ISSN 1880-0211

THE JOURNAL OF JAPAN ACADEMY OF HEALTH SCIENCES

日本保健科学学会誌

September 2013
Vol. 16 No. 2

日保学誌 J Jpn Health Sci

(旧)東京保健科学学会誌

日本保健科学学会誌

The Journal of Japan Academy of Health Sciences

Vol. 16　No.2

September 2013

日保学誌

J Jpn Health Sci

C O N T E N T S

原　著

■原著

知的障害児の母親のコミュニケーション能力が育児負担感と心理的マルトリートメントに与える影響

Impacts of maternal communication skill to children with mental disabilities on parenting stress and psychological maltreatment

李　　仙恵[1]，朴　　志先[1]，中嶋　和夫[2]，黒木　保博[3]

Sunhae Lee[1], Jisun Park[2], Kazuo Nakajima[3], Yasuhiro Kuroki[4]

要　旨：本研究は知的障害児の母親のコミュニケーション能力が育児負担感と心理的マルトリートメントに与える影響を明らかにすることを目的とした。対象者は知的障害児通園施設12カ所を利用している母親とし，統計解析には162人のデータを用いた。実証すべき因果関係モデルは，障害児の母親のコミュニケーション能力が直接的にまたは育児負担感を通して間接的に心理的マルトリートメントに影響すると仮定した。調査内容は母親の基本属性，児の基本属性，母親のコミュニケーション能力，育児負担感，心理的マルトリートメントとした。因果関係モデルのデータへの適合性は構造方程式モデリングを用いて検討した。その結果，CFI = 0.895，RMSEA = 0.092と概ね統計学的な許容水準を満たしていた。以上の結果から，知的障害児の母親のコミュニケーション能力の向上が児に対する心理的マルトリートメントの予防にとって有効な方策になることを示唆された。

キーワード：知的障害児，母親，コミュニケーション能力，育児負担感，心理的マルトリートメント

Ⅰ　緒言

2000年に「児童虐待の防止等に関する法律」が施行され，爾来，虐待防止を意図した施策が積極的に展開されている一方，実際の児童虐待事件や死亡事件は年々深刻さを増している。2000年度に全国の児童相談所が受けた児童虐待相談のうち，障害児の被害は少なくとも1,008人と全体の7.2％を占めたことが明らかにされている[1)]。一方，2012年10月から「障害者虐待防止法」が施行されたが，障害者の中には，判断能力に支障があり被害を受けていることを認知できず，自ら被害を訴え出ることもできない人が多く，障害者虐待は表面化されにくい特徴がある。従来の障害児・者虐待に関連した欧米の研究[2〜4)]によれば，障害児は健常児に比べて身体的虐待，性的虐待，心理的マルトリートメント，ネグレクトをより多く経験していることが報告されている。障害児が虐待を経験する可能性の高い理由として，コミュニ

1　両備介護研究所　Ryobi Research Institute of Well-being for Elderly
2　岡山県立大学保健福祉学部　Faculty of Health and Welfare Science, Okayama Prefectural University
3　同志社大学社会学部　Faculty of Social Studies, Doshisha University

ケーション能力の不足，自己保護能力の不足，マルトリートメントに対する理解不足とそれによる関連機関に報告する能力不足などの子ども自身の要因[5,6]と親の養育ストレスなどの外部的要因が指摘されている[6]。加えて，障害児育児に関連した研究では，とりわけ，母親の育児負担感や育児ストレスはきわめて高く，健常児をもつ母親と障害児をもつ母親とのストレスを比較した研究[7〜9]は，障害児の母親のストレスがより高いことを報告している。さらに，健常児の母親の育児負担感は虐待のリスク要因として指摘されている[10〜12]。一方，一般的に知的障害があると，幼児期は言葉の遅れ，落ち着きの無さ等が顕在化しやすい傾向にあり[13]，コミュニケーションが困難であるため対人関係を結びにくいことが知られており，特に自閉症児は，情緒的な交流に障害があり他者と関わることを目的とした行動が少ないと言われている[14]。蓬郷ら[15]は，自閉症児にみられるコミュニケーションや社会性の問題が母親のストレスを増大させるとし，母親の精神的な負担感が大きいと考察している。しかし，障害児をもつ母親の先行研究は母親の心的状態や母親の環境に焦点を当てた研究がほとんどで，コミュニケーションに困難性を持つ知的障害児のコミュニケーションを考える際，他者，とりわけ，母親の関わりの重要さが示唆されるが，母親のコミュニケーション能力を検討した実証的研究は少ない。さらに知的障害児のコミュニケーション能力の不足は虐待の要因として指摘されているものの，その母親のコミュニケーション能力は育児負担感と虐待にどう影響するのか，といった検討は十分ではない。このことは障害児の母親のコミュニケーション能力の虐待に対する関係性が実証されるなら，児とのコミュニケーションのみならず，それは虐待の予防的な介入にとっても重要な要因となることが期待できる。

一方，他のタイプの虐待よりも心理的マルトリートメントがより深刻な影響を子どもに与える[16]ことを考慮するなら，その発生メカニズムを解明することは学問的のみならず臨床的にも重要な課題と言える。そこで，本研究では，マルトリートメントの発生プロセスに着目し，障害児家族への支援指針を得ることをねらいとして，李ら[17]が開発した心理的マルトリートメント測定尺度を用い，知的障害児の母親のコミュニケーション能力が育児負担感と心理的マルトリートメントに与える影響を明らかにすることを目的とした。

II　研究方法

分析データは，知的障害児通園施設を利用している母親を対象として行った「就学前の知的障害児の母親における育児負担感に関するアンケート調査」から抜粋した。この調査は，2010 年 11 月〜 2011 年 1 月の期間に，10 地域（福岡，愛媛，京都，新潟，和歌山，兵庫，大阪，広島，山口，奈良）の知的障害児通園施設 12 カ所を利用している世帯のうち，あらかじめ施設責任者からの連絡を受けて調査を承諾した母親を対象に実施したものである。分析対象は，回収された 278 人のデータのうち（配布数 472 部で回収率は 58.9％），療育手帳を保持する知的障害児の母親 215 人を選定し，かつ調査項目に欠損値を有さない 162 人の母親とした。

抜粋内容は, 母親の基本属性（年齢, 子どもの数, 世帯構成，最終学歴），障害児の基本属性（年齢，性別，療育手帳の有無，療育手帳の障害の程度，主な診断名），母親のコミュニケーション能力，育児負担感，心理的マルトリートメントとした。

前記調査内容のうち,「母親のコミュニケーション能力」については，坂口[18]の「障害の重い子どものコミュニケーション評価と目標設定」を参考に，「子どもの反応を見ながら言う」「自分の気持ちをことばで子どもに言う」「子どもに身ぶり・手ぶりを使って伝える」など 7 項目で構成されている。各質問項目に対する回答と数量化は，「0 点：全くしない」，「1 点：たまにする」，「2 点：時々する」，「3 点：しばしばする」，「4 点：いつもする」の 5 件法で求め，得点が高いほど，母親のコニュにケーション能力が高くなるようになっている。

「育児負担感」は, 中嶋ら[19]の「育児負担感尺度」を参考に，「自身の社会的活動に関する制限感」，「児に対する拒否感情」，「育児に伴う経済的逼迫

感」の3因子12項目で構成した。各質問項目に対する回答と数量化は，「0点：全くない」，「1点：たまにある」，「2点：時々ある」，「3点：しばしばある」「4点：いつもある」の5件法で求め，得点が高いほど育児負担を強く感じていることを意味している。

「心理的マルトリートメント」は，李ら[17]の「心理的マルトリートメント測定尺度」を用いた。この尺度は，5因子15項目(「拒絶」，「人格の否定」，「威嚇」，「無視」，「孤立化」)となっている。各質問項目に対する回答と数量化は「0点：まったくない」，「1点：たまにある」，「2点：時々ある」，「3点：しばしばある」，「4点：いつもある」の5件法で求め，得点が高いほど心理的マルトリートメントの頻度が多いことが示される。なお「心理的マルトリートメント測定尺度」は，すでに因子モデルの側面からみた構成概念妥当性と信頼性が検討された尺度となっている。

本研究では，Lazarusら[20]のストレス認知理論に基づいたHillsonら[21]の児童虐待発生プロセスモデルを参考に，「母親のコミュニケーション能力が育児負担感と心理的マルトリートメントに影響する」とした因果関係モデルを仮定した。Hillsonらのモデルでは，母親は何らかの刺激(出来事)を経験し，それを否定的に評価(一次評価)し，この事態に対処するための技術や対処資源を考慮(二次評価)して，対処行動を選択し遂行する。その対処行動には，積極的なプランニングや回避，問題の解決や救助行動(help seeking)，状況の再解釈といった対処行動に加え，情動の発散手段としてのマルトリートメントが想定されている。加えて，このモデルでは，適切な資源があれば，親は積極的なプランニングや回避などのような対処行動をとりやすくなり，逆に，マルトリートメントといった対処行動を軽減もしくは防止することも可能であると仮定されている。

統計解析に際しては，障害児の母親のコミュニケーション能力が直接的に，または育児負担感を通して間接的に心理的マルトリートメント傾向に影響すると仮定した因果関係モデルを構築し，構造方程式モデリングを用いてそのデータへの適合性を検討した。なお，因果関係モデルの検討に先立ち，各測定尺度の因子構造モデルの妥当性と信頼性の検証を行った。上記の因子構造モデルおよび因果関係モデルのデータに対する適合度はComparative Fit Index(CFI)とRoot Mean Square Error of Approximation(RMSEA)で評価した。一般的にCFIは0.90以上，RMSEAは0.08以下であれば適合度が高いとされているが，RMSEAが0.10以上であればそのモデルを採択すべきではないとされている[22〜24]。なお，パラメータの推定には重み付け最小二乗法の拡張法(WLSMV)を採用し，推定されたパス係数の有意性は検定統計量の絶対値が1.96以上(5% 有意水準)を示したものを統計学的に有意と判断した。以上の統計解析には，著者が所属している大学所有のSPSS 12.0JとMplus 2.14を使用した。

III　結果

1. 対象者の属性等の分布

対象者の属性等の分布は**表1**に示した。母親

表1　対象者の属性分布(n = 162)

単位：名（%）

母親の年齢	平均年齢（標準編差）	35.8歳	(4.6)
	範囲	24～47歳	
世帯構成	2世代家族	147	(90.7)
	3世代家族	15	(9.3)
最終学歴	大学	29	(17.9)
	短大・専門学校	66	(40.7)
	高校	57	(35.2)
	中学	8	(4.9)
	小学校	1	(0.6)
	その他	1	(0.6)
子どもの数	1人	55	(34.0)
	2人	78	(48.1)
	3人以上	29	(17.9)
障害児の年齢	平均年齢（標準編差）	4.1歳	(1.1)
	範囲	1～6歳	
障害児の性別	男	118	(72.8)
	女	44	(27.2)
障害の程度	重度	49	(30.2)
	それ以外	113	(69.8)
診断名（ありのみ）	脳性まひ	8	(4.9)
	てんかん	15	(9.3)
	精神遅滞	66	(40.7)
	脳炎後遺症	2	(1.2)
	先天性疾患	14	(8.6)
	自閉症	98	(60.5)

の平均年齢は35.8歳（標準偏差4.6，範囲24～47歳）であった。子どもの数は「2人」が78名（48.1％）と最も多く，次いで「1人」が55名（34.0％），「3人以上」が29名（17.9％）の順となっていた。世帯構成は「2世代家族」が147名（90.7％）と最も多く，「3世代家族」が15名（9.3％）であった。最終学歴は，「短大・専門学校」が最も多く66名（40.7％）であり，次いで「高校」が57名（35.2％），「大学」が29名（17.9％），「中学」が8名（4.9％），「小学校」と「その他」が1名（0.6％）の順であった。

障害児の平均年齢は4.1歳（標準偏差1.1，範囲1～6歳）であった。児の性別分布は「男児」が118名（72.8％），「女児」が44名（27.2％）であった。障害の程度は「重度」が49名（30.2％），「その他」が113名（69.8％）であった。診断名については，「自閉症」が最も多く98名（60.5％），次いで，「精神遅滞」が66名（40.7％），「てんかん」が15名（9.3％），「先天性疾患」が14名（8.6％），「脳性まひ」が8名（4.9％），「脳炎後遺症」が2名（1.2％）の順であった。

2. 各測定尺度の妥当性と信頼性の検討

母親のコミュニケーション能力の回答分布は**表2**に示した。回答「いつもする」に着目すると，「Xa4. あなたの気持ちを，ことばでお子さんに言う」が最も多く99名（61.1％），次いで「Xa7. お子さんが言う時は（ことば以外の表現でも良い）目を合わせる」が88名（54.3％），「Xa3. お子さんの身ぶり・手ぶりに応じて声をかける」が81名（50.0％）の順であった。母親のコミュニケーション能力の妥当性と信頼性を検討したところ，7項目1因子モデルのデータへの適合度は概ね許容できる水準にあった（CFI = 0.967，RMSEA = 0.096）。またクロンバックのα信頼性係数も0.768となっていた。なお，母親のコミュニケーション能力の得点の平均値を算出したところ，平均20.9点（標準偏差4.6）であった。

母親の育児負担感の回答分布は**表3**に示した。回答「しばしばある」と「いつもある」に着目すると，「Xb3. 子育てのために，自分自身の自由な時間がとれない」が最も多く67名（41.4％），次いで「Xb4. 子育てのために，趣味や学習などの個人的な活動に支障をきたしている」が57名（35.2％），「Xb7. 子どもの言動に，どうしても理解に苦しむときがある」が45名（27.8％），「Xb9. 子育てに必要な費用が家計を圧迫していると感じる」が38名（23.5％）の順であった。母親の育児負担感において，「自身の社会的役割活動に関する制限感」「児に対する拒否感情」「育児に伴う経済的逼迫感」を第1次因子，「母親の育児負担感」を第2次因子とするモデルのデータへの適合度は概ね許容できる水準にあった（CFI = 0.979，RMSEA = 0.096）。またクロンバックのα信頼性係数は尺度全体で0.877，「自身の社会的活動に関する制限感」が0.773，「児に対する拒否感情」が0.764，「育児に伴う経済的逼迫感」が0.912であった。なお，母親の育児負担感の得点の平均値は全体で15.9点（標準偏差9.2）であり，「自身の社会的活動に関する制限感」が6.0点（標準偏差3.6），「児に対する拒否感情」が4.7点（標準偏差3.2），「育児に伴う経済的逼迫感」が5.2点（標準偏差4.6）であった。

母親の心理的マルトリートメントの回答分布は

表2　母親のコミュニケーション能力に関する回答分布（n = 162）

単位：名（％）

質問項目		回答カテゴリ				
		まったくしない	たまにする	時々する	しばしばする	いつもする
Xa1	お子さんの反応を見ながら言う	2（1.2）	11（6.8）	28（17.3）	53（32.7）	68（42.0）
Xa2	お子さんの声やことばを，あなたがまねて言う	9（5.6）	20（12.3）	35（21.6）	48（29.6）	50（30.9）
Xa3	お子さんの身ぶり・手ぶりに応じて声をかける	3（1.9）	9（5.6）	24（14.8）	45（27.8）	81（50.0）
Xa4	あなたの気持ちを，ことばでお子さんに言う	1（0.6）	7（4.3）	16（9.9）	39（24.1）	99（61.1）
Xa5	お子さんに身ぶり・手ぶりを使って伝える	7（4.3）	17（10.5）	35（21.6）	45（27.8）	58（35.8）
Xa6	お子さん自身が言い出すまで（ことば以外の表現でも良い）十分待つ	8（4.9）	26（16.0）	53（32.7）	52（32.1）	23（14.2）
Xa7	お子さんが言う時は（ことば以外の表現でも良い）目を合わせる	1（0.6）	6（3.7）	13（8.0）	54（33.3）	88（54.3）

表 4 に示した。回答「しばしばある」と「いつもある」に着目すると，「Y7．お子さんを大声で叱ることがある」が 53 名（32.7％）と最も多く，次いで「Y8．お子さんに感情的にあたってしまう」が 29 名（17.9％），「Y4．お子さんに細かく指示することがある」が 28 名（17.3％），「Y6．お子さんの年齢にふさわしくない赤ちゃん扱いをすることがある」が 27 名（16.7％）の順であった。母親の心理的マルトリートメントにおいて，「拒絶」，「人格の否定」，「威嚇」，「無視」，「孤立化」の 5 因子斜交モデルのデータへの適合度は統計学的許容水準を満たしていた（CFI = 0.952，RMSEA = 0.083）。クロンバックの α 信頼性係数は，「拒絶」が 0.805，「人格の否定」が 0.365，「威嚇」が 0.639，「無視」が 0.717，「孤立化」が 0.523 であった。なお，心理的マルトリートメントにおける得点の平均値を算出したところ，「拒絶」が 2.0 点（標準偏差 2.2），「人格の否定」が 3.7 点（標準偏差 2.1），「威嚇」が 3.6 点（標準偏差 2.1），無視が 2.4 点（標準偏差 1.9），「孤立化」が 1.6 点（標準偏差 1.7）であった。

3．母親のコミュニケーション能力が育児負担感と心理的マルトリートメントに与える影響

母親のコミュニケーション能力が直接的にまたは育児負担感を通して間接的に心理的マルトリートメントに影響を与えるといった因果関係モデルに対する適合度は，CFI = 0.895，RMSEA = 0.092 と概ね統計学的な許容水準を満たしていた（**図 1**）。パスの推定値に着目すると，育児負担感から心理的マルトリートメントの各因子に向かうパス係数はすべて統計学的に有意な水準であった。具体的には，育児負担感から「拒絶」に向かうパス係数は 0.445，「人格の否定」に向かうパス係数は 0.522，「威嚇」に向かうパス係数は 0.430，「無視」に向かうパス係数は 0.282，「孤立化」に向かうパス係数は 0.456 であった。また，母親のコミュニケーション能力から育児負担感に向かうパス係数は − 0.233 で有意であった。母親のコミュニケーション能力から「拒絶」に向かうパス係数は − 0.434，「威嚇」に向かうパス係数は − 0.215，「無視」に向かうパス係数は − 0.491 であり，統計学的に有意な水準であった。ただし，母親のコミュニケーション能力から「人格の否定」と「孤立化」に向かう

表 3　母親の育児負担感に関する回答分布（n = 162）

単位：名（%）

質問項目		回答カテゴリ				
		まったくない	たまにある	時々ある	しばしばある	いつもある
【自身の社会的役割活動に関する制限感】						
Xb1	子育てのために，社会的な役割が果たせず，不安になる	52（32.1）	59（36.4）	31（19.1）	13（ 8.0）	7（ 4.3）
Xb2	子育てに追われ，家族や親族との関係がだんだん疎遠になると感じる	79（48.8）	48（29.6）	22（13.6）	11（ 6.8）	2（ 1.2）
Xb3	子育てのために，自分自身の自由な時間がとれない	17（10.5）	35（21.6）	43（26.5）	42（25.9）	25（15.4）
Xb4	子育てのために，趣味や学習などの個人的な活動に支障をきたしている	33（20.4）	38（23.5）	34（21.0）	32（19.8）	25（15.4）
【児に対する拒否感情】						
Xb5	子どもを見ているだけでイライラする	72（44.4）	69（42.6）	13（ 8.0）	6（ 3.7）	2（ 1.2）
Xb6	適切に子育てしているにもかかわらず，報われていないと感じる	48（29.6）	67（41.4）	22（13.6）	21（13.0）	4（ 2.5）
Xb7	子どもの言動に，どうしても理解に苦しむときがある	21（13.0）	60（37.0）	36（22.2）	29（17.9）	16（ 9.9）
Xb8	子どもに対して，我を忘れてしまうほど頭に血がのぼるときがある	55（34.0）	68（42.0）	21（13.0）	11（ 6.8）	7（ 4.3）
【育児に伴う経済的逼迫感】						
Xb9	子育てに必要な費用が家計を圧迫していると感じる	57（35.2）	43（26.5）	24（14.8）	26（16.0）	12（ 7.4）
Xb10	子育てに関わる出費のために，余裕のある生活ができなくなったと感じる	64（39.5）	45（27.8）	27（16.7）	15（ 9.3）	11（ 6.8）
Xb11	子どもの子育てには費用がかかりすぎると感じる	40（24.7）	57（35.2）	28（17.3）	19（11.7）	18（11.1）
Xb12	子育てのために，貯蓄していたお金までも使い，将来の生活に不安を感じる	66（40.7）	41（25.3）	23（14.2）	15（ 9.3）	17（10.5）

表4　母親の心理的マルトリートメントに関する回答分布（n = 162）

単位：名（%）

	質問項目	回答カテゴリ				
		まったくない	たまにある	時々ある	しばしばある	いつもある
【拒絶】						
Y1	お子さんに傷つくようなことを言うことがある	49（30.2）	85（52.5）	14（ 8.6）	10（ 6.2）	4（ 2.5）
Y2	お子さん「あなたなんて…」というような否定的なことばをかけることがある	112（69.1）	37（22.8）	5（ 3.1）	6（ 3.7）	2（ 1.2）
Y3	お子さんに他の子どもと比較するようなことを言うことがある	91（56.2）	56（34.6）	9（ 5.6）	5（ 3.1）	1（ 0.6）
【人格の否定】						
Y4	お子さんに細かく指示することがある	45（27.8）	59（36.4）	30（18.5）	19（11.7）	9（ 5.6）
Y5	お子さん自身が決めたことを（お子さんにとって危険な状況は除く）認めないことがある	33（20.4）	86（53.1）	34（21.0）	7（ 4.3）	2（ 1.2）
Y6	お子さんの年齢にふさわしくない赤ちゃん扱いをすることがある	45（27.8）	60（37.0）	30（18.5）	20（12.3）	7（ 4.3）
【威嚇】						
Y7	お子さんを大声で叱ることがある	9（ 5.6）	66（40.7）	34（21.0）	40（24.7）	13（ 8.0）
Y8	お子さんに感情的にあたってしまう	20（12.3）	83（51.2）	30（18.5）	23（14.2）	6（ 3.7）
Y9	お子さんの大事にしているおもちゃを捨てることがある	134（82.7）	20（12.3）	6（ 3.7）	1（ 0.6）	1（ 0.6）
	【無視】					
Y10	お子さんが泣いても放っておくことがある	46（28.4）	71（43.8）	31（19.1）	11（ 6.8）	3（ 1.9）
Y11	お子さんからの要求や訴えを聞かないことがある	43（26.5）	86（53.1）	24（14.8）	8（ 4.9）	1（ 0.6）
Y12	お子さんが一生懸命何かをやり遂げようとしている時に，励まさないことがある	132（81.5）	23（14.2）	5（ 3.1）	0（ 0.0）	2（ 1.2）
【孤立化】						
Y13	お子さんに家族以外の人との交流の機会を与えないことがある	125（77.2）	23（14.2）	11（ 6.8）	2（ 1.2）	1（ 0.6）
Y14	お子さんの自由な行動を（お子さんにとって危険な状況は除く）制限することがある	52（32.1）	79（48.8）	19（11.7）	8（ 4.9）	4（ 2.5）
Y15	お子さんに親の心配するような子と遊ぶのを禁止することがある	133（82.1）	23（14.2）	2（ 1.2）	2（ 1.2）	2（ 1.2）

