

高齢者・障害者の転倒防止用福祉機器開発研究に関する調査

札幌医科大学保健医療学部理学療法学科 助教授

田中 敏明



【スライド-1】

ファイザーヘルスリサーチ振興財団の海外派遣助成で、転倒防止に関するバランストレーニング機器開発の調査を行いました。その内容につきまして、簡単ではありますがご報告させていただきます。

【スライド-2】

私の研究課題ですが、理学療法士であり、運動学を中心に行っております。その他、福祉機器に関することで、人間工学リハビリテーション工学を研究課題分野として行っています。

その中で、立位・歩行制御に関する福祉機器の開発研究ということで、高齢者・障害者のための福祉機器の開発を行っております。

【スライド-3】

今回助成いただいた内容のバランストレーニングシステムの開発研究の調査の他に、北海道ですので、高齢者・障害者用の寒冷地用の福祉機器の開発も行っております。また、バーチャルリアリティシステムを利用した視覚情報呈示装置といったものも、東京大学先端科学技術研究センター、北海道東海大学、北海道立工業試験場と一緒に共同研究しております。

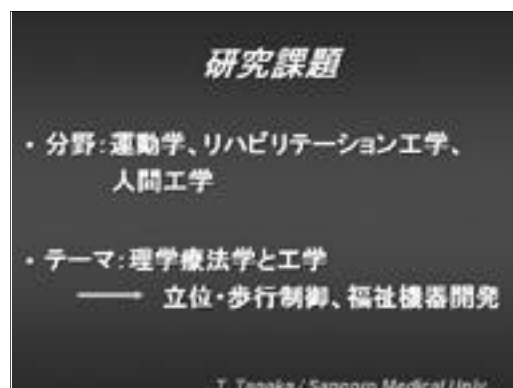
【スライド-4】

今回のテーマのバックランドは、日本において、2020年に人口のだいたい27%が65歳以上の高齢者になってくるということで、ヘルスサイエンスということが非常に重

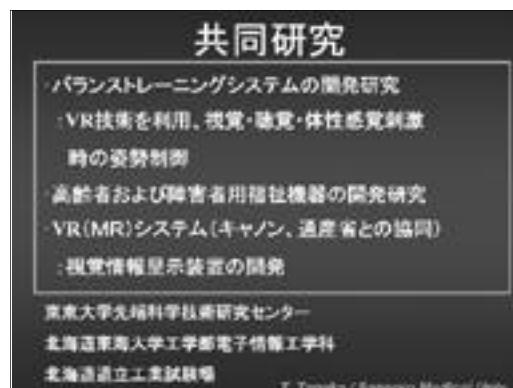
スライド-1



スライド-2



スライド-3



要な課題になってきていることです。その中で、我々の分野でも、特に転倒の問題がかなりクローズアップしており、その大きな原因に、バランス能力の低下ということがあげられます。そこで、転倒を何とか予防するという事で、バランス治療にも応用でき、かつ日常生活に使えるような福祉機器の開発をしようということで取り組んでまいりました。

【スライド-5】

バランスの維持ということでは、運動面で、筋骨格系とか協同運動という面で神経筋協同収縮系などがクローズアップされるのですが、感覚入力も重要であるということも言われています。

視覚系、前庭迷路、体性感覚系というものがあるのですが、高齢者・障害者の人が歩くときに、なるべく歩行のじゃまにならないように視覚および前庭迷路をあまり刺激しないで注意喚起出来るような装置がないかということで、スライドにありますような体性感覚を中心にした刺激をしようということになりました。特に使うのは振動刺激です。

【スライド-6】

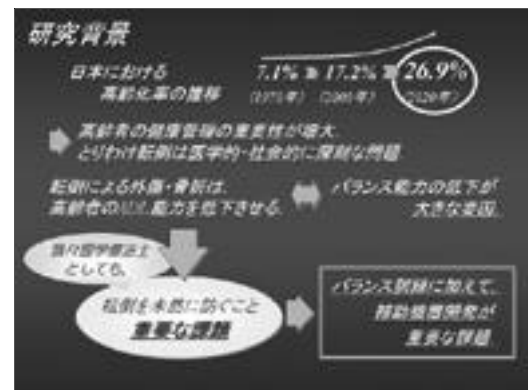
振動刺激は、スライドに示すバイブレータ（振動子）というもので行います。直径14mm位で、比較のため横に一円玉を置いています。今、直径7mm位のが出来まして、かなりコンパクトになっております。携帯電話に使われているバイブレータと同じ仕様です。

