

# 介助用車椅子の安全な移動情報提示に関する研究開発

本田雄一郎 中村俊哉 奥田一郎

## 1 はじめに

日常生活を快適に営み、ひいてはまちへ出て社会参加を行うためには、一定の移動能力を有していることが重要となる。移動能力は本人の身体的要因だけでなく、環境や移動のために用いる用具や機器の影響を受ける。福祉のまちづくり研究所では令和元年度まで実施してきた研究開発により、車椅子の降坂において必要なブレーキ力の実測が行える計測器などの開発を進めてきた。ここまでの開発成果を実社会で有効に活用するため、より簡便にブレーキ力の測定が可能な測定器の開発とウェブブラウザ上に表示する地図情報に車椅子で移動する場合により安全・安心な経路を選択できる情報支援システムの開発を進めた。



図1 車椅子利用者の安全移動経路提示に関する研究開発のコンセプト

## 2 車椅子用ブレーキ力計測器の開発

車椅子の利用者が坂道を通れるかどうか、特に下り坂を降り切れるかの指標として、どれだけのブレーキ力が出せるかを簡便に知る必要がある。これまでに研究所で開発した計測用車輪(図4)は、多くの走行時パラメータを計測可能であり、PCと無線通信しながら精密な測定を行うことに適している。今回は、より多くの車椅子の利用者の方達に対して、ブレーキ力の計測ができるようにする目的もあり、より直感的にかつ簡便にブレーキ力を計測できる必要がある。そのため、機能を限定し、測定準備の手間を軽減し、かつ直感的な操作でブレーキ力が計測できる計測器を開発した。

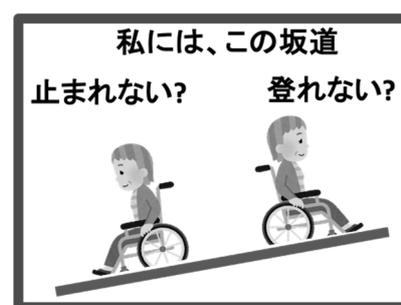


図2 現実の問題

### 2.1 車椅子ブレーキ測定器の概要

この測定器は、板上に一体的に構成されている。車椅子の利用者が乗った車椅子を固定位置にセットし、駆動輪を地面からわずかに浮かせ、ブレーキ力測定器から伸びるワイヤを車椅子の車輪に取り付けることで計測準備が整う。その後、車椅子の利用者に車輪が回転しないようにブレーキをかけてもらいつつ、ブレーキ力測定器を図3の左方向に力強く引っ張ることでブレーキ力の簡易計測が行える。図3では自走用車椅子が映っているが、介助用車椅子では、介助者がブレーキレバーを握った状態でブレーキをかけてもらい、同様に計測ができる。

測定時に、ブレーキ力測定器に与える力が車輪の回転力として正しく伝わるように、車輪の回転面とブレーキ力測定器を引く方向が重なるように固定用板に工夫を施している。

ブレーキ力の測定手順は、次のように車輪を回そうとする力とブレーキ力の釣り合い状態が崩れた際の最大のブレーキ力を持って行う。

## 2.2 ブレーキ力の測定手順

- 手順1. ブレーキ力を測っている人が徐々に力を加えながらブレーキ力測定器をレール上で引き、ブレーキ力測定器から出ているワイヤを介して車輪に回転力を与える
- 手順2. 車輪を回転させようとする力に対し、車椅子利用者がブレーキをかけて回転を止める
- 手順3. ブレーキ力測定器に与えられた力が車椅子利用者によるブレーキ力を上回った際に、力の釣り合いが崩れ、車輪が回転し始める。この時、ブレーキ力が低下することをブレーキ力測定器は検出し、その直前の最大ブレーキ力が測定される