パス係数はそれぞれ－0.202と－0.022となっており，統計学的に有意な水準ではなかった。なお，心理的マルトリートメント，すなわち「拒絶」，「人格の否定」，「威嚇」，「無視」，「孤立化」に対する寄与率はそれぞれ，47.6％，36.2％，27.4％，38.5%，21.3%であり，育児負担感に対する寄与率は5.4%であった。

Ⅳ　考察

本研究は，マルトリートメントの発生プロセスに着目し，障害児家族への支援指針を得ることをねらいとして，李ら[17]が開発した心理的マルトリートメント測定尺度を用い，知的障害児の母親のコミュニケーション能力が育児負担感と心理的マルトリートメントに与える影響を明らかにすることを目的とした。本研究では因果関係モデルを，母親の育児負担感を独立変数，心理的マルトリートメントを従属変数，母親のコミュニケーション能力を統制変数として構成した。前記因果関係モデルのデータへの適合性は構造方程式モデリングで検討した。その結果，因果関係モデルのデータへの適合度は，CFI = 0.895，RMSEA = 0.092であり，統計的に許容される範囲であった。

統計解析の結果，第一に，育児負担感は心理的マルトリートメントの各領域（「拒絶」，「人格の否定」，「威嚇」，「無視」，「孤立化」）すべての因子において有意な影響を与えることを明らかにした。このことは，障害児の母親の育児負担感が高いほど心理的マルトリートメントを行う傾向が高くなることを意味する。従来，健常児の母親の育児負担感はマルトリートメントのリスク要因として指摘されているが[10〜12]，本研究の結果は従来の知見を支持するものであった。障害児の母親は健常児の母親に比べてストレスが高いことが報告され

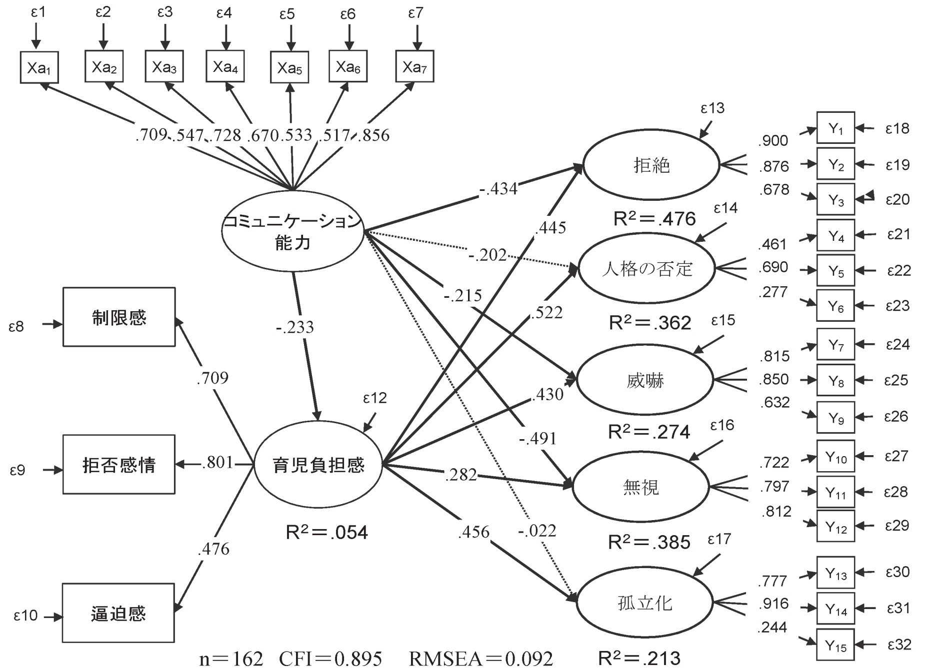


図 1　母親のコミュニケーション能力が育児負担感と心理的マルトリートメントに与える影響（標準解）

柱 1）図中の破線は統計学的に非有意なパス，実線は統計学的に有意なパスである。

ており[7〜9, 25]，本研究の結果を勘案するなら，知的障害児の母親の育児負担感を軽減することで児に対する心理的マルトリートメントが予防できるものと推察される。

第二に，母親の育児負担感と心理的マルトリートメントの関係において，母親のコミュニケーション能力を統制変数として投入した結果，母親のコミュニケーション能力は心理的マルトリートメントのうち，「拒絶」，「威嚇」，「無視」に直接的な影響を与えていることが明らかとなった。このことは，母親のコミュニケーション能力が高いほど児に対して「拒絶」，「威嚇」，「無視」といった心理的マルトリートメント行為が減少することを意味する。母親のコミュニケーション能力と児に対する心理的マルトリートメントの間に直接的な関係があるという研究はなされていないが，本研究では母親のコミュニケーション能力が児に対する心理的マルトリートメントに影響することを明らかにすることができた。この結果は，親の対処能力のひとつであるコミュニケーション能力をより高度に形成させることができるなら，障害児の心理的マルトリートメント発生が予防できることを意味している。

第三に，母親のコミュニケーション能力は育児負担感を通して間接的に心理的マルトリートメントに有意な影響を与えていることが明らかとなった。このとき，母親のコミュニケーション能力から育児負担感へのパス係数は－ 0.23 となっており，母親のコミュニケーション能力が高ければ，育児負担感が軽減すること，ひいては心理的マルトリートメントの予防につながる要素と成り得ることが示唆された。前述した Hillson らのモデル[21]では，適切な資源があれば，親は積極的なプランニングや回避などのような対処行動をとりやすくなり，逆に，マルトリートメントといった対処行動を軽減もしくは防止することも可能であると仮定している。この結果は，十分かつ有効な対処資源がありさえすれば，親は適切な対処行動を選択しやすくなり，マルトリートメントのような不適切な育児行動は選択されにくくなるという Hillson らのモデルを支持するものと言える。

以上の結果を要約するなら，本研究では，知的

障害児の母親の育児負担感が高ければ高いほど心理的マルトリートメントを行う傾向にあるが，母親のコミュニケーション能力は児に対する心理的マルトリートメントに直接的のみならず，間接的には育児負担感の軽減化を通して心理的マルトリートメントを抑制することを明らかにした。このことは狭義にはHillsonらの児童虐待発生プロセスに関連するモデルがほぼ支持されたこと，広義にはLazarusらの認知理論が検証されたことを意味する。知的障害児を養育する家族，とりわけ，母親は障害児とのコミュニケーションの困難に戸惑い，コミュニケーション能力のなさも相まって，母親の育児負担感が増大してしまうことが危惧される。本研究の結果を踏まえて，今後の課題として，障害児の母親のコミュニケーション能力を高めるための支援策の開発が必要と言える。日本では1974年に米国で開発されたインリアル・アプローチ（Inter Reactive Learning and Communication）が導入され，現在，その技法が活用されている。このアプローチでは障害の重い子どものコミュニケーション発達を支援する際に，関わる側のコミュニケーション能力を重視しているが，子どものそれぞれの障害や病因によるつまずきや弱さに対する知識をもつこと，子どもの行動の読み取り，意図の理解の技術が必要とされている。本研究で使用した母親のコミュニケーション能力は，インリアル・アプローチで用いられている関わる側のコミュニケーション技法を参考に作成したものである。このようなアプローチ方法を障害児の母親のコミュニケーション能力の向上に役立てることもできよう。加えて，例えば，知的障害児通園施設や保育所，幼稚園など，障害児と直接関わる保育者が子育てに関する知識と技術を基礎に，母親に必要な助言や支援を行うことで，母親のコミュニケーション能力にプラスの効果が得られる指導が望まれる。また，障害児の家族を対象とした自助グループを活用し母親がお互いに自身の経験を話し合い，意見を交換し合うことも，障害児の特性を理解することに繋がろう。以上，障害児の母親に対する支援策を提言したが，さらに障害の種類や程度，児の年齢や家族要因などとの関連を考慮しつつ，個々のニーズに応じた支援方法をとることが重要と言える。ただし，障害児家族のマルトリートメントの発生は，ある単一の要因からは説明しきれず，今後は，コミュニケーション能力のみならず，さらなる心理的マルトリートメントの発生予防の手立てとなる個人の心理的・生理的要因，社会的・文化的要因，個人と環境との関係的要因の検討を加えながら，より適切な育児問題に関連したストレスの対処や援助方法を開発していくことが急務と思料する。

文　献

1）細川徹，本間弘明：我が国における障害児虐待の実態とその特徴．厚生科学研究（子ども家族総合研究事業）平成13年度報告書，382−390，2002.

2）Verdugo M A, Bermejo B G, Fuertes J : The maltreatment of intellectually handicapped children & adolescents. Child Abuse & Neglect, 19（3）: 205−215, 1995.

3）Sullivan P, Kutson J : Maltreatment & disabilities : A population-based epidemiological study. Child Abuse & Neglect, 24（10）: 1257−1273, 2000.

4）Sobsey D : Exceptionality, Education, & Maltreatment. Exceptionality, 10（1）: 29−46, 2002.

5）Knutson J, Sullivan P : Communicative disorders as a risk factor in abuse. Topics in Language Disorders, 13（4）: 1−14, 1993.

6）Sobsey D, Rand all W, Parrila R K : Gender differences in abused children with &without disabilities. Child Abuse & Neglect, 21（8）: 707−720, 1997.

7）新美明夫，植村勝彦：心身障害幼児をもつ母親のストレスについてストレス尺度の構成．特殊教育学研究，18（2）: 18−33, 1980.

8）稲浪正充，小椋たみ子，Catherine Rodgers，他：障害児を育てる親のストレスについて．特殊教育学研究，32（2）: 11−21, 1994.

9）中嶋和夫，齋藤友介，岡田節子：育児負担感指標に関する因子不変性の検討．東京保健科学学会誌，2（2）: 176−184, 1996.

10）Lazarus R S, Folkman S : STRESS, APPRAISAL, & COPING, 1984（＝本明寛，春木豊，織田正美監訳;ストレスの心理学 認知的評価と対処の研究．実務教育出版，1991）

11）Rodriguez C, Green A : Parenting stress and anger expression as predictors of child abuse potential.

Child Abuse & Neglect, 21 : 367–377, 1997.
12）山野則子 : 育児負担感と不適切な養育関連モデルの実証的研究 共分散構造方程式モデリングによる分析. 梅花女子大学現代人間学部紀要, 3 : 25–32, 2006.
13）高橋重宏, 庄司順一 : 福祉キーワードシリーズ 子ども虐待. 中央法規出版, 2002.
14）小林隆児 : 関係障害から見た自閉症理解と治療. 発達, 78(20) : 22–35, 1999.
15）蓬郷さなえ, 中塚善次郎, 藤居真路 : 発達障害児をもつ母親のストレス要因(I). 鳴門教育大学学校教育センター紀要, 1 : 39–47, 1987.
16）McGee R, Wolfe D A : Psychological maltreatment : Towards an operational definition. Development and Psychopathology, 3 : 3–18, 1991.
17）李仙恵, 朴志先, 中嶋和夫, 他 : 知的障害児の母親を対象とする心理的マルトリートメント測定尺度の開発. 日本保健科学学会誌, 14(3) : 144–154, 2011.
18）坂口しおり : 障害の重い子どものコミュニケーション評価と目標設定. ジアース教育新社, 16–20, 2006.
19）中嶋和夫, 齋藤友介, 岡田節子 : 母親の育児負担感に関する尺度化. 厚生の指標, 46(3) : 11–18, 1999.
20）Lazarus R S, Folkman S : Transactional theory and research on emotions and coping. European Journal of Personality, 1(3) : 141–169, 1987.
21）Hillson J M, Kuiper N A : A stress and Coping Model and Child Maltreatment. Clinical Psychology Review, 14(4) : 261–285, 1994.
22）豊田秀樹 : 共分散構造分析 入門編 構造方程式モデリング. 朝倉書店, 177, 1998.
23）山本嘉一郎, 小野寺孝義編 : Amosによる共分散構造分析と解析事例. ナカニシヤ出版, 7, 1999.
24）田部井明美 : SPSS完全活用法共分散構造分析(Amos)によるアンケート処理. 東京図書, 145–146, 2001.
25）渡部奈緒, 岩永竜一郎, 鷲田孝保 : 発達障害幼児の母親の育児ストレス及び疲労感—運動発達障害児と対人・知的障害児の比較. 小児保健研究, 61(4) : 553–560, 2002.

Abstract : The purpose of this study was to examine the impacts of maternal communication skill of children with mental disabilities on parenting stress and psychological maltreatment. The study subjects were mothers of children using the 12 day care institutions for children with mental disabilities. The data from 162 mothers were used for statistical analysis. The hypothesized conceptual model was constructed to examine the impact of maternal communication skill on psychological maltreatment directly, or through parenting stress indirectly. The questionnaire consisted to mother's demographic characteristics (age, the number of children, education), child's demographic characteristics (sex, age, degree of mental disabilities), maternal communication skill, parenting stress and psychological maltreatment. The above causal model was examined using structural equation modeling. This model performed well in term of CFI = 0.895, RMSEA = 0.092. The result indicated that improving maternal communication skill would decrease psychological maltreatment of children with mental disabilities.
Key words : children with mental disabilities, mother, communication skill, parenting stress, psychological maltreatment

（2012 年 11 月 28 日　原稿受付）

■原著

健常者に対する有酸素性運動と低周波電気刺激を併用した運動が運動耐容能及び筋力に及ぼす影響

The Effects of A Combination of Aerobic Exercise and Low-frequency Electrical Stimulation on Exercise Capacity and Muscle Strength for Healthy Subjects

見供　翔[1,2]，竹井　仁[1]，石井彩也香[2]，市川　和奈[1,3]

Sho Mitomo[1,2], Hitoshi Takei[1], Ishii Sayaka[2], Kazuna Ichikawa[1,3]

要　旨：本研究は，有酸素運動と低周波電気刺激を併用した運動が運動耐容能及び下肢筋力に及ぼす影響を検討した。対象は有酸素運動実施群（運動群）6名と有酸素運動と低周波電気刺激の併用群（併用群）6名とし，両群とも2週間の有酸素運動を実施し，その後4週間 , 運動群は有酸素運動を , 併用群は有酸素運動と低周波電気刺激を行った。その後2週間，運動群は運動を中止し , 併用群は低周波電気刺激のみを実施した。結果，運動群のAT$\dot{V}O_2$は6週後に増加傾向を示した。併用群のAT$\dot{V}O_2$は6週後と8週後に，Peak$\dot{V}O_2$は6週後に , 等尺性右膝伸展筋力は8週後に増加した。併用群のAT$\dot{V}O_2$は運動群に比べ6週後に高い傾向を示し，8週後に高い値を示した。併用群のPeak$\dot{V}O_2$は運動群に比べ6週後と8週後に高い値を示した。結果から , 運動耐容能を向上させるためには有酸素運動と低周波電気刺激を併用するほうが効果を得られることが示唆された。

キーワード：最高酸素摂取量，運動耐容能，低周波電気刺激

I　はじめに

長年，健康づくりのための身体活動としてジョギングや速歩といった有酸素性運動が奨励されてきた。しかし近年，運動耐容能向上を目的としたトレーニングとして有酸素性運動と無酸素性運動を併用することが重要視されている[1)]。

エルゴメーターなどを利用した持久力トレーニングは筋の持続的作業能力の向上を図るべく，糖質や脂質を酸化してエネルギーを供給するための酸化酵素を高めて好機的エネルギー産生機構を賦活化させることを目的とした運動である。一方，無酸素性運動の代表例であるレジスタンストレーニングはクレアチニン酸機構や乳酸性機構，すなわち嫌気性エネルギーが主体となる運動である。このふたつの運動を併用することにより有酸素性運動と無酸素性運動という異なる2種のエネルギー供給系が健康作りのための運動として，近年注目されている。

1　首都大学東京大学院人間健康科学研究科理学療法科学域　Department of Physical Therapy, Graduate School of Human Health Sciences, Tokyo Metropolitan University

2　社会医療法人河北医療財団河北総合病院　Kawakita General Hospital

3　千川篠田整形外科　Senkawa Shinoda Orthopaedic Hospital

先行研究でも，有酸素性運動と無酸素性運動を併用した群は最高酸素摂取量の増加率が大きいとの報告がある[1)]。

しかし，実際に有酸素性運動と無酸素性運動を併用したトレーニングを実施する中で，入院中の長期臥床に伴った身体的脱調節により，適切な強度かつ定常的な負荷をかけることが困難な症例を多く経験する。

低周波電気刺激は筋収縮が困難，もしくは不十分な骨格筋に対し電気刺激を用いて他動的に筋収縮を引き起こし，筋萎縮の予防や筋力強化を促す介入方法である。心疾患患者に対する低周波電気刺激に関する先行研究は多く存在し[2〜5)]，機能的電気刺激は慢性心不全患者において安全かつ有酸素性運動に代用できるトレーニングであると報告[2)]されている。また，心臓外科周術期に心臓リハビリテーションと電気刺激を併用した群において下肢筋力が有意に増加したと報告[3)]されている。

上記のような先行研究から我々は，身体的脱調整により，有酸素性運動と無酸素性運動を併用することが困難な患者に対して，有酸素性運動と低周波電気刺激を併用することが，より運動耐容能向上を引き起こすことができるのではないかと仮説を立てた。

しかし，有酸素性運動と低周波電気刺激を併用した運動が呼吸循環および筋力へ与える影響についての研究はない。また，有酸素性運動のみ，もしくは有酸素性運動と低周波電気刺激を併用して得られた運動耐容能向上や筋力向上が，有酸素性運動終了後にどのような経緯をたどるかについての報告もない。そこで，本研究では健常者に対する有酸素性運動と低周波電気刺激を併用した運動が，最高酸素摂取量(Peak$\dot{V}O_2$)・嫌気性代謝閾値での酸素摂取量(Anaerobic Threshold $\dot{V}O_2$：以下AT$\dot{V}O_2$)・下肢筋力に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

II　方法

12名の呼吸・循環器疾患および整形外科疾患の既往がない健常男性を対象とした。対象の平均年齢は30.0(24〜39)歳，平均身長・体重の平均(標準偏差)はそれぞれ172.5(6.5)cm，66.4(7.4)kgであった。対象者にはヘルシンキ宣言に基づき，研究の概要を十分に説明した後に，書面にて同意を得た。同意の得られた対象者を有酸素性運動のみを実施する群(以下：運動群)6名と有酸素性運動と低周波電気刺激を併用して実施する群(以下：併用群)6名に無作為に振り分けた。運動群の平均年齢は30.5(23〜39)歳，平均身長は172.0(6.3)cm，平均体重は66.4(8.3)kgであり，併用群の平均年齢は29.5(24〜37)歳，平均身長は173.0(7.3)cm，平均体重は66.3(7.2)kgであった。

トレーニング課題として，運動群は有酸素性運動を，併用群は有酸素性運動に加えて低周波電気刺激を実施した。トレーニング課題および介入期間は**図1**に示したように，両群とも開始から2週間自転車エルゴメーターを用いた有酸素性運動のみ実施し(1期)，その後4週間にわたり運動群は有酸素性運動のみを，併用群は有酸素性運動と低周波電気刺激を実施した(2期)。その後，2週間にわたり運動群は運動を中止し，併用群は低周波電気刺激のみを実施した(3期)。

測定項目はAT$\dot{V}O_2$(単位：ml/min/kg)とPeak$\dot{V}O_2$(単位：ml/min/kg)および右膝関節等尺性伸展筋力(単位：Nm/kg)とし，すべての測定項目は介入前と各期終了後に測定した。Peak$\dot{V}O_2$は，呼気ガス分析装置(Cpex-1, インターリハ株式会社)を使用してランプ式運動負荷試験から算出した。AT$\dot{V}O_2$は負荷中8秒毎の各種呼気ガスデータをコンピューターにて画像処理した後にV-slope法を用いて算出した。右等尺性膝関節伸展筋力は，呼気ガス分析とは異なった日に等尺性筋力測定器(COMBIT CB-2, ミナト医科学社製)を用いて測定した。右等尺性膝関節伸展筋力は，体幹部・骨盤部・大腿部・下腿部を十分に固定した後に，膝関節屈曲45°で3秒間の右等尺性膝関節伸展筋力を測定した。測定値は，3回実施した測定値の平均値体重で除した値とした。それぞれの試行間には，筋疲労を考慮し1分間の十分な休憩を入れた。

有酸素性運動は，呼気ガス分析装置を用いて算出したATレベルにおける負荷強度での20分間の自転車エルゴメーター駆動とした。ATレベル

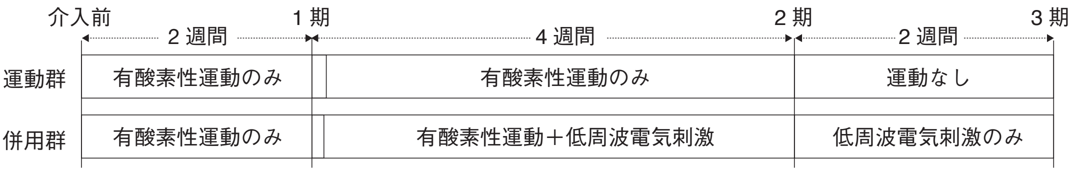


図 1　介入期間について

表 1　運動群における各測定項目の変化について（AT$\dot{V}O_2$，Peak$\dot{V}O_2$ の単位：ml/min/kg，右等尺性膝関節伸展筋力の単位：Nm/kg）

介入期間	AT$\dot{V}O_2$	Peak$\dot{V}O_2$	右等尺性膝関節伸展筋力
介入前	21.0（3.1）	37.2（ 7.0）	2.79（0.48）
1 期	16.7（6.7） †	37.0（10.3）	3.03（0.25）
2 期	21.7（5.0） †	44.0（10.8）	3.22（0.46）
3 期	18.5（3.2）	35.9（ 7.9）	3.19（0.47）