【スライド-7】

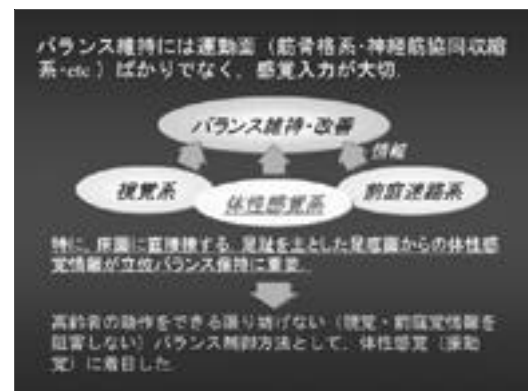
左右の足底部分に振動子を設置して、まず、振動子がどのように重心に影響を与えるかということを計測しました。

スライドのように、母趾や第1、第5中

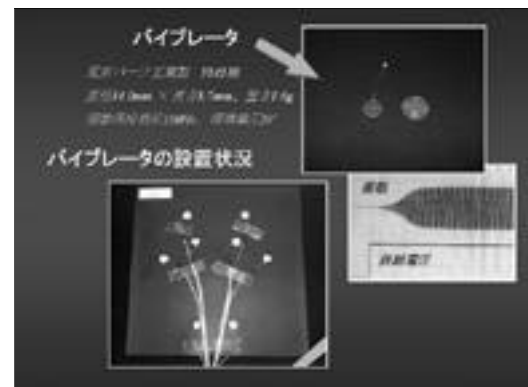
スライド-4



スライド-5



スライド-6



スライド-7



足骨骨頭、それから踵の部分で8つ振動子を作り、パターンを決めて、振動子が順に振動されるようにしました。

【スライド-8】

右方向の刺激とか、左方向の刺激、それから踵から前方母趾に向かう前方刺激、後方刺激、回転刺激等を施行した場合に、人間はどのように反応するかということを見ました。

【スライド-9】

そうすると、若年者の場合ですと、刺激が例えば踵から前方母趾の方に向かうと、重心の位置は逆に後ろの方に逆方向の動きをする。これはCOP（センタープレッシャー）という圧中心位置の軌跡を見たわけですが、そういう傾向が若年者ではかなり見られた。ところが、高齢者では、はっきりとわかりやすい前方や後方刺激ではその傾向がみられたのですが、他のものでは一致した傾向が認められませんでした。これはどうしてかということで、今回マサチューセッツ工科大学（MIT）機械工学科のホーガン教授のところにかが、これに関する研究の内容をもう一度調査してみようということになりました。

【スライド-10】

もう一度お話をしますと、姿勢の変化を、位置センサーで何らかの形で情報をキャッチして、もしバランスを崩しそうになったときに、振動刺激を使って注意喚起するということで、転倒予防、それから転倒の訓練に使おうという考えに至りました。

【スライド-11】

マサチューセッツ工科大学の機械工学の先生と共同研究を進めようという話になりました。

スライド-8



スライド-9



スライド-10



【スライド-12】

スライドはアメリカで、ロボットセラピーという名前を付けて、かなり大々的にやっているもので、これは上肢用の訓練です。脳卒中の患者さんの麻痺側の上肢に関するファシリテーション（促通）をしようということで、ロボットが介助しながら抵抗を与えたり支援したりする、というような機械を作っております。

この機械に、我々の振動子を使うことによって、より精度の良い正確な運動を患者さんに伝えることが出来るのではないかとということで、共同研究しようという話を昨年度にしてきました。

スライド-11



スライド-12



【スライド-13】

向こうはやはり展開が早くて、これはニューヨーク州のパーク・リハビリテーション病院という、かなりリハビリテーションとしては有名な病院なのですが、ここに先ほどの機械を持ち込んで臨床実験をしております。1号から3号機まで製作して研究を行っています。

【スライド-14】

これは1号機です。水平面上の動きだけを支援するロボットセラピーです。

スライド-13



スライド-14



【スライド-15】

ちょっと見づらいですけども、ディスプレイを見ながら人がアームを持っていま

す。ディスプレイの中にターゲットが出てきます。アームを使いながらディスプレイの中の手のアームを動かし、真ん中にターゲットが来れば真ん中に自分の手があたかも行くような、バーチャルリアリティ系の動きが出来るようになっています。

