

## バリアフリー調査のための車椅子ログシステム

### Wheelchair Log System for Evaluation of Accessibility

○ 柴田 彩 (東洋大学大学院工学研究科) 山内康司 (東洋大学大学院工学研究科)

Aya SHIBATA, Graduate School of Engineering, Toyo University  
Yasushi YAMAUCHI, Graduate School of Engineering, Toyo University

**Abstract:** Accessibility evaluation for wheelchair use in real environment, is commonly done by checklists or observation by wheelchair users. We propose a wheelchair log system with an accelerometer, force sensing registers, an inclinometer and a GPS. These sensors can detect small difference in level, slopes and postural change of the wheelchair users. GPS is used to map the positions when using outside. Our preliminary study of this system on a slope showed that the actuation by the user affected the acceleration and inclination data.

**Key Words:** Wheelchair, Accessibility, Data log

#### 1. はじめに

車いす利用者にとって、路面や施設のバリアフリーについて調査を行うことは、車いす利用者が安全で快適な移動を実現するための情報を提供するだけでなく、路面や施設の改善を促すうえでも必要不可欠である。

バリアフリー調査自体は数多く行われているが、建築物のバリアフリー認定に用いられる「建築物移動等円滑化基準チェックシート」や独自のチェックリストを用いた調査を行う方法<sup>(1)</sup>や、実際の車いす利用者により実地調査を行う方法が主体である。しかしながら、縁石やゆるやかな坂、あるいは路面の凹凸や滑りのように、車いすの心理的な負担やインシデント・事故につながるにもかかわらず認識されづらい箇所もなお存在する。そのためには利用者のストレスや事故を誘発するような箇所を定量化・可視化することが必要である。

その解決策として、車いす自身にセンサを搭載し、走行中のログを記録する「車いすログシステム」が提案されている。岩澤ら<sup>(2)</sup>および岡村ら<sup>(3)</sup>の研究は、加速度センサにより路面状況の定量化を図っている。また Komoto ら<sup>(4)</sup>は電動車いすにおいて、加速度に加え角速度や操作データの記録も試みている。岩澤らと Komoto らの研究では GPS を用いた位置情報の付加も行っている。

我々は加速度センサに加えて座面圧力センサ、傾斜センサ、および GPS を搭載した車いすログシステムを開発している。本報ではそのプロトタイプを示し、各 3 センサによる屋外の環境計測を試みた結果を報告する。

#### 2. ログシステム構成

##### 2-1 全体構成

我々のログシステムは、主に振動をとらえる 3 軸加速度センサ(カイオニクス社 KXM52-1050, 周波数帯域 10~1500Hz), 路面の傾斜を計測するための 2 軸傾斜センサ(村田製作所 SCA121T-D07), 利用者の姿勢(体重移動)をとらえる 4 つの座面圧力センサ(Interlink Electronics Inc., FSR406)からなり、各々の出力はマイクロコンピュータ Arduino MEGA を用いて 10bit・10Hz で A/D 変換され、PC に記録される(Fig. 1).

##### 2-2 センサ類とその設置方法

加速度センサおよび傾斜センサは文献<sup>(2)</sup>を参考に、前輪

のフレームの地表から約 25cm の高さに固定した。座面圧力センサは、車いすの座布団に前後左右 4 カ所に縫い付け、座布団と車いす座面の間にかかる圧力を計測することで、利用者の前後左右の体重移動をおおまかに検出することを目指した(Fig. 2).

##### 2-3 GPS

屋外で位置情報を付加するための GPS は市販のナビゲーション用の製品(Garmin eTrex 10J)を用いた。位置情報と前述のセンサ情報を合成するために、GPS の時刻情報とセンサを接続した PC の時刻情報を用いた。

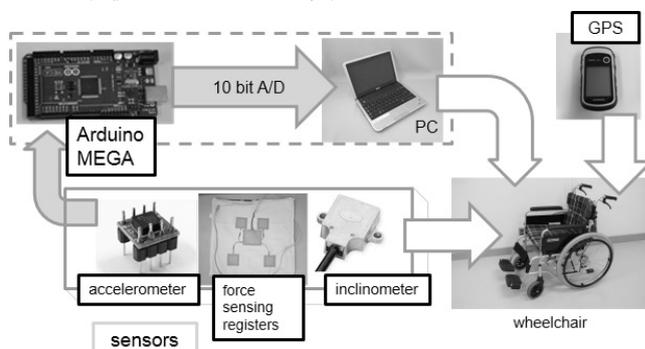


Fig. 1 An overview of wheelchair log system.

