

7. 機能発達学部

研究の概況

鈴木 伸治

障害とは人と物的環境および社会的環境との間の相互関係の結果生じる多次元の現象です。従って、障害に取り組むには社会的な行動が求められます。障害がある人たちの完全参加を実現させるためには、疾患、外傷の治療や続発する障害へのリハビリテーションを含む医学だけでは完結せず、環境因子、個人因子および健康状態を包括的に解決していかなければなりません¹⁾。そのためには基礎医学、臨床医学、および他の学問領域が協力しあひ学際的な研究を実施することが重要であることはいまでもありません。当研究所は、そのような学際的な研究を行ってきた世界的にも比類なき研究機関です。当研究所にあって機能発達学部は、障害の原因となる心身機能・身体構造ばかりではなく、障害から生じる参加および活動の制限を減らすための臨床的、実学的研究を分担しています。今後も、臨床的、実学的研究を実施し、研究成果の還元をもって県民に貢献するという機能発達学部の従来の方針に変わりはありません。以下に各研究室における本年度の研究概要を述べますが、ご批判等をお寄せいただければ研究員一同望外の喜びです。

支援機器システム研究室は、重症身体障害児（者）の意思伝達と自立生活を支援する研究を行っています。具体的には、随意動作の困難な重症児・者が動作を介することなく意思伝達する手段として、交感神経反応を利用する方法の研究を進めています。これまでに、交感神経反応により作動する SSR スイッチシステムを開発して実用試験を行い、患者の Yes/No 表現だけではなく、介護側が患者の感情の変化を知る手がかりに利用できることが明らかになりました。また、重症児（者）の自立生活を支援する研究では、パーソナルコンピューター、電動車いす、家庭電化製品などを1つのスイッチで使用できる生活支援機器を開発し、特許の申請をおこないました。さらに開発した機器の実用化により、最重度の運動障害をもつ場合にもパソコン、電動車いす、テレビ・ステレオ等が使用できるようになり、生活の豊かさを高める一助となりました。

機能訓練研究室は、障害のある人たちの最大酸素摂取量を呼気ガス分析によって直接得た値と簡易運動テストによって得た推定値との比較により、障害者の体力の向上に欠かせない最大酸素摂取量の推定を呼気ガス分析によらず簡易運動テストによって推定できることを示しました。さらに、重回帰分析から障害者の有酸素運動を求める重回帰式も作製しました。今後は他の独立した集団を対象にその重回帰式の妥当性を検討する予定です。そ

の他に、障害のある人たちの様々な状況に応じた新しい身体機能計測・評価法の確立にも取り組んでおります。本年度は、筋音図や筋力を利用して骨格筋数値モデルを構築し、そのモデル・パラメータによる筋内部の生化学的・生体力学的特性の評価に関する研究を進めてきました。その結果、筋収縮時の筋線維内遊離カルシウムの動特性や筋組織の粘弾性特性を反映するモデル・パラメータを同定できることが明らかになりました。このことは、簡便かつ非観血的手法で運動中の筋収縮特性を評価できる可能性を示唆しています。

高次機能研究室は従来よりのウィリアムズ症候群の患者らの認知研究を推し進め、長年のフォローアップにもとづく臨床症状、特に視空間認知障害の症状、ならびにそれが漢字写字に及ぼす影響などについて縦断的観察の報告を行いました。また、生物学的な動きを他の機械的な動きと区別して知覚しうるか否かについて、神経生理学的検討を行い、本症候群の成人患者における反応が定型発達者と有意に変わらないことを検証しました。上記2点の研究は海外の学術誌での掲載が決まっています。また、ウィリアムズ症候群の知見ならびにその検討手法、介入方法をより多くの、またより高頻度の疾患を持つ方々に応用する仕事も進めています。特に、厚生労働省の指定研究班の分担研究者として、ウィリアムズ症候群の知見を学習障害に応用する手法について検討を進め、学会シンポジウムや論文での発表を行って情報提供に努めています。さらに、言葉の遅れを持つ児についての調査、フォローアップも継続して続けています。

