

公開資料

研究開発成果実装支援プログラム
実装活動の名称「高齢者転倒事故防止のための移動能力評価システムの社会実装」

実装支援プロジェクト終了報告書

実装期間 平成21年 10月～平成24年9月

実装機関名 立命館大学

実装責任者
氏名 塩澤 成弘

目次

I	実装活動の名称と目標、3年間の活動要約	3
II	実装活動の計画と実装活動	6
III	実装支援活動の成果	11
IV	実装活動の組織体制	14
V	理解普及のための活動とその評価	15
VI	結び	19
	参考資料A 活動の様子	21
	参考資料B 歩行測定・評価の概要	23

I 実装活動の名称と目標、3年間の活動要約

(1) 実装活動の名称

「高齢者転倒事故防止のための移動能力評価システムの社会実装」

(2) 最終目標

本提案の最終目標は、高齢者の転倒防止であり、個々の高齢者の転倒の危険性、転倒防止のために必要な運動の処方が行える社会システムの構築であり、セーフコミュニティ実現の具体策として、世界に高齢者の転倒予防の具体策を発信する。具体的な最終目標は、

- 1) 高齢者の転倒事故率 5%未満、大腿骨頸部骨折率 1%未満の達成
- 2) 上記目標達成のための、転倒・骨折事故の危険性を具体的指摘できるデータベースの構築とインターネット公開
- 3) 国際的共同研究による、人種、民族、生活スタイルの違いと転倒危険度との関連性の解明研究
- 4) 上記目標達成のための生活スタイル別（国別、民族別）転倒予防プログラムの創発
- 5) 一般人が安価に利用できる。移動能力モニタ装置の市販化とインターネットによる転倒防止コンサルタントサイトの構築

である。

(3) 支援期間終了後の目標（到達点）

実装地である京都府亀岡市における社会実装の完了をはじめ以下を目標とする。

- 亀岡同市以外でも容易に本提案の取り組みが実施できるように評価方法の公開、評価指標のデータベース化
- 亀岡市における社会実装に必要な携帯型運動モニタ装置の製作
- モニタ手順や検査項目の決定
- 亀岡市における社会実装体制の構築
- 計測データを基にした評価指標の作成
- データベースサーバの製作
- 評価方法の公開、評価指標のデータベース化
- 他地域における社会実装試験の検証実験を含めた検討

(4) 3年間の活動実績（要約）

実装支援期間中の最も大きな目標は京都府亀岡市における社会実装の完了である。この目標に関しは、本実装活動を通して、亀岡市篠町で継続的に実装活動を続けることができ、支援期間終了後も引き続き活動を継続するための体制を構築することができた。その他の目標とその到達点は以下の通りである。

「亀岡同市以外でも容易に本提案の取り組みが実施できるように評価方法の公開、評価指標のデータベース化」

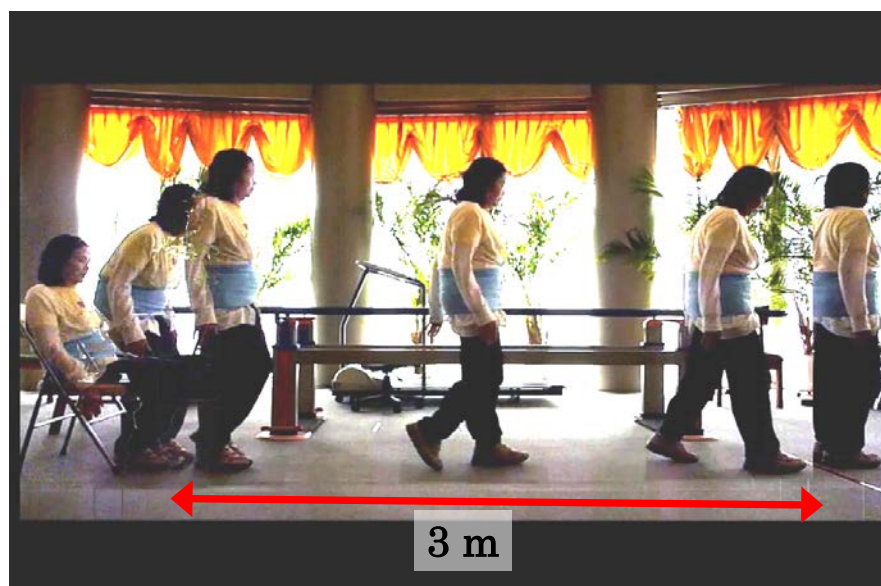
学会、講演会、シンポジウム、論文、ホームページなどで国内外に向けて評価方法の提案や公開を行った。

「亀岡市における社会実装に必要な携帯型運動モニタ装置の製作」

3年間で100台以上の携帯型運動モニタ装置を製作し、実装活動を円滑に進めることができた。本装置は、運動をセンシングする3軸加速度センサ、計測データを保存するメモリカード、加速度センサとメモリカードを制御するマイクロコンピュータからなる。これらの構成は、本取り組みを将来的に普及させるための装置製品化を容易にするため、実用化されている活動量計や万歩計と同様なものとした。

「モニタ手順や検査項目の決定」

広く普及させることを目指し、手順や検査項目の実用性の側面から検討を行った。結果として、下図のように椅子から立ち上がり3m歩くという簡単な動作のみで歩行能力を評価する方法を採用した。



「亀岡市における社会実装体制の構築」

亀岡市では3年間でのべ370名分の参加者に対する計測と評価結果のフィードバックを行った。3年間継続して実装活動を行うことができたため、社会実装体制が構築できたと考えている。

