

適用除外バス車両のバリアフリーにおける乗降デバイスの提案研究

中園 薫 北川博巳 中村俊哉

1 はじめに

本研究は、バス交通のバリアフリー化を実現するための課題のひとつである、車椅子利用者のバス車両への乗降を支援するデバイスに関するものである。特にバリアフリー化の適用除外とされている小型バスおよび高速バス車両の乗降に焦点を当てる。適用除外バスの運行等の現状についてバス事業者にヒアリングし問題点を把握するとともに、利用者の視点からの評価を行う手段として、バス乗降時の心理的・身体的負荷の計測手法について検討を行い、かつ乗降デバイスの考察を行った。

2 課題の現状

2.1 社会的環境

英国の障害者担当大臣Mark Harperは、すべてのバス停を車椅子で長距離バスに乗れるよう対応可能とするよう議会に働きかけている（2014.11.24, BBC News）。日本国内では、「高齢者、障害者等の移動等の円滑化の促進に関する法律（バリアフリー法）」が2006年12月20日施行、「障害を理由とする差別の解消の推進に関する法律」が2016年4月に施行など様々な法制度が整備され、路線バスのワンステップ・ノンステップ化はかなり進んできたが、バリアフリー法の適用除外認定車両（小型バスや高速バス車両）に対するリフト・スロープの装備は非常に遅れている。

2.2 リフトつき大型バスの現状調査

リフトつき高速バスは保有する事業者が少なく、観光バス事業者が保有していることが多い（図1）。そこで、観光バス事業者の協力のもと、乗降装置のある大型観光バスの利用状況についてヒアリングを行った。なお、今回ヒアリングした事業者は、保有するバス車両131台のうちリフトつきバスは1台で、稼働状況は2014年が年間63回、2015年が61回で、平均すると週に1回程度の利用があるがこのような設備・サービスがあること自体、十分に知られていないとの話もあった。この車両では、乗降時に幅75センチ×奥行き156センチのスペースを必要とする。車椅子を車内に固定するため1台につき通常座席2列×4の計8席分の座席スペースを必要とする。これら8座席を事前に移動（前方向にスライド）させてスペースを空ける必要があり、作業のために30分以上の事前準備を要する。また車椅子乗降時にも乗務員が操作等を行う。

3 車椅子介助者の負荷の生理的測定

車椅子利用者および介助者がリフトを使って車両に乗降する際、心理的および身体的負荷が生じる。これらの負荷を客観的に計測することができれば、乗降装置の利用しやすさ等の評価に利用できる。そこで脈拍などの生理指標により車椅子利用者と介助者の心理的および身体的負荷の評価する実験を行い、どのような尺度が利用可能か検討を行った。

3.1 計測した生理指標等

心電のR波の間隔（RRI）、胸部の表面体温および胸部（体幹）の移動加速度の連続的変動と、タスク試行前後の唾液アミラーゼ活性度の変化を計測した。ここでは、RRIより求めた運動負荷とLF/HFの変動、および唾液アミラーゼ活性度の変化に着目する。

運動負荷は、計測した心拍数の（被験者各自の）最大心拍数に対する割合とする。最大心拍数は、簡略推定値として220から被験者の年齢を引いた値である。

心拍の間隔は、交感神経系および副交感神経系の影響を受け、



図1 大型バスの車椅子乗降用リフト

0.04Hz～0.15Hzの低周波領域（LF）は交感神経および副交感神経に、0.15～0.40Hzの高周波領域（HF）は副交感神経に関係する。そこでRRIの時系列データを60秒区間で周波数分析し、各区間でLFおよびHFのそれぞれの成分のパワー比（LF/HF）を求める。心電は、ユニオンツール社製「ウェアラブル心拍センサWHS-1」を利用して計測した。

唾液アミラーゼの分泌は交感神経系の影響を受け、アミラーゼの活性度によって交感神経の亢進度を測定できる。ニプロ社製「唾液アミラーゼモニター」という測定機器を用いて、測定用チップを舌下に30秒間置いて唾液を採取し、チップを測定器に挿入することより活性度（ kU/l ）を測定した。

