

居宅及び施設における高齢者のための
新方式中枢神経トレーニングシステムの研究. 開発. 評価
(協働性トレーニングマシン開発のステップ)

愛知医療学院短期大学 教授 岩尾 智

提出年月日

2009年2月26日

〒452-0931 愛知県清須市一場 519 番地

TEL (052) 409-3311/FAX (052) 400-6413

1. 研究開発の内容等

(1) 研究開発の背景

i) 本開発で使用する技術の背景

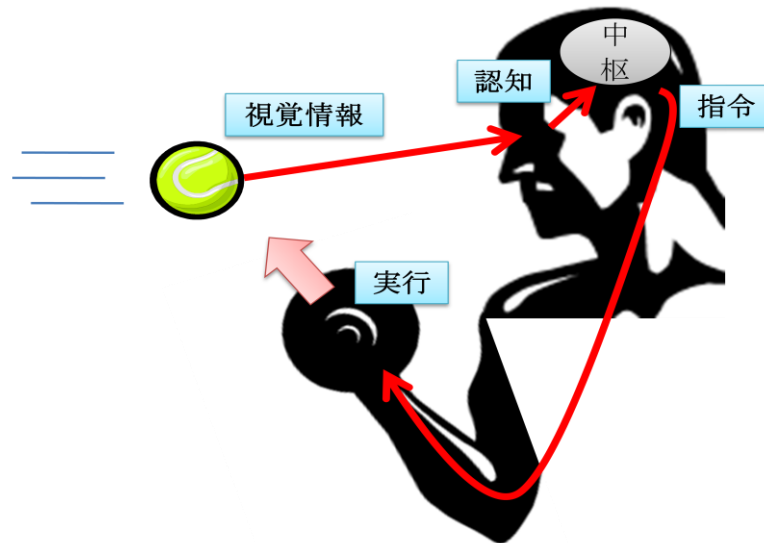
本開発で使用する技術は、岩尾智が既に特許を取得している協働性能力を訓練する方法及び装置（特願 2004-148360 筋肉トレーニング装置及び筋肉トレーニング装置）」である。

近年の我が国では、第一次ベビーブーマー世代が 50 代後半に入り、空前の高齢社会に突入している。人間の身体機能、特に運動能力は身体的な不活性により簡単に低下するものであり、こと筋力は日常生活以上の負荷を掛け続けなければ低下してしまうものである。高齢者においては身体活動量の低下と身体機能の低下から筋肉の萎縮もすすむため、非常に転倒しやすく、その結果、ケガや骨折などにより寝たきりになるといった深刻な事態を引き起こす原因ともなっている。

高齢者に対する身体トレーニングとして、昨今、マシンを用いた筋力トレーニングが導入されることが多くなってきた。しかしながら、高齢者におけるケガや転倒の原因となるのは「筋力の低下」や「筋肉量の減少」だけではない。自分の思った「タイミング」で自分の思った「強さ」の筋力を自分の思った「長さ」で発揮する能力の欠如、すなわち視覚、脳、筋群の「協働性」能力が低下し、敏捷かつ円滑な動作が困難となることも高齢者の事故の原因となる。日本ではまだ「協働性能力」という概念が普及しておらず、そのトレーニング法も確立されていないが、岩尾が以前研究を行っていたアメリカ国立老化研究所（NIH/NIA）をはじめ欧米諸国では高齢者における協働性能力の低下が深刻な事態を引き起こすことが認知されはじめている。たとえば、Benjamin K らの研究では若者に比べて高齢者では握力発揮における筋群の協働性能力が低いことが報告されている（Benjamin K, et al. Journal of Gerontology 60A: 232-240, 2005）。

協働性能力とは、具体的には、図 1 に示したように、たとえば、前方にボールを発見したとき、その情報を視覚がとらえ、そして脳がそのボールをパンチするよう指令を出し、指令を受けた筋群が正しく動作してボールをパンチする、といった、視覚・脳・筋群の一連の連携プレーのことである。この連携プレーがうまくいかなくなること、すなわち「協働性能力」の低下が、高齢者における転倒や事故の大きな要因になるのである。したがって、高齢者におけるトレーニングを考えるときには、筋力を向上させると同時に「協働性」を向上させるための要素を付加することが大切である。さらに高齢者が筋力トレーニングを行う場合には、関節や腱などを傷めないよう十分な配慮が必要となる。

図 1



従来の筋力トレーニング装置は、トレーニングを行う者（以下、トレーニー）が操作することにより所定の動作を繰り返し可能に行う操作部と、重さ調節可能な重錘と、操作部と重りとを結ぶワイヤ又はシャフトとを備え、トレーニーによる操作部の操作によりワイヤあるいはシャフトを介して重りを持ち上げたり下ろしたりするものである。このような従来の筋力トレーニング装置を用いたトレーニング方法は、所定の重さの重錘を上げ下げする運動であり、筋肉にかかる負荷（張力）は一定であり、筋の長さが増えながら筋力を発生するいわゆる等張性運動（アイソトニック運動）である。このアイソトニック運動の場合、トレーニング中にトレーニーの筋肉の長さや関節の角度が変化するため、運動に不慣れな中高年者では、かえって身体的な障害につながるおそれがあった。