「計測データを基にした評価指標の作成」

椅子から立ち上がり、3 m 歩いている間の携帯型運動モニタ装置の計測データを歩行ステップ毎に切り分けて算出されたそれぞれの時間と振幅を代入することで歩行能力を示す指標を算出できる評価式を作成した。

「データベースサーバの製作」

ネットワークを通じて計測データをデータベースサーバに送信し、評価結果を得ることができるシステムを構築することができた。また、このシステムではインターネットに接続できる環境が必要になるため、ネットワークへの接続環境にない場合も評価結果を得ることができるオフライン評価システムも開発した。

「評価方法の公開、評価指標のデータベース化」

評価方法の公開については学会、講演会、シンポジウム、論文、ホームページなど、様々な方法で公開することができた。データベースについては、本事業全体でのべ461名分のデータを得ることができ、それらから得られた評価基準値のデータベース化を実現した。

「他地域における社会実装試験の検証実験を含めた検討」

当初は別地域での実装活動を検討することとしたが、活動を通じてリハビリテーションをはじめとする臨床現場でもニーズがあることが分かった。また、亀岡市での計測について予想以上の参加者を得ることができたため、亀岡市以外の社会実装の検討として医療現場での実装活動を行い、のべ91名の評価をおこなうことができ、医療現場への実装の可能性と有用性を明らかにできた。

II 実装活動の計画と実装活動

(1) 全体計画

項目 \ 年度	平成21年度	平成22年度	平成23年度	平成24年度
携帯型運動モニタ装置 設計・製作	←→ ←- - ->	←→ ←- ->	←→ ←- ->	
模擬実装試験 計測・解析	←→ ←→ ←▶▶▶▶			
模擬実装試験 計測項目の決定	←→ ←- - ->		←- - - ->	
模擬実装試験 フィードバック方法の 検討	←→ ←- - ->		②医療分野への実装先拡大 に対応するため	
社会実装試験 実施体制の構築		←→ ←- - - ->	←→	
社会実装試験 計測・解析		←→ ←- - - ->	←→	←→
社会実装試験 現場へのフィードバック		←→ ←- - - ->	←→	←→
社会実装試験 実施体制の検証		←→ ←→ ←▶▶▶▶	←→ ←▶▶▶▶	
データベース 判定基準の作成		←→ ←- - - ->	←→	←→
データベース システム構築	③ より現場にあったシステム への変更の必要性が生じたため		←→	←→
社会実装活動の拡大に 向けた検討		←- - - ->	←→	←→
今後の実装体制の検討		①医療分野から要望があったため		←→
		④製品化に向けた検討、および実装 地域との調整が必要なため		←→
報告書作成	←→ ←▶▶▶▶	←→ ←▶▶▶▶	←→ ←▶▶▶▶	←→ ←▶▶▶▶

(2) 各年度の実装活動の具体的内容

申請当初、実装地である京都府亀岡市における本取組の社会実装の完了をはじめとし、以下を目指した。

- 亀岡同市以外でも容易に本提案の取り組みが実施できるように評価方法の公開、評価指標のデータベース化
- 亀岡市における社会実装に必要な携帯型運動モニタ装置の製作
- モニタ手順や検査項目の決定
- 亀岡市における社会実装体制の構築
- 計測データを基にした評価指標の作成
- データベースサーバの製作
- 評価方法の公開、評価指標のデータベース化
- 他地域における社会実装試験の検証実験を含めた検討

これらの目標を達成するために行った年度毎の活動内容は以下の通りである。

【平成 21 年度】

まず平成 21 年度は当初の計画の通り本社会実装で用いる携帯型運動モニタ装置の製作、および平成 22 年度以降に行う社会実装試験のための模擬実装試験を行った。模擬実装試験については、実装地域である京都府亀岡市において平成 21 年 12 月と平成 22 年 3 月に高齢者の歩行能力評価を行った。携帯型運動モニタ装置の製作については模擬社会実装試験に必要な 30 台の装置製作を行った。機能的には問題は生じなかったが、被計測者へのユーザビリティ向上のため、第 2 回の計測・評価試験前に軽微な機器の修正を行った。また、亀岡市のどの地域で社会実装試験を行うのかを決定した。模擬実装試験については亀岡市役所や地元自治会と協議し、京都府亀岡市篠町で行うことに決定した。具体的には亀岡市篠町自治会「なんたん元気づくり体操・サロン」参加者に対して移動能力の計測・評価を行うこととし、運動教室参加者を対象に平成 21 年 12 月と平成 22 年 3 月にのべ 45 名に対して移動能力評価試験を実施した。これらの模擬実装試験を進めていく中で現場における計測手順などを体操教室主催者や参加者らの意見を聴取しながら決定した。当初 20 名規模の計測であるため、20 分程度で計測が完了する予定であったが、第 1 回目(平成 21 年 12 月)の計測には約 20 名の計測に 60 分程度の時間を要し、体操教室のその他の行事の進行に影響を与えた。そのため計測項目、計測手順などの見直しを行い、第 2 回目(平成 22 年 3 月)の計測について 25 名の参加者の計測を体操教室の運営に影響を与えない 20 分程度で終了させるところができた。さらに計測データから評価の基準となる各指標の平均値、標準偏差などの統計量を得ることができた。計測終了後の評価結果のフィード

