

ICT を活用した北海道観光のバリアフリー状況調査に関する研究 ～車いすを利用する道外・外国人観光客を考慮した支援情報の検討～

苫小牧工業高等専門学校 情報工学科准教授 大橋 智志
苫小牧工業高等専門学校 環境都市工学科准教授 松尾 優子
苫小牧工業高等専門学校 文系総合学科准教授 小野 真嗣

I. 序言

人口減少・少子高齢化に直面する日本において、地方での需要を生み出し、雇用を創出する「地方創生」は、国の最重要課題として検討されている。その中で日本の観光は、海外からのインバウンド需要の取り込みにより、地方を活性化させる原動力となってきている。また、国内観光の振興も重要であり、訪日外国人観光客だけではなく、日本人自身も国内の観光地へ旅行し、国外・国内の旅行者や地域住民との交流が生まれるような魅力ある観光地づくりを進めることも期待されている。このような背景の中、日本の観光政策は量的拡大のみならず、海外からの旅行者に対して、日本の歴史・文化の魅力や各地方の特色ある地域文化、日本人の暮らし方や生き方を知り、国際的な相互理解を深めることによる信頼や共感、友好と平和の基礎となる質の高い観光立国を目指す必要がある。

平成 27 年 6 月に観光庁から発表された「観光立国実現に向けたアクション・プログラム 2015」では、訪日外国人旅行者が急激に増加している現状をふまえ、訪日外国人旅行者数 2,000 万人を万全の備えで迎えるべく、交通機関や宿泊施設等の供給能力が制約にならないよう官民の関係者が十分な連携を取り合い、受入れ環境整備を急ピッチで進行する取り組みを加速させている。また 2020 年を重要な通過点として、その先の訪日外国人旅行者数 3,000 万人の実現可能性を検討し、世界に誇る魅力あふれる国づくりを目指す戦略的取組みを示す必要がある。その戦略的取組みの概要は、インバウンドへの戦略的対策、観光旅行消費の拡大および幅広い産業の観光関連産業としての取り込み、地方創生に資する観光づくりと国内観光の振興、攻めの受入れ環境の整備、外国人ビジネス客等の積極的な取組と質の高い観光交流等となっている。具体的な産業面の計画では、観光旅行消費の一層の拡大、幅広い産業のインバウンドビジネス参入、人事育成等の計画が示され、国内の観光地では、観光周遊ルート形成、日本食・食文化の魅力発信、LCC・高速バス・船・鉄道を利用した移動手手段の活性化、地域資源や需要の掘り起こし等についての取り組みが進められている。受入れ環境整備面としては、空港ゲートウェイ機能の強化、貸切バス・宿泊施設の供給確保、公共交通施設の多言語対応強化、無料公衆無線 LAN 環境整備促進など、幅広い取組が進行中である。また、2016 年リオデジャネイロで開催されるオリンピック・パラリンピック大会後から 2020 年東京オリンピック・パラリンピックまで、次期開催国として世界から注目される期間を最大限に活用し、戦略的な訪日プロモーションが進行されつつある。特に世界に類を見ない速さで社会の少子高齢化へ進む日本では、2020 年東京パラリンピックにおいて、高齢者や年少者、障がい者等が不自由なく当たり前で過ごせる社会環境の整備が進んでいることを世界にアピールする機会であり、バリアフリー

ー・ユニバーサルデザインの取組強化を世界に発信することができる千載一遇のチャンスでもある。

観光庁による最新(平成28年4月5日発表)の訪日外国人消費動向調査(平成27年(2015年)年間値)では、平成27年の訪日外国人旅行消費額(確報)が3兆4,771億円と推計され、前年(2兆278億円)に比べ71.5%増加した。訪日外国人旅行者数は1,974万人となり、前年の1,341万人に比べ47.1%増加しており、1人当たり旅行支出(確報)は17万6,167円(前年比16.5%増)となった。北海道の観光について目を向けると、北海道経済部観光局の報告では、平成26年度における北海道の観光入込客数(実人数)が、アジアからの需要も増えて過去最高の5,377万人(前年度比1.3%増)となった。これは、日本全体の訪日外国人旅行者の約10%を占めている。特に北海道観光の大きな魅力かつ強力なコンテンツである「自然」、「食」というキーワードは、2020年オリンピック・パラリンピック東京大会、2026年札幌冬季五輪誘致においても重要視され、北海道観光の魅力向上政策、環境・インフラ整備が重要視されている。2016年3月26日には、北海道新幹線新青森・新函館北斗間が開業し、2030年度末には新函館北斗・札幌間までの延伸が予定されている。今後、国内観光についても関東圏・東北圏からは鉄道網を利用した道内観光地への流入増加が見込まれることから、ICT(Information and Communication Technology: 情報通信技術)を活用した国内外からの観光動向調査データをもとに、公共交通機関の利用を想定した観光地までの経路や観光名所の情報整備について産学連携の取組が進行中である。しかし、高齢者や障がいを持つ観光客へのハード面・ソフト面の整備については、遅れているのが現状であることから、空港から主要都市への公共交通機関経路と周辺の観光地におけるバリアフリー・ユニバーサルデザインの整備・推進がより一層重要となり、その取り組みが急務となってきている。

本研究の目的は、車いすを利用して北海道を訪れる国内観光客および外国人観光客をターゲットとし、高齢者・障がい者をはじめ、誰もが必要に応じて移動に関する情報を入手し、積極的に活動できるバリアフリー・ユニバーサルデザイン環境の構築支援をICT(情報通信技術)の活用によって実現することである。われわれが注目しているのは、車いすを利用した観光地の経路である。通常、健常者が観光地を訪れる際、観光ガイドマップを利用する場合や事前にインターネットで調査した観光経路に基づき観光する場合が想定される。同様に車いす利用者が観光する場合においても観光地の事前調査をおこなうが、健常者と異なる点として、障がい当事者の目線による観光・宿泊・交通・イベント等に関するバリアフリー情報を収集している。具体的な例としては、観光バリアフリー情報として「障がい者用駐車場があるか?」、「貸出し車いす(砂利道対応)があるか?」、「車いす対応トイレがあるか?」、「宿泊バリアフリー情報として「館内に車いす対応トイレがあるか?」、「車いす対応トイレ付き客室があるか?」、「貸切り風呂があるか?」、「エレベータがあるか?」、「部屋食が可能か?」、交通バリアフリー情報として「駅構内から改札へのアクセス方法」、「改札からホームへのアクセス方法」、「車いす対応トイレがあるか?」など数多くの検討事項を有している。以上より、健常者が観光地へ旅行する場合と比べ、非常に多くのハードルがあり、これらひとつひとつの課題を解決する必要がある。そこで本研究では、観光経路を車いすで走行する際の課題抽出として路面の勾配に着目し、傾斜路走行時における搭乗者の影響を検討することにした。つぎに、北海道観光のバリアフリー状況調査として、函館市の観光経路について調査した。観光経路の調査では、GPSから取得したトラ

ッキングデータによる経路情報の可視化、距離計測、標高計測、デジタル傾斜計による勾配計測を実施し、車いすによる観光経路走行時の問題点について検討した。

本論文の第Ⅱ章「車いすの走行状態計測と搭乗者の座圧分布変化」では、車いす利用者が観光経路を走行する際の課題抽出のため、車いすに設置した小型センサと体圧分布計測器を用いた車いすの走行実験結果についてまとめている。走行実験では、車いすの走行状態（速度、傾き、振動、位置など）および走行中における搭乗者の座圧分布を計測・解析し、傾斜路走行時における車いすの走行状態の変化に伴う搭乗者への影響について考察する。なお、勾配変化を伴う下り傾斜路走行時の影響を検討する際には、スロープの勾配がバリアフリー法の円滑化誘導基準となる 1/12（勾配 4.7[deg]）を超える傾斜路進入時とその傾斜路から平坦路への進入時の状況を構築し、走行時の角速度変化を捉えた結果と搭乗者の座圧分布から算出した面圧中心位置からその影響度を検討した。

本論文の第Ⅲ章「函館市内の観光経路を例とした調査結果」では、函館市内の観光地として、①五稜郭公園、②旧函館区公会堂を例とし、バス停から目的地までの観光経路の路面状態および勾配状況を調査し、車いすによる観光経路走行時の問題点についてまとめた。

Ⅱ. 研究内容「車いすの走行状態計測と搭乗者の座圧分布変化」

1. 車いすについて

(1) 車いすの分類

車いすは歩行が困難な人のための福祉機器のひとつである。車いすの機能は「移動」と「座ること」であり、とくに長時間車いすに搭乗して生活する人にとっては、座る機能をもっとも重要となる。害の部位と程度、体寸法、用環境、使用目的などの要因によって多くの種類の車いすが利用されている。

車いすを駆動方式から分類すると、車いす使用者自身で操作する「自走用車いす」、介助者が操作する「介助用車いす」に大別されている（図 1）。JIS（日本工業規格）の分類では、自走用の前輪はキャスタ、後輪は大径車輪（18 インチ以上）とハンドリムが付いており、介助用の前輪はキャスタ、後輪は中径車輪（12 インチ以上 18 インチ未満）以上でハンドリムが付いていないものとして定義（JIS T 9201:2006 より引用）されている。自走用の駆動方法には、両上肢駆動、片手駆動、片手片足駆動、下肢駆動に分類される。車いすの駆動輪の位置にも分類があり、前輪駆動式、後輪駆動式、中輪駆動式があり、一般的に使用されている車いすは後輪駆動式となる。つぎに電動車いすの形式は、JIS（JIS T 9203:2010 より引用）により図 2 に示す分類となる。電動車いすの駆動方法にも分類があり、前輪駆動、後輪駆動、四輪駆動、中輪（六輪）駆動、電動駆動装置となり、自走用の車いすとは異なる部分も多くある。電動車いす使用者の多くは、体幹機能障害を伴っており、上肢などの駆動方法による自走が困難となることから、ジョイスティック等の操作装置を使用することにより、自走用車いすと同等の移動が可能となる。また、電動車いす搭乗中の座位のバランスが不良となるケースも多く、身体維持や姿勢保持の調整も必要不可欠となっているが、移動による自立的な生活の実現を担保できる最後の砦でもある。