また、従来の筋力トレーニング方法では、トレーニングの達成度は、重錘の重さ、重りの上げ下げの回数、といった固定された情報のみから判断するものであり、トレーニング中に達成度を随時把握することはできなかった。そのため、筋肉トレーニングを継続するための動機付けを見出すのが困難であり、筋肉トレーニングが長続きしない傾向にあった。また、従来の筋力トレーニング方法では、単にトレーニーによる操作部の繰り返し操作により重りを持ち上げたり下ろしたりするものであり、トレーニーの視覚、脳、筋の協働性を考慮したトレーニングの要素については全く考慮されていなかった。さらに、従来の筋力トレーニング装置ではトレーニングに関する情報がデータとして記録されないため、トレーニーの発達の経緯や、筋力とその他疾患との関わりについて検討することは全く不可能であり、トレーニングはあくまでも筋力増強という結果としてしか把握することができなかった。

これらの点をふまえ、岩尾は関節角度および筋の長さを変化しないアイソメトリック運動による筋力トレーニングにおいて、あらかじめ設定された目標正弦波を視覚的に表示させ、それに合わせるように筋力の調節を行うことによって、視覚・脳・筋群の「協働性能力」の発達が原理的に確認できるよう、プロトタイプを開発を行った（写真1，2）。

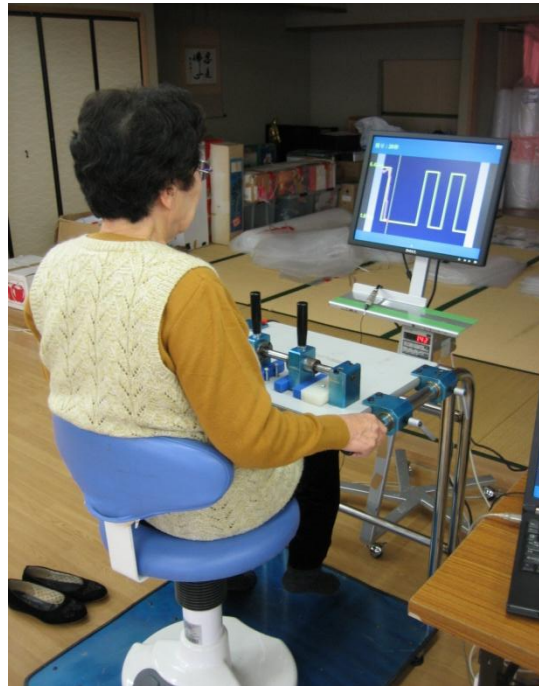


写真1 プロトタイプの開発

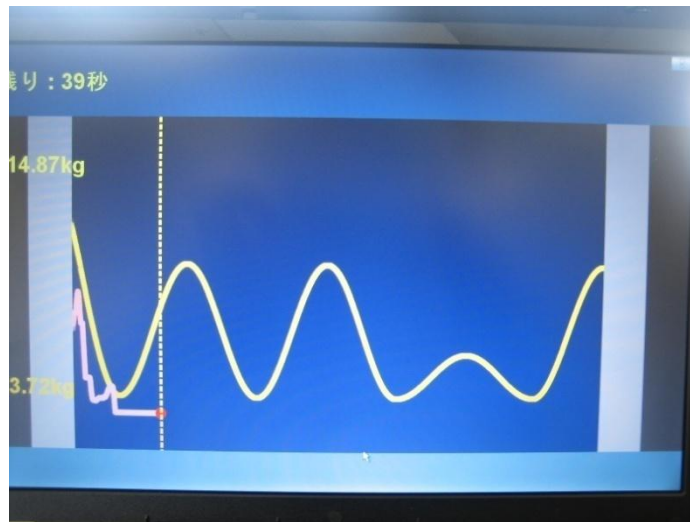


写真2 表示部

この装置は既存の張力系を改造して作成した検出部と表示部の追設により構成されている。自分が発揮している筋力の大きさや形を視覚情報として確認するとともに、成功・失敗という結果が得られるため達成感があり、継続意欲を維持することが可能である。さらにトレーニングの経過がデジタルデータとして蓄積されるので、後にデータを解析することが可能である。