3.2 実験の方法

車椅子利用者および介助者が、バス車両に設置されたリフトによる乗降等、さまざまな移動を行う際の負担をこれら生理指標で測定した。今回の実験では、車椅子の利用者および介助者ともに、日常的に車椅子を扱っていない一般の方5名を被験者として測定を行った。想定したコースは、(1)一般家庭屋内を模したコース（全長約20メートル）、(2)屋外の歩道を模したコース（全長約26メートル）、(3)屋外の比較的長い斜面（片道約30メートルを往復、前半は登り後半は下り）、(4)マイクロバスにリフトで乗降するコースの4種類とした。これらのコースを、車椅子利用者と介助者が段差越えやリフトの昇降などさまざまな操作を行いながら走行した。

3.3 結果

車椅子利用者および介助者に対して計測を行ったが、ここでは介助者の計測値に着目する。リフト乗降課題時の介助者のLF/HF値の変動を図2に示す。次に課題試行開始前と開始後の変動傾向を求めため、乗降課題開始前約60秒間と試行後（試行開始後約60秒間）の運動負荷とLF/HF値の平均値を求め、試行前／終了後の2回測定した唾液アミラーゼ活性度の値の増減を図3に示す（被験者Bのアミラーゼ活性度は欠損値）。運動負荷はすべての被験者で試行後上昇している。LF/HFは、試行後3名が減少2名が増加、アミラーゼ活性度は3名が減少1名が増加している。これらの結果から、LF/HFおよび唾液アミラーゼの活性度は、車椅子介助者の負荷の評価には適さないが、心拍数から求めた運動負荷は身体的負荷の尺度として利用できる見通しが得られた。

4 提案に向けて

適用除外車両の乗降装備の現状を調査し、乗降にともなう負荷を複数の生理指標によって計測する基礎的

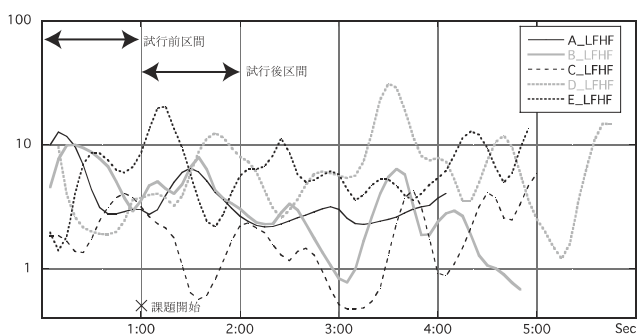


図2 リフト乗降課題におけるLF/HF値の変化

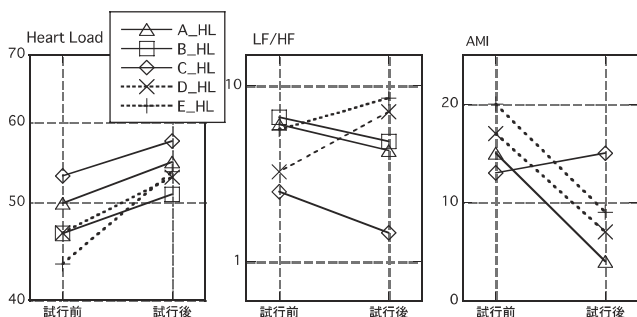


図3 課題試行前後の運動負荷、LF/HF、アミラーゼ活性度の変動

実験を行い、心拍数から求めた運動負荷が評価の指標となりうることを示された。大型バスの車椅子利用者の乗降は、バス停構造を考えるとスロープ型は実用的ではなく、エレベーターリフト型か椅子リフト型による乗降が望ましいと考えられるが、いずれの手段においても乗務員の操作や介助を伴うことになる。今回の実験結果から、介助スタイルの違いによって受ける負担には大きな差がないことがわかり、リフト型が主要な乗降手段になりえる。ただし、乗降時は車両周辺に大きなスペースが必要となり、第三者を含めた安全性確保の問題が残る。また、車椅子の固定など乗車中の安全に関して多くの問題が残る。他方、福祉車両等で導入されている椅子リフト型は、移乗してバス座席に着座するため、合理的な手段となりえるが、複数回の移乗を伴い、乗務員と利用者双方に負担が生じる。価格も含めて、種々の課題が未解決である。今後かなりの進展があると思われるが、今回の研究で整理された要件を如何にクリアするかが鍵となる。