

手動車椅子の利用状況モニタリングシステムの提案

Proposition of Wireless Data logging System to Monitor Utilization Status of Manual Wheelchair

○鎌田 実 (東大) 二瓶美里 (東大) 井上剛伸 (国リハ研)

Minoru KAMATA, Misato NIHEI, The University of Tokyo
Takenobu INOUE, Research Institute of NRCD

Abstract: We proposed a wireless data logging system to monitor utilization status of manual wheelchair such as time for seat-load, the transferring time and so on. This system is based on the data logging system for detecting transfer from manual wheelchair without brakes in order to reduce burdens of facility and hospital staff and evaluate effectiveness of the fail-safe wheelchair brake quantitatively in a clinical use. The required functions for the new system were surveyed during clinical evaluation and extracted “daily utilization monitoring,” “acceptable for long term (about a month) use” and “high maintainability”.

Key Words: Manual Wheelchair, Wireless Data logging System, Risk

1. 背景

1-1 手動車椅子利用におけるリスク

手動車椅子は、歩行が困難な人の日常生活での移動を補助するための福祉用具である。脊髄損傷者や切断者のほか、近年では、加齢による下肢機能の低下や片麻痺、骨折などにより歩行が困難になった高齢者が増加したことから、医療施設や介護施設、在宅にて多く用いられることとなった。

車椅子を利用することによって、歩行による転倒リスクは減少するが、車椅子を利用することによるリスクが発生する。例えば、長時間座位による褥瘡や、上肢を使って漕ぎ続けることによる関節痛等の二次障害、下肢機能を使わなくなることによる筋力低下などが健康に関わるリスクである。一方で、自立移乗や一部介助による移乗が可能な利用者は、転落や転倒のリスクが増加する。

1-2 車椅子に関する転落や転倒のリスク

病院や施設において、福祉用具に関する事故報告やヒヤリハット報告（インシデントレポート）の中でも手動車椅子に関する転落や転倒のリスクは、最も多く報告される事例の一つである¹⁾。著者らは、これまで医療施設、在宅、介護施設を対象とした質問紙調査を行い、手動車椅子のブレーキのかけ忘れが転倒の要因となることを明らかにしてきた²⁾。また、手動車椅子の利用者が、どの程度ブレーキのかけ忘れをしているのかを調べるために、病院や施設にて評価実験を行い、ブレーキのかけ忘れを検出するシステムを開発してきた^{3,4)}。

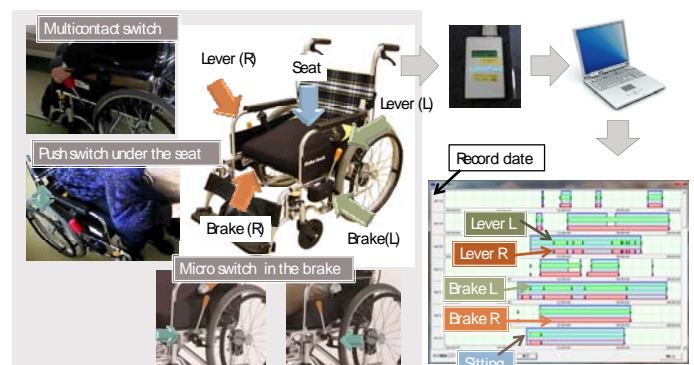
2 本研究の目的

これらの調査や評価実験を通して、ブレーキのかけ忘れに関する情報（かけ忘れ率）だけではなく、車椅子の日常生活における利用状況の情報が、本人や介助者、看護者に有益であることが分かってきた。そのため、本研究では、これらの副次的に得られた情報を基に、新たなシステムのコンセプトを提案し、手動車椅子の利用状況モニタリングシステムを開発することを目的とした。本報では、これらの経緯および新たなシステムの提案について述べる。

3. 車椅子の転倒要因となるブレーキかけ忘れの検出システム

3-1 車椅子のブレーキかけ忘れデータログシステム

車椅子のブレーキかけ忘れを検出するデータログシステムは、車椅子のブレーキかけ忘れ防止装置の有効性を検証するための評価ツールとして開発された。手動車椅子を利

Fig. 1 Composition of the data logging system⁵⁾Table 1 Specification of the data logger system⁴⁾