ii) 本開発の動機と背景

岩尾が開発したプロトタイプは、ケアハウスルンビニの協力を得て転倒予防との相関を検討した。認知症進行予防、うつ症状との関係も検討の予定である。

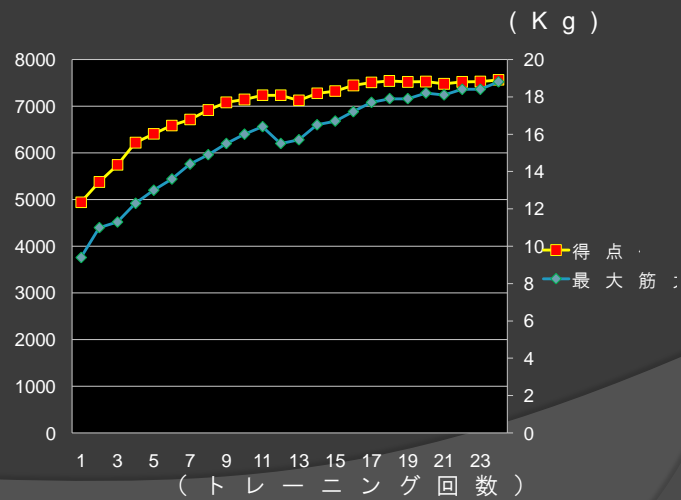
協働性能力トレーニングの効果についてデータを蓄積し、統計解析を用いた評価を行っているが、3ヶ月間、働性能力のトレーニングを行った結果、体力・協働性能力関連項目として、

- 1) 最大筋力値の増加
- 2) トレーニングプログラムの獲得得点上昇
- 3) 障害物歩行で改善が見られた

といった効果が見られた。

結果

協働性得点と最大筋力値の平均値の



トレーニング前後の変化

N=16 *p<0.05 **p<0.01

	開始時(mean±SD)	終了時(mean±SD)	p
握力右	29.71±9.04	29.91±8.46	
握力左	26.21±8.05	26.35±6.41	
開眼片足立ち	11.41±12.49	9.93±6.05	
FR	21.38±6.23	23.1±5.69	
障害物歩行	12.58±2.80	11.52±2.21	*
TUGT	10.65±2.55	9.31±2.56	**
下肢反射速度	0.9149±0.2941	0.8923±0.1427	
ゲーム得点値	5630.10±1197.09	7427.90±825.35	**
最大筋力値	12.29±3.51	17.54±3.86	**
FES	35.66±9.98	25.80±6.41	**
リスク	5.28±2.21	3.76±1.57	*

この結果から、本開発の元の技術である協働性能力訓練は、明らかに「転倒防止」、「筋肉増強」、「協働性能力改善」の効果があるものと考えられる。

また、測定項目以外でも、通常の筋力トレーニングにくらべ、協働性能力トレーニングを行っている場合には、トレーニーの覚醒レベル、発汗量、緊張度が高い傾向にあることが観察によってみとめられている。これらのことは、単なる重錘の上げ下げによる従来の筋力トレーニングではなく、視覚、脳、筋群が連携プレーを行うことによってなされている協働性能力トレーニングでは、トレーニング中の脳波、脳の賦活レベル、循環器系応答、自律神経活動、筋放電パターンが異なっている可能性を示唆しているが、現段階ではまだ生理的計測を行っていないため詳細は不明である。

したがって、協働性能力トレーニングが身体諸機能に及ぼす影響について明らかにし、より効果的な協働性能力トレーニング法を発展させるためには、運動教室において行われている効果の評価項目以外に、心電図、脳電図、脳波、脳血流、血圧、心拍数、血中ホルモン、筋電図（以下、これらを総称して「生理変数」とする）といった指標を用いてその効果を確認する必要がある。これにより協働性能力向上のトレーニングを行うことの意義がいっそう明確になると考えられる。

さらに、パーキンソン病、認知症、アルツハイマー症などの疾患では、脳の異常の兆候が運動機能に現れてくることもあることから、これらの患者における生理変数と協働性能力との関係を明らかにすることは非常に意義が高い。すなわち、これらの疾患の患者に特有な脳波や脳血流などの生理変数と協働性能力との関係が明らかになれば、現段階では特に疾患を持たず正常と思われる人であっても、前述の疾患に特有な協働性パターン（協働性能力の低下パターンなど）が現れれば、その人がその疾患に特有な生理変数を有していることが予測され、その疾患を発症する可能性が高いことを早期に予測することが可能となり、早期予防、早期治療の道が開けてくる。また、協働性能力の変動とアルツハイマー病等の認知症病態との関係が明らかになれば、これらの疾患のリハビリテーションとしての協働性トレーニングの可能性が期待できる。

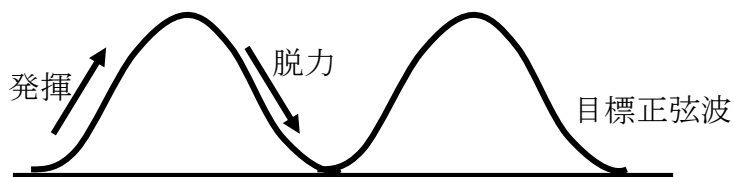
（2）研究開発の目的と内容

i) 協働性能力とその他の生理変数および疾患との関係の解明

本研究の一つ目の目標は、生理変数と協働性能力との関わり、および疾患発症と協働性能力との関わりを明らかにすることである。

本開発で使用する技術である協働性能力訓練装置は、あらかじめ目標正弦波が設定され、それに合わせるように筋力を調節することが基本動作となっている。正弦波に合わせる筋力発揮には、大きく分けると図2に示すように「筋力発揮フェーズ」と「筋力減少（脱力）フェーズ」がある。