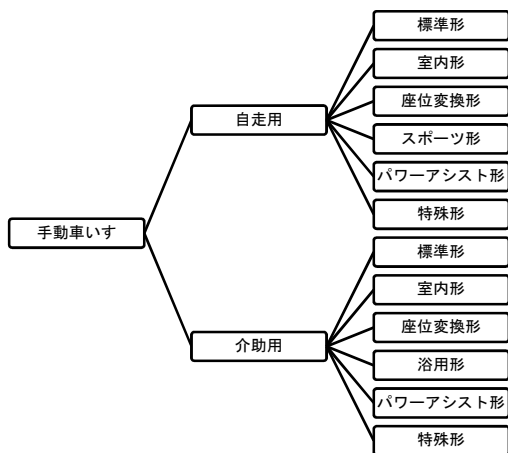


図1 手動車いすの分類

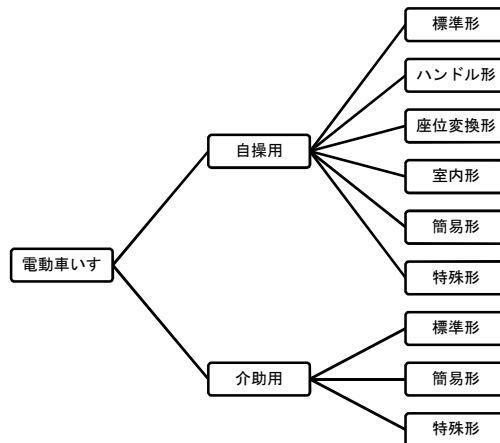


図2 電動車いすの分類

(2) 車いすの構造

車いすの代表的な構造と各部の名称および本研究で使用した計測機器を図3に示す。図3に示す各部の名称について簡単な説明をまとめる。



図3 車いすの構造と各部の名称

- | | |
|-----------|------------------------------|
| ① グリップ： | 介助者が車いすを操作する時に使用する取手 |
| ② バックレスト： | 搭乗者の背もたれとなり、姿勢保持のための役割として使用 |
| ③ 駆動輪： | 駆動用車輪 |
| ④ ハンドリム： | 搭乗者が手で操作して駆動輪を回転させるためのリング |
| ⑤ ブレーキ： | 車いすを停止または制動するための装置 |
| ⑥ アームレスト： | 搭乗者の肘掛けとなり、姿勢保持や立ち座りの時の支持に使用 |

- ⑦ シート： 臀部、大腿部の支持部（座面）
- ⑧ レッグレスト： 搭乗者の脚が車いすの内側に入ることを防ぐ
- ⑨ キャスタ： 360度回転する車輪付き装置（前輪）
- ⑩ フットレスト： 搭乗者の足の支持装置

日本で普及している車いすは、保管や運搬のために左右に折りたためる構造（折りたたみ式）となっている製品が多い。一方、輸入車いすの多くは固定フレーム式となっている。折りたたみ式は、折り畳みフレームをシートフレームと兼用で組み込むことにより幅を小さくする構造となっている。この折りたたみ式のフレームには、シングルブレース式とダブルブレース式に分類されている。一方、固定フレーム式は、バックサポートを前方に折りたたむことが可能であり、駆動輪、フットレストやレッグレストを工具なしで取り外すことが可能なため、積載時のスペースも小さくできる。また、固定フレーム式の特徴として、軽量かつ強度が高い点、固い床面での走行特性が良い点がある。折りたたみ式は走行中にフレームがたわみやすく、漕ぐ力にロスが生じるため、走行特性は固定フレーム式に比べて劣る部分がある。折りたたみ式車いすの座面には布状のスリングが使われることが多いが、車いすに搭乗して長時間過ごす人にはスリングシートは適さないため、座面にクッションなどを使用する必要もある。

フットレストには、はね上げ式や折りたたみ式、側方に回旋するスウィングアウェイ式、固定式など各種のものがある。これらはベッドやトイレへの移乗の際の方法や障害によって使い分けられる。また、足が後方に落ちるのを防ぐためにレッグレストが使われることもある。アームレストは固定式のものも多いが、はね上げ式や取り外し式を選択した場合には移乗が容易になる。これらの代表的な構造の他には、高齢者の屋内移動に適した六輪車いすや立位姿勢を保つことができるスタンドアップ式車いす、各種スポーツ用などの特別な構造を持つ車いすもある。

（3）手動車いすの操作

手動車いすは、左右の駆動輪につけられたハンドリムを漕いで操作する。左右同様にこぐことにより前進し、左右逆方向に動かせば旋回する。効率よく前進操作するための漕ぎ方は、使用者の能力によって変化することがわかっている。若年障がい者の場合、腕だけを使うのではなく、上半身を前傾させて体重をのせるようにすると効率的に走行することができる。とくに車軸位置が前方にある車いすの場合では、上半身を前傾させずに強く漕ぐと、後方へ転倒する危険性があるため注意が必要である。高齢者などでは上半身を前傾させて漕ぐことが難しい場合が多い。一般に、ハンドリムは握りしめるのではなく、親指を除く4本の指で軽く握るのがよいとされ、ハンドリムを強く握ると力が効率的に伝わらない。

手動車いすでの走行中に小さな段差がある場合、段差乗り越えの方法は3種類となる。非常に小さな段差（2～3cm程度）であれば、平地走行のまま段差に車輪をぶつけて乗り越えることができるが、車いすおよび搭乗者への衝撃は大きくなる。このような場合は、キャスタ輪の径に比較して十分小さな段差の場合のみである。この方法で超えられない段差は屋内外共に多いのが現状である。そのため、搭乗者にはキャスタ上げと呼ばれる操作

を習得する必要がある。これはキャスト輪を持ち上げ、駆動輪だけでバランスをとる操作である。キャスト上げによってキャスト輪を上段差にのせることができれば、5～8cm程度の段差を超えることができる。慣れてくるとキャスト上げをした状態のまま段差の乗り越えをすることも可能であるが、体幹・筋力の弱い人や高齢者には難しく、転倒の危険も大きくなる問題がある。なお、キャスト上げは急な下り坂を降りる際にも使用される操作テクニックでもある。

（４）電動車いすの操作

手動車いすを使えない四肢麻痺者や高齢者は電動車いすを使用する。電動車いすとはモータで駆動する車いすであり、腕の筋力が弱い場合でも操作可能であるが、モータやバッテリー等が必要なため、車いすの総重量が大きくなり、車への積載時や持ち運びが難しい。電動車いすには屋外用と屋内用があり、屋外用は長時間の使用を考慮して30～40kmを走行できるように大きなバッテリーを搭載している。一方、屋内用は小さなバッテリーを採用しており、小回りが利いて狭いところでも自由に動けることが重要となる。電動車いすに使用されているバッテリーは、鉛蓄電池、ニカド電池、ニッケル水素電池、リチウムイオン電池があり、現在は電池容量や価格ともバランスの良いニッケル水素電池、前者よりも高価格となるが2倍以上の充放電が可能かつ30km程度の連続使用が可能なりチウムイオン電池が主流となっている。操作手段としては、手で操作するジョイスティックが最も普及しているが、そのほかに、顎や頭の動きで操作する方式、ボタンで操作する方式なども発売されている。ジョイスティックの操作には慣れが必要であり、訓練が必要となる。近年では、手動車いすと電動車いすの間を取り持つ技術として、電動アシスト車いすも普及しつつある。普段使用している手動車いすのハンドリム操作部分を電動化する駆動装置であり、使い慣れた手動車いすの機動性を活かしながら電動のパワーサポートと高い制御性能を有している。

（５）車いすのシーティング

車いすのシーティングは、脊髄損傷、運動発達障害、加齢による筋力低下などそれぞれの障がいの特性により考慮するポイントが異なる。このシーティングとは、人の座位姿勢とその姿勢を保持するための用具で構成される。1980年代のアメリカ合衆国において、「シーティングシステム (seating system)」という言葉が発祥となり、日本でも1990年にシーティングシステムを「座位保持装置」という言葉に翻訳し、補装具基準表にも加えられ、義肢装具と同様に基本工法、基本フレームや各パーツが定められ、価格も設定されている。平成25年4月からは「障害者の日常生活及び社会生活を総合的に支援するための法律(障害者総合支援法)」として、補装具費(購入費用、修理費)が支給されている。

リハビリテーションの観点では、生活の質(quality of life: QOL)や日常生活活動(activities of daily living: ADL)への対応として捉えられている部分もある。日常生活での利用やリハビリテーションにおいて車いす搭乗者のシーティングを考える場合、使用する車いすの構造的な問題について議論する必要がある。一般的に使用されている車いすでは、スリング式の問題点とリクライニング機構の問題点が存在する。スリング式の問題は、シートやバックレストが直線的なラインで構成されているため、搭乗者の腰椎部のサポー

ト、脊椎の生理的彎曲、偏った加重による褥瘡等を考慮できていない。リクライニング機構の問題は、リクライニング角度の変化動作によるズレの増大を引き起してしまう。特に筋力の低下した高齢者や重度の障がい者が車いすに搭乗する場合、骨盤の傾きと走行中の振動や旋回等の重力影響により、「滑り座り」、「骨盤傾斜」、「骨盤回旋」といった運動学に基づく身体ダメージが生じてしまう。このような問題を解決する手段として、シーティング理論にもとづく正しい座位姿勢の保持が必要となる。