バックについては評価シートを作成し、次回の測定時に参加者らに返却することとした。

さらに当初計画外の成果として、平成 23 年度から行う予定であった「本社会実装活動の拡大に向けた検討」について、JST 社会技術研究開発センターのコーディネートにより国立長寿医療センターが採択されている社会実装支援プログラムとの連携の可能性について模索することができた。これらの活動から携帯型運動モニタ装置の臨床現場における社会実装の可能性が十分にあることがわかった。そのため、実装先拡大への検討は別地域などを中心に考えていたが、臨床現場への実装先拡大を中心に検討することとし、検討時期も当初計画より前倒して行うこととした（修正箇所①）。

【平成 22 年度】

平成 22 年度はこの中で移動能力の評価方法の公開、評価指標のデータベース化に向けた歩行能力の計測とその評価を中心に行った。実装試験については、実装地域である京都府亀岡市を中心に 4 箇所でのべ 202 名について計測、評価を行いデータベースの拡充を図ることができた。平成 21 年度に比べ、参加者を大幅に増やす計画に対応するため、前年度に製作した携帯型運動モニタ装置の故障分の補充を含め 100 台の携帯型運動モニタ装置を製作した。さらに臨床現場から要望のあった筋電図をはじめとする運動に関わる生理信号も同時計測ができるプロトタイプ製作を行った。また、平成 22 年度より開始する社会実装試験の試験地として前年度の移動能力試験地である亀岡市篠町自治会館を中心として行うことを体操教室主催者や自治会関係者らとの協議を行い決定した。また、データベース拡充のために他の実装地についても検討と調整を行い、平成 22 年度は亀岡市篠町の他、9 月より同市大井町の体操教室についても定期的に計測を行うこととした。また、体操教室だけでは参加者の状態や年齢などに偏りが大きいため、医療現場を含む多様な場所での計測を行う体制を整えた。平成 22 年度は 2 箇所の体操教室で計 6 回の計測を行った。参加者数はのべ 160 名の健常者に対して計測・解析を行った。体操教室以外では滋賀県栗東市の総合福祉保健センターで 3 回、のべ 29 名の健常者に対して、滋賀県守山市の介護老人保健施設で 13 名の非健常者に対して計測・解析を行った。平成 22 年度ののべ参加者数(データ取得人数)は合計 202 名であり、当初の目標(80 名)を大きく上回り十分なデータベースの拡充や基準値のアップデートを図ることができた。また、亀岡市以外の実装先拡大への取り組みとしては福祉講習会(滋賀県栗東市総合福祉保健センター)、医療現場(滋賀県守山市介護老人保健施設)で実装試験に向けた調整を行い、実装試験を実施した。このような体操教室以外では歩行に関して不安を抱えている参加者も多数おり、場合によっては現在対象としている歩行動作のうち特に階段昇降や障害物歩行ができない参加者も少なくなかった。そこで実装活動の拡大を図るという観点から対象動作の絞り込みを行う必要性が明らかになった。対象動作の絞り込みについては実装地のニーズや状況を詳しく検討しながら次年度以降行っていくこととした。

【平成 23 年度】

平成 23 年度は移動能力の評価方法の公開、評価指標のデータベース化に向けた歩行能力の計測とその評価、サーバソフトウェアの開発を中心に行った。実装試験については、実装地域である京都府亀岡市を中心にのべ 150 名を超える対象者について計測、評価を行いデータベースの拡充を図ることができた。計測装置のサーバとの連携についてはインターネットを介してデータベースサーバにデータの送信ができるような仕組みを開発した。具体的には携帯型モニタ装置の MicroSD カードをパーソナルコンピュータのメモリカードスロットルに差し込みコンピュータとネットワークを介してデータサーバにデータ送信できるようにモニタ装置の修正を行った。ただし、実装先ではコンピュータをインターネットに繋ぐ環境が整っていないため、インターネットを介さずに評価できる仕組みの必要性が生じた。そのためシステム構成を変更し、インターネットを介さずにオフラインのパーソナルコンピュータで評価できるソフトウェアの開発を次年度に行うこととした（修正箇所③）。また、社会実装試験（実施体制の構築）に対する取り組みとしては将来、実装地自身が手軽に評価できるようになることを目指し、実装地である体操教室などの主催者に計測者として参加してもらうことで、将来的に実装地が独自に利用できるような準備を行った。実際に亀岡市の実装地では、計測作業の大部分を実装地体操教室のスタッフで測定を実施することができた。また、実装地拡大に伴い参加者の状態によっては障害物歩行や階段昇降などができないケースもみられたため、できるだけ多くの参加者が共通してできる項目データのみを用いた評価指標の作成を行った。具体的には椅子から立ち上がり 3 m 歩行する動作のデータのみを用いて転倒経験者と転倒非経験者を判別できる指標を作成した（修正箇所②）。また実施体制の検証としては実装試験毎に参加者や実装地の主催者、責任者への聞き取り調査を行った。特に要望があった体操教室参加者に対しては、計測や測定結果のフィードバックに加えて測定の必要性や歩行能力向上を目指したトレーニングの方法などについての講義を行った他、健康維持・増進や転倒予防への取り組みの重要性を理解してもらうために、体力測定会も本事業の計画とは別に実施した。社会実装活動の拡大に向けた検討としては、医療現場での試験を実施し、34 名の測定を行った。さらに本社会実装活動の中心となる計測装置に関して、どのような供給ができるか製品化も視野に入れた検討を行った。

【平成 24 年度】

平成 24 年度は最終年度の取り組みとして、実装地における歩行能力の計測／評価を継続的に行い体操教室で 45 名、臨床現場で 15 名の合計 60 名の計測を行った。特に本事業の支援期間終了後の継続的な取り組みのために製品化に向けた取り組みとして別事業で連携している企業に向けて積極的に情報発信を行い、歩行計測関連の製品開発の事業化に向けた取り組みを支援期間終了後も継続的に行うことで合意している。また、実装先である亀岡市篠町の体操教室での取り組みは支援期間終了後も続けることとで体操教室主催者と合意している。またインターネットを介さずに現場で評価ができるシステムの構築も行い、今後の活動継続に備えることができた。