図2



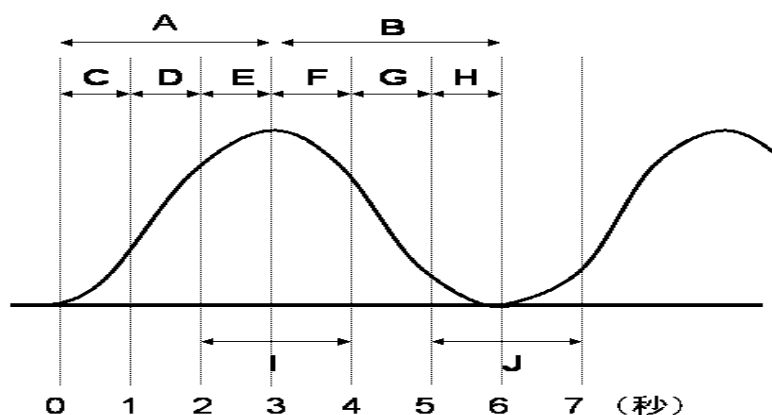
協働性能力トレーニングにおける他の生理変数について検討するためには、協働性能力トレーニングにおける一連の動作を、生理機能的な意味づけによってグループ分けしておく必要がある。

一つの力発揮・脱力フェーズは、筋群の活動の状況から、図3のように10のフェーズに分けることができる。すなわち、

- A 区間 筋収縮期(筋力発揮)
- B 区間 筋伸張期(脱力)
- C 区間 筋収縮序盤期(筋伸張→筋収縮移行直後期)
- D 区間 筋収縮中盤期
- E 区間 筋収縮終盤期(筋収縮→筋伸張移行直前期)
- F 区間 筋伸張序盤期(筋収縮→筋伸張移行直後期)
- G 区間 筋伸張中盤期
- H 区間 筋伸張終盤期(筋伸張→筋収縮移行直前期)
- I 区間 筋収縮→筋伸張移行期
- J 区間 筋伸張→筋収縮移行期

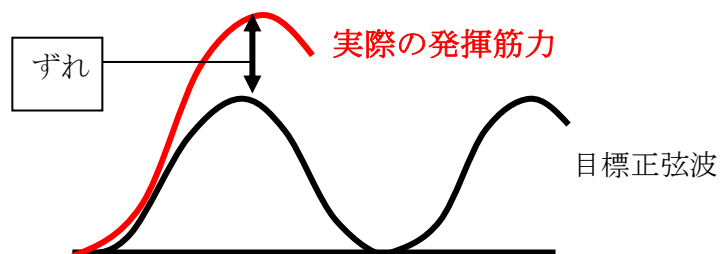
である。

図3. フェーズ分割の例



それぞれのフェーズは筋力発揮および協働性能力にとって異なる意味を持つものであり、身体
のその他の生理変数に対しても異なる影響を及ぼしていることが考えられる。したがって、A から
Jまでのフェーズ毎に、生理変数について検討する必要がある。

本開発では、まず、個々のフェーズごとにおける、目標正弦波と実際の発揮筋力との「ずれ」に
ついて計測する。サンプリング間隔は実績より 6 ミリ秒とし、目標正弦波と発揮筋力とのずれを
算出し、その値を各フェーズ毎に平均化する。



各フェーズ毎のずれの平均値と、脳波、脳血流などの生理変数との間にどのような関係がある
のか（たとえば、フェーズ E におけるずれが大きいほど安静時の前頭葉脳血流量が高い、あるいは

はフェーズ J における心拍数が低いほどフェーズ I のずれが小さい、など) について、多くの被験者からデータを収集し、統計的手法を用いて検討する。これにより、協働性能力トレーニングにおける各フェーズのずれのパターンから、他の生理変数を予測することができ、ひいては疾患の発症を早期に予測できる装置へと発展させられる可能性がある。

さらに、協働性トレーニングの各フェーズ毎の脳の活動の相違が明らかとなれば、脳に関わる疾患のリハビリテーションとしても用いることが可能となる。

ii) 中高年者向けテーラーメイド協働性能力訓練装置の開発

前述のように岩尾の開発した協働性能力を訓練するプロトタイプは、現在、ケアハウスルンビニにおいて試験運用されている。

厚生労働省は、昨今における介護保険料の激増を食い止めるため、現在の介護保険制度を見直し、介護度が低い要介護者に対しては、今後、家事代行に対しては介護保険利用を認めず、運動、栄養、口腔衛生などの「予防」活動に対してのみ介護保険の使用を許可する方針を出している。つまり、「半強制的」に運動を行わなければならない人口が急増することが予測される。

