

## 手動車いす使用者向け経路探索システムの研究

隅田, 康明

<https://doi.org/10.15017/1654901>

---

出版情報：九州大学, 2015, 博士（情報科学）, 課程博士  
バージョン：  
権利関係：全文ファイル公表済

氏 名 : 隅田 康明

論 文 名 : 手動車いす使用者向け経路探索システムの研究

区 分 : 甲

## 論 文 内 容 の 要 旨

歩行補助器具として手動車いすを使用する人にとっては、歩行移動者にとって移動上の障害とならない障害物であっても乗り越え困難な障害となることがある。手動車いす使用者が安心して外出行動を行うために、歩道や建物のバリアフリー環境の整備が求められている。我が国においても、「高齢者、身体障害者等の公共交通機関を利用した移動の円滑化の促進に関する法律」など、高齢者や身体障害者の円滑な移動を支援するためにバリアフリー環境の整備が進められつつある。しかしながら、すべての歩道や建物のバリアフリー化が行われるまでは、手動車いす使用者は不十分なバリアフリー環境下で移動せざるをえない。手動車いす使用者の外出支援を行うためには、不十分なバリアフリー環境の中であっても、確実に目的地に到達可能な経路を示すことができる経路探索システムが必要と考えられる。また、手動車いす使用者の体力はそれぞれ異なるために、その人の体力に合わせた経路を提示することも重要である。このようなことから、本論文では、人が手動車いすによって移動するために必要な力に着目し、最も小さな力によって目的地まで到達可能な経路を提示する手動車いす使用者向け経路探索システムの開発、および、簡易に手動車いす使用者の体力を測定する装置の開発手法について述べた。

第1章は序論であり、本研究の背景と目的および本論文の構成について述べた。

第2章では、手動車いすによって縦断勾配のある路面と横断勾配のある路面を移動する際の物理的負担度について検討した。重回帰分析を用いて解析した結果、路面傾斜角度と使用者の体重を含む手動車いす重量によって手動車いす移動時の物理的負担度が推定可能なことを示した。物理的負担度の推定においては、縦断勾配路面においても横断勾配路面においても仕事量の推定が妥当な精度で可能なものと考えられた。路面傾斜角度のみから推定する場合に比べて、使用者の体重を含む手動車いす重量を加えることで、縦断勾配路面では平均 8.24%、横断勾配路面では平均 6.4%、仕事量の推定精度がそれぞれ向上した。また、勾配路面移動時の物理的負担と心理的負担の間に高い相関関係があることを示した。

第3章では、手動車いす移動における物理的負担度を定量的に評価するための、実際に移動する際に必要とした力にもとづいた評価指標（移動難度）を提案した。従来は移動における物理的負担度の評価は、路面の勾配、凹凸、段差、材質などの移動における負担要素一つ一つに着目した評価を行う研究が殆どであった。このため物理的負担度の評価は現実的には非常に困難であり、手動車いす移動のための経路探索システム開発の妨げとなっていた。本研究で提案した移動難度は、移動時の負荷を特定材質路面の縦断傾斜角度によって標準化した指標であり、移動における負担要素を個々に測定することなく、移動の困難さを評価することが可能となった。この移動難度は手動車いす移動だけでなく、車輪を使って移動する物体の移動に関して広く応用可能な指標である。また、移動難度を測定する装置について説明し、測定した移動難度から手動車いす移動時に要する仕事量

が推定可能なことを示した。第3章の成果によって、開発した測定装置で走行するだけで移動難度を算出でき、手動車いす移動における物理的負担度を評価可能となった。

第4章では、手動車いす使用者の移動における体力を簡易に測定可能な体力測定装置の開発について述べた。従来、手動車いす使用者の移動にかかわる体力を測定するためには、大型トレッドミルやエルゴメータなどが必要であり、利用が限られていた。これを解決するために、ハンドリム接線方向の力を測定する簡易体力測定装置を開発した。開発した装置により、車輪を回転させることなく手動車いす使用者がハンドリムに対して持続的に発揮できる力を測定することが可能となった。さらに、簡易体力測定装置による測定結果と、手動車いすによる縦断勾配路面走行時のハンドリム操作パターンとの関係を明らかにし、開発装置の測定結果によって手動車いすによる移動に関する体力が測定可能なことを示した。

第5章では、これまでの章で説明をした成果を取り入れた、最も小さい物理的負担度によって移動可能な経路探索システムの開発について述べた。開発した経路探索システムでは、第3章にて提案した移動時の負荷にもとづいた路面の評価指標である移動難度を主なコストとした。これによって、手動車いすによって経路を移動する際に必要となる仕事量が最も小さい経路を提示することが可能となった。さらに、第3章で開発した測定装置で得られたデータを経路探索に利用可能な形式に自動変換する手法について提案した。最後に、開発した経路探索システムの検証実験について述べた。

第6章は本論文の総括について記載した。第2章から第5章までの各章での成果と結論を要約し、手動車いすを動かすために必要な力にもとづいた手動車いす使用者向けの経路探索システムについて総括した。

本論文では、手動車いすの移動にかかわる物理的負担度を定量的に評価可能な指標を提案した。これによって、人が手動車いすを移動させるために必要となる仕事量にもとづいた、最小の仕事量で目的地に到達可能な経路を提示することが可能となった。また、手動車いす使用者の体力を簡易に測定可能な体力測定装置を開発した。これによって、手動車いす使用者が自らの移動にかかわる体力を簡易に測ることが可能となり、それぞれの体力に合わせた経路の提示を行える可能性を示した。本研究において提案した物理的に小さい負担で移動可能な経路が、身体的にも心理的にも楽に移動できる経路であるかについての検証などに研究の余地を残すが、手動車いす使用者にとって最適な経路を提示する上で、本研究の示した成果は一つの指針となるものであり、手動車いす使用者の外出支援の一助となるものと考えられる。