

# 第11回 脳機能とリハビリテーション研究会 学術集会

とき：2006年9月17日（日）  
会場：クレオ大阪西（大阪市此花区）  
主催：脳機能とリハビリテーション研究会

## プログラム

【教育講演】 10:15～12:15 司会 沼田 憲治（昭和大学保健医療学部）

ヒト型ロボット・ホンダASIMOの運動制御 - ヒトとの類似点と相違点 -

講師 竹中 透（本田技術研究所 和光基礎技術研究センター チーフエンジニア）

【一般演題 症例報告】 13:30～14:50 座長 高杉 潤（千葉県医療技術大学校）

1 脳底動脈瘤術後脳梗塞により情動変化を呈した辺縁系・視床損傷例

揚戸 薫（千葉県千葉リハビリテーションセンター）

2 視床出血例の機能解剖学的、症候学的分析の試み - 第二報 -

吉野 夏子（第二岡本総合病院）

3 右前頭葉内側面損傷により両上肢に病的把握現象を呈した症例

若林 俊夫（昭和大学藤が丘病院）

4 種々の失行を呈し両手の症状に差異を生じた多発性脳梗塞例

戸坂 友也（千葉県千葉リハビリテーションセンター）

【一般演題 研究報告】 15:10～16:10 座長 高橋 幸治（森之宮病院）

5 利き手の自己判断の曖昧さ - 二つの利き手テストによる検討 -

高杉 潤（千葉県医療技術大学校）

6 身体障害者福祉施設での理学療法の再考 - 環境・動機づけの視点から -

村山 尊司（千葉県千葉リハビリテーションセンター 肢体不自由者更生施設 更生園）

7 Dorsal Premotor Cortex Activation during Observation of Human Gait : A fNIRS Study

小野 剛（森之宮病院）

## 【教育講演】

### ヒト型ロボット・ホンダ ASIMO の運動制御 - ヒトとの類似点と相違点 -

竹中 透

本田技術研究所 和光基礎技術研究センター 主任研究員

#### 【はじめに】

Honda は、1986 年から、当時 20 世紀中の実用化は不可能と考えられていた 2 足歩行ロボットの研究を開始し、10 年後の 1996 年に世界初の自立二足歩行ヒューマノイドロボット P2 (身長 180 cm)、その翌年に P3 (身長 160 cm)、そして 2000 年 11 月に ASIMO (身長 120cm) を公開した。さらに 2004 年には 新型 ASIMO による 3m/h の走り、2005 年には 6m/h の走りを発表した。ここでは、これらのロボット開発を通して得られた様々な技術と共に、これらの技術を獲得するに至るまでの成功と失敗の歴史と根底にある設計思想を紹介する。

#### 【がちがちのロボットからの転換】

初期のロボットは、すべての構造部材をがっちり硬く作っていた。この方が座りが良く安定であると考えたからである。しかしこのロボットは、真平らな水平床面上ならば問題無く歩いたが、床にわずかでも凹凸があると、床反力(足底が床から受ける反力)が大きく変動し転倒した。すなわち、座りを良くしようとしたことが、かえってあだになってしまったわけである。

そこで、図 1 に示すように、足底にスポンジをはさみ、また足底と足首の間に 4 つの円柱状のゴムを挿入した。当然、構造的には不安定になるが、床反力の変動が少なくなってロボットの挙動が穏やかになり、むしろ姿勢制御が容易になった。石畳では硬い靴よりもスニーカーの方が歩き易いと同じである。

#### 【姿勢制御】

2 足歩行ロボット開発において最も難関であったのが、姿勢制御である。

人間は、歩行中あるいは直立中に倒れそうになると、a) 足裏の一部を床に強く押し付けて踏ん張り、それでもこらえきれなくなると、b) 足腰の運びを変えたり足を踏み出したりして姿勢の回復を試みる。Honda のロボットの姿勢制御は、この 2 つの動作を矛盾無く両立させることを試みたものである。