Ⅲ 実装支援活動の成果

(1) 目標達成及び実装状況

【支援期間終了後の目標】	【実装状況】
実装地である京都府亀岡市における本取組の社会実装の完了	亀岡市篠町で継続的に実装活動が続けることができ、支援期間終了後も引き続き活動を継続するための体制を構築した。
亀岡市以外でも容易に本提案の取り組みが実施できるように評価方法の公開、評価指標のデータベース化	学会、講演会、シンポジウム、論文、ホームページなどで国内外に評価方法の提案や公開を行った。
亀岡市における社会実装に必要な携帯型運動モニタ装置の製作	3年間で100台以上の携帯型運動モニタ装置を製作し、実装活動を円滑に進めることができた。
モニタ手順や検査項目の決定	広く普及させることを目指し、手順や検査項目の実用性の側面から検討を行った。結果として、椅子から立ち上がり3 m歩くという簡単な動作のみで歩行能力を評価する方法を採用した。
亀岡市における社会実装体制の構築	3年間継続して実装活動を行うことができたため、社会実装体制が構築できたといえる。3年間でのべ370名分の参加者に対する計測と評価結果のフィードバックを行った。
計測データを基にした評価指標の作成	計測データから評価指標を作成することができた。
データベースサーバの製作	データベースサーバを構築することができた。

<p>評価方法の公開、評価指標のデータベース化</p>	<p>評価方法は学会、講演会、シンポジウム、論文、ホームページなど、様々な方法で公開することができた。またのべ461名分のデータをデータベース化できた。</p>
<p>他地域における社会実装試験の検証実験を含めた検討</p>	<p>医療現場への社会実装の検討として医療現場での実装活動を行い、のべ91名の評価をおこなうことができ、医療現場への実装の可能性と有用性を明らかにできた。</p>

(2) 実装された成果の今後の自立的継続性

本事業支援期間内に十分な計測装置や周辺機器の作成を行った。これらの装置については比較的安価な消耗品費で維持が可能である。また、実装地の一つである体操教室などでは活動開始当初は20名の測定に8名程度の体操教室外からの計測実施補助者が必要であった。しかし、現在では体制教室主催者らが非常に協力的に計測の補助を行ってくれるため、実装担当者が1名でも40名を超える歩行計測ができている。このことからわかるように今後、実装責任者らの本取組みに対する関与が少なくなったとしても、実装先が自立的にこの取組みを継続することが可能であると考えている。

(3) 実装活動の他地域への普及可能性

本活動はその性質上、携帯型運動モニタ装置で歩行を計測すること実装の条件となる。現在の実装地では継続して活動を行うための体制は整っているが、今後さらに活動を普及させるためには装置の製品化が必要である。本支援期間中の製品化は目標に掲げてはいないが、今後、関連企業とともに製品化の検討を進めていきたい。

さらに当初対象にしていなかった臨床現場からの要望もあることがわかり、臨床現場への普及の可能性も十分に期待できる。

(4) 実装活動の社会的副次成果

本活動を通じて実装地の自治会などからでの本取組み以外での歩行や運動、そしてその評価に対する取組みも行って欲しい旨の要望を多く受けるようになった。これらは歩行や運動に対する関心の高まりと捉えることができ、本取組みの継続や普及のみならず国民の

健康維持や促進にも貢献すると考えている。

(5) 人材育成

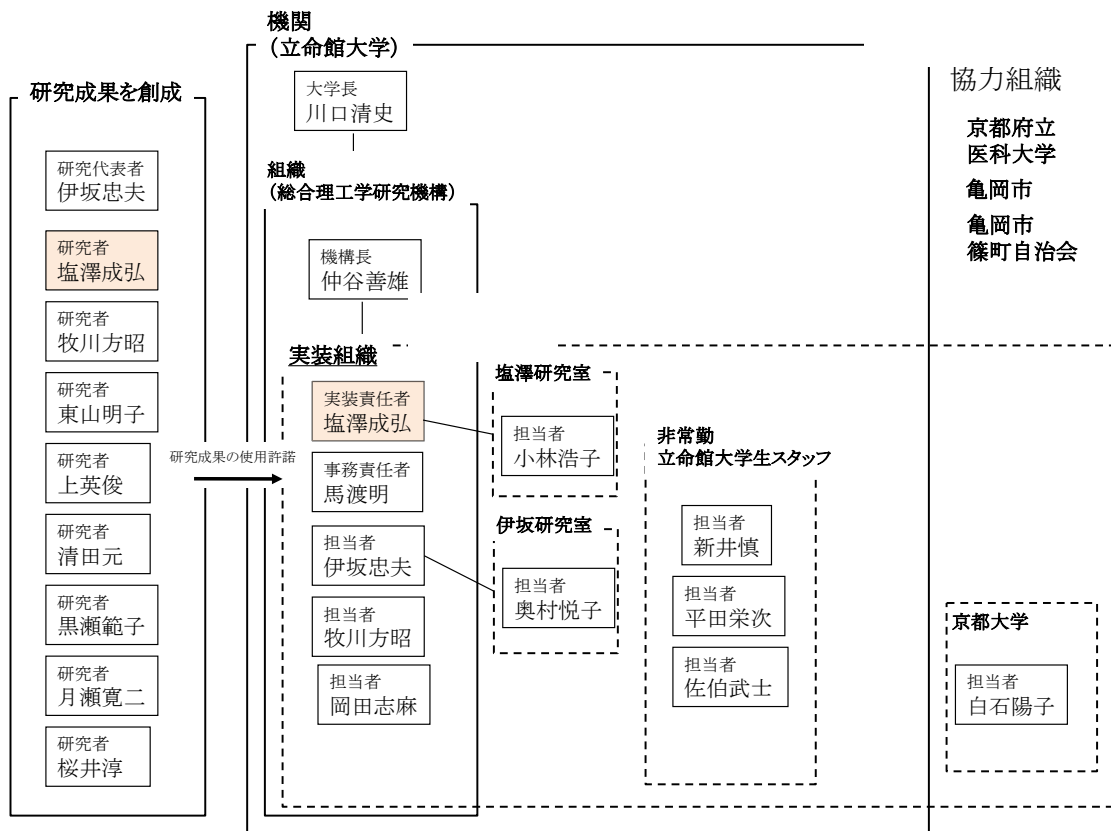
実装活動を通じて、多くの立命館大学や立命館大学大学院の学生が活動の補助として参加した。それらの学生は社会に貢献しただけでなく、大学で学んだ生体計測の理論や技術を現場で活かすことを体験することができ、今後社会に出たときに必要なリーダーシップ、コミュニケーション能力や実践力を身に着けることができ、大いに成長したと考えている。