平均値（標準偏差），＊：$p < 0.05$　†：$0.05 \leqq p < 0.1$

表 2　併用群における各測定項目の変化について（AT$\dot{V}O_2$，Peak$\dot{V}O_2$ の単位：ml/min/kg，右等尺性膝関節伸展筋力の単位：Nm/kg）

介入期間	AT$\dot{V}O_2$	Peak$\dot{V}O_2$	右等尺性膝関節伸展筋力
介入前	20.0（2.1）	42.5（ 4.5）	3.11（0.72）
1 期	22.6（5.1）	49.7（10.7）	3.49（0.75）
2 期	28.6（6.3） ＊ ＊ ＊	56.0（ 7.4） ＊	3.62（0.62） ＊
3 期	26.5（6.8）	50.2（ 7.2）	3.98（0.97）

平均値（標準偏差），＊：$p < 0.05$

の負荷強度は各期終了後に呼気ガス分析装置を使用して測定した値とし，運動強度を各期毎に設定した。また，自転車エルゴメーター駆動のクランクの回転数は 60 回転/分とした。

低周波電気刺激（Compex，日本シグマックス株式会社）は対象筋を両側大腿四頭筋とし，各筋の走行に沿ってそれぞれ表面電極を添付して実施した。電極を添付する際に，あらかじめ皮膚をスキンピュアーにて十分に処置を行った上で 45 ～ 55 mA の範囲で被験者が不快と感じない電流をトレーニング毎に決定し，「筋力強化」モードを使用して 15 分間の電気刺激を実施した。低周波電気刺激の周波数は 100 Hz から開始し，時間とともに漸減する設定とした。また，低周波電気刺激のモードは強く早い筋収縮の後，休止するサイクルのものとした。実施肢位は地面に足部を接地した状態で股関節および膝関節屈曲 90°となる端座位とし，筋収縮形態は等尺性収縮にて行った。有酸素性運動および低周波電気刺激の頻度は週 3 回の頻度で実施した。

統計学的分析には SPSS12.0J を用いて，二元配置分散分析を実施し，主効果を確認した後に，群内比較には多重比較法として LSD 法を，群間比較には対応のない t 検定を実施した。有意水準は 5% とした。

III　結果

1．群内トレーニング効果比較

運動群のトレーニング効果について**表 1** に示した。

運動群の AT$\dot{V}O_2$ は 1 期後に比べ 2 期後に有意な増加傾向（$p = 0.09$）を示し，Peak$\dot{V}O_2$ において有意な変化は示さなかった。右等尺性膝関節伸展筋力についても有意な変化は示さなかった。

併用群のトレーニング効果について**表 2** に示した。

併用群の AT$\dot{V}O_2$ は介入前に比べ 2 期後で，そして 1 期後に比べ 2 期後において有意な増加を示

表3　測定項目ごとにおける運動群と併用群の群間比較（AT$\dot{V}O_2$，Peak$\dot{V}O_2$ の単位：ml/min/kg，右等尺性膝関節伸展筋力の単位：Nm/kg）

		介入前	1期	2期	3期
AT$\dot{V}O_2$	運動群	21.0（ 3.1）	16.7（ 6.7）	21.7（ 5.0） †	18.5（ 3.2） ＊
	併用群	20.0（ 2.1）	22.6（ 5.1）	28.6（ 6.3）	26.5（ 6.8）
Peak$\dot{V}O_2$	運動群	37.2（ 7.0）	37.0（10.3）	44.0（10.8） ＊	35.9（ 7.9） ＊
	併用群	42.5（ 4.5）	49.7（10.7）	56.0（ 7.4）	50.2（ 7.2）
右等尺性膝関節伸展筋力	運動群	2.79（0.48）	3.03（0.25）	3.22（0.46）	3.20（0.47）
	併用群	3.11（0.72）	3.49（0.75）	3.62（0.62）	3.98（0.97）

平均値（標準偏差），＊：$p < 0.05$　†：$0.05 \leqq p < 0.1$

した。また，介入前に比べ3期後において有意な増加を示した。Peak$\dot{V}O_2$ は介入前に比べ2期後で有意な増加を示した。右等尺性膝関節伸展筋力は介入前に比べ3期後において有意な増加を示した。

2. 群間トレーニング効果比較

群間のトレーニング効果の比較の結果を**表3**に示した。

併用群のAT$\dot{V}O_2$ は，運動群に比べて2期後に有意に高い傾向（$p = 0.065$）を示し，3期後に有意に高い値を示した。併用群のPeak$\dot{V}O_2$ は，運動群に比べて2期後および3期後に有意に高い値を示した。右等尺性膝関節伸展筋力は有意な差を示さなかった。

Ⅳ　考察

1. 有酸素性運動における効果について

結果から，有酸素性運動のみを実施した運動群のAT$\dot{V}O_2$ は2期後において有意な増加傾向を認めたが，すべての期におけるAT$\dot{V}O_2$ およびPeak$\dot{V}O_2$ は介入前に比べて有意な増加を示さなかった。

持久力トレーニングに対するミトコンドリアの適応は，まず酵素を発現し，トレーニングが長期にわたるとミトコンドリアの数を増加させると報告している[6)]。また，骨格筋の毛細血管は持久性トレーニングによって発達することが多くの研究で確かめられており，毛細血管がよく発達している筋では筋細胞内のミトコンドリアの密度も高いことが明らかにされている[6)]。加えて，ミトコンドリアは毛細血管からの酸素拡散距離が非常に短い場所に多く分布しており，酸素の受け取りを効率よく行っていると報告している[6)]。

本研究の結果において，有酸素運動を6週実施した2期におけるAT$\dot{V}O_2$ は介入前に比べて 0.7 ± 4.6（ml/min/kg）と増加は示さなかったが，Peak$\dot{V}O_2$ は 6.75 ± 5.88（ml/min/kg）と増加傾向を示した。しかし，AT$\dot{V}O_2$ およびPeak$\dot{V}O_2$ は介入前に比べどの期においても有意な増加は示さなかった。井上ら[1)]は，有酸素運動を実施した群においてPeak$\dot{V}O_2$ の有意な増加を示さなかった点において対象者の日常生活における活動水準と，個人の持って生まれた素質的条件との差によってばらつきが生じると述べている。そのため，本研究においても対象者の活動水準と個人の素質的条件の差によってばらつきが生じ，AT$\dot{V}O_2$ およびPeak$\dot{V}O_2$ の有意な増加を示さなかったと考える。

2. 有酸素性運動と低周波電気刺激を併用することの効果について

併用群のAT$\dot{V}O_2$ は介入前に比べ2期後および3期後，1期後に比べ2期後において有意な増加を示し，Peak$\dot{V}O_2$ は介入前に比べ2期後で有意な増加を示した。右等尺性膝関節伸展筋力は介入前に比べて3期後において有意な増加を示した。併用群と運動群の群間比較を実施したところ，AT$\dot{V}O_2$ では併用群が2期後において有意に高い傾向を示し，3期後に有意に高い値を示した。Peak$\dot{V}O_2$ では併用群が2期後および3期後に有意に高い値を示した。

骨格筋に対する低周波電気刺激の有効性は多く存在する[5,7〜10)]。その中でも，随意収縮による筋活動は，サイズの原理に基づき運動強度が高くなるにつれて遅筋線維から徐々に速筋線維が動員される[7)]。一方で，電気刺激では速筋を支配する

太い軸索の神経から最初に興奮し，強度が強くなるにつれて遅筋を支配する細い軸索の線維が動員される特徴があり，容易に最大筋力に影響する速筋線維を刺激することが可能であると報告されている[7]。また，Quittanら[8]は，低周波電気刺激はTypeⅡ線維の収縮を促しやすいことを報告し，中居ら[9]は，ラット前脛骨筋に対して低周波電気刺激を行った結果，TypeⅡa線維およびTypeⅡb線維のどちらも筋線維肥大の効果を認めたと報告している。Ecclesら[10]は，支配神経から速筋は高頻度のパルス刺激(30～60 Hz)を受け，遅筋は低頻度のパルス刺激(10～20 Hz)を受けていると述べている。これらの先行研究において，低周波電気刺激は経皮的に神経や骨格筋を刺激し，骨格筋を他動的に収縮させ，筋萎縮や筋力低下および筋力増強効果を可能にする。加えて，筋の支配神経との関係を利用して低周波電気刺激の周波数を変化させることは，選択的な筋線維の収縮および肥大効果につながると考える。

低周波電気刺激を実施した併用群において，その特徴であるTypeⅡ線維を支配する太い軸索の神経を容易に興奮させることができた点，本研究で使用した低周波電気刺激の周波数が100 Hzから時間の変動に合わせて周波数が漸減する設定である点によりTypeⅡ線維の選択的な収縮引き起こすことが可能であったと考える。

短時間の激しい運動は解糖系によるATP再合性を高めるが，筋細胞内にはH^+が遊離され，H^+を緩衝系で緩衝しきれないと筋のpHが低下し，運動を継続していくのに必要なATPの産生に後れを生じさせ，筋疲労をまねく。加えて，タイプⅠ線維に比してタイプⅡ線維の緩衝能は高いため，タイプⅡ線維の発達により運動時の組織pHの低下を抑え，無酸素運動能力を向上させることが可能であると報告されている[11]。また，筋における酸素の利用は活動筋の筋線維構成と密接に関連するという報告[12]や大腿四頭筋の最大筋力および筋持久力は最大酸素摂取量との関連も強いと報告[13]している。

以上のことから，有酸素性運動に低周波電気刺激を併用することは，有酸素性運動による運動耐容能の向上に加えて低周波電気刺激の効果である大腿四頭筋の中でも特にTypeⅡ線維の選択的な筋線維の収縮を引き起こした結果，AT$\dot{V}O_2$やPeak$\dot{V}O_2$の増加を認めたと考える。そして，今回の結果においてAT$\dot{V}O_2$やPeak$\dot{V}O_2$を向上させるためには有酸素性運動のみならず，低周波電気刺激を併用して実施するほうがより大きな効果が期待できることが示唆された。加えて，運動耐容能向上を目的とした運動療法を展開する上で，骨格筋という因子を考慮する必要性を唱える先行研究を支持する結果となったと考える。

3. 本研究の結果に基づいた臨床への応用について

臨床において，心機能低下が重度である患者や下肢骨格筋の廃用に対して積極的な運動を実施することができない患者が多く存在する。そして，そのような患者に対して従来の有酸素性運動を積極的に実施することができないことや効果的な負荷量を設定した下肢筋力強化を実施することが困難な状況を多く経験する。

本研究の結果から，有酸素性運動と低周波電気刺激を併用する運動が，有酸素性運動のみを実施する事に比べ，より運動耐容能を向上させ，運動終了後に低周波電気刺激のみを継続することで，運動耐容能の低下を防ぐことが可能であるが示唆された。

先行研究では慢性心不全患者における末梢の骨格筋の酸化能力の低下は，初期の疲労やエクササイズ能力の制限を引き起こす因子として報告している[16]。また，骨格筋はWhole bodyの観点で，体力向上と活動性改善に不可欠な内部分泌器官として捉える必要があると提言されている[17]。そのため，骨格筋を体力向上と活動性改善に不可欠な内部分泌器官として捉え，患者の心機能や骨格筋を中心とした身体機能，モチベーションなどに合わせた運動療法を展開する必要があると考える。もともと全身持久力が低い対象者は筋力トレーニングの方が最大酸素摂取量の増加が多く，全身持久力が高いものは持久力トレーニングによって最大酸素摂取量が増加するという報告がある[18]。つまり，脆弱な対象者ほどレジスタンストレーニングが重要であるということを示している。以上のことから，低心機能や骨格筋の廃用を

認めているため有酸素性運動も実施できない患者に対して，ひとつの介入方法として低周波電気刺激を実施することや，有酸素性運動とレジスタンストレーニングを実施することが困難な患者に対しては有酸素性運動のみ，もしくは有酸素性運動と低周波電気刺激を併用するなど，患者の状態に合わせて介入方法を検討する必要があると考える。加えて，初期には低周波電気刺激を，その次の段階では有酸素性運動のみを，次には有酸素性運動と低周波電気刺激を，最終的には有酸素性運動とレジスタンストレーニングを実施するといった階層化した運動療法を展開していく必要があると考える。

筋力強化は筋力低下や弱化を防ぐために慢性心不全患者において推奨されるべきであり，同様に，日常活動時の活動筋の仕事量を減少させることができると報告されている[16]。筋力強化を目的とした一つの介入方法である低周波電気刺激は，慢性心不全患者における筋パフォーマンスとエクササイズ能力において有益な変化をもたらし，低周波電気刺激は自転車トレーニングに変わる心不全患者のプログラムの一つになりうると報告している[14]。また，心不全患者に対する 8 週間の電気刺激トレーニングを実施したところ，等尺性膝関節伸展ピークトルクが 13％ 増加し，最大等尺性膝関節伸展収縮は 20％ 増加したため，心不全患者に対する電気刺激は，筋力トレーニングを期待できる方法であると報告している[15]。加えて，心不全患者における低周波電気刺激は，エクササイズ耐性と最大酸素摂取量の強化と QOL の向上をもたらすと報告している[2]。心不全患者に対してホームエクササイズの一つとして，低周波電気刺激はモチベーションの低い患者でもトレーニングすることが可能であり[18]，運動耐容能を向上することができるといった報告もなされている[14]。

本研究の結果において，併用群において有酸素運動終了後も低周波電気刺激のみを継続することで，併用群の AT$\dot{V}O_2$ は介入前に比べ有意に高い値を示すとともに Peak$\dot{V}O_2$ は運動群に比べ併用群では有意に高い値を示した。そのため，ホームプログラムやリハビリを終了した後の介入方法のひとつとして，低周波電気刺激を継続することは，運動耐容能の低下を図ることが可能であり，低周波電気刺激はホームプログラムのひとつの有用な介入方法であると考える。

4. 本研究の限界について

本研究の限界は，本研究において対象者は健常男性であること，対象者数も 1 群において 6 名の計 12 名と少ないこと，そのことに伴い統計学的処理の検定力が弱いこと，トレーニング前後での大腿四頭筋の生検を行っていないため生理学的に考察することが困難であることが挙げられる。加えて，低周波電気刺激を実施するうえで，運動中の $\dot{V}O_2$ の変化やエネルギー消費量の変化を捉える必要があると考える。身体作業量は，有酸素性運動のみを実施している群に比べ有酸素性運動に低周波電気刺激を併用した群において多いことが推測される。そのため，群間で介入時の酸素摂取量やエネルギー消費量を等しくすることで，より低周波電気刺激の効果を強調することができると考える。

そのため，今後は被験者数を多く実施し，実際の患者における効果を検討していくとともに生理学的な面での評価を行っていく必要があると考える。

V　おわりに

本研究は，健常者に対する有酸素性運動と低周波電気刺激を併用した運動が，最高酸素摂取量と無酸素性閾値での酸素摂取量および下肢筋力に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。本研究の結果から，AT$\dot{V}O_2$ や Peak$\dot{V}O_2$ を向上させるためには有酸素性運動のみならず，低周波電気刺激を併用して実施するほうがより大きな効果が期待できることが示唆された。ただし，本研究の対象者は健常男性であり，被験者数が少なかった。しかしながら，本研究の結果は運動耐容能改善や運動耐容能低下予防を目的とした運動療法の一つとして重要な意義を持つと考える。

文　献

1）井上佳和，駒井説夫，宮本謙三：有酸素性トレーニングとレジスタンストレーニングの併用が Peak$\dot{V}O_2$

に及ぼす影響．土佐リハビリテーションジャーナル, 1 : 1–9, 2002.
2）Apostolos Karavidas, Sophia M. Arapi, et al. : Functional electrical stimulation of lower limbs in patients with chronic heart failure. Heart Fail Rev, 15 : 563–579, 2010.
3）神谷昌孝, 山田澄夫, 八木了, 他 : 心臓手術後の下肢筋力低下に対する電気刺激療法の効果．日本心臓リハビリテーション学会誌心臓リハビリテーション, 10(1): 113–116, 2005.
4)斎藤正和, 長山雅俊, 永尾久美子 : 入院期心疾患患者に対する低周波電気刺激の安全性についての検討．心臓リハビリテーション, 10 : 23–26, 2005.
5）新出敏治 : 電気刺激による筋力増強の有効性．富山県理学療法士会学術誌, 4 : 17–18, 1991.
6）福永哲夫 : 筋の科学辞典—構造・機能・運動—，朝倉書店, 東京, 2002.
7）河戸誠司, 千住秀明, 濱出茂治 : 大腿四頭筋に対する電気的遠心性収縮の筋力増強効果に関する研究．理学療法科学, 23(3) : 333–336, 2010.
8）Quittan M, Andrea S, Gunther W : Strength improvement of knee extensor muscles in patients with chronic heart failure by neuromuscular electrical stimulation. Artif Organs, 23(5): 432–435, 1999.
9）中居和代, 沖田実, 豊田紀香 : ラット前脛骨筋に対する異なる周波数での経皮的電気刺激が筋線維肥大効果に及ぼす影響．長崎理学療法, 4 : 18–23, 2003.
10）Eccles J C, Eccles R M, Lundberg A : The action potentials of the alpha motoneurones supplying fast and slow muscles. J Physiol,142 : 275–291, 1958.
11）大石修司, 中村博幸, 松岡健 : 運動負荷方法．THE LUNG perspectives, 9(2): 180–184, 2001.
12）宮村実晴 : 身体トレーニングと酸素運搬能．呼吸, 10(2): 179–187, 1991.
13）重田暁, 松永篤彦 : 最大酸素摂取量と下肢筋力及び筋持久力についての一考察．理学療法学, 21 : 105, 1994.
14)Harris S, LeMaitre J P, Mackenzie G, et al. : A rondomised study of home-based electrical stimulation of the legs and conventional bicycle exercise training for patients with chronic heart failure. European Heart Journal, 24 : 871–878, 2003.
15）Quittan M, Sochor A, Wiesinger G F ,et al. : Strength improvement of knee extensor muscles in patients with chronic heart failure by neuromuscular electrical stimulation. ArtifOrgans, 23(5): 432–435, 1999.
16）小泉龍一, 古澤一成 : 体力低下と低活動．Journal of Clinical Rehabilitation , 17(2): 123–128, 2008.
17）Hautala A J, Kiviniemi A M, Makikallio T H, et al. : Individual differences in the response to endurance and resistance training, Eur J Appl Physiol, 96(5): 535–542, 2006.
18）山田深 : レジスタンストレーニングの効果と進め方．臨床スポーツ医学, 25(11): 1277–1284, 2008.

Abstract : The purpose of this study was to examine the effects of aerobic exercise and low-frequency electrical stimulation on exercise capacity and muscle strength for healthy subjects. Subjects were divided into two groups; the group of only aerobic exercise (exercise group) :the combined training group of aerobic exercise and low-frequency electrical stimulation (combination group, n=6). Motor tasks were performed aerobic exercise in both group at the first two weeks. Four weeks thereafter the exercise group performed only aerobic exercise, the combination group performed aerobic exercise and low-frequency electrical stimulation. Then, two weeks thereafter, exercise group discontinued the exercise, the combination group were conducted only low-frequency electrical stimulation. The result, in the exercise group, AT$\dot{V}O_2$ showed a tendency to increase after 6 weeks. In the combination group, AT$\dot{V}O_2$ increased after 6weeks and 8weeks. Peak$\dot{V}O_2$ increased at 6 weeks. The right isometric knee extension strength increased after 8 weeks. In the combination group, AT$\dot{V}O_2$ tended high after 6weeks than the exercise group and increased at 8 weeks than the exercise group. Peak$\dot{V}O_2$ of the combination group increased at 6weeks and 8 weeks. As the results, in order to improve exercise capacity ,it was suggested that the combination of aerobic exercise and low-frequency electrical stimulation had more possibility for the gain of exercise capacity.
Key words : Peak$\dot{V}O_2$, exercise capacity, low-frequency electrical stimulation

（2012 年 10 月 24 日　原稿受付）

■原著

急性期脳卒中患者における麻痺側下肢への荷重バイオフィードバックを利用した起立練習の効果

Effect of sit-to-stand exercise used weight bearing biofeedback on the affected limb following acute stroke

國枝　洋太[1]，金子　誠喜[2]，今井　智也[1]，三木　啓嗣[1,3]

Yota Kunieda[1], Seiki Kaneko[2], Tomoya Imai[1], Hiroshi Miki[1,3]

要　旨：脳卒中発症後の効果的な理学療法実施のために，急性期脳卒中患者に対して荷重バイオフィードバック（BF）機器を用いた起立練習が，座位での麻痺側下肢荷重量やADL運動関連項目に及ぼす影響を検証した。発症後3日以内の初発脳卒中患者で，起立動作が軽介助または監視レベルの20名を対象とした。対象を従来どおりの理学療法に加えて起立練習時に麻痺側下肢へ荷重BFを利用する10名と，従来どおりの理学療法を実施する10名に割付けた。荷重BFは体重の60％以上の荷重で電子音を提示した。アウトカムとして端座位での下肢荷重量とFIMの運動関連項目を，測定開始から10日間のデータを分析した。各測定値の介入期間内の変化は，群内では有意な改善を認めたが群間では有意差を認めなかった。軽症例の急性期脳卒中患者における荷重BFを利用した起立練習は，下肢荷重量の左右対称性を改善しADL能力向上に役立つとは言えなかったが，重症度の高い患者への使用や荷重BFの提供方法の検討などにより効果的な影響を及ぼすかもしれない。

キーワード：急性期脳卒中，バイオフィードバック，起立練習

I　はじめに

脳卒中片麻痺患者における麻痺側下肢への荷重能力は，椅子からの立ち上がり，移乗，歩行，方向転換，階段昇降などのActivities of Daily Living（以下ADL）にとって重要である[1)]。発症後早期の麻痺側下肢への荷重能力を向上させることによる非対称性の改善は，起立や歩行などの動作レベル向上によりADLを改善し，二次障害を予防すると考えられる。また松田ら[2)]は急性期脳梗塞リハビリテーションに関して，2003年より急性期病院に導入されたDPC（Diagnosis Procedure Combination）に基づく包括払い制度の視点から，在院日数を短縮させるインセンティブが十分なリハビリテーションの提供に対しては抑制的に作用する可能性があると述べている。現在の急性期病院における在院日数の短縮により，入院中の理学

1　東京都済生会中央病院リハビリテーション科　Department of Rehabilitation, Tokyo Saiseikai Central Hospital

