

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 4 月 2 日現在

機関番号：22604

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2009～2011

課題番号：21500485

研究課題名（和文） 脳血管障害による片麻痺を呈するドライバに対する運転支援システムの開発

研究課題名（英文） Developing a driving support system for people with hemiplegia caused by cerebrovascular disorder

研究代表者

井上 薫 (Kaoru Inoue)

首都大学東京・人間健康科学研究科・准教授

研究者番号：90259143

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、自動車運転の可否が課題となっている脳血管障害者を対象とした運転支援システムの指標化および臨床への応用を目指したものである。簡易ドライビングシミュレータ、バーチャルリアリティ技術を使用した上肢機能検査用装置、その他の検査を協力者に対して実施し、一般成人と運転のニーズのある脳血管障害者との結果の違いを分析し、臨床で使用可能な指標を作成した。

研究成果の概要（英文）：The purposes of this study are to create the guideline of a driving support system and to apply this device to actual occupational therapy. We carried out tests for the simple driving simulator and the haptic device system as well as other tests. We observed both healthy subjects and patients with cerebrovascular disorder, analyzing the difference between these two groups and creating indexes for practical applications.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009 年度	1,800,000	540,000	2,340,000
2010 年度	700,000	210,000	910,000
2011 年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：人間医工学

科研費の分科・細目：リハビリテーション科学

キーワード：脳血管障害、片麻痺、自動車運転支援、作業療法、評価システム開発

## 1. 研究開始当初の背景

現在、短期間で効果的なリハビリテーション（以後、リハと略す）を提供するため、一層 EBM (Evidence Based Medicine) の重要性が高まっている。2001 年 6 月に公布された道路交通法により、障害者の欠格事由が見直された結果、障害者の自動車運転に際しての医療責任が増大したと解釈できる。現在、自動車運転に対するニーズは高まるに伴い、根拠に基づいた適性の根拠が一層必要となっている。しかし現状では、セラピストは観察

や既存の検査等のデータに基づいて対象者の状態を推測し、医師へ運転能力の可否に関する情報提供を行っており、エビデンスレベル決して高いとは言えない。

現在、臨床医学、人間工学および交通工学などの多くの学問領域において、高齢ドライバの特性に関する研究が盛んである。リハ分野における研究成果は、対象者に対する個別支援の観点からのものが多い。本邦においては、基幹的リハセンターによる報告が多く、脊髄損傷者、片麻痺患者を中心とした障害者

を対象とした自動車運転装置の工夫、症例検討がある。例えば、前田ら(1987)による脳障害者における自動車運転の問題点の検討、土嶋ら(1993)による、ドライビングシミュレータ(Driving Simulator 以後、DSと略す)を用いた右片麻痺患者の運転能力評価があげられる。精神・認知機能、反応速度に関する研究については、河本ら(1997)による脳血管障害者のペダル踏み換え時間の測定などがあり、リハ訓練室内で可能な検査方法に着目した報告が見られ始めたが、残念ながら単発的研究に止まっている。申請者ら以外にも、白幡ら(2005)による評価手法の研究、藤田ら(2005)による臨床における支援活動報告、また、小林らによる生理学的な測定を可能とした自動車運転評価システムなどの報告が認められるようになり、この分野の今後の発展性が期待される。

諸外国の例では、自動車大国である米国が先進的であり、障害者・高齢者の自動車運転に関する問題に早期から取り組んできている。医学分野においては、認知症・アルツハイマー病初期の高齢ドライバーの知的、高次脳機能障害者、視野障害者に対する認知評価などの研究(Lee Ann C.etal.1980、Nicol Korner-Bitensky・1994、Mary K Jkanke.1998、G. Kerry. 2003、2004 他)があり、首尾一貫して「訓練や装置を活用し障害を補完した上での自立支援」の理念に基づく活動が展開されている。制度背景が異なるにせよ、我が国の研究、対策は立ち遅れていると言わざるを得ず、研究の緊急性が高い。国内外のこれらの研究成果は研究者と対象者の協業による貴重な業績である。今後は、これら先人による知見を踏まえつつ、科学的根拠を提示できる包括的な基礎研究の重要性が高まっている。

以上、国内外の多くの分野において研究はなされており、脳血管障害片麻痺を有するドライバーを支援するための評価・トレーニングシステムは確立に向けての動きが生じている。作業療法分野においても、需要があるにも関わらず、脳血管障害者の自動車運転に関する評価・トレーニングシステムはまだ統一化された指標はなく、現場では対象者への対応に苦慮しており、実用的なシステムの完成が待たれる。

## 2. 研究の目的

本研究は過去7年間(若手研究(B)、基盤研究(C))において開発、発展させた脳血管障害者の運転能力評価・トレーニング装置(以後、簡易DS)を臨床施設において活用し、自動車運転の可否が課題となっている脳血管障害者について、自動車運転が可能な群・不可能な群・その他に類型化作業を進め、運転支援システムの臨床への応用を目指すも