(6) 実装活動で遭遇した問題とその解決策

活動当初、計測する動作としては6つの動作（立ち上がり動作、普通歩行、速足歩行、障害物歩行、階段上り、階段下り）を中心的な実装地である体操教室で行っていたが、測定に5分程度の時間を要し、参加者への負担が大きく不評であった。さらに臨床現場への応用を視野に入れた場合、速足歩行、障害物歩行、階段上り、階段下りが困難であったり、転倒の危険があったりする患者が多いこと、またリハビリテーション室や介護施設、診療室では当初計画通りの動作を行うことができる空間や治療時間を確保することが困難であることがわかった。そこでより広い普及を目指すために、その時点までの測定結果から椅子から立ち上がり3 m程度自由速度で歩行するという動作で歩行能力を評価する指標を作成し、この動作を中心に歩行測定を行うこととした。

IV 実装活動の組織体制

(1) 体制



立命館大学のメンバーが中心となり実装組織を構築する。計測技術、IT 技術、大規模調査の実績について立命館大学メンバーは有しているが、歩行能力以外の特に疾病に関連するような問診や診断などについては協力者として京都府立医科大学に協力を求める。また亀岡市や篠町自治会には実装地域として導入する体操教室の選定などについて協力を求める。

V 理解普及のための活動とその評価

(1) 展示会への出展等

特になし

(2) 研修会、講習会、観察会、懇談会、シンポジウム等

年月日	名称	場所	概要	ステークホルダー	社会的インパクト
平成21年 6月27日	第49回日本生体医工学会大会 シンポジウム「セーフティプロモーションのためのME」	大阪国際交流センター（大阪府大阪市）	第49回日本生体医工学会大会の中でシンポジウム「セーフティプロモーションのためのME」を本社会実装活動の実装担当者である牧川方昭がオーガナイザーとして開催した。本シンポジウムには亀岡市のセーフコミュニティ活動の内容や実装本社会実装活動の内容の講演が含まれ本実装活動の内容や必要性についても参加者を中心に紹介することができた。	日本生体医工学会	参加者 30名程度
平成23年 2月3日	立命館大学 スポーツ・健康産業研究センター シンポジウム in 東京	サピアタワー（東京都千代田区）	立命館大学 スポーツ・健康産業研究センターシンポジウムにて研究事例紹介として本プロジェクトを紹介した。	企業、研究者	来場者 115名

(3) 新聞報道、TV放映、ラジオ報道、雑誌掲載等

①新聞報道

平成21年12月15日「高齢者の転倒 原因探れ」京都新聞

②TV放映

特になし

③ラジオ報道

特になし

④雑誌掲載

特になし

(4) 論文発表（国内誌 4 件、国際誌 4 件）

■ Shin Arai, Naruhiro Shiozawa : COG acceleration difference during sit-to-walk motion between fall-experienced and fall-inexperienced elderly persons, 第27回生体・生理工学シンポジウム論文集, pp373-376, 2012

■ Naruhiro Shiozawa, Shin Arai, Shima Okada, Masaaki Makikawa : Gait analysis of

Sit-to-Walk Motion by using Portable Acceleration Monitor Device for Fall Prevention, IEEE-EMBS International Conference on Biomedical and Health Informatics, pp. 563-564, 2011

- Shin Arai, Naruhiro Shiozawa : Propose for new Gait Analysis method using portable acceleration meter, 第26回生体・生理工学シンポジウム論文集, pp213-216, 2011
- Naruhiro Shiozawa, Masaaki Makikawa : Gait assessment using a portable acceleration monitor, Proc. 11th Japanese - Polish Seminar on Biomedical Technologies in the Time of Population Aging, pp.83-85, 2010
- Naruhiro Shiozawa, Shima Okada and Masaaki Makikawa : Gait assessment for elderly using a portable acceleration monitoring device, Proc. SICE Annual Conference 2010, pp2538-2539, 2010
- Naruhiro Shiozawa, Shima Okada and Masaaki Makikawa : Gait assessment using a portable acceleration monitor, Proc. IADIS International Conference E-Health 2010, pp289-291, 2010
- Naruhiro Shiozawa, Shima Okada, Masaaki Makikawa : Gait assessment using a portable acceleration monitoring device for WHO safe community, 生体医工学, Vol.48, Suppl.1, pp.275, 2010
- Yasuhiro Takabayashi, Shima Okada, Masaaki Makikawa : Development of an Automated Time-and-Motion Study for Analyzing Patient Transport by Odometry, 生体医工学, Vol.48, Suppl.1, pp.241, 2010

