下肢の随意動作・不随意動作計測実験を行い、計測した加速度データから、随意動作時間が4秒に収束することがわかった。次に、教師なし学習を特徴とする自己組織化マップを用いて動作時間分の加速度データを動作パターンとして学習するアルゴリズムを構築した。このアルゴリズムをまず健常者に対して用いたところ、従来手法であるニューラルネットワーク

では動作正答率が81%であったのに対し、構築したSOMアルゴリズムでは正答率が91%に向上し、曖昧な動作の認識に優位であった。最後に、脳性まひ児によるアルゴリズムの評価実験を行った。車いす停止時に対象児が足を前方、右方向、左方向に蹴る、フットレストに叩きつける、という4つの動作を分類したところ、動作正答率が47%と健常者と比較し、低下することがわかった。ただし、対象児の動作と対応付けた動きを車いすにさせた場合には、動作正答率が56%と停止時よりも改善した。今後はアルゴリズムの使用とともに、動作正答率が向上するようにアルゴリズム学習方法を改良する。

## H室 26日(土) 9:00~10:30 : OS-4 精神医療と支援技術 — 診断から治療 —

オーガナイザー：福長 一義 (杏林大学), 加藤 綾子 (埼玉医科大学)

座長：福井 裕輝 (国立精神・神経センター), 加藤 綾子 (埼玉医科大学)

### 3H1-1<sub>(006)</sub> 認知機能に対する交感神経皮膚反応 SSR の応用

○三谷 博子, 石山 陽事

杏林大学 保健学部 臨床生理学・医用応用工学教室

【はじめに】精神医療は社会生活のストレス要因による睡眠障害や種々の自律神経障害、躁鬱症状を伴う認知・判断能力等が低下する認知症、あるいはてんかん発作に至る広い領域の医療分野である。特に認知症については今後も高齢化社会における大きな問題である。従来これら脳機能に関わる認知症等の診断にはMRIやSPECT、NIRS等の画像検査や脳波、事象関連電位等の電気生理学的検査が用いられてきた。今回私共は新たに自律神経機能検査の一つである交感神経皮膚反応 (sympathetic skin response : SSR) を用いて認知障害の有無を客観的に推定する手法について検討した。尚 SSRは音や吸気刺激あるいは内因性の刺激によって生ずる汗腺由来の電位であり後天的な免疫不全による無汗症であっても SSR電位が出現することが知られている。【方法】正常成人被験者の親指爪をreferenceに手掌と手背にSSR導出用電極を接着した。SSR誘発のための音・視覚刺激の刺激マーカを同時記録し、さらに吸気刺激のマーカとして鼻にサーミスタを装着し呼吸曲線の吸気立上り点、胸部と腹部のストレンゲージによる呼吸運動時の吸気開始点等を同時に記録した。それぞれの刺激によるSSR潜時差を測定し、その潜時差から視覚認知に要する時間を推定した。【結果・考察】SSRの立上り潜時差は深吸気刺激 $\leq$ 音刺激 $\leq$ 視覚刺激の順に長く、特に視覚刺激の潜時は単純な色刺激より風景・顔などのより複雑な認知を必要とする刺激ほど長い傾向を示した。一方深吸気刺激によるSSRは脳を介さず延髄の呼吸反射により交感神経を下降し汗腺に至る反応である。このことから音や視覚刺激など大脳のより高次機能の関与の程度によりSSRの立ち上がり潜時は延長するものと考えられる。従って種々の刺激によるSSRの潜時差の測定によって新たな認知機能検査としての応用が期待される。

### 3H1-2<sub>(029)</sub> ニューロン異常性画像化法によるアルツハイマー病患者およびうつ病患者の識別

○松崎 晴康<sup>\*1</sup>, 武者 利光<sup>\*1</sup>, 工藤 千秋<sup>\*2</sup>, 朝田 隆<sup>\*3</sup>, 小杉 幸夫<sup>\*4</sup>

<sup>\*1</sup>株) 脳機能研究所, <sup>\*2</sup>くどうちあき脳神経外科クリニック, <sup>\*3</sup>筑波大学臨床医学系精神医学,

<sup>\*4</sup>東京工業大学大学院総合理工学研究科

アルツハイマー病(Alzheimer's disease ; AD)など脳内皮質ニューロン機能が低下するとニューロン活動が不安定化したゆらぎを生じる(T.Musha et al., Clin.Neurophysiol., 113 (2002) 1052-1058)。本研究では脳内皮質ニューロン活動によって生じる頭皮上電位のパワーゆらぎから、脳内ニューロン機能の局所的な異常部位を脳表面上に画像化する技術を開発し、AD患者及びうつ病患者の識別を行った。対象は国立精神神経センターとの共同研究で得られた正常者52人とMCI-AD(1年~1年半後にpossible or probable ADに進行したMCI)患者21人およびAD患者28人、くどうちあき脳神経外科クリニック(医院長; 工藤千秋医師)に外来受診されたうつ病患者65人で、安静閉眼5分間について国際10-20法による21電極からの頭皮上電位(2~40Hz)の2乗値の規格化パワーバリエーション(NPV; Normalized Power Variance)を算出した。正常者群におけるNPV集団平均値と標準偏差からZスコアを定義すると、Zスコア>1であれば正常ニューロン活動に比べて不安定性(Hyperactive)異常、Zスコア<-1であれば不活発性(Hypoactive)異常と判断できるので、これら異常性を脳表面上に画像化して表示する。このニューロン異常性画像化法をNAT(Neuronal Abnormality Topography)と名付けた。アルツハイマー病患者のNAT解析結果によると、SPECT脳血流量低下部位はHyperactiveまたはHypoactiveのいずれかの異常部位と良い一致を示した。さらにMCI-AD患者集団、AD患者集団およびうつ病患者集団の平均NAT画像をそれぞれの脳機能疾患の特徴を示す標準テンプレート画像とみなし、各被験者から得られるNAT画像とそれぞれの標準テンプレート画像との類似度(Likelihood)を算出した。その類似度は正常者群とAD患者群、およびMCI-AD患者群をほぼ完全に分離することができ、さらにはうつ病患者群も高感度で識別可能となった。本発表ではこの新技術の方法と解析結果を説明する。