2　東京医療学院大学保健医療学部　Faculty of Medical Health Sciences, University of Tokyo Health Sciences

3　首都大学東京大学院人間健康科学研究科理学療法科学域　Department of Physical Therapy, Graduate School of Human Health Sciences, Tokyo Metropolitan University

療法提供量の減少をもたらす可能性があり，今まで以上に短い入院期間内で，早期からの効果的な理学療法実施の重要性が再認識されている。

脳卒中により生じる多様な障害に対するリハビリテーション手法をエビデンスに基づいて体系的に整理した脳卒中治療ガイドライン2009では，歩行能力の改善を図るために行う手法として，起立・着座訓練や歩行訓練などの下肢訓練の量を多くすること，筋電や関節角度を用いたBiofeedback（以下BF）療法を行うことなどが推奨されている[3)]。BF療法は，「器具を用いて，人間の内的生理的事象の正常および異常を視覚と聴覚の信号で表現し，これらの生理的事象を随意的に処理することを患者に教える手法」とされており[4,5)]，その方法を武部[5)]は筋電図，脳波，自律神経系，その他（角度，圧力，位置感覚など）の4つに分類している。その定義によれば荷重BF装置は，足底部に加わる圧力を視覚や聴覚の信号として表現している装置である。井貫ら[6)]は，荷重フィードバック装置が荷重測定という評価とBF療法という治療の両面の機能を有しており，他の様々なBF装置と比較して客観的かつ正確なフィードバックを患者訓練に行い得るものであるとしている。片麻痺患者の立位対称性の改善を目的としたBF療法を行う手段として，1978年にWannstedtら[7)]が初めて聴覚荷重フィードバック装置を使用し，麻痺側下肢荷重に対する荷重フィードバック信号の有用性を示唆しているが，その後視覚および聴覚BFを使用した姿勢調節の再学習については様々な議論がされてきた。しかし発症直後からの急性期脳卒中患者のみを対象に荷重BFを使用した報告は少ない[8,9)]のが現状である。

そこで，急性期脳卒中患者に対して荷重BF機器を用いた起立練習を行い，座位での麻痺側下肢荷重量やADL運動関連項目に及ぼす影響を検討した。

II 対象

2009年6月から2010年7月の間，発症後3日以内に当院に入院した初発の脳卒中患者209名から，取り込み基準を初期評価時の起立動作レベルが軽介助（誘導程度の介助量）または監視レベルであり，リハビリテーション室にて理学療法を10日間以上実施可能であった者とした。除外基準を両側性病変例，脳出血後の血腫除去術などの外科的治療や血管内治療を行った者，研究内容の理解が困難な高次脳機能障害または知能障害を有する者とした。また既往に下肢整形外科疾患などの有痛性疾患により，入院後理学療法介入時に荷重に影響する疼痛の訴えがある者も除外した。入院中，理学療法開始後に運動麻痺増悪や意識レベル低下など，主治医により安静度の制限を有する必要があった者も対象から除外した。除外基準を含まず取り込み基準を満たした患者に対し，リハビリテーション室での理学療法初日に本研究の内容・趣旨を説明し，同意書にて同意が得られた患者20名を対象とした。なお本研究は，東京都済生会中央病院倫理審査委員会（承認番号134，143）および首都大学東京荒川キャンパス研究安全倫理審査委員会（受理番号09005，09071）の承認を得て実施した。

割付は，対象を封筒法にて，従来通りの理学療法に加えて起立練習時に麻痺側下肢足底部に聴覚荷重BFを利用する群（以下BF群）10名と，従来どおりの理学療法（ベッド上での四肢運動，起居動作練習，座位・立位練習，歩行練習，自転車エルゴメータ練習など）を実施するコントロール群（以下Con群）10名の2群に割付けた。

III 理学療法介入・評価および測定方法

1. 理学療法介入・評価

2群ともに理学療法時間は約40分とし，その中で必ず起立練習を10回以上行った。BF群の荷重BFは，anima社製部分荷重訓練装置MP-100（**図1**）を使用し，麻痺側下肢へ体重の60% 以上の荷重を行うことで電子音が鳴る設定とし，起立練習中のみ使用した。患者には「できる限り下肢に荷重して音が鳴るように起立または着座してください」と指示し起立練習を行った。なお，Con群の起立練習時にも麻痺側下肢に体重をかけながら起立・着座するように指示して実施した。アウトカムとして初めてリハビリテーション室で理学療法を実施した日から退院前日まで，端座位での下肢荷重量（麻痺側および非麻痺側）を理学療法前

図1 anima 社製部分荷重訓練装置 MP-100

表1 FIM 運動関連項目

セルフケア	
食事	
整容	
清拭	
更衣（上半身）	
更衣（下半身）	
トイレ動作	
排泄	
排尿	
排便	
移乗	
ベッド・椅子・車椅子	
トイレ	
風呂・シャワー	
移動	
歩行・車椅子	
階段	
13 項目 合計 91 点	

【自立】
7：完全自立
6：修正自立
【部分介助】
5：監視・準備
4：最小介助
3：中等度介助
【完全介助】
2：最大介助
1：全介助

FIM ; Functional Independence Measure

後で測定した。またADLの指標としてFunctional Independence Measureの運動関連項目（以下運動FIM）を評価した。

2. アウトカム測定方法

下肢荷重量の測定は，市販のアナログ体重計を使用し，治療台での端座位を基本肢位とした。測定は両足部下に2個の体重計を置いた状態で行い，座面の高さは股関節および膝関節90°屈曲位となる肢位で，治療台端と膝窩部間を拳1個分空くよう設定した。測定開始の合図とともに下肢で体重計を垂直下方向に最大努力下で5秒間押させた。その際，体幹の矢状面および前額面での動きは制限せず，体重計を押しやすい姿勢をとらせた。各患者に対し測定前に，殿部を治療台から離さないようにすること，上肢は体幹前面で可能な限り腕組みをしておくことを注意した。理学療法前後にそれぞれ2回ずつ測定し，大きい値を下肢荷重量（kg）とした。理学療法中にビデオカメラを市販体重計の値を示すデジタル部分を録画できるようにセッティングし，測定終了後録画再生にて測定値を読み取って値を記録した。

運動FIMは，13項目合計91点（**表1**）にて研究該当期間中毎日評価した。

3. 統計解析

分析は，測定初日から10日間のデータで各測定日における理学療法後の麻痺側下肢荷重量，非麻痺側下肢荷重量，運動FIM値を採用した。また，非麻痺側下肢荷重量を基準とした麻痺側下肢荷重量の割合を算出し，荷重率として分析を行った。統計分析にはSPSS 18.0を使用し，有意水準は5％とした。麻痺側下肢荷重量，荷重率，運動FIM値について，2群間での比較にMann-Whitney検定，同群内での比較にWilcoxonの符号付き順位検定を行った。

Ⅳ 結果

2群の対象の年齢，体重，発症から測定開始までの日数，在院日数，性別，診断名，損傷側，測定開始時の下肢Brunnstrom recovery stage（以下Br. Stage），感覚障害の有無，転帰先を**表2**に示すが，2群間での一様性に有意差は認めなかった。測定開始日の介入前における各データ測定値を**表3**に示す。各データともに2群間で有意差を認めなかった。

各測定値の介入期間内の変化について**表4**に示した。麻痺側下肢荷重量におけるBF群では1日目平均19.5（標準偏差6.4）kgから10日目25.6（8.2）kgへと増大し（$p < 0.05$），Con群でも1日目21.9（9.9）kgから10日目28.0（10.1）kgへと増大し（$p < 0.05$），2群ともに有意な変化を認めた。荷重率におけるBF群では1日目83.2（7.0）％から10日目92.8（14.8）％へと有意な変化を認めた（$p < 0.05$）が，Con群では1日目84.5（16.4）％から10日目84.1（15.0）％と変化を認めなかった。

表２　対象脳卒中患者の特性

	BF 群		Con 群	
	平均	（標準偏差）	平均	（標準偏差）
年齢［歳］	68.5	（ 7.8）	62.1	（14.1）
体重［kg］	62.5	（ 9.6）	63.2	（11.2）
発症から測定開始までの日数［日］	5.2	（ 3.0）	5.7	（ 1.9）
在院日数［日］	27.9	（10.1）	28.0	（ 7.1）
性別（男/女）［人］	7/3		9/1	
診断名（脳梗塞/脳出血）［人］	9/1		8/2	
損傷側（右/左）［人］	5/5		6/4	
測定開始時の下肢 Br. Stage（Ⅳ/Ⅴ/Ⅵ）［人］	1/7/2		2/4/4	
感覚障害（あり/なし）［人］	4/6		4/6	
転帰先　［人］	自宅 5/回復期転院 4/その他 1		自宅 5/回復期転院 5	

Br. Stage ; Brunnstrom recovery stage

表３　介入前の各データ測定値

	BF 群	Con 群	p 値†
麻痺側下肢荷重量［kg］	16.6（ 4.7）	20.8（ 8.3）	0.197
荷重率［%］	78.8（17.2）	84.8（18.5）	0.257
運動 FIM 値［点］	62.3（ 8.1）	65.9（14.4）	0.363

数値は平均値（標準偏差）を示す。
FIM ; Functional Independence Measure
†, Mann-Whitney 検定

表４　各測定値の介入期間内の変化

	麻痺側下肢荷重量 単位［kg］		荷重率 単位［%］		運動 FIM 値 単位［点］	
介入日	BF 群	Con 群	BF 群	Con 群	BF 群	Con 群
1 日目	19.5（6.4）	21.9（ 9.9）	83.2（ 7.0）	84.5（16.4）	62.3（8.1）	65.9（14.4）
2 日目	21.0（6.4）	25.1（ 9.1）	80.6（13.2）	84.2（17.4）	64.2（6.9）	67.1（14.1）
3 日目	23.5（8.6）	26.0（ 8.6）	87.2（ 8.7）	86.3（18.6）	65.7（7.4）	68.4（14.3）
4 日目	25.1（8.9）	25.6（10.3）	88.0（11.9）	82.7（18.2）	73.2（9.9）	73.0（14.3）
5 日目	24.7（7.2）	26.3（ 8.4）	91.4（11.1）	86.6（12.2）	74.3（9.0）	73.7（14.0）
6 日目	24.6（7.5）	25.9（ 8.3）	90.9（15.0）	82.7（12.0）	76.5（6.9）	75.5（13.7）
7 日目	24.7（8.0）	27.1（ 8.7）	87.6（12.8）	82.2（10.7）	79.9（7.7）	77.9（13.6）
8 日目	24.9（7.8）	28.3（ 8.9）	90.3（13.2）	88.1（16.6）	81.5（8.7）	78.5（12.9）
9 日目	26.4（8.2）	28.6（ 9.1）	88.3（12.0）	84.4（13.1）	82.1（8.2）	80.7（11.3）
10 日目	25.6（8.2）	28.0（10.1）	92.8（14.8）	84.1（15.0）	82.8（8.1）	82.2（10.6）
1 日目と 10 日目の群内比較	＊	＊	＊	n.s.	＊＊	＊＊

数値は平均値（標準偏差）を示す。
FIM ; Functional Independence Measure
＊ : Wilcoxon の符号付き順位検定にて $p < 0.05$
＊＊ : Wilcoxon の符号付き順位検定にて $p < 0.01$
n.s. : 有意差なし（No Significant）
麻痺側下肢荷重量と運動 FIM 値では 2 群ともに有意な変化を認めた。荷重率における BF 群では有意な変化を認めたが，Con 群では認めなかった（$p = 0.799$）。

表 5　各測定値の介入期間内の変化量

	BF 群	Con 群	p 値 †
麻痺側下肢荷重量（kg）	6.1（ 5.1）	6.1（ 6.6）	0.879
荷重率（%）	9.6（12.4）	− 0.4（13.2）	0.131
運動 FIM 値（点）	20.5（ 9.7）	16.3（ 8.5）	0.241

数値は平均値（標準偏差）を示す。
FIM ; Functional Independence Measure
†，Mann-Whitney 検定

運動 FIM 値における BF 群では 1 日目 62.3（8.1）点から 10 日目 82.8（8.1）点へと向上し（p ＜ 0.01），Con 群でも 1 日目 65.9（14.4）点から 10 日目 82.2（10.6）点へと向上し（p ＜ 0.01），2 群ともに有意な変化を認めた。また介入期間内に運動 FIM 値が満点の 91 点に達した患者数は，BF 群 3 名，Con 群 4 名であった。

しかしながら，各測定値においての 2 群間での改善量を比較した結果（**表 5**），麻痺側下肢荷重量の BF 群 6.1（5.1）kg と Con 群 6.1（6.6）kg，荷重率の BF 群 9.6（12.4）% と Con 群 − 0.4（13.2）%，運動 FIM 値の BF 群 20.5（9.7）点と Con 群 16.3（8.5）点で，麻痺側下肢荷重量（p ＝ 0.879），荷重率（p ＝ 0.131），運動 FIM 値（p ＝ 0.241）ともに有意差を認めなかった。

V　考察

1．麻痺側下肢荷重量および荷重率について

一般的に急性期脳卒中患者は，椅子からの起立や着座を行う際，意識せず常に非麻痺側下肢へ荷重する[10]ため，非麻痺側に対する麻痺側下肢の荷重率は低下していることが多いとされている。荷重 BF の先行研究では，荷重率の概念として体重を基準とした麻痺側下肢荷重量の割合を算出していることが多いが，脳卒中患者の非麻痺側下肢および麻痺側下肢の対称的体重分配の再学習は，起立・着座によって促進する[11]とされており，本研究での荷重率は，非麻痺側下肢荷重量を基準とした麻痺側下肢荷重量の割合を算出し検討項目とした。本研究における BF 群では，麻痺側下肢荷重量と荷重率の改善を有意に認め，左右対称の荷重出力が随意的に可能となったのに対し，Con 群では，麻痺側下肢荷重量において有意に改善したものの，荷重率では有意な改善を認めなかった。しかし麻痺側下肢荷重量と荷重率における改善量の群間比較では両項目ともに有意差を認めず，荷重 BF が麻痺側下肢荷重量の増加に効果があるという結論には至らなかった。Engardt ら[11]は，聴覚信号による床反力からのフィードバックを利用した理学療法が脳卒中患者の麻痺側下肢の身体能力や起立・着座時の運動機能の改善を促進するが Barthel Index（以下 BI）では介入群とコントロール群では差がなかったとし，BI に関しては本研究と類似した結果を示している。

本研究での荷重 BF を利用した起立練習において，麻痺側下肢荷重量や荷重率に効果的な改善が得られなかった。その理由として，本研究では発症直後の急性期患者を対象としており，自然回復が大いに含まれる時期で動作バランスに影響するフィードバック情報を与えているが，そのフィードバック情報を患者自身が身体イメージの中に取り込み，自身の内的イメージとして定着させるだけの情報処理能機能を構築できず，効果的な運動学習が行われていなかったことが推測される。Swinnen[12]は，結果の知識を即時的に与えることは，学習や記憶に有害であり自発的な遂行能力の向上を妨げると述べている。

また本研究における下肢荷重量の測定は，村田らにより 2004 年から紹介されている測定法[13〜15]を採用した。急性期脳卒中患者は，意識障害や運動麻痺，感覚障害，高次脳機能障害など複数の病態を呈しており，立位姿勢の保持が不安定であったり安静度の制限により立位動作が許可されていない場合もあるため，端座位での下肢荷重量の測定は発症後早期からの客観的な下肢荷重能力評価を行うにあたり有効なツールであると考えられた。しかし一方で端座位での測定で得られた下肢荷重量の値は，下肢荷重能力だけでなく座位バラ

ンス能力や体幹機能の影響を受けてしまい，純粋な下肢荷重量の評価にはなりえないと考えられ，これらの要因が本研究での麻痺側下肢荷重量や荷重率に対して介入効果として反映されなかったことが考えられる。

2. ADL 能力への効果について

運動 FIM 値の介入期間内の群内比較では，2 群ともに有意に改善していたのに対し，介入期間内での改善量を 2 群間で比較すると有意差を認めなかった。よって本研究では，荷重 BF を利用した起立練習が急性期病院入院中の ADL 能力を効果的に向上させるという結論には至らなかった。Inuki ら[9]は，発症後平均 11.6 日の脳卒中患者において，静的な立位保持での麻痺側下肢荷重率が体重の 50% に近づくほど，立位や歩行を中心とする日常生活動作能力が向上すると述べている。しかし Barclay-Goddard ら[16]は，視聴覚フィードバック機能を備えたフォースプラットフォーム訓練によって立位対称性(静的バランス)は改善したが，立位の動揺や臨床的バランス機能評価(動的バランス)の改善，もしくは歩行や日常生活動作における自立度の改善は認められなかったと述べている。また Geiger ら[17]は，発症後平均 115 日経過した脳卒中患者に対しフォースプレートを使用した BF システムでの重心移動課題を含む理学療法を実施した結果，立位対称性や重心移動能力の改善には有益であるが，歩行やその他の高次レベルでの運動やバランス課題の改善には必ずしも有益であるとは言えないと述べている。その理由として，対象者の脳卒中発症後経過期間が幅広いこと，自然回復が含まれていることを挙げている。また Engardt[18]は，患者がフィードバックに頼り過ぎてしまうことで患者自身の麻痺側下肢荷重イメージが発達せず，突然フィードバック情報がなくなることで起立や着座時の内的関連性が創造されていないため，正しいタイミングや適量の力を出せなくなると述べている。また運動 FIM 値の天井効果については，最高点である 91 点となった対象が BF 群 3 名，Con 群 4 名認めたことから，Eser ら[19]の報告と同様に本研究での対象が軽症患者であったことが関与していると考えられた。以上より本研究で荷重 BF の効果が，ADL レベルの改善として 2 群間で統計的分析による差を認めなかった理由として，BF 群における理学療法中の荷重 BF を使用した起立時の荷重感覚が，荷重情報の提示がない病棟での ADL 場面で動作改善を図るまでは反映されなかったこと，比較的軽症患者を対象としたため，運動 FIM 値の天井効果により BF 群と Con 群で差が現れなかったこと，先行文献と比較して BF 療法の介入期間が短く，介入時間内における BF 使用頻度の詳細設定を行わなかったため，荷重 BF による十分な荷重感覚が運動学習として患者自身に定着していなかったことが考えられる。

運動学習における学習段階の分類として，①認知段階，②連合段階，③自動化段階の 3 段階がよく知られている。効果的な学習のためにはそれぞれの段階でセラピストが学習者へのかかわり方を変えていかなければならない[20]。患者は，フィードバックが頻繁に与えられるとフィードバックに依存することとなり，自動化段階に進めなくなってしまうこともある[21]。そこで運動イメージ形成のために，フィードバックとしての教示の種類，量，頻度，タイミングを学習段階に応じて変化させることが求められる[22]。Guadagnoli ら[23]は，自動化段階に近づくにつれフィードバックを複数回試行後にまとめて行うようにするとよいとしているが，本研究では荷重 BF を与え続けた起立練習を介入課題としたため，理学療法後のフィードバック情報をなくした病棟での ADL 場面で患者自身が動作修正を図る連合段階に結びついていなかったことが考えられた。大橋[24]は学習者の運動学習を成立させる具体的な方法として，フィードバックの頻度を抑えてフィードバックへの依存が起こらないようにする，フィードバック付与前後に時間的な余裕を持たせ内的処理を振り返る機会を与える，いくつかの課題を用意しランダムな順序で練習させ，学習者が同一課題に対する同じ情報処理を機械的に繰り返すのを妨げながら学習を促す方法などを挙げている。また介入期間に関しては，3 ～ 8 週間の介入報告[11, 17, 19, 25, 26]が多いが，本研究では 10 日間と短期であり介入効果が測定事象に反映しにくかったのではないかと考えている。

以上より，急性期脳卒中患者の荷重BFの利用に関しては，重症度が軽症でない患者に対し，患者自身の運動学習を効果的に実施するために介入中のBF情報の提供頻度を徐々に減少させていくプログラムの検討を行う必要性があると考える。また荷重BFを使用した理学療法で得られた麻痺側下肢への荷重能力の改善を，フィードバック情報のないADL場面まで汎化させるだけの運動学習の成立を達成するために，可能であれば3～8週間程度の介入期間を確保することも必要であると考える。

VI　結論

軽症例の急性期脳卒中患者における荷重BFを利用した起立練習は，下肢荷重量の左右対称性やADL運動関連能力の改善に対し，一般的な理学療法での治療効果を超えるほどの改善は得られなかった。急性期脳卒中患者に対して荷重BFを利用して効果を得るには，重症度の高い患者への使用や荷重BFの提供方法の検討，介入期間の検討などを行うことにより効果的な影響を及ぼすかもしれない。

謝辞　本研究の実施にあたり，ご協力およびご指導いただきました東京都済生会中央病院神経内科星野晴彦氏，東京都済生会中央病院リハビリテーション科松本徹氏に深謝いたします。

文　献

1）Eng J J, Chu K S : Reliability and comparison of weight-bearing ability during standing tasks for individuals with chronic stroke. Arch Phys Med Rehabil, 83 : 1138–1144, 2002.
2）松田晋哉, 藤森研司, 他 : DPCデータを用いた脳梗塞急性期リハビリテーションの現状分析. J Clin Rehabil, 19 : 607–611, 2010.
3）篠原幸一, 小川彰, 他編集 : 脳卒中治療ガイドライン2009. 協和企画, pp272–340, 2009.
4）武富由雄 : EMG biofeedback. 理学療法, 6 : 368–369, 1989.
5）武部恭一 : バイオフィードバック最近の動向. 理学療法, 9 : 231–236, 1992.
6）井貫博詞, 日高正巳 : 脳卒中に対する理学療法機器としての荷重フィードバック装置の活用. 理学療法, 26 : 498–505, 2009.
7）Wannstedt G T, Herman R M : Use of augmented sensory feedback to achieve symmetrical standing. Phys Ther, 58 : 553–559, 1978.
8）Wong A M, Lee M Y, et al. : The development and clinical evaluation of a standing biofeedback trainer. J Rehabil Res Dev, 34 : 322–327, 1997.
9）Inuki H, Hidaka M, et al. : Weight bearing of the affected leg in early recovery of walking ability after acute stroke. Bulletin of Health Sciences Kobe, 22 : 39–46, 2006.
10）Carr J H, Shepherd R B : A motor relearning programme for stroke. 2nd ed, Aspen Systems, Rockville, Maryland, pp100–111, 1987.
11）Engardt M, Ribbe T, et al. : Vertical ground reaction force feedback to enhance stroke patients' symmetrical body-weight distribution while rising/sitting down. Scand J Rehab Med, 25 : 41–48, 1993.
12）Swinnen S : Post performance activities and skill learning. Meijer O G & Roth K (ed), Complex Movement Behaviour : Elsevier Science Publishers B.V., North Holland, pp315–338, 1988.
13）村田伸, 宮崎正光 : 障害高齢者の簡易下肢機能評価法―市販体重計を用いた下肢支持力の測定―. 理学療法科学, 20 : 111–114, 2005.
14）村田伸, 大田尾浩, 他 : 脳卒中片麻痺患者における市販体重計を用いた下肢荷重力評価の検討. PTジャーナル, 39 : 1101–1105, 2005.
15）村田伸, 甲斐義浩, 他 : 下肢荷重力と下肢筋力および坐位保持能力との関係. 理学療法科学, 21 : 169–173, 2006.
16）Barclay-Goddard R, Stevenson T, et al. : Force platform feedback foe standing balance training after stroke. Cochrane Database Syst Rev, 18 : CD004129, 2004.
17）Geiger R A, Allen J B, et al. : Balance and Mobility Following Stroke : Effects of Physical Therapy Interventions With and Without Biofeedback/Forceplate Training. Phys Ther, 81 : 995–1005, 2001.
18）Engardt M : Long term effects of auditory feedback training on relearned symmetrical body weight distribution in stroke patients. Scand J Rehab Med, 26 : 65–69, 1994.