尚本年度は、共同研究者の里中綾子氏（名古屋大学医学部大学院）が名古屋大学より修士の学位を授与されました。

また本年度、当学部が研究の推進のため連携した他施設は、ひがし春日井病院、こぼと学園、中央病院、名古屋大学医学部大学院、名古屋大学医学部整形外科、旭川医科大学整形外科、自然科学研究機構生理学研究所、幸田町健康福祉部、岡崎市小児科医会、大阪電気通信大学、理研東海ゴム・人間共存ロボット連携センター（RTC）、(株)東海ゴムです。

日本学術振興会、厚生労働省の公的研究資金の援助を受けました。

¹⁾ 世界保健機構（WHO），国際生活機能分類—国際障害者分類改訂版，2001．—日本語版；中央法規出版 2002．

交感神経スイッチの開発と実用化

青木 久

本年度は、明確な意志伝達手段を持たない重症心身障害児・者が意思を伝達する方法の確立を目的にして、交感神経反応により作動する SSR スイッチシステムを開発

し、実用試験を実施したので報告する。

開発した SSR スイッチシステムは、皮膚電位測定・A/D 変換器とフィードバック用発音器のハード部と、皮膚電位データ処理・転送ソフト、文字選択ソフトのプログラム部から構成した。今回新たにスタンドアローン機能として、パソコンを用いてパラメーターの初期設定を行った後は、ハード部だけで使用できるように設計の変更を行なった。この結果、パソコンを使用しなければならない従来の機器と比較して、在宅患者の使用を容易にした。

実用試験は、今年度は2名の筋萎縮性側索硬化症 (ALS) 患者を対象にして実施した。その結果、「念じる」「アクビをする」「歯をくいしばる」を行った際に一過性の振幅の変化が認められ、随意的に交感神経皮膚反応を誘発できることが示唆された。また、皮膚電位変化のフィードバック機能を追加したことで、交感神経活動を音と光でモニターすることが可能となった。この機能により、意志の表現が全くできないロックドイン状態の場合にも、患者の交感神経反応を常時知ることが可能となり、介護側がロックドイン状態の患者の感情の変化を知る手段として有効なことが示唆された。これらの結果から、皮膚電位変化を音と光で表示する SSR スイッチが、ユニバーサルな意志伝達手段として有効となることが示唆された。

重症心身障害児・者の文字言語獲得と意志伝達に関する研究 (2)

青木 久、武田尚子¹、松岡こよみ¹、柴田聡江¹

これまでに重症心身障害者 (以下、重症者) には、「文を読み上げれば理解できるが、自分で読んで意味を理解できない」という言語理解特性のあることを明らかにしてきた。本年度は、発語や書字の困難な重症者の文字言語能力の解明をすすめ、障害・個人別の文字学習プログラムを開発したので報告する。

対象は重症者8名であり、主病名は脳性麻痺 (アトーゼ型) である。身体機能はいずれも日常生活全介助であった。重症者の語彙、読字能力、読解能力、音韻認識を評価するために、「語の理解」、「文字の認知」、「文の理解」、「音節の分解」、「音節の抽出」の読書力テストを実施した。その結果、「音節の分解」の正答率は40%、「音節の抽出」は30%と低いものであった。これらの課題は音韻認識を評価する検査であることから、本研究で対象とした重症者では音韻認識に問題のあることが明らかとなった。

この結果に基づいて、音韻認識を高めるために単語の絵と綴りを表示し読み上げる学習教材を作成した。作成した教材は、キーボードやマウスの使用が困難な重症者が一人で使えるように、1つのスイッチだけで利用できるようにした。また、パワーポイントを使用して作成す

ることで、保護者や介助者が特別なプログラム言語を習得することなく利用者に合わせて教材をカスタマイズできるようにした。開発した教材の使用により、音韻認識の習得がすみ重症者の言語理解力が改善されることが期待される。

