

脳損傷者の運転再開可否判断に関する評価システムの
検証と運転パフォーマンスを高める訓練手法の構築

2018年 9月

外川 佑

脳損傷者の運転再開可否判断に関する評価システムの
検証と運転パフォーマンスを高める訓練手法の構築

外川 佑

システム情報工学研究科

筑波大学

2018年 9月

目次

1	研究背景	
1.1	脳損傷者の自動車運転と交通安全上のリスク	5
1.2	疫学的背景からみた脳損傷者の自動車運転	6
1.3	運転免許統計からみた脳卒中好発年齢層の運転免許保有者数	7
1.4	道路交通法からみた脳損傷者の運転再開可否判断とリスク，その対応の現状	8
1.5	運転中止後の Quality of Life (QOL) 低下や予後悪化へのリスク	9
1.6	研究目的	10
1.7	本論文の構成	11
2	神経心理学的検査を用いた脳損傷者の運転再開可否判断基準の検討	
2.1	本章の背景と目的	13
2.2	自動車運転評価の手順	15
2.2.1	院内評価（身体機能・高次脳機能）	15
2.2.2	運転適性診断，運転技能評価	15
2.2.3	医師と協議・患者へのフィードバック	16
2.2.4	フィードバック後の諸手続き	16
2.3	対象と方法	17
2.4	統計学的解析	18
2.5	結果	19
2.6	考察	20
2.6.1	WAIS-3rd について	20
2.6.2	TMT について	29
2.6.3	BIT について	20
2.6.4	BADS について	21
2.6.5	運転再開可否のボーダーラインの検討の今後の課題	22
2.7	本章のまとめ	22
3	神経心理学的検査を用いた運転再開可否判断のカットオフ値の検討	
3.1	目的	24
3.2	対象と方法	24
3.3	結果	26
3.4	考察	28
3.5	本章のまとめ	29
4	右半球損傷（Right hemisphere brain damage: RHD）患者のケーススタディ	
4.1	RHD 患者に見られる半側空間無視（Unilateral Spatial Neglect: USN）	30
4.1.1	USN 症例の日常生活上の問題と代表的な机上検査	30
4.1.2	USN の重症度と自動車運転	32

4.2	方法	33
4.2.1	対象の包含基準と倫理的配慮	33
4.2.2	自動車運転評価の手順	33
4.3	症例紹介	35
4.3.1	症例 1	38
4.3.1.1	初回運転評価の結果と経過	38
4.3.1.2	二回目の自動車運転評価の結果	39
4.3.2	症例 2	40
4.3.2.1	運転評価の結果と経過	40
4.3.3	症例 3	41
4.3.3.1	運転評価の結果と経過	41
4.4	考察	42
4.4.1	USN 軽度例の運転評価における注意点—神経心理学的検査—	42
4.4.2	USN 軽度例の運転評価における注意点—シミュレータ評価と実車運転評価—	43
4.4.3	USN 軽度例の運転評価における注意点—運転に関する自己認識—	44
4.4.4	USN 軽度例の運転再開につながる要因	44
4.4.5	本章の限界と今後の課題	45
4.5	本章のまとめ	45
5	RHD 患者の運転再開可否をアウトカムとした症例対照研究	
5.1	RHD 患者の自動運転の問題と本章の目的	47
5.2	方法	47
5.3	統計学的解析	49
5.4	結果	50
5.5	考察	53
5.5.1	RHD 患者の運転再開可否判断につながる要因について	53
5.5.2	RHD 患者の危険運転行動の背景要因について	53
5.5.3	本章の限界と今後の課題	55
5.6	本章のまとめ	55
6	脳損傷者の運転再開に必要な支援の検討～質問紙調査を用いて～	
6.1	本章の背景	57
6.2	方法	57
6.2.1	対象	57
6.2.2	評価項目の作成	57
6.2.3	調査手続き	58
6.2.4	統計学的解析	59
6.3	結果	59
6.3.1	質問紙の集計結果について	59
6.3.2	現在の運転状況について	59

6.3.3	運転中の危険経験について	61
6.3.4	運転中の危険経験，運転に対する不安，発症前との運転状況の変化の関連	61
6.4	考察	63
6.4.1	各質問項目について	63
6.4.2	運転中の危険経験，運転への不安，発症前との運転状況の変化との関係について	64
6.4.3	本章の限界と今後の課題	65
6.5	本章のまとめ	66
7	脳損傷者に対するドライビングシミュレータ訓練とリプレイ機能を用いたフィードバック訓練の効果	
7.1	本章の背景と目的	67
7.2	対象と方法	68
7.2.1	対象	68
7.2.2	手順	68
7.2.3	統計学的解析	72
7.3	結果	73
7.4	考察	76
7.4.1	介入後のアウトカム計測用コースの成績改善について	76
7.4.2	介入後の自己評価の改善について	77
7.4.3	本章の限界と今後の課題	77
7.5	本章のまとめ	78
8	ドライビングシミュレータを用いた介入の実車評価に対する効果～傾向スコアマッチング法を用いた検討～	
8.1	本章の背景と目的	79
8.2	対象と方法	80
8.2.1	対象	80
8.2.2	訓練方法と手順	81
8.2.3	本章のアウトカム	82
8.2.4	本章で用いた傾向スコアマッチング法	84
8.3	結果	85
8.4	考察	87
8.4.1	傾向スコア推定とマッチングの妥当性	87
8.4.2	実車運転における DS 訓練の効果	88
8.4.3	本章の限界と今後の課題	89
8.5	本章のまとめ	89
9	結論	
9.1	脳損傷者の自動車運転再開可否の判断基準について	91
9.2	神経心理学的検査では検出できない RHD 患者のリスクを踏まえた対策	92
9.3	脳損傷者の安全な運転再開にむけた運転パフォーマンス向上のための DS 訓練のありかた	

-----	92
謝辭-----	94
研究業績-----	95
参考文献-----	96

第1章 研究背景

1.1 脳損傷者の自動車運転と交通安全上のリスク

脳卒中（脳梗塞や脳出血）や頭部外傷等による脳組織の器質的な損傷（以下、脳損傷）は、片麻痺などの運動機能の障害や視野障害だけでなく、注意の選択・配分・維持・切替をはじめとする様々な認知機能の側面にも大きな影響を及ぼす。自動車運転は認知・判断・予測・操作といった様々な要素・能力が求められる複雑な課題であり、交通心理学の分野ではドライバーのパーソナリティや運転に対する姿勢、経験と同じ様に、障害や視覚機能なども運転に影響する因子とされている（図 1.1）¹⁾。

脳損傷による運転への影響とリスクについては、米国のアラバマ州で実施されたコホート研究において、脳卒中に罹患している者の事故リスク比が非脳卒中者と比較して 2.7 倍（95%CI: 1.1-6.6）であった²⁾ことが報告されている。その他にも欧米各国で実施された複数の研究³⁻⁵⁾において、統計的有意差は認められなかったものの、脳卒中者の事故リスク比ないしオッズ比が非脳卒中者に比べ 1.9～7.7 倍を示しているものが散見されている。

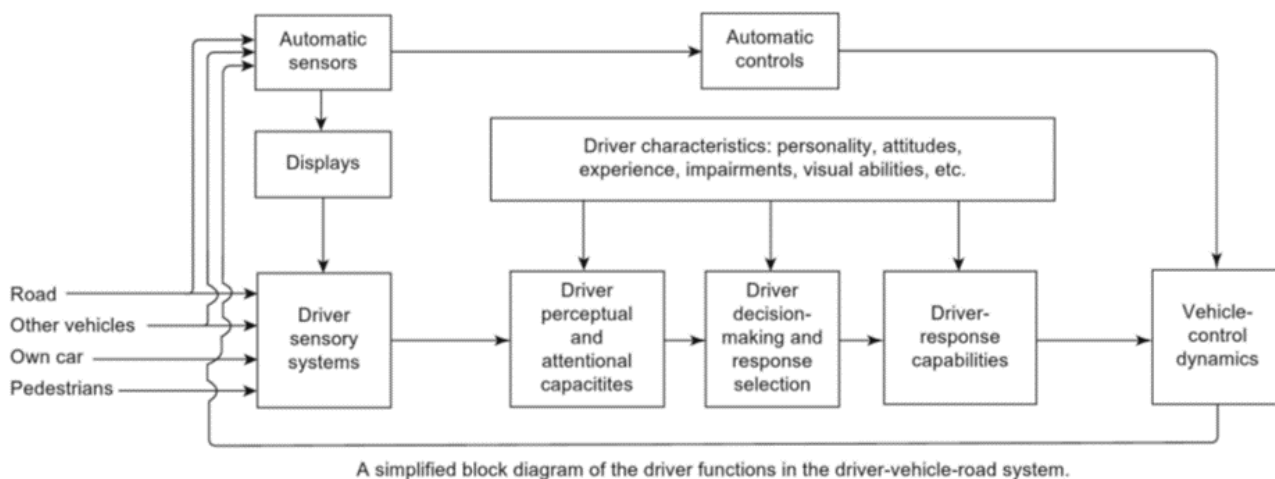


図 1.1 ドライバーの情報処理に関する運転行動モデル¹⁾

1.2 疫学的背景からみた脳損傷者の自動車運転

脳損傷の中でも、脳卒中は年間 22 万人が初発発症すると推計され⁶⁾、総患者数は平成 26 年の厚生労働省の調査において約 120 万人いることが報告されている⁷⁾。脳卒中データバンク 2015 における日本版 modified Rankin Scale (mRS) を用いた評価の結果、自動車運転が可能な身体機能レベルと見込まれる mRS: 0~2 の軽度の脳卒中者は病型による違いはあるが 30-70% 存在する (図 1.2)⁸⁾。一方、頭部外傷については、大規模調査が行われていないものの、地域住民調査では年間人口 10 万人あたり 27 人が発症し、回復良好が 67.3%、障害中等度が 11.3%であることが報告されている⁹⁾。これらのことから、本研究の対象とする脳卒中ないし頭部外傷等の脳損傷を発症し、その後のリハビリテーションを経て、職業復帰などの社会復帰を目指すべく、自動車の運転再開へと展開する考慮する中等度から軽度の脳損傷者は少なくない。

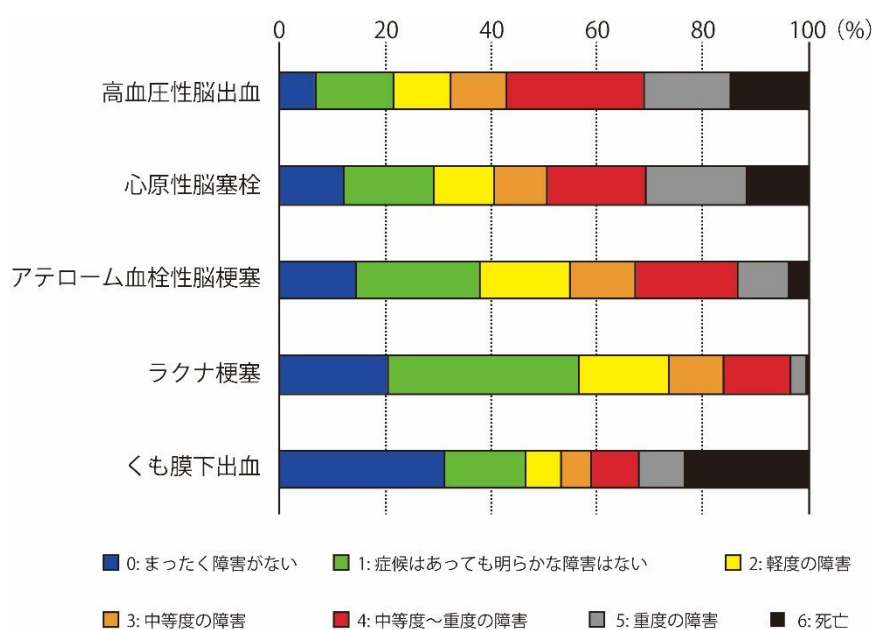


図 1.2 脳卒中病型別の退院時日常生活活動の状態を示すグラフ

脳卒中データバンク 2015⁸⁾をもとに作成

1.3 運転免許統計からみた脳卒中好発年齢層の運転免許保有者数

警察庁の運転免許統計¹⁰⁾によると、日本における運転免許保有者数は平成 29 年時点で約 8200 万人存在し、そのうち脳卒中の好発年齢層とされている 50～70 代の運転免許保有者数は約 3700 万人であり、過去 10 年間を通して増加傾向にある（図 1.3）。