のである。この長期的目標のため、2009年~2011年度にかけ、指標を作成するためのデータ収集、分析を行い、指標の作成を実施した。

簡易DSの構成はパーソナルコンピュータ、ハンドルペダルデバイス(マイクロソフト株式会社製、運転ゲーム用デバイス、サイドワインダー)、オリジナルの専用アプリケーションから構成される(図1)。専用アプリケーションは、単純反応時間、選択反応時間、ハンドル操作、アクセル・ブレーキペダル操作等の反応時間および正確性が測定できる。一般的なパーソナルコンピュータを活用できるため、省スペースであり、簡易スクリーニング検査として有効といえる。

既に、前期高齢者群を対象にDSを使用した①評価、②トレーニング(1ヶ月間に10回実施)、③再評価という過程を通じ、反応性、ステアリング操作など動作要素の向上が認められ、実車走行状況にもよい影響を与えたことが確認され、また市販されている自動車教習所で採用されている高性能ドライビングシミュレータの測定結果とも高い相関が得られている。

ハプティックリハブは、ハプティックデバイスを活用した上肢機能、認知機能評価システムであり、力覚の様々な刺激を入れつつ上肢がどのように動かすのかを測定できるものである。測定項目は正確性や反応時間である。被験者はグリップをにぎり、画面に従ってカーソルを動かすようにすることで認知・上肢機能を測定できる。



図1 簡易DS  
(画面は反応時間測定画面)

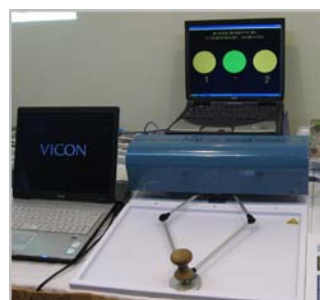


図2 ハプティックリハブ(ハプティックデバイスを活用した上肢機能および認知機能測定装置)

### 3. 研究の方法

実験協力施設・協力者との実験実施打ち合わせ、具体的な実験計画を最終決定し、装置の調整を行った。

実験・データ解析期間は平成 21 年～平成 23 年 9 月であった。

対象者は、地域在住あるいは入院中の脳血管障害を有する自動車運転免許を有する成人および健常な成人 100 名

脳血管障害を有する成人については、本研究に同意の得られた脳血管障害を有する回復期の入院、外来患者とした。協力臨床施設内において、入院時から退院時までの間に、簡易 DS を使用した検査と、ハプティックリハブ等他の臨床検査結果とを比較し、運転の可否について検討を行なった。

評価時には、対象者の臨床症状、身体機能、精神機能、および日常生活機能に関する検査を実施した。適宜、対象者の医療記録を参考とした。検査は、簡易 DS、ハプティックデバイスを使用した認知・上肢機能評価システムを使用したオリジナルの検査に加え、臨床でしばしば活用されている握力、簡易上肢機能検査 (STEF)、TMT-A および B、HDS-R (長谷川式痴呆スケール)、FIM、片脚立位 (可能な対象者のみ)、立位前屈 (可能な人のみ) を実施した。これらの臨床検査結果は、データ収集可能な範囲で行った。

なお、実車走行は本人の同意および主治医の許可が得られた者のみと考えていたが、体調の問題等により該当者がいなかったため、一部研究内容を変更し、可能な臨床データの測定が中心となった。

協力者である患者に対するフィードバックは主治医の許可の範囲内において、担当セラピストと打ち合わせの上、個々人のニーズにあったタイミングで実施し、実験段階として許容しうる範囲で対象者へのフィードバックを行った。

普通自動車免許を有する一般成人に対する調査は、協力者指定場所および首都大学荒川キャンパス内で実施した。自動車運転状況に関するヒアリングおよび検査内容は、SDS-R およびハプティックリハブの各検査を実施した。

### 4. 研究成果

2008 年度までの研究成果を受け、パソコン操作に専門的知識の不要になるような使いやすいユーザーインターフェースの再調整を行った。また、ドライビングシミュレータと同時に使用する上肢機能検査用の装置 (ハプティックリハブシステム) に関する基礎調査を実施した。

その結果、各検査項目における指標の例を作成した。下記にその成果の一部を示す。表 1 は、各世代のハプティックリハブの波線のトレースの正確性および速度の世代毎の結果を示す。表 2 は、簡易 DS のハンドル操作の結果を示す。図 3 のようなプロット図に患者の検査結果を表示することで回復の指標とすることができる。