Size [mm]	100×84×18
Weight [g]	About 80
Number of input	Digital 5ch
Power	4 AA batteries
Operating time	More than 1 month
Sampling period [s]	0.1
Recording media	Internal memory (2 GB)

用することによる活動量を算出するデバイスは開発されているが⁶⁾、車椅子の操作状況を検出する既存システムは開発されていない。このシステムは、座面およびタックルブレーキのリンクおよびブレーキレバーに接触式スイッチを配置し、5chのスイッチのオンオフ信号を、データロガーを用いて記録することで状態判別を行うシステムである。

電源は電池式で、仕様上は1ヵ月の連続計測が可能である。座面センサには14.7[N]で反応するスイッチを用い、座面（クッション）下に固定した。ブレーキセンサにはモーメンタリスイッチまたはマイクロスイッチをアルミ製の治具を用いてフレームに固定し、ブレーキレバーセンサには触れる程度の力で反応する接触スイッチを作成し、安全のために周囲をウレタンで覆った。システム総重量は80[g]であり、走行に与える影響は十分に少ない。

3-2 データログシステムによるブレーキかけ忘れ率

ブレーキかけ忘れ率は、データログシステムを用いて、立ち上がった回数（座面スイッチの判定）とその際に自分でブレーキをかけた割合（ブレーキレバースイッチの判定）

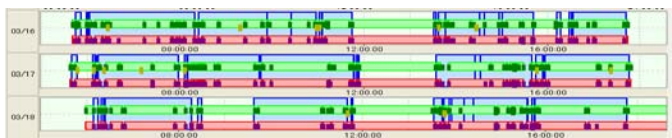
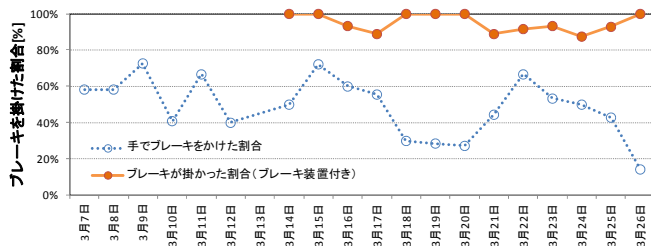


Fig. 2 (a) Graphical view of logged data by a day

Fig. 2 (b) The average data of Case A⁵⁾Fig. 3 Discriminative situation by the data logger⁵⁾

について、1日の平均値を算出する(図2(a))。これを基に1ヵ月間の結果をまとめた例を図2(b)に示す。

4. 車椅子上でのモニタリングにおける副次的な効果および問題点

本データログシステムでは、ブレーキをかけた割合の他に、車椅子上での状況(図3)や座位時間や移乗時間などを判別・記録することが可能である。本研究では、ブレーキのかけ忘れに関する情報伝える際に、介助者や医療職へ付加情報を伝え、それについてのヒアリングを行った。対象者は、介入評価に協力した実験協力者の関与者(介助者や医療職)数名で、付加情報は、約1ヵ月間の測定値および具体的な移乗時刻については約1週間の測定値を用いた。また、特徴的な事例については、別途資料を提供した。提供した付加情報の事例を示す。

付加情報(事例B): 座位時間 平均8時間41分, 乗り始め 平均6時28分, 乗り終わり 平均19時6分, ブレーキかけ忘れ回数 平均0.3回, 立ち上がり回数 平均8.7回, 具体的な移乗時刻 など

これらの付加情報を提示したのち、ヒアリングを行った。結果を次にまとめる。

- ・一日の生活状況: 車椅子上で過ごしている時間, 起きてから車椅子に乗車する時刻や就寝時刻, リハビリやトイレなど移乗が発生する時刻などは生活サイクルを把握するために有用である。
- ・スタッフの目の届かないところで起こる事象: 深夜に車椅子に乗車している, トイレなどの個室で移乗する際にブレーキをかけていない, スタッフが把握していない行動などは, 見回りの回数や場面を特定するうえで有用である。