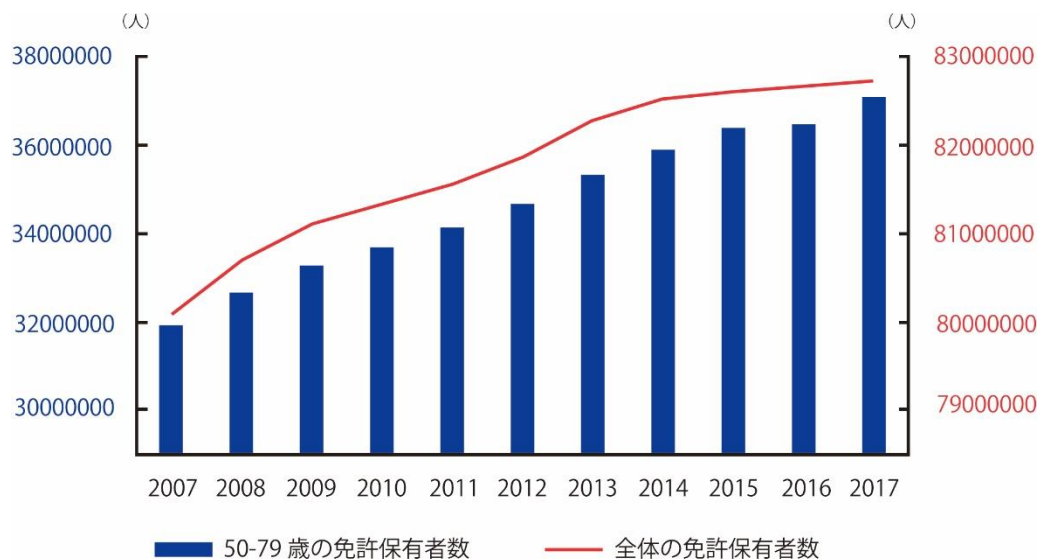


図 1.3 50-70 歳代および全体の運転免許保有者数の推移

警察庁運転免許統計¹⁰⁾をもとに作成

1.4 道路交通法からみた脳損傷者の運転再開可否判断とリスク

脳卒中や頭部外傷等の脳損傷は、道路交通法において、認知症やてんかん等と同様に「一定の病気」すなわち「自動車の安全な運転に必要な認知、予測、判断又は操作のいずれかに係る能力を欠くこととなるおそれがある症状を呈する病気」の一つに分類されている。認知症については、その診断が付いた時点で運転免許が取り消される絶対的欠格事由とされているが、認知症以外の「一定の病気」については、病気の診断よりも症状が安全な運転に必要な認知、予測、判断又は操作に係わる能力を欠いているものであるかどうかをもとに判断する相対的欠格事由となっている。

脳損傷に伴う注意障害や遂行機能障害、記銘力障害などの認知機能面の障害は、自動車運転の安全な運転に支障をきたす可能性が提示されている¹¹⁾。そして、これらの認知機能面の障害を詳細に検査・把握するために、病院をはじめとする医療機関で神経心理学検査が用いられている。しかし、欧米や本邦の報告を確認した限り、脳損傷者の運転再開可否を判断するための神経心理学検査の判断基準については一定の見解が得られていない。

そのため、現状では、実車を用いた評価（以下、実車運転評価）を通して運転再開可否を判断することがゴールドスタンダードとして推奨されている¹²⁻¹⁴⁾。しかしながら、本邦では、自施設での実車運転評価や自動車教習所などの協力を得て実車運転評価を実施できる医療機関・施設は限定されているため、運転再開の可否判断ができないケースが少なくない。以上のことから、運転再開を目指す脳損傷者の危険運転リスクを事前に見極めるべく適切な運転再開可否の判断を行うための対策が早急に求められている。

1.5 運転中止後の Quality of Life (QOL) 低下や予後悪化へのリスク

適切な運転再開可否の判断が求められる一方で、運転中止をきっかけにその後の生活や予後へのネガティブな影響を指摘する意見もある。高齢者の運転中止を例にすると、運転中止をきっかけに、健康度の指標である健康関連 QOL (quality of life: 生活の質) 低下の加速¹⁵⁾、抑うつ症状のリスク倍増¹⁶⁻²¹⁾、社会参加の低下^{15, 17, 22-24)}、生活能力の低下^{15, 17, 23-25)}、認知機能の低下^{25, 26)}など様々な影響があることが報告されている。

そして、本章の対象とする脳損傷者においても、運転の機会喪失（運転中止）がうつ症状²⁷⁾や、自信や自立性の低下^{28, 29)}、コミュニティへの参加制約と社会的隔離^{11, 27, 30, 31)}をもたらすことが報告されている。そのため、適切な運転再開可否の判断を行うための対策のみならず、脳損傷者の運転中止をきっかけとした QOL 低下や予後の悪化リスクを軽減するために、安全な運転再開の可能性を高める対策の構築も同時に求められている。

1.6 研究目的

ここまでの背景を踏まえると、脳損傷者の危険運転リスク回避のための適切な運転再開可否判断に向けた対策ならびに、脳損傷者の運転中止後の予後リスク回避に向けた対策が早急に求められている。

運転再開可否判断については、国内外通じて、神経心理学的検査の目安値や暫定基準値が提案されているものの、ガイドラインのように絶対的な基準として確立されておらず、検査の予測精度について検証した報告も少ない³²⁻⁵²⁾。また、これらの検査の精度検証のほとんどが簡便なスクリーニング検査に集中している特徴があり、詳細な検査にも対象範囲を広げて検証する必要がある。

安全な運転再開に向けた訓練方法については、視覚走査訓練^{53,54)}や認知機能訓練⁵⁵⁾およびドライビングシミュレータ訓練⁵⁵⁻⁵⁷⁾の効果がランダム化比較試験（Randomized Controlled Trial: RCT）で検証されているが、メインアウトカムとしている運転再開率の改善が限定的である。また、ドライビングシミュレータ訓練については、推奨すべき具体的な訓練内容が構築されていない。

このように、運転再開可否に関する評価の精度検証や安全な運転再開に向けた効果的な訓練方法など十分な対策の構築に至っていないのが現状であることから、本研究の目的は二つに大別できる。一つ目は、脳損傷者の自動車運転再開における危険運転リスクを事前に見極める適切な運転再開可否判断の確立にむけた対策として、詳細な神経心理学的検査を含めた現状の評価の精度を検証することである。二つ目は、脳損傷者の運転中止後の予後リスク回避にむけて運転再開可能性を向上させるための対策として、運転パフォーマンスを高めるための訓練手法を模索・構築し、その効果を検証することである。

1.7 本論文の構成

本論文の構成を図 1.4 に示す．第 1 章では，脳損傷者の疫学的な背景をはじめ，自動車運転再開に関する交通安全上のリスクと運転中止をきっかけとした予後悪化に関するリスクについて背景と目的を述べた．第 2 章から第 8 章までは，その対策について，大きく二つのパートで構成される．第 2 章から第 5 章までは，一つ目の目的である脳損傷者の自動車運転再開における危険運転リスクを事前に見極める適切な運転再開可否判断の確立にむけた対策として，詳細な神経心理学的検査を用いた可否判断基準やカットオフ値の検討，および右半球損傷患者を対象とした各種検査結果と危険運転行動の関係の分析や運転再開可否判断要因の検討について論じる．第 6 章から第 8 章までは，二つ目の目的である脳損傷者の運転中止後の予後リスク回避にむけた対策として，必要な支援の模索・抽出，安全な運転再開の可能性を高めるためのドライビングシミュレータを用いた訓練手法の構築やその効果の検証について論じる．これらの結果をもとに，第 9 章において脳損傷者の適切な運転再開可否判断における対策，安全な運転再開可能性を高めるためのドライビングシミュレータを用いた訓練による対策についてまとめる．

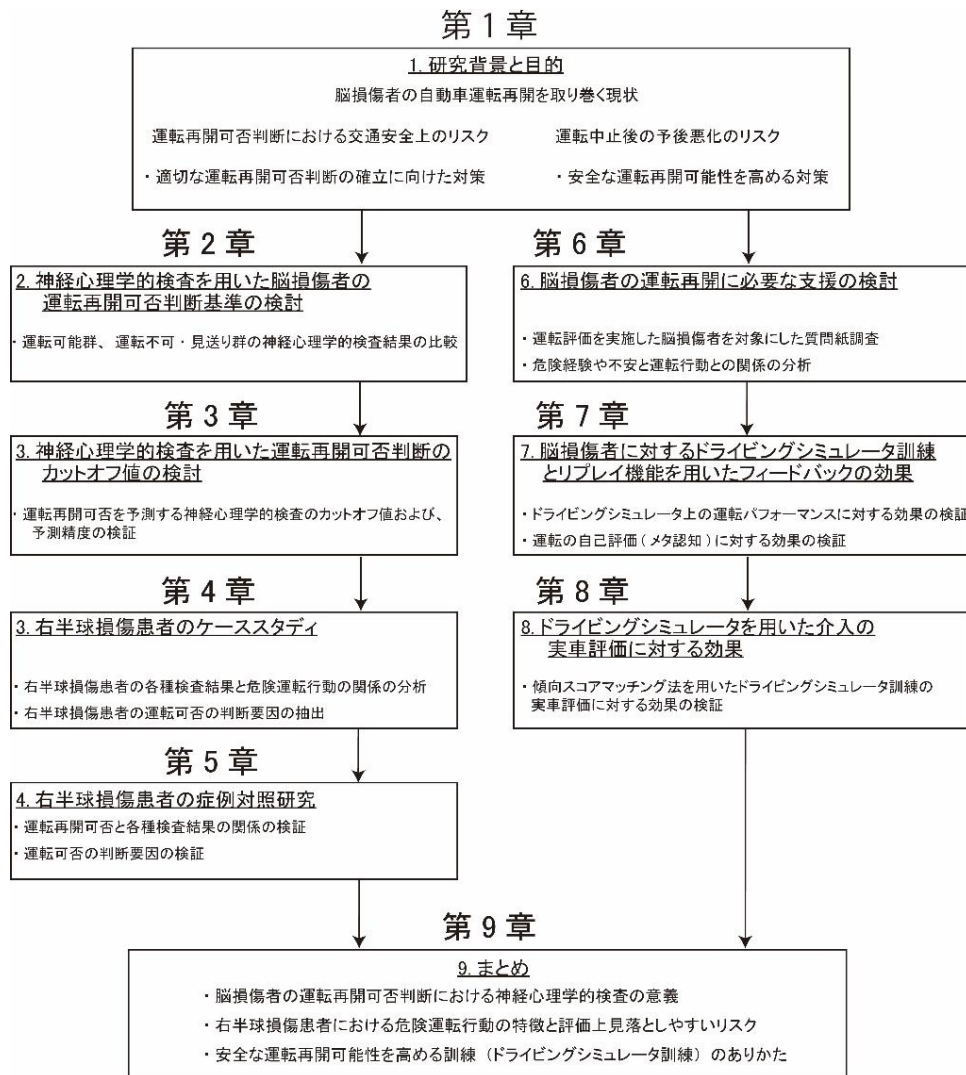


図 1.4 本論文の構成

第2章 神経心理学的検査を用いた脳損傷者の運転再開可否判断基準の検討

2.1 本章の背景と目的

脳損傷者後の自動車運転再開に関する評価として、病院等の医療機関で神経心理学的検査を実施し、その検査結果を用いて運転再開可否を事前に予測する試みが国内外を通して数多く実施されている³²⁻⁴⁵⁾。しかし、これらの報告で用いられている検査は、Trail Making Test（以下、TMT）（図 2.1）などのように、臨床業務上簡便に実施できるスクリーニング検査が中心となっており、運転再開可能・不可能と判断できる具体的な検査項目・検査数値については、未だ結論が出ていない。一方で、臨床業務上、実施が簡便な検査ではないものの、WAIS-3rd（ウェクスラー成人知能検査第3版: Wechsler Adult Intelligence Scale 3rd Edition）（図 2.1）^{37, 43)}や WAIS-R（ウェクスラー成人知能検査第2版: Wechsler Adult Intelligence Scale –Revised）⁴⁶⁾、BIT（行動性無視検査: Behavioral Inattention Test）（図 2.1）^{43, 47)}、BADS（Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome）（図 2.1）⁴⁸⁾を運転再開可否判断に関する評価として用いている文献も散見されている。このように、脳損傷者の自動車運転再開を考慮する際の判断基準については、欧米においてガイドラインなど明確な基準は設けられておらず、本邦で検討されている報告も少ない現状にある。また、欧米と本邦の間では道路環境や法律、使用する神経心理学的検査機器の国際的な差異等もあることから、本邦独自に運転可否判断を事前に予測できる神経心理学的検査を検討する必要がある。本章では、過去に実施した自動車運転評価における脳損傷者の高次脳機能の特性について神経心理学的検査の結果をもとに分析し、自動車運転再開にあたっての可否判断の基準についての手がかりを見出すことを目的とした。

