

# 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

## 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。今年度は、研究立ち上げとしてバス運営会社などの現状について調査し、問題点を把握した。また、今後利用者の視点からの評価を行うための準備としてバス乗降時の心理的負荷の計測について基礎的検討を行った。

## 2 課題解決のアプローチと問題点

### 2.1 現状と解決手段

障害者に対する法整備は欧米では1990年代より進められている。英国の障害者担当大臣 Mark Harper は、車椅子で長距離バスに乗れるよう、すべてのバス停を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月に施行予定など、遅れが目立つ。

路線バスなどのワンステップ・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。小型バス車両もリフト付きやノンステップバスはあるが、車両価格も高価となるため導入を見合わせる自治体や事業者が多い。

さらに、高速路線バスは車椅子利用者への利便性が著しく低い。リフト付きバスも製造されているが、車両がかなり高価であることや、利用可能な座席数が減少する等、経済的課題が大きい。

### 2.2 サービス提供者からの視点

バス車両に対して、乗降装置を装備するためには、大掛かりな改造または仕様変更が必要となる。また、車椅子のまま乗車する場合、通常の座席よりも多くのスペースを必要とする。このように経済性の面で問題がある。さらに乗降装置を使用する際には従業員の手間も無視できない。

### 2.3 利用者からの視点

利用者がリフトを利用する際、不安定な環境で乗降するためのストレスが負荷される。これらの負荷は、できるだけ与えないよう、健常者以上に留意する必要がある。

## 3 リフトつきバスの現状調査

兵庫県社会福祉事業団所有の公用車（マイクロバス）および神姫観光バスの姫路営業所の大型観光バスに設置された乗降装置の現状について調査を行った。神姫観光バスのリフトの写真を図1に示す。

写真的リフトでは、利用者は車椅子に乗ったまま乗降することができ、1台のバスに最大2台の車椅子を乗せることが可能である。乗降する際には道路に幅75センチ×奥行き156センチのスペースを必要とする。また、車椅子を車内に固定するため1台に対して通常座席2列×4の計8席分の座席スペースを必要とする。これらの8座席を事前に移動（前にスライド）させてスペースを空ける必要があり、この作業のために30分以上の事前準備を要する。また、リフトの展開・収納等を含めた所用時間は30分程度である。



## 4 乗降負荷の生理的測定

利用者が乗降する際の負荷を表わす生理データを計測することにより、乗降装置の優劣を客観的数値によって評価できる。そこで予備的実験として、生理データで利用者の負荷が測定できるかどうか確認した。

### 4.1 生理指標

心電のRR間隔 (RRI) の変動と、唾液アミラーゼ活性度の変化により、利用者の心理的負荷の測定を試みた。心拍の間隔は、交感神経系および副交感神経系の賦活状況の影響を大きく受けることが知られている。ここで、0.04Hz～0.15Hzの領域を低周波領域 (LF)、0.14～0.40Hzを高周波領域 (HF) と呼ぶ。LF成分は交感神経および副交感神経が賦活された際に変動し、HF成分は副交感神経が賦活された際に変動が生じることが知られている。そこで、RRIの時系列データを5秒ごとに区切り、60秒間にさかのぼった区間でFFTにより周波数分析する。各区間でLFおよびHFのそれぞれの成分のパワー比 (LF/HF) を求めることにより、交感神経の亢進度を求める。心電は、被験者の左胸部に簡易電極を貼り付けて連続計測が可能な、ユニオンツール社製「ウェアラブル心拍センサ my Beat」を利用して計測した。

消化酵素である唾液アミラーゼの分泌は交感神経系の影響を受けることが知られている。このため、アミラーゼの活性度によって交感神経の亢進度を求めることができる。アミラーゼの活性度は、ニプロ社製「唾液アミラーゼモニター」という測定機器で測定した。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) を測定する。

### 4.2 実験の方法

車椅子に乗ったままリフトで乗降するなどの本格的実験の予備実験として、被験者に対し一定時間の間、ある程度の精神的緊張を要求する課題によって生理データの変化が見られるか実験した。幅10センチ、厚さ2.5センチ、長さ280センチの角材を橋に見立て、この一本橋を徒歩で渡ることをタスクとした。安全のため高さを2.5センチとしたが、つま先と踏み出した他方の足の踵を接触させるように一方ずつ、踏み外さないよう意識して歩かせることにより十分緊張感を与えることができた。課題達成時間は20秒前後であった。被験者は50歳代の健康な男性1名。心拍センサにより連続してRRI間隔を測定した。また課題試行の前後に唾液アミラーゼ活性を測定した。

### 4.3 結果

LF/HFの変動の例を図2に示す。左側の軸がRRI（単位 msec、点線）、右側の軸がLF/HF（対数目盛、実線）を示す。RRI値そのものは明瞭な変動傾向は見られないが、LF/HFの値は橋渡りの試行を開始した14分30秒から増加し、終了後に平常値にもどっており、被験者は心的負担を感じたことによりRRIのLFおよびHF成分の変動があったことがわかる。一方、アミラーゼ活性度は試行前に測定した値が11kU/l、試行後が4 kU/lとなり、逆に試行によって活性度が低下するという結果になった。橋

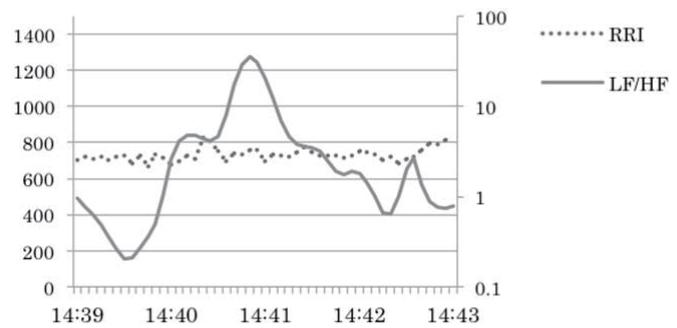


図2 RRIとLF/HFの変動

渡り試行を数回繰り返し実行したが半数以上で同様の結果となった。アミラーゼ活性度による負荷測定は、本課題には適さなかったと考えることができる。

## 5 おわりに

適用除外車両のリフト装備の現状を調査し、今後の問題点を整理した。また、利用者の視点から、乗降にともなう負荷を生理データによって計測するための基礎検討を行い、心電のRR間隔の変動によって計測できる可能性を確認することができた。

一方、今後は高齢者の増加にともない、車椅子までは必要としないが、バス乗降口の階段の上り下りは困難な乗客の増加が予想され、このニーズに対応可能である移乗型リフトの需要が予想される。このリフトは、今回調査対象とした車椅子ごと載せるリフトのように、人員および金銭的に過度の負担をバス事業者に与えず実現することができる。これらのニーズ対応も含めて検討を進めていく。