予防のための給付を受ける運動の実施場所は、各地方自治体やデイケアセンター、通所リハビリセンターが請け負う可能性が高いが、もしそうなれば、これまで「予防」的活動を行ってこなかったデイケアなどの領域にも運動施設や装置が必要となることになる。

その一方、市町村や民間で主催されている運動教室に通っている人は、環境的に恵まれ、また運動教室に通えるだけの体力がある人であって、本当に運動が必要な人たちは、実際には運動教室に通うことさえできないのが現状である。したがって、ただ運動の場や機会を提供するだけでは、真の「国民の健康の底上げ」にはつながらない。国民の健康度を底上げするためには、より身近で気軽な運動の場、すなわち自宅での運動を可能にすることも非常に重要である。また、介護保険の適用を受けていない人であっても、今後の高齢期に向けて自主的な運動による予防活動が必要であることは言うまでもない。

ところで、個人個人が「予防」のための運動を行う際に必要とされるのは「テーラーメイドプログラム」、すなわち個別対応型運動プログラムである。

今後は、これまでのような「〇〇運動教室」といった一律の運動を皆で行うという形式ではなく、その人その人の体力、罹患状況、生活習慣に応じた個別の運動プログラムを作成し、実施していくことが主流となることは明かである。

このような背景から、本研究開発では、運動教室のように十分な敷地面積がとれないような小規模な場所や、自宅等においてもトレーニングが可能な、小型かつ「テーラーメイドプログラム」を提供できる協働性能力訓練装置を開発することを目指した。

協働能力のトレーニングは、あらかじめ設定された目標を目や耳で認知し、それに対して行動を起こし、その行動の結果が成功・失敗という形で視覚的にフィードバックされ、行動の修正（調節）を行う、という要素が基盤となる。また、筋力増強を図りながら協働能力をトレーニングするためには、トレーニング装置に次の三つの機能が必要とされる。まず第一に、目標筋力発揮パターンを設定し、それを表示する機能「目標設定・表示部」である。第二に、その目標に応じて筋力を調整するための「操作部（筋力受信部）」である。第三は受信された筋力を視覚フィードバックするために客観的指標として評価するための「筋力評価部（筋力測定部）」である。岩尾が開発した訓練装置では、目標設定・表示部はコンピュータソフトウェアプログラムとモニターであり、操作部は押し棒、押し板などであり、筋力評価部は引張型張力計などの圧センサーである。

本開発では、テーラーメイドの協働能力訓練装置を開発するにあたり、以下のような仕様で臨んだ。

- ① 1台の装置で数カ所の筋群（脚筋群、腕筋群、腹筋群等）のトレーニングを兼用できる構造（操作部が移設可能な構造）。
- ② アイソメトリック運動が可能な操作部および圧力センサーを使用。
- ③ 発揮筋力ならびに目標正弦波がコンピュータからモニターに出力される装置を併設。
- ④ コンピュータのソフトウェアプログラムは、トレーニーの個人情報（年齢、身長、体重、血糖値、体調、体力、生活習慣など）が入力されると、それを元にして自動的にそのトレーニーに最適な協働能力訓練のためのプログラムを作成し、モニターに目標正弦波の形で表示する。
- ⑤ トレーニングプログラム（ソフトウェア）は、トレーニングの継続を促進するために、視覚的にも楽しく、ゲーム性のある構成とする。
- ⑥ トレーニング結果はそれまでの個人情報と共に保存され、次回の個別トレーニングプログラム作成に反映される。
- ⑦ トレーニング結果は、前述のフェーズ毎に自動解析され、トレーニーの特性や協働能力の情報として本人に即時フィードバックされる。

このような要素により、テーラーメイドのトレーニングプログラムを備え、かつ、小規模施設での設置可能な協働能力訓練装置を研究開発した。

（3） 具体的ニーズと使用が予定される環境

本開発は、単に協働能力を訓練するだけではなく、誰もが楽しんでトレーニングを続ける

ことができる「ゲーム性」を重視してインターフェースを構築した。したがって、具体的ニーズとしては、協働性能力トレーニング装置としての用途の他、身体に有益なゲーム機としてのニーズも期待できる。

①具体的ニーズ

- a. 各個人の、テーラーメイド協働性能力訓練装置として（訓練重視）
- b. 各個人の、家庭での余暇の一つとして（ゲーム性重視）
- c. 高齢者のデイケア、デイサービスにおける高齢者の予防活動の一環としてのテーラーメイド協働性能力訓練装置として
- d. 高齢者のデイケア、デイサービスにおける高齢者の余暇活動の一環としてのゲーム装置として
- e. 有料老人ホーム等高齢者住居でのテーラーメイド協働性能力訓練装置として
- f. 有料老人ホーム等高齢者住居でのゲーム装置として
- g. 病院等でのテーラーメイドリハビリテーションの一環として
- h. 温泉等の娯楽施設におけるサービスの一環として