**3H1-3<sub>(016)</sub> タッチパネル式神経心理学的検査の脳機能の賦活について～fMRIを用いて～**

○辻美和\*<sup>1, 2</sup>, 東祐二\*<sup>3</sup>, 高田橋篤史\*<sup>3</sup>, 藤元登四郎\*<sup>3</sup>, 関根正樹\*<sup>1</sup>, 田村俊世\*<sup>1</sup>, 三山吉夫\*<sup>2</sup>  
 \*<sup>1</sup>千葉大学大学院工学研究科, \*<sup>2</sup>(社)八日会大悟病院, \*<sup>3</sup>(社)八日会藤元早鈴病院

我々が開発した認知症高齢者のためのタッチパネル式パーソナルコンピュータを用いた神経心理学的検査(Computer-based Test; CBT)は、臨床で多く用いられる神経心理学的検査、Trail making test (TMT)の要素を含んでいる。TMTは、外傷後の脳損傷患者などの前頭前野の機能を確認するために用いられているテストである。今回、CBTとTMTを試行中の脳機能について、健康成人を対象に、fMRIを用いて分析した。その結果、CBTとTMTの双方に、前頭前野の賦活を認めた。このことより、CBTは前頭前野の賦活のために有用なテストであることが示唆された。さらに、CBTはTMTよりも課題遂行の成績が有意に高く、CBTはTMTよりも低い難易度でTMTと同様の脳機能の賦活が得られることが示唆された。これらのことより、CBTが認知症高齢者に対する神経心理学的検査として、有用であることが考えられた。

**3H1-4<sub>(167)</sub> 精神鑑定から脳鑑定へ —客観化の試み—**

○西中宏吏, 福井裕輝  
 国立精神・神経センター精神保健研究所司法精神医学研究部

精神鑑定で求められるのは、多くの場合、被疑者・被告人の責任能力の障害の有無と程度である。責任能力は、善悪の判断ができる能力(事理弁識能力)と、その判断に従って行動することができる能力(行動制御能力)から成っている。そして、犯行時に精神障害があったかどうか、その精神障害のために責任能力があったかどうかの判断がなされている。現在の精神鑑定において、それらの能力の判断の主な根拠とされているのは、被疑者・被告人から問診により聴取した、家族歴、生活歴、現病歴や犯行時の行動や様子などであって、科学的客観性を欠くものと言わざるを得ない。実際に、異なる精神科医が同一人物の精神鑑定を行った場合に、二人の精神科医間で責任能力の判断に違いがあることは、しばしば見られることである。時には人の生死をも決定する責任能力判断において、科学的根拠が求められなければならないはずであるのに、現在の状況は必ずしもそうはなっていない。この科学的客観性に乏しい精神鑑定の現状を踏まえ、我々は、試みとして「精神」鑑定に代わる「脳」鑑定を提案したい。脳鑑定では、責任能力判断の科学的客観性をもった根拠として、神経画像検査(MRI、fMRI、PET、SPECTなど)ないし神経神学的検査を用いることで、責任能力に影響する明らかな問題を示すことができると考えている。本研究では、これらの客観的指標を用いて責任能力判断を行うためのシステムの検討を行ったので、ここに報告する。

**3H1-5<sub>(166)</sub> 携帯電話を利用した禁煙支援プログラムの開発****—行動記録とメッセージ受信が喫煙行動に及ぼす影響について—**

○加藤綾子\*<sup>1</sup>, 高橋弘樹\*<sup>2</sup>, 福井裕輝\*<sup>3</sup>, 西中宏吏\*<sup>3</sup>, 福井康裕\*<sup>2</sup>  
 \*<sup>1</sup>埼玉医科大学, \*<sup>2</sup>東京電機大学, \*<sup>3</sup>国立精神・神経センター

喫煙は、がんや脳卒中、心筋梗塞だけでなく、慢性気管支炎や肺気腫などの様々な病気の危険因子である。日本でも禁煙治療に対する保険適用が開始され、禁煙外来や禁煙マラソンなど煙草をやめるための支援体制が整ってきている。しかし、喫煙は一種の依存症であり簡単にはやめられない人が多いのが現状である。禁煙を成功させるためには、モチベーション維持のために個別対応することと利用しやすさが重要であるとされている。本研究では携帯電話とインターネットを利用し、認知行動療法により個人のペースに合わせた禁煙支援を行うことを提案する。本支援プログラムでは、参加者専用データベースをインターネット上に構築し、参加者が喫煙するたびに携帯電話からデータベースにアクセスし、日時と喫煙本数を記録できる仕組みを構築した。そして携帯電話に定期的に喫煙状況やメッセージを送信し、行動の再認識・行動変容を促すものとした。いつも身近にある携帯電話をツールとして使用することで、継続しやすくなることが期待できる。また、送信するメッセージ内容を個人の喫煙状況に応じて変化させることにより、各個人にカスタマイズされた禁煙支援が可能となると考える。今回、本支援プログラムによる喫煙行動記録と教育的メッセージが喫煙習慣に与える影響を明らかにするために、喫煙行動記録とメッセージ受信を継続して行い、その間の喫煙習慣、喫煙に対する意識、ニコチン依存度の変化を調査したので報告する。