¹こばと学園

随意動作と交感神経皮膚反応

塚原玲子、青木 久

皮膚電位反応 (交感神経皮膚反応) は、orienting response として被験者にとって意味のある刺激に対して出現しやすいという特徴を持つことから、随意動作によらない意思表示システムに利用可能と考えられている。また、交感神経皮膚反応 (SSR) は、随意的急速吸気や急速呼気によって容易に誘発され音刺激や電気刺激による SSR より慣れが小さいことが報告されており、随意動作のコマンドが SSR の出現にかかわる可能性が示唆される。SSR の意思表示システムへの利用において、随意動作がどのように SSR 出現に関与するか明らかにすることは有用であると考え、本研究では、随意動作を行ったときの SSR の出現様相を検討した。健常成人を被験者として、音刺激に対して反応動作を行った場合と動作を行わなかった場合を比較すると、反応動作を行ったほうが SSR 出現率は高く、P-P 振幅は高かった。SSR の平均出現潜時は、反応動作を行ったほうが有意に長かった。被験者内では EMG 反応時間と SSR 潜時の間に正の相関関係が見られ、反応動作を行った場合は、音刺激ではなく動作の実行に関連して SSR が出現していることが推察された。SSR 出現には、動作によって惹起された体性感覚の関与が考えられるので、twitch contraction による SSR 潜時と随意動作の筋放電開始からの SSR 潜時を比較した。その結果、twitch からの SSR 潜時より随意的筋放電からの潜時のほうが短く、体性感覚より動作コマンドの寄与が大きいと考えられた。

障害者の身体活動と体力に関する研究—最大酸素摂取量の推定

鈴木伸治、里中綾子¹、馬淵晃好¹、寺田恭子²、河村守雄¹

最大酸素摂取量を体力の指標とし、自転車エルゴメーターを使用し、呼吸ガス分析器を用いて実測 (最大下運動テストによる推定) すると、最大酸素摂取量と平日における連続心拍数の頻度分布における歪度との間に有意な相関が認められた。一方、休日の連続心拍数の頻度分布における歪度との間には相関はなかった。この結果は障害

者における体力は平日の暮らし方が大きく影響をおよぼしており、特別なエクササイズを行わなくても、平日安静に過ごさず、積極的になんらかの身体活動を行うことにより体力の向上が期待できることを示している。低体力を運動療法によって向上するためには障害者の最大酸素摂取量を測定し、その値をもとに運動時の運動強度を設定する必要がある。しかしながら、障害者はその低体力ゆえに、最大酸素摂取量の実測がしばしば困難である。そこで、本年度は有酸素運動能を予測するための重回帰式と、それとは別に簡易テストを考案した。今後、他の独立集団を対象にこの重回帰式および簡易テストの妥当性の検討を実施する予定である。

¹名古屋大院・医、²名古屋短期大

単収縮時の筋音図波形と筋線維収縮特性の関連について

伊東保志、赤滝久美¹、三田勝己²、渡壁 誠³、鈴木伸治

筋音図とは、活動する筋上の体表面に出現する微細な振動現象を記録したものであり、新たな筋機能評価指標として期待されている。本研究では、単収縮時に記録された筋音図波形の特徴を詳細に調べ、筋線維の収縮特性との関連を明らかにすることを試みた。実験では、大腿直筋と長掌筋の単収縮を電氣的に誘発し、加速度計を用いて筋音図を計測した。刺激強度は最大刺激と最大下刺激（最大刺激の10～90%の間で10%毎の9種類）とし、また、膝関節は最大伸展位を基準（0°）として90、105および120°屈曲位とした。実験の結果、筋音図波形の第一陽性波は、関節角度、すなわち筋線維の長さとの有意な相関を持たず、その一方で、刺激強度に伴う振幅の増加とピーク到達時刻の推移を示した。対して、第二陽性波は、筋線維長の上昇に伴うピーク到達時刻の低下、すなわち、第二陽性波以降の振動周波数の上昇を示した。また同時に、第二陽性波の振幅は増大し、第二陽性波以降の変動の加速度が増加することを示した。この結果は、筋音図の第一陽性波が筋線維の収縮期を、第二陽性波以降が弛緩期を反映するという予測を支持するものであり、波形の特徴から筋線維の収縮機能や物理的特性（粘弾性特性）を測り得る可能性を示唆する。

¹大阪電気通信大、²星城大院、³北海道教育大

ウィリアムズ症候群におけるバイオロジカルモーション知覚の検討

中村みほ、平井真洋¹、柿木隆介¹

ウィリアムズ症候群（以下、WS）におけるバイオロジ

カルモーション（biological motion、以下BM）知覚処理の神経機序について検討した。BMとは十数個の光点運動のみから対象の行為を同定することが可能な知覚現象であり、BM知覚が成立するには、局所的な光点運動情報から大域的な形態情報を抽出する必要がある。しかしながら、要素を統合する処理を不得手とするWS成人においてこのようなBM知覚処理を行うことが可能だろうか。これらの問いにダイレクトに答えるため、時間解像度が優れた脳磁図計（MEG）と工夫を加えた刺激系列を用いることによりBM知覚処理の神経機序の違いを定型発達成人群とWS成人で調べた。