19）谷浩明：運動学習に効果的な練習方法とは何か―理論に基づく介入方法―．理学療法, 22 : 982−988, 2005.
20）長谷公隆：運動療法で展開される運動学習の戦略．運動学習理論に基づくリハビリテーションの実践．長谷公隆（編著）, 医歯薬出版, 東京, pp34−51, 2008.
21）山岸茂則：脳卒中片麻痺患者の歩行障害に対する教示法の実際．理学療法, 26 : 1442−1447, 2009.
22）Guadagnoli M A, Dornier L A, et al. : Optimal length for summary knowledge of result : the influence of task-related experience and complexity. Res Q Exerc Sport, 67 : 239−248, 1996.
23）大橋ゆかり：運動学習の臨床応用―課題と展望―．理学療法学, 35 : 202−205, 2008.
24）Eser F, Yavuzer G, et al. : The effect of balance training on motor recovery and ambulation after stroke : a randomized controlled trial. Eur J Phys Rehabil Med, 44 : 19−25, 2008.
25）Walker C, Brouwer B J, et al. : Use of visual feedback in training balance following acute stroke. Phys Ther, 80 : 886−895, 2000.
26）芳澤昭仁：深部感覚障害を有する片麻痺患者の荷重量に与える視聴覚バイオフィードバック訓練の効果．理学療法, 12 : 285−290, 1995.

Abstract : The purpose of our study was to search that sit-to-stand exercise used weight bearing biofeedback effect to weight bearing force on the affected limb in sitting posture and exercise-related items of activities of daily living following acute stroke. Subjects were 20 people who were hospitalized within 3 days from first stroke attack, and who were able to do sit-to-stand with light assistance or stand-by assistance. Subjects were randomly assigned to weight bearing biofeedback in sit-to-stand exercise group and conventional physical therapy group. Weight bearing biofeedback was supplied with an auditory signal that delivered when the 60 per cent of total body-weight loaded on the affected limb. Outcomes, such as weight bearing force on the affected limb in sitting posture and exercise-related items of functional independence measure, were analyzed. In both groups, significant improvement was seen all measures in the period of intervention, but no between-group differences were detected in any of the outcome measures. We concluded the sit-to-stand exercise, used weight bearing biofeedback for acute stroke to improve symmetrical weight bearing on lower limbs and an exercise-related of activities of daily living, was not effective but may have an effective influence by the use to patients having high disease severity, the examination of the offer method of weight bearing biofeedback or increasing of the number of cases.

Key words : Acute stroke, Weight bearing biofeedback, Sit-to-stand exercise

（2013 年 4 月 15 日　原稿受付）

■原著

在宅高齢者の主観的健康感に関連する要因の文献的研究

Factors relating the sense of subjective health of community-dwelling elderly : A literature review of Japanese journals

石　　岩[1]，谷村　厚子[2]，品川　俊一郎[3]，繁田　雅弘[2]

Shi Yan[1], Atsuko Tanimura[2], Shunichiro Sinagawa[3], Masahiro Shigeta[2]

要　旨：本研究の目的は，日本における1995年1月から2010年3月までの文献をレビューし，在宅高齢者の主観的健康感に関連する要因の先行研究を整理・検討することにより，高齢者の主観的健康感の促進施策に資する知見および今後の研究の方向性を探索することである。文献から抽出した主観的健康感の関連要因をKJ法に準じて整理した結果，①医学的な心身機能，②身体機能の維持・促進習慣，③趣味・活動への参加，④社会的・人的環境，⑤人生観，⑥基本属性の6つのカテゴリーが生成された。高齢者の主観的健康感を高めるためには，医学的な心身機能を維持・改善するだけではなく，社会性を維持すること，ポジティブな考え方を持つことの重要性が示された。今後は，日本におけるライフスタイルや社会文化的背景を踏まえた研究が必要であると考えられる。

キーワード：在宅高齢者，主観的健康感

I　はじめに

近年，深刻な高齢化とともに，「健康」についての意識や考え方も徐々に変わってきている。身体的な医学的指標だけで健康を評価することは不十分で，社会的，心理的要因についても評価することが求められるようになった[1)]。それとともに，主観的健康感といった指標が頻繁に用いられるようになった。主観的健康感の定義について，星[2)]は，主観的健康感は本人自身の価値観にもとづき，質的な側面に関する情報を把握することができるとしている。青木ら[3)]は社会的，心理的，身体的な統合体として健康状態の主観的な認識であるとしている。神田ら[4)]は自分自身の健康状態の主観的評価であり，死亡率，有病率などの客観的指標では表せない，より全体的な健康状態を捉える健康指標であるとしている。また，この概念の呼称として，様々に異なったものが用いられている。米国では，subjective（state of）health, perceived health, health perception, self-rated health, self-rating of health, self-assessed health, self-reported health, self-perceived health status, self-evaluated health[5, 6)]などと称され，日本でも，自覚的健康度，健康度自己評価，主観的健康感，自覚的健康感，主観的健康観，自覚的健康観[7～12)]などと様々に

1　首都大学東京人間健康科学研究科作業療法科学域　Department of Occupational Therapy, Graduate School of Health Sciences, Tokyo Metropolitan University

2　首都大学東京人間健康科学研究科　Graduate School of Health Sciences, Tokyo Metropolitan University

3　東京慈恵会医科大学精神医学講座　Department of Psychiatry, Jikei University School of Medecine

呼ばれている。本稿では比較的広く用いられている“主観的健康感”を使うこととした。

主観的健康感に関する研究は，1950年代後半より米国の老年学で始まり，疫学研究なども，欧米特に米国で行われてきた[13]。日本では，芳賀ら[14]をはじめ様々な研究者によって主観的健康感に関する研究が行われている。芳賀ら[14]は東京都小金井市在住の高齢者を対象として主観的健康感と社会的，精神的，身体的要因の関係について調査を行い，通院日数，身体活動性の低下，疼痛が高齢者の主観的健康感を低下させる要因であると報告している。杉澤ら[15]は米国を中心に主観的健康感に関する研究の経過を整理し，健康指標として独自の価値をもつと結論づけている。三徳ら[16]は主観的健康感と死亡率の関連について，海外の文献を中心として2003年までの研究成果を整理し，主観的健康感は生命予後に関連していることを強調した。また，主観的健康感は身体的健康とともに精神的健康についても総合的に反映できるため，集団でも個人レベルでも有用な健康指標の1つとされている。日本では，1986年の国民生活基礎調査[17]にも，2002年厚生労働省労働者健康状況調査[18]にも採用された。

最近の総説から約10年が経過しているため，本研究では，日本における1995年1月から2010年3月までの文献をレビューし，在宅高齢者の主観的健康感に関連する要因を整理・検討することで，高齢者の主観的健康感の促進施策に資する知見および今後の研究の方向性を探索することを目的としている。

II 研究方法

1. 対象文献の選定

1995年1月から2010年3月まで，医学中央雑誌Web Ver.4（以下，医中誌）に収載された文献から会議録や症例報告を除き，原著論文に限定した。

「主観的健康感」の関連語を漏れなく検索するため，まず医中誌で「主観的健康感」をキーワードとして検索し，得られた論文のキーワードの中から「主観的健康感」に関連する語を抽出した。それらのキーワードを「or」で繋いで医中誌で再検索し，得られた論文のキーワードから再度「主観的健康感」に関連する語を抽出し，最終的に，それまでに得られた全てのキーワードを「or」で繋いで医中誌で検索した。

上記で得られた論文から，対象が日本人の在宅高齢者である調査研究論文を抽出した。それらの抄録を読み，高齢者の主観的健康感に関連する要因について言及された論文を今回の対象文献として選定した。

2. 主観的健康感に関連する要因の整理

最初に，対象文献から著者，主観的健康感に関連する要因，雑誌名，雑誌分野を抽出した。

KJ法[19]に準じた手法を用い，まず，各文献から抽出された主観的健康感に関連する要因をそれぞれ1枚のラベルに記入した。次に，類似した内容のラベルを小グループにまとめ，サブカテゴリーを生成した。さらに，類似した小グループを大グループにまとめ，カテゴリーを生成した。

一方，各文献から抽出された主観的健康感に関連する要因のすべてのラベルを，主観的健康感を向上させる要因をプラス要因，低下させる要因をマイナス要因として仕分けした。さらにプラス要因とマイナス要因のそれぞれにおいて，改めてKJ法に準じた手法を用いて整理し，カテゴリーを生成した。

なお，以上の文献整理の過程を**図1**に示す。

III 結果と考察

1. 対象文献の論文数と専門領域

最終の検索は，医中誌において2010年4月20日午後14：00に行った。キーワードは「在宅」and「高齢」and「自覚的健康度 or 健康度自己評価 or 主観的健康感 or 自覚的健康感 or 主観的健康観 or 自覚的健康観」を用いた。得られた原著論文は70編であり，研究対象が日本人ではない，あるいは主観的健康感の関連要因に言及していない32編を除き，最終的に38編が本研究の対象文献となった。

対象文献から著者，雑誌名，雑誌分野，主観的健康感の関連要因を抽出した結果を**表1**に示す。収録雑誌は30種にわたり，その中で3編以上の文献を掲載していた雑誌は，『日本公衆衛生雑誌』（5編），『厚生の指標』（3編），『日本在宅ケア学

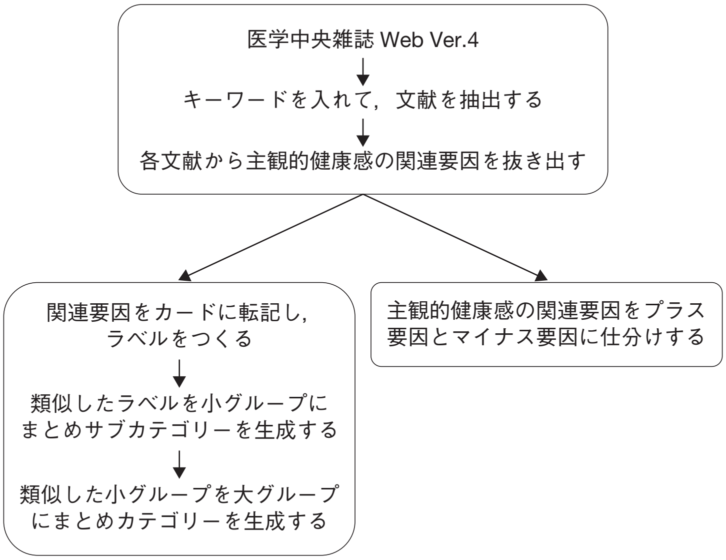


図 1　文献整理の過程

表 1　文献リストおよび主観的健康感に関連する要因

著者	年代	雑誌名	雑誌分野	主観的健康感に関連する要因（ラベル）
米澤ら	1998	愛知県立看護大学紀要	看護	睡眠の質が良いほど主観的健康感が高い
鈴木ら	1999	老年精神医学雑誌	医学	転倒恐怖感により主観的健康感が低下 加齢により主観的健康感が低下
鈴木ら	1999	看護研究	看護	加齢により主観的健康感が低下
石津ら	2000	Health Sciences	医学	良眠群は不眠群より主観的健康感が高い
青木ら	2001	保健の科学	保健	体力が高いほど主観的健康感が高い 日常生活動作能力が高いほど主観的健康感が高い GHQ が高いほど主観的健康感が高い 1 週間身体活動量が多いほど主観的健康感が高い
笠井ら	2001	富山医科薬科大学看護学会誌	看護	IADL の向上により主観的健康感が高まる 痛みがある方は主観的健康感が不良 痛みが強い方は主観的健康感が不良 日常生活の不自由がある方は主観的健康感が不良
中村ら	2002	日本公衆衛生雑誌	医学	定期的な通院により主観的健康感が悪化 日常生活動作低下により主観的健康感が悪化 適度な運動により主観的健康感が高い グループ内での役割がある方は主観的健康感が高い 社会活動参加により主観的健康感が高い 生きがいを持つことにより主観的健康感が高い 活力を持つことにより主観的健康感が高い
早坂ら	2002	厚生の指標	社会	社会活動への参加により主観的健康感が高い
大野	2002	日本看護医療学会雑誌	看護	閉じこもり群の主観的健康感が悪い
藺牟田ら	2002	日本公衆衛生雑誌	医学	自立度低下により主観的健康感が悪化
三觜ら	2003	民族衛生	医学	健康診断の受診群が非受診群より主観的健康感が高い
鈴木ら	2003	日本公衆衛生雑誌	医学	健康診断の非受診群が受診群より主観的健康感が低い
芳賀ら	2003	民族衛生	医学	高齢により主観的健康感が低下 子・孫と同居している方の主観的健康感が高い 過去 1 年の入院歴なしの方は主観的健康感が高い ライフスタイル得点が高い方は主観的健康感が高い 抑うつ度が低い方は主観的健康感が高い 生活満足度が高い方は主観的健康感が高い
村田ら	2004	日本在宅ケア学会誌	看護	自信を持てば主観的健康感が高い

（つづく）

表 1　文献リストおよび主観的健康感に関連する要因(つづき)

著者	発表年	雑誌名	雑誌分野	主観的健康感に関連する要因（ラベル）
村田ら	2004	行動科学	心理	睡眠状況が良好であれば主観的健康感が高い
長谷屋	2004	自殺予防と危機介入	社会	希死念慮があれば主観的健康感が低い
和島ら	2004	地域保健	保健	運動教室の参加により主観的健康感が向上
権藤ら	2005	日本老年医学会雑誌	医学	要介護群が非介護群より主観的健康感が低い
島貫ら	2005	日本公衆衛生雑誌	医学	リーダー役をしている方の主観的健康感が高い
岩ら	2005	日本公衆衛生雑誌	医学	記憶愁訴により主観的健康感が低い
合田ら	2005	香川県立保健医療大学紀要	保健	加齢とともに主観的健康感が低下
三徳ら	2005	Health Sciences	医学	外出能力の改善により主観的健康感が向上 疾病数の減少により主観的健康感が向上
村田ら	2005	行動医学研究	医学	生活全般が積極的な方の主観的健康感が良好 内科疾患群が健常群より主観的健康感が低下 家族関係が悪いほど主観的健康感が低い 社会的なつながりが少ないほど主観的健康感が低い 社会的支えが少ないほど主観的健康感が低い
村田ら	2005	日本在宅ケア学会誌	看護	家庭内役割あり群は主観的健康感が高い
村田ら	2005	健康支援	医学	転倒経験あり群は主観的健康感が低い
高柳ら	2006	日本看護学会論文集：老年看護	看護	主観的幸福感が高ければ主観的健康感も高い
三徳ら	2006	川崎医療福祉学会誌	社会	疾病数が多いほど主観的健康感が低い 痛みの数が多いほど主観的健康感が低い
中尾ら	2006	厚生の指標	社会	デイサービスの継続的利用により主観的健康感が向上 近所づきあいの満足により主観的健康感が向上 閉じこもり傾向なしにより主観的健康感が向上
村田ら	2006	行動医学研究	医学	家庭内役割あり群は主観的健康感が高い
一柳ら	2007	看護・保健科学研究誌	看護／保健	健康診断の非参加群の主観的健康感が低い
村田ら	2008	理学療法科学	医学	在宅生活継続可能群の主観的健康感が高い
村田ら	2008	日本在宅ケア学会誌	看護	運動習慣あり群はなし群より主観的健康感が高い
高燕ら	2008	医学と生物学	医学	無就労群の主観的健康感が低下 ADL 得点低群の主観的健康感が低い 治療中の疾病数が多い群の主観的健康感が低い 趣味が少ない群の主観的健康感が低い 生きがいがない群の主観的健康感が低い 経済的に満足していない群の主観的健康感が低い
小林ら	2008	Quality of Life Journa	医学	就職高齢者の主観的健康感が高い 自信があれば主観的健康感が良い 経済的なゆとりがあれば主観的健康感が良い 生きがいがあれば主観的健康感が良い 生活リズムがよければ主観的健康感が良い
村田ら	2009	行動医学研究	医学	運動習慣あり群はなし群より主観的健康感が高い
星ら	2009	厚生の指標	社会	緑に関連する楽しみと生きがいがある方の主観的健康感が高い
スーディら	2009	北海道公衆衛生雑誌	医学	友人・隣人を支援できる方の主観的健康感が高い
島貫ら	2010	老年社会科学	社会	ディサービスの継続的利用により主観的健康が高い

会誌』(3 編)，『行動医学研究』(3 編)であった。収録雑誌の分野は，医学，看護，保健，社会など多岐にわたり，様々な方面からのアプローチがなされ，多くの関心が集まっていたことが示された。

論文数の年代推移を概観すると，在宅高齢者の主観的健康感に関連する要因の研究は 1998 年から継続してなされており，2002 年から 2005 年の間に論文が急増したことがわかる(**表 2**)。2000 年には，介護保険制度や成年後見制度が導入され，これ以降は，高齢者の心身の健康に社会的注目が集まった時期であったと考えられる。論文数は 2005 年に 8 件となり，一時ピークを形成した後，徐々に減少していた。2004 年以前は医学的な心身機能とその維持・促進行動に関する研究が多く，2005 年以降は社会参加に言及する論文が増える傾向がみられた。在宅高齢者の主観的健康感に関連する要因研究の焦点が医学的な心身機能から社会参加に広がってきたことも併せて示された。

表２　文献数推移

年代	文献数（件）
1998	1
1999	2
2000	1
2001	2
2002	4
2003	3
2004	4
2005	8
2006	4
2007	1
2008	4
2009	3
2010	1

表３　主観的健康感に関連する要因の整理結果

カテゴリー	サブカテゴリー（ラベル枚数）
医学的な心身機能	体の病気がある（4）
	通院・入院する（2）
	痛みがある（3）
	体力がある（1）
	睡眠が良い（3）
	全体的精神状態が良い（1）
	転倒の経験がある（2）
	抑うつがある（1）
	記憶愁訴がある（1）
	希死念慮がある（1）
身体機能の維持・促進習慣	身体運動の習慣がある（5）
	ADL が良い（9）
	ライフスタイルが良い（2）
	健診を受ける（3）
趣味・活動への参加	趣味を楽しめる（2）
	社会活動へ参加する（4）
	人を支援する（1）
	役割を果たす（4）
	閉じこもりがみられる（2）
社会的・人的環境	家庭環境の中に支えがある（1）
	社会環境の中に支えがある（2）
	友人や隣人とうまく交流できる（1）
	家族関係が悪い（1）
	社会福祉制度を利用できる（2）
人生観	生活全般に積極的な面がある（1）
	活力がある（1）
	生きがいを感じる（3）
	生活に満足している（1）
	主観的幸福感が高い（1）
	自信がある（2）
基本属性	経済力がある（2）
	加齢する（4）

2．主観的健康感に関連する要因の整理結果

対象文献38編より主観的健康感の関連要因を抽出し，KJ 法に準じた手法を用いて整理した（**表3**）。その結果，対象文献から合計73枚の主観的健康感に関連する要因のラベルが抽出され，28のサブカテゴリーと6つのカテゴリーが生成された。6つのカテゴリーは，①医学的な心身機能，②身体機能の維持・促進習慣，③趣味・活動への参加，④社会的・人的環境，⑤人生観，⑥基本属性であった。

カテゴリー①医学的な心身機能は，主観的健康感に強く相関するとの報告が従来多く見られており，海外でも同様の指摘がある[20)]。確かに，医療機関における診断・評価や検査などの客観的指標は，全体的な個人の感覚的健康状態を表せないが[21, 22)]，主観的健康感を大きく左右する要因であることに変わりはない。

カテゴリー②身体機能の維持・促進習慣は，“身体運動の習慣がある”，“ライフスタイルが良い”，“健診を受ける”などのサブカテゴリーから構成されている。文献では，これらのサブカテゴリーと主観的健康感の関連について，以下のように報告されている。和島ら[23)]は，在宅の虚弱高齢者を対象に，転倒予防教室として運動介入を10週間行った結果，腹筋力や，柔軟性，起立運動能力の向上を通して自分の健康についての自信が強まり，主観的健康感に有意な改善がみられたと述べている。村田ら[24)]は，運動習慣のある人が定期的な運動により，身体機能および注意機能の加齢に伴う低下が抑制されるとともに，知的機能の低下にも抑制がみられ，そのことが精神的健康状態を高めた結果，運動習慣のない人より主観的健康感が有意に良好な値を示したとしている。

カテゴリー③趣味・活動への参加は，“趣味を楽しめる”，“社会活動へ参加する”などのサブカテゴリーから構成されている。文献では，これらのサブカテゴリーと主観的健康感の関連について，以下のように報告されている。星ら[25)]は，趣味について65歳以上の都市在宅高齢者20,939人に対して自記式質問紙調査を行った。その結果，家庭菜園，園芸，森や樹木とのふれあい，ハイキング，登山など自然に関連する趣味は主観的健康感との間に有意な関連がみられ，趣味で楽しみを感じているほど，主観的健康感を高める可能性が示唆された。早坂ら[26)]の研究では，65歳以上で認知症を有さない在宅要援護高齢者528人に対し