図3 ブレーキ力測定時の様子

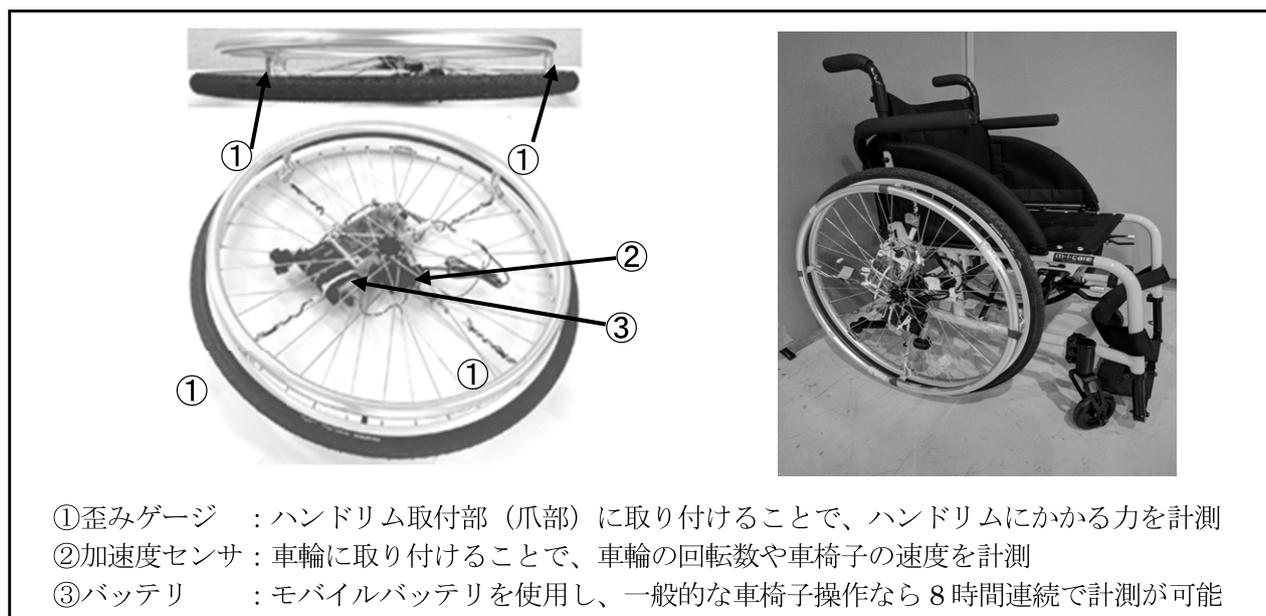
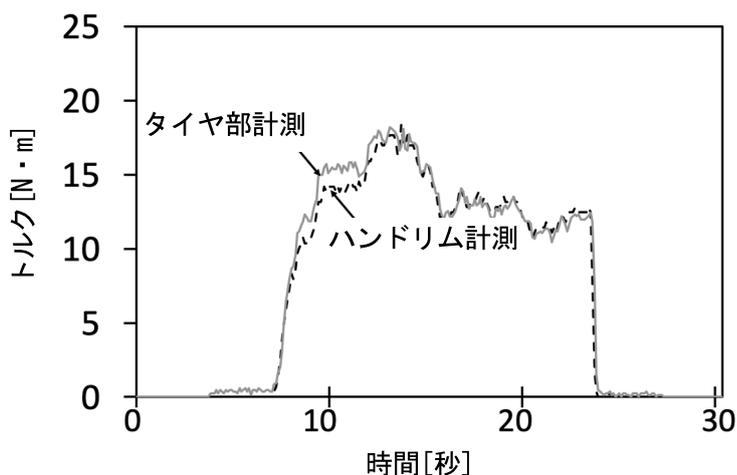


図4 計測用車椅子の計測装置を内蔵したホイール (左) とそのホイールを取り付けた車椅子 (右)