人間は、小脳において目標の歩行運動(歩行リズム)を生成し、これに実際の身体の運動が従うように、脊髄によって筋肉を制御して歩く、と言われている。Honda のロボットにおいても、基本的には、理想の歩行運動をコンピュータで生成し、これに従うように関節のモータを制御して歩く。

Honda のロボットの姿勢制御系は、「床反力制御」、「モデル ZMP 制御」および「着地位置制御」の 3 つのコア技術から構成されている。

「床反力制御」は、足首と足底の間に挿入されている荷重センサによって検出される床反力(足裏荷重)と、人間の三半規管に相当する傾斜センサによって検出される上体傾斜をフィードバックさせて、脚全体を使って、床の凹凸を吸収したり、姿勢の傾きを復元させるように踏ん張り力を発生させたりする制御である。

「モデル ZMP 制御」は、例えば実ロボットが前に倒れそうな場合には、コンピュータで生成される目標歩行運動において、図 2 に示すように、上体傾きを維持したまま、上体の重心を元々の理想の動きよりも一層強く前方に押し出す制御である。その結果、電車が加速すると、中に立っている人が後ろに倒れそうになる力を受けると同じ原理により、実ロボットの姿勢が回復する。すなわち、「倒れそうになったら、もっと積極的に倒れ込むイメージを持ちなさい。」と言う制御である。

ただし、そのまま放って置くと、コンピュータで生成される目標歩行運動において、上体だけが加速されて足先が取り残され、しまいには破綻してしまうので、「着地位置制御」により目標歩行運動の歩幅を修正して、上体と足先の位置関係を正常に戻す。

すなわち、Honda のロボットの姿勢制御系は、言い換えると、内部イメージの力学的理想バランスを故意に崩すことによって、内部イメージと現実の身体姿勢との差を縮めつつ、崩した内部イメージを正常状態(上体と足先の正常な位置関係)に戻すため、その瞬間から将来に向けての成功シナリオを書きかえる(すなわち歩幅を変える)、ちょっと変わった発想の制御なのである。

#### 【まとめ】

Honda は、人間の生活をより豊かで創造的にするための人間のパートナーになり得るのではないかと考え、今後も人間型ロボットの研究を推進し続けていくつもりである。

また、われわれの 2 足歩行ロボットの研究が、人間の歩行の仕組みを従来とは違った角度から解明していくための一助となれば、幸いである。

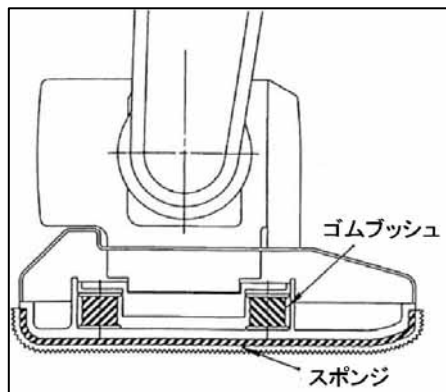


Fig.1 Cross section view of the foot.

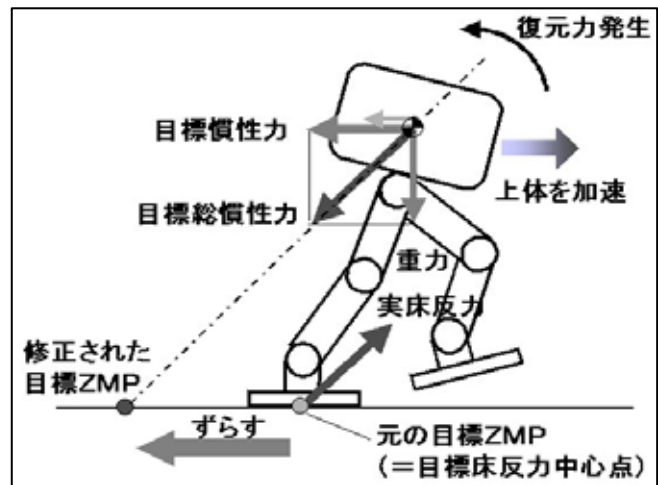


Fig.2 Diagram showing the principle of Model ZMP controller.