て面接聞き取り調査を行い，社会参加活動への参加やその他の能動的な活動に，生きがいや，その重要性を感じる場合，主観的健康感が高い傾向にあることが示された。また，老人会や就労など社会参加により体を動かした結果，身体的活動性の低下が抑制される[26, 27]とされているが，それだけではなく，社会参加により，特に友人・隣人を支援できることや集団の中で自分の役割を果せることを経験した結果，高齢者は自分の価値を再認識し，生きがいを感じ，主観的健康感を高めるものと考えられる。

カテゴリー④社会的・人的環境は，“家庭環境の中に支えがある”，“社会環境の中に支えがある”などのサブカテゴリーから構成されている。文献では，これらのサブカテゴリーと主観的健康感の関連について，以下のように報告されている。家庭環境について，芳賀ら[28]の調査では，男性では子・孫と同居している者の主観的健康感が高いとしている。松本ら[29]は，一番近いところに同居者がいると，身体面のこともすぐ相談に乗ってもらえ，心配事や悩みも聞いてもらえるため，精神的に安心できるとともに，自分の健康に対する自信が高まり，主観的健康感が高いと指摘している。また社会環境について，中尾ら[30]は，介護保険の訪問介護サービスを利用している独居高齢者 51 人を対象者として個別の面接聞き取り調査を行ったところ，主観的健康感に有意な関連性をもつのは「近所づきあいの満足度」であったとしている。さらに中尾ら[30]は，離れて住む子どもや友人よりもむしろ「近隣住民」との関係性のほうが主観的健康感に強い影響を及ぼすことが指摘している。支えてくれる友人がいることで，交際が楽しくなり，ポジティブな感情が生じ，主観的健康感が高められると考えられる。特に，独居高齢者が身体面や生活面などに何らかの不便があるとき，近くに住んでいる友人や近隣からの支えが家族の役割を果たし，心身とも負担が軽減され，主観的健康感が高められる可能性が考えられる。

カテゴリー⑤人生観は，“活力がある”，“生きがいを感じる”，“自信がある”などのサブカテゴリーから構成されている。「自信」「生きがい」「活力」はポジティブな感情を示す項目である。文献では，これらのサブカテゴリーと主観的健康感の関連について，以下のように報告されている。村田ら[31]は，ポジティブな感情を持つ人はポジティブな精神的健康感があり，主観的健康感が高い傾向にあると指摘している。

カテゴリー⑥基本属性は，“経済力の状態”，“加齢する”などのサブカテゴリーから構成されている。文献では，これらのサブカテゴリーと主観的健康感の関連について，以下のように報告されている。藤井[32]は，経済的な問題を抱えることは，慢性的なストレスのひとつであり，若・中・高年層いずれにおいても経済不安は主観的健康感を低下させると述べている。経済的に余裕がなければ疾病の診断や治療などを十分に受けられず，健康に支障が生じる恐れがある。その不安は，主観的健康感を低下させると考えられる。

また，本研究から得られた主観的健康感に関連する要因のカテゴリーを，国際生活機能分類（International classification of Functioning, Disability and Health ; ICF）に対応させると，『医学的な心身機能』は「心身機能・身体構造」に，『身体機能の維持・促進習慣』『趣味・活動への参加』は「活動・参加」に，『社会的・人的環境』は「環境因子」に，『人生観』『基本属性』は「個人因子」に相応すると考えられる。このため，ICF を利用して主観的健康感の支援効果を評価すること，ICF の視点から主観的健康感の促進施策を検討することが可能であろうと考えられる。

3. 主観的健康感に関連するプラス要因とマイナス要因

主観的健康感の関連要因の 73 枚のラベルをプラス要因とマイナス要因に仕分けし，KJ 法に準じた手法を用いて整理した。プラス要因は，「心身機能良好状態」「心身機能の維持・促進活動への参加」「趣味・活動への参加」「社会環境への満足」「積極的な生活態度を持つ」「経済力がある」のカテゴリーに整理された。マイナス要因としては,「心身機能低下状態」「趣味・活動への不参加」「社会環境への不満」「経済的余裕がない」「加齢」のカテゴリーに整理された。

高齢者の主観的健康感を高めるため，医学的な心身機能を維持・改善するだけでなく，社会性を

維持すること，ポジティブな考え方を持つことが重要であると言える。そのためには，社会側の支援も欠かせないと考えられる。具体的に，高齢者が参加しやすい健康教育や運動やボランティア活動など健康づくりプログラムの開発，高齢者および同居家族へ生活面と心理面の支援が必要であろうと思われる。また，在宅高齢者だけではなく施設入所高齢者にとっても，社会性を維持することは重要な意味があると考えられる。

Ⅳ　おわりに

この30年の間に，日本でも主観的健康感に関する問題点，限界，意義などについて実証的な研究が行われてきた。近年，高齢者の主観的健康感を維持・向上するための対策が求められているが，指針やガイドラインといったものはまだ見当たらず，系統的な試みはまだ十分とは言えない。また，国によって価値観や文化的背景の違いがあり，海外と同等同質の研究成果を日本の対象者に期待することは困難であるため，日本におけるライフスタイルや社会文化的背景を踏まえた研究が今後さらに必要であると考えられる。

文　献

1）岡戸順一, 星旦二 : 社会的ネットワークが高齢者の生命予後に及ぼす影響．厚生の指標, 10 : 19−23, 2002.
2）星旦二 : 健康指標とQOL, クオリティ・オブ・ライフと保健医療．日本保健医療行動科学年報, 3, メヂカルフレンド社, 59−68, 1988.
3）青木邦男, 足立蓉子, 長坂祐二, 他 : 島在住在宅高齢者の健康度自己評価に関連する要因 山口県東和町の在宅高齢者を調査対象として．保健の科学, 43(11): 885−891, 2001.
4）神田晃, 尾島俊之, 柳川洋 : 自覚的健康感の健康指標としての有効性―「健康日本21」―．厚生の指標, 47(5): 33−37, 2000.
5）O'Connor P J Aenchbacher, et al. : Physical activity and depression in the elderly. Journal of Aging and Physical Activity, 1 : 34−58, 1993.
6）Chodzko Zajko W J : The world health organization issues guidelines for promoting physical activity among older person. Journal of Aging and Physical Activity, 5 : 1−8, 1997.
7）竹内宏一, 松本健治, 永井尚子 : 地域小集団に対する健康水準評価の試み．和歌山医学, 33(4): 269−281, 1982.
8）芳賀博, 七田恵子, 永井晴美, 他 : 健康度自己評価と社会・心理・身体的原因．社会老年学, 20 : 15−23, 1984.
9）藤田利治 : 地域居住老人の主観的健康感．日本公衆衛生学会総会抄録集, 44 : 386, 1985.
10）小渋雄一郎, 稲次潤子, 久保田頼子, 他 : 健常男性の自覚的健康感および日常運動習慣と運動耐容能．体力科学, 35(6): 448, 1986.
11）金森雅夫 : 長寿の構造 老人の主観的健康観 痛み, 視力・聴力に悩み．Modern M-edicine, 19(8): 96, 1990.
12）神田晃, 尾島俊之, 柳川洋 : 自覚的健康観の健康指標としての有効性―「健康日本21」に向けて．厚生の指標, 47(5): 33−37, 2000.
13）芳賀博 : 地域老人における健康度自己評価からみた生命予後．日本公衆衛生誌, 42 : 783−789, 1995.
14）芳賀博, 七田恵子, 永井晴美, 他 : 健康度自己評価と社会・心理・身体的原因．社会老年学, 20 : 15−23, 1984.
15）杉澤秀博, 杉澤あつ子 : 健康度自己評価に関する研究の展開 米国での研究を中心に．日本公衆衛生雑誌, 42(6): 366−378, 1995.
16）三徳和子, 高橋俊彦, 星旦二 : 主観的健康感と死亡率の関連に関するレビュー．川崎医療福祉学会誌, 16(1): 1−10, 2006.
17）厚生労働省大臣官房統計情報部 : 国民生活基礎調査．厚生統計協会, 1 : 3, 2001.
18）厚生労働省大臣官房統計情報部 : 平成14年労働者健康状況調査の概況．2003.
19）川喜田二郎 : 発想法―創造性開発のために．65, 中央新書, 1967.
20）Suchman E A, Phillips B S, Streib G F : An analysis of the validity of health questionnaires. Social Forces, 36 : 223−232, 1958.
21）Maddox G L : Some correlates of differences in self-assessment of health status among the elderly. J Gerontol, 17 : 180−185, 1962.
22）Pinquart M, Sorensen S : Influences of socioeconomic status, social network, and competence on subjective well-being in later life : a meta-analysis. Psychol Aging, 15(2): 187−224, 2000.

23）和島英明, 山崎晋平, 森久子, 他：介護予防のための在宅虚弱高齢者に対する運動介入の効果 体力・セルフエフィカシー・主観的健康観・不安感.地域保健, 35(9): 61–70, 2004.
24）村田伸, 大山美智江, 大田尾浩, 他：在宅高齢者の運動習慣と身体・認知・心理機能との関連 前期高齢者と後期高齢者別の検討. 日本在宅ケア学会誌, 12(1): 35–43, 2008.
25）星旦二, 栗盛須雅子, 猪野由起子, 他：都市在宅高齢者における緑に関連する楽しみと生きがいの実態と主観的健康感との関連. 厚生の指標, 56(4): 16–21, 2009.
26）早坂信哉, 多治見守泰, 大木いずみ, 他：在宅要援護高齢者の主観的健康感に影響を及ぼす因子. 厚生の指標, 49(15): 22–27, 2002.
27）Michael Y L, Berkman L F, Colditz G A, et al. : Living Arrangements, social integration and change in functional health status. Am J Epidemiol, 153(2): 123–131, 2001.
28）芳賀博, 島貫秀樹, 崎原盛造, 他：地域在宅高齢者のサクセスフル・エイジングとその関連要因. 民族衛生, 69(1): 13–18, 2003.
29）松本清子, 東候光雄：一人暮らし高齢者へのソーシャルサポートと精神的健康の関連性. 日本保健福祉学会誌, 7(2): 81–89, 2001.
30）中尾寛子, 平松正臣：訪問介護サービスを利用している独居高齢者の主観的健康感に影響する社会関係要因とその独居年数による相違. 厚生の指標, 53(13): 20–27, 2006.
31）村田伸, 大田尾浩, 村田潤, 他：地域在住高齢者の上体起こしの可否と身体および心理機能との関連. 理学療法科学, 25(1): 115–119, 2010.
32）藤井暢弥：年齢層別の将来不安と主観的健康感との関連についての研究—JGSS-2008データを分析—. 日本版総合的社会調査共同研究拠点 研究論文集, 11(8): 155–166, 2008.

Abstract : The purpose is to arrenge the factors over the sense of subjective health of community-dwelling elderly and try to explore the knowledge that contributes to the promotion of the sense of subjective health of the elderly and provide direction for future research. By reviewing and analyzing the Japanese articles from January 1995 to March 2010 about the factors based on KJ method, six typical categories were discovered which were:- physical and mental functional status of medical, costom of promoting and maintaining the physical function, participation in interest activity, the social environment, the view of life, and the basic attribute. It shows that beside of promoting and maintaining the physical and mental function, maintaining the social nature and having a positive attitude were also important for improving the sense of subjective health of the elderly. The research which is based on the lifestyle and social culture of the elderly will be necessary in the future.
Key words : Community-dwelling elderly, the sense of subjective health

（2012 年 7 月 27 日　原稿受付）

The Journal of Japan Academy of Health Sciences　p.90~98

■原著

X線CT画像を用いた有限要素解析による腰椎圧迫骨折のリスク予測

Prediction of compression fracture risk of lumbar vertebra using a X-ray CT-based finite element method

大久保知幸[1]，森　　浩一[1]，和田野安良[1]，川波　公香[1]
橘　　香織[1]，清水　如代[2]，関根　紀夫[3]

Tomoyuki Okubo[1], Koichi Mori[1], Yasuyoshi Wadano[1], Kimika Kawanami[1]
Kaori Tachibana[1], Yukiyo Shimizu[2], Norio Sekine[3]

要　旨：本研究の目的は，X線CT画像を用いた有限要素解析（CT-based finite element method：CT-FEM）により，荷重や姿勢との関連から腰椎圧迫骨折のリスク予測を行うことである。骨粗鬆症が進行した腰椎（YAM ＝ 66％）と健常腰椎の3次元有限要素モデルに対して垂直荷重を与え，骨密度分布と骨変形・破壊領域の関連を調べた。ソリッド要素の破壊は，低密度領域で多く発生することが示された。荷重5,880 Nを加えた解析の場合，骨粗鬆症が進行した腰椎における破壊ソリッド要素の割合は11％，健常腰椎では0.07％であった。CT-FEMを利用すれば，骨折が生じやすい領域や骨折に至る荷重の推定ができると考えられる。さらに前屈姿勢における荷物運搬作業を想定した力学モデルから脊椎にかかる荷重を算出し，前屈の角度と荷物の重さとの関わりで第5腰椎の骨折リスクを予測した。脊椎軸の角度が水平に近いほど，荷物が重いほど腰椎にかかる荷重は増加した。椎体骨折が生じやすい姿勢と荷物の重さとの関係を明らかにした。日常生活動作で腰椎にかかる荷重をCT-FEMに適用することで，椎体骨折を回避するための安全な動作範囲を推定することができる。

キーワード：骨粗鬆症，腰椎圧迫骨折，X線CT，有限要素解析

I　はじめに

日本では高齢女性を中心に，およそ1,100万人の骨粗鬆症患者がいると言われており，前駆病態まで含めると2,000万人に達するとも言われている[1)]。骨粗鬆症が進行すると，軽微な外力や日常の生活動作に伴う負荷でも骨折が生じる。高齢者における体幹部骨折では寝たきりの状態を招くことが多く，QOL(Quality of Life)は著しく低下し，生命予後にも影響を及ぼす[1)]。骨折リスクの予測やこれに基づく骨折防止策は，QOLを維持するうえで重要な取り組みと言える。現在，臨床における骨密度測定には二重エネルギーX線吸収法

1　茨城県立医療大学保健医療学部　Ibaraki Prefectural University of Health Sciences, Faculty of Health Sciences
2　茨城県立医療大学付属病院　Ibaraki Prefectural University of Health Sciences Hospital
3　首都大学東京健康福祉学部　Tokyo Metropolitan University Faculty of Health Sciences

が一般的に利用されており，骨密度が低下すると骨折発生率は高まることが示されている[1)]。しかし，骨密度値と骨折発生率は相関が十分ではなく，骨密度以外の骨折危険因子が注目されるようになった[2)]。2000年に開催されたNIH（National Institutes of Health）のコンセンサス会議では，骨粗鬆症を「従来の骨密度を中心とする考えから，骨折の発生に関わる危険因子全体を含めて考える」こととし，その定義を「骨密度の低下を特徴とし，骨折のリスクが増大しやすくなる骨格疾患」に変更した[3)]。これに伴い，骨折リスクは骨強度により評価するようになった。骨強度には骨密度が70％，骨質が30％関与するとされている。

近年，骨強度を評価できる新たな手法として，X線CT画像を用いた有限要素法（CT-based finite element method：CT-FEM）による骨強度解析が進められている。有限要素解析（Finite Element Method：FEM）は構造物に外力が作用した時の反応を計算により算出し，その強度や力学特性を予測する構造解析法である。X線CTデータから得られた3次元骨画像に有限要素解析を適用することで，外力に対する骨構造の変形や破壊を予測することが可能となる。患者自身の骨CT画像を利用することで，個人の骨と同一の構造と骨密度分布をもった3次元骨モデルを用いて骨強度を予測・評価できる。

CT-FEMによる研究は様々な方法・対象で行われているが[4〜6)]，骨粗鬆症との関連から日常の生活動作に伴う骨折リスク予測を行う研究はまだ少ない。本研究の目的は，CT-FEMを用いて前屈姿勢作業における日常生活における腰椎圧迫骨折のリスク予測を行うこと，並びに骨折リスク評価に適した相当応力やひずみのスカラー量分布を検討することである。

II　実験方法

1．対象

骨粗鬆症と診断された女性（72歳，体重：58.4 kg，若年成人平均値（Young Adult Mean：YAM）＝66％：以下，G骨と称す）と骨粗鬆症の既往がない男性（50歳，体重：60.5 kg，YAM未計測：以下，H骨と称す）の腰椎を対象とした。既往歴との関連から両者の比較が可能な第3腰椎（以下，L3と称す），第5腰椎（以下，L5と称す）を選択した。それぞれの腰椎CT画像を再構成によりスライス厚0.625 mmとし，L3，L5を抽出して有限要素解析に利用した。CT-FEMにおける荷重条件で腰椎に与える荷重はシミュレーションによるものであり，計算方法はすべて時間的な動きを考慮しない静的線形解析とした。なお，本研究では診断目的で撮影した腰椎CT画像を用いた。

2．有限要素解析

FEMは，複雑な構造の物体を仮想的に有限サイズの要素に分割し，相隣り合う要素を節点で結合することで近似的に構造物を表現する手法である。個々の要素に対する変位量の境界条件を代入することで，構造物全体の特性を導き，その強度や力学的特性を予測する構造解析法である。解析対象が複雑な形状や大きな構造物でも，適切な要素の形状やサイズを選ぶことで，任意の形状を表現できる。また，材料特性は要素単位で定義するため，要素ごとに材料を変えることができる。たとえば，インプラントを挿入した際に骨に加わる応力解析等も可能である。CT-FEMは，X線CTで得られた画像にFEMを適用する手法である。X線CT画像から3次元骨モデルを作成し，それに荷重等の負荷条件を与えて骨構造の変形や破壊を予測することができる。CT-FEMの主な手順を次に示す。

1）X線CT画像から必要なデータ範囲を設定し，対象とする骨の輪郭抽出を行う。
2）輪郭抽出した骨データから3次元有限要素モデルの外形データを作成する。
3）外形データからメッシュ分割を行い，3次元有限要素モデルを作成する。
4）選択した材料特性換算式を基に各要素に材料特性を与える。
5）外力の向き，大きさ，荷重が加わる部位（荷重条件，拘束条件）を設定する。
6）設定した解析法（静的解析，線形解析等）に基づき，各要素の解析処理が行われる。
7）解析結果から，ひずみ分布，応力分布，破壊荷重などが得られ，骨強度評価が可能となる。

3. 有限要素モデルの作成

CT-FEMに用いたソフトウェアは，骨強度評価ソフトウェア（Mechanical Finder Ver.6.1；株式会社計算力学研究センター）である。3次元有限要素モデルの内部には四面体ソリッド要素（一辺の長さ1.2 mm），表面には三角板シェル要素（一辺の長さ1.2 mm，厚さ0.3 mm）を用いた[6]。シェル要素は，皮質骨領域を反映させるため，計算安定化のため，また表面骨折線描写のために有限要素モデルの表面部に設定した。要素の材料特性は，Keyakの換算式を利用して，CT値［Hounsfield unit：HU］を基にヤング率（E）［MPa］，降伏応力（σ_r）［MPa］を算出した。それぞれは次式で表される[7]。

$$E=\begin{cases}0.001 & (\rho=0)\\ 33900\rho^{2.20} & (0<\rho\leq 0.27)\\ 5370+469 & (0.27<\rho<0.6)\\ 10200\rho^{2.01} & (0.6\leq\rho)\end{cases} \quad ①$$

$$\sigma_r=\begin{cases}1.0\times 10^{20} & (\rho\leqq 0.2)\\ 137\rho^{1.88} & (0.2<\rho<0.317)\\ 114\rho^{1.72} & (0.317\leqq\rho)\end{cases} \quad ②$$

またポアソン比は0.4で一定とし[7]，骨の密度ρ［g/cm^3］の導出には，関連研究で採用されている以下の換算式を用いた[8,9]。

$$\rho=\begin{cases}0.0 & (HU\leq -1)\\ (HU+1.4246)\times\dfrac{0.001}{1.0580} & (-1\leq HU)\end{cases} \quad ③$$

計算にはCore 2 Duo（Intel）搭載のパーソナルコンピュータ（OS：Windows 7，物理メモリ：8 GB）を用いた。計算時間は1解析あたり約10分であった。

4. 垂直荷重における計算条件と主なスカラー量について

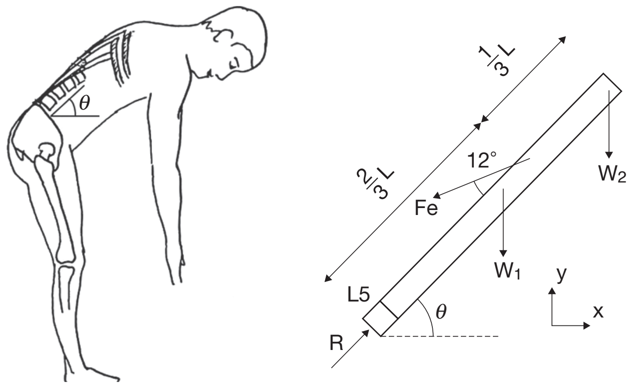
作成したL3の有限要素モデルで解析を行った。荷重拘束条件は，L3椎体の下側終板面と下関節突起の関節面を完全拘束し，L3椎体の上側終板面と上関節突起の関節面に対して垂直方向に980 ～ 9,800 N（100 ～ 1,000 kgf）の荷重を980 N（100 kgf）単位で加えた。なお椎体上側終板面に荷重の80％，上関節突起の関節面には荷重の20％を加えた[10]。この境界条件のもとで，骨粗鬆症の進行した腰椎と健常な腰椎それぞれの骨密度分布に対する圧縮応力強度比［％］（式④），相当応力［N/mm^2］，最小主ひずみの各分布を比較・検討した。これら3種類のスカラー量は，圧縮荷重における材料の変形，塑性，破壊の様子を反映する指標とされている[6,9]。圧縮応力強度比は要素が塑性に至る割合を示し，次式で定義される[8]。

$$\text{圧縮応力強度比（％）}=\frac{\text{相当応力}}{\text{降伏応力}}\times 100 \quad ④$$

圧縮応力強度比が100％の要素は塑性または圧壊により破壊されたことを示す。破壊された要素は実際の椎体では骨折に相当する[11]。ここで，相当応力は，多軸応力状態で材料の降伏を評価するために，単軸応力状態に換算したスカラー量であり，降伏応力は，材料が塑性し始めるときの応力値のことである。また最小主ひずみは，圧縮側のひずみを示したものであり，数値上では大きなマイナス値ほど高いひずみ状態に相当する。

