

重度障害者の一般の自動車による送迎時の現状と問題点

熊倉良雄*

廣瀬秀行**

並木 勉***

重度障害者が一般の自動車に乗車した時の安全性を高めるために、運転者に対して、送迎時に同乗している障害者の乗車姿勢が突然乱れてひやりとした体験や事故、安全対策についての聞き取り調査と、調査でわかった乗車姿勢の問題点についてダミーを使い再現実験を行い、急停止、急旋回時の身体挙動を調べた。結果、シートベルトを装着しても身体が前方へずれて膝をダッシュボードに強打した。また、加速度に応じて身体のずれ距離が増大し、衝突時の安全性は保てないと思われた。

The Present State of and Issues with Transporting Severely Disabled Persons in Standard Automobiles

Yoshio KUMAKURA*

Hideyuki HIROSE**

Tsutomu NAMIKI***

In order to increase the safety of severely disabled persons when boarding standard automobiles, we asked drivers to share personal experiences and stories of accidents in which the postures of disabled persons who accompanied them were suddenly and alarmingly disarranged, and inquired about safety measures. With the results of our research, we used a dummy to recreate the scenarios described, testing body behavior when suddenly braking or turning sharply. It was found that even with the seatbelt securely fastened, the body slid forward and the knees impacted the dashboard with significant force. The result further indicates that body shifting distances increase while accelerating, compromising safety at the time of impact.

1. はじめに

身体障害者が社会生活を送る上での移動手段を考えた場合、出発地から目的地まで乗り換えをすることなく移動が可能な自動車が最も適した乗り物であ

ると言える。今後も自動車の特性を活かして、通学・通院はもとより、介護・福祉サービスの普及に伴い、デイサービスや短期入所などを利用する時に、自動車に乗車する機会が増えるものと思われる¹⁾。

身体障害者の自動車乗車時の安全対策には、ソフ

* 国立障害者リハビリテーションセンター更生訓練所自立訓練部自動車訓練室生活訓練専門職
Driving Instructor, Office of Driving Training, Dept. of Rehabilitation Services, Training Center, National Rehabilitation Center for Persons with Disabilities

** 国立障害者リハビリテーションセンター研究所福祉機器開発部高齢障害者福祉機器研究室長
The Head of Section, Daily Living Devices Section, Dept. of Assistive Technology, Research Institute, National Rehabilitation Center for Persons with Disabilities

*** 国立障害者リハビリテーションセンター更生訓練所自立訓練部自動車訓練室長
The Head of Section, Office of Driving Training, Dept. of Rehabilitation Services, Training Center, National Rehabilitation Center for Persons with Disabilities
原稿受理 2008年7月16日

トとハードの両面がある。ソフト面では、一般の運転者が身体障害者を乗せて運転していることを認識して幅寄せ、割り込みをしない配慮はあるか、また、身体障害者を乗せて運転する人が障害の特性、乗車装置、福祉機器を理解して、安全に運転できる知識や技術を得ることのできる研修制度はあるかが挙げられる。施設の車や福祉タクシーを利用する場合は、一般の運転者の配慮を受けやすく研修も行われているが、家族や友人の車を利用する場合には、外見上他車との相違がないことから一般の運転者の配慮は受けにくく、研修もないため全く個人の判断に頼っているのが現状である。

ハード面では、普通に運転している時や、衝突時に座位姿勢を保てる構造になっているか、シートベルトは適切な位置に装着できる構造になっているかが挙げられる。現在、自動車用の座位保持装置については、障害のない乳幼児用には多種多様のチャイルドシートが市販され、自動車座席に取り付けて使用できる。また、カナダでは整形外科的障害をもつ幼児たちの座位保持装置について、3歳児のダミーを使用しスレッド試験を用いた研究が行われ、座位保持装置の土台となる標準フレームと装置の製作マニュアルが作成されている²⁾。

