

《論文》

# ウェアラブルデバイスを活用した成人脳性まひ者の姿勢モニタリングの試行 -自身の姿勢変化の気づきに着目して-

A Trial on Posture Monitoring of a person with cerebral palsy Using Wearable Device;  
Focusing on Awareness of Own Postural Change

長野大学社会福祉学部 准教授 丹野 傑史  
Takahito Tanno

## I 問題の所在と研究の目的

### 1. 成人脳性まひ者の身体変化

成人脳性まひ者については、加齢に伴い二次障害としてADL機能の低下や仕事に関する能力の低下が見られることが報告されている(関谷, 1992)。具体的には「緊張の増強」、「姿勢の悪化」、「筋力低下」、「関節の動きの低下」などがあがっている(万歳・前田, 2013)。運動機能の低下の時期については、障害の状態や就労・運動の状況等個人差が大きいと思われ、30代になると運動機能の低下がみられるという結果や(辰巳・峰松, 1994; 関谷, 1992)、20代でも、拘縮等の身体変化が見られるとの報告もある(丹野, 2018)。細野(2014)が脳性まひ者に行ったインタビュー調査では、身体面の機能低下が就労継続を含む社会生活全般に大きな影響を与えたと回答している者もいた。近年では、一般就労をしている脳性まひ者も少なくないが、就労している脳性まひ者では成人健常者に近い生活をしている人ほど頸髄症の進行が早いとの調査結果もある(多和田・万歳・小川, 1995)。

一方で、成人脳性まひ者の身体面のケアについては難しさも指摘される。第1に、脳性まひに対する医学的アプローチは小児に偏っており、成人期までのフォローアップ体制は十分とはいえない(中川・橋本・渡邊, 2002)。廣木・川間(2018)が肢体不自由特別支援学校高等部卒業生に行った

調査では、60%近い脳性まひ者が身体面に関するセルフケアを行っていたが、その多くは訓練会や整骨院等の社会資源ではなく、自身でのストレッチ(セルフケアを行っていた者の約40%)と回答を行っていた。第2に、本人の気づきである。原田・渡邊・田村・可知(2015)は、成人脳性まひ者に多くの人が日常で無意識に行っている肩を回す動作や、“のび”といった、筋緊張を緩和させるための動作が見られず、その背景として自分自身の身体のことについてよくわかっていないのではないかと指摘している。万歳・前田(2013)らの調査では、身体面の機能低下が見られた多くの脳性まひ者が、労働時間や作業環境ではなく「脳性まひ」のせいであると回答していた。そのため、援助要請が必要であっても『自分の身体がどのくらい辛いときに、休みたいと言えればいいのか(言ってもいいのか)わからない』と考えているとの報告もある(丹野, 2019)。身体面のケアを促すための方略を考えていく必要がある。

### 2. ウェアラブルデバイスを用いたモニタリングの可能性

近年、スマートデバイスの発展はめざましく、スマートウォッチ等の腕時計型デバイスや眼鏡型デバイス等のウェアラブルデバイスが急速に普及している。これらのデバイスを活用したモニタリングにより、①日常生活におけるヘルスケア(例えば牧川, 2016; 森・榎堀・間瀬, 2013)、②高齢者等の生活・介護支援(例えば田口・矢入・岡田・

岩澤, 2014; 松岡・楨・小川・米沢, 2012) といった、医療・福祉分野への活用も始まっている。特に、ヘルスケアについては、近年の健康志向の高まりにより、加速度センサを活用した歩数や睡眠等の日常生活活動に関わるモニタリングへの応用も進んでおり(牧川, 2016)、様々な製品が市販されている。

また、産業界では、動作分析に用いることで従来は経験等によって積み重ねられた「目に見えにくい動きの可視化」への活用が進められている(例えば川倉・柴崎, 2014; 川村・山口, 2016; 川添・中居・守井・青木, 2016)。具体的には、農業・工業分野など技術的専門性としての動作を可視化することで専門性継承が求められる分野(例えば川倉・柴崎, 2014)、高齢者に対する支援など第3者が適切な見守りや支援を行うためにモニタリングが必要な分野(例えば水野・柿本・山口・松村, 2018)、ランニングやテニスといったスポーツ分野における運動技能向上のための動作解析等があげられる。