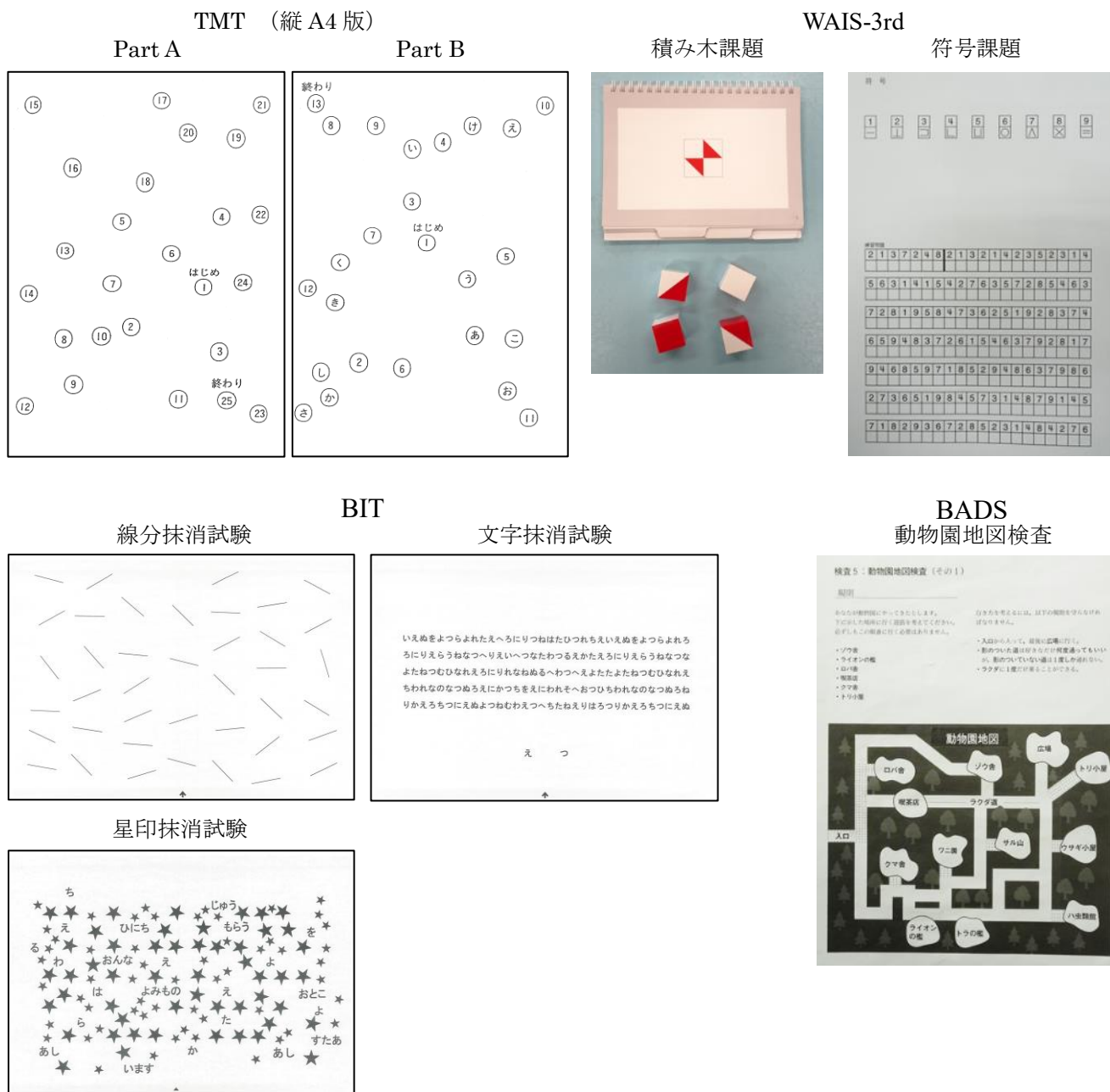


図 2.1 本研究で用いた神経心理学的検査の一例

2.2 自動車運転評価の手順

本章では、自動車運転再開を希望した脳損傷患者でかつ医師が運転再開の可能性があると判断した者を対象に、教習所と連携した自動車運転評価を実施している新潟リハビリテーション病院の協力を得て実施した（図 2.2）。対象の取り込み基準は、日常生活や歩行が自立していることとしている。自動車運転評価の手順としては 2.2.1 院内評価（身体機能評価・高次脳機能）、2.2.2 運転適性診断・運転技能評価（視力検査，ドライビングシミュレータ，実車技能評価；教習所内，公道），2.2.3 医師と協議・患者へのフィードバック，2.2.4 フィードバック後の諸手続きの手順で行っている。以下に各項目の内容を示す。

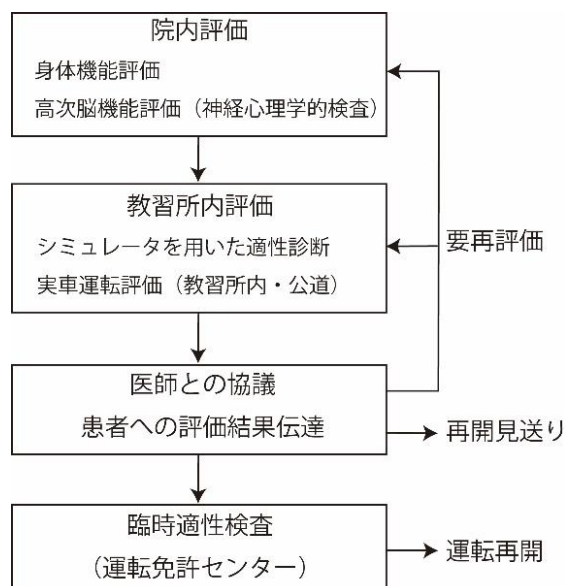


図 2.2 自動車運転評価のフローチャート

2.2.1 院内評価（身体機能・高次脳機能）

対象者に対する院内評価では、身体機能の評価として SIAS（Stroke Impairment Assessment Set），高次脳機能評価として WAIS-3rd，BIT，TMT，BADS を実施している。

2.2.2 運転適性診断，運転技能評価（視力検査，ドライビングシミュレータ・実車技能評価：教習所内，公道）

教習所との連携により，運転適性診断，運転技能評価を行う。運転適性診断では視力検査にて夜間視力，動体視力を測定し，運転技能評価では高齢者用の運転適性検査器（簡易型の

ドライビングシミュレータ)を用いて単純反応検査, ハンドル操作, 選択反応検査, 注意配分検査を実施し, その後教習所内コースにて実車で評価を行う。教習所内コースでは右左折, 一時停止, S字クランク, パイロンスラローム, 急ブレーキ, 車庫入れの項目を行っている。教習員は運転姿勢, 発進, 基本的操作, 安全行為, 法令の遵守・運転基礎, 運動機能といった項目について ABCD の 4 段階評価を行なっている。さらに, 教習車の後部座席よりビデオ撮影を実施し, その映像は運転時の注意点の確認, 医師との協議やフィードバックを行う際に利用している。

2.2.3 医師と協議・患者へのフィードバック

2.2.1 や 2.2.2 の評価結果から概ね問題がみられなかった対象者に対しては, 教習所での評価終了後に医師へ評価結果を報告し, その後医師を交えてフィードバックを実施する。また, 再評価が必要と思われるケースや運転再開を見送る必要があると思われる対象者に対しては, 検討会を実施し判定を行う。判定結果は「問題なく運転再開可」「条件付きにて運転再開可」, 「練習後運転再開可」, 「公道にて再評価」, 「現時点では不可」としている。後日, 検討会での判定結果をもとにフィードバックを行う。

2.2.4 フィードバック後の諸手続き

医師を交えて実施した検討での最終判定において「問題なく運転再開可」とされた場合, 医師の診断書を持参し運転免許センターにて臨時適性検査を受検する。また, 「条件付きにて運転再開可」とされた場合は, 運転可能な車の改造条件等が医師の診断書に明記されたうえで, 運転免許センターにて臨時適性検査を受検する。「練習後運転再開可」とされた場合は, 症例に教習所に入校してもらう形で複数回の実車を用いた練習を行ったのち, 公安委員会書式の医師の診断書を持参し運転免許センターにて臨時適性検査を受検する。

要再評価と判断された症例の場合には, 一定期間経過後に再評価を行い, 教習所内評価で不十分な場合は追加で公道での運転技能評価を行っている。再評価においても運転再開が困難と判断される場合は, 医師の診断書に自動車運転に支障が生じている旨を記載して運転免

許センターに提出する。なお、運転免許証の交付については、運転免許センターが、医師の診断書や各種検査等の情報をもとに判断している。本章での調査実施において、提出した医師の診断書の判断と免許センターの判断の間に乖離が無いことを確認している。

2.3 対象と方法

平成 18 年から平成 22 年までの 5 年間に自動車運転評価を実施した対象者を、それぞれ運転可能群、運転不可・見送り群の二群に分類し、神経心理学的検査の結果を比較した。運転可能群は 2.2.1~2.2.4 の手順の自動車運転評価を経て問題なく運転再開できたグループ 56 名、運転不可・見送り群は自動車運転評価において運転不可と判断された者や再評価を要した者 21 名とした。運転可能群、運転不可・見送り群における年齢、発症後日数、性別、診断名、麻痺側などの情報については、表 2.1 に示す。今回、二群間で比較する項目は、知能指数を計測する WAIS-3rd (Full Scale Intelligence Quotient: FIQ, Verbal Intelligence Quotient: VIQ, Performance Intelligent Quotient: PIQ)、主に右半球損傷由来の半側空間無視などの空間性注意障害を検査する BIT (通常検査, 行動検査)、全般性の注意機能を検査する TMT (part A, B)、複数の物事を同時進行に処理する遂行機能を検査する BADS の八項目とした。本調査については新潟リハビリテーション病院院倫理委員会の承認を得て実施した。

表 2.1 運転可能群, 運転不可・見送り群の属性データ

	運転可能群	運転不可・見送り群
年齢	53±12	57±13
発症後日数	219±236	416±384
性別 男 / 女	48/8	19/2
診断名 CVA	51	16
TBI	3	3
その他	2	2
麻痺側 左	21	3
右	27	13
両側	2	0
麻痺なし	6	5

CVA : cerebrovascular accident (脳卒中)

TBI: Traumatic brain injury (頭部外傷)

2.4 統計学的解析

統計学的解析においては、個々の群の検査データについて Kolmogorov-Smirnov 検定にて正規性の検定を実施し、さらに二群間で F 検定にて等分散の検定を実施した。この中で正規分布に従うとされたもののうち、等分散であるとされたものについては Student's t test を用いた。さらに正規分布に従うとされたもののうち、等分散でないとされたものについては Welch's t test を用いた。また、正規分布に従わないとされたものについてはノンパラメトリックな手法として Mann-Whitney's U test 用いた。今回の八項目のスコアのうち、WAIS-3rd (FIQ, VIQ, PIQ) の 3 項目における二群間の比較については Student's t test, BADS については Welch's t test, BIT(通常検査, 行動検査), TMT (part A, B) の 4 項目における二群間の比較については Mann-Whitney's U test を用いた。有意水準については 5%とした。統計ソフトは SPSS Statistics19 を用いた。

2.5 結果

運転可能群では FIQ (平均値±標準偏差) :98.0±16.7, VIQ:97.0±17.7, PIQ:97.2±17.8, TMT-part A:44.8±17.0 秒, part B:131.0±72.3 秒, BIT 通常検査:143.1±4.5, 行動検査:78.9±3.0, BADS:100.4±14.3 であった。運転不可・見送り群では FIQ:83.3±13.0, VIQ:84.4±15.3, PIQ:85.2±16.6, TMT-part A:77.2±41.5 秒, part B:225.6±210.1 秒, BIT 通常検査:139.8±6.9, 行動検査:78.3±3.0, BADS:90.0±19.2 であった (表 2.2)。

FIQ, VIQ, PIQ, TMT-part A, part B, BIT 通常, BADS で運転可能群と運転不可・見送り群との間に有意差を認め, FIQ, VIQ, PIQ, BIT 通常, BADS で運転不可・見送り群のスコアが運転可能群より低いこと, TMT-part A, part B で運転不可・見送り群の検査所要時間が運転可能群より長いことが示唆された。(表 2.2)。

その一方で, 全検査結果の二群の四分位範囲を比較すると, いずれも運転再開群と運転不可・見送り群の結果の分布の間に重複が認められており, 運転可能群と運転不可・見送り群を完全に判別する結果が得られなかった。

表 2.2 運転再開群と運転不可・見送り群の神経心理学的検査の結果の比較

	運転可能群 (n=56)		運転不可・見送り群 (n=21)		p 値
	mean±SD	median[IQR]	mean±SD	median[IQR]	
TMT part A (秒)	44.8±17.0	40.0 [32.0- 54.0]	77.2±41.5	76.0 [49.0- 92.0]	0.001 ^b
part B (秒)	131.0±72.3	112.0 [82.3- 160.5]	225.6±210.1	151.0 [110.0- 210.0]	0.036 ^b
WAIS-3rd FIQ	98.0±16.7	95.0 [88.0- 110.3]	83.3±13.0	83.0 [76.0- 93.0]	0.0001 ^a
VIQ	97.0±17.7	96.5 [84.8- 107.0]	84.4±15.3	84.0 [73.0- 96.0]	0.005 ^a
PIQ	97.2±17.8	95.0 [84.0- 110.5]	85.2±16.5	83.0 [76.0- 94.0]	0.009 ^a
BIT 通常	143.1±4.5	144.5 [142.8- 146.0]	139.8±6.9	142.0 [139.0- 145.0]	0.038 ^b
行動	78.9±3.0	80.0 [78.0- 81.0]	78.3±3.0	79.0 [76.0- 81.0]	0.326 ^b
BADS	100.4±14.3	102.0 [93.0- 112.0]	90.0±19.2	98.0 [79.0- 102.0]	0.032 ^c

IQR: Interquartile range a: Student's t test, b: Mann-Whitney's U test, c: Welch's t test

2.6 考察

本章では、過去に自動車運転評価を行なった脳損傷者を運転可能群、運転不可・見送り群の二群に分類し、八項目の神経心理学的検査の結果について比較した。その結果、BIT 行動検査を除く七項目において運転可能群が運転不可・見送り群よりも良好な結果を示した。以下に各検査項目についての考察を述べる。

2.6.1 WAIS-3rd について

IQ について前田ら⁴⁶⁾は高次脳障害患者・片麻痺患者の運転適性として WAIS-R, KOHS 立方体組み合わせテストによる知的能力で IQ が 80~90 以上保たれていることが望ましいと述べている。WAIS-3rd 付属の理論マニュアルから WAIS-3rd と WAIS-R の間には高い相関があるといわれており⁵⁸⁾、本章での自動車運転評価での運転可能群の WAIS-3rd スコアは FIQ:98.0±16.7, VIQ:97.0±17.7, PIQ:97.2±17.8 と前田らの報告を支持する結果となった。

2.6.2 TMT について

Schanke et al.³⁹⁾は、患者を 4 グループに分類して報告しており、障害があっても運転再開を認めた群では TMT- part A の結果は 42.6±13.6 sec, part B の結果は 148.9±79.9sec であったと述べている。また、小倉ら⁴⁸⁾は自動車運転の適否判断の目安値として TMT-part A が 47sec, part B が 133sec であると報告している。本調査の自動車運転評価における運転可能群の TMT-part A の結果は 44.8±17.0 秒, part B の結果は 131.0±72.3 秒であり、Schanke et al.や小倉らの報告に近く、その報告を支持する結果となった。