2. 車いす走行時における搭乗者の座圧分布計測について

(1) 実験方法と使用する計測機器について

① 実験方法

車いす走行時における搭乗者の座圧分布計測では、走行状態の変化による搭乗者の影響を検討するため、①10[m]の平坦路を0.5[m/s]で走行した場合、②5[deg]の傾斜路10.3[m]と10[deg]の傾斜路1.35[m]を有する路面を下り方向へ走行した場合について計測する。走行場所は、苫小牧工業高等専門学校校舎内(図4)とし、平坦路(図4(a))と傾斜路(図4(b))での走行実験では、車いすの搭乗者を19~35歳の健常男性8名とし、介助者が車いすを手押しする方法で搭乗者毎に3回の計測を実施する。

断面図(図4(c))に示す傾斜路走行時の実験では、傾斜路の勾配が10[deg]となる③部分を勾配変化箇所としている。この③部分は、通常の階段部分を木製の簡易スロープに変更した状態で設置している。この簡易スロープは、平成18年に施行されたバリアフリー新法の建築物移動等円滑化誘導基準第六条に記載される「勾配は、1/12を超えないこと。」の基準を満たしていない条件となる。そのため、搭乗者自身の操作による走行は危険を伴うため、搭乗者によるハンドリム操作を行わず、計測開始地点となる①を基準として約2[s]後から介助者による手押し操作によって車いすを直進させている。

② 実験に使用するセンサ

実験で取得する車いすの走行状態を示す計測データは、車いすに設置したBluetooth内蔵のセンサ端末CC2650STK(Texas Instruments社製)を使用する(図5)。このセンサは、10個の低消費電力MEMSセンサ(光センサ、磁気センサ、湿度センサ、圧力センサ、加速度センサ、ジャイロスセンサ、磁力センサ、温度センサ、温度センサ、音響センサ)とBluetoothが内蔵されており、センサで取得したデータを無線通信規格Bluetoothにより、クラウドサービスとの接続を確立し、センサデータのオンライン利用も可能となる特徴を有している。また、スマートフォンおよびタブレットのOS(オペレーティングシステム)であるiOS・Android OS上のアプリケーションからの利用も可能である。

③ 実験に使用する座圧分布計測器

車いすの走行状態を示す計測データと同時に計測する座圧分布については、図6に示す住友理工株式会社製のSRソフトビジョン(シートサイズ450×450[mm]、計測箇所256点、計測範囲20~200[mmHg]、計測間隔0.2[s])を使用する。座圧分布の計測データについては、SRソフトビジョン付属のソフトウェアを使用することにより、座圧分布を2次元のカラースケールとして表示できる。そのため、座圧分布の範囲や圧力値の変化を確

認する際には、数値データの他にカラースケール表示も使用する。例として、静止状態における座圧分布計測結果を図 7 に示す。図 7 では、上が搭乗者座面の正面、下が搭乗者座面の背面を示しており、カラースケール表示の暖色系（赤）が高い圧力値を示し、寒色系（水色）が低い圧力値となる。

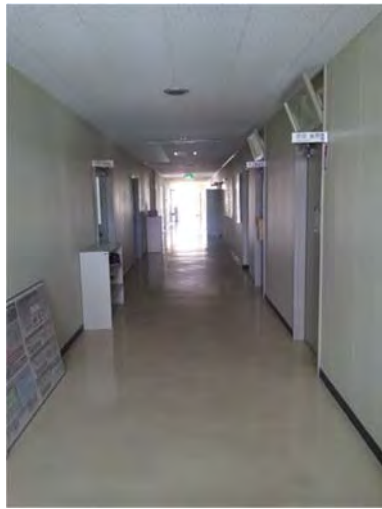
④ センサデータ対応 Android アプリケーション

本研究室では小型のマイコンセンサを利用し、車いすの走行状態を示す加速度、角速度等の計測データをリアルタイム取得するための Android OS 用アプリケーションを試作している。このアプリケーションを用いることにより、車いすの走行状態（加速度、角速度など）をリアルタイムに取得・解析することが可能となる。図 8 には上記に述べたセンサ端末 CC2650STK と我々が試作した Android OS 用アプリケーションとの関係をまとめた概念図を示す。図 8 より、車いすに設置した BLE (Bluetooth Low Energy) 搭載センサは、Bluetooth 通信を使用して搭乗者が保持しているスマートフォンまたはタブレットに接続される。接続されたスマートフォンまたはタブレットの OS となる Android OS 上で動作するアプリケーションにより、センサで取得した計測データ（例として、速度と勾配）をリアルタイムに表示、記録、解析が可能となる。図 9 では試作した Android アプリケーションの実行画面を示している。この Android アプリケーションでは、車いす利用時のサポート機能として、転倒判定と転倒通知機能を有している。

具体的な転倒状況例として、車いす後進中における転倒検出について説明する。車いすでの後進中に後方へ転倒した場合、車いすに設置したジャイロセンサデータからの転倒判定後、Android アプリケーションによるアラート機能を起動し、周囲への音声通知を実行する。音声通知と同時にインターネット経由による遠隔地へのメール通知も実行する。

これは、転倒等の緊急時にあらかじめ登録しておいたメールアドレスを使用し、メールアプリケーションからのメール送信を実行する。図 10 にはジャイロセンサで計測した角速度から後方への転倒を検出した結果を示している。図 10 に示す Z 軸の値は、車いすの駆動輪の車軸を基準とした回転角となっており、車いすの後進 2[s]から後方への転倒により、転倒方向に対応する Z 軸の角速度が 32.3[deg/sec]増加した結果である。転倒後は走行できない状態に陥っているため、角速度は約 0[deg/sec]として検出されアプリケーションでは転倒と判定する。

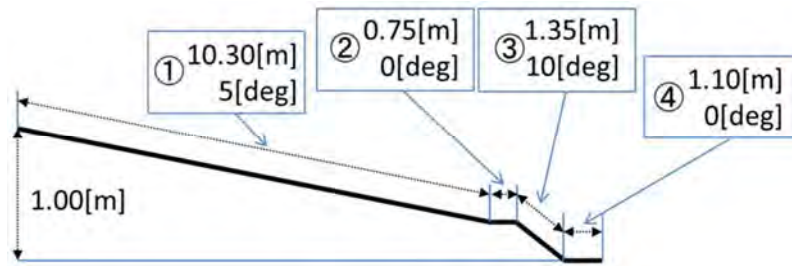
つぎに図 11 では、転倒と判定され結果から Android OS のアラート機能とディスプレイ上へのダイアログ表示を起動し、転倒したことを周囲へ伝える。図 12 では周囲へのアラート通知およびダイアログ表示と同時に、メールアプリケーションから事前に設定したメールアドレスへの転倒通知を実行した結果である。メールによる転倒通知は、外出時での転倒を想定した機能であり、スマートフォンまたはタブレットの GPS 機能と連動し、転倒場所もメール内容に示すことができるため、自宅にいる家族などへ位置情報も含めた緊急連絡を可能とする。



(a) 平坦路



(b) 傾斜路



(c) 傾斜路の断面図

図4 走行実験に使用した平坦路と傾斜路



図5 Bluetooth内蔵センサ端末 CC2650STK (Texas Instruments社製)



図6 座圧分布計測機器 SR ソフトビジョン (住友理工株式会社製)

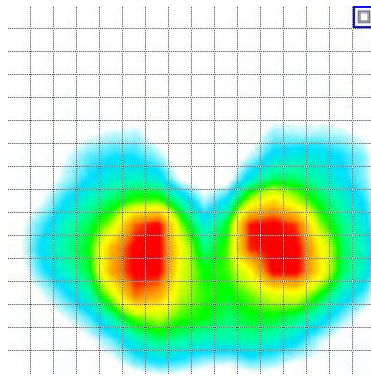


図7 静止状態における座圧分布計測結果
(カラースケール表示)



図8 使用したセンサと Android アプリケーションとの関係

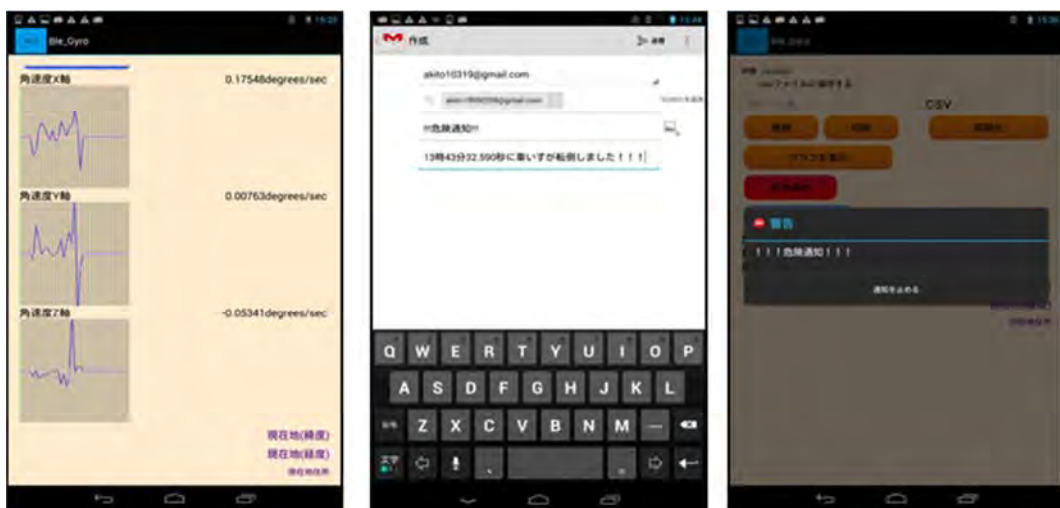


図9 試作した Android OS 用アプリケーションの実行画面

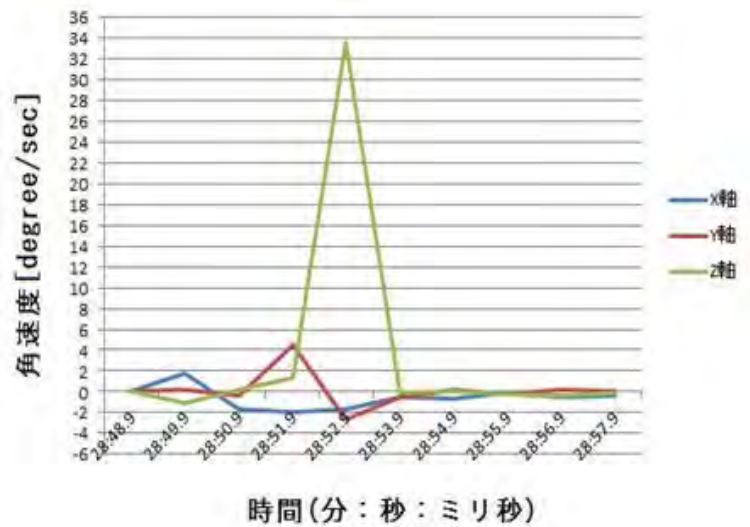


図 10 後方転倒時の状態を計測した結果



図 11 転倒検出時のアラート通知



図 12 転倒検出時のメール通知

(2) 実験結果と考察 (平坦路・傾斜路走行時の角速度変化と座圧分布の変化について)