一方、日本では関節変形のない体幹の不安定や、不随意運動がある身体障害者用に、ヨーロッパの衝突安全に適合した自動車用座位保持装置³⁾が1種類市販されている。しかし、1種類だけでは座席に深く座ることができずにサブマリン姿勢で座る人や⁴⁾、関節変形がある人など全ての身体障害者に適合させることは困難である。また、狭い室内に本装置を載せ、なおかつ障害者を乗せることは母親にとって大きな負担となるだけでなく、自動車専用座位保持装置を給付することができない⁵⁾問題があり使用されていない。

そこで、特に座位姿勢に問題のある人が、一般の自動車に乗車した時の問題点について現状を把握するために、運転者に対して、送迎時に同乗している障害者の乗車姿勢が突然乱れてひやりとした体験(以下、ひやり)や事故、あるいは安全対策について聞き取り調査を行った。また、調査で明らかとなった乗車姿勢の問題点について、乗車姿勢を再現し、日常の運転で起こりうる急停

止、急旋回時の安全性を確認するために、ダミーを使って走行実験を行った。

なお、本論文は車いすから自動車の座席に乗り換えた時の安全性について論じているが、他の選択方法として車いすのまま乗車する方法もある。車いすのまま乗車した場合の衝突安全では、運転者の運転方法と、車いすの強度、車いす固定装置の強度、正しいシートベルト装着が重要である。特に後者の安全性について国際標準化機構ISO^{6,7)}に制定されている。一方、日本では車いすは衝突安全に対応しておらず今後の課題である。

2. 現状調査

2-1 対象と調査方法

対象としたのは、普段、重度障害者(以下、被送迎者)を自動車の座席へ乗車させて送迎している運転者5名(いずれも母親)である。対象者は、国立障害者リハビリテーションセンター病院のシーティングクリニックで、日常生活上の座位保持装置を作成した人の中から選んだ。

運転者の運転免許取得後の平均経過年数±標準偏差は24年±7.4、同乗させてからの平均経過年数±標準偏差は19.2年±4.2であった。

被送迎者の身体的な特徴についてはTable1に示す。

座位バランスは、Hoffer⁸⁾の座位能力分類を使用した。平均年齢(±標準偏差)は20.4歳(±1.8)、平均身長144.2cm(±12.9)、平均体重30.4kg(±8.2)であった。

聞き取った項目は、運転状況、運転中のヒヤリ、交通事故状況、安全対策である。

安全対策については、普段の乗車姿勢、シートベルトの装着状態、座席の調節状態、姿勢を安定させるために使用している物などである。これらは写真撮影をした。

調査期間は、2005年1月から2005年3月の間であった。

なお、本調査は国立障害者リハビリテーションセ

Table 1 被送迎者の身体的特徴

被送迎者	年齢	性別	身長 (cm)	体重 (kg)	疾患	座位バランス	体幹股関節伸張緊張	車いす上での座位保持装置
A	18	男	148	22	脳性麻痺	座位不可	強い	使用
B	20	男	125	28	低酸素脳症	座位不可	強い	使用
C	20	男	160	44	脳性麻痺	手支持で座位可能	弱い	使用
D	23	女	148	28	脳性麻痺	座位不可	強い	使用
E	21	女	140	30	脳性麻痺	座位不可	強い	使用

ンター倫理審査委員会の承認と、家族の同意を得たものである。

2-2 結果と考察

1) 運転状況・ヒヤリ・事故の状況

運転の頻度は、週5回以上が4名、週1~2回が1名で、1日の運転時間は、病院や施設への送り迎えを主に30分以内が1名、1時間以内が3名、2時間以内が1名であった。使用している車種は、ミニバン車(3列シート)が3台、セダンが1台、ステーションワゴンが1台であった。

運転中のヒヤリは、全くない、ほとんどない、年、月、週の頻度で調査し、ほとんどない人が3名、年に2回と月2回がそれぞれ1名であり、頻度の差はあるが全員の人が過去に経験していた。特に、被送迎者Eは頻度が高かった。ヒヤリの総件数は8件でその時の走行状態は、全て通常走行している時であった。道路形状としては、直進路で6件、曲進路で2件であった。ヒヤリの原因は、被送迎者が緊張して6件、座席の間に落ちた1件、体幹が不安定なため1件であり、ほとんどが障害に起因しているものであった。ヒヤリと認識していないが、体のずれや倒れたが7件、ドア・天井・窓ガラスに接触3件と間接的な運転妨害があり、そしてチェンジレバー接触3件、手が伸展し運転妨害1件と直接的な運転妨害があった。