運動動作のモニタリングに目を向けると、窪田・藤元・白・本井・山越・西山・吉田・原國・湯地・山口・谷口・福永・東(2012)は、計測データ送信用の無線送信機メモリ、加速度・ジャイロセンサ(3軸)等が内蔵された小型計測ユニット、肩サポータ型ホルダ(体幹)、膝サポータ型ホルダ(大腿・下腿)を着用して小児の歩行動作の姿勢等を評価している。また、出口・曲・辻(2019)もウェアラブルデバイスとiPadのアプリケーションにより脳性まひ児の歩行評価を行ったところ、子どもから自身の動作や姿勢に関する言及が増えたと報告をしている。脳性まひに特化したウェアラブルデバイスやアプリケーションはほとんど見つけられなかったが、既にあるものを活用することで、身体面のケアに資するモニタリングを提供できる可能性があるといえる。

### 3. 本研究の目的

姿勢の変化の可視化ができることにより、本人が支援の必要性に気づき、またどの程度自分の身

体の状態が支援を必要としているかを説明する手がかりになるのではないかと考えた。そこで、本研究では、市販のウェアラブルデバイスを活用し、座位姿勢の継続による姿勢変化についてモニタリングを実施する。そして、モニタリング結果を参照することにより、自身の身体変化への気づきを可視化(言語化)できるかどうか、姿勢モニタリングの可能性について事例的に検証することを目的とした。

## II 研究の方法

### 1. 予備調査

(1) **目的**：姿勢矯正を目的に市販されているウェアラブルデバイスを活用し、簡易的な姿勢のモニタリングができるかどうか(本人が姿勢の変化に気づけるかどうか)の検証をするとともに、本調査の実施手続きの見直しを行う。

(2) **対象**：大学生1名。対象者は特に身体障害がなく、研究の趣旨に賛同した女子学生であった。

### (3) 手続き：

1) 事前調査：現在の身体面の状況について、①姿勢に対する自覚、②姿勢変化に対する自覚、③姿勢維持のために意識していること、④姿勢について気になっているところ、について質問紙調査を行った(Table 1)。

2) 姿勢モニタリング：ウェアラブルデバイスを1週間程度着用してもらい、モニタリングを実施した。

3) インタビュー調査：姿勢モニタリングの結果を参照しながら、①1週間装着してみたの感想(装着感、モニタリングの実際)、②姿勢変化に対する気づきの有無、について聞き取りを実施した(Table 2)。

4) 手続きの検証：3)の結果を踏まえ、調査手続きについて対象者の意見も踏まえつつ、本調査での実施が脳性まひ者自身で行ってもらうことを念頭に確認を行った。

(4) **使用機器**：市販のウェアラブルデバイスとしてUPRIGHT GO (UPRIGHT 社)を使用した。

当該商品は、姿勢モニタリングによる姿勢矯正(猫背、肩こり、腰痛改善)を目的とし、a) 姿勢のモニタリング、b) 姿勢が崩れた際のアラーム通知、c) トレーニングプログラムの機能が備わっており、背中に装着してモニタリングを実施する。モニタリング機能については、日々の姿勢変化の様子については、装着時の姿勢を基本とし、姿勢が悪くなるとアラーム等で知らせるとともに、グラフにより「よい姿勢」の持続時間がグラフで表示される。本研究では、姿勢のモニタリング機能のみ(機能a)を活用し、スマートフォンにて自身の姿勢変化についてモニタリングしてもらった。

(5) 調査実施時期：201w年x月～1週間程度

## 2. 本調査

(1) 目的：姿勢矯正を目的に市販されているウェアラブルデバイスを活用し、脳性まひ者が自力で姿勢のモニタリングを実施可能かどうか確かめるとともに、モニタリング結果から自身の姿勢変化についてどのような気づきを得るのか検証することを目的とした。

(2) 対象：成人脳性まひ女性1名。対象者は痙直型能性まひであり、車いすを使用している。上肢機能について、動作はゆっくりであり人より時間がかかるが、基本的に自分でできるとのことで