## 【症例報告】

### 1 脳底動脈瘤術後脳梗塞により情動変化を呈した 辺縁系・視床損傷例

揚戸 薫<sup>1</sup>, 高杉 潤<sup>2</sup>, 沼田 憲治<sup>3</sup>, 大賀 優<sup>1</sup>,  
村山 尊司<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>千葉県千葉リハビリテーションセンター

<sup>2</sup>千葉県医療技術大学校

<sup>3</sup>昭和大学保健医療学部

【はじめに】今回、辺縁系・視床病巣に伴う情動変化( 幼  
児的傾向、興奮性等 ) を示した症例について、症候学的  
分析、脳の機能解剖学的分析を行い、その機序について  
考察した。

【症例】31 歳、女性、右利き、職業：事務職

【診断と病歴】診断は脳底動脈瘤術後脳梗塞。現病歴は  
29 歳、巨大脳底動脈瘤と診断され経過観察。30 歳、バ  
イパス手術施行後翌日、穿通枝梗塞併発し発症。3 日後、  
ベッドサイド、3 週後、訓練室リハ開始。3 ヶ月後当セ  
ンター転入院。既往歴なし。

【MRI 所見( 発症後 2 ヶ月 )】右側脳室の拡大、右海馬・  
扁桃体の萎縮、右視床前部および内側領域中心に高信号、  
左視床前内側部に動脈瘤による圧迫を認めた。

【動作所見( 発症後 3 ヶ月 )】ADL は要監視・介助レベ  
ル。両上下肢で車椅子自走可能、右クラッチ歩行介助。

【神経学的所見】意識清明。聴覚、視野、体性感覚には  
問題を認めず、両眼球運動障害( 右は水平垂直とも障害。  
左は外転位固定 ) 及び複視を認めた。左上下肢は軽度の  
運動麻痺、腱反射軽度亢進、病的反射陰性。右上下肢に  
中等度運動失調を認めた。

【神経心理学的所見】重度の見当識障害。記憶障害、注  
意の転導性亢進及び顕著な情動変化を認めた。言語( 発  
話・聴理解 ) は問題認めず、失行、失認も認めず。情動  
変化の臨床徴候としては、言動が稚拙で依存傾向が強く、  
母親が傍にいないと大声で泣き騒ぐ、常に感情が高揚し、  
所構わず大声で話し、黙っていられない、些細な刺激に  
対して大声で騒ぐ等の幼児的傾向、興奮性を認めた。ま  
た多幸的な面も認めた。

【考察】情動障害を呈する症例報告のうち、両側視床病  
変による幼児化・多幸症例、側頭葉病変による興奮性な  
どがある。本症例の情動変化はこれらに類似しており、  
病巣も両側視床( 前核群、背内側核領域 )、右海馬及び扁  
桃体に認められることから、情動回路に関わるこれら神  
経系の機能的障害に起因したものと推察される。

### 2 視床出血例の機能解剖学的、症候学的分析の試み - 第二報 -

吉野 夏子<sup>1</sup>, 高杉 潤<sup>2</sup>, 沼田 憲治<sup>3</sup>,

<sup>1</sup>第二岡本総合病院

<sup>2</sup>千葉県医療技術大学校

<sup>3</sup>昭和大学保健医療学部

本会第 10 回一般演題にて、我々は左視床出血例の臨床  
徴候と病巣との照合から機能解剖学的分析の試みとその  
可能性を報告した。今回、病巣の異なる左視床出血例に  
おいて、前回の症例と比較しながら同様の分析を試みた。