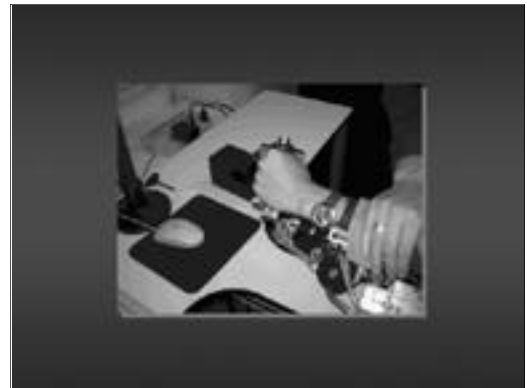
【スライド-16】

これは前腕の回内回外運動を行うための機器です。

スライド-15



スライド-16



【スライド-17】

我々としては、立位バランスとか歩行に応用出来るように、今の機械工学のロボットセラピーに振動子をコンバインしたものを作っていきたいということで、いろいろ話を進めてきました。

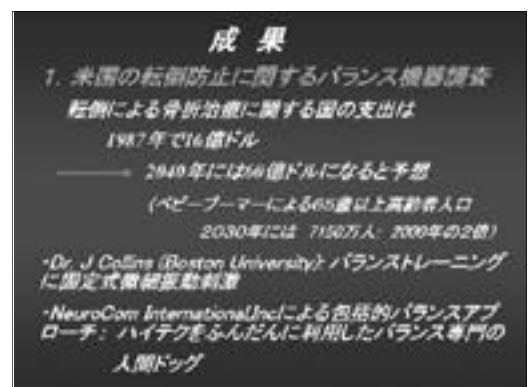
スライド-17



【スライド-18】

まずは、その中での成果ということで、米国の転倒防止に関するバランス機器の調査をいたしました。

スライド-18



1987年で16億ドルくらい、転倒による骨折の治療に関する国の支出が出ています。2040年になると60億ドルを超えるだろうと言われています。

ニューヨークタイムズなど紙面に出ていたのは、ベビーブーマーが65歳以上の高齢者人口としてだんだん増えてくる、それが2030年には7200万人くらいになり、2000年の2倍になる、非常に大きな問題だ、ということで、かなり取り上げられていました。

その中で、スライドに書いてありますDr. J Collinsというボストン大学の先生が、同じように、バランストレーニングに固定式の微細振動刺激装置を利用してバランスを保

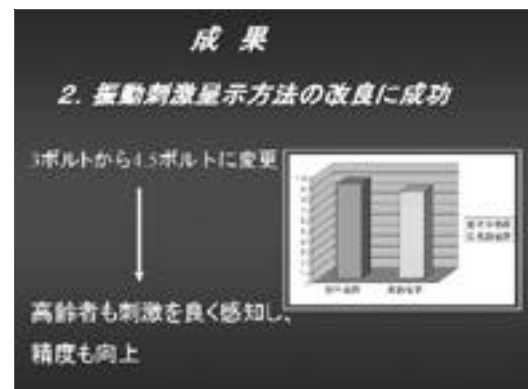
とうということをやっておりました。我々の振動装置は移動式ですが、これは微細式でちょっと違いますが、ナイキやリーボックといった会社が、靴の中に振動子を入れてバランストレーニングに使うことを企画しているようでした。Collins 教授とお話をしましたが、我々の移動式の振動刺激には新規性があると認めていただいて、今後何らかの形で共同研究出来たらいいな、という話で終わりました。

その他、NeuroCom International, Incというところで、包括的なバランスアプローチというものをやっています。あたかもバランス専門の人間ドックのような、ハイテクを利用したもので、これもまたすごいものです。このようにお金をかなりかけた形のものも進んでいます。単純に病院でのリハビリテーションにおけるバランストレーニングだけではないものが、付加価値として出てきている。何か健康というものに対して不安、危機感を感じているのかなという感じを受けました。

【スライド-19】

我々の振動刺激に関して、MITの機械工学のホーガン教授と話した際に、ボルテージをもう少し上げようという話になりました。3ボルトから4.5ボルトに変えて振動刺激が理解出来るかどうかを、日米の高齢者の方に再度実験しました。そうしますと、若年者は90%以上振動を理解されるのですが、高齢者の場合、以前は50～60%だったものが80%を超えるということで、改良に成功したということが、成果としてありました。