あった。身体面のケアについては、定期的に病院や水泳に通っているほか、動作法の訓練会に参加をしている。現在一般就労をしているが、就労中でも身体が痛くなることがある。しかしながら、今の姿勢がいいときの自分に比べてどのくらい姿勢崩れてるのかを自覚しにくく、自分で自分の姿勢の状況を把握したいとの希望を持っていた。そのような状況を踏まえて、本研究への協力を依頼し、協力の承諾を得た。

(3) 手続き：手続きについては、予備調査と同様に行った。途中、1週間程度装着をしてもらったところで、Eメールにより装着状況の確認を行った。

(4) 使用機器：予備調査同様にUPRIGHT GO(UPRIGHT社)を使用した。

(5) 調査実施時期：201y年z月～1ヶ月程度

## 3. 倫理的配慮

機器の使用にあたっては、スマートフォンに専用ソフトをインストールする必要があったため、インストール作業については対象者了解の下、研究者立ち会いで行った。また、装着にあたっての注意事項、機器の使用について、調査手続きについては書面により説明を行った。上記の手続きも含めて、本研究は長野大学研究倫理委員会の承認を得て実施した(2018-008k)。

Table 1 事前質問紙調査内容

1. 現在の姿勢について						
(1) あなたは、自分の姿勢がいいと思いますか					はい	いいえ
(2) あなたは、普段生活においてよい姿勢を維持できていると思いますか					はい	いいえ
(3) あなたは、普段の生活においてよい姿勢を意識する方だと思いますか					はい	いいえ
2. 姿勢に関する悩みについて						
	よくある		時々ある		あまりない	ない
(4) 座っているときに首が痛くなることがある	①	・	②	・	③	④
(5) 座っているときに肩がこることがある	①	・	②	・	③	④
(6) 座っているときに腰が痛くなることがある	①	・	②	・	③	④
(7) 普段から猫背気味だと思う	①	・	②	・	③	④

Table 2 事後インタビュー内容

<p>(1) <b>姿勢モニタリング機器について</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・機器の使いやすさ</li> <li>・アプリケーションの使いやすさ</li> <li>・姿勢モニタリング機器としての有効性</li> </ul> <p>(2) <b>姿勢モニタリングを実施したことによる自分自身の姿勢について</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・自身の姿勢の特徴に対する気づきの有無とその内容</li> <li>・姿勢に対する意識の変容の有無とその内容</li> <li>・自身の姿勢変化への気づきの有無とその内容</li> <li>・自身の姿勢変化の有無とその内容</li> </ul> <p>(3) <b>今後の自分自身の姿勢維持について</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・姿勢モニタリングに対する意見、要望</li> <li>・ウェアラブルデバイス（姿勢モニタリング機器）に対する意見、要望</li> <li>・姿勢モニタリングの効果</li> </ul>
---

### Ⅲ 研究の結果と考察

#### 1. 予備調査

(1) **事前調査**：事前質問紙調査の結果、「1.現在の姿勢について」はすべて「いいえ」、「2.姿勢に関する悩みについて」は、「(4)座っているときに肩がこることがある」「(7)普段から猫背気味だと思ふ」について「よくある」という回答が得られた。予備調査の対象学生は姿勢については課題意識を持っている学生であった。塩田・森尻・佐藤(2007)が女子大生に調査を行ったところ、実際にいい姿勢を保っているかどうかに限らず、女子大生自身は「姿勢が悪い」「猫背気味」であると回答する傾向にあった。同じ調査項目を利用しているわけではないが、本調査の学生に特有の事情は観られないと判断された。

(2) **モニタリング結果**：スマートフォンにインストールするアプリケーションについては、英語版のみの提供であったが、特に作業に詰まることなくインストールが可能であった。1週間程度装着を依頼し、大学での授業場面やアルバイト中に姿勢変化の様子を記録してもらった。1週間後に、Table 2に基づきインタビューを行ったところ、「姿勢変化（姿勢の崩れ）に対する自覚ができるようになった」との回答が得られた。具体的には、「どのくらいで姿勢が崩れるのか」「姿勢が崩れる