2.6.3 BIT について

BIT 通常検査については、運転可能群の 143.1±4.5 点が運転不可・見送り群の 139.8±6.9 点より良好な結果を示した。運転不可・見送り群の BIT 通常検査の失点項目について着目し下位項目を見ていくと、ほとんどが BIT の下位検査の Cancellation Test(抹消検査)に失点が集中していた。石合⁵⁹⁾らは BIT 通常検査では抹消試験の比重が大きくなりすぎると報告して

おり、今回の結果では典型的な半側空間無視のように右か左のどちらか一方向のみに集中して見落とすよりも全体的にわずかな見落としといった傾向が多く、注意障害の影響による失点や半側空間無視に対する代償的法略によってわずかな失点にとどまっているケースがほとんどであると考えられた。しかし、右半球損傷に起因する左片麻痺者に限定してみると BIT のスコアがカットオフ値以上であっても、運転場面において左空間への注意の低下・空間認知の低下が観察された症例も散見された。半側空間無視にはいくつかのサブタイプが存在し、空間の広がりや自己身体に相当する領域(personal space)、上肢を伸ばして届く範囲の領域(peripersonal space)、それより遠位の領域(extrapersonal space)に分けられ、机上の検査にて半側空間無視が認められない場合でも、日常生活場面で症状が認められる場合があると報告されている⁶⁰⁻⁶²⁾。長山ら⁶⁰⁾は、いくつかの机上検査では正常領域であっても ADL 上で特に遠位の領域(extrapersonal space)や、自己身体に相当する領域(personal space)を同時に認識する必要のある動作などに症状が出ることが多いと報告している。したがって自動車運転のように複数課題を同時処理する環境下において左空間への注意の低下が出現しやすい症例がいる可能性が高い。また、半側空間無視を呈する症例に対しての BIT は peripersonal space である机上で行う検査であり、自動車運転においてはさらに奥行きのある extrapersonal space への注意機能が求められる。したがって自動車運転の評価においては机上で行う BIT よりも奥行きのある空間(extrapersonal space)への注意機能に着目した評価が必要になってくるものと考えられる。

2.6.4 BADS について

BADS において運転可能群は 100.4 ± 14.3 点、運転不可・見送り群は 90.0 ± 19.2 点と、運転可能群において良好な結果を示した。小倉ら⁴⁸⁾は自動車運転の適否判断の目安値としての BADS 年齢補正標準化得点は 99 点であると報告している。本調査の運転可能群の結果は小倉らの報告を支持する結果となった。

BADS は遂行機能 (executive function) の評価バッテリーとして近年、世界的に使用されているが、小倉らの報告^{48, 49)}以外に BADS を脳損傷者の自動車運転評価に用いた文献は見

当たらず、他に遂行機能の評価としてストループテスト（Stroop test）やウィスコンシンカードソーティングテスト（Wisconsin Card Sorting Test: WCST）を自動車運転評価前の遂行機能のスクリーニング検査として用いている文献が散見される^{35,39,50}。また、注意機能の検査である TMT は遂行機能のスクリーニング検査としてもカテゴライズされており、運転可否予測の検証に用いられている文献が多い^{32,34-45}。緒方ら⁶³は WCST, TMT, Stroop test などの遂行機能検査の成績が正常でも遂行機能が障害されている患者がいること、BADs については上記の WCST, TMT, Stroop test で明らかにできなかった遂行機能やさまざまな問題解決能力を総合的に評価できる点が特徴であると述べている。したがって、普段の日常生活よりも高度な遂行機能が求められる自動車運転については、詳細に評価できる BADs が脳損傷者の自動車運転の有用な評価法の一つとなる可能性がある。

2.6.5 運転再開可否のボーダーラインの検討と今後の課題

今回得られた知見として、WAIS-3rd の FIQ83, VIQ84, PIQ85 以下、TMT の part A77 秒以上、part B225 秒以上、BADs90 点以下となった対象者は、自動車運転評価において・見送りとなる可能性があることが示唆された。その一方で、全検査の二群の四分位範囲を比較した結果、いずれも運転再開群と運転不可・見送り群の結果の分布の間に重複が認められており、運転可能群と運転不可・見送り群を完全に判別する結果が得られていない。つまり、上記で示したように、神経心理学的検査の点数が低くても自動車運転再開へと繋がったケースやその逆のケースも存在するため、神経心理学的検査の自動車運転再開可否の予測精度、感度や特異度についての詳細な検証が必要である。

2.7 本章のまとめ

本章では、過去に自動車運転評価を行なった脳損傷者を運転可能群、運転不可・見送り群の二群に分類し、八項目の神経心理学的検査の結果について比較した。

その結果、運転再開群の結果は、複数の先行研究の結果を支持するものとなった。

また、WAIS-3rd の FIQ83, VIQ84, PIQ85 以下、TMT part A77 秒以上、part B225 秒以上、

BADS90 以下を示す場合，実車評価の場面において再開不可・見送り群に判別される認知・判断・予測・操作などの問題が観察される可能性があり，神経心理学的検査の結果から脳損傷者の危険運転を事前に予測するフィルタリングとして活用できる可能性がある．しかし，その一方で，二群の四分位範囲の重複があり，検査結果と運転再開可否結果が乖離するケースが存在している．このことから，神経心理学的検査がどの程度の自動車運転再開可否を予測する精度を持っているのかを詳細に検証する必要がある．

第3章 神経心理学的検査を用いた運転再開可否判断のカットオフ値の検討

3.1 目的

本章では、第2章の運転可能、運転不可・見送り群の比較の結果を踏まえ、神経心理学的検査の自動車運転再開可否の予測精度・感度・特異度について、Receiver Operating Characteristic analysis（以下、ROC解析）を用いて検証する。ROC解析は、無線通信の領域で受信機の入力レベルを様々に変化させて最良の signal/noise ratio を得る手法とされ⁶⁴⁾、医学領域では連続変数によるアウトカム（二値変数）の予測性能評価・カットオフ値設定に用いられている。

3.2 対象と方法

本章における対象は、2007年から2013年の7年間に自動車運転評価を実施した者115名（運転再開群：87名、再開不可・見送り群：28名）である。各神経心理学的検査（TMT part A, part B, BIT 通常検査, WAIS-3rd, BADS）のスコアや検査実施時間を説明変数、運転可能群/不可・見送り群を従属変数としたROC解析を実施し、各神経心理学的検査における運転再開可否の診断・予測精度の検証を行った。ROC解析では、各神経心理学的検査の運転可能群/不可・要再評価群を予測する最も良好なカットオフ値、そのカットオフ値の検査感度・特異度、検査の予測精度を示す Area Under the Curve（以下、AUC）が算出される。本章では、最も良好なカットオフ値として、ROC曲線のカーブのうち、最も左上隅に近づく点、つまり感度・特異度がともに高い点とした（図3.1）。統計ソフトはR 3.4.0を用いた。

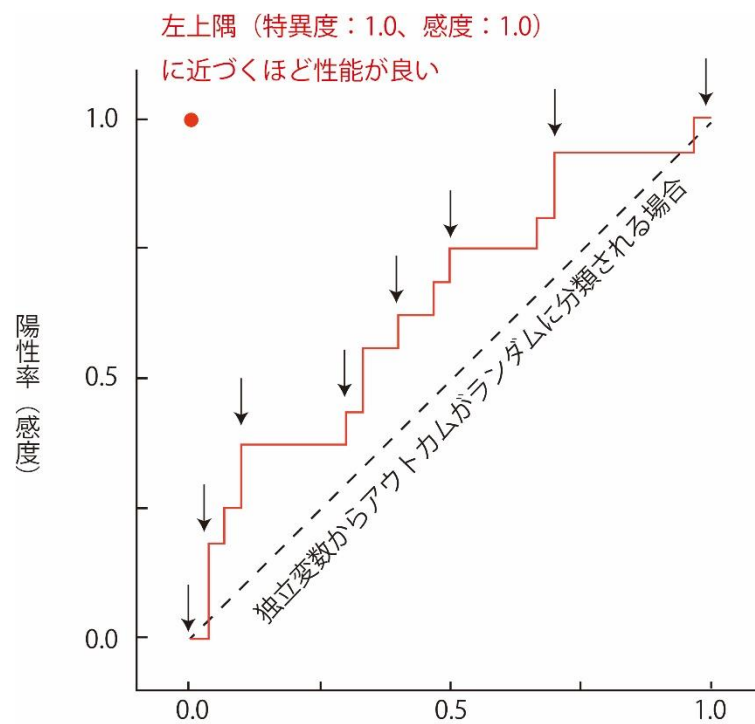


図 3.1 ROC 曲線の原理

カットオフ値を少しずつずらしながら、感度・特異度の変化をグラフ上にプロットする

3.3 結果

各神経心理学的検査の ROC 曲線を図 3.2 に示す. 感度と特異度がともに高いカットオフ値を有していた神経心理学的検査は WAIS-3rd の FIQ:90, PIQ:90 であった. また, 検査による判別の予測精度を示す AUC については, TMT part A:53 秒, WAIS-3rd の FIQ: 90, VIQ:90, PIQ:90, BIT:143 点において 0.708-0.784 の範囲で中等度の予測精度を示し, TMT part B:134 秒, BADS:88 点において 0.666-0.689 の範囲で低度の予測精度を示した (表 3. 1).

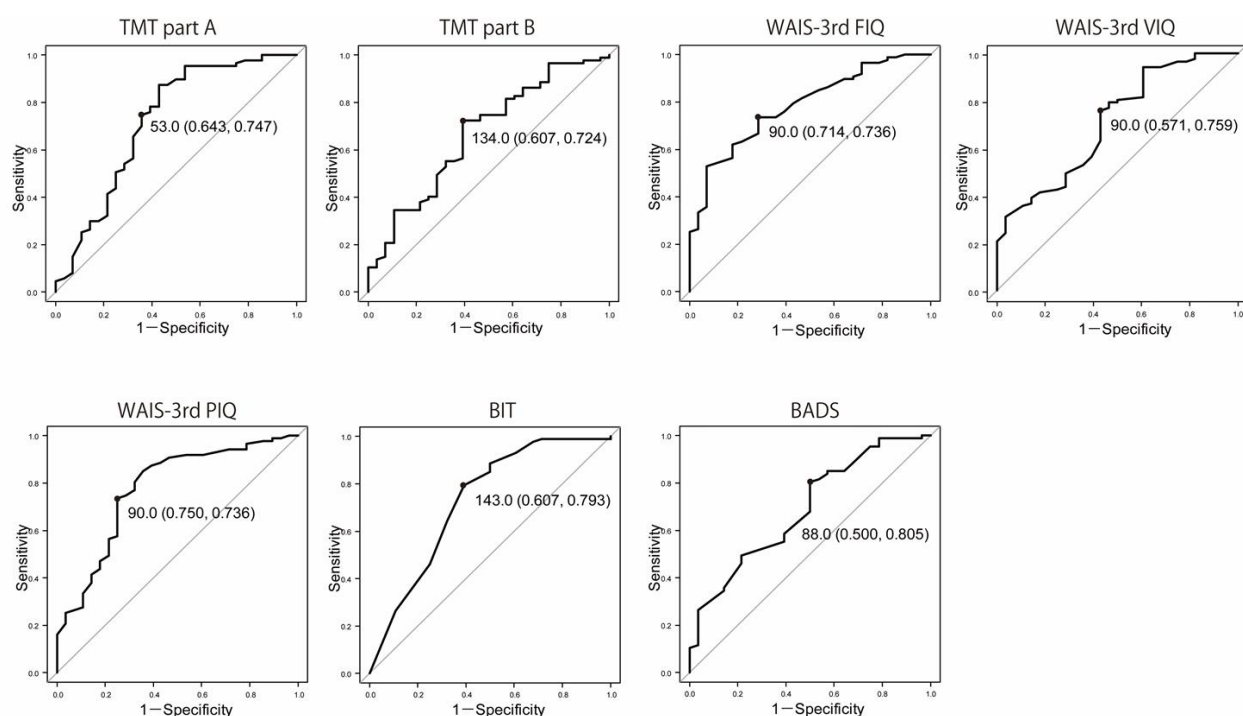


図 3.2 各神経心理学的検査の ROC 曲線

曲線のグラフ内提示された数字は、感度・特異度が最も高かったカットオフ値 (特異度、感度) を示す.