## H室 26日(土) 10:45~12:15 : 信号解析Ⅲ

座長：前田 義信（新潟大学），星 善光（東京都立産業技術高等専門学校）

3H2-1<sub>(046)</sub> 経済指標を用いたマルチエージェント生産モデルのダイナミクスの評価

○伊藤 尚，前田 義信，宮川 道夫  
新潟大学大学院自然科学研究科

近年，社会格差が社会問題として注目を集めている．社会格差の拡大は経済の活性化・人的資源・社会秩序・経済援助負担・倫理・健康等の面で懸念されている．これらの面から社会格差は解決すべき一般的な福祉問題と捉えることができる．これまで，社会格差に関する研究は統計的，静的なものであり，動的な研究は殆ど行われていない．また，格差発生の原因として学歴や人間関係といった非経済的資本の偏りが示唆されている．しかし経済システムに内包される本質的な社会格差発生メカニズムは解明されていない．そこで本研究では，社会格差の発生メカニズムを解明するためのエージェントベース生産経済モデルを構築し，そのダイナミクスを評価する．具体的には，エージェントは2つの生産要素を購入し，それを用いて生産財を生産し，価格をつけて販売する．このときエージェントは生産要素の価格を環境の状態として認識し，生産要素の購入するかしないかと生産財の価格を行動として選択する．経済指標として社会格差を評価する指標であるジニ係数と経済効率を評価に用いる．結果として，競争性の低い経済に比べて競争性の高い経済は経済効率とジニ係数の高い負の相関があることが示唆された．

3H2-2<sub>(114)</sub> 情報量を用いた対警報信頼度推定手法の検討

○星 善光  
東京都立産業技術高等専門学校 ものづくり工学科 医療福祉工学コース

警報装置や機器に対する人の主観的な信頼度は，警報に対する人に態度を決定する重要な要素である．警報に対する信頼度は状況や個人の経験など様々な要因で決まるため，評価が難しい．本研究では，警報からの信号を人が受け取って行動するまでの過程を通信路モデルに対応させ，情報量の計測により警報に対する信頼度を評価することを目的とした．実験では，情報量を算出するために，仮想機器を用いて機器から人への情報の流れを測定した．測定の結果，機器が発信する情報量と，人が受信して判断した結果の行動から得た情報量に差が見られた．情報量が通信路中で増減することは考えられないため，この結果は仮定した通信路中に別の情報源が存在していることを示している．また，情報量が安定するまでの時間と警報の特性に関係性が見られた．これは，情報量の変化に過去の情報が正しいか否かの履歴が強く影響しているためと考えられる．以上の結果から，情報量により警報装置に対する信頼度を推定できる可能性が示唆された．

3H2-3<sub>(060)</sub> 健康管理を目的とした家庭料理における調理者固有の特徴情報抽出の試み

○田爪 圭\*<sup>1</sup>，廣井 達憲\*<sup>1</sup>，久木 久美子\*<sup>2</sup>，新川 拓也\*<sup>1</sup>，阪井 丘芳\*<sup>3</sup>

\*<sup>1</sup>大阪電気通信大学大学院医療福祉工学研究科医療福祉工学専攻，

\*<sup>2</sup>大阪国際大学短期大学部ライフデザイン総合学科，\*<sup>3</sup>大阪大学大学院歯学研究科顎口腔機能治療学教室

家庭料理の調理過程には調理者固有の特徴情報が多く含まれており，中には特定の調味料や食材を多く用いるなど，健康管理の観点からも極めて重要な要素も存在すると考えられる．本研究では，調理時に使用された食品の識別，秤量および使用時刻の推定を自動的に行い，食品の使用頻度および料理に含まれる栄養価の算出が可能なシステムを開発して，調理者によってそれらがどの程度異なるのかを調べた．本システムは，マルチチャンネル型食材秤量台，RFID 式調味料秤量器，IH 調理器およびこれらの出力信号をモニタリングする PC からなる．食材秤量台はロードセルを用いて開発し，6種類の食材が秤量可能である．調味料秤量器は電子天秤（株式会社エー・アンド・デイ製 EK-6100i，最小分解能 0.1g）を用いており，その台の上に RFID タグを貼付した容器を積載する形態を有す．また，別途 RFID タグリーダを設け，使用する調味料の識別に利用している．さらに，IH 調理器から出力された温度調節の信号をモニタリングし，火加減の記録を採る．すなわち，本システムは調理に用いるすべての食品に対して，投入手段の如何に関わらず「何が」「いつ」「どれだけ」用いられたかを記録し，さらに栄養価を自動計算できる．本システムを用いて，被験者3名に野菜炒め（1人前）を調理させた．調理に用いる食品はあらかじめ提示しておく．実験の結果，調理完了後，速やかに諸記録および栄養価が参照可能であることを確認した．また，料理に関してはそれに用いた食品の使用量，使用頻度および料理に含まれた栄養価の個人差が大きく，食品の使用量においては多いもので3~4倍，エネルギーにして2倍以上異なることが明らかとなった．

**3H2-4<sub>(008)</sub> 表情を利用した痛み評価の基礎的研究**○阿部 武志\*<sup>1</sup>, 秋山 庸子\*<sup>1</sup>, 三島 史人\*<sup>1</sup>, 西嶋 茂宏\*<sup>1</sup>, 白井 みどり\*<sup>2</sup>\*<sup>1</sup>大阪大学大学院 工学研究科 環境・エネルギー工学専攻, \*<sup>2</sup>大阪府立大学 看護学部