一方で, 介入評価実験を通して発生した問題を次にまとめる。

- ・車椅子によって取り付け方法が異なる
- ・配線処理が必要であり, 1ヵ月間の計測を行うと断線などが生じやすい
- ・配線があるため, 車椅子の折りたたみが困難である。
- ・長期間の計測中に, データ取得の確認や頻繁なメンテナンスが必要である。

5. 手動車椅子の利用状況モニタリングシステム システムコンセプト

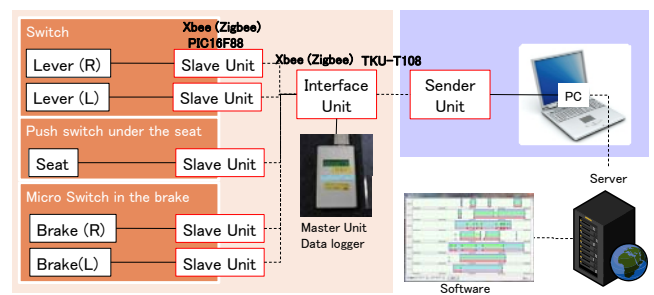


Fig. 4 wireless data-log system for wheelchair user

図4に提案したシステムの概要を示す。本研究では、ブレーキのかけ忘れを計測するためのデータログシステムを発展させ、①日常生活で発生しやすい転倒リスクや関与者が必要とする情報を取得すること, ②配線処理やメンテナンス性を高めること, ③病院や施設での長期間(1ヵ月程度)の介入実験に耐えられることを要件としてシステムの設計を行った。各センサ(最大6ch)は小型電池で稼働する独立した無線子機に接続され, 各子機の接点状態のデータは子機のIDデータと共親機(インタフェースユニット)に送信される(Xbee(Zigbee)・PIC16F88)。送受信ユニット(Xbee(Zigbee)・TKU-T108(立山科学ワイヤレステクノロジー))をフロア内に設置することで, 送受信範囲内に車椅子が侵入した際にデータが自動送信され, 制御用PCを介してサーバに転送される。

6. まとめ

本研究では, 車椅子ブレーキのかけ忘れを原因とする転倒を低減するために開発したデータログシステムを発展させ, 車椅子の利用状況をモニタリング可能な新たなシステムを提案した。本システムは, 本人や介助者, 看護者が必要とする車椅子上での日常生活サイクルを記録・提示できるものとし, 病院や施設内での長期間(1ヵ月程度)利用に耐え, 利便性が高い仕様とした。今後は本システムを用いて介入評価実験を行う予定である。

謝辞

本研究の一部は, 科研費基盤A「知能化センサネットワークによる障害・高齢者の健康リスク管理技術の開発」の助成を受けて実施した。研究に協力くださった医療施設・介護施設の皆様に感謝の意を表す。

参考文献

- (1) Samira Ummat, R. Lee Kirby, Nonfatal Wheelchair-related accidents reported to the national electronic injury surveillance system, American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation, vol. 73, no.3, June, pp. 163-167, 1994.
- (2) 二瓶美里, 出口弦舞, 山内閑子, 他, 手動車いすのブレーキかけ忘れを原因とした転倒に関する実態調査, 日本生活支援工学会誌, vol. 13, no. 1, pp. 39-45, 2013.
- (3) Misato N., Rina I., Genbu D., et al., Evaluation of Failsafe Wheelchair Brake for Users with Memory Loss in Clinical Use: Short-Term Evaluation of Function, AAATE 2009, pp. 44-46, 2009.
- (4) 春江尚彦, 二瓶美里, 出口弦舞, 他, 手動車いす自動ブレーキ装置の臨床評価に関する研究~ブレーキかけ忘れを検出するデータログシステムの開発, ABML2011講演論文集, pp. 02-8-1-02-8-4, 2011.
- (5) 二瓶美里, 山内閑子, 出口弦舞, 他, 生活生命支援医療福祉工学系学会連合大会講演論文集(CD-ROM), GS3-5-1, 2012.
- (6) Michelle L. T., Dan D., Rory A. C., et al., Assessing mobility characteristics and activity levels of manual wheelchair users, J. of Rehabilitation Research & Development, vol. 44, no. 4, pp. 561-571, 2007.