表 3.1 運転再開群と運転不可・見送り群の ROC 解析の結果

	カットオフ値	特異度	感度	AUC	95%CI
TMT part A	53.0 (秒)	0.643	0.747	0.721	0.595-0.846
part B	134.0 (秒)	0.607	0.724	0.666	0.548-0.784
WAIS-3rd FIQ	90.0	0.714	0.736	0.784	0.693-0.875
VIQ	90.0	0.571	0.759	0.708	0.596-0.819
PIQ	90.0	0.750	0.736	0.777	0.671-0.883
BIT	143.0	0.607	0.793	0.728	0.608-0.847
BADS	88.0	0.500	0.805	0.689	0.576-0.802

AUC: Area under the curve 0.50-0.70; low accuracy, 0.70-0.90; moderate accuracy, 0.90; high accuracy
95%CI: 95% Confidence Interval

3.4 考察

本章で用いた神経心理学的検査の感度・特異度に着目すると、WAIS-3rd の PIQ を除いて、全体的に特異度よりも感度が優れている神経心理学的検査が多い（表 3.1）。また、判別の予測精度を示す AUC は、TMT part A の 53 秒, WAIS-3rd の FIQ: 90, VIQ: 90, PIQ: 90, BIT の 143 点をカットオフ値に設定することで 7 割の中等度の予測精度を示し、TMT part B:134 秒, BADS:88 点をカットオフ値に設定することで 6 割後半の低度の予測精度を示した。

これらのことから、運転再開可否判断においては、今回取り上げた神経心理学的検査の感度を重視すること、つまり運転再開可能群よりも運転不可/見送り群を検出する目的に比重を置き、さらに各検査のカットオフ値を複合的に使用することで、運転不可/見送り群を検出する確率を中等度程度確保できるものと考えられる。

一方、神経心理学的検査の使用上の注意点として、WAIS-3rd は検査の実施に最低でも 1 時間を要する所要時間の長い検査であり、教習所や自施設内での実車評価の実施が可能な施設においては、検査の位置付けや臨床業務上の効率性など費用対効果の側面も考慮して活用を検討する必要がある。

最後に、今回の結果のうち、各検査の予測精度の 7 割に該当しない残る 3 割の部分については、神経心理学的検査の結果だけで判別することが困難である。特に、左半球損傷に起因する失語症等の言語障害がみられる対象者の場合、その症状により言語の理解や表出の問題に影響を受けて WAIS-3rd の検査値が低下し、実際の運転可否予測が低く見積もられる可能性がある。実際に、神経心理学的検査を用いて運転可否予測を試みた先行研究では、失語症を対象者から除外しているものも散見される^{35, 38, 51)}。また、第 2 章の考察でも述べたように、BIT のスコアが問題の無いレベルであっても、運転場面において左空間への注意の低下・空間認知の低下が観察された右半球損傷患者が存在していることから、今後の解析として、左右の脳半球の機能分化である脳側性化を考慮した左右の損傷半球ごとの層別化解析も必要であると考えられる。

3.5 本章のまとめ

本章では、第 2 章の結果を踏まえて、脳損傷者 115 名を対象に実車評価結果（運転可能群 / 不可・見送り群）を従属変数とした ROC 解析を神経心理学的検査ごとに実施し、それぞれのカットオフ値、検査感度・特異度、検査の予測精度を算出した。

各神経心理学的検査の感度・特異度に着目すると、WAIS-3rd の PIQ を除いて、全体的に感度よりも特異度が優れている神経心理学的検査が多かった。また、ROC 曲線の AUC の結果では、TMT part A の 53 秒、WAIS-3rd の FIQ: 90, VIQ: 90, PIQ: 90, BIT の 143 点をカットオフ値と設定することで、7 割の中等度の予測精度を示した。

そのため、運転再開可否判断においては、今回取り上げた神経心理学的検査の感度を重視する形で運転不可/見送り群を検出する目的に比重を置き、さらに各検査を複合的に活用することで運転不可/見送り群を検出する確率を中等度程度確保できるものと考えられる。

一方で、各検査の予測精度の残る 3 割の部分は、神経心理学的検査の結果での判別が困難である。この要因として、左右の脳半球の個々の機能的特徴に由来する検査結果と運転行動の間の乖離が影響していることが予測されるため、今後の解析として、左右の損傷半球ごとの層別化解析も必要であると考えられる。

第4章 右半球損傷(Right hemisphere brain damage: RHD)患者のケーススタディ

4.1 RHD 患者に見られる半側空間無視 (Unilateral Spatial Neglect: USN)

第3章の結果を踏まえ、本章では、損傷半球を考慮した解析の前段階として、RHD 患者の自動車運転評価の結果について詳細に分析するケーススタディを実施する。RHD 患者にみられる代表的な症状である USN は、大脳半球病巣の対側空間に対して注意を向けることができない現象であり⁶⁵⁾、RHD 後の左 USN としての発生頻度が高く、リハビリテーション目的で入院している RHD 患者の約 4 割に認めるとされている⁶⁶⁾。

4.1.1 USN 症例の日常生活上の問題と代表的な机上検査

USN 症例の代表的な日常生活上の問題として、左に注意を向けられない状態が顕著に出現する Right neck rotation (図 4.1)⁶⁷⁾をはじめ、食事時に自身の前方に設置されているお膳の左側の料理の食べ残しや、歩行時や車椅子駆動時に左側をぶつけるなどの問題があり、日常生活を送るうえで大きな支障となる。USN の症状の有無を確認する代表的な検査として Behavioral Inattention Test : BIT があり、BIT は複数の下位検査を含む通常検査と行動検査で構成されている。臨床上、この BIT 通常検査において 146 点中 131 点以下、BIT 行動検査において 81 点中 68 点以下であれば、USN を疑う⁶⁸⁾。また、BIT 通常検査の下位検査に含まれる抹消課題(線分抹消課題、星印抹消課題、文字抹消課題)は、その採点比重が大きいために全体の点数に影響しやすい特徴がある⁶⁹⁾。そして、BIT は検査の制限時間が設けられておらず、抹消課題で時間をかけた見直しをするなどの代償方略により得点が高くなる可能性があり、机上検査の結果と日常生活上で観察される問題との間に乖離が生じることも報告されている^{60, 62, 70, 71)}。

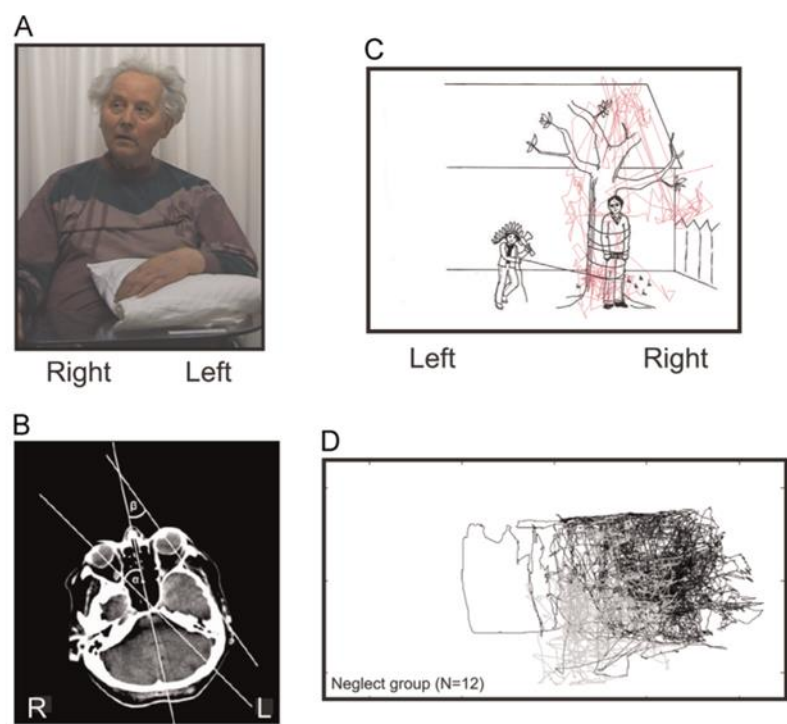


図 4.1 USN 症例における Right neck rotation と視線動態⁶⁷⁾

4.1.2 USN の重症度と自動車運転

USN 症例の自動車運転については、中等度から重度症例は明らかな禁忌⁷²⁻⁷⁴⁾とされ、実車運転評価に至る前に BIT⁶⁸⁾等を用いて USN の有無を確認する必要がある。しかし、USN には、前述のように机上検査 BIT と実際の ADL 場面との乖離があることをはじめ、近位や遠位空間における無視のサブタイプの存在⁷⁵⁾、および複雑な課題下で無視症状が顕在化する軽度例⁷⁶⁾の存在もあり、BIT 単独での自動車運転の可否判断は USN の症状の存在を見落とす可能性がある。また、本邦の道路交通法において、USN を呈する患者は詳細な症状の自己申告をしなければ、公安委員会の運転適性検査に合格してしまう問題点が指摘されている⁷²⁾。欧米では、Jehkonen ら⁷⁷⁾が運転再開後の二年間無事故であった USN 軽度例を報告しているが、その可否判断基準については明確にされていない。

本章では、BIT では検出されない軽度の USN を有した転帰の異なる RHD 三例について、神経心理学的検査等の所見やシミュレータ評価および実車運転評価の結果を分析し、リスクのある USN 軽度例を見落とさないための行動面の特徴など評価の手がかりを得ることに加え、USN 軽度例の運転再開につながる要因を見出すことを目的としている。

4.2 方法

4.2.1 対象の包含基準と倫理的配慮

本章の対象者は、著者らの自動車運転評価⁷⁸⁾の包含基準に従い、運動機能は運転操作に支障が無く、ADL が自立し、金銭管理等の問題解決能力があると主治医が判断し、自動車運転評価を処方された者三名とした。なお、本章の研究実施にあたり、症例には個人情報の保護について口頭および文書で説明し、同意を得た。

4.2.2 自動車運転評価の手順

対象者には、神経心理学的検査等の評価に加え、新潟市内の自動車教習所の協力を得て行うシミュレータ検査や実車評価が含まれる自動車運転評価⁷⁸⁾を実施した。また、本章では、症例 3 にのみドライビングシミュレータ（Honda 製セーフティナビ：以下、S ナビ）を用いた院内での訓練も併せて実施した。

教習所でのシミュレータ検査では、警察庁方式の CRT 運転適性検査に準拠した三菱プレシジョン製の DS-20（図 4.2-a）を用いて、単純反応検査（図 4.2-b）、選択反応検査（図 4.2-c）、ハンドル操作検査（図 4.2-d）、注意配分複数作業検査（図 4.2-e）を実施した。

実車運転評価では、作業療法士と教習指導員が教習車両に同乗し、双方の観点から評価を実施した。また、車両後部座席からビデオカメラ、デュアルレンズ型のドライブレコーダーを用いて対象者の運転の様子を撮影した。

S ナビを用いた訓練は、訓練前に S ナビを用いて計測した反応検査や練習走行のデータをもとに、対象者の能力に応じた難易度の市街地コースを選択し、複数回実施した。市街地コースは所要時間 5~10 分のコース走行であり、対象者は遭遇する様々な危険場面に対して安全確保のための対処行動をとることが求められる。

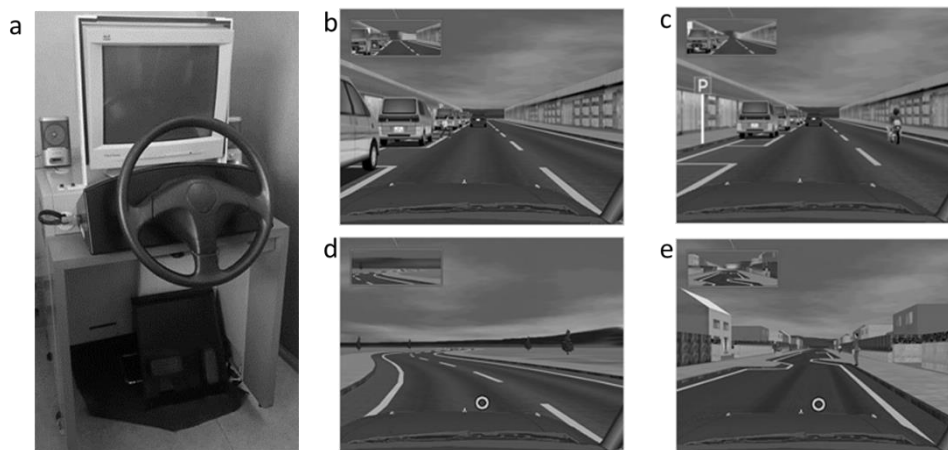


図 4.2 教習所における運転シミュレータ検査

- a. 教習所で使用している運転シミュレータ（三菱プレジジョン DS-20）
- b. 単純反応検査：子供の飛び出しに対して即座にブレーキを踏むまでの反応時間を計測する
- c. 選択反応検査：子供の飛び出しに対してブレーキを踏む・大人の道路横断に対してアクセルを離す・対向車線のバイク走行に対してそのままアクセルを踏み続けるなど刺激の種類に応じた個々の反応時間や反応の正誤数を計測する
- d. ハンドル操作検査：段階的に変化する固定された三つの速度条件（時速 30km, 40km, 50km）で、カーブが続く道路を逸脱しないように走行する課題における道路から逸脱した左右の誤差率を検出する
- e. 注意配分・複数作業検査：選択反応検査・ハンドル操作検査の要素が全て含まれる

4.3 症例紹介

三症例の脳画像を図 4.3，神経心理学的検査と教習所でのシミュレータ検査の反応検査の結果を表 4.1，ハンドル操作検査の結果を図 4.4，実車評価において観察された危険場面を図 4.5 に示す．また，以下に各症例の詳細を述べる．

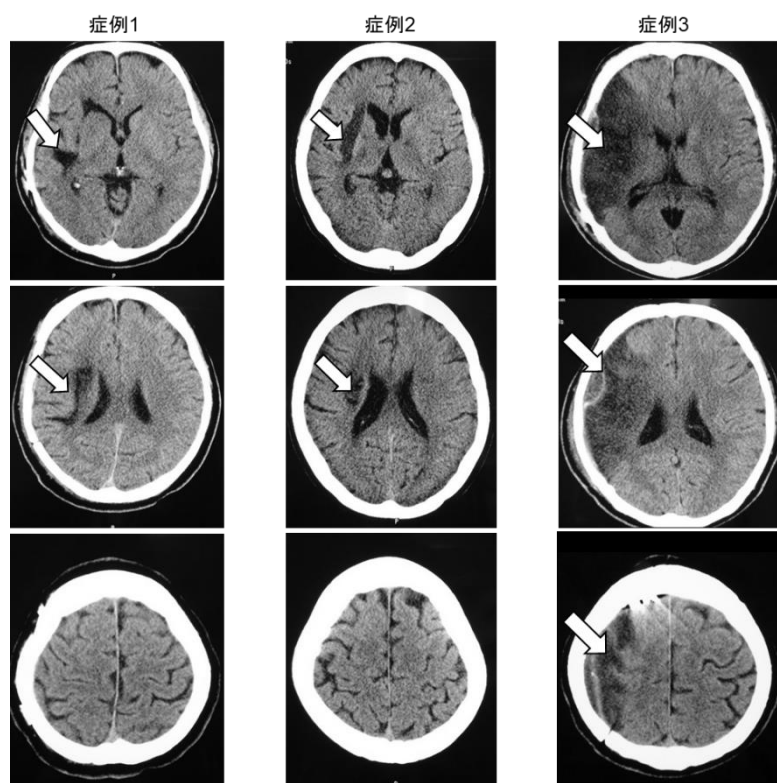


図 4.3 各症例の脳画像

症例 1 は発症 1 ヶ月半後、症例 2 は発症 4 ヶ月後、症例 3 は発症 2 ヶ月後の CT 画像を示す
上から基底核スライス、側脳室体部スライス、中心溝・頭頂部スライスのレベルでの脳画像を示す
矢印は病巣を示す