## 2.3 ブレーキ力の測定結果

今回開発したブレーキ力の測定装置 (図3) と計測装置を内蔵したホイール (図4) との計測に大きな差が出ないかを確認するため、両方の計測装置を同時に用いてブレーキ力の測定を行った。計測において、ブレーキ力の測定装置 (図3) は車輪のタイヤ部に力を加えた力を計測している一方で、計測装置を内蔵したホイール (図4) は、車輪に取り付けられているハンドリムでの力を計測している。双方の計測結果を同じ基準で比較するため、それぞれの力をトルクに換算し、その結果を図5に示す。両方の計測装置のデータを取り込むサンプリングレートの違いや車輪のタイヤのゴム部の弾性の影響もあり、車輪に力が入り出す初期においては若干のズレが生じているものの、これらの影響が低減され、力の伝達が安定した後は、両計測値はほぼ一致していると判断できる。

計測目的である最大のブレーキ力が出ているピーク部分では、両方の計測結果はほぼ一致している。

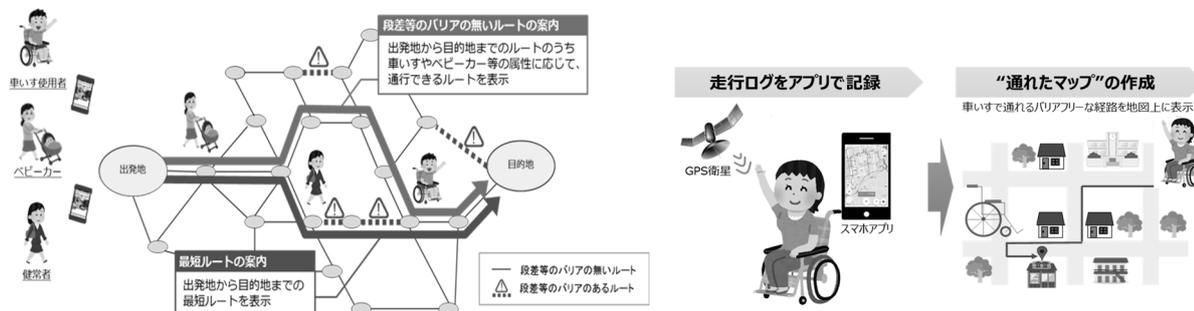


計測箇所の半径が異なるため、計測した力を直接比較できない。力をトルクに換算することで比較できる。

図5 ブレーキ力測定の結果比較

### 3 ウェブブラウザ上に表示する地図情報

ウェブ上の地図に車椅子が通れるかどうかを提示する研究開発は、国土交通省などにおいてもバリアフリー・ナビプロジェクトや通れたマップ実証実験で進められてきた。このプロジェクトの内容では、特定の車椅子の利用者があるところを通れたことを元に情報を蓄積・参照する仕組みとなっている。しかし、データを登録した人とは異なる移動能力の車椅子の利用者がその経路を通れるかについては未知である。



バリアフリー・ナビプロジェクト (ICT を活用した歩行者移動支援の推進)<sup>1)</sup>

プローブ情報を活用した”通れたマップ”実証実験<sup>2)</sup>

図6 車椅子利用者などにルート提示するプロジェクト

我々が開発を進める安全経路移動提示システムでは、既存の地図に対して、上記類似プロジェクト同様に様々なバリア情報や車椅子特有に必要な付加情報を追加保存できる仕組みがシステムに必要となる。地図情報システムの全てを独自にシステムを開発することは非効率であるため、情報の追加がユーザーレベルで可能な地図システム、OpenStreetMap<sup>3)</sup>(以下、OSM と略す)の地図データベースを活用して開発を進めることとした。今回は、この OSM による地図データベースを活用したシステム構成を検討し、地図情報に経路提示ができるシステムの基盤を整えた。

#### 3.1 地図・経路などの情報の連携

本年度開発した地図への移動経路提示システムは、4種類のサーバ(ウェブサーバ・地図データサーバ・経路探索サーバ・地名・経度緯度変換サーバ)からの情報を統合する形となっている(図7)。地図情報