交通事故は、事故ありが2名、事故なしが3名であった。1件は、渋滞中の追突事故で助手席の被送迎者の座位姿勢に気を取られたことで発生していた。運転者および被送迎者ともに無傷であった。もう1件は、曲進交差点で右方から飛び出してきた自動車との衝突事故であった。運転者は無傷であったが、被送迎者は軽傷を負った。

2) 送迎時の安全対策

被送迎者Aは、姿勢を保つために助手席の座面、背もたれ、2列目座席の座面の全てにクッション、タオルを使用していた。座席の調節位置は、助手席のヘッドレストを外し、背もたれを最も後方へ倒して、2列目座席の座面と繋げてあった。頭部がセカンドシートの座面に位置し、仰臥位で乗車しているため腰ベルトの装着位置は脚部であり、肩ベルト調節パッドを使用していた。また、転落防止のため胸部にマジックテープを巻いて背もたれと固定していた。

被送迎者B(Fig.1, 2)は、姿勢を保つため座面にクッションを置き、背もたれにはクッションとタオ

ルを使用していた。座席の調節位置は、助手席の背もたれを後方へ倒してあった。前方へ大きくずれて乗車しているため肩ベルトは顔の前に、腰ベルトは腹部にかかっていた。

被送迎者Cは、姿勢を保つために使用している物はなく、座席の調節位置は背もたれをやや後に倒していた。座位バランスの不安定によって臀部が前方へずれて体幹が左へ傾いているため、肩ベルトは首に、腰ベルトは腹部にそれぞれかかっていた。

被送迎者Dは、姿勢を保つため背もたれにタオルを使用していた。座席の調節位置は、助手席の背もたれを後方へ倒してあった。肩ベルトは左の脇下を通して腹部へ、腰ベルトも腹部にかかっていた。

被送迎者Eは、姿勢を保つため座面にタオル、クッションを使用していた。また、後席から落下した時に前席と後席の間に落ち込まないように、床にクッションを置き使用していた。座席は固定された位置で、後部座席に横向きに仰臥位で乗車しているためシートベルトは未使用であった。

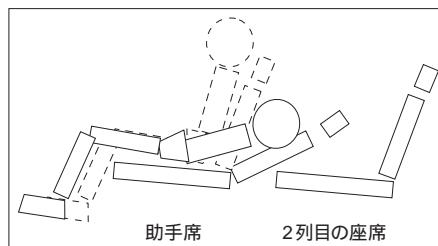
被送迎者5名の安全対策のほとんどが、母親が考えた簡易なもので、タオルやクッションなどの支持性のないもので対応しており、自動車用の座位保持装置は使用していなかった。また、背もたれの角度調節、シートベルト装着位置が不適切で衝突時の安全性に対して、全く対応できていなかった。

3) 運転中の注意事項(複数回答)



腰ベルトが腹部にかかっている

Fig. 1 被送迎者B



注) 点線表示は、安全な乗車姿勢を表す。

Fig. 2 被送迎者Bの座位の概要

乗車している人の座位の安定性に注意する5件、減速が急にならないように注意する5件、速度を出さないように注意する4件、カーブの速度を遅くする4件、発進が急にならないようにする1件であった。その他として、身体の状態を常に監視できるように助手席に乗せたい、車間距離を空けているので他車に割り込まれるとの意見があった。

間接的な運転妨害を防ぐために、座位の安定性を確保することや、減速、速度、カブに注意していた。また、障害による緊張を確認するため助手席で監視するようにしていた。そのため、他車に割り込まれるなど一般の運転者の配慮が欠けることが指摘された。