とどんな状態になっているのか」について気づきを得られた。したがって、本デバイスの活用により、姿勢のモニタリングについては一定の効果が見込まれることが期待された。

一方で、短期間の試用ということもあり、「姿勢維持に対する意識」や「姿勢の改善」にはつながらなかったとの回答であった。この点については、本研究の目的にもあるように、本人が自分で姿勢を改善することではなく、自身の身体変化の状況を説明できることを主眼としているため、調査の実施には問題がないと判断した。

また、アプリケーションも含めて、ウェアラブルデバイスの装着、モニタリングの実施について大きな問題はないとの回答であったため、予備調査と同様の手続きにて本調査を実施することとした。

#### 2. 本調査

(1) **事前調査**：事前質問紙調査の結果、「1.現在の姿勢について」はすべて「いいえ」、「2.姿勢に関する悩みについて」は、「(5)座っているときに肩がこることがある」「(6)座っているときに腰が痛くなることがある」「(7)普段から猫背気味だと思ふ」について「よくある」という回答が得られた。

(2) **モニタリング結果**：研究者立ち会いの下で、本人の所持するスマートフォンへのアプリケーションのインストールおよび、ウェアラブルデバイスの装着を行った。自力でのデバイスの装着、

アプリケーションのインストールともに問題なく行えた。また、1時間ほど雑談した後、自力でのウェアラブルデバイスの取り外し、スマートフォンでの姿勢モニタリングの確認ができたことを確かめた。その後、1ヶ月程度の試用および途中何かあった場合には、速やかに連絡をしてもらうよう依頼し、承諾を得た。

モニタリング終了後に Table 2 に基づきインタビュー調査を行った。その結果、「どのような作業場面で姿勢が悪いかがわかった」「小さな変化(体の硬さ)に気づけた」「自分の身体の状態がなんとなく理解できた」「普段は動作法の訓練会に行かないと実感できない、良い姿勢のモデルが十分ではないが実感できた」との回答が得られた。また、「小型のため持ち歩くのに便利だった」という感想もあった。一方で、姿勢変化が記録された(デバイスで姿勢が崩れたと認識した)のは「前屈み(猫背)」のみであり、脳性まひ者に見られる「そり」や「横方向のずれ」については姿勢変化と認識されなかったと報告された。また、姿勢変化について、「姿勢が崩れているという自覚」は得られたものの、どのように崩れているか、あるいはどのような支援が必要なのかを認識するには至らず、結果として援助要請につながるかどうかは自分自身もわからないと述べていた。それでも、日々フィードバックを得られる環境は非常にありがたいとのことであった。

(3) **考察**：モニタリングの結果、以下の3点が指摘できた。第1に、「本人の身体イメージの改善」および「姿勢状況の可視化」である。対象者からは姿勢変化に対する気づきが多く観られた。原田ら(2015)が指摘するように、脳性まひ者の多くは身体イメージが弱く、「今自分の体がどのような状態か」を説明することが得意でない場合が多い。特に、脳性まひに伴う変形や痛みもあるため、つらい状況にあっても原因帰属を脳性まひに求めがちである(万歳・原田, 2013)。脳性まひ者が自身の身体状況を理解するためには、自己イメージを高めるか第3者に指摘をしてもらう必要があるといえる。

本研究の対象者は動作法の訓練会に参加するなど、身体面のケアについては非常に熱心であった。一方で本人がこれまで抱えていた悩みとして、「動作法で体感した良い姿勢の感覚を維持できない」ことがあった。また、事後インタビューの中では、「日によっても身体の痛みの出方や感覚が違う」との証言もあった。身体モニタリングを通じ、1日の中での姿勢変化をしれたこと、装着時に姿勢の確認を行うため、「その日できる良い姿勢を確認できる」ことは非常に大きかったとのことである。すなわち、本人にとって、日常生活のどのような場面や時間帯、作業において姿勢が崩れやすいのかの自覚に繋がったことは、簡易的なモニタリングであっても有効性があったと示唆された。