症例は 57 歳、男性、右利き、診断は左視床出血。CT( 発  
症直後 ) は、左視床の中央～外側部分および内包後脚に高  
吸収域が認められた。神経学的所見( 発症後 2～3 週 ) は、  
意識状態 JCS 1。視野、聴覚に問題認めず、体性感  
覚( 触覚・深部覚 ) は右上下肢・顔面に軽度の鈍麻と痺  
れを認めた。運動麻痺は右上下肢重度、深部腱反射軽度  
亢進、病的反射陽性であった。神経心理学的所見は、言  
語は音韻性錯書を認めるもコミュニケーション良好で、  
失語症の範疇ではなく、検査上、観念運動失行、観念失  
行、右半側身体失認、右半側空間失認は認めなかった。  
一般知能は標準域だが、注意( 分配性と転換 ) とワーキン  
グメモリー、構成機能に問題を認めた。動作所見では、  
一つのことに注意が向くと他へ注意が向けられなくなる、  
起き上がりや車椅子移乗時に右上肢を忘れることを繰り返  
す、歩行時に体が後方や右方に傾いていることを認識  
できない等の現象が目立った。

本例の特徴的な臨床徴候である動作時の右上下肢の忘  
れや身体の傾きの認識障害については、諸検査からも身  
体失認や USN の要素は考えにくく、前頭葉性の分配性  
注意機能の低下やボディイメージ低下の影響が考えられ  
た。画像から、前頭前野に投射する前腹側核や背内側核  
の損傷、上頭頂小葉へ投射する背外側核の損傷との合致  
点が推察された。重度の運動麻痺は内包後脚にある錐体  
路の損傷が推察され、感覚障害、失語・失行症状が比較  
的軽度ないし認められなかったのは視床後方部の後外側  
腹側核、後内側腹側核、後外側核、視床枕等の損傷が比  
較的軽度か免れていたためと考えられる。本例の病巣は  
前回の報告例( 錐体路徴候陰性、重度の体性感覚障害例 )  
よりも前方に位置していたことから、同じ左視床出血で  
も臨床徴候に差が生じたためと考えられる。視床損傷の  
臨床徴候と機能解剖学的な分析の可能性が示唆される。

3 右前頭葉内側面損傷により両上肢に病的把握現象を呈した症例

若林 俊夫<sup>1</sup>, 沼田 憲治<sup>2</sup>, 及川 雄司<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 昭和大学藤が丘病院

<sup>2</sup> 昭和大学保健医療学部

【はじめに】

前頭葉内側面の損傷では、その損傷半球側と反対側の上肢に病的把握反応(本能性把握反応や alien hand sign)などが出現することが知られている。今回、右前頭葉内側面の損傷により両側上肢に本能性把握を呈した症例を経験したので考察を加え報告する。

【症例】

60歳代、男性、右利き。診断名は心原性脳塞栓症。MRI 所見では右帯状回から補足運動野にかけての領域と脳梁体部前方領域、および左後頭葉に皮質から皮質下にかけて低吸収域が認められた。理学療法開始時(発症後3週間)の所見では、意識清明。腱反射亢進と病的反射は認められず、左上肢・手指及び下肢 Br.Stage は全て Ⅰであった。表在感覚は軽度低下が認められた。眼球運動、視野については簡易検査上異常は認められなかった。高次脳機能検査では、HDS-R20/30, MI 陽性、軽度な全般性注意障害を認めた。構成失行を認めるも、その他の失行および失認・失語は認められなかった。視覚性運動失調は検査不能であった。左右手に本能性把握反応を、さらに左手には alien hand sign を認めた。本能性把握反応は口頭指示にて抑制も可能であり、とりわけ右手の運動抑制が高かった。動作面では衣服着脱、入浴動作以外自立。基本動作自立、杖なし歩行は監視レベルであった。

【考察】

左右手の本能性把握反応は、右前頭葉内側面が左手の運動だけでなく右手の運動の発現にも一部関与していることの可能性を示唆するものと考えられる。これは右半球は視覚的注意における優位性(Heilman 1980)、すなわち左右視空間の刺激受容に関与していることと類似した関係を示している。左右手の本能性把握反応の出現は、脳梁損傷部位が運動関連視野間の連絡部位であるため、左半球からの運動情報が右半球に十分に伝達されなかったことが関与しているかもしれない。