1) 助成研究の基盤となる取得特許、ノウハウ等の内容

現在有する特許・ノウハウについて

特許番号	特許名称	発明者	出願人	出願の状況	特許の概要
特願 2004- 148360	筋肉トレーニング方法及び筋肉トレーニング装置	岩尾智 他	財) 名古屋産業科学研究所	取得	協働性能力を訓練するための筋力トレーニング装置

事業化の基盤となる技術は岩尾が特許申請中の協働性能力訓練装置である。この装置の特徴は、

イ) 関節角度および筋の長さを変化しないアイソメトリック運動であり、高齢者にも安心して行うことができる。

ロ) 協働性能力をトレーニングするためにあらかじめ目標正弦波が設定されており、それに合致させるべく筋力を発揮するので、成功・失敗という結果が得られるため達成感がある。

ハ) 自分が発揮している筋力の大きさや形を視覚情報として確認することができる。

ニ) トレーニング情報がデジタル情報として蓄積され、後にデータ解析することが可能。という点である。

この特徴を実現させるため、この訓練装置は以下の3機能によって構成されている。

機能1「目標設定・表示部」 目標筋力発揮パターンを設定し、それを表示する

機能2「操作部（筋力受信部）」 その目標に応じて筋力を調整する

機能3「筋力評価部（筋力測定部）」 受信した筋力を視覚フィードバックするために客観的指標として評価する

つまり、コンピュータ上のソフトウェアプログラムが目標を設定し、それを目標正弦波としてモニターに表示させ、トレーニーがそれに合わせて操作部に筋力を加えると、引張型張力計などの圧センサーが筋力の大きさを評価してその結果をデジタル信号としてコンピュータに返す、という仕組みである（図4）。

具体的には、目標設定・表示部であるコンピュータソフトウェアプログラムでは、まず最初にトレーニーのその日の最大筋力を測定する。筋力は、先のハードウェアの項で述べた筋力評価部からデジタル信号としてコンピュータに取り込まれる。コンピュータ上のトレーニングソフトウェアプログラムはこの最大筋力値を元に、そのトレーニーのその日のトレーニングプログラムを自動計算する。たとえば、最大筋力の40%筋力をトレーニングでの最大値として、その値が山のピークに来るような正弦波を作成し、次々と連結した形で画面上に表示される。トレーニーは、この正弦波を目標として筋力発揮と脱力のタイミングを調整して、自分の発揮筋力曲線が目標正弦波にぴったり重なるように筋力を発揮する（写真3）。

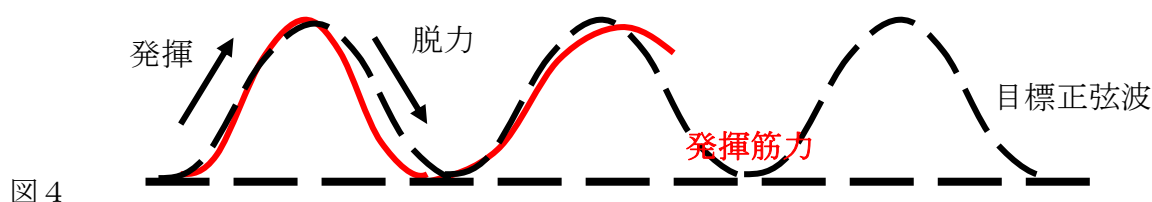


図4

この一連の過程において、ソフトウェアプログラムは目標正弦波と実際にトレーニーが発揮した筋力曲線との「ずれ」を数値的に計算し、このトレーニングに対す総合得点を算出し、最終画

面に表示する。ソフトウェアプログラムは、個々のトレーニーが行った一連のトレーニングに関する情報を自動保存し、後にデータ解析が可能なデータベースを作成する。

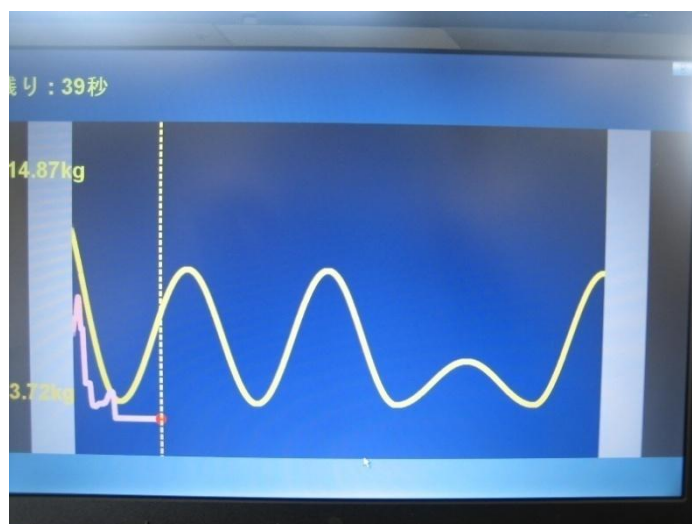


写真3 プロタイプの表示部（黄線：目標正弦波，赤線：実際の発揮筋力）

本事業によって、協働性能とその他の身体機能との関わりが明らかになれば、高齢者における転倒の大きな原因である「協働性能低下」について、そのメカニズムや原因、改善方法を見いだすことができる可能性がある。これにより、高齢者の転倒・骨折・ケガ予防に対して、効果的な方法を確立することができる。