結果、BM知覚処理に関連した誘発脳磁場反応は振幅・潜時ともに定型発達群とWS群において有意差は認められなかった。これは、これまでの行動実験の結果と矛盾しない。また、近年の脳イメージングの研究により、BM知覚時には上側頭溝（superior temporal sulcus、STS）の活動が報告されており、今回の実験結果はWS成人においてSTSの活動は保たれている可能性が示唆された。

近年、自閉症児においてはBM検出が定型発達児童と比較して困難であることから、社会的知覚の文脈でBM知覚処理が議論されている。このような社会的知覚処理とWS患者にみられる「過度のなれなれしさ」の関連が関連している可能性もあり更なる検討を進めたい。

¹岡崎生理研

ウィリアムズ症候群における視覚認知障害に対応した書字介入法

中村みほ、水野誠司¹

ウィリアムズ症候群（以下WS）は認知能力のばらつきが大きいことが知られており、視覚認知の背側経路にかかわる視空間認知機能の障害が指摘されている。また、平面の図形の模写にあたり、細かい構成要素の模写は可能であるが、大まかな形を捉えて模写することが苦手であり（local tendency）、前年度の我々の検討から、local tendencyは経時的改善を認める事、また漢字模写に影響することが明らかになっている。今年度はその漢字写字に対する介入法の試みを提言した。

ペケ印でできたひし形の模写でlocal tendencyを認めうる段階の4名（9-16歳、男2名女2名）のWS患者を対象とし、以下の漢字模写課題を番号順に実施した。1. 通常の漢字の模写。2. 枠の中に書かれた漢字を回答用紙の枠の中に模写。3. 四つの色の下地のついた枠に書かれた漢字を同様のカラー下地付きの枠に模写。4. 上記3の色をグレースケールに変えたもの。

その結果、1の通常の漢字模写課題で模写ができない字について、2、3の方法で改善を認めた。4について

は2, 3で改善したものも含め、悪化を認めた。また、1で模写が可能な字については3でも可能であり、4では悪化をするものが多かった。また1例、2で悪化を認めた。

2のカラーの下地を伴った枠の利用はいずれの場合も有用、もしくは少なくとも邪魔にはならないことが明らかとなったことから、現実的な対処法であると考えられた。

¹中央病院

研究業績

著書・総説

塚原玲子：動作イメージと皮膚電位反応。自律神経 45：138-140, 2008.

原著論文

中村みほ：Williams症候群の知見からの学習障害児指導法のヒント。小児科臨床 61：2563-2568, 2008.

中村みほ：ウィリアムズ症候群の視覚認知機能。認知神経科学 11：48-53, 2009.

その他の印刷物

Satonaka A¹, Suzuki N, Itoh Y, Kawamura M¹ (Nagoya Univ) : Physical fitness and motivation based classification of physical activities in challenged people. *J Aging and Physical Activity* 16 (Suppl) : 156-157, 2008.

青木 久, 武田尚子¹, 松岡こよみ¹, 柴田聡江¹ (こぼと学園) : 重症心身障害児 (者) の文字言語獲得と意思伝達に関する研究。平成20年度愛知県心身障害者コロニープロジェクト研究報告書, pp 23-28, 2009.

学会発表

伊東保志, 赤滝久美¹, 三田勝己², 渡壁 誠³, 鈴木伸治 (大阪電気通信大, ²星城大院, ³北海道教育大) : 等尺性単収縮時の骨格筋の周波数応答。日本生体医工学会大会 (神戸) 2008.5.8.

中村みほ, 水野誠司¹, 熊谷俊幸¹, 松本昭子² (中央病院, ²こぼと学園) : ウィリアムズ症候群における視空間認知能力と漢字書字の発達。日本小児神経学会総会 (東京) 2008.5.29.