報を統合し、各種機能をオーバーラップ表示する部分では、地図表示用の API (Leaflet API) <sup>4)</sup>を用いた。

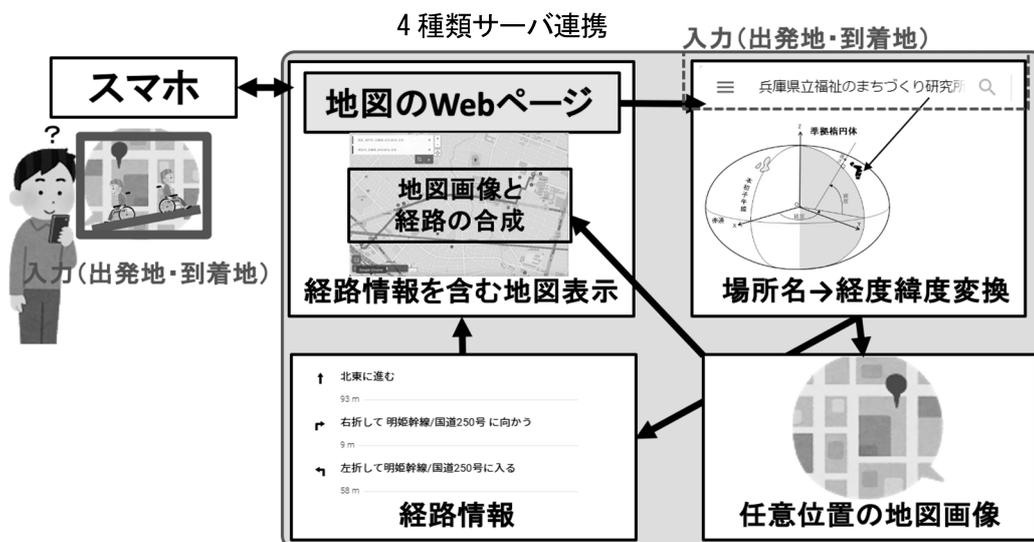


図 7 地図への移動経路提示システム c

図 7 に示した 4 種類のサーバの情報連携は次のよう伝わっていく。

1. スマホなどから利用者が地図の Web ページを開く (スマホ - ウェブサーバ)
2. スマホから現在位置を取得し経度緯度に変換 (ウェブサーバ - 地名-経度緯度変換サーバ)
3. 経度緯度情報を元に地図画像の取得 (ウェブサーバ - 地図データサーバ)
4. スマホへ地図を表示 (ウェブサーバ - スマホ)
5. スマホに表示された地図に出発地・目的地を入力 (スマホ - ウェブサーバ)
6. 出発地・目的地をそれぞれ経度緯度に変換 (ウェブサーバ - 地名-経度緯度変換サーバ)
7. 5. の経度緯度情報から経路情報の取得 (ウェブサーバ - 経路探索サーバ)
8. 地図画像に経路情報を合成 (ウェブサーバ)
9. スマホへ経路情報付き地図を表示 (ウェブサーバ - スマホ)