3. 予備走行実験

乗車姿勢を再現した走行実験を行う前に、予備走行実験を行った。独立変数は自動車の車種、ダミー胸骨角度、シートベルト、加速度の4項目を、従属変数はダミーのずれ距離(姿勢変化)とシートベルト接触圧の2項目をそれぞれ抽出した。ダミーは、平均身長と平均体重が近いHybrid、10歳モデルを選択した。仕様の変更点は、当該ダミーは被送迎者と比較し頸部関節、股関節の動きが硬く可動範囲も

狭いため、重心位置は変化するが被送迎者の関節を模擬して頸部、股関節部を結束帯で固定し脱臼状態とした。予備走行実験は1週間以上あけて、2回実施した。

3-1 自動車の車種

調査ではミニバン系とセダン系の両方が使用されていた。実験に使用できる車種は、座面角度10度、座面高73cmのミニバン車と、座面角度15度、座面高50cmのセダン車であった(Fig.3)。搭乗者への加速度の影響は重心位置に比例し、また、加速度により搭乗者が移動しやすい⁹⁾座面高が高く座面角度が小さいミニバン車を選択した。

3-2 ダミーの胸骨角度(Fig.3)

背もたれの角度による影響をみるために、背もたれを最も起こした状態(ダミーの胸骨角13度)、中立(胸骨角39度)、最も倒した状態(胸骨角66度)で加速度0.6Gの急停止を試行した。胸骨角13度は上部が前方へ倒れ、39度、66度では全身が前方へずれた(Fig.4)。調査では、背もたれを倒した人が多かったことから胸骨角度66度を選択した。

3-3 加速度の方向とシートベルト

加速度の方向とシートベルトの影響をみるために初期設定として骨盤部を座面の最後端に位置させ、ダミー胸骨角66度、横加速0.6Gと前加速0.6Gを試行した。横加速は、頭と足が動く程度で体幹の動きはみられなかった。また、シートベルトの有無による差は目視ではなかった。一方、前加速ではダミーが滑っていく様子がみられシートベルト未装着ではより大きく滑った(Fig.5)。

調査の際に、運転中の注意事項としてカーブでの速度を遅くするなどの意見があったが、動きの変化が大きい前加速(急停止)を選択した。

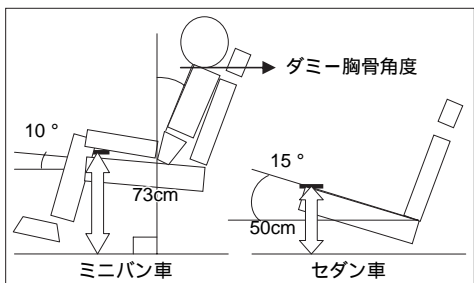


Fig. 3 座面角度、高さ、ダミー胸骨角度



Fig. 4 加速度0.6Gでの急停止

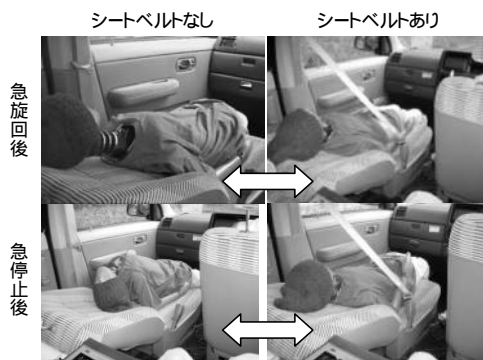


Fig. 5 胸骨角66度のベルト有無

4. 本実験

4-1 被送迎者BDの再現走行実験

1) 方法

実験は予備実験をもとに、ダミーの仕様変更、実験車はステップワゴン、ダミー胸骨角度66度、40km/hからの急停止を条件に行った。

測定項目は、ダミーが前方へずれた距離とシートベルトの接触圧とした。ずれ距離の測定は、頸部が脱臼状態となっているため、肩部の移動距離を金尺で測定した。測定は、最初に1日で3回、その後1か月を空けて1日で2回の合計5回を実施した。