中村みほ : シンポジウム 小児の高次脳機能障害臨床のトピックス Williams症候群の視覚認知機能。認知神経

科学会 (東京) 2008.7.12.

Satonaka A¹, Suzuki N, Itoh Y, Kawamura M¹ (Nagoya Univ) : Physical fitness and motivation based classification of physical activities in challenged people. World Congress on Aging and Physical Activity (Tsukuba) 2008.7.28.

青木 久 : 交感神経皮膚電位反応により作動するSSRスイッチ。リハビリテーション工学カンファレンス (新潟) 2008.8.28.

武田尚子¹, 早川知恵美¹, 松岡こよみ¹, 柴田聡江¹, 青木久 (こぼと学園) : 入所施設における重度障害者用意思伝達装置の公的給付について。リハビリテーション工学カンファレンス (新潟) 2008.8.29.

Satonaka A¹, Suzuki N, Kawamura M¹ (Nagoya Univ) : Skewness of frequency distribution of continuous heart rates and maximal oxygen uptake in people with cerebral palsy. International Congress of Asian Confederation for Physical Therapy (Chiba) 2008.8.30.

武貞征孝¹, 赤滝久美¹, 伊東保志, 渡壁 誠², 鈴木伸治, 三田勝己³ (大阪電気通信大, ²北海道教育大, ³星城大院) : 関節角度の変化が誘発筋音図に及ぼす影響。日本体力医学会大会 (別府) 2008.9.18.

須藤元喜¹, 上野加奈子¹, 矢田幸博¹, 土屋秀一¹, 武貞征孝², 赤滝久美², 伊東保志, 三田勝己³ (花王, ²大阪電気通信大, ³星城大院) : 下肢の水分貯留が筋収縮に及ぼす影響。生体・生理工学シンポジウム (名古屋) 2008.9.29.

高木賢太郎¹, 田原健二², 吉田守夫³, 伊東保志, 三田勝己⁴, 羅志偉⁵ (名古屋大, ²九州大, ³理研BMC, ⁴星城大院, ⁵神戸大) : 等尺性単収縮における筋力・筋音応答の線形状態空間モデル同定。生体・生理工学シンポジウム (名古屋) 2008.9.29.

里中綾子¹, 鈴木伸治, 河村守雄¹ (名古屋大) : 運動時心拍数からのVO_{2max}予測。東海北陸理学療法学会大会 (金沢) 2008.10.25.

伊東保志, 赤滝久美¹, 三田勝己², 渡壁 誠³ (大阪電気通信大, ²星城大院, ³北海道教育大) : 等尺性単収縮時の上腕二頭筋の周波数応答。MEとバイオサイバネティクス研究会 (四條畷) 2008.10.30.

里中綾子¹, 鈴木伸治, 猪田邦雄¹, 河村守雄¹ (名古屋大) : 障害者における最大酸素摂取量の予測。日本体力医学会東海地方会 (名古屋) 2009.3.15.

講演など

青木 久 : リハエココミュニケーションSIG講習会。利用者に寄り添う新しい技術・機器, 支援方法を学ぶ。クロスパルにいがた (新潟) 2008.8.30.

- 青木 久：リハ工コミュニケーションSIG講習会。より
良いスイッチの選定・適合・活用方法を学ぶ。名古屋
福祉用具プラザ（名古屋）2009.2.14.
- 青木 久：リハビリテーション工学中部支部交流会。ユー
ザーニーズからリハビリテーション工学に期待するこ
と。名古屋福祉用具プラザ（名古屋）2009.2.15.

その他の研究活動

地 域 活 動

- 青木 久：ハミングコントローラー電動車椅子試乗会（こ
ばと学園） 2008.4.～2008.11.
- 青木 久：ハミングコントローラー電動車椅子試乗会（身
体障害者更生援護施設 春日苑）
2008.4.～2009.3.
- 青木 久：ALS患者のコミュニケーション機器適合支援
活動（神戸すま障害者地域生活支援センター）
2009.1.～2009.3.
- 中村みほ：中央病院小児神経科言語発達外来
2008.4.～2009.3.

教 育 活 動

- 青木 久：アシスティブテクノロジー特論（日本福祉大
院） 2008.7.23.～2008.7.25.
- 青木 久：感覚代行特論（愛知淑徳大院）
2008.10.1.～2008.12.15.