表 4.1 神経心理学的検査と教習所でのシミュレータ反応検査の結果

		症例1			症例2		症例3	
		初回運転評価 発症2ヶ月半後	再評価 発症10ヵ月後		初回運転評価 発症11ヶ月後		初回運転評価 発症10ヶ月後	
TMT	Part A Part B	43 sec 91 sec	27 sec 62 sec		31 sec 74 sec		31 sec 145 sec	
PASAT	1秒条件							
正答率	2秒条件	55%						
かなひろいテスト	無意味文 物語文				34/39 32/60 (物語の把握可能)			
BIT	通常検査 行動検査	145/146 (星印 -1) 79/81 (写真 -2)	145/146 (星印-1) 81/81		142/146(文字 -4) 78/81(写真 -3)		141/146(文字 -5) 74/81(写真 -4, 電話-1, 時計-2)	
WAIS-3rd	知能指数 群指数	VIQ97, PIQ97, FIQ96 VC93, PO97, WM102, PS86	VIQ97, PIQ109, FIQ102 VC100, PO101, WM105, PS102		VIQ113, PIQ99, FIQ108 VC109, PO103, WM113, PS102		VIQ95, PIQ67, FIQ80 VC78, PO75, WM92, PS52	
BADS	年齢補正標準化得点 (区分)	108(平均)	113(平均上)		73(境界域)		102(平均)	
単純反応検査	ブレーキ	0.55 sec	0.53 sec	0.456 ± 0.069sec	0.48 sec	0.479 ± 0.058sec	0.55 sec	0.465 ± 0.072sec
選択反応検査	ブレーキ	0.75 sec	0.63 sec	0.477 ± 0.091sec	0.67 sec	0.521 ± 0.098sec	0.66 sec	0.494 ± 0.101sec
	アクセル	0.52 sec	0.41 sec	0.584 ± 0.090sec	0.49 sec	0.594 ± 0.063sec	0.49 sec	0.595 ± 0.026sec
注意配分 複数作業検査	ブレーキ	0.64 sec	0.58 sec	0.548 ± 0.094sec	0.61 sec	0.580 ± 0.104sec	0.63 sec	0.567 ± 0.085sec
	アクセル	0.92 sec	0.51 sec	0.484 ± 0.099sec	0.50 sec	0.521 ± 0.145sec	0.46 sec	0.506 ± 0.106sec

TMT: Trail Making Test

BIT: Behavioral Inattention Test

WAIS-3rd: Wechsler Adults Intelligence Scale

BADS: Behavioral Assessment of Dysexecutive Syndrome

PASAT: Paced Auditory Serial Addition Task

VIQ: Verbal Intelligence Quotient (言語性IQ),

PIQ: Performance Intelligence Quotient (動作性IQ),

FIQ: Full Scale Intelligence Quotient (全検査IQ),

VC: Verbal Comprehension (言語理解), PO: Perceptual Organization (知覚統合),

WM: Working Memory (作動記憶), PS: Processing Speed (処理速度)

ブレーキ: ブレーキ反応時間、アクセル: アクセル反応時間、 は同世代の健常者の反応時間(平均±標準偏差): DS-20印刷出力結果より

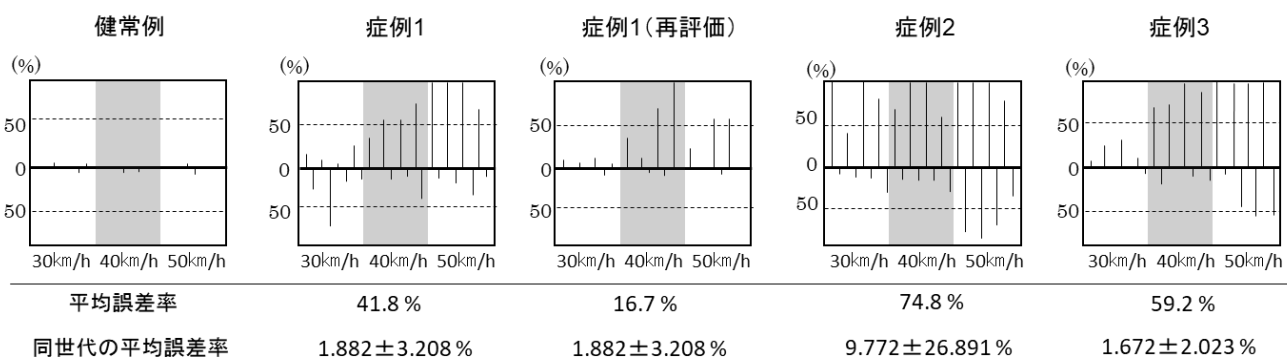


図 4.4 教習所におけるシミュレータ検査のハンドル操作誤差率の結果

横軸の前半は時速 30 km、網掛けの中盤は時速 40km、後半は時速 50 kmで走行する区間を示す

ヒストグラムは車線からはみ出した誤差率を示す

縦軸の上は左方向、下は右方向を示す

車両の片輪が走行車線をはみ出す位置を誤差率 100%としている

同世代の平均誤差率は DS-20 出力結果を参照

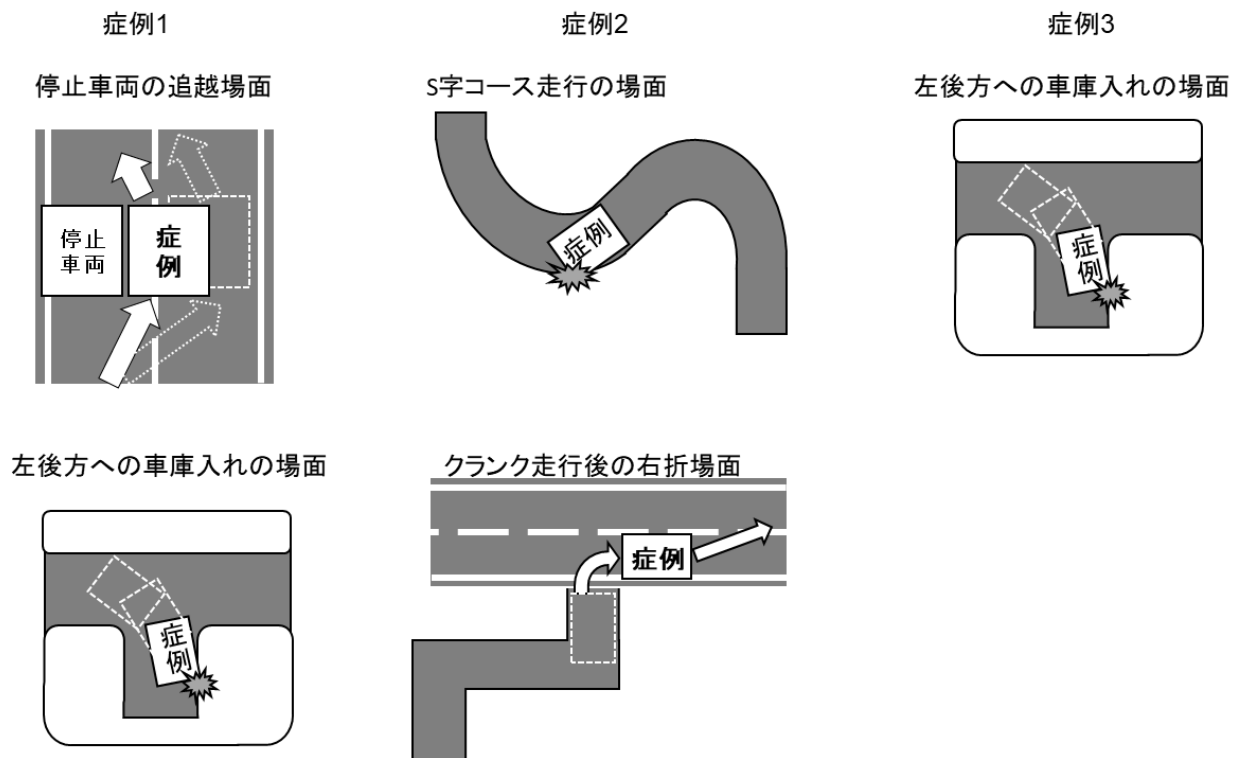


図 4.5 教習所内の実車評価において観察された危険場面

4.3.1 症例 1

症例 1 は、30 歳代、右利きの男性である。右被殻出血（図 4.3）の診断で発症同日に開頭血腫除去術が行われた。急性期病院からの紹介状には、入院時に明らかな左片麻痺と USN を認めたと記載されていた。発症後 1 ヶ月時に回復病棟に転入院し、転入院時の身体の麻痺の状態は Brunnstrom Recovery Stage（以下、BRS）上肢VI，下肢VI，手指VIであり、行動上明らかな USN は観察されなかった。発症後 2.5 ヶ月時（入院中）に退院後の復職を見据えた移動手段確立のため、初回の自動車運転評価を開始した。

4.3.1.1 初回運転評価の結果と経過

症例 1 の視野、眼球運動、視覚消去現象について検査上の問題は認められなかった。神経心理学的検査では、TMT Part B が 91 秒であり、先行研究^{79,80)}における同世代の平均に比べ遅延傾向であった。処理速度を検査する Paced Auditory Serial Addition Test（以下 PASAT）では、正答率が 1 秒条件 35%，2 秒条件 55%と低く、視覚・聴覚的な処理速度低下が疑われた。BIT は通常検査 145 で、星印抹消では丁寧に時間をかけて探索していたが、左端中央部の見落としがあった。行動検査は 79 とカットオフ値以上であった（表 4.1）。しかし、本人との面接から、歩行（独歩）中に左側の物へぶつかったことがあるなど USN の存在が疑われた。WAIS-3rd では、処理速度の群指数のみが 86 と他群指数に比べ低い傾向にあった。

教習所でのシミュレータ検査では、反応速度が同世代の健常成人よりも遅延していると判定された（表 4.1）。ハンドル操作検査では、健常者の結果と比べ左方向へ明らかに車線偏位と逸脱を認め、速度増加する課題後半になるにつれて誤差率は増大した（図 4.4）。教習所での実車運転評価では、駐停止車両の追い越し場面において左側に駐停車している車両のサイドミラーに接触しそうな程近い位置を走行する様子が観察され、同乗した教習指導員からは左側空間に対する不注意の指摘を受けた。また、左後方への車庫入れ場面では、症例が左方向を頻繁に目視し、車両左側の空間を開けすぎて、右後方を壁にぶつけるなどの車両位置の偏位が観察された（図 4.5）。実車運転評価後のフィードバックでは、「まあまあ、普通だっ

たと思う。」「思ったより近かった。気が付いたらぶつかっていた。」「自分の車は〇〇〇だから、ほとんどがバックモニターを使っている。普段から後ろはあまり見ない。」など、症例自身の運転行動に対する取り繕いや運転に対する自己認識の低下が疑われるコメントが聞かれた。

以上のことから、医師とのカンファレンスを実施し、発症後期間が約 3 ヶ月と短いことから運転再開はまだ危険であると判断し、改善の可能性を考慮して医師を通して一定期間（半年）の外来フォローアップ後の再評価実施を伝えた。再評価までの期間は週一回の外来作業療法で机上の注意機能賦活訓練を行った。外来訓練では、運転評価の結果に納得できておらず、自己認識の乏しさも疑われたため、評価結果のフィードバックに加え、見落としへの対処方法等の助言を継続的に実施した。

4.3.1.2 二回目の自動車運転評価の結果

神経心理学的検査では、WAIS-3rd の処理速度をはじめ、全体的に数値が向上した（表 4.1）。教習所でのシミュレータ検査では、初回運転評価時よりも反応時間の改善がみられた（表 4.1）。ハンドル操作検査での左方向への偏位は残存したが、平均誤差率が初回評価時より改善がみられた（図 4.4）。実車運転評価では、車庫入れ時に左側を空けすぎる様子が残存していたが、右後方の接触は回避できていた。教習指導員からは、交差点等の右左折時にセンターラインに寄ってしまう傾向があること、交差点右左折時の左側の確認不十分な場面があることが指摘された。実車運転評価後のフィードバック場面では、前回指摘された事項を意識して運転していたことや、再評価での指摘事項に対して「今のままの運転ではダメだ。」「もっと気を付けて運転しなければ」と安全運転に向けた運転行動修正の必要性について言及するなど、運転に対する自己認識の改善が伺えた。

以上のことから、医師とのカンファレンスを実施し、評価で得られた注意点の指導に加え、家族（妻）同乗の条件付きで運転再開するよう医師を通してアドバイスした。運転再開 2 年経過後に実施した妻への聞き取り調査では、同乗は継続されており、運転中にヒヤリとする場面が一度だけあったが、事故や車体を擦る場面等は無かったことが確認された。