介護現場などでは、介護者と被介護者とのコミュニケーションは適切なケアを行ううえで重要となる。発語が困難な高齢者や障がい者などには、生体信号を利用した非言語的な方法が重要となるため、現場では被介護者の体性感覚をリアルタイムで検出を行うことが必要になると考えられる。そこで本研究では、非侵襲かつ簡易に測定が可能な表情を用いて、体性感覚の中でも特に重要と考えられる痛みをリアルタイムで検出できるシステムの構築を目指した。本研究では以下のような解析システムを用いた。まず事前に無刺激時の表情と痛み付与時の表情の撮影を行う。無刺激時の表情を基準として、痛み付与時の表情変化を眼や口等顔面上の特定部位の動きを行列表記し、痛みの表情の特徴とする。次に解析対象となる表情に対しても同様に行列表記し、得られた2つの行列を用いて、解析対象に痛みがどの程度含まれているかを推測する。このシステムを用いて実験を行った。被験者に痛み刺激として正座をさせ、その時の痛みを表情撮影と官能検査から評価した。表情から推測される痛みの度合いと官能値との間に高い相関を得ることが出来た。今後は実用化に向けて、リアルタイムに痛みを評価できるシステムについて検討していく。

**3H2-5<sub>(036)</sub> 生体計測と力学計測による触感の定量化**

○秋山 庸子, 三島 史人, 西嶋 茂宏

大阪大学大学院工学研究科

本研究の目的は、ヒトが材料に触る動作における皮膚-材料間相互作用を明らかにし、材料の触感評価を行うことである。近年、触感や力覚を対象としたセンサーやディスプレイの開発が進んできている。これらの機器開発のためには、さわるという能動的動作によって人が感じている触感を定量的に捉え、さらにそれを忠実に再現することが求められる。しかし、実際に人が材料に触るときに行っている手指の動作の特徴についての知見は少なく、触動作速度とその方向、指先が対象となる物体に触れたときに発生する反力、指先の動きによる物体の変形の時間依存性などについては未だ明らかにされていない部分が多い。これらの触動作の特徴を生体計測と力学計測によって定量的に評価することができれば、化粧品や繊維製品などの分野において、官能評価に頼っている触感を客観的に評価することが可能になると考えられる。同時に、これらの情報を得ることにより微妙な触感を再現できるセンサーやディスプレイの開発に貢献できると考えられる。本研究では、触動作速度や触動作時の反力を測定することにより、官能評価よりも客観的であり、触動作による生体と物体との相互作用を直接的に反映した触感の定量評価手法の構築を試みた。

**3H2-6<sub>(085)</sub> 呼吸規則性の定量化とその応用**○赤田 浩太郎\*<sup>1</sup>, 不破 輝彦\*<sup>2</sup>, 花房 昭彦\*<sup>3</sup>, 池田 知純\*<sup>2</sup>, 塩田 泰仁\*<sup>2</sup>\*<sup>1</sup>職業能力開発総合大学校 工学研究科機械専攻, \*<sup>2</sup>職業能力開発総合大学校 機械システム工学科,\*<sup>3</sup>芝浦工業大学システム理工学部

呼吸の規則性は、睡眠深度やパニック障害の評価など、臨床医学等の分野で多く用いられている。しかし、従来の規則性指標である Approximate Entropy, Sample Entropy, 粗視化スペクトル法の%Fractal, 標準誤差などは長時間のデータを必要としており、呼吸規則性の時間的変動を秒単位で評価するためには、十分ではない。そのため、従来にない規則性の指標が必要である。本研究の目的は、呼吸の規則性を定量化する新しい指標として、呼吸規則性指標 IRR を提案し、この特性を定量的に評価することである。さらに IRR の応用例として、心拍変動による自律神経活動量評価法の推定精度の検証を試みる。すなわち、心拍変動測定時の呼吸統制の影響を定量的に評価する。IRR の算出法を簡単に述べる。呼吸曲線のある区間(分析区間)のパワースペクトルを次数4のARモデルで求め、得られたピークの幅を IRR とした。最初に、IRR の特性を定量的に評価するために、数式で作成した模擬呼吸曲線(乱数を信号波とする AM または FM 変調波)に対する IRR の特性を調べた。その結果、IRR と変調の程度は両対数グラフ上で直線となり、IRR は呼吸規則性を表す指標として有効と考えられた。次に、IRR の応用例として、心拍変動による自律神経活動量評価法の推定精度の検証を試みた。心電図測定時の呼吸規則性は、評価結果に影響することが知られている。そこで被験者の呼吸規則性を意図的に変化させ、自律神経バランスの異なる2姿勢間で自律神経活動量評価を行い、t検定した。呼吸規則性を IRR で定量化し、p値を推定精度の定量値と考えた時、実験の結果、呼吸規則性が高い(IRR が小さい)程、推定精度が高い(p値が小さい)傾向が示された。

## I室 26日(土) 9:00~10:30 : コミュニケーション・情報支援 I

座長：河合 俊宏（埼玉県総合リハビリテーションセンター）、富田 英雄（東京電機大学）

3I1-1<sub>(045)</sub> 視覚障害者向けWEB ページ閲覧用音声対応タブレットの提案

○原 直人<sup>\*1</sup>，大矢 哲也<sup>\*2</sup>，川澄 正史<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup>東京電機大学大学院 未来科学研究科 情報メディア学専攻，