表 1 ハプティックリハブの結果例 (各世代の結果)

	age(year)	tests	test	test2	test3	test4	avarage(mm) /SD	
			line_slow	line_fast	wave_slow	wave_fast		
children N=35	Group1(3-5)	avarage(mm)	17.9	16.5	36.8	31.1	25.6	19.3±7.5
		S.D	3.4	3.3	16.0	7.9	7.7	
	Group2(6-8)	avarage(mm)	17.0	9.6	30.0	15.7	18.1	
		S.D	5.9	2.7	16.8	4.2	7.4	
	Group3(9-12)	avarage(mm)	11.9	7.8	24.2	13.1	14.3	
		S.D	7.1	2.4	16.4	3.7	7.4	
adults N=41	Group4(19-29)	avarage(mm)	7.2	5.7	14.3	9.7	9.2	18.1±9.0
		S.D	2.1	1.7	6.3	3.3	3.3	
	Group5(30-55)	avarage(mm)	16.2	8.2	41.4	11.2	19.2	
		S.D	9.5	5.6	29.8	1.7	11.7	
	Group6(60-69)	avarage(mm)	16.6	9.0	42.4	17.9	21.5	
		S.D	12.4	5.7	17.3	11.4	11.7	
	Group7(70-79)	avarage(mm)	13.9	11.4	42.9	21.7	22.5	
		S.D	7.7	2.2	19.1	7.7	9.2	
	all participants N=76	avarage(mm)	13.6	8.62	29.6	14.7	average of four tests	
		S.D	8.6	4.2	20.3	7.4	16.6±10.1	

表 2 簡易 DS のハンドル操作の結果例

Average distance (mm)	SD distance	Average acceleration (mm/s <sup>2</sup> )	SD acceleration
STR-L			
1.82	1.50	12.46	9.09
2.08	1.85	13.04	11.00
STR-M			
3.48	2.74	30.62	19.86
4.05	3.39	32.77	22.47
STR-H			
6.67	5.26	63.64	38.31
7.33	6.52	64.15	42.81
STR-R			
3.88	3.02	28.28	21.11
2.80	2.81	32.02	24.76

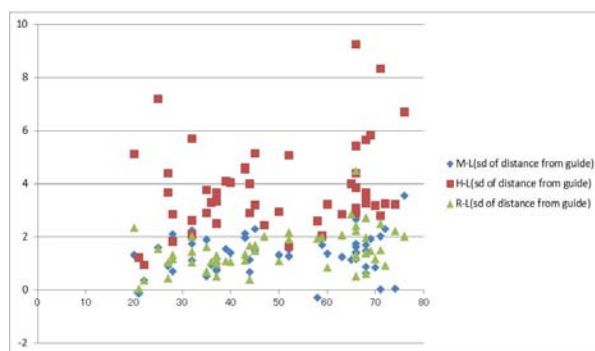


図 3 指標のプロット例 (ハンドル操作例)

片麻痺患者の結果については、運転可能群および運転可否不明群は健常者の範囲に含まれており、運転不可能群および運転可否不明群は健常者領域からはずれる傾向が認められることがわかった。運転可否不明群についてはほかの評価結果などを加味して検討

する必要があることがうかがえた。

事例としては、本装置を活用して運転までの支援が可能であった例、逆に運転を諦めた例などがあった。検査結果に影響される対象者も多く、フィードバックの方法の重要性が示唆された。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 0 件)

[学会発表] (計 3 件)

Kaoru Inoue, Yuko Ito, et.al, The Evaluation of Upper Limb Motion with Haptic Rehab System. Association for the Advancement of Assistive Technology in Europe: AAATE2011, August 31 to September 2, 2011 in Maastricht

Kaoru Inoue, Yuko Ito, et.al, Evaluation of Precision and Fluidity of Upper-limb Movement, 5th Asia Pacific Occupational Therapy Congress: APOTC2011, 19-24 November 2011, in Chiang Mai- Thailand

井上 薫, 高橋良至, 他, 簡易ドライビングシミュレータによる脳血管障害を有するドライバの上肢機能-ステアリング操作検査- . Assistive yechnology, Bio Medical Engineering and Life Support: ABML2011(生活生命支援医療福祉工学系学会連合大会2011) 2011年11月3日(木)~5日(土), 東京

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

国内外の別:

○取得状況 (計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

取得年月日:

国内外の別:

[その他]

<http://www.tmu.ac.jp>

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

井上 薫 (INOUE KAORU)

首都大学東京・人間健康科学研究科・准教授  
研究者番号: 90259143

##### (2) 研究分担者

伊藤 祐子 (ITO YUKO)

首都大学東京・人間健康科学研究科・准教授  
研究者番号: 60289973

##### (3) 連携研究者

高橋 良至 (YOSHIYUKI TAKAHASHI)

東洋大学 ライフデザイン学部・准教授  
研究者番号: 30396931

米田 隆志 (TAKASHI KOMEDA)

芝浦工業大学システム工学部・教授  
研究者番号: 90011030