① 平坦路および傾斜路走行時の角速度変化の結果と考察

図 4 に示す平坦路走行および下り傾斜路走行時における角速度の計測結果を図 13、図 14 に示す。走行時は介助者による手押しによって車いすを直進させ、走行速度は約 0.5[m/s]とした。図 13 および図 14 に示す太線のグラフが駆動輪の車軸方向を回転軸 (図中 Z 軸 (車軸方向)) とした角速度となり、進行方向に対する車いすの前後の傾きをあらわしている。

図 13 に示す平坦路走行時の角速度変化の結果では、進行方向に対する車いすの前後の

傾きをあらわす Z 軸の角速度変化の平均が 0[deg]となり、路面上に凹凸がない平坦路を約 0.5[m/s]の速度で走行する場合には、進行方向に対する車いすの傾きに変化が発生しないことを確認した。

一方、図 14 に示す下り傾斜路走行時の角速度変化の結果より、図 13 に示す平坦路走行時の角速度変化の結果と比較すると、下り傾斜路走行時における角速度の変化が約 18 秒から大きな変化が現れる結果となっている。下り傾斜路の断面図（図 4 (c)）をもとに角速度の計測結果を確認すると、計測開始地点となる 5[deg]の傾斜路に進入した時（①）に最大 7.1[deg]、続いて 10[deg]の傾斜路へ進入した時（②から③への進入時）に最大 19.8[deg]、10[deg]の傾斜路から平坦路へ進入した時（③から④への進入時）に最大 -35.4[deg]となった。車いすのキャスタ部分が 10[deg]の傾斜路に進入する②から③へ進入する箇所では、実際の勾配に対して約 2 倍の角速度が計測されている。また、10[deg]の傾斜路走行から平坦路へ進入する③から④へ進入する箇所では、傾斜路の勾配が 10[deg]から 0[deg]に変化する影響により、加速度の増加と平坦路へ進入する際に生じるキャスタへ衝撃の大きさから、マイナス方向への急激な角速度変化が生じたことを示唆している。

つぎに計測用に用いたジャイロセンサの各回転軸に対する角速度の平均値を算出した結果を表 1 に示す。この実験では、車いすの搭乗者を 19～35 歳の健常男性 8 名とし、介助者が車いすを手押しする方法で搭乗者毎に 3 回の計測を実施した結果の平均値を算出したものである。表 1 より、平坦路と下り傾斜路の結果を比較すると、すべての項目において下り傾斜路の角速度が 5 倍以上の値を示している。座面垂直方向の回転軸（X 軸）では左右の回転において 6.35 倍～8.28 倍、車いすの進行方向の回転軸（Y 軸）では左右の回転において 5.81 倍～8.00 倍、駆動輪の車軸方向の回転軸（Z 軸）では左右の回転において 9.04 倍～14.26 倍もの差が生じていることから、平坦路走行時に比べると下り傾斜路走行時の車いすの揺れや振動の影響が大きくなることを確認できる。

以上の結果から、平坦路の走行では路面の凹凸等の変化がなければ、車いすの傾きに関する変化はゼロに近い状態となり、走行中における搭乗者への影響も小さいと考える。一方、下り傾斜路の走行では、平坦路から傾斜路へ進入する時と傾斜路から平坦路へ進入する時に、車いすの進行方向に対して下向き方向（プラス方向）と上向き方向（マイナス方向）の角速度変化が最大となった。この角速度変化は、平坦路走行時に比べると最大で約 14 倍の差が生じる。実験で使用した車いすは後輪駆動のため、前輪となるキャスタが傾斜路または平坦路への進入時に強い衝撃を受けることにより、車いす全体に強い揺れと振動が生じ、進行方向以外の向きに対する角速度変化も大きい値をとることがわかる。また、車いすに設置しているセンサから取得した計測データではあるが、搭乗者への影響も大きくなることが推測でき、車いすから飛び出してしまう状況や転倒等の危険度が高い事故にもつながる可能性が示唆できる。

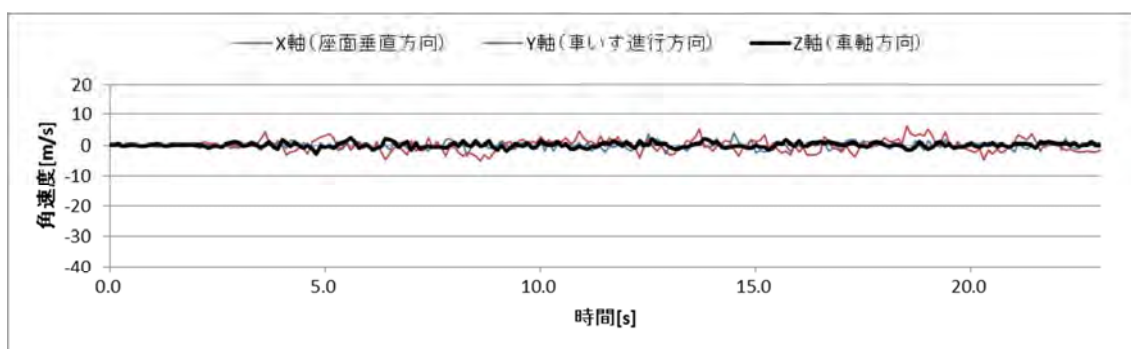


図 13 平坦路走行時の角速度変化

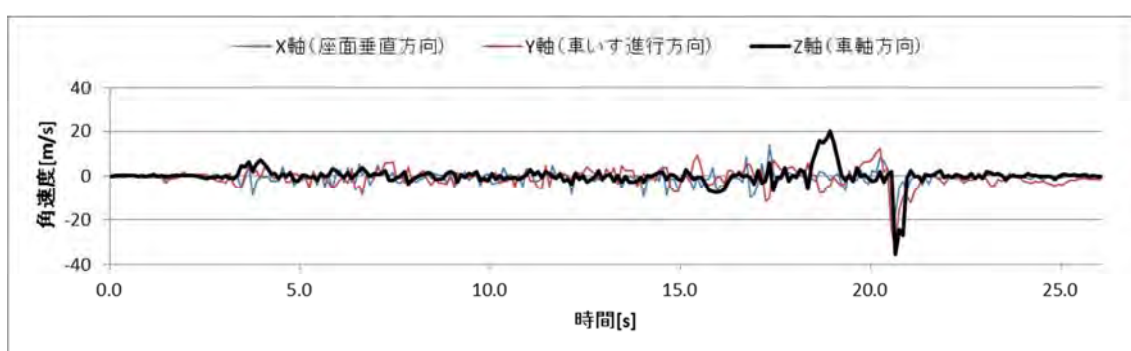


図 14 下り傾斜路走行時の角速度変化

表 1 回転方向に対する角速度の平均値算出結果

回転方向	座面垂直方向の回転軸 (X 軸: yaw) の角速度 [deg/s]		進行方向の回転軸 (Y 軸: roll) の角速度 [deg/s]		車軸方向の回転軸 (Z 軸: pitch) の角速度 [deg/s]	
	左回転	右回転	左回転	右回転	下回転	上回転
平坦路	3.7	3.9	6.2	4.8	2.3	2.3
傾斜路	23.5	32.3	36.0	38.4	20.8	32.8

② 平坦路および傾斜路走行時の座圧分布変化の結果と考察

本実験では、車いす走行時の搭乗者への影響を検討するため、図 13、図 14 に示す平坦路走行時、下り傾斜路走行時の角速度計測と同時に、車いすのシート部分には体圧分布計測器を設置し、車いす走行時における搭乗者の座圧分布を計測した。平坦路走行時(図 4(a))における被験者 A および被験者 B の座圧分布変化の一例を図 15、図 16 に示す。図 15 および図 16 に示す座圧分布変化の詳細な計測データを表 2 にまとめ、座圧分布計測データから算出した面圧中心位置の移動距離を表 3 に示す。つぎに、下り傾斜路走行時(図 4(b))における被験者 A および被験者 B の座圧分布変化の一例を図 17、図 18 に示す。図 17 および図 18 に示す座圧分布変化の詳細な計測データを表 4 にまとめ、座圧分布計測データ

から算出した面圧中心位置の移動距離を表 5 に示す。なお、計測した座圧分布データの計測間隔は 0.2[s]であり、(1)から(20)に示す圧力分布のヒートマップ画像は車いす走行時における 4 秒間の変化を示し、座圧分布計測結果の図中内に表示される円状マーカは面圧中心位置である。

図 15 に示す平坦路走行時における被験者 A の座圧分布変化、図 16 に示す被験者 B の座圧分布変化より、面圧中心位置は圧力分布を計測する 256 ヶ所のうち、ひとつのグリッド内 (28.125[mm]×28.125[mm]) を超えることはなかった。表 2 に示す平坦路走行時の圧力分布計測値データ (被験者 A および B) から検討すると、圧力平均は 2[mmHg]以内の変化に収まり、検知面積の変化も 1/245~4/256 となる。また、表 3 に示す面圧中心位置の移動距離結果においても、平均で 2[mm]以内に収まることから、平坦路走行時における搭乗者の姿勢に関する影響は微小であると判断できる。