4.3.2 症例 2

症例 2 は、50 歳代、右利き、女性である。右被殻出血（図 4.3）の診断で発症同日に急性期病院に入院し、CT 所見で **midline shift**、観察事項では意識レベル低下と明らかな USN を認めたことが急性期病院からの紹介状に記載されていた。回復期病棟転入院時（発症後 3 週時）には、左片麻痺に加えて上肢管理が不良な場面や車椅子駆動時に左側をぶつける場面が観察された。退院時（発症後 3.5 ヶ月時）には、左片麻痺の状態は **BRS 上肢Ⅲ**、手指Ⅱ、下肢Ⅲとなり、ADL は概ね自立した。退院後にデイサービスを利用していたが、地域での移動手段確立のため、発症後 11 ヶ月時に外来で自動車運転評価を開始した。

4.3.2.1 運転評価の結果と経過

症例 2 の視野、眼球運動、視覚消去現象について検査上の問題は認められなかった。神経心理学的検査では、仮名ひろいテストで無意味文 34/39、物語文 32/60 で物語の把握は可能であり、注意の選択性、配分性、転換性の障害が疑われた。BIT は通常検査 142、行動検査 78 とカットオフ値以上であり、文字抹消検査において一番左の列から順番に 1 個、0 個、1 個、2 個の見落としがみられた。BADS 年齢補正標準化得点は 73 と境界域であり、行為計画検査以外の下位検査項目は全て失点していた（表 4.1）。ADL 上の観察所見として、狭い空間での T 字杖歩行時に左下肢をぶつける場面がみられた。

教習所でのシミュレータ検査では、反応速度が同一年齢層の健常成人とほぼ同等であり（表 4.1）、ハンドル操作検査では、車線左側へ大きな逸脱を認め、走行速度が増大した 50km/h 条件では右側にも大きな逸脱を認めた（図 4.4）。実車運転（ハンドルノブを取り付けて実施）では、常時低速（10~20km/h）で走行しており、S 字やクランク走行中には左前輪の脱輪を認めた。また、走行中の教習指導員からの口頭指示への対応やウィンカー操作等の複数の系列操作が同時に求められる場面では、操作を誤って右車線を走行する場面が観察された（図 4.5）。

教習指導員からのフィードバック場面では、左空間への不注意を指摘され、右車線を走行した場面について、「どこを走るかわからず走っていた。」と発言し、総括として「ゆっくり走れば大丈夫」と楽観的に発言していた。

以上のことから、医師とカンファレンスを実施し、実車評価中の走行速度が常時低速であり、公道走行では交通の流れに乗れないなど事故の危険性が高いと懸念され、医師を通して運転再開は見送るようアドバイスした。

4.3.3 症例 3

症例 3 は、40 歳代、右利き、男性である。右中大脳動脈領域脳梗塞（図 4.3）の診断で急性期病院に入院し、血管内血栓除去術が施行された。血流再開通後は脳浮腫が強く、減圧開頭術が行われた。回復期病棟に転入院時（発症後 1 ヶ月時）には、車椅子フットサポートの上げ忘れや起居動作時の左上肢管理が不十分な場面および移乗動作が性急的な様子が観察され、動作の見守りが必要であった。退院時（発症後 5 ヶ月時）には、左片麻痺の状態は BRS 上肢Ⅵ，手指Ⅳ，下肢Ⅴとなり、移乗動作や ADL および T 字杖歩行は自立したが、計算やクロスワードなどの机上課題や疲労時に左空間の見落としが顕在化した。発症後 10 ヶ月時に外来で、地域での移動手段獲得を目的に自動車運転評価を開始した。

4.3.3.1 運転評価の結果と経過

症例 3 の視野、眼球運動、視覚消去現象について検査上の問題は認められなかった。TMT part B は 145 秒と先行研究 16,17)における同世代と比較し明らかな遅延傾向であり、注意の持続性、選択性、転換性の障害が疑われた。BIT は通常検査 141 で、文字抹消課題では左の列から順番に 3 個、1 個、0 個、1 個の見落としがあり、行動検査は 74 でカットオフ値以上であった。WAIS-3rd は処理速度 52，言語理解 78，知覚統合 75，動作性 IQ67 と低下を認めた（表 4.1）。

週 1 回の外来作業療法において実施された S ナビ訓練では、速度超過により、カーブを曲がり切れずに事故を起こす場面が観察された。作業療法士による指摘直後の修正・改善はみられるが、1 週間後の外来時では修正が持続されず、再び速度超過による同様の事故を繰り返していた。S ナビ評価・訓練中には「これくらいは簡単」と事故について軽視する発言が聞かれた。

教習所でのシミュレータ検査では、同世代の健常成人と比較して反応速度がやや遅延気味

であった（表 4.1）。また、ハンドル操作検査では左側に大きな逸脱を認め、走行速度増加に伴い誤差率も増大した（図 4.4）。実車運転評価では、序盤に車線左寄りの位置を走行する様子が多く観察され、教習指導員の指摘を受けて左方向への偏位は一時的に改善されたものの、最終的には車線右寄りの位置を走行するなど適正な車線位置の維持は困難であった。また、速度調整についても、当初は非常に遅い速度で走行しており、教習指導員から適正速度に速度を上げるよう指示された結果、急加速や右左折時の減速操作のタイミングが遅れるなど、場面に応じた適正速度への調整が困難な様子が観察された。さらに、左後方への車庫入れ場面では、常時左側を目視し続け、症例 1 と同様に車両の左側を開けすぎて車両右後方が接触する場面が観察された（図 4.5）。

教習指導員からは全体的に左方向を中心とした注意・確認が不十分な点や指摘事項に対する自覚が乏しい点を指摘された。また、実車評価後のフィードバックでは「運転は大丈夫だと思う。」と運転に対する自己認識低下が伺えた。以上のことから、医師とのカンファレンスを実施し、指摘事項の修正は可能だが、修正維持が困難であり、自己認識が乏しく事故の危険性が高いと懸念され、運転再開は見送るよう医師を通してアドバイスした。

4.4 考察

4.4.1 USN 軽度例の運転評価における注意点－神経心理学的検査－

BIT での USN の診断に関する石合ら⁶⁸⁾の見解を参考にすると、本報告の症例は全てカットオフ値以上を示している。BIT 等の紙筆検査は、再評価による学習効果、時間をかけた探索など代償方略による検査成績向上や天井効果がある^{66, 81-83)}。そのため、机上検査上は、USN の兆候がみられなくとも行動面で症状が顕在化することもあり⁷¹⁾、より動的で複雑な状況下での瞬間的な認知・予測・判断・操作が必要な自動車運転⁸⁴⁾との乖離が生じやすいと考えられる。

また、今回の症例 1 の初回評価と症例 3 での WAIS-3rd 処理速度低下と TMT part B の遅延、症例 2 でのかな拾いテスト成績低下など、いずれも全般的注意機能に関わる課題での成績低下を認めている。Van Vleet et al.⁸⁵⁾は、持続的・選択的注意などの全般的注意機能へ

の介入による USN の検査成績向上を報告しており、全般的注意機能が方向性注意機能の低下を補完する可能性が示されている。

以上のことから、BIT がカットオフ値以上の RHD 症例では、全般的注意機能の低下を伴うと、自動車運転時に USN 症状が顕在化する可能性がある。そのため、複数の全般的注意機能の評価を実施するなど所見を見逃さないための対応が重要であると考えられる。

4.4.2 USN 軽度例の運転評価における注意点ーシミュレータ評価と実車運転評価ー

全症例において観察されたシミュレータ評価での車線左側への偏位や逸脱、実車運転評価での車両位置の偏位や脱輪は、先行研究における実車運転時の不正確な車線位置の所見^{77, 86)}と一致している。一方で、症例 1, 3 に観察された左後方への車庫入れ時の左側を開けすぎて右側をぶつけた場面については、所見が一致する報告が見当たらない。この所見について考えられる仮説として、一つ目に右後方確認の振り返りによって左右空間の反転から車両の右後方が左空間に位置したため見落とされた可能性、二つ目に左空間を無視して自動車を右寄りに進入させた可能性、三つ目に過剰に左空間に注意を向けたために右側を見落とした可能性の三つが考えられる。これらの仮説について、運転席に座った状態で体幹・頭頸部を全可動域右回旋させると、接触した車両の右後方部位は症例の鼻梁よりも右空間に位置することや、症例 1, 3 の車庫入れ時の動画において頻繁にあるいはずっと左方向を目視する様子が確認できることから、過剰に左空間に注意を向けたために右側を見落とした三つ目の仮説を支持できる。この仮説をさらに支持するものとして、代償的な左方探索の戦略を身に付けた USN 症例の右方向の見落とし⁶⁶⁾や、USN 症例のトップダウン型注意を担う背側注意ネットワークの過活動による過度な左方向への視線偏向⁸⁷⁾がある。

以上のことから、USN 軽度例のシミュレータ評価や実車運転評価では、不正確な車両位置の問題に加え、一側の空間に対して注意が偏向することなく、適切に左右空間へ注意が切替えられているかも評価すべきである。

4.4.3 USN 軽度例の運転評価における注意点－運転に関する自己認識－

今回、症例 1 の再評価を除く全症例において、運転に対する自己認識（病識）の乏しさや指摘された事項に対する修正の維持が困難な様子が観察された。USN に伴うことが多い病識の問題は、代償手段獲得などの行動面への反映^{60,66,88)}だけでなく、運転上のリスク⁸⁹⁾や地域の移動手段の安全性に影響すること^{82, 90)}が報告されている。また、実車運転に不合格となった脳卒中患者は、実車運転に対する自己評価が高く、教習指導員の評価と乖離があるとされている⁸⁵⁾。さらに、USN 症例の病識改善は症状の改善や代償動作獲得の因子である⁸⁸⁾ことから、評価・訓練後のフィードバックにおける症例のコメントや、指摘された事項に関する行動様式の修正や修正の持続は運転再開後の運転行動にも影響する可能性があるため、着目すべき項目である。

4.4.4 USN 軽度例の運転再開につながる要因

症例 1 が運転再開となった要因として、一つ目に、再評価での TMT part B と WAIS-3rd 処理速度の検査成績向上がみられたことから、前述のように、全般性注意機能が方向性注意機能の低下を補完した可能性が考えられる。次に、初回運転評価までの発症後期間が 3 ヶ月と短かったことから、再評価時の出血病変後の脳浮腫が改善した可能性が考えられる。最後に、再評価までの期間に実施した外来作業療法での注意機能賦活訓練や実車運転評価結果に関するフィードバック等の介入効果が考えられる。システマティックレビューでは、脳損傷者に対する自己認識へのフィードバックは、自己認識向上に効果があることが示されており⁹²⁾、フィードバックで得られた病識の改善が、妻の同乗という新たな運転行動様式の受容につながったものと考えられる。

以上のことから、BIT での検出が困難な USN 軽度例は、方向性注意の低下を十分に補完する全般性注意機能を保持もしくは再獲得できており、かつ自身の障害レベルに応じた新たな運転行動様式を受け入れられる十分な運転に関する自己認識が獲得されていれば、運転する環境を限定するなどの対応や訓練によって運転再開できる可能性がある。

4.4.5 本章の限界と今後の課題

本章は三症例の結果の分析のため症例数が限られており、結果をそのまま一般化するには不十分である。今後は症例数を蓄積し、運転再開可能となった症例と再開見送りとなった症例を比較し、運転再開可能となる要因を詳細に分析・検討する必要がある。また、BIT では検出困難な USN 軽度例の運転行動の問題を簡便にかつ確実に抽出できる検査ツールの開発が待たれる。

4.5 本章のまとめ

本章では、第 3 章の結果を踏まえ、損傷半球を考慮した解析の前段階として、三例の転帰の異なる RHD 患者を対象に、記録やドライブレコーダー等のビデオ映像をもとに抽出した実車評価の様子、教習所に設置されているドライビングシミュレータ（高齢者用運転適性検査機器）や病院で実施した神経心理学的検査の結果、実車評価後のフィードバックの様子を分析し、最終的な運転可否判断との関係について検討した。RHD はその約 4 割に、対側の空間に注意を向けることができない現象である半側空間無視（Unilateral Spatial Neglect: USN）を認め、USN の中等度や重度例は日常生活にも支障をきたし、自動車運転は困難とされている。

本章の対象者は、運動機能が運転操作に支障が無く、日常生活活動が自立し、金銭管理等の問題解決能力があると主治医が判断し、自動車運転評価を処方された者を対象としている。検討の結果、三症例の BIT のスコアは USN 症状の存在を示す臨床上のカットオフ値 131/146（前章の運転再開可否判断におけるカットオフ値とは異なる）よりも良好であった一方で、ドライビングシミュレータ上のトラッキング課題（図 4.1）での左方向への逸脱、実車運転中での車両位置偏位（車線左への脱輪、右方向への接触）といったレーンキープや車幅感覚などの USN に起因すると考えられる問題（図 4.2, 4.3）が主として顕在化した。また、いずれの症例においても、実車評価後のフィードバックで自身の運転パフォーマンスを楽観的にとらえるなど、自身の運転に対する自己認識の低下が観察されていた。

以上のことから、運転再開を考慮するレベルの RHD 患者では、USN の代表的な検査 BIT

では問題が明確に検出できない軽度の USN が潜在化していることが示唆された。そして、これらの軽度の USN を検出する評価手法として、ドライビングシミュレータや実車運転を用いた評価が有用である可能性が示唆された。