接触圧は、背もたれが後方へ倒れ腰ベルトが腹部にかかった乗車姿勢のため、腰ベルトと腹部の間にセンサーを挟み、合計荷重値とピーク圧力を測定した。接触圧測定装置は、足圧分布測定システムF スキャンセンサー(ニッタ^株製、厚さ0.15mm、分解能5mm、感圧部サイズ300mm×100mm、測定範囲50-500kpa、サンプリング周波数100Hz)を使用した。測定は、最初に1日で1回、その後1か月空けて1日で1回の合計2回測定した。

2) 結果

各加速度でのダミーが前方へずれた平均距離(±標準偏差)は、0.6Gで6.2cm(±1.1)、0.8Gで12.8cm(±2.8)、0.9Gで17.7cm(±0.7)であった。急停止の課題では、シートベルトを装着した状態でもダミーが前方へずれる距離は長く、0.8Gを超えると膝がダッシュボードに接触した。0.9Gでは、ずれ距離がさらに増して膝がダッシュボードに強打した。また、加速度に比例してずれ距離が増大した(Fig.6)。

なお、胸骨角66度では、ベルトを装着しても肩ベ

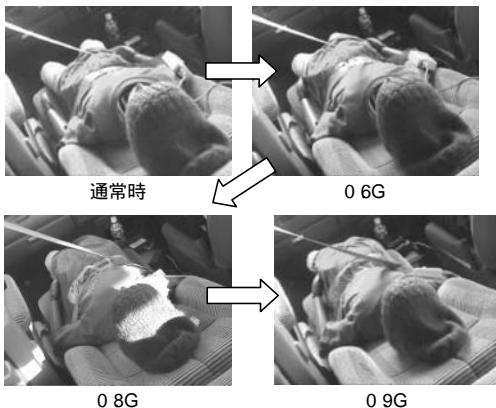


Fig. 6 加速度と姿勢変化

ルトは体から離れ、腰ベルトだけで支持されていた。

加速度の変化によるシートベルトの腹部合計荷重値と時間の関係をグラフで示すとFig.7のとおりである。測定値は、1回目0.6Gで3.2N、0.8Gで13.5N、0.9Gで40.4Nであった。2回目は、0.6Gで8.6N、0.8Gで12.2N、0.9Gで22.2Nであり、2回とも加速度に応じて合計荷重値が増加した。各加速度でのピーク圧力の測定値は、1回目0.6Gで32kpa、0.8Gで56kpa、0.9Gで74kpaであった。2回目は、0.6Gで79kpa、0.8Gで102kpa、0.9Gで163kpaであり2回とも加速度に応じてピーク圧力値が増加した。加速度による腹部合計荷重値の関係をグラフに示すとFig.8のとおりである。

4-2 被送迎者Aの再現走行実験

1) 方法

実験は、普段乗車している車と同タイプのステップワゴンを使用し、シートベルト装着、胸部にマジックテープをした状態で40km/hからの急停止(0.6、0.8、0.9G)を条件に行った。なお、マジックテープの効果をみるために同条件において未装着でも行った。

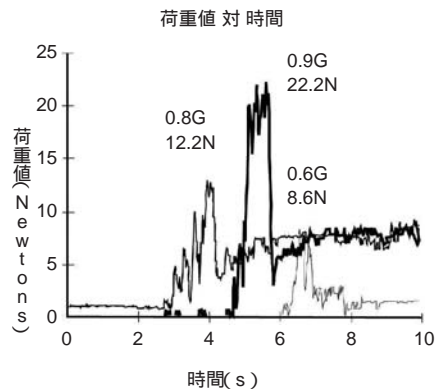


Fig. 7 腹部合計荷重値

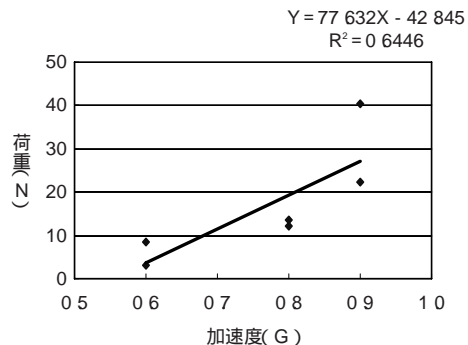


Fig. 8 加速度と腹部合計荷重値

測定項目は、ダミーが前方へずれた距離（肩部の移動距離）を金尺で測定した。測定は、最初に1日で2回、その後2週間を空けて1日で2回、合計4回実施した。

2) 結果

マジックテープの装着・未装着による各加速度での平均ずれ距離を比較すると、0.6Gは装着0.8cm、未装着1.8cm、0.8Gは装着4.3cm、未装着5.5cm、0.9Gは装着6.8cm、未装着8cmであり、明らかなマジックテープの効果はみられなかった。また、どちらの場合も加速度に比例して前方へのずれ距離が増加した(Fig.9)。