一方、下り傾斜路走行時においては、搭乗者への影響が最も大きい結果となった図 4 (c) ③から④への進入時の座圧分布変化を、図 17 (被験者 A)、図 18 (被験者 B) に示している。図 4 (c) ③から④への進入時には、図 14 に示した結果でも理解できるように、サスペンション機能のないキャストが④の平坦路へ進入後、駆動輪が④の平坦路に接地した際に臀部への圧力値が最大となることを確認した。下り傾斜路走行時の座圧分布計測データをまとめた表 4 より、圧力値が最大値となる結果については、被験者 A が圧力総和 8203[mmHg]、圧力平均値 75[mmHg] 検知面積 110/256、被験者 B が圧力総和 6655[mmHg]、圧力平均値 78[mmHg] 検知面積 85/256 となっている。座圧分布の変化に注目すると、車いすの進行方向 (各図では上方向) から後進方向 (各図では下方向) へ面圧中心位置の移動が確認できる。面圧中心位置の移動距離は、実験で得られた全計測データから算出すると、前方へ平均 10.95[mm]、最大 24.03[mm]移動し、後方には平均 6.56[mm]、最大 11.44[mm]移動している。表 5 に示す面圧中心位置の移動距離結果では、平坦路の結果となる表 3 と比べ、前後左右すべての方向で約 3 倍から 10 倍の範囲で大きくなっている。とくに前方への移動距離は、平均値で比較すると平坦路 1.08[mm]に対して下り傾斜路 10.95[mm]となる。これは、車いすのキャストが傾斜部分から平坦路へ進入した際の衝撃により、搭乗者の姿勢も前方へ移動したことによる影響が大きいと考える。ただし、実験被験者は健常者であるため、ある程度、自身の体幹や筋力によって姿勢を維持できていると推察できるが、下肢や脊髄の不自由な障がい者や筋力が衰えている高齢者の場合、姿勢を維持することも困難であることから、シートベルトによる身体の固定をしていない状況では、車いすから前方へ飛び出してしまうような危険性も推察できる。表 3 より、座圧分布の圧力値が最大値となる結果については、被験者 A が圧力総和 8203[mmHg]、圧力平均値 75[mmHg] 検知面積 110/256、被験者 B が圧力総和 6655[mmHg]、圧力平均値 78[mmHg] 検知面積 85/256 であった。他の被験者についても座圧分布を計測したが、圧力総和や検知面積には個人差が大きく出る結果となった。