<sup>\*2</sup>東京電機大学 未来科学部 情報メディア学科

総務省の調べで平成20年度のインターネットの人口普及率は69%（利用人口：8,811万人）と推計され、IT技術の進歩により容易に情報を入手することができるようになった。しかし、視覚障害者においてはWEBページの閲覧がまだ困難な場合があり、情報格差の問題が継続している。視覚障害者のパソコン操作支援技術として、点字ディスプレイとスクリーンリーダーがある。前者はパソコン画面上の文字列を点字で表示するものであり、後者は文字列を音声で表示するものである。点字理解者は視覚障害者全体の1割ほどしかいなく、多くの視覚障害者はスクリーンリーダーを用いてパソコンを操作している。しかし、この操作は受動的操作でありパソコンの画面の様子を把握するためには、時間、慣れを要する。そこで本研究では、タブレットを操作することでパソコン画面を能動的に移動し、その様子を音声で出力するWEBページ閲覧用音声対応タブレットを検討している。タブレットは、パソコン画面上のカーソルを操作するペン型装置（タッチペン）とその動きを検出する板状の装置（パッド）からなる入力インターフェースである。音声対応タブレットはタッチペンで動かしたカーソルが、パソコン画面上の文字やボタンに載った際、音声で表示するシステムである。先行研究として、キー入力、マウスの左右クリック動作、カーソルの操作ができる音声対応タブレットの研究がなされている。本研究では、WEBページ閲覧用の音声対応タブレットとして研究を進め、パッドの大きさとその上での文字やリンク文字の位置を把握することでWEB閲覧を行うことができるシステムを提案する。本発表では、その概要について述べる。

3I1-2<sub>(064)</sub> 発達障がい児の生活支援を目的とした汎用コミュニケーションエイドVCAN/IAの開発

○松本 謙之<sup>\*1</sup>，菅谷 彰子<sup>\*1</sup>，林 豊彦<sup>\*1, 2</sup>，相場 有希子<sup>\*1, 3</sup>，青木 さつき<sup>\*1, 4</sup>，渡辺 紗江子<sup>\*4</sup>，  
廣川 豊士<sup>\*5</sup>，久保田 健<sup>\*6</sup>，佐藤 嘉久<sup>\*7</sup>，中村 康雄<sup>\*8</sup>，入山 満恵子<sup>\*9</sup>，山口 俊光<sup>\*1, 10</sup>

<sup>\*1</sup>新潟大学大学院自然科学研究科，<sup>\*2</sup>新潟大学工学部福祉人間工学科，

<sup>\*3</sup>新潟県はまぐみ小児療育センター，<sup>\*4</sup>明倫短期大学附属歯科診療所ことばクリニック，

<sup>\*5</sup>新潟大学教育学部附属特別支援学校，<sup>\*6</sup>新潟県立高等養護学校，<sup>\*7</sup>ソリマチ技研（株），

<sup>\*8</sup>同志社大学スポーツ健康科学部，<sup>\*9</sup>明倫短期大学専攻科，<sup>\*10</sup>新潟市障がい者ITサポートセンター

知的障がい児の中には、コミュニケーションに問題を抱える人がいる。彼らのコミュニケーションを支援する手段の一つにVOCA（音声出力コミュニケーションエイド）がある。VOCAとは、言語や言葉を理解していなくても、シンボル、写真、絵などを手がかりとした音声出力により意思疎通ができる電子機器である。こどもの支援の場合、個人の能力、環境および教育目的に応じてニーズが多様であるため、ニーズに合わせてVOCAを選択しないし適合する必要がある。そこで我々は、ニーズに応じて多様にカスタマイズできる汎用コミュニケーションエイドVCAN/IAを開発してきた。VCAN/IAの汎用性および有効性を検証するために、本研究チームでは、実際に障がい児に対してコミュニケーション支援を行ってきた。そのために、保護者、教師、言語聴覚士、作業療法士、画像作成者、支援技術者からなる支援チームを構成した。従来のカスタマイズは、技術者がプログラミングを追加・変更することにより行ってきた。しかし、子どもの身近にいる誰もが簡単にVCAN/IAをカスタマイズできれば、子どもの発達レベルの変化に迅速に対応できるため、より教育効果を高めることができる可能性がある。そこで本研究では、支援者でも簡単にVCAN/IAをカスタマイズできる“カスタマイズ支援システム”を開発した。そのシステム構成・操作法、および操作性の評価について報告する。

3I1-3<sub>(076)</sub> 反射型フォトセンサを利用した汎用シングルスイッチVSN/Iの随意的なまばたき検出法の改良

○矢島 大輔<sup>\*1</sup>，林 豊彦<sup>\*1, 2</sup>，渡辺 哲也<sup>\*1, 2</sup>，前田 義信<sup>\*1, 2</sup>，若林 佑子<sup>\*3</sup>，渡辺 諭<sup>\*4</sup>，阿部 晃<sup>\*4</sup>，  
山口 俊光<sup>\*5</sup>

<sup>\*1</sup>新潟大学大学院自然科学研究科・人間支援科学専攻，<sup>\*2</sup>新潟大学工学部福祉人間工学科，

<sup>\*3</sup>日本ALS協会新潟県支部，<sup>\*4</sup>エフテック株式会社，<sup>\*5</sup>新潟市障がい者ITサポートセンター

パソコンは、筋萎縮性側索硬化症（ALS）や脳性まひなどによる重度の運動機能障がい者にとって、コミュニケーションを行うために必要かつ不可欠な道具である。しかし、運動機能障がい者は、既存のマウスやキーボードが使えないため、その代替として、わずかな身体運動で操作できるシングルスイッチを利用している。障がい者が進行性の場合、残存