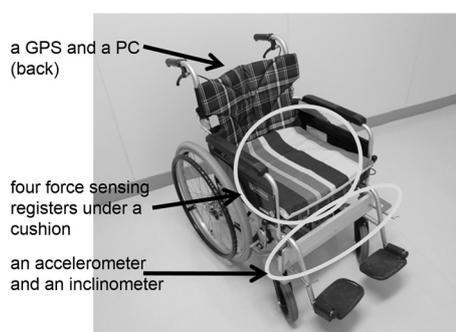


Fig. 2 Locations of each sensors

#### 3. 非駆動状態での時系列ログ

実際に搭乗時のデータを取得する前に、システムの動作確認を兼ね、屋内にて非駆動状態で車いすを動かし、各センサの時系列ログを確認することとした。

非搭乗状態の車いすをゆっくりと前後左右に動かし、得られた加速度のログを Fig. 3 に示す。平地のため上下加振(axial 方向)は行っていない。

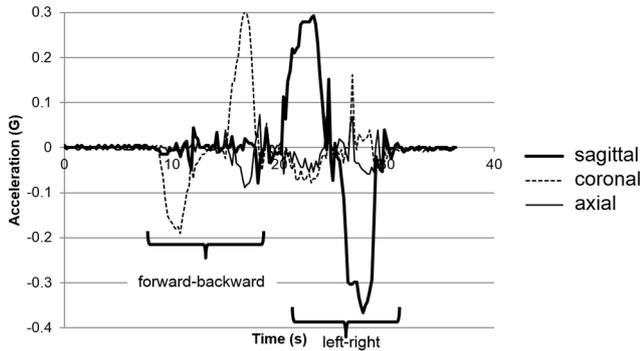


Fig. 3 Acceleration log (external force, unmanned)

搭乗状態の車いすにおいて、車いすを停止させたまま、被験者に前後左右に体重移動をおこなってもらい、得られた座面圧力のログを Fig. 4 に示す。圧力 0 は、座面に体重がかかっていない(浮いた)状態を示す。

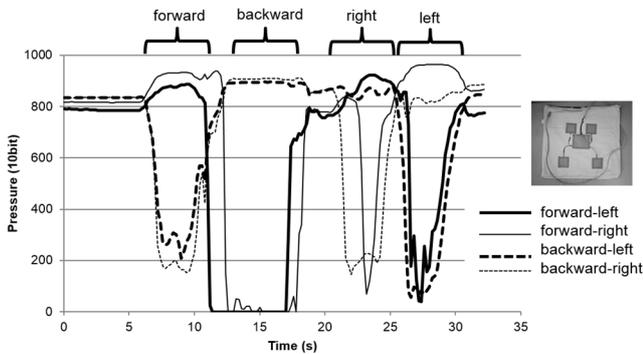


Fig. 4 Seating pressure log (self-action, manned)

そのほか傾斜角および GPS を含め、動作に応じたログデータが出力されていることを確認した。また各センサの応答性も良好であった。

#### 4. スロープ昇降時の時系列ログ

東洋大学川越キャンパス内にある、長さ 10m、傾斜角 4.56deg のコンクリートスロープにおいて、女性被験者に搭乗してもらい、スロープを下ったのちに上る動作をおこなってもらった。一連の動作は約 90 秒間(下り約 40 秒、上り約 50 秒)であった。その際に得られた加速度、座面圧力、傾斜のログを各々 Fig. 5, Fig. 6, Fig. 7 に示す。