(5) WEB サイトによる情報公開

(6) 口頭発表（国際学会発表及び主要な国内学会発表）

①招待講演（国内会議 0 件、国際会議 1 件）

- Naruhiro Shiozawa（立命館大学）：A portable Acceleration monitor Device and its Clinical Application, International Conference on Ubiquitous Healthcare uHealthcare 2010, Korea, October 28-30, 2010

②口頭講演（国内会議 8 件、国際会議 2 件）

- Shin Arai, Naruhiro Shiozawa : COG acceleration difference during sit-to-walk motion between fall-experienced and fall-inexperienced elderly persons, 第27回生体・生理工学シンポジウム, 北海道, 2012.9.19-21
- 新井慎（立命館大学）, 塩澤成弘（立命館大学）, 伊坂忠夫（立命館大学）：携帯型加速度モニタ装置を用いた短距離, 短時間で行える歩行能力の客観的評価方法, 第24回日

本トレーニング科学大会, 東京, 2011.11.5-6

- Shin Arai (立命館大学), Naruhiro Shiozawa (立命館大学) : Propose for new Gait Analysis method using portable acceleration meter, 第26回生体・生理工学シンポジウム, 滋賀, 2011.9.20-22
- Naruhiro Shiozawa (立命館大学), Shima Okada (立命館大学) and Masaaki Makikawa (立命館大学) : Gait assessment for elderly using a portable acceleration monitoring device, SICE Annual Conference 2010, Taipei, Taiwan, 18-21 August, 2010
- Naruhiro Shiozawa (立命館大学), Shima Okada (立命館大学), Masaaki Makikawa (立命館大学) : Gait assessment using a portable acceleration monitoring device for WHO safe community, 第49回日本生体医工学会大会, 大阪, 2010.06.25.-27
- Yasuhiro Takabayashi (立命館大学), Shima Okada (立命館大学), Masaaki Makikawa (立命館大学) : Development of an Automated Time-and-Motion Study for Analyzing Patient Transport by Odometry, 第49回日本生体医工学会大会, 大阪, 2010.06.25.-27
- Naruhiro Shiozawa (立命館大学), Masaaki Makikawa (立命館大学) : Gait assessment using a portable acceleration monitor, 11th Japanese - Polish Seminar on Biomedical Technologies in the Time of Population Aging, 滋賀, 2010.11.25-27
- 白石陽子 (立命館大学) : WHO「セーフコミュニティ」活動における科学技術への期待～亀岡市における「高齢者の安全 (Safe Elderly)」の取り組み事例から～, 計測自動制御学会ライフサイエンス技術専門委員会「超高齢社会におけるライフサイエンス技術」に関するワークショップ, 2009年12月
- 塩澤成弘、岩崎信賢、岡田志麻、牧川方昭 : 携帯型加速度モニタ装置を用いた高齢者の歩行能力評価、電子情報通信学会 ME とバイオサイバネティクス研究会、東京、2010年3月
- 塩澤成弘 : 高齢者転倒事故防止のための歩行能力評価システムと亀岡市における応用事例の紹介, 日本人間工学会関西支部春季講演会、滋賀, 2010年3月

③ポスター発表 (国内会議 0 件、国際会議 3 件)

- Naruhiro Shiozawa (立命館大学), Shin Arai (立命館大学), Shima Okada (立命館大学), Masaaki Makikawa (立命館大学) : Relationship between fall experiences and acceleration of center of gravity of body during sit-to-walk motion, World Congress 2012 Medical Physics and Biomedical Engineering, Beijing, China, 2012.5.26-31
- Naruhiro Shiozawa (立命館大学), Shin Arai (立命館大学), Shima Okada (立命館大学), Masaaki Makikawa (立命館大学) : Gait analysis of Sit-to-Walk Motion by

using Portable Acceleration Monitor Device for Fall Prevention, IEEE-EMBS International Conference on Biomedical and Health Informatics, Shenzhen, China, 2012.1.5-7

- Naruhiro Shiozawa (立命館大学) , Shima Okada (立命館大学) and Masaaki Makikawa (立命館大学) : Gait assessment using a portable acceleration monitor, IADIS Multi Conference on Computer Science and Information System, Freiburg, Germany, 27-29, July, 2010

(7) 特許出願

①国内出願 (0 件)

特になし

②海外出願 (0 件)

特になし

(8) その他特記事項

第24回日本トレーニング科学会大会で発表した「携帯型加速度モニタ装置を用いた短距離、短時間で行える歩行能力の客観的評価方法」については同学会のトレーニング科学研究賞 奨励賞を受賞した。

VI 結び

実装の目標等から見た達成度

本実装活動では、亀岡市篠町での活動を今後しばらくは継続的に行うことが可能な体制や装置を整えることができ、当初の目標については達成することができたと考えている。また今後の活動内容の普及を見据えた計測方法の改善や学会、講演会、シンポジウム、論文、ホームページなどで国内外に評価方法の提案や公開を行い、実装を普及させる準備も十分に行うことができた。評価指標については3年間で約461名分のデータベースを作成することができ、これらのデータから評価指標を得ることができた。また、活動を広く普及させることを目指し、医療現場への社会実装の検討として医療現場での実装活動を通じて、医療現場への実装の可能性と有用性を明らかにできた。