### 3.2 経路探索用データ

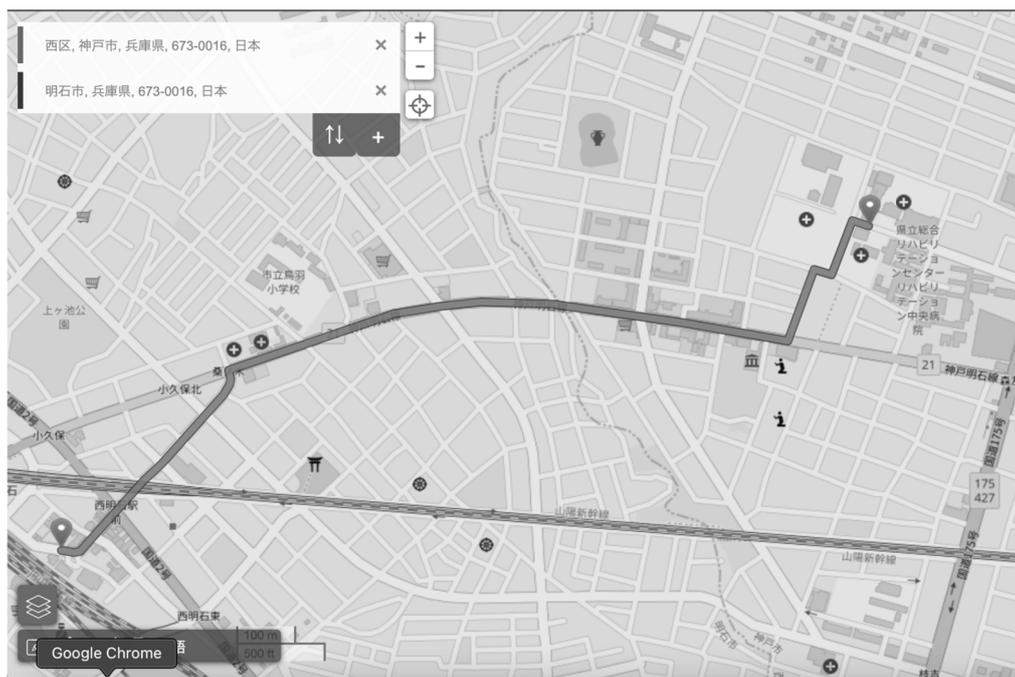
経路探索に用いられるデータは、車用、歩行者用、自転車用などそれぞれの移動手段に応じて、1 次データである道路情報データを変換し、経路計算ができる 2 次データへ加工された後、経路探索サーバで利用できる。経路探索サーバでは図 8 のように経路情報を取得することができる。

現状では、車椅子利用者の移動に関わるバリア情報は道路情報データには含まれていない。そのため、今後の研究開発として、バリア情報を付加し、車椅子利用者が着実に移動できる経路提示ができるように拡張していく予定である。また、その経路に沿った、付随情報を上述していない各種サーバから取得し、合成表示することにより、従来は提示されてこなかった新たな経路情報提示システムを実現できることにつながる。

今回の開発システムによる福祉のまちづくり研究所から西明石駅への経路探索結果を図 9 に示す。



図 8 経路情報



福祉のまちづくり研究所 ～ 西明石駅への経路表示

図9 開発したシステムによる経路探索結果の例

#### 4 おわりに

本年度の開発にて、福祉のまちづくり研究所では、地図情報を扱う基礎技術を獲得した。この技術を活用することで、まずは車椅子の利用者に向けたシステム開発を進めていくが、そこで得られる諸情報は、高齢社会におけるモビリティに関する研究開発へとつなげられるものと考えている。

また、これまで、福祉のまちづくり研究所では、「車椅子使用者の坂路環境及び活動量の評価と、バリアに対応した車椅子機構に関する研究」として「車椅子用身体活動量計の開発」「道路傾斜面と車椅子の降下に必要なブレーキ力の検証」など、今後の研究開発を進めていく上で役立つツールとなる独自発想の研究を実施してきた。車椅子に計測器を取り付けることなく、車椅子の走行に必要な駆動トルクや制動トルクの計測が可能な駆動トルク計測用ローラ台の製作も行った。この駆動トルク計測用ローラ台のローラを電動モータで回転させることで、車輪へ与えるトルクの計測を行えるようにも整備されている。

これらの成果は研究所の強みとして活用でき、本研究開発の取り組みと相まって、実用的なシステムへと成長していくと考えている。

#### 参考文献

- 1) バリアフリー・ナビプロジェクト (ICT を活用した歩行者移動支援の推進), 国土交通省 ([https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/soukou/sogoseisaku\\_soukou\\_mn\\_000002.html](https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/soukou/sogoseisaku_soukou_mn_000002.html))
- 2) プローブ情報を活用した”通れたマップ” 実証実験, 国土交通省 ([https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/soukou/sogoseisaku\\_soukou\\_mn\\_000005.html](https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/soukou/sogoseisaku_soukou_mn_000005.html))
- 3) オープンストリートマップ プロジェクト (<https://www.openstreetmap.org/>)
- 4) an open-source JavaScript library for mobile-friendly interactive maps, Leaflet (<https://leafletjs.com>)