また、協働性能と生理変数との関わり合いが明らかになれば、協働性能トレーニングを行うことにより、これらの生理変数の値や変動を予測することが可能となる。これらの生理変数は、パーキンソン病、認知症、アルツハイマー病などと密接に関係しているので、協働性能トレーニングを日々の体調のスクリーニングとして行うことにより、これらの疾患の発症を早期に予測することも可能となる可能性がある。

さらに、協働性能訓練装置をテラーメイド化するにあたり、

- ①訓練機本体（数カ所の筋群のトレーニングのための操作部を兼用できる構造）
- ②本装置専用のコンピュータ，モニタ
- ③テラーメイド協働性能訓練ソフトウェアプログラム

の開発を行うため、これらに対する実用新案、あるいは特許を申請中である。

2) 国内外における他の技術ならびに特許に関する相違及び関連

①国内外における他の技術との相違と関連

現在、国内外において「協働性能力」という概念は生理学の基礎実験レベルでは存在するが、一般の人を対象としたトレーニング装置や方法については未だ確立されていない。さらに協働性能力トレーニングと筋力トレーニングが同時に行えるような訓練装置は他には見あたらない。国内において市販されている筋力トレーニング装置は、トレーニーが操作部に筋力を加えることにより、操作部に連結された重錘が上下し、その重錘の重力が筋肉に負荷として加わる仕組みである。このトレーニング法ではトレーニーの関節角度および筋肉の長さが増減する。

またこのトレーニング装置の場合、筋力によっておもりの上げ下げを行うのみの運動（アイソトニック運動）法であるため、成功・失敗といった「結果」は発生しない。また、トレーニーは自分が発揮した筋力の大きさを視覚情報として確認することも不可能である。

本開発で使用する岩尾が申請した特許の特徴は、①関節角度および筋の長さが増減せず高齢者も安心、②目標に対して筋力を発揮・調節するので、成功・失敗という結果が得られる、③自分の発揮筋力の大きさや形を視覚情報として確認できる、④トレーニング情報をデジタル情報として蓄積し後にデータを解析が可能、という点である。

これらの特徴を有する筋力トレーニング装置は国内外で他には見あたらない。

②国内外における他の特許と当該提案の相違と関連

国内外の技術的に類似な特許としては、特開 2004-173862「サイクル型エルゴメータ」松下電工(株)、特開 H06-70899「神経筋トレーニングシステム」、フィジカルヘルスデバイスシーズコーポレーション、特開 2002-209874「筋力測定方法」石井直方、等が先願としてあるが、目標曲線を設定表示し筋力をそれに従わせるという、岩尾の協働性能力訓練装置に類する特許はない。従って本申請の技術は他の類似技術に対し優位性があると考えられ、本技術を実施するためのプロトタイプ製作が出来たことは、大変有意義であった。

3. 研究開発の現状と今後の方針

(1) データ解析用ソフトウェアの開発

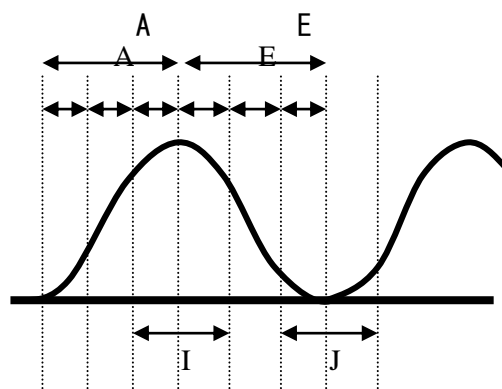
本開発の元となる岩尾の協働性能力訓練装置では、トレーニングの最後に目標正弦波と実際の発揮筋力パターンとの「ずれ」の多少が総合得点として表示される。しかしながら、実際には一つの正弦波には筋力を発揮するフェーズと脱力するフェーズがあり、それらはさらに 10 のフェーズに分類することができる。各フェーズにおける筋力発揮の形態は同じではなく、それぞれで異

なる身体機能が要求されている。したがって、それに関わる視覚や脳の活動もフェーズ毎で相違する物と考えられる。これらのことから、協働性能力と他の生理変数との関係を検討するためには、まず協働性能力をいくつかのフェーズに分類し、そのフェーズ毎に目標正弦波と実際の筋力との「ずれ」を測定評価する必要がある。さらに、その評価ならびに評価結果データの格納を自動的に行うためのソフトウェアの開発が必要である。

具体的には、目標正弦波と実際の発揮筋力とのずれの解析において、フェーズ毎のずれの大きさをより正しく評価するために、各時刻のずれの値をフーリエ級数展開し、各次数におけるフーリエ係数を用いてずれの大きさ評価の妥当性を検討する。