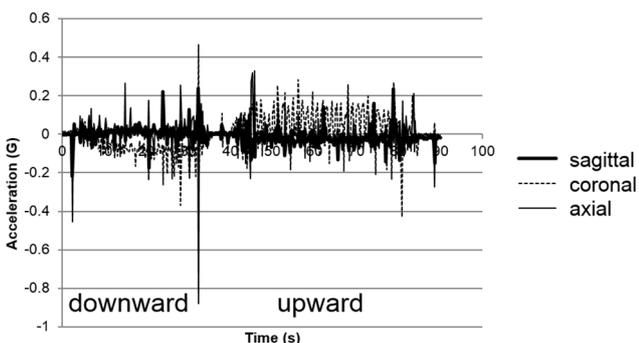


Fig. 5 Acceleration log (slope, manned)

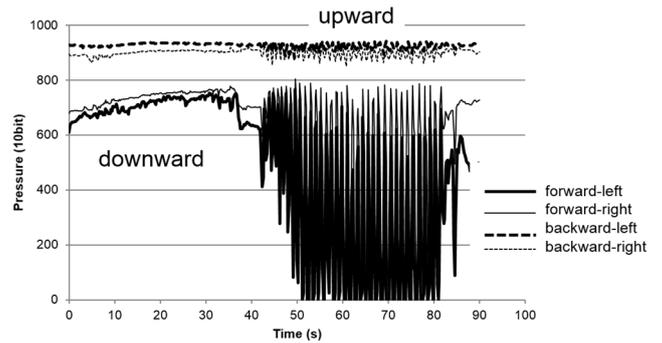


Fig. 6 Seating pressure log (slope, manned)

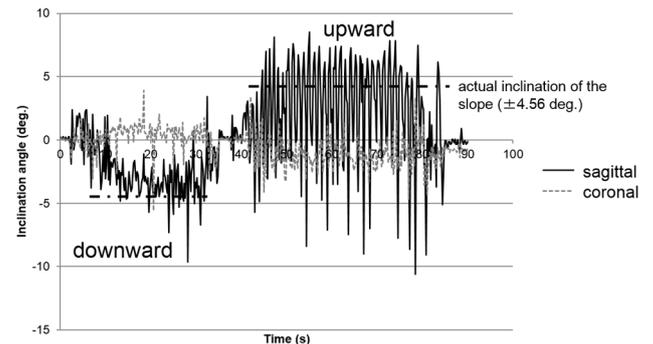


Fig. 7 Inclination log (slope, manned)

#### 5. 考察と結語

加速度データでは、スロープと平地の境目において大きな上下動が確認されるが、スロープ途中においても、前後方向に 1Hz 弱の比較的大きな加減速が生じている。これは被験者が車いすリムを駆動する周期にほぼ一致している。圧力センサデータにおいては、スロープ上り時に座面前部の圧力がやはり約 1Hz で大きく変化している。これも被験者のリム操作にともない、太腿部分が浮いていると推定できる。傾斜センサはおおむねスロープの傾斜角を計測できているが、他のセンサと同様に、とりわけスロープ上り時にリム駆動周期で大きく変動している。

以上のように、加速度・圧力・傾斜の各センサを車いすに搭載することにより、屋外のバリアフリー環境を計測できることが示されたが、自走式車いすにおいては、利用者のリム駆動操作の影響がみられた。今後は計測方法の改良やセンサの搭載位置の検討、データ処理方法の検討などを通じて、より正確に路面状況を計測できるよう図りたい。

#### 参考文献

- (1) 社団法人全国脊髄損傷者連合会「大学車いすバリアフリー調査報告」, 2004.
- (2) 岩澤有祐, 矢入郁子, 車いす走行ライフログの時空間解析による路面状況推定システム, 第27回人工知能学会大会抄録集, 1D3-5, pp.1-4, 2013
- (3) 岡村美好, 深田直紘, 車いすの振動加速度を用いた歩道路面凹凸の評価に関する研究, 土木学会舗装工学論文集, Vol. 9, pp.17-23, 2004
- (4) Komoto K, Feasibility test and characterization of wheelchair everyday life log with smartphone-based electronic recording equipment, 2012 IEEE/SICE Int. Symposium on System Integration, pp.176-181, 2012