4 種々の失行を呈し、両手の症状に差異を生じた多発性梗塞例

戸坂友也, 村山尊司

千葉リハビリテーションセンター

今回、両上肢に観念運動失行や観念失行などの種々の失行を呈した症例を経験した。臨床場面において利き手である右上肢の使用頻度の低下、手指の拙劣さ呈していた。その左右差について画像・検査所見から臨床像を検討した。

症例は74歳、女性、右利き。診断名は多発性脳梗塞。画像(CT)所見(発症後12週)は、左中心領域(中心後回, 中心前回)・上頭頂小葉・半卵円中心, 両側弁蓋部に低吸収域を認めた。

神経学的所見(発症後13週)は意識清明, 日常会話は概ね良好。深部腱反射は左右差なし, 病的反射陰性, 筋力・筋緊張に明らかな左右差なし。運動麻痺は認められないが右上肢に関しては財布からお金を取り出せないといった手指の巧緻性低下が観察され, 閉眼時では症状の増悪を認めた。体性感覚は, 右上肢の表在覚中等度鈍麻, 立体覚重度鈍麻。神経心理学所見(発症後13週)は, MMSE10点, 両上肢に観念運動失行, 観念失行, 口・顔面失行, 伝導性失語を認めた。

本症例は、種々の失行を呈していたがこれらは皮質間線維における離断(両上肢の観念・観念運動失行), 左弁蓋部損傷(口・顔面失行)から起因するものであった。一方, 右手の巧緻性低下は明らかな運動麻痺を認めず, 体性感覚障害(とりわけ複合感覚障害), 閉眼下で巧緻性の増悪がみられたことから感覚障害に伴う運動障害と推察された。画像所見上, 中心後回皮質下に病巣を呈しており, 中心前回との離断による一側性の頭頂葉性肢節運動失行を呈しているものと示唆され, 右手には両側性および一側性に生じる運動障害が混在したものと考えられた。

## 【研究報告】

### 5 利き手の自己判断の曖昧さ - 二つの利き手テストによる検討 -

高杉 潤, 牛木紘子

千葉県医療技術大学校

#### 【目的】

自己判断による利き手とテストによる利き手の結果では相関が低いことが報告されている(Humphrey, 1951). しかし標準化されたテストによる日本人での報告はなく, その実態は明らかではない. 今回, 予備的研究として, 利き手の自己判断とテスト結果の相違が日本人(若年者)にどの程度存在するのか, 標準化された2つのテストを用いて, テスト間で違いが生じるのかどうかも明らかにすることを目的とした.

#### 【方法】

対象は, 本校学生に質問紙を配布し有効回答の得られた85名(男31名, 女54名, 平均年齢 $22 \pm 4$ 歳)とした. 質問紙の内容は, 利き手の自己判断(以下自己申告), H.N.利き手テスト(以下HN), Chapman 利き手テスト(以下Ch), 矯正歴の有無とした.

#### 【結果】

自己申告の内訳は, 右利き77名, 両利き3名, 左利き5名であった. 自己申告と異なるテスト結果を示した者(HNでは9名, Chでは5名)は全て両利きであった. 「生来左利きだが矯正して現在右利き」と申告した4名中2名, 「生来から左利き」と申告した5名中2名が, いずれのテストでも両利きであった. 矯正歴もなく左利きと申告した者のうち両利きを示したのは1名であった. 両利きと申告した3名はいずれもテスト結果は両利きであった. テスト間の比較では Chでは右利きであったが, HNでは両利きとなった者が4名いた.