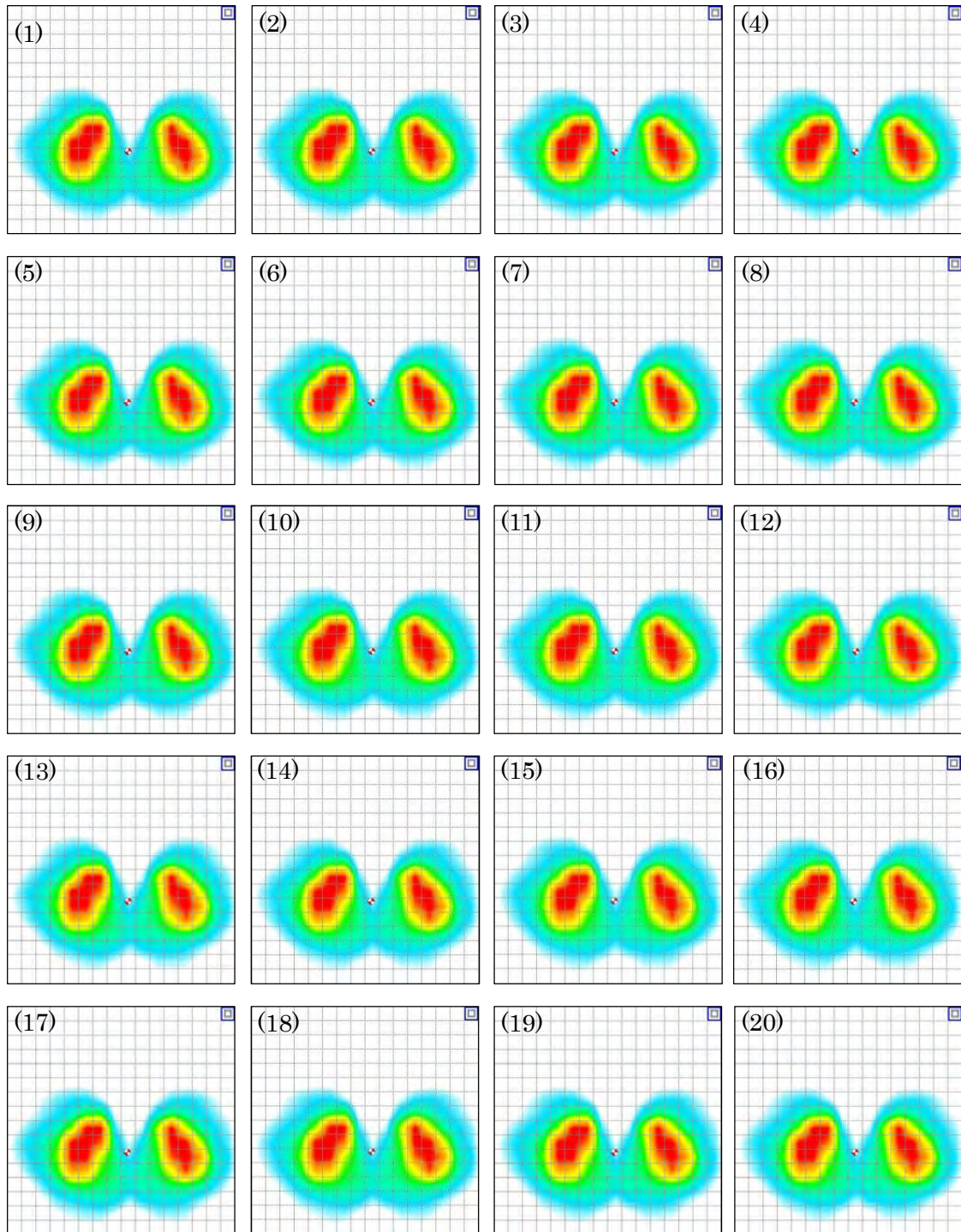


図 15 平坦路走行時における搭乗者 A の座圧分布計測結果

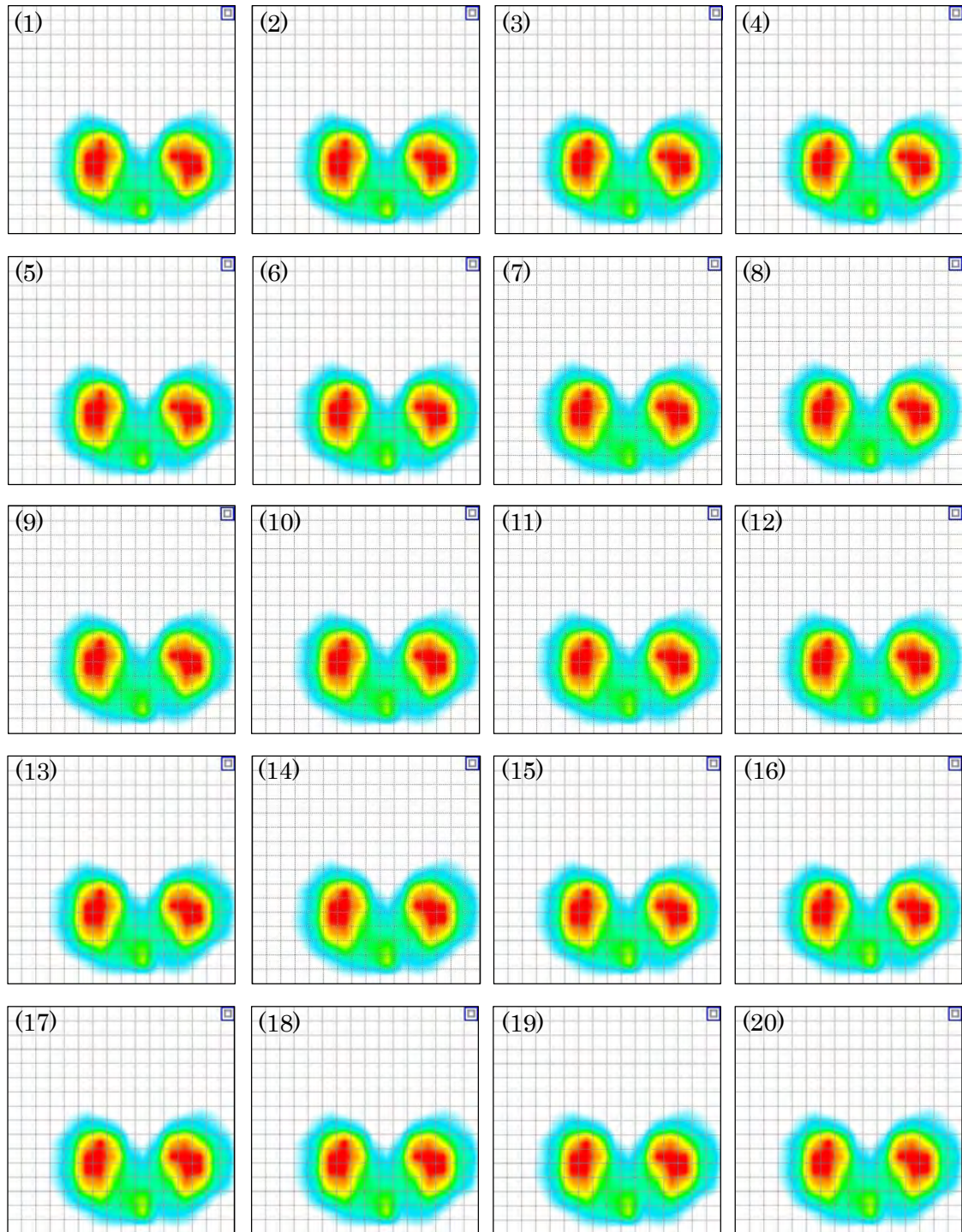


図 16 平坦路走行時における搭乗者 B の座圧分布計測結果

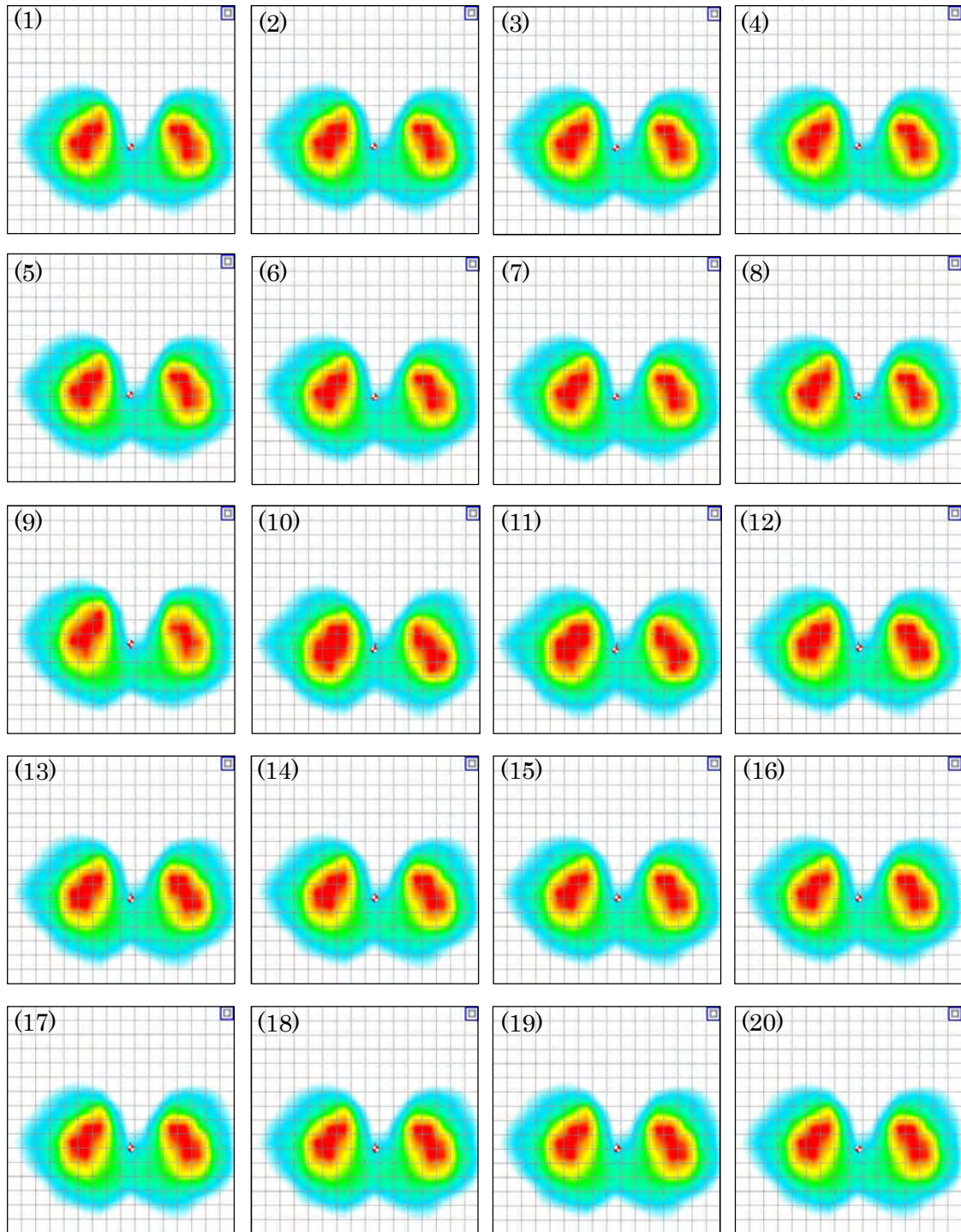


図 17 下り傾斜路走行時における搭乗者 A の座圧分布計測結果

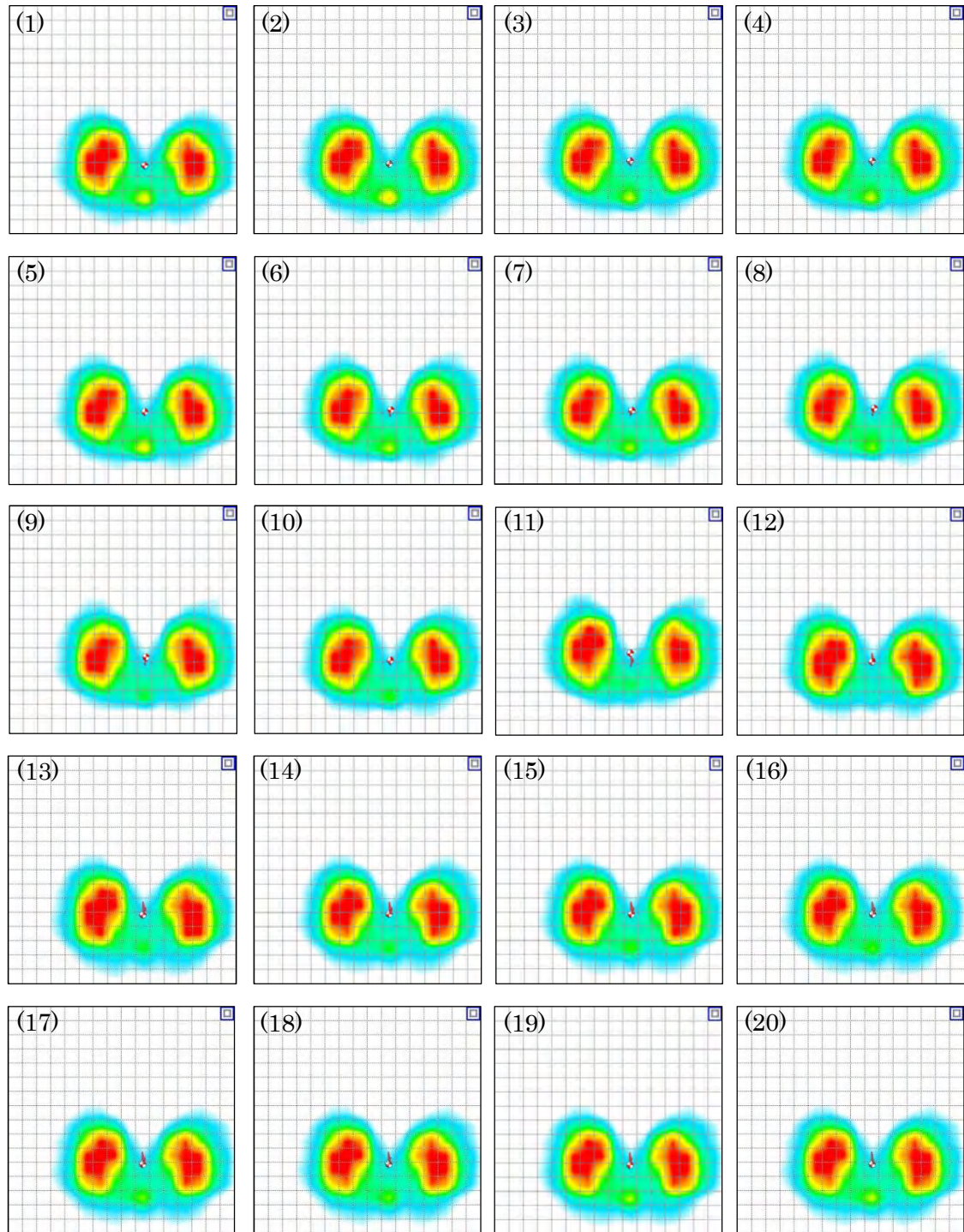


図 18 下り傾斜路走行時における搭乗者 B の座圧分布計測結果

表 2 平坦路走行時における座圧分布計測データ（被験者 A・B の一例）

時間 [s]	被験者 A			被験者 B		
	圧力平均 [mmHg]	圧力総和 [mmHg]	検知面積 (全 256 ヶ所)	圧力平均 [mmHg]	圧力総和 [mmHg]	検知面積 (全 256 ヶ所)
0.2	69	7696	111	77	6569	85
0.4	70	7714	111	77	6624	86
0.6	69	7713	111	78	6602	85
0.8	70	7737	111	77	6547	85
1.0	70	7742	111	78	6514	84
1.2	70	7727	111	78	6618	85
1.4	71	7840	111	78	6599	85
1.6	71	7828	111	77	6579	85
1.8	70	7797	111	77	6565	85
2.0	71	7860	111	78	6609	85
2.2	71	7852	111	78	6588	85
2.4	70	7802	111	77	6707	87
2.6	69	7712	111	77	6558	85
2.8	70	7669	110	78	6616	85
3.0	69	7699	111	78	6610	85
3.2	70	7746	111	77	6643	86
3.4	71	7848	111	78	6675	86
3.6	71	7870	111	77	6562	85
3.8	70	7738	111	77	6661	86
4.0	69	7645	111	77	6628	86

表 3 平坦路走行時における面圧中心位置の移動距離

移動方向	前	後	左	右
平均移動距離 [mm]	1.08	0.95	1.46	1.47
最大移動距離 [mm]	3.52	3.17	3.08	2.06
最小移動距離 [mm]	0.24	0.24	0.38	0.53