4-3 被送迎者Eの再現走行実験

1) 方法

実験は、普段乗車している車と同タイプのプリメーラを使用し、シートベルト未装着の状態で40km/hからの急停止(0.6、0.8、0.9G)を条件に行った。

測定項目は、ダミーが大きく動くためビデオ観察とした。

2) 結果

加速度0.6Gから体幹の回旋が発生し、加速度に比例して徐々に回旋が大きくなり、0.9Gで座席から転落した。この乗車方法では、日常起こりうる急停止の範囲でも転落によってケガをする危険性があり、さらに加速度の大きくなる衝突時の安全性は全く保てないと思われた。

5. 考察

本調査は調査対象が5名であり、その内4名は伸展の強い障害を持っており、これは脳性麻痺の痙直型の姿勢を表した典型的な例である。

5-1 現状と問題点

1) 障害による要因

今回の被送迎者のほとんどが座位不可であり、なおかつ体幹股関節の伸展の緊張が強ければ、座席から落下していく可能性が日常生活で非常に多い。よって、車いす上では座位保持装置の対象になっている。しかし、自動車の座席では背もたれを倒すこと、タオルやクッションを置くことで対応していたが、体幹の不安定は解消されず、障害によって乗車姿勢が乱れることや、運転装置との接触することがあって運転に集中できていないと同時に、直接的間接的な運転妨害となった。

2) 通常走行中に発生する加速度による要因

通常でも座位の不安定性を持っている上に、運転

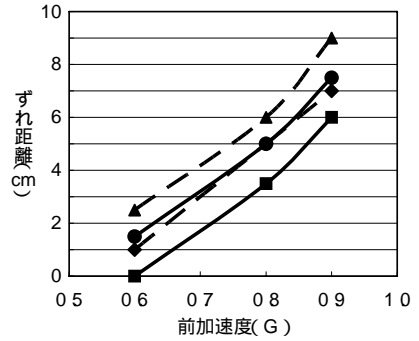


Fig. 9 加速度とずれ距離

時に加速度が加わることで、さらなるヒヤリや運転妨害にもなっている。家族は、運転時に乗車姿勢への対応、運転への注意をしている様子うかがえた。

ダミーを使った走行実験の範囲でみると、急停止ではシートベルトによって座席からの転落は防止できたが、前方への移動距離が長く下肢が前面のパネルに接触した。障害者は健常者と異なり骨萎縮、筋力低下があり僅かな打撲でも骨折につながる可能性があるため、より身体のずれを少なくする必要がある。

シートベルトが身体に与える影響は、チャイルドシートアセスメントの前面衝突試験の腹部合計荷重値1.38kNを基準にすると、約3%と少なく急停止では問題ないと考えられた。

仰臥位の乗車姿勢では、左右の加速度の影響は受けにくい、前加速度に対しては著しく姿勢が不安定になり、シートベルトを装着していないと座席から転落した。また、マジックテープを付加しても加速度に比例してずれが増加し、確実に身体を固定することはできなかった。

3) 衝突による要因

今回調査した普段の乗車姿勢とシートベルトの装着状態の安全度を、交通の教則¹⁰⁾で言われている衝突時に身体の被害を軽減する乗車姿勢とシートベルトの装着位置を基に判断すると、背もたれの角度、肩ベルトの装着位置、腰ベルトの装着位置について全ての被送迎者が問題を持っていた。