この検討の例として、例えばフェーズ A とフェーズ E におけるずれの比較をすると、それぞれのずれの大きさを 4 次までのフーリエ係数で計算した場合、A と E とで値が大きくなるのは次表のように、

筋力発揮パターン	1次	2次	3次	4次
パターン1	A	A	A	A
パターン2	A	A	A	E
パターン3	A	A	E	A
パターン4	A	E	A	A
パターン5	E	A	A	A
パターン6	A	A	E	E
パターン7	A	E	A	E
パターン8	E	A	A	E



となる。すなわち、筋力発揮のパターン（形状）が、パターン1の場合、いずれの計算式を用いた場合でも A の方が値が大きくなるが、パターン2では、4次式で計算した場合のみ、E の方が値が大きくなる。

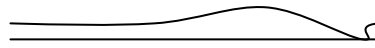
【例】

<パターン5> 1次だけ E の方が大きい

A は両方にずれており、また片方への突発性も高いため、2次、3次、4次とあがるにつれてそのずれの大きさが強調される。一方、E はゆるやかに片方にずれているので、1次の場合には値が大きくなるが、2次、3次、4次では、A と比べるとその値は小さくなる



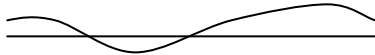
A



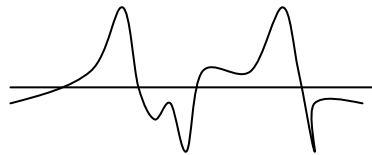
E

<パターン6> 1次、2次はAが大きく、3次、4次はEが大きい

平均的にはAがずれているが、Eには突発的な要素が多く含まれる（値が振動している）ため3次、4次となるに従い、Eのずれの方が顕著となる



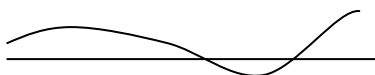
A



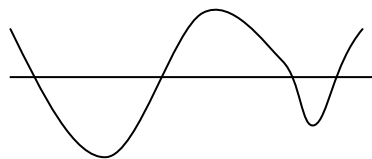
E

<パターン7> 1次、3次はAが大きく、2次、4次はEが大きい

Aのほうは全体的に+、もしくは-に偏っているが、Eは+、-にずれているが、打ち消しあっているために2次、4次はEが大きくなる



A



E

こういった、各筋力発揮パターンによる1次、2次、3次、4次の係数が持つ特性をよく考慮し、どの次数を用いるかを決定する必要がある。

今回の研究では、正弦波による指標を主として用いたが、M系列波等についてもさらに検討する必要性が考えられる。

今回の開発では、これまで考えていた装置を具現化出来、非常に有意義な助成であった。わが国においては人件費が高く、欧米諸国で行われているような移民労働者によるマンツーマントレーニングによる介護予防のためのトレーニングが困難である。その中で今回の取り組みを踏まえたうえでコストを抑えた形でのテーラーメイドトレーニングシステムの開発を粛々と進めていきたいと考えている。

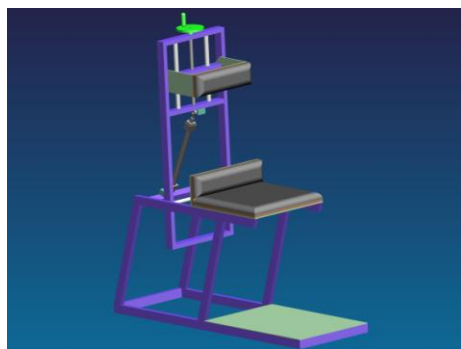
(2) 今後の取組み

①介護予防トレーニング機器

今後わが国は超高齢社会を迎え、ますます予防のための科学的方法論が議論されなければならない。今回の実験においては、様々な角度から体力の向上が認められた。協働性マシンを使用した頻度は、週一度であり、その頻度は、通所系介護施設と同じであるためこのプログラムは、そのまま適用できると考えられる、デイサービス等においてさらにデータを蓄積し介護予防のための協働性マシンを完成させたい。

②リハビリ機器

昨今様々な疾患による寝たきりが問題となっている。手軽でコストのかからないリハビリ機器としての開発を地域の基幹病院との共同研究により行い、術後回復期リハの患者に対して腹筋、背筋の協働性トレーニングがどのような効果を与えるかの検証を行いたいと考えている。



導入予定協働性トレーニングマシンイメージ

③認知症予防機器

ケアハウス等において認知症予防のための握力型協働性マシンを開発しその装置によるトレーニングを行い、認知症の進行をくいとめる方法を研究し、高齢者の自立をサポートしていきたいと考えている。

本研究は愛知医療学院短期大学の倫理委員会を通した。

謝辞

本研究に際して、被験者の募集やトレーニングの実施にはケアハウス「ルンビニ 大治」の協力を得た。

また本研究は財団法人 在宅医療助成 勇美記念財団の助成を得て行われたことを篤く感謝する。