表 4 下り傾斜路走行時における座圧分布計測データ（被験者 A・B の一例）

時間 [s]	被験者 A			被験者 B		
	圧力平均 [mmHg]	圧力総和 [mmHg]	検知面積 (全 256 ヶ所)	圧力平均 [mmHg]	圧力総和 [mmHg]	検知面積 (全 256 ヶ所)
0.2	72	7802	109	76	6365	84
0.4	71	7826	110	75	6446	86
0.6	71	7901	111	74	6138	83
0.8	71	7818	110	75	6190	82
1.0	71	7775	109	75	6292	84
1.2	72	7802	109	76	6139	81
1.4	71	7852	110	76	6073	80
1.6	72	7922	110	76	6238	82
1.8	75	8008	107	76	6077	80
2.0	75	8203	110	75	6030	80
2.2	74	8412	114	78	6132	79
2.4	73	8251	113	78	6439	83
2.6	72	8178	113	78	6655	85
2.8	72	8156	114	76	6420	84
3.0	71	8074	113	77	6437	84
3.2	72	8058	112	77	6439	84
3.4	72	8092	112	77	6453	84
3.6	72	8086	112	76	6421	84
3.8	71	8150	114	77	6462	84
4.0	72	8092	113	77	6486	84

表 5 下り傾斜路走行時における面圧中心位置の移動距離

移動方向	前	後	左	右
平均移動距離 [mm]	10.95	6.56	4.29	4.67
最大移動距離 [mm]	24.03	11.44	8.80	10.01
最小移動距離 [mm]	3.36	2.88	2.06	1.89

Ⅲ. 研究内容「函館市内の観光経路を例とした調査結果」

1. 調査の背景

近年は、地方自治体や観光協会等の WEB サイトにもバリアフリー情報が掲載されているが、それぞれ独自に作成されているため、利用者側からみると観光地ごとに知りたい情報へのアクセスに苦慮する問題、掲載情報が更新されない問題も発生している。われわれは、「車いすの乗り心地」、「車いすの走行状態の監視」に関する研究を進めている。そこで本研究では、日本の超高齢化社会に向けたバリアフリー・ユニバーサルデザイン化、訪日外国人観光客増加の社会的背景より、ユニバーサルツーリズムの基盤整備と国内外に向けた情報発信が必要となる時期にきていると考え、申請者らが培ってきた工学的アプローチによる車いすに関する研究成果から、観光経路にターゲットを絞り、車いす走行に関する詳細なバリアフリー情報を提供するための走行状態の監視技術について検討する。とくに車いすによる観光経路での走行を想定した場合、Ⅱ章で報告した Bluetooth 搭載小型マイコンセンサを使用した走行状態（勾配や速度等）および座圧分布による乗り心地評価もバリアフリー情報として登録することが可能なため、より具体的な情報を取得し提供することが可能となる。また、本センサと試作した Android OS 用アプリケーションを用いることにより、センサを利用した自動計測が可能となるため、従来の人海戦術を中心としたバリアフリー情報整備作業も負担軽減することができるメリットもある。

北海道観光に絞り統計データを調査すると、最新の北海道観光入込客数調査報告書（北海道経済部観光局：平成 27 年 8 月発表）では、観光入込客数（平成 26 年度実人数）が、急速に成長するアジアからの需要も増え、過去最高の 5,377 万人となった。さらに外国人客に注目すると、日本全体の訪日外国人旅行者数 1,467 万人のうち 10.5%が北海道に訪れており、アジア地域からの旅行者は約 135 万人（前年比 36.1%増、内訳は図 1 参照）となる。表 6 に示す道内市町村別の観光入込客数（実人数）では、4 位には札幌から 300km 以上も離れた函館市、人口が 1 万人に満たない洞爺湖町もランクインしていることから、北海道内の地方観光には魅力的な観光資源と潜在的な力があり、新たな観光需要の発掘につながる低コストかつ効果的な手段の検討が必要と考える。

本研究で対象とする地方観光地は、北海道新幹線新青森・新函館北斗間が 2016 年 3 月 26 日に開業して新たな北海道の玄関口にもなった道内市町村別の観光入込客数（実人数）第 4 位の函館市とし、市内の観光経路を例（五稜郭公園、旧函館区公会堂）に車いす走行に関する調査を実施した。

表 6 観光入込客数（実人数）

順位	市町村名	入込客数(万人)
1	札幌市	1,342
2	小樽市	745
3	旭川市	535
4	函館市	484
5	千歳市	468
6	釧路市	392
7	登別市	354
8	洞爺湖町	279
9	喜茂別町	264
10	帯広市	258

2. 観光経路を例とした調査結果

(1) 五稜郭公園

① 概要

函館市五稜郭公園は、星形城郭で国の特別史跡に指定されている特別史跡五稜郭跡を指し、1914年から一般市民に開放されている。この特別史跡五稜郭跡は、徳川幕府の命を受けた蘭学者武田斐三郎が設計を手掛け、1864（元治元）年に完成した国内初の西洋式城郭である。現在では2010年に復元公開された箱館奉行所もオープンし、函館のランドマークとなる五稜郭タワーと合わせて人気の高い観光地となっている。また、五稜郭公園の堀の外側を一周する約1.8kmのコースもあり、五稜郭タワー、五稜郭跡の外堀、季節によっては約1万本の桜が開花した景色を眺められるため、観光客だけではなく市民からも愛されている。なお、五稜郭公園内には障がい者用トイレが1ヶ所、隣接する五稜郭タワーに2ヶ所設置されている。

② 観光経路の調査について

五稜郭公園の観光経路例としては、函館駅から五稜郭公園および五稜郭タワーへの観光を想定し現地調査を実施した。函館駅から五稜郭公園までの移動手段は公共交通機関（函館バス）を利用し、五稜郭公園入口前のバス停を出発地点とする公園内の移動経路について調査した。経路取得には、図19に示すGPSデータロガー（GARMIN社製etrex 20x）を使用した。取得したGPSデータをもとに、トラッキングデータを解析した結果を図20に示す。図20に示す地図画像の表示には、国土地理院の無料地図サービス（地理院地図）の空中写真からを使用し、地図写真画像とGPSから取得したトラッキングデータとの結合および可視化については、風景、山岳展望シミュレート、断面図を作成できるフリーウェアであるカシミール3Dを使用した。図20より、黄色の線で示す部分が、観光経路の一例として実際に走行した軌跡を示している。黄色い線で示す走行経路は、五稜郭公園入口前のバス停を出発地点とし、五稜郭タワー前を通過後、五稜郭公園入口から号稜角公園内中心部分に設置されている箱館奉行所とその周辺を一周し、最後に五稜郭公園の堀の外側を一周してからバス停へ戻る道順とした。GPSトラッキングデータから算出した走行距離は4,183[m]となった。

五稜郭公園入口までの経路については、図21に示す五稜郭公園入口前のバス停から五稜郭タワー入口までが約250[m]、五稜郭公園入口までは約350[m]であり、歩道での移動となるが、図22に示すように歩道と車道との段差および傾斜や点字ブロックの設置状況、アスファルト舗装の劣化・クラック、インターロッキング舗装の凹凸および傾斜等、車いすの走行には障がいとなる箇所が多数確認できる。路面状況の調査では、図23に示すデジタル傾斜計による勾配計測も実施している。デジタル傾斜計による勾配計測では、五稜郭公園入口前のバス停から五稜郭タワー前を経由し、五稜郭公園内を調査しており、計46ヶ所計測している。

歩道での勾配計測結果としては、計18ヶ所の計測結果の平均が3.7[deg]であった。歩道から車道または車道から歩道への勾配計測結果については、計16ヶ所の計測結果の平均が8.1[deg]であった。歩道の路面状況については、車道方向への片勾配となる路面状態が続く経路となっていた。また、歩道から車道または車道から歩道への進入時には、歩道

と車道の境目の乗入部分に設置する歩車道境界の乗入ブロックによる段差も確認され、車いすによる歩道から車道への下り走行時の振動、車道から歩道への乗り上げにおけるキャスタ部分の衝突も発生する。以上より、自走による走行には注意を有する箇所が多い結果となった。

五稜郭公園内における調査結果では、小石や砂利を混ぜた舗装路面、外堀を通過するための木製路面の栈橋、未舗装の路面になっているが、平坦路が続く状態のため、未舗装部分を除けば走行の支障に大きな問題がないことを確認した。五稜郭公園内での勾配計測結果としても、計 12 ヶ所の計測結果の平均が 1.3[deg]であったことから、走行路面の勾配変化は小さい結果であることを計測結果から確認できる。

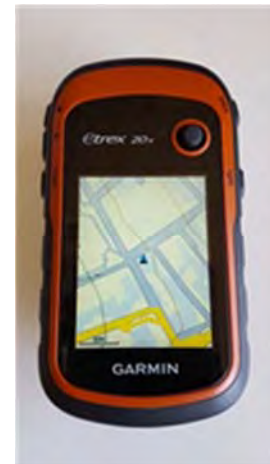


図 19 GPS データロガー



図 20 函館五稜郭公園の観光経路を走行した際の GPS トラッキングデータ



図 21 五稜郭公園入口前のバス停



図 22 バス停から五稜郭公園までの歩道路面状況



図 23 走行路面の勾配計測

(2) 旧函館区公会堂

① 概要

旧函館区公会堂は、住民の集会所であった町会所を再建しようと、豪商相馬哲平氏や住民からの寄付などを元手に 1910（明治 43）年に竣工し、木造 2 階建ての本館と管理人室にあたる附属棟が 1974 年（昭和 49 年）に国の重要文化財に指定された。現在では、函館市内観光を代表する坂のひとつでもある基坂（もといざか）と合わせて人気の高い観光地となっており、元町のランドマークと呼ばれている。なお、北海道バリアフリーマップの掲載では、筆談対応が可能と記載されている。