5. 前屈姿勢の荷物運搬で腰椎にかかる荷重計算

日常生活における単純作業として立位にて前屈姿勢による荷物運搬作業を想定し，荷物を持ち上げる際に腰椎にかかる荷重を計算した。荷物運搬作業には，StraitとInmanらが提案した力学モデルを用いた[12,13]。これを**図1**に示した。脊柱は連続した剛体とみなし，腰仙円板で仙骨とつながっている。荷物は両上肢を下垂れの状態で持ち上げるものとする。上半身の曲げ伸ばしに関わる主な筋肉は脊柱起立筋（仙棘筋）である。この筋肉は脊柱の下端から2/3の位置で，脊柱に対して12°で作用する。この脊柱起立筋の力は体重，荷物の重さ，前屈姿勢の角度から決定される。その力に対する仙骨からの反作用力が脊柱下端に掛かる。図1中のパラメータはそれぞれ，L［m］：身体の躯幹の長さ，W_1［kg］：身体の軀幹の重さ，W_2［kg］：腕と頭の重さと前屈姿勢で腕によって持ち上げる荷物の重さ，F_e［N］：脊柱起立筋が及ぼす力，R［N］：腰仙円板を押している仙骨の頂



前屈姿勢の模式図　　　　　　脊柱に働く力のモデル

図1　前屈姿勢の模式図と脊柱に働く力のモデル

（文献12）Sample Illustrations of Physical Principles Selected from Physiology and Medicine，文献13）医系の物理より引用，一部改変）

上がL5に及ぼす反作用力，θ[degree]：水平と脊柱軸のなす角度である。解剖学的知見により，腕と頭の重さは全体重(W)の20%，軀幹の重さ(W_1)は全体重の40%とした[12, 13]。作業条件は前屈の角度θを，水平から20°，30°，40°とし，運搬する荷物の重さを0～100 kg(10 kg毎に変化させた)と想定した。剛体におけるx軸方向およびy軸方向の力，ならびにモーメントのつり合いから以下の式が成り立つ。

$$F_e \sin 12^\circ \left(\frac{2L}{3} \right) - W_1 (\cos\theta) \frac{L}{2} - W_2 (\cos\theta) L = 0 \quad ⑤$$

$$R_y - F_e \sin(\theta - 12^\circ) - W_1 - W_2 = 0 \quad ⑥$$

$$R_x - F_e \cos(\theta - 12^\circ) = 0 \quad ⑦$$

$$R = \sqrt{{R_x}^2 + {R_y}^2} \quad ⑧$$

ここで，R_x，R_yはそれぞれ，反作用力Rのx成分，y成分である。これらの式により，脊柱下端に掛かる反作用力(R)とその方向を算出した。解析にはL5の有限要素モデルを利用した。荷重拘束条件は，L5上側終板面を完全拘束し，L5下側終板面と下関節突起に計算により算出した値を与えた。

III　結果

1. 骨密度の分布

CT画像から作成した有限要素モデルのソリッド総数はG骨(L3：18,260個，L5：17,144個)，H骨(L3：22,112個，L5：21,066個)であった。また各椎体における平均CT値[HU]は，G骨(L3：33.33，L5：50.76)，H骨(L3：143.31，L5：138.08)であった。CT値から求めた腰椎正中矢状面における骨密度分布を**図2**に示した。椎体の周辺部と中央部は高密度領域であり，椎体の前方はこれらに比べ低密度領域である。特に骨粗鬆症の進行したG骨では，H骨と比較すると，骨密度の低い領域が多く分布している。

2. 垂直荷重における骨密度分布と主なスカラー量分布との比較・検討

図3に垂直荷重に対するL3の破壊ソリッド要素の割合，相当応力，最小主ひずみの変化を示した。破壊ソリッド要素の割合[%]は，L3の全ソリッド数に対する圧縮応力強度比が100%を超えるソリッド要素の数とした。荷重5,880 N(600 kgf)を与えた場合，H骨のL3は要素破壊が0.07%とわずかであったのに対し，G骨のL3は11%の要素が破壊されている。同程度の破壊割合になるまで，約5,880 N(600 kgf)の差が生じる

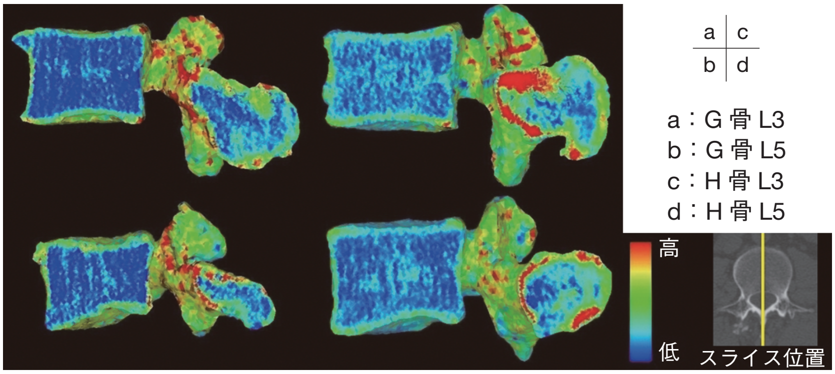


図 2　腰椎の正中矢状面における骨密度画像
骨密度値は赤＞緑＞青の順で高くなる。

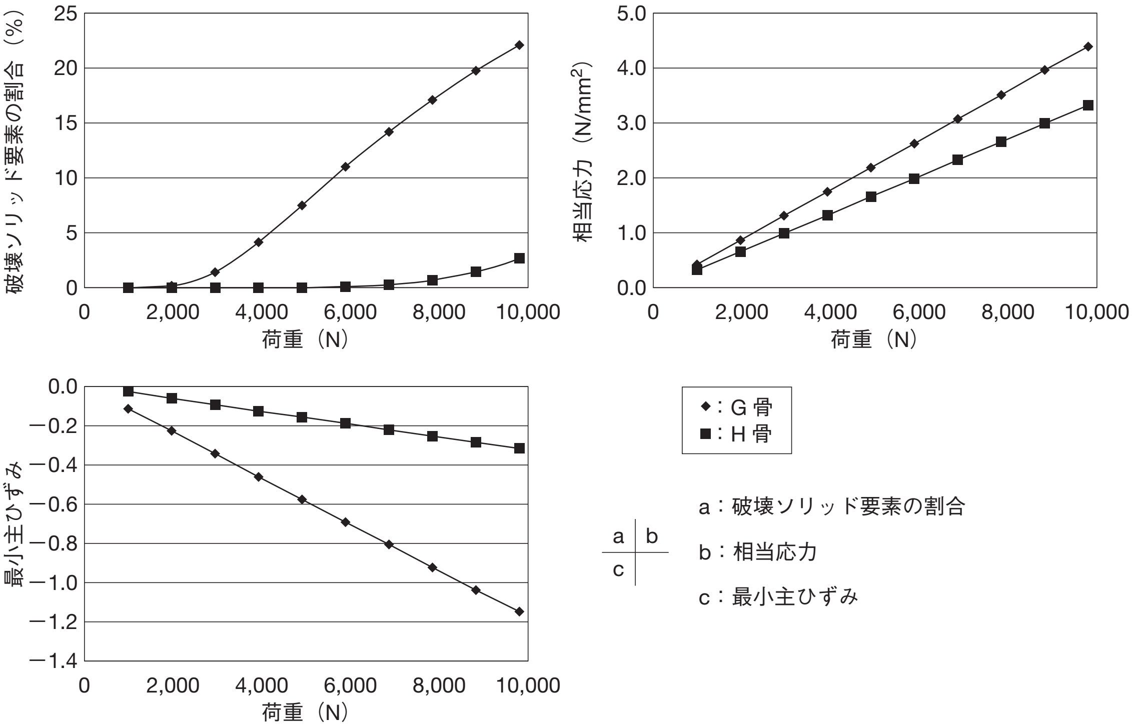


図 3　L3 における荷重と各スカラー量の変化

ことが示された。G 骨，H 骨とも荷重を増加させるにつれて，相当応力は上昇した。また，最小主ひずみは圧縮方向が負の方向を示し，ひずみの大きさは上昇した。同じ荷重においては，骨粗鬆症の進行した G 骨の方が相当応力，最小主ひずみともに高値となった。

G 骨で微小な破壊が生じた荷重が約 1,960 N (200 kgf) であったことから，荷重 1,960 N (200 kgf) における各スカラー量分布の比較を行った。**図 4** に垂直荷重における L3 矢状断面の圧縮応力強度比，相当応力，最小主ひずみの分布を示した。椎体断面における赤色領域は相当応力や最小主ひずみが高いことを示している。低密度領域では，圧縮応力強度比や最小主ひずみが高値

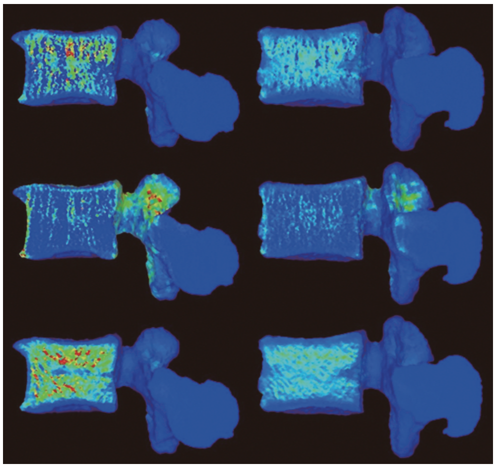


図 4　L3 における荷重 1,960 N でのスカラー量分布画像

（左：G 骨，右：H 骨，上から圧縮応力強度比，相当応力，最小主ひずみ分布）

を示した。また，相当応力は他の 2 つの量（圧縮応力強度比，最小主ひずみ）に比べて骨密度との相関が強く，椎体内部において比較的骨密度が高い領域と相当応力の高い領域は良く一致している。各スカラー量分布とも，G 骨の方が H 骨よりも高値を示しており，荷重を変化させた場合にも同様の傾向であった。

荷重の変化と破壊ソリッド要素の分布との関連を確認するために，荷重 980，2,940，4,900 N（100，300，500 kgf）における G 骨の L3 の椎体内部（正中矢状面）とその表面の圧縮応力強度比分布を算出し，これを**図 5** に示した。椎体表面では骨密度の低い前方に集中することが示された。荷重 4,900 N（500 kgf）を加えた場合には，要素の変形・破壊が全体的に広がっている。荷重を増加させることにより，圧縮応力強度比の高い領域が椎体前方から側方へ広がることが示された。

3.　前屈姿勢の荷物運搬で腰椎にかかる荷重計算

図 1 のモデルから計算した L5 下側終板に加わる反作用力（R）を**表 1** に示した。表 1 に前屈の角度 θ が 20°，30°，40° の状態で 20，40，60 kg の荷物を持ち上げる場合の L5 に加わる反作用力を示した。また前屈の角度 θ を変化させた場合による破壊ソリッド要素の割合の変化を**図 6** に示した。上体の角度が水平に近づくほど，荷物の重さ

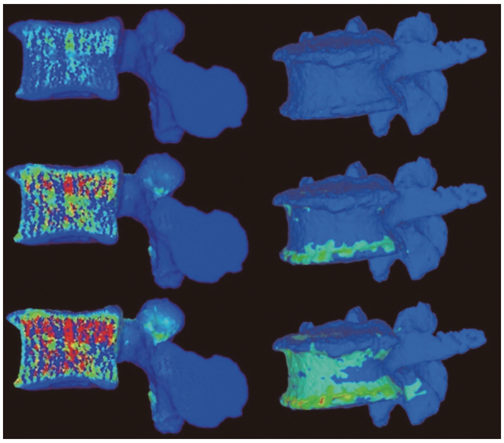


図 5　荷重を変化させた場合の骨粗鬆症椎体（G 骨）の圧縮応力強度比分布画像

（左：椎体内部，右：椎体表面，上から順に荷重 980，2,940，4,900 N）

表 1　L5 下側終板における反作用力

角度（degree）	荷物の重さ（kg）	L5 に加わる荷重（N）	
		G 骨	H 骨
20	20	3,003	3,061
	40	4,371	4,430
	60	5,740	5,799
30	20	2,849	2,905
	40	4,139	4,195
	60	5,429	5,485
40	20	2,567	2,618
	40	3,720	3,771
	60	4,873	4,924

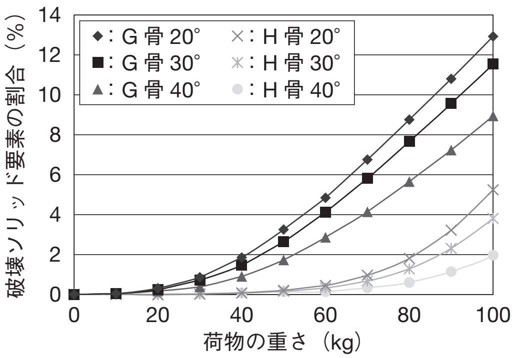


図 6　前屈角度による破壊ソリッド要素の割合の変化

を増加させるほど，L5 に加わる荷重が増大し，破壊ソリッド要素が増加することが確認できた。H 骨の L5 では持ち上げる荷物の重さが 60 kg を

超えたあたりから破壊ソリッド要素が徐々に増加しているのに対し，G 骨の L5 では，荷物の重さが 20 kg を超えたあたりから増加傾向を示した。図 6 において，L5 に対して同程度の荷重がかかる場合，低荷重（例えば荷物の重さ：20 kg）では，H 骨ではほとんどソリッド要素の破壊は生じないが，G 骨では微小な破壊が発生する。また，高荷重（例えば荷物の重さ：80 kg）の場合では，G 骨には H 骨に比べ 5 倍以上のソリッド要素の破壊が発生することが示された。

Ⅳ 考察

近年において，CT-FEM が骨強度解析に利用されるようになり，現在までに様々な研究が行われている[4〜6]。大西ら[11]の研究によると，新鮮死体の腰椎標本を用いた垂直方向による圧縮荷重試験と CT-FEM の結果は高い相関を示し，正確性も高いとしている。さらに，骨折発生部位の予測も実証試験と良く一致していると示している。CT-FEM は実証試験から有用性が報告されているが，日常生活動作に適応させた活用法や有用な表示法等の報告は少ない。今回の研究では高齢者の日常生活動作における骨折リスク予測への適用について検討を行った。さらに，骨密度分布と主なスカラー量分布との関係を確認し，骨折リスク予測に有用な表示法の比較・検討を行った。

図 2 の骨密度分布より，骨粗鬆症の進行した G 骨では低密度領域が多く存在した。これは，G 骨は YAM が低値であること，骨棘変形が存在する臨床的特徴とも整合する。また，椎体前方部が低密度領域になることは椎体の骨梁分布の特徴と良く合っている[14]。図 3，4 より，垂直方向による圧縮荷重において，荷重を増加させると相当応力，最小主ひずみが増加し，高値領域が増加する。G 骨では荷重約 1,960 N（200 kgf），H 骨では荷重約 5,880 N（600 kgf）で微小な骨破壊が発生する。一般に正常な腰椎椎体が圧潰する荷重が約 5,880 〜 7,840 N（600 〜 800 kgf）とされていることから[15]，CT-FEM による骨折リスク計算が正しく行われたと考えられる。このゆえに G 骨の骨強度は健常腰椎である H 骨に比べ，1/3 程度であると推定される。

CT-FEM では骨密度を CT 値から算出している。対象とする領域の CT 値が 0 HU 以下である場合には骨密度を 0 g/cm^3 とし，それ以上では骨密度換算式から骨密度を計算する。Keyak の換算式によると CT 値がマイナス値になる低密度領域は，ヤング率も小さくなることから，力学的作用が小さい領域と見なされる。CT-FEM 上で骨密度 0 g/cm^3 になる要素は G 骨の L3 で椎体全体の 18.75%，H 骨の L3 では，4.44% であった。このことから，骨粗鬆症が進行した腰椎では微小領域において高い応力に対抗できる要素が減少し，破壊が増加したと考えられる。このため，図 5 のように，破壊領域が椎体内部全体に広がり，荷重増加に伴い椎体前方部から側方部へその影響が及んでいる。これは臨床における前方楔状圧迫骨折が発症した際の特徴と良く一致している[14]。

前屈姿勢による荷物運搬作業において，想定した計算条件では前屈の角度 θ が 10° 前方に傾くと腰椎にかかる荷重はおよそ 2 倍になり，荷物の重さが 10 kg 増加すると腰椎に加わる荷重は 490 〜 686 N（50 〜 70 kgf）増大する。このため荷物運搬の際には，腰椎への負担が少なくなる角度，つまり強い前屈を避ける姿勢で作業することが望ましい。また，図 6 から G 骨では前屈姿勢にて 20 kg の荷物を持つ条件から，破壊ソリッド要素の割合が増加してきている。このことからも，骨粗鬆症の進行した腰椎では 20 kg 程度の荷物運搬でも，微小な骨破壊が生じる恐れがある。この微小な骨破壊が椎体内に蓄積した結果，椎体全体が破壊に至ると推測できる。近年の老老介護の状況を考慮すると，車椅子介助やベッドへの移動などの介助をする際，20 kg の荷物を持った状態に相当する負荷作業を行うことが起こりうる。また，介助方法によっては，今回想定した姿勢よりも高い負荷が生じる姿勢での作業もあり得るだろう。そのため，介助者が骨粗鬆症である場合には椎体圧迫骨折のリスクがますます高くなる恐れがある。

今回の荷物運搬作業モデルでは腰の曲げ伸ばしに関わる筋は脊柱起立筋のみとし，それ以外の筋肉，脊椎の湾曲などは考慮していない。しかし，前屈姿勢の場合には L5 が中心となり前後運動することから[17]，このモデルでは脊柱の前屈運動

の回転中心を最下部に設定しており，L5にかかる荷重の近似計算に適したモデルと考えられる。

相当応力の分布画像は，密度分布との相関が高いことから均一材料の破壊を評価する際には有用である。脊椎骨のような不均一材料の破壊を評価する場合には，応力の集中する領域を特定することは可能であるが，その領域が破壊に至るか否かは別な判断が必要になる。ゆえに，相当応力と降伏応力の比である圧縮応力強度比を求めることで，不均一材料の塑性を正確に評価でき，骨折がおこる領域や骨折が生じる荷重の予測が可能となる。腰椎にかかる荷重との関わりで圧縮応力強度比が高い領域から骨変形が発生し，いずれは骨破壊に至ると推測することができる。また，図3, 4から，最小主ひずみは骨強度低下と関連が高いと考えられる。大西ら[11)]の研究においても最小主ひずみ分布と破壊ソリッド要素の領域は相関が高いことが確認されている。骨密度が低下している領域で高値を示していることからも，骨の脆弱領域，変形領域を相対的に比較するには適したスカラー量と言える。さらに経時的変化を観察することで，骨粗鬆症の進行度の判断に利用することができるであろう。相当応力，最小主ひずみ，圧縮応力強度比の各スカラー量分布から応力集中部位, 骨脆弱性, 骨折荷重などそれぞれの特徴をもった評価が可能になる。そのため骨折リスク予測には，それらと骨密度分布の対比による総合的なリスク評価が望ましい。特に骨折の恐れがある荷重を推定する場合や，骨折が起きやすい作業状態を分析する場合には，圧縮応力強度比の値や分布を検討すると良いだろう。

V　結語

臨床用CT画像を用いた有限要素解析では，患者ごとに3次元的な骨密度評価を行うことができる。また，骨密度分布とスカラー量分布を比較することで骨強度から骨折リスクの評価が可能となる。日常生活動作を想定した力学モデルから算出した腰椎への荷重をCT-FEMに適応させることで，日常生活動作に伴う骨折リスク予測や骨折を回避するための安全な動作範囲を推定することが可能となる。

謝辞：本研究は，茨城県立医療大学倫理員会の審査の下に実施した。また，茨城県立医療大学プロジェクト研究(0842)の支援の下に実施した。

文　献

1) 骨粗鬆症の予防と治療ガイドライン作成委員会：骨粗鬆症の予防と治療ガイドライン 2011年度版. ライフサイエンス出版株式会社, 東京, 2011.
2) Etherl S Siris, Ya-Ting Chen, Thomas A Abbott, et al. : Bone mineral density thresholds for pharmacological intervention to prevent fractures. Arch Intern Med, 164 : 1108−1112, 2004.
3) Osteoporosis prevention, diagnosis, and therapy : NIH consensus Statement. NIH Office of the Director, 17(1), 2000.
4) 今井一博：CT/有限要素法による骨粗鬆症患者の脊椎椎体強度の解析. Osteoporosis Jpn, 15(4): 15−20, 2007.
5) 大西五三郎, 別所雅彦, 松本卓也, 他：有限要素法による骨強度評価の臨床応用. Osteoporosis Jpn, 18 (2): 58−62, 2010.
6) 今井一博：CT/有限要素法による脊椎骨折の解析―基礎研究から臨床応用まで―. 日本臨床バイオメカニクス学会誌, 29 : 1−6, 2008.
7) Joyce H Keyak, Stephen A Rossia, Kimberly A Jonesa, et al. : Prediction of femoral fracture load using automated finite element modeling. J Biomech, 31 : 125−133, 1998.
8) Research Center of Computational Mechanics : User's manual for mechanical finder ver.6.1.
9) 田原大輔, 坂本二郎, 金澤秀泰：患者別有限要素解析による骨粗鬆症の骨折リスク評価に関する検討. 日本機械学会論文集, 72(714): 255−262, 2006.
10) 坂本二郎：脊椎骨折の計算生体力学. バイオメカニズム学会誌, 28(4): 189−193, 2008.
11) 大西五三男：3次元CT画像と構造解析を用いた骨強度の評価. Osteoporosis Jpn, 15(2): 34−39, 2007.
12) Strait L A, Inman V T, Ralston H J : Sample illustrations of physical principles selected from physiology and medicine. American Journal of Physics, 15(5): 375−382, 1947.
13) Villars Felix, Benedek G Bernard(松原武生訳): 医系の物理：医学および生物学より例をとった物理学. 吉岡書店, 東京, 1980.

14）Kapandji I A（萩島秀男監訳）: カパンディー関節の生理学Ⅲ体幹・脊椎．医歯薬出版, 東京, 1986.
15）Vivek L S : Management of fracture spine. Rajiv Gandhi University of Health Sciences, Karnataka, Bangalore, 2009.
16）粟森世里奈 : 骨粗鬆症脊椎における骨折発生機序の生体力学的検討．金沢大学十全医学会雑誌, 115（1）: 37−45, 2006.
17）Donald A Neumann（嶋田智明, 平田総一郎訳）: 筋骨格系のキネシオロジー．医歯薬出版, 東京, 2005.