機能に応じてスイッチも変更する必要があるが、コストや学習面での負担が大きかった。そこで本研究では、反射型フォトセンサ列を用いて、指などの身体運動からまばたきのような小さな動きまで非接触で検出できる汎用シングルスイッチ VSN/1 を開発してきた。先行研究では、新たなデータ処理法を開発し、まばたきと指運動の両方を同じデータ処理法で検出できるようになった。しかし、まばたき検出時は、センサを眼鏡の上部に固定したため、視野を狭くするという欠点があった。さらに、センサからまぶたままでの距離に個人差が大きいため、センサ部の位置を微調整する必要があった。そこで本研究では、センサ位置を微調整する機構を開発するとともに、意識的に強くまばたきしなくても、少し長めにまばたきするだけでスイッチ入力できるデータ処理法を開発した。システムの概要とオペレートナビ TM を用いたパソコンの操作実験について報告する。

### 3I1-4<sub>(004)</sub> 画像による顔面随意動作計測装置の開発 第一報

○河合 俊宏\*<sup>1</sup>, 高橋 裕信\*<sup>2</sup>, 上村 彰\*<sup>2</sup>, 井上 美明\*<sup>2</sup>, 松原 加代子\*<sup>3</sup>

\*<sup>1</sup>埼玉県総合リハビリテーションセンター, \*<sup>2</sup>株式会社アプライド・ビジョン・システムズ,

\*<sup>3</sup>神戸学院大学

筋萎縮性側索硬化症は、難病の中の難病と呼ばれる疾患である。四肢や・飲み込みに支障をきたすだけでなく、自力での呼吸も難しくなる場合があり、多くの人的な支援と共に、機器支援も必要となる特徴がある。なかでも知的には障害を受けにくいと言われているため、適切なスイッチ・センサを用いて、本人の随意動作を計測することが出来れば、コミュニケーションの維持は出来続けることとなり、生活の質は保たれたまま在宅生活を継続することが可能である。多くの場合は、マイクロスイッチといった接点型のスイッチをうまく身体に適合することが要求されるが、患者の中には、四肢麻痺・球麻痺が重篤であっても、眼球を動かすことには支障の少ない方がいる。このような方の場合、眼球周辺にスイッチ・センサを貼り付けることは難しく、このようなタイプの進行をする患者さんには使えるスイッチ・センサが無いのが実態であった。今回、瞬き動作とは逆の動きを非接触に計測することで、意思伝達装置等への信号を送ることの出来る機器を開発した。機器の構成は、CCD カメラ・パーソナルコンピュータ・接点出力制御装置と、ソフトウェアである。開発のコンセプトと実現した機器に関して、報告する。

### 3I1-5<sub>(058)</sub> 外鼻孔形状の特徴情報を用いたマウスの試作

○中尾 圭佑, 岸本 将志, 新川 拓也

大阪電気通信大学大学院医療福祉工学研究科医療福祉工学専攻

近年、肢体不自由者用のコンピュータ入力装置として、顔にマーカを貼付し、その位置をポインティングデバイスのカーソルの位置座標に適用する試みがなされている。しかし、照明条件によってはマーカの認識が困難な場合も少なくない。本研究では、顔面の部位をそのままマーカとして使い、その位置を画面上のカーソルの位置座標に適用するマウスシステムを構築した。具体的には、外鼻孔に着目し、それをマーカとしたポインティングデバイスを開発した。外鼻孔は黒い孔が並列しており、照明条件にかかわらず画面上における形状が変化しにくく、色調も変化しにくいという特徴を有す。パソコンに接続された USB カメラで操作者の外鼻孔付近の画像を撮像し、閾値処理で2値化を行った後、この画像を基にテンプレートマッチングを行って外鼻孔の位置を推定し、検出された位置座標に応じて信号出力を行う。閾値は、撮像した際の照明条件によってフレキシブルに決定される。また、本システムではその利用環境の構築をすべて自動で行える。すなわち、本システムの起動から利用開始までの間に利用者に別途操作を要求することなく、短時間で利用環境が整う。なお、試行した結果、最短時間は4sであった。本研究では、健常男性1名に対し、夜間に照明を落とした部屋において、ノートパソコンの液晶バックライトの照度 8lx のみの条件下で、モニタ上にある水平方向の2つのアイコン間でカーソルの移動に要する時間を計測した。被験者の鼻尖-モニタ間の距離は 45cm、アイコン間の距離は 500pixel (モニタ上で 12cm)、カーソルの動作速度は等速で 150 pixel/s である。その結果、移動完了まで平均 14.5s であった。

### 3I1-6<sub>(051)</sub> 高齢者用マルチリモコンの開発

○安田 雄太, 富田 英雄, 木南 亮平

東京電機大学理工学部電子情報工学科

現在、市販のテレビリモコンは、低価格ではあるが、ビデオ機能などの多くの機能を搭載している上に小型化されているので、高齢者や障害者にとって、扱いづらく不便であることが知られている。著者らは、高齢者や視覚障害者のためのコミュニケーション機器を研究している。ユニバーサルデザインとしての、高齢者のためのテレビリモコンもその1つである。本研究では、唯一娯楽であるテレビを楽しむ高齢者が、愛玩動物を模擬した「ぬいぐるみ」のなかに最低限必要なキートン表示機器を装備し、手元における愛玩として楽しめるテレビリモコンのコンセプトとその試作を行ったものである。さらに一歩進んで、ぬいぐるみ動物の手足などを動かす動作などで、リモコン操作に変える方法も検

討している。リモコンの最低限必要なキイとは、電源、音声用 up/down キイ、チャンネル用 up/down キイである。LEDは、16×32個マトリックスのLEDを装備し、高齢者でも見やすいように大きな文字で表示する工夫をしている。