#### 【考察】

自己申告と異なる結果を示した者は, 全て両利きに集中し, 1割以上(HNで)見られた. この要因の一つとして左利きとの関係が深く, 右に矯正していても, 実は完全に右に転換できていない(左使用の項目もある), 逆に右に矯正した経験はなくても道具の特殊性等から右手を自然と使用していたため両手利きになったと推察される. これらに加え, 自分が両利きという概念がないため, 両利きの申告が少なかったことも要因に考えられる. 両利きと申告した3名はいずれも両利きであったことは興味深い. またテスト間の違いについては, 使用物品による質問項目の特性上, HNの方がChよりも両利きになる傾向が高いと推察された. 今回の結果から, 利き手調査の際, 本人の自己申告に頼るだけでなく, 更に両利きの存在を視野に入れ, テストの選択や内容についても吟味する必要があることが分かった.

### 6 身体障害者福祉施設での理学療法の再考 - 環境・動機づけの視点から -

村山尊司<sup>1</sup>, 高杉 潤<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 千葉県千葉リハビリテーションセンター  
肢体不自由者更生施設 更生園

<sup>2</sup> 千葉県医療技術大学校

慢性期疾患を対象とした福祉施設において利用者の生活の質(施設内, 退園後を含めて)を高めることは, リハビリテーションアプローチの重要なテーマのひとつである. 当施設は, 肢体不自由者更生施設として, 自立と社会経済活動への参加および復帰に対して施設支援を行うことを目的にしている. しかし, 数年前までその実態は目的達成とは程遠く, 利用者は半ば管理され, 施設内の限られた範囲での生活を強いられていた. 理学療法も短時間のトレーニングが実施されるに過ぎず, 能力向上はおろか現状維持も保たれない状況にあった. 後年, 個々の施設利用の目的を明確化し長期目標を細分化したプログラムを展開し, 利用者本意のプログラムへ転換を試みた. 理学療法も現状維持の視点から生活範囲の拡大を主眼においた方略へシフトした. 訓練コンセプトは自主性(自発的行動を促す生活環境の設定)・達成感と報酬(目標に対する結果のフィードバック)・競争原理(近似した障害レベルのグループ化)・向上心(難易度を高めた課題設定)の強化, 多様な経験の積み重ねを重視した. これら理学療法士を含む施設全体の取り組みに伴い, 地域生活移行率の向上, 機能・能力回復例が急増し入園時の生活範囲から拡大を示した例が多数観察された. 発表では実績, 事例を紹介するとともに, 豊かな環境(=動機づけ), 経験依存に伴う神経可塑性などのkey wordから福祉施設における理学療法の可能性を明示したい.

## 7 Dorsal Premotor Cortex Activation during Observation of Human Gait: A fNIRS Study

Takeshi Ono<sup>1</sup>, Ichiro Miyai<sup>1</sup>, Mitsuo Suzuki<sup>2</sup>,  
Mie Arita<sup>1</sup>, Ichiro Oda<sup>3</sup>, Ikuo Konishi<sup>3</sup>,  
Kisou Kubota<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Neurorehabilitation Research Institute, Morinomiya  
Hospital, Osaka, Japan

<sup>2</sup> Bobath Memorial Hospital, Osaka, Japan

<sup>3</sup> Technology Research Laboratory, Shimadzu  
Corporation, Kyoto, Japan

There is growing evidence that the mirror neuron found accidentally in monkey also serves as observation/execution matching system in human. We tested if action observation affects motor performance and cortical activation patterns during human gait using a functional 42-channel near-infrared spectroscopy (fNIRS) in 8 healthy volunteers. Subjects performed locomotor tasks of (1)treadmill-walking at 3km/h, and (2)walking at 3km/h observing human walking or hand movements on VTR. Blood pressure, heart rate, and SpO<sub>2</sub> showed no changes during the tasks. During gait under walking observation, oxygenated hemoglobin in the left dorsal premotor cortex (PMd) significantly increased and cadence approximated to that of a walking subject on VTR. Such changes were not found during the other tasks. These results suggest that the left PMd might play a role in matching observation with execution during human gait.