得られた成果の意義等の自己評価（活動にあたっての反省点・問題点等も含む）

先に述べた通り、本取組みを通じて得られた約461名分のデータベースは本実装活動にとって有益であったことはもちろんであるが、活動量計や万歩計などの歩行中の体重心加速度を計測する装置の新規開発のための基礎データになることから、応用範囲は広く、社会にとって意義は大きい。ただし、計画の目標には挙げていなかったものの、活動の普及や継続に必要な装置の製品化は現時点では実現できていない。この原因として、本事業の支援期間中の活動やその成果の中に本装置を中心としたビジネスモデルを容易に想起できる内容が乏しいことが考えられる。もちろん本事業は非営利活動として行ってきたが、将来的に営利活動に繋がるような仕組み作りも必要だったと思われる。

今後の自立的継続

実装地の中心と位置付けている亀岡市篠町においては継続的に活動を行う体制が整っている。ただし、最終目標として掲げている、さらなる活動の普及や5年、10年、20年といった長期間継続して自立的に活動を行うためには、活動の性質上、中心になっている計測装置が誰でも手に入れることができる環境を整えなければならない。すなわち誰でも扱うことができる形での装置の製品化を行うことが必須となる。この点については今後も特に力点を置いて活動を続けたい。

実装責任者としてのプロジェクト運営について（実装遂行、実装費の使い方等）

本取組みでは、中心的な実装地である亀岡市篠町において本取組みの実装を完了させるなど、当初計画していた通りの社会実装を実現できた。特に体操教室では当初想定したよりも多くの方に参加していただいた。これは喜ぶべき誤算である反面、環境の整備が途中

追いつかない場面もみられた。実装責任者としては速やかに計画を変更し、環境整備を行うべきであった。この点は実装責任者として反省すべき点である。ただし、これらの問題については教室主催者らに協力してもらい、当初の計画を実現できた。参加者はもちろんのこと、当初の計画より多くのご協力をいただいた篠町なんたん元気づくり教室実装委員の皆様、亀岡市篠町自治会の皆様、そして本事業を支援していただいたには独立行政法人科学技術振興機構社会技術研究開発センターには心より感謝申し上げたい。

【参考資料 A】 活動の様子



参加者への説明



テストコース



テストコースを用いた歩行測定



体操教室の体操の様子

1. 携帯型運動モニタ装置

携帯型運動モニタ装置の基本構成は図 1 に示すように 3 軸加速度センサ、MPU、メモリからなる。設置位置は図のように腰背部とする。歩行中の体重心加速度の計測であるので加速度センサの計測レンジは±2 G とした。またサンプリング周波数は 50 Hz である。

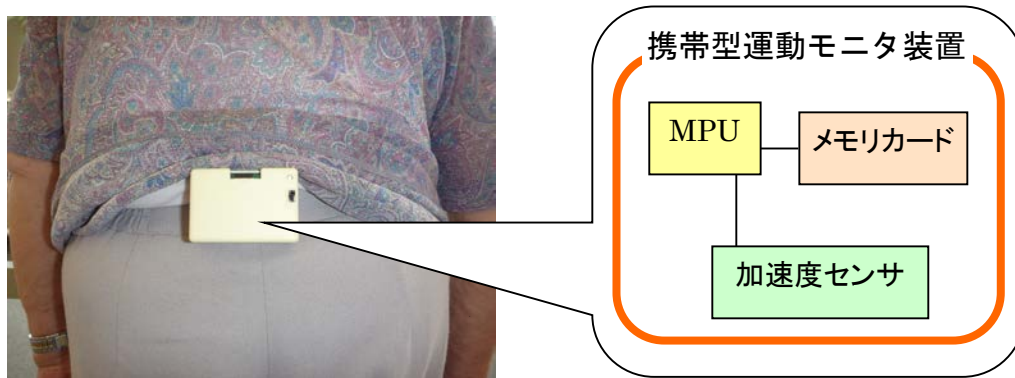


図 1. 携帯型運動モニタ装置

2. 動作

テスト動作は、椅子から立ち上がって 3m 歩行するという動作である (図 2)。過渡歩行期間の歩数を求めた先行研究では、過渡歩行期間は、歩調に対して増加する傾向があるが、平均して 2 ~ 4 歩という結果が得られている。低歩調でも長い過渡歩行期間となる場合もある。臨床現場など様々な現場で容易にできる評価方法という観点から、計測時の椅子は、一般的なパイプ椅子 (床から座面までの高さ 41 cm、床から背もたれの高さ 75 cm、座面 36×35 cm) を使用する (図 3)。計測の開始肢位は、深く腰掛け、背もたれにもたれた椅座位とし、スタートの合図とともに立ち上がり、あらかじめ前方に引いてある 3 m のラインまで歩く動作とした。動作は、「普段通り立ち上がって、前方のラインまで歩いてください」、「歩く速さは、普段通りの速度で行ってください」と声かけをした後、自由な速度で立ち上がり、歩行をしてもらった。同時に、立ち上がる際には上肢を使用しないよう指示し、停止後はそのまま数秒間立位を保持してもらうように指示をした。測定は、普段使用している靴を使用して行う。