② 観光経路の調査について

旧函館区公会堂の観光経路例としては、函館駅から旧函館区公会堂を含む元町周辺での観光を想定し現地調査を実施した。函館駅から旧函館区公会堂までの移動手段は公共交通機関（函館バス）を利用し、元町公園前のバス停を出発地点とする移動経路について調査した。図 24 より、黄色の線で示す部分が、観光経路の一例として実際に走行した軌跡を示している。黄色い線で示す走行経路は、元町公園前のバス停を出発地点とし、元町公園内に設置されている車いす用スロープを走行し旧函館区公会堂入口まで到着後、バス停までの戻り道については元町公園横の下り坂を走行させる道順とした。GPS トラッキングデータから算出した走行距離は 667[m]、バス停から旧函館区公会堂入口前までの標高差は 11.77[m]となった。

旧函館区公会堂入口までの経路については、図 25 に示す元町公園入口前のバス停から向かうことになるが、バス停から旧函館区公会堂までの標高差が 11[m]以上あるため、車道脇の歩道は急な勾配の坂道となっている。そのため、元町公園内には図 26 に示す車いす用のスロープが整備されており、車いす利用者はこのスロープを利用した経路を走行し旧函館区公会堂へ向かうことが予想される。公園内のスロープを利用した往路は約 408[m]であり、スロープの勾配計測結果は平均 2.3[deg]となった。なお、スロープ経路における勾配計測では、計 10 ヶ所の計測結果に基づき平均値を算出している。スロープを利用する場合、バリアフリー法の円滑化誘導基準に準拠していることから、自走可能な経路であることも確認できた。なお、図 27 に示すように歩道および車道はインターロッキング舗装となっており、車いすの走行時にはキャスタへの振動が大きくなる場合が確認できた。旧函館区公会堂からバス停までの復路では、公園内のスロープを使用せず、元町公園横の下り坂の区間 49[m]を走行させた。図 24 および図 28 に示す下り傾斜路の勾配計測結果については、約 16[m]の間隔とした 4 ヶ所の計測箇所から算出した平均値は 7.45[deg]となることから、自走による走行には危険が伴うことも確認できる。介助者による対応でも危険を伴う可能性があるため、公園内のスロープ利用が望ましい。



図 24 旧函館区公会堂の観光経路を走行した際の GPS トラッキングデータ



図 25 元町公園前のバス停



図 26 元町公園内に整備されているスロープ



図 27 バス停から旧函館区公会堂までの路面状況



図 28 旧函館区公会堂からバス停へ向かう下り傾斜路の勾配計測

IV. 結論

本論文は「ICT を活用した北海道観光のバリアフリー状況調査に関する研究～車いすを利用する道外・外国人観光客を考慮した支援情報の検討～」と題するテーマに基づき、第 I 章「序言」、第 II 章「車いすの走行状態計測と搭乗者の座圧分布変化」、第 III 章「函館市内の観光経路を例とした調査結果」の三部構成でまとめている。

第 I 章では、2020 年東京オリンピック・パラリンピックを通過点とした日本の観光政策および訪日外国人旅行者に関係するデータから北海道内への旅行者の推移と道内での観光政策とその取組み状況についてまとめ、後半には本研究の研究背景および研究目的と第 II 章、第 III 章の概要を述べた。

第 II 章では、車いすの分類とその構造・操作について説明した後、車いす利用者が観光経路を走行する際の課題抽出のため、車いすに設置した小型センサと体圧分布計測器を用いた車いすの走行実験結果についてまとめている。車いすによる走行実験では、平坦路走行時と下り傾斜路走行時における車いすの走行状態（速度、傾き、振動、位置など）および走行中における搭乗者の座圧分布計測結果から、搭乗者の姿勢への影響と走行時における危険性について考察した。また、勾配変化を伴う下り傾斜路走行時の影響を検討する際には、スロープの勾配がバリアフリー法の円滑化誘導基準となる 1/12（勾配 4.7[deg]）を超える傾斜路進入時とその傾斜路から平坦路への進入時の状況を想定した実験環境を構築し、車いすに設置している小型センサと Bluetooth 接続された Android 端末用アプリケーションから走行状態のリアルタイムモニタリングを実現した。これらの環境構築により、屋内外での車いすによる走行データの計測も自動化することが可能となることから、車いす利用者にとってより詳細な情報を取得・提供できる可能性を導くことができた。また、センサデータの解析により、走行状態の変化に伴う搭乗者への影響も推定できることから、事故を未然に防ぐことや危険回避等の応用技術への発展につながる事が考えられる。

第 III 章では、北海道内において強力な観光資源を有する函館市を調査対象として、今回は「五稜郭公園」、「旧函館区公会堂」の 2 ヶ所を観光経路の一例とした現地調査をおこなった。上記 2 ヶ所の観光地における観光経路としては、函館駅から最寄りのバス停まで移動したことを想定し、バス停から目的地区間での経路における走行路面状態および勾配状況を調査・計測し、車いすによる観光経路走行時の問題点についてまとめている。現地調査の結果、五稜郭公園の観光経路例では、バス停から五稜郭公園入口までの区間において、片勾配の歩道が続き、歩道から車道または車道から歩道への進入時には、歩道と車道の境目の乗入部分に設置する歩車道境界の乗入ブロックによる段差が多い状況が確認され、車いすによる歩道から車道への下り走行時の振動、車道から歩道への乗り上げにおけるキャスタ部分の衝突も発生することから、自走による移動には困難を有することが確認できた。一方、五稜郭公園内の路面状態は平坦路が続く経路のため、未舗装部分を除けば走行の支障に大きな問題がなく、自走でも十分な走行が可能であることを確認できた。続いて、旧函館区公会堂の観光経路例では、バス停から旧函館区公会堂までの標高差が 11[m]以上あるため、車道脇の歩道は急な勾配の坂道となっていることから、元町公園内に整備されているスロープを利用して旧函館区公会堂へ向かう経路を想定した計測を実施した。スロー

プを利用する場合、バリアフリー法の円滑化誘導基準に準拠していることから、自走可能な経路であることが確認できた。一方、スロープを利用せず元町公園横の下り坂を利用する際には、自走による登り走行には負担が大きすぎること、下り走行には危険を伴うこと、介助者による走行の場合においても急勾配の影響で危険を有することが示唆できる結果となった。

参考文献

- 1) 松尾優子, 伊藤圭亮, 大橋智志, 小島洋一郎, 澤田知之 (2012) 『片勾配路走行における車椅子の操作性に関する研究』, 平成 24 年度土木学会北海道支部論文報告集
- 2) 松尾優子, 桂田大輝, 大橋智志, 小島洋一郎, 澤田知之 (2012) 『カーペットフロア走行における車椅子の操作性に関する研究』, 平成 24 年度土木学会北海道支部論文報告集
- 3) 観光立国推進閣僚会議 (2015) 『観光立国実現に向けたアクション・プログラム 2015 - 「2000 万人時代」 早期実現への備えと地方創生への貢献、観光を日本の基幹産業へ -』, 国土交通省観光庁
- 4) 手嶋教之, 米本清, 相川孝訓, 相良二郎, 糟谷佐紀 (2009) 『基礎 福祉工学 (ロボティクスシリーズ)』, コロナ社
- 5) 大橋智志, 信田歩, 汐後聡人, 松尾優子, 小野真嗣 (2016) 『車いす走行時の勾配変化による座圧分布の影響』, 2016 年電子情報通信学会総合大会 (基礎・境界講演論文集)
- 6) 松尾優子, 小島洋一郎, 大橋智志, 国崎翠, 三宅紋子 (2013) 『車椅子走行における乗り心地と乗車者の重心移動について - 平坦路・段差路走行時の重心移動 -』, 日本感性工学会論文誌
- 7) 大橋智志, 汐後聡人, 信田歩, 松尾優子, 小野真嗣, 塩野谷明 (2015) 『車いすによる傾斜路走行時の座圧分布と危険予測の関連性』, 日本福祉工学会第 19 回講演会論文集
- 8) 大橋智志, 信田歩, 汐後聡人, 松尾優子, 小野真嗣 (2016) 『車いすの走行状態と座圧分布の関係に関する基礎的検討』, 第 21 回高専シンポジウム論文集
- 9) 汐後聡人, 大橋智志, 松尾優子, 小野真嗣 (2015) 『車いす用状態監視アプリケーションの開発』, JapanAT フォーラム 2015 in 長野・講演論文集
- 10) 大橋智志, 矢野裕史, 汐後聡人 (2014) 『車いす利用者を対象とした走行状態の簡易検出について』, 平成 26 年度電気学会電子・情報・システム部門大会 講演論文集
- 11) 松尾優子, 伊藤大祥, 大橋智志, 小島洋一郎, 澤田知之 (2012) 『車椅子利用者の外出に関するアンケート調査』, 平成 24 年度土木学会北海道支部論文報告集
- 12) 汐後聡人, 大橋智志, 松尾優子, 小野真嗣 (2015) 『車いす利用を想定した走行状態の検出方法について』, 2015 年度精密工学会北海道支部学術講演会 講演論文集
- 13) 汐後聡人, 大橋智志, 松尾優子, 小野真嗣 (2015) 『ジャイロセンサを利用した車いすの状態監視の提案』, 平成 27 年度電気・情報関係学会北海道支部連合大会講演論文集
- 14) 大橋智志, 汐後聡人, 渡辺光輝, 松尾優子, 小島洋一郎 (2015) 『BLE 搭載センサを用いた車いすの状態監視について』, 2015 年電子情報通信学会総合大会 基礎・境界講演論文集
- 15) 国土交通省観光庁 (2015) 『訪日外国人の消費動向 訪日外国人消費動向調査結果及び分析 平成 26 年年次報告書』, 国土交通省観光庁
- 16) 光野有次, 吉川和徳 (2007) 『シーティング入門 - 座位姿勢評価から車いす適合調整まで』, 中央法規出版