Abstract : The purpose of this study was to predict lumbar compression fracture risk due to the change of load and posture by employing finite-element analysis of the X-ray CT images (CT-FEM). We applied vertical load to a three-dimensional finite element model of a lumbar with and without osteoporosis, and investigated the relationship between bone density, bone destruction region, and bone deformity. The CT-FEM could estimate a load and a region to be fractured, destruction of the elements tended to occur at a lower density region. When a simulated load of 5,880 N was applied, 11 % of the osteoporotic lumbar and 0.07 % of the normal lumbar were destroyed. In addition, we calculated the amount of load born on the spine from a mechanical model which modeled the task of carrying luggage in the stooped posture, and predicted the risk of fracture of the fifth lumbar according to luggage weight and posture angles. If the spinal axis was nearly horizontal and the luggage weight increased, the load applied to the lumbar increased. These simulation experiments clarified the relationship between luggage weight and fracture occurrence. Thus, the CT-FEM could estimate the safe motion range to avoid lumbar fracture by predicting the load on the lumbar vertebra during activities of daily living.
Key words : Osteoporosis, Lumbar compression fracture, Computed Tomography, Finite Element Method

（2013 年 1 月 9 日　原稿受付）

日本保健科学学会会則

第１章　総　則

第１条　本会は，日本保健科学学会（Japan Academy of Health Sciences）と称する。

第２章　目　的

第２条　本会は，わが国における保健科学の進歩と啓発を図ることを目的とする

第３章　事　業

第３条　本会は，前条の目的を達成するため次の事業を行う。

一．学術交流を目的とする学術集会を開催する

二．会誌等を発行する

三．その他理事会が必要と認めた事業を行う

第４章　会　員

第４条　本会の会員は，次のとおりとする。

一．正会員

二．学生会員

三．賛助会員

第５条　正会員とは，本会の目的に賛同するもので保健科学に関心がある研究者もしくは実践家であり，所定の会費を納入した個人をいう。

2. 正会員は総会に出席し，議決権を行使することができる。

3. 正会員は，会誌に投稿し，学術集会で発表し，会誌等の配布を受けることができる。

第６条　学生会員とは大学学部に在学し，保健科学に関連する分野に関心があるものであり，正会員１名の推薦があった個人をいう。学生会員は別途さだめる会費を納入する義務を負う。

2. 学生会員は総会への出席および議決権の行使はできない。

3. 学生会員は，会誌等の配布を受けることができる。

第７条　賛助会員とは，本会の目的に賛同する個人または団体で，理事の承認を得た者をいう。

第８条　本会に入会を認められた者は，所定の年会費を納入しなければならない。

2. 既納の会費は，理由のいかんを問わずこれを返還しない。

第９条　会員は, 次の理由によりその資格を失う。

一．退会

二．会費の滞納

三．死亡または失踪宣告

四．除名

2. 退会を希望する会員は，退会届を理事会へ提出しなければならない。

3. 本会の名誉を傷つけ，または本会の目的に著しく反する行為のあった会員は，評議員会の議をへて理事長がこれを除名することができる。

第５章　役員および学術集会会長

第10条　本会に次の役員を置く。

一．理事長１名

二．理事15名程度

三．監事２名

四．事務局長１名

五．評議員定数は別に定める

第11条　役員の選出は次のとおりとする。

一．理事長は，理事会で理事のうちから選出し総会の承認をうる。

二．理事および監事は，評議員のうちから選出し総会の承認をうる。

三．事務局長は正会員のうちから理事長が委嘱する。

四．評議員は正会員のなかから選出する。

五．役員の選出に関する細則は，別に定める。

第12条　役員の任期は２年とし再選を妨げない。

第13条　役員は，次の職務を行う。

一．理事長は本会を代表し会務を統括する。

二．理事は理事会を組織し会務を執行する。

三．監事は本会の会計および資産を監査する。

四．評議員は評議員会を組織し，理事会の諮問に応じ本会の重要事項を審議する。

第 14 条　学術集会長は，正会員のなかから選出し総会の承認をうる。

第 15 条　学術集会長の任期は当該学術集会の前の学術集会終了日の翌日から当該学術集会終了日までとする。

第 6 章　会　議

第 16 条　本会に次の会議を置く。

一．理事会

二．評議員会

三．総会

第 17 条　理事会は，理事長が招集しその議長となる。

2. 理事会は年 1 回以上開催する。ただし理事の 3 分の 1 以上からの請求および監事からの請求があったときは，理事長は臨時にこれを開催しなければならない。

3. 理事会は理事の過半数の出席をもって成立する。

第 18 条　評議員会は，理事長が召集する。評議員会の議長はその都度，出席評議員のうちから選出する。

2. 評議員会は，毎年 1 回以上開催し，評議員の過半数の出席をもって成立する。

第 19 条　総会は，理事長が召集する。総会の議長はその都度，出席正会員のうちから選出する。

2. 総会は，会員現在数の 10％以上の出席がなければ議事を開き議決することができない。ただし，委任状をもって出席とみなすことができる。

3. 通常総会は，年 1 回開催する。

4. 臨時総会は，理事会が必要と認めたとき，理事長が召集して開催する。

第 20 条　総会は，次の事項を議決する。

一．事業計画及び収支予算に関する事項

二．事業報告及び収支決算に関する事項

三．会則変更に関する事項

四．その他理事長または理事会が必要と認める事項

第 7 章　学術集会

第 21 条　学術集会は，学術集会長が主宰して開催する。

2. 学術集会の運営は会長が裁量する。

3. 学術集会の講演抄録は会誌に掲載することができる。

第 8 章　会誌等

第 22 条　会誌等を発行するため本会に編集委員会を置く。

2. 編集委員長は，正会員のうちから理事長が委嘱する。任期は2年とし，再任を妨げない。

第 9 章　会　計

第 23 条　本会の費用は，会費その他の収入をもってこれに充てる。

2. 本会の予算および決算は，評議員会および総会の承認を受け，会誌に掲載しなければならない。

第 24 条　本会の会計年度は各年4月1日にはじまり，3 月末日をもって終わる。

第 25 条　学術集会の費用は大会参加費をもって充てる。ただしその決算報告は理事会において行う。

第 26 条　本会の事務局は，当分の間，首都大学東京　健康福祉学部内におく。

2. 事務局の運営に関しては，事務局運用規定に定める。

第 10 章　会則変更

第 27 条　本会則の変更は，理事会および評議員会の議を経たのち総会の承認をうることを必要とする。

第 11 章　雑　則

第 28 条　この会則に定めるもののほか本会の運営に必要な事項は別に定める。

付　則　本会則は，1998年9月30日から実施する。

（2005 年 9 月 10 日改訂）

以上

日本保健科学学会細則

[会費]

1. 正会員の年度会費は，10,000 円とする。賛助会員は年額 30,000 円以上とする。
2. 会費は毎年 3 月 31 日までに，その年度の会費を納付しなければならない。

[委員会]

1. 本会の事業を遂行するため，必要に応じて委員会を設置することができる。その設置は事業計画に委員会活動の項目を設けることで行う。
2. 委員長は理事・評議員の中から選出し，理事会で決定する。委員は正会員の中から委員長が選任し，理事長が委嘱する。委員の氏名は，会員に公表する。
3. 必要に応じて，副委員長，会計棟の委員会役員を置くことができる。委員会の運営規約は，それぞれの委員会内規に定める。
4. 委員会の活動費は，学会の経常経費から支出できる。
5. 委員会は総会において活動報告を行う。

（発効年月日　平成 11 年 6 月 26 日）

[事務局運用規約]

1. 本学会に事務局を置く。事務局の所在地は，当分の間下記とする。
   116−8551　東京都荒川区東尾久 7−2−10
   首都大学東京健康福祉学部内
2. 事務局に事務局長 1 名，事務局員若干名，事務局職員を置く。事務局員は，会員の中から事務局長が推薦し理事長が委嘱する。事務局長と事務局員は無給とする。事務局職員は有給とする。
3. 事務局においては事務局会議を開催し，学会運営に関する事務を行う。事務局会議の結果は，理事長に報告する。

（発効年月日　平成 13 年 7 月 28 日）

[編集委員会規約]

1. 日本保健科学学会誌（以下，会誌という）の編集代表者は理事長とする。
2. 編集委員会の委員は正会員のうちから理事長が委嘱する。任期は 2 年とし再任は妨げない。
3. 編集委員会は，編集にかかわる業務を行い，会誌を定期的に刊行する。
4. 投稿論文は複数の審査者による査読の結果に基づき，編集委員会において掲載を決める。
5. 編集委員会には，編集協力委員をおくことができる。編集協力委員は，編集委員長が推薦し理事長が委嘱する。
6. 編集委員会の結果は，理事長に報告する。

（発効年月日　平成 13 年 7 月 28 日）

[役員選出に関わる細則]

1. 評議員は，職種別会員構成に準拠して，本人の承諾を経て選出する。
2. 評議員は，保健科学の学識を有し，本学会に貢献する者とする。
3. 新評議員は 2 名以上の評議員の推薦を要する。
4. 理事長により選出された役員選出委員会にて推薦された新評議員について上記 1. 2. の条件への適合について審議の上，新評議員候補者名簿を理事会へ提案する。

（発効年月日　平成 15 年 9 月 13 日）

[学会功労者に関する表彰規定]

1. 理事より推薦があり，理事会において日本保健科学学会の発展に著しい功績があると認められた場合，表彰状を授与することができる。

（発効年月日　平成 19 年 9 月 6 日）

[大学院生の会費割引に関わる規程]

1. 入会時および会費納入時に，所属する大学院および研究科，および博士前期，後期を問わず，学生証の提示により大学院生であることが確認されれば，正会員資格のまま，会費の 50％を軽減する。

（発効年月日　平成 20 年 4 月 1 日）

［会費未納に伴う退会規程］

1. 2年間会費未納の場合学会誌送付を中止し，さらに2年間未納の場合は退会とする。
2. 上記規程により退会となった者が会員資格の回復を希望する場合は原則として未納分の会費の納入を必要とする。

（発効年月日　平成20年4月1日）

［学会賞に関わる細則］

1. 日本保健科学学会誌に掲載された論文の中から，特に優秀な論文に対し以下の手順に従って，優秀賞および奨励賞を授与することが出来る。

選出手順

①日本保健科学学会誌編集委員長が優秀賞・奨励賞選考委員会を招集する。

②優秀賞・奨励賞選出委員会は当該年度日本保健科学学会誌掲載論文の中から，優秀賞1編，奨励賞1編を選出する．ただし奨励賞は筆頭著者が40歳未満であることを条件とする。

（発効年月日　平成20年4月1日）

日本保健科学学会誌
投稿要領

1. 本誌への投稿資格は日本保健科学学会会員とする。ただし，依頼原稿についてはこの限りではない。投稿論文の共著者に学生会員を含むことができる。研究や調査の際に倫理上人権上の配慮がなされ，その旨が文中に明記されていること。
2. 原稿は未発表のものに限る。
3. 原稿は次のカテゴリーのいずれかに分類する。
   - 総説
   - 原著（短報，症例報告，調査報告などを含む）
   - その他（資料など）
4. 投稿原稿の採否は，査読後，編集委員会において決定する。
5. 審査の結果は投稿者に通知する。
6. 原稿の分量および形式は，下記の通りとする。

（1）原稿はパソコンまたはワープロ（テキストファイル形式）を用い，A4版横書き縦40行・横40字の1600字分を1枚とし，文献，図表，写真を含み，本文の合計が10枚（16000字相当）以内を原則とする。1600字用紙で3枚程度の短報も可能。

（2）図表，写真は，それぞれ1枚につき原稿400字分と換算し，原則として合計5枚以内とする。図は製版できるよう作成し，表はタイプ又はワープロで作成する。写真は白黒を原則とし，カラー写真の場合には実費負担とする。

（3）刷り上がり3ページ（4800字相当）までの掲載は無料。4ページ以上の超過ページの印刷に関する費用は有料とする（1ページ当たり6000円）。

7. 原稿の執筆は下記に従うものとする。

（1）原稿の表紙に，題名（和文および英文），著者氏名（和文および英文），所属（和文および英文），連絡先，希望する原稿のカテゴリー，別刷必要部数を明記する。なお，著者が大学院学生の場合，所属として大学院および研究科等を記す。ただし他の施設・機関等に所属している場合，これを併記することができる（例：首都大学東京大学院人間健康科学研究科看護科学域，○○病院看護部）。連絡先には，郵便番号，住所，氏名，電話，ファックス，e-mailアドレスを含む。いずれの原稿カテゴリーにおいても上記の様式とする。

（2）原稿本文には，和文の要旨（400字以内）とキーワード（5語以内），本文，文献，英語要旨（300語以内のAbstract）とKeywords（5語以内）の順に記載し，通し番号を付け，図表及び写真を添付する。

（3）図，表及び写真は1枚ずつ別紙とし，それぞれの裏に通し番号と著者名を記入する。さらに図及び写真の標題や説明は，別紙1枚に番号順に記入する。また，原稿中の図表，写真の挿入箇所については，欄外に朱筆する。

（4）年号は原則として西暦を使用し，外国語，外国人名，地名は，原語もしくはカタカナ（最初は原綴りを併記）で書く。略語は本文中の最初に出たところでフルネームを入れる。

（5）文献の記載方法

a）本文中の該当箇所の右肩に，順に1），2）…の通し番号を付し，文末に番号順に揚げる。

b）雑誌の場合

著者名：題名．雑誌名, 巻(号):引用ページ，発行年　の順に記載する。

（例）

井村恒郎：知覚抗争の現象について．精神経誌，60：1239−1247, 1958.

Baxter, L R, Scwartz, J M, et al.: Reduction of prefrontal cortex metabolism common to three types of depression. Arch Gen Psychiatry, 46：243−250, 1989.

c）単行本の場合

著者名：題名．監修ないし編集者, 書名，版数：引用ページ，発行社名，発行地名，西暦発行日の順に記載する。

（例）

八木剛平，伊藤　斉：躁鬱病．保崎秀夫

編著 , 新精神医学 : 282−306, 文光堂 , 東京 , 1990.

Gardnar, M B : Oncogenes and acute leukemia. Stass SA（ed）, The Acute Leukemias : 327 − 359, Marcel Dekker, New York, 1987.

d）著者名が4名以上の場合，3名連記の上，○○○, 他, あるいは○○○, et al. とする。

8. 原稿はパソコン又はワープロ（テキストファイル形式）で作成し, 正原稿1部とそのコピー1部，所属・著者名を削除した副原稿2部，合計4部を提出する。また, 電子媒体（DVD, CD，USBメモリー等）（氏名，ファイル名等を明記）と所定の投稿票と投稿承諾書（巻末）を添付する。
9. 修正後の原稿提出の際には，修正原稿1部とそのコピー1部，修正副原稿（所属，著者名を削除）2部, 修正後の電子媒体（氏名, ファイル名等を明記），査読済の元原稿（コピー）2部を添えて提出する。
10. 著者校正は1回とする。校正の際の大幅な変更は認めない。
11. 採択した原稿及び電子媒体は，原則として返却しない。
12. 論文1編につき別刷30部を贈呈する。それ以上の部数は著者の実費負担とする。
13. 原稿は日本保健科学学会事務局
〒116−8551 東京都荒川区東尾久7−2−10
首都大学東京　健康福祉学部内
に提出する。
14. 本誌に掲載された論文の著作権は日本保健科学学会に帰属する。

（2010年8月5日改訂）

入 会 の おすすめ

日本保健科学学会（(旧)東京保健科学学会）は平成10年9月30日に設立されましたが，現在会員数は500余名を数えます。大東京を中心とする保健医療の向上と福祉の増進および学問の交流・推進に寄与するためにはますます本学会の活動を充実させる事が必要です。この骨組みに肉付け・味付けするのは会員の皆様です。また，会誌の発行などは会員の年会費に大いに依存しています。この趣旨に賛同される皆様の入会を切に希望します。備え付けの入会申込書に年会費1万円を添えてご入会下さい(下記郵便振替も可)。

投稿論文 募　集

日本保健科学学会雑誌は，皆様の投稿論文をよりスピーディに円滑に掲載できるよう年4回の発行を予定しています。また，論文の受付は常時行っており，審査終了後，逐次掲載していきますので，会員多数のご投稿をお待ちしております。投稿論文は本誌掲載の投稿要領をご熟読の上，学会事務局までお願いします。

入会や会誌に関しては，日本保健科学学会事務局までお問い合わせ下さい。
事務取り扱い時間は，
月曜日と水曜日は午前10時～午後4時まで，金曜日は午後1時30分～午後5時となっております。

〒116−8551　東京都荒川区東尾久7−2−10
首都大学東京　健康福祉学部内
TEL. 03−3819−1211　内線270　e-mail : gakkai@hs.tmu.ac.jp
ダイヤルイン　03−3819−7413（FAX共通）
郵便振替　口座番号00120−0−87137，加入者名　日本保健科学学会

Submission Guide for the Journal of Japan Academy of Health Sciences

1. All authors wishing to submit papers to the journal must be members of the Japan Academy of Health Sciences. Authors preparing manuscripts on request from the Editorial Board are exempt from this qualification. Co-authors may include student members. All research should fully protect the participants' rights and conform to accepted ethical guidelines. This should be confirmed in the manuscript.
2. Manuscripts published previously or that are currently being considered for publication elsewhere will not be accepted.
3. Manuscripts should be categorized as one of the following types of articles.
   - Review article
   - Original article (including brief report, case study, field report, etc.)
   - Other (data, information, materials)
4. The Editorial Board decides on acceptance of the manuscript following review.
5. The author will be notified of the decision.
6. Article lengths and formats are as below.

(1) English manuscript should be double spaced, using PC or word processor (text file), 12 pt font in A4 size, no longer than 10 pages (7,000 words) in principle including references, tables, figures and photographs. Short report (approximately 2,000 words) is also acceptable.

(2) Each table, figure and photograph is counted as 200 words and maximum of 5 tables, figures and photographs is permitted in total. Figures should be of adequate quality for reproduction. Tables should be made using word processor. Photographs should be black and white in principle; expenses for color printing must be borne by the author.

(3) No charge will be imposed on the author for manuscripts up to 3 pages (printed pages in the journal, approximately 2,000 words) in length. Charges for printing manuscripts in excess of 4 pages will be levied on the author at a rate of JPY 6,000 per page.

7. Manuscripts should be prepared in the following style.

(1) The title page includes: Title, name of each author with departmental and institutional affiliation, address, postal code, telephone and fax numbers, e-mail address of the corresponding author, type of article and number of offprints you require. When the author is a graduate student, academic affiliation should be listed as an institutional affiliation, however, she/he may write workplace affiliation (ex. Department of Nursing Sciences, Graduate School of Human Health Sciences, Tokyo Metropolitan University /Department of Nursing, XX Hospital). All submissions should follow the above style.

(2) Manuscripts should include: abstract (300 words or fewer), keywords (5 or few words). Text, references, abstract and keywords should be presented in the above order. Tables, figures and photographs must be enclosed. Abstract in Japanese (400 characters or fewer) may be included optionally.

(3) Tables, figures and photographs should be numbered and have the name of the author on the back sides. Their locations in the text should be indicated in the margin with red ink. A list of titles of tables, figures and photographs and brief explanation (if necessary) should be presented in order on a separate sheet.

(4) Dates should be indicated using the Western calendar. Words, names and names of places

in non-English languages should be stated in original languages or katakana. when they appear first in the text. When using an abbreviation, use the full word the first time it appears in the manuscript.

(5) References

a) Consecutive superscript numbers are used in the text and listed at the end of the article. Each reference should be written in the following order.

b) Journal article

Names of author (s), title, name of journal, volume/issue number, pages and year of publication.

(Example)

Baxter, L R, Schwartz, J M, et al.: Reduction of prefrontal cortex metabolism common to three types of depression. Arch Gen Psychiatry, 46: 243-250, 1989.

c) Books

Names of author (s), article or chapter title, editor(s), book title, volume number in series, pages, publisher, place of publication and year of publication.

(Example)

Gardner, M B: Oncogenes and acute leukemia. Stass SA (ed). The Acute Leukemias: 327-359, Marcel Dekker, New York, 1987.

d) In case of more than four authors, use "et al" after the citation of three authors.

8. Manuscripts should be prepared using PC or word processor (text file) and submitted in duplicate as one original and one copy. In addition, two hard copies without the authors' name(s) and affiliation(s) should be enclosed. Together with the manuscript, electronic files (DVD, USB, etc; labeled with the author and file names), submission form and Author Consent Form should be enclosed.

9. After changes or corrections, the revised manuscript, a copy and two hard copies without authors' name(s) and affiliation(s) should be submitted, along with electronic files on 3.5 inch diskette (labeled with author and file names). The initial manuscript and the copy should be enclosed.

10. Page proofs will be made available once to the author. Further alterations other than essential correction of errors are not permitted.

11. In principle, accepted manuscripts and electronic files will not be returned.

12. The author will receive thirty free offprints from the journal. Additional offprints will be provided upon request at the author's expense.

13. Manuscripts should be sent to:
Japan Academy of Health Sciences
C/O Faculty of Health Sciences, Tokyo Metropolitan University
Higashiogu, Arakawa-ku, Tokyo, Japan Postal Code 116-8551

14. Copyright of published articles belong to Japan Academy of Health Sciences.

編集後記

今回編集委員となって初めて編集後記を担当させていただいています。日本保健科学学会誌は脳科学，看護科学，放射線科学，作業療法科学，身体運動科学，理学療法科学，など多岐にわたる領域を包含するユニークな科学誌です。それぞれの専門家だけでなく，学際的な領域へ寄与する原著論文が掲載されています。包括的な医療ケア，チーム医療の重要性が要請されるなか，果たす意義は小さくありません。会員の諸先生方からの積極的な投稿をお待ち申し上げます。（網本　和）

日本保健科学学会では，ホームページを開設しております。
http://www.health-sciences.jp/

日本保健科学学会誌

（略称：日保学誌）

THE JOURNAL OF JAPAN ACADEMY OF HEALTH SCIENCES

（略称：J Jpn Health Sci）

定価　1部2,750円（送料と手数料を含む）
年額　11,000円（送料と手数料を含む）

2013年9月25日発行　第16巻第2号©

発　行　日本保健科学学会
〒116-8551　東京都荒川区東尾久7-2-10
首都大学東京　健康福祉学部内
TEL. 03(3819)1211(内線270)
ダイヤルイン03(3819)7413(FAX共通)

製作・印刷　株式会社 双文社印刷
〒173-0025　東京都板橋区熊野町13-11
TEL. 03(3973)6271　FAX. 03(3973)6228

ISSN 1880-0211

THE JOURNAL OF JAPAN ACADEMY OF HEALTH SCIENCES