第2に、「本人による姿勢モニタリングの実施可能性」および「姿勢データの取得可能性」を示せたことである。脳性まひ者に対する、ウェアラブルデバイスを用いた姿勢モニタリングの取り組みとしては、出口ら(2019)、窪田ら(2012)の取り組みがある。いずれも小児が対象であり、また「動作の可視化」を目的としたものであった。それに対して、本研究が対象としたのは「座位姿勢」であり、「静的な状態」の可視化に取り組んだ研究であった。近年ウェアラブルデバイスも様々な生体データを取得できるようになっているものの、どちらかというとし生体データや運動動作のデータ取得が多く、「静的な状態」を測定するのは少ない(澤田, 2017)。対象者が指摘したように、今回モニタリングできたデータは「前傾」のみであったが、「静的な状態」についてもモニタリングの可能性があることが示唆された。

第3は、本研究の限界(課題)である。本研究では本人が手軽に活用することを目的に市販のウェアラブルデバイスを活用した。本研究で使用したウェアラブルデバイスは、「猫背や腰痛の改善」を意図した製品である。そのため、対象者が述べたように、「前傾」以外の「そり」(後ろに反ってしまう)や横ずれ(体幹が保持できず姿勢が崩れる)といった脳性まひ特有の姿勢変化については、測定目的が異なるために当該デバイスでの検

出はできなかった。本対象者の場合、前屈みだけでなく、後傾や横ずれといった複数方向への姿勢変化を知りたいという要望もあったが、その点は本デバイスだけでは難しい。また、本研究で使用したウェアラブルデバイスは小型かつ背中に装着するものであり、本研究の対象者のように上肢機能に問題がなければ活用可能であるが、上肢機能の状況によってはそもそも1人で使うことが難しい。

また、本研究では、姿勢の可視化により、自分自身の身体イメージは改善の兆しが見えたものの、本人曰く「自覚止まり」であった。すなわち、本当に姿勢改善を求めるのであれば、援助要請はもちろん、「正しい姿勢を指導してくれる存在」が必要であることがわかった。また、ログの出力等には対応していないため、第3者が姿勢変化の状況を確認するためには、本人の使用するスマートフォンを見るしか方法はない。とはいえ、窪田ら(2012)が指摘するように、これまでは問診等により把握していた身体変化の状況について、日常的にモニタリングできる可能性があることが示唆された。

#### IV 終わりに

ウェアラブルデバイスを用いたヘルスケアは用途が拡大してきている(澤田, 2017)。生体データ(体温等)やスマートフォン等に搭載されているジャイロセンサー等を活用した運動の可視化が中心であるが、腰痛をはじめとする姿勢改善を目的としたウェアラブルデバイスが登場してくることも十分予想される。また、福祉分野においてもウェアラブルデバイス等を活用したモニタリング等が進んでいる(牧川, 2016)。本調査の結果から、必ずしも当事者のために作られた製品でなくても、姿勢モニタリングを実施する可能性があることがわかった。

一方で、計測された結果を本人の姿勢改善や職場環境改善のための援助要請につなげていくためには、状況の言語化や改善後の姿の提示等様々な

課題があることも示された。今後は、本研究の対象者から要望のあった、様々な座位姿勢の崩れを簡便に計測できる方法の検討を行っていくとともに、計測されたモニタリング結果をいかにして姿勢改善や職場環境の改善、ひいてはQOLの改善につなげていけばいいのか、引き続き検証を進めていく。

#### 【付記】

- 1) 本研究は、平成30年度長野大学研究助成金(準備研究)の助成を受けて行った研究成果の一部である。
- 2) 本研究にご協力いただきました、対象者のお二方に心より御礼申し上げます。