スライド-19



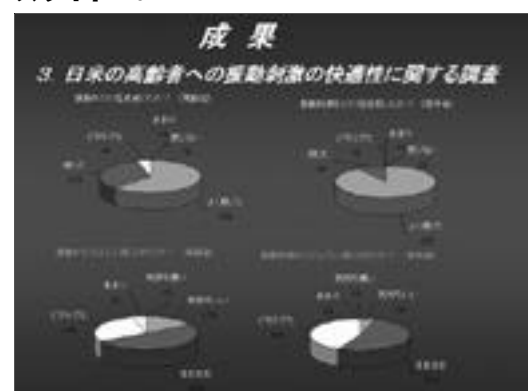
【スライド-20】

それから、日米の高齢者の方で、振動刺激の快適性をアンケート調査しました。

見づらいですけども、高齢者で「よく感じた」、「感じた」を合わせると90%以上を超えています。若年者は完全にわかるということです。

振動が不快に感じないかどうかということもアンケートを取りました。そうしますと、4%くらい「あまり気持ち良くない」という方がおられましたが、96%は「不快には感じない」ということで、そういう点でも振動刺激を今後使えるのではないかとということで、進めていきたいと思えます。

スライド-20



【スライド-21】

その後、帰って来まして、重心動揺計という機械に振動刺激装置を付けたものを共

和電業というところと開発して、プロトタイプを作りました。これは新聞紙上に
出たものです。これはプロトタイプです
が、今後、全国レベルで2年以内に重心
動揺計に振動刺激装置を付けた形で売り
出していきたいということを、共和電業
の方と考えてくれているところです。

【スライド-22】

今後の私たちの振動刺激に関する研究
ですが、先ほど言いました機械工学系の
ところともやりたいのですが、パテント
の関係がありまして、クリアしなければ
ならない問題もあります。当時我々は
国際特許を取っていなかったもので、今
年国際特許を出願しました。

一方、ロボットセラピーのみでなく
MITの認知科学系の方でコンピュータセ
ラピーというものをやっており、そこが
かなり我々の振動刺激に興味を示して戴
いています。これは、障害者の方や患者
さんが在宅もしくは病院にいて、MITの
実験室と遠隔操作して、上肢のリハビリ
テーションをやっているものです。

【スライド-23】

我々の振動刺激装置を使って、上肢な
ら振動刺激をこのようにつけて、正確な
運動を出来るだけ注意喚起して伝えると
いう形で、ただのバーチャルリアリティ
ー的なコンピュータセラピーではなく、
そこに付加価値を付けて精度を上げると
いうことを考えております。

【スライド-24】

下肢の場合、最終的には歩行の場合の
振動刺激をして、遊脚期と立脚期の正し
い足の位置を知らせてあげられるような
装置を作っていきたいと考えております。

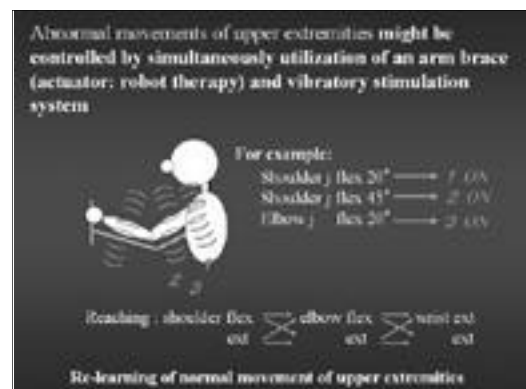
スライド-21



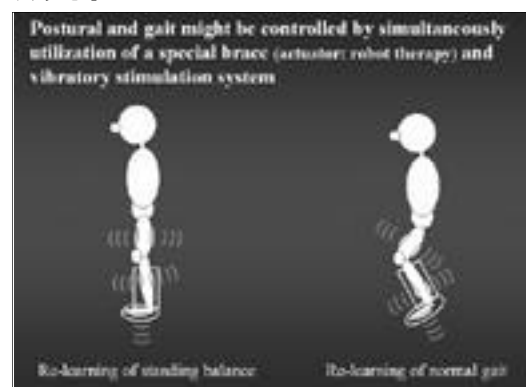
スライド-22



スライド-23



スライド-24



雑駁な話をいたしました。最終的な成果としては、調査した結果我々の新規性が確認され、国際特許出願が可能になったということが挙げられると思います。

最後になりましたが、海外派遣という機会を与えていただきましたファイザーヘルスリサーチ振興財団の理事長、理事、各スタッフの皆様へ感謝申し上げます。私の報告を終わらせていただきます。