5-2 対応策

1) シートベルト、自動車座席の対応策

2000年にチャイルドシートの使用が義務化され、2008年には事故時の被害軽減効果が大きいことから、後席シートベルトの着用も義務化された。身体障害

者にとっては、シートベルトを装着させることが健康保持上適当でない者は、運転席、助手席、後部席のどこへ乗車しても装着義務の免除対象者になっている。しかし、再現実験ではベルトを装着しないと座席からの転落を防止できず、反対にベルトを装着すると事故の時にベルトによる傷害が発生する問題があった。座位に障害がある場合は、衝突安全に適合した乗車姿勢をとることが困難であるため、この状態であっても安全性を確保するためのシートベルト、自動車用座位保持装置の基礎的検討が必要である。

2) 一般の運転者に対する対応策

運転中に他の車に割り込まれるなど、一般の運転者の配慮が欠けていることが指摘された。現在、広く使用されている国際シンボルマークは、道路交通法で規定されていない。2002年に身体障害者が自動車を運転する場合の身体障害者標識は道路交通法上で制定されたが、身体障害者を乗車させていることを示す標識はないため、新たな標識を制定するか、身体障害者標識の運用方法を検討する必要があると思われる。

3) 運転者に対する対応策

欧米では、運転者や介助者への車いすの固定方法を含めた安全教育からなるパンフレット^{11,12)}を製作し啓蒙が行われている。わが国においても、家族が身体障害者を乗車させて運転する場合の運転方法、乗車方法などを確立する必要があると思われる。

6. まとめ

今回の調査では、普通に走行していても体幹の不安定や緊張によって、乗車している人の姿勢が乱れてヒヤリが発生し、運転に集中できない人が存在していることがわかった。また、普段の乗車姿勢からは、座席の背もたれを倒して乗車しているため、シートベルトの装着位置が不適切な人が多く、急ブレーキ、急旋回、衝突時に安全性を保っていなかった。

ダミーを使って乗車状態を再現し急停止の課題とした走行実験では、シートベルトを装着しても身体が前方へずれて、膝がダッシュボードに衝突しケガをする可能性があった。また、シートベルトを装着しても加速度に応じてずれ距離が増大し、衝突時の安全性は保てないことがわかった。シートベルトが身体に与える影響は、急停止の範囲では合計荷重値、ピーク圧力ともに問題はないと思われた。

今後、急停止については、日本で1種類市販され

ている自動車用座位保持の有効性を調べてみたい。

参考文献

- 1) 社団法人シルバーサービス振興会編集『ケア輸送サービス従事者研修用テキスト』pp 56-60、2002年
- 2) Ryan S and Rigby P: Toward Development of Effective Custom Child Restraint Systems in Motor Vehicles, *Asst Technol*, 19, pp 239-248, 2007
- 3) <http://www.lt.sakura.ne.jp/~seeds/index.html>
- 4) 廣瀬秀行「移動と生活支援」『理学療法』21(10) pp.1266-1267、2004年
- 5) 財テクノエイド協会『平成15年度版 補装具の種目、受託報酬の額等に関する基準・義肢・装具等取扱い要領』2003年
- 6) ISO7176 19: Wheelchairs - Part 19: Wheeled mobility devices for use in motor vehicles. 2001
- 7) ISO10542 1: Technical systems and aids for disabled or handicapped persons - Wheelchair tiedown and occupant restraint systems - Part 1. Requirements and test methods for all systems. 2001
- 8) Hoffer MM: Basic considerations and classifications of cerebral palsy. In *American Academy of orthopaedic Surgeons: Instructional course lectures*. Vol. 25, St. Louis, The C. V. Mosby Co., 1976
- 9) 景山克三、景山一郎『自動車力学』理工図書株式会社、pp 95-96、1985年
- 10) 警察庁交通局監修『交通の教則』全日本交通安全協会、pp 28-30、2004年
- 11) The University of Michigan: Ride Safe. www.travelsafer.org 2003 Iowa Department of Education: Student Transportation. <http://www.state.ia.us/educate/index.html>
- 12) Medical Devices Agency: Guidance on the safe transportation of wheelchairs. *Bulletin Device*. June 2001