#### 【文献】

- 出口奈和・曲洋子・辻薫「脳性まひ児に対する「モフ測」アプリを利用した歩行評価の試み」『理学療法学 Supplement』46S1(0), 2019, pp.j-61\_2-J-61\_2.
- 原田拓・渡邊晶規・田村将良・可知悟「成人脳性麻痺患者の二次障害に対する理学療法」『名古屋学院大学論集 医学・健康科学・スポーツ科学篇』4(1), 2015, pp.31-38.
- 廣木幸恵・川間健之介「成人脳性まひ者の身体機能の変化とその対応-特別支援学校の在校生と卒業生に對す質問紙調査を通して-」『筑波大学特別支援研究』12, 2018, pp.65-72.
- 細野康文「人生転機の語りからみる脳性マヒ者の自己意識の特徴」『リハビリテーション心理学研究』40(1), 2014, pp.55-69.
- 川倉慎司・柴崎亮介「装着型システムによる農作業者の動作分析手法の提案」『農業情報研究』23(2), 2014, pp.82-102.
- 川村周平・山口淳「ウェアラブルデバイスを用いたオペレーションマネジメント-ウェアラブルデバイスの昨日と作業効率化の未来について-」.『経営情報学会 全国研究発表大会要旨集』2016f(0), 2016, pp.131-134.
- 川添恭平・中居新太郎・守井清吾・青木功介「スマートウォッチを用いたモーション認識システムの開発」『INTEC TECHNICAL JOURNAL』17, 2016, pp.62-67.
- 窪田美穂・藤元登四郎・白美娜・本井幸介・山越憲一・西山和弘・吉田歩美・原國政紀・湯地忠彦・山口美奈・

- 谷口早弥香・福永奈美子・東祐二「ウェアラブル姿勢・活動モニタシステムによる小児患者の歩行動作定量評価の試み」『理学療法学 Supplement』2011(0), 2012, pp.Bb1178-Bb1178.
- 牧川方昭「加速度センサを用いた日常身体活動のモニタリング」『生体医工学』54(3), 2016, pp.96-103.
- 万歳登茂子・前田勝彦「脳性麻痺二次障害の現状と課題－医療面を中心とした実態調査報告から－」『愛知医療学院短期大学紀要』4, 2013, pp.1-6.
- 松岡伸吾・楨弘倫・小川英邦・米沢良治「認知症高齢者安全支援システム」『医療情報学』32(6), 2012, pp.275-285.
- 水野裕志・柿本凌・山口祐資・松村雅史「ウェアラブル型頸部体温計測デバイスの有効性検証－日常生活動作時モニタリングの一考察－」『日本福祉工学会誌』20(2), 2018, pp.18-25.
- 森祐馬・榎堀優・間瀬健二「ウェアラブル加速度センサを利用した姿勢評価の検討」『情報処理学会研究報告』2013-UBI-40(12), 2013, pp.1-6.
- 中川万里子・橋本重子・渡邊直美「脳性麻痺者と加齢（特集 障害者の加齢と生活支援の在り方）」『作業療法ジャーナル』36, 2002, pp.880-888.
- 澤田沙織「ウェアラブルデバイスを活用したシステムについての現状と問題点、今後の展望について」『バイオフィードバック研究』44(2), 2017, pp.91-96.
- 関谷博之「脳性麻痺者の加齢に伴う二次障害の予防と対策」『理学療法』26, 1992, pp.675-682.
- 塩田徹・森尻強・佐藤幹夫「女子大学生における姿勢矯正の意識と姿勢変化の関連について」『作新学院大学紀要』17, 2007, pp.91-103.
- 田口健斗・矢入郁子・岡田遼太郎・岩澤有祐「スマートデバイスを用いた高齢者・障害者の歩行分析と行動推定」『人工知能学会全国大会論文集』28, 2014, pp.1-4.
- 丹野傑史「成人脳性まひ者のキャリア継続に向けた意思表明支援の可能性－職務困難場面および援助要請行動に着目して－」『長野大学地域共生福祉研究論集』13, 2019, pp.1-11.
- 丹野傑史「脳性まひ者のキャリア支援可能性－通常学級出身者のライフヒストリー分析－」『長野大学紀要』39(3), 2018, pp.105-112.
- 辰巳三代子・峰松博文「脳性まひと加齢－身体的・社会的・QOL 側面－（老化と作業療法）」『作業療法ジャーナル』28(4), 1994, pp.276-281.
- 多和田忍・万歳登茂子・小川鉄男「成人アテトーゼ型脳性麻痺の頸椎 MRI 所見と生活環境の検討」『総合リハビリテーション』23, 1995, pp.31-35.