## I室 26日(土) 10:45~12:00 : コミュニケーション・情報支援II

座長：齋藤 大輔（東京工芸大学）

### 3I2-1<sub>(125)</sub> 本邦における医療サービスにおけるペット型ロボットの適用

#### — 作業療法士が考える PARO の効果的活用とペットロボットに関する文献調査 —

○井上 薫<sup>\*1</sup>, 和田 一義<sup>\*2</sup>, 上原 玲尾奈<sup>\*3</sup>, 伊藤 祐子<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup>首都大学東京健康福祉学部, <sup>\*2</sup>首都大学東京システムデザイン学部,

<sup>\*3</sup>医療法人社団福寿会関原クリニック

現在、我々はその治療的効果に着目している人口知能を有するアザラシ型メンタルコミットロボット PARO（株式会社知能システム）の効果的活用に関する研究に取り組んでいる。そこで、本邦の医療・福祉施設において活用されているペットロボットに関する基礎調査を行うこととした。今回の研究目的は、クライアントに対するペットロボットの活用について、(1)作業療法士（20名）による PARO 導入および活用上のアイディアに関するアンケート調査、(2)本邦における医学系専門雑誌に掲載されているペットロボットに関する文献調査の2つの調査により、ペットロボット、特に PARO の適用上の留意点、今後の課題を検討することとした。その結果、我が国におけるペットロボットを活用した精神面への治療支援は、主として高齢者を対象としており、精神面の改善に効果があることが少なくとも8件の先行研究により報告されていた。作業療法士は、PARO の効果として、クライアントに対する元気付け、意識レベルの向上、コミュニケーションの改善等をあげており、先行研究と一致する印象を抱いていた。PARO についても、精神面への良好な効果が期待できるが、より効果的な活用のためには、スタッフによる導入、あるいは活用方法、PARO との長期的な関わりと医療専門家による臨床的推論が必要であると考えられた。

### 3I2-2<sub>(104)</sub> 模擬フィルタを用いた視覚特性を考慮した情報呈示手法の検討

○齋藤 大輔<sup>\*1, 2</sup>, 齋藤 恵一<sup>\*2</sup>, 納富 一宏<sup>\*3</sup>, 齋藤 正男<sup>\*2</sup>, 東 吉彦<sup>\*1</sup>, 犬井 正男<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup>東京工芸大学大学院工学研究科ハイパーメディア研究センター, <sup>\*2</sup>東京電機大学先端工学研究所,

<sup>\*3</sup>神奈川工科大学情報学部情報工学科

情報社会と高齢社会が同時に到来し、高齢者や障害者を含む誰もが Web サイトを利用して情報取得を行う機会が増加した。今後は、Web サイトを介した情報呈示が増加することが考えられることから、情報弱者を生まないためにも Web アクセシビリティを考慮した情報呈示手法を確立する必要がある。そこで本研究では、閲覧者の視覚特性を考慮した情報呈示手法を確立するために、健常者、模擬高齢者および模擬色覚障害者の視認特性を対比較法により評価した。本実験では、背景色は大手検索サイトで用いられる白色、文字色は色相環の基準色である赤、緑、青、マゼンタ、黄、シアンおよび無彩色とした。被験者は、健常者として色覚障害のない若年者（平均年齢 23.7 歳）、若年者に高齢者水晶体疑似メガネを用いた模擬高齢者（73 歳程度を模擬）、若年者に色弱模擬フィルタ（P 型と D 型を同時に模擬）を用いた模擬色覚障害者とした。対比較の結果、若年者、模擬高齢者および模擬色覚障害者のどの群においてもコントラストが大きくなると視認性が高くなる傾向がみられた。若年者および模擬高齢者では、コントラスト 54.9% 以上で視認性の程度を判別することが可能であった。しかし、模擬色覚障害者の場合コントラストだけでは視認性の程度を判別することができなかった。そこで、色度の影響を考慮し、色差を算出して比較した。色差の計算には、より人間の感覚に近いとされる  $\Delta E_{2000}$  を用いた。その結果、色差が 42 以上となる場合に全ての群で視認性が高いと判定された。したがって、今回用いた背景色と文字色の組合せでは、色差が 42 以上となる場合に全ての群で視認性が高く、Web アクセシビリティに準拠した配色といえる。また、今回の実験で視認性が高いと判定された文字色は、RGB 値の G 値を含まない色であったことから、白色背景においては文字色に G 値を含む色の場合には注意が必要であることが示された。

### 3I2-3<sub>(087)</sub> 操作ログと 3 軸加速度による脳性麻痺児のタッチパネル操作の解析

○大盛 雄介, 廣富 哲也

島根大学 総合理工学部

脳性麻痺児は、筋緊張により上肢の巧緻的活動に困難を伴う場合が多く、日常生活において意思伝達等の目的でパソコンを利用する際の障害となる。そのため、入力機器の適合は脳性麻痺児の生活の質を向上させる上で必要不可欠である。入力機器の適合は作業療法士の知識と経験に大きく依存しており、操作する姿勢および身体部位、機器の種類、設置箇

所、入力方法等を試行錯誤することが必要である。この時、失敗経験を過度に積み重ねると学習性無力感を醸成する可能性がある。また、不適な機器を使用し続けることで障害の異常性が増す二次障害を引き起こす危険性もある。入力機器の適合度を定量的に把握することができれば、これらの問題を軽減することができる。その基礎研究として、本研究では、操作ログと腕に取り付けた3軸加速度センサの計測値を解析することにより、脳性麻痺児のタッチパネル操作の特徴を定量的に把握することを試みた。指でタッチパネル上の目標物を繰り返しポインティングする基本動作について、健常者と比べ、指を離すまでの時間が長い、指を離す際に筋緊張による腕の跳ね上がりが生じる場合がある、ポインティングする位置により Fitts らの法則におけるパフォーマンスにばらつきがあることを示唆する結果を得た。これらは作業療法士が把握していた特徴と合致しており、少数の被験者による実験結果ではあるが、操作ログおよび加速度が入力機器の定量的な適合評価に利用できる可能性を示している。