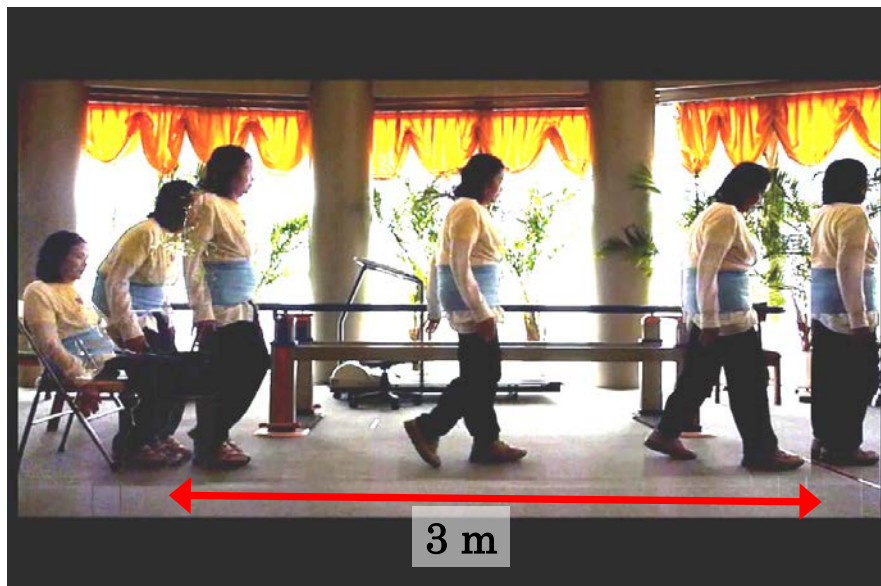


図2. 計測動作

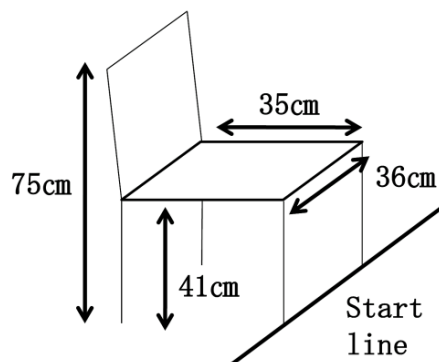


図3. パイプ椅子

3. 計測データとその解析方法

典型的な計測動作中の歩行周期を図4に示す。このデータから以下のように動作を切り分け解析を行う。

①開始から1歩目の時間

sit-to-walk 動作の開始から1歩目の荷重反応期までとし、sit-to-walk 動作の開始から最初の鉛直方向の体重心加速度のピーク値までの区間とする。

②開始から 2 歩目の時間

1 歩目の荷重反応期から 2 歩目の荷重反応期までとし、1 歩目の鉛直方向の体重心加速度のピーク値から 2 歩目の鉛直方向の体重心加速度のピーク値までの区間とする。

③開始から 3 歩目の時間

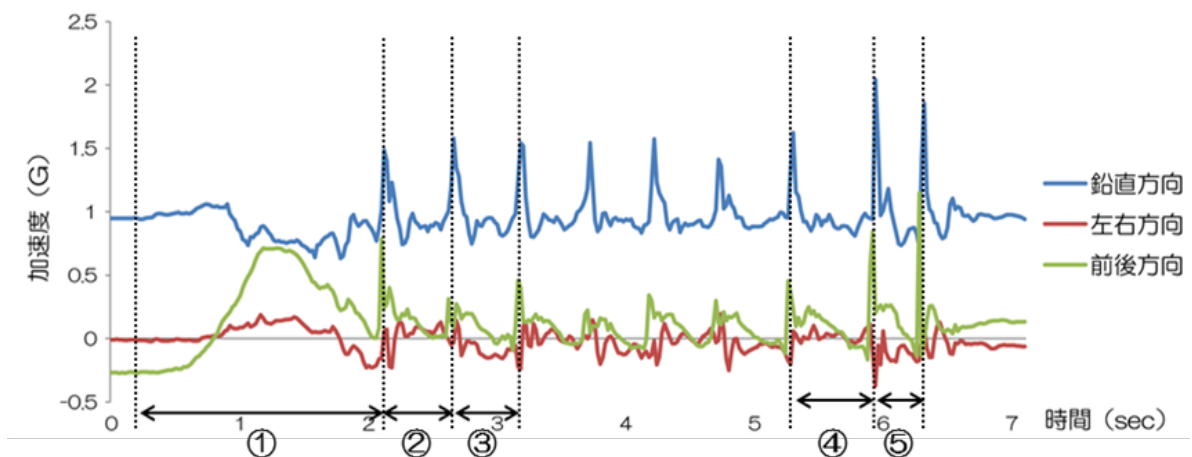
2 歩目の荷重反応期から 3 歩目の荷重反応期までとし、2 歩目の鉛直方向の体重心加速度のピーク値から 3 歩目の鉛直方向の体重心加速度のピーク値までの区間とする。

④停止の 2 歩前の時間

停止の 2 歩前の荷重反応期から停止の 1 歩前の荷重反応期までとし、停止から 2 歩前の鉛直方向の体重心加速度のピーク値から停止の 1 歩前の鉛直方向の体重心加速度のピーク値までの区間とする。

⑤最後の 1 歩の時間

停止の 1 歩前の荷重反応期から停止までとし、停止から 1 歩前の鉛直方向の体重心加速度のピーク値から停止の鉛直方向の体重心加速度のピーク値までの区間とする。



① 始から 1 歩目, ②開始から 2 歩目, ③開始から 3 歩目, ④停止の 2 歩前, ⑤最後の 1 歩

図 4. 動作中の歩行周期

これらの各区間の時間、各方向の振幅を算出し、評価式に代入することによって定量的な歩行能力の評価を行うことができる。特に評価式は計測毎にアップデートしているため、ここでは割愛するが詳細な方法や評価式は、論文、講演会、ホームページなどで順次公表を行っている。