### 3I2-4<sub>(031)</sub> PC 作業に対する精神的疲労の軽減方法

○持丸 貴憲\*<sup>1</sup>, 大西 祐哉\*<sup>2</sup>, 大矢 哲也\*<sup>3</sup>, 川澄 正史\*<sup>1</sup>

\*<sup>1</sup>東京電機大学大学院未来科学研究科情報メディア学専攻,

\*<sup>2</sup>東京電機大学大学院工学研究科情報メディア学専攻, \*<sup>3</sup>東京電機大学未来科学部情報メディア学科

近年、情報技術の発達に伴い、PC を用いた作業が増加している。PC を用いた作業を行うと肉体的疲労や精神的疲労が蓄積されることが明らかになっている。肉体的疲労は同じ姿勢で作業を行うことによるものであり、休憩や睡眠を取ることによって改善することができる。しかし、精神的疲労は作業中のストレスや緊張が原因となるため改善しにくく、慢性化すると慢性疲労症候群等の疾患を誘発することもある。精神的疲労については様々な研究が行われているが、より有効な軽減方法が見つかっていないのが現状である。精神的疲労が蓄積される原因の一つとして、PC の入力装置の影響があると考えられる。普段、入力装置として利用するマウスは、画面上におけるカーソル移動量とマウスを実際に動かす移動量が異なるため、直感的な操作ができない。そこで、画面に直接触れることで直感的な操作ができるタッチパネル等を用いることで精神的疲労の軽減ができると考えられる。本研究は、直感的な操作ができるタッチパネルを用いてPC作業を行った場合の精神的疲労を心拍変動により解析した。その結果、タッチパネルを用いて長時間のPC作業を行うと心拍変動係数が上昇傾向になり、マウスを用いた作業と比較すると精神的疲労の蓄積の度合いが軽減された。これは、直感的な操作ができるタッチパネルを用いたことで精神的疲労の蓄積の度合いが軽減できたと考えられる。

### 3I2-5<sub>(027)</sub> e-learning における解答方式の違いによる学習効果の検討

○出口 寛之\*<sup>1</sup>, 大矢 哲也\*<sup>2</sup>, 小山 裕徳\*<sup>2</sup>, 川澄 正史\*<sup>1</sup>

\*<sup>1</sup>東京電機大学大学院未来科学研究科情報メディア学専攻, \*<sup>2</sup>東京電機大学未来科学部情報メディア学科

近年、情報機器の普及により、コンピュータを用いて教育を行う e-learning 教材が数多く開発されている。現在では、日本の企業のおよそ 60%は e-learning を経験するようになっており、企業内の教育などで e-learning が果たす役割は大きくなってきている。しかし、一般的な学習と比較し、e-learning による学習支援の多くは、効果がどの程度であるか示されていないことが多い。実際に、e-learning 未導入の企業の半数以上は、e-learning の学習効果に関する情報が増えることを導入条件の一つに挙げている。そこで本研究では、解答方式の違いによる学習効果に着目した。既存の e-learning の主な解答方式は実装の手軽さから、キーボード入力による記述式かマウス操作による多肢選択式のどちらかである場合が多い。また、先行研究によると、キーボード入力による学習と比較し、手書きによる学習は効果的であるとの報告がある。しかし、手書きと同様の効果が見込まれるペンタブレットなどを用いた手書き入力による学習効果については検討されていない。そこで本研究では、キーボード入力による記述式とマウス操作による多肢選択式、ペンタブレットを用いた手書き入力による記述式の三つの解答方式において、学習効果の違いがあるか検討を行う。

**NIPRO**

酵素分析装置

# 唾液アミラーゼモニター



唾液中に含まれる $\alpha$ -アミラーゼ(唾液アミラーゼ)を  
非侵襲で簡単に測定できます。(約60秒)

## 使いやすさに配慮しました

- チップを簡単に着脱できるように、スロットイン方式を採用しています。
- 10~200KIU/Lの広い測定範囲にしています。

## 簡易に唾液が採取できます

チップは、どなたでも負担なく唾液が採取できるような形状の配慮が施され、また簡易に操作できるようにしています。



製造販売

ニプロ株式会社  
大阪市北区本庄西3丁目9番3号

2009年6月作成

# To Save a Tiny Baby Life

いのち  
— 小さな生命を救うために —



周産期医療機器のトータル専門メーカー

- 新生児小児用機器 ● 産科婦人科用機器
- 輸液用機器 ● 呼吸療法用機器 ● 診療手術器械
- 看護病棟用機器 ● 医用ディスプレイ製品

 **アトムメディカル株式会社**

東京都文京区本郷 3-18-15 ☎03(3815)2311大代表

<http://www.atomed.co.jp>

## 機器展示（順不同）

株式会社アサップシステム

伊藤光学工業株式会社

有限会社追坂電子機器

株式会社コロナ

株式会社相愛／高知工科大学／高知大学医学部

株式会社テック技販

## 協賛一覧（順不同）

アトムメディカル株式会社

キヤノンITソリューションズ株式会社

ニプロ株式会社

株式会社パルソフトウェアサービス

財団法人 高知県観光コンベンション協会