第 5 章 RHD 患者の運転再開可否をアウトカムとした症例対照研究

5.1 RHD 患者の自動車運転の問題と本章の目的

RHD に由来する USN 症例の USN 症例の実車運転パフォーマンスについては、米国作業療法士協会(The American Occupational Therapy Association)の実践的なガイドブック⁸⁶⁾上で、車線維持の問題や歩行者や車両等の左側の対象物の発見が困難となる問題が挙げられている。本邦の道路交通法⁹³⁾では、USN 症例は詳細な症状の自己申告をしなければ公安委員会の運転適性検査に合格してしまう問題が指摘されており⁷²⁾、BIT を用いて症状の有無を十分に注意して確認することが推奨されている⁹⁴⁾。しかしながら、前章で示したように、RHD 患者の中には BIT がカットオフ値以上で一見問題がないものの、ドライビングシミュレータ (以下、DS) や実車評価などの動的課題下で症状が顕在化する症例が存在する^{77,95)}。特に、DS 上の市街地コースや連続したカーブから逸脱しないように走行するトラッキング課題での車線維持のパフォーマンス低下^{96, 97)}のみならず、実車評価場面でも問題が継続して観察される軽度の USN 症例の存在が報告されている⁹⁵⁾。

これらのことから、BIT カットオフ値以上の軽度 USN 症例の実車運転可否を事前に予測するツールとして、DS を利用できる可能性があるが、その検出精度については十分に検証されていない。また、実車運転上の問題と実際の運転可否判断の関係についても明らかにされていない。

本章では、自動車運転評価を通して運転再開群と運転不可群に分類された RHD 患者の各属性データ、神経心理学的検査、DS 上のトラッキング課題の結果、および実車運転評価上の問題の有無について、運転可否判定との関連性を検討することを目的とした。

5.2 方法

対象者は 2011 年 1 月 1 日～2013 年 12 月 31 日までに新潟リハビリテーション病院において、入院ないし外来で自動車運転評価を初めて実施した対象者 (75 名) の内、RHD 患者 20 名を診療録から後方視的に抽出した。なお、自動車運転評価の対象者は、著者らの自動

車運転評価⁷⁸⁾の包含基準と同様である。また、自動車運転評価の実施手順についても、第2章で述べた流れに従って病院内での神経心理学的検査等の評価と教習所でのDS評価・実車評価を実施している。

本章における測定項目は、自動車運転評価での運転可否判定結果（運転可能・運転不可）と実車評価中に観察された危険運転行動、運転可否判定前に病院で実施されたBRSによる運動機能評価、TMT、BIT、BADs、WAIS-3rdの神経心理学的検査結果に加え、教習所で実車評価前に実施したDSのトラッキング課題（三菱プレジジョン製DS-20のハンドル操作検査：図4.2）の誤差率としている。さらに、実車運転評価中に観察された危険運転行動については、危険運転行動の有無を二値データとして抽出した。

実車運転評価は、作業療法士もしくは言語聴覚士などのリハスタッフと教習指導員が教習車両に同乗し、教習所内で右左折・駐停車・S字・クランク・急ブレーキ・パイロンスラローム等の各種運転操作課題を教習指導員の指示のもとで実施した。実車運転評価中は、車両後部座席からビデオカメラないしルームミラー直下に設置したデュアルレンズ型のドライブレコーダーを用いて対象者の運転の様子を撮影した。実車運転評価の評定は、リハスタッフと教習指導員双方の観点から別々に実施した。教習指導員の評価は5段階（「良好」、「概ね良好」、「普通」、「やや不安あり」、「不安」）で採点され、本章では「良好」、「概ね良好」、「普通」と判定された者を運転可能群とし、「やや不安あり」、「不安」と判定された者を運転不可群としている。なお、本章での教習指導員の評価の見解と同行したリハスタッフの評価の見解、医師の診断書の見解は全例で一致し、運転免許センターでの臨時適性検査の段階においても判定の乖離はないことを確認している。

また、実車運転評価中の危険運転行動については、USN症例の運転上の問題^{86,95)}として挙げられている「走行全体の車線維持・車幅感覚不良」、「狭路（S字・クランク）での失敗（脱輪・ポールへの接触やニアミス）」、「車庫入れや方向転換の失敗（脱輪・ポールへの接触やニアミス）」、「左右確認不良」、「標識の見落とし」、「走行全体の適正速度への調整不良」の項目について、教習指導員によって総括された実車評価結果から問題の有無を確認・抽出した。

本章での調査実施にあたり、新潟医療福祉大学倫理審査委員会(承認番号:17426-130816)および新潟リハビリテーション病院倫理委員会の承認を得ている。

5.3 統計学的解析

対象となる RHD 患者 20 名を運転可能群・運転不可群の二群に分類し、各群の基本属性、神経心理学的検査の結果、および DS-20 の結果について、正規性の検定を実施した後に、データの分布に応じて Student t-test, Welch' s t-test ないし Mann-Whitney' s U-test を用いた二群間の比較を実施した。次に二群間比較で有意であった項目については、Receiver Operating Characteristic analysis (以下、ROC 解析)を用いて運転可能・不可を予測するカットオフ値を算出した。ROC 解析は、ROC 曲線が最も左上隅に近付いた点をカットオフ値に設定した。実車評価における危険運転行動の各問題の有無については、Fisher' s exact test を用いて二群間で頻度を比較した。

5.4 結果

RHD 患者 20 名の内訳は、男性 17 名、女性 3 名、年齢 52.1 ± 9.5 歳、脳出血 15 例、脳梗塞 5 例（うち 1 例は視野障害を併発）であり、発症から実車評価日までの期間は 207.3 ± 219.6 病日であった。

運転可能群：13 名、運転不可群：7 名の基本属性、机上検査結果および DS-20 の結果を表 5.1 に示す。BIT 通常検査は、全症例においてカットオフ値以上を示していた。また、測定項目のうち、DS 上のトラッキング課題誤差率においてのみ、運転不可群において運転可能群よりも有意に大きい誤差率を示した ($p < 0.05$)。

表 5.1 運転可能群と不可群の群間比較

	運転不可群 n=7	運転可能群 n=13	p value	effect size Cohen's d r	power
男 / 女	5/2	12/1			
年齢 ^a	51.0 [46.5- 58.0]	49.0 [47.0- 58.0]	0.976	0.01	0.976
脳出血 / 脳梗塞	6/1	9/4			
発症日～実車評価（日） ^c	194 [135- 508]	100 [78- 154]	0.067	0.41	0.480
BRS 上肢 ^c	4.0 [3.0- 5.5]	5.0 [4.0- 5.0]	0.391	0.19	0.525
手指 ^c	5.0 [3.0- 5.5]	5.0 [4.0- 6.0]	0.473	0.16	0.564
下肢 ^c	4.0 [4.0- 5.5]	5.0 [5.0- 6.0]	0.180	0.30	0.479
TMT part A ^c	35.0 [32.5- 61.0]	36.0 [26.0- 49.0]	0.404	0.19	0.537
part B ^c	106.0 [82.5- 160.0]	76.0 [65.0- 118.0]	0.235	0.26	0.476
BIT 通常検査 ^b	142.0 [140.5- 143.0]	143.0 [142.0- 145.0]	0.163	0.72	0.598
BADS 年齢補正標準化得点 ^a	93.0 [75.5- 103.0]	98.0 [91.0- 112.0]	0.145	0.69	0.487
WAIS-3rd VIQ ^a	102.0 [91.5- 104.5]	104.0 [96.0- 110.0]	0.301	0.49	0.514
PIQ ^a	87.0 [81.0- 103.5]	102.0 [91.0- 113.0]	0.194	0.65	0.523
FIQ ^a	96.0 [88.0- 101.5]	101.0 [96.0- 110.0]	0.224	0.59	0.511
トラッキング課題誤差率（%） ^c	55.7 [41.3- 66.9]	4.7 [1.9- 33.6]	0.017 *	0.55	0.552

a: Student t-test b: Welch's t-test c: Mann-Whitney U-test * $p < 0.05$ 中央値 [四分位範囲]

effect size: 効果量 Cohen's d: Small(0.2-0.5), Medium(0.5-0.8), Large(0.8 以上) r: Small(0.1-0.3), Medium(0.3-0.5), Large(0.5 以上)

power: 検出力

ROC 解析の結果，トラッキング課題の誤差率における運転可否を予測するためのカットオフ値は 40.7%（特異度 0.857，感度：0.846）となった．予測精度を反映する AUC は 0.835（95%信頼区間：0.646-1）と中等度の予測精度を示した（図 5.1）．

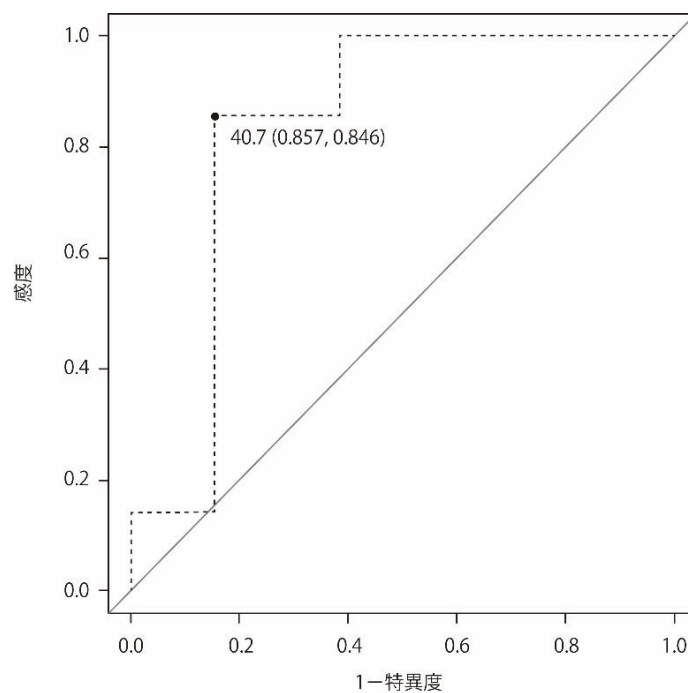


図 5.1 実車評価結果(可能群/不可群)を従属変数とした DSトラッキング課題の誤差率の ROC 曲線

対象者の実車評価における危険運転行動の有無について各群間で比較した結果、「走行全体の車線維持・車幅感覚不良」、「車庫入れや方向転換の失敗」、「走行全体の適性速度への調整不良」の問題が観察された対象者が有意に運転不可群となる割合が多く、「狭路での失敗」、「左右確認不良」、「標識の見落とし」については二群間での有意差を認めなかった。特に、二群間のオッズ比を見ていくと、「走行全体の車線維持・車幅感覚不良」がある者はない者と比較して 23.18 倍、「車庫入れや方向転換の失敗」がある者はない者と比較して 59.4 倍、「走行全体の適性速度への調整不良」がある者はない者と比較して 21 倍、運転不可群となる可能性が高かった（表 5.2）。

表 5.2 実車評価上の危険運転行動の有無の群間比較

	運転不可群 n=7	運転可能群 n=13	OR(95%CI)	p value
走行全体の車線維持・車幅感覚不良				
あり	7	5	23.18	0.0147
なし	0	8	(1.09, 492.98)	
狭路（S 字・クランク）での失敗（脱輪、ポールへの接触やニアミス）				
あり	2	1	4.80	0.2702
なし	5	12	(0.35, 65.76)	
車庫入れや方向転換の失敗（脱輪、ポールへの接触やニアミス）				
あり	5	0	59.40	0.0014
なし	2	13	(2.44, 1448.80)	
左右確認不良				
あり	1	2	0.92	1.00
なし	6	11	(0.07, 12.32)	
標識の見落とし				
あり	2	0	12.27	0.1105
なし	5	13	(0.50, 299.34)	
走行全体の適正速度への調整不良（速度超過・遅延）				
あり	3	0	21.0	0.0307
なし	4	13	(0.90, 489.79)	

OR: オッズ比, 95%CI: 95% 信頼区間, p value: Fisher's exact test による p 値

5.5 考察

5.5.1 RHD 患者の運転再開可否判断につながる要因について

年齢，発症日から実車評価までの日数，BRS および本章で測定した神経心理学的検査においては，二群間で有意差を認めず，トラッキング課題誤差率と実車運転評価上の問題の発生頻度が運転不可群において有意に高かった．また，トラッキング課題誤差率の ROC 解析の結果，予測精度を反映する AUC は中等度を示した．これらの結果は，神経心理学的検査等の机上検査で問題が検出されにくい軽度 USN 症例が一定数存在することを意味し，DS や実車運転評価などの動的評価実施の有効性を示唆している．

5.5.2 RHD 患者の危険運転行動の背景要因について

実車評価において二群間で有意差がみられた項目に着目すると，運転不可群となった 7 名全てが教習指導員から「走行全体の車線維持・車幅感覚不良」について指摘を受けている．この運転不可群 7 名の DS トラッキング課題の誤差率は，運転再開群に比べて有意に大きく，道路と車両間の位置調整が不十分であることを示唆している．Hird et al.⁹⁶⁾や van Kessel et al.⁹⁷⁾は，RHD 患者群の DS 上の車線維持のパフォーマンスが健常群や左半球損傷患者群と比較して不良であることを報告している．本報告における DS 上の車線維持のパフォーマンス低下は，先行研究の結果を支持するものであり，実車運転においても同様にレーンキープの問題が発生する可能性がある．

「車庫入れや方向転換の失敗」については，運転可能群 13 名に問題を認めなかった一方で，運転不可群は 7 名中 5 名と高率に問題を認め，全例で左後方へ車庫入れする際に問題を認めている．また，各症例を詳細に見ていくと，脱輪や接触・ニアミス問題は左側のみならず，右側にも発生していた．車庫入れや方向転換は，課題の特性上，自車両の幅を認識・正確に枠内に収める車幅感覚が求められる．車幅感覚については，初めて車椅子を使用する健常者の車椅子の車幅感覚が過小傾向にあること⁹⁸⁾，普段車椅子に乗車している頸髄損傷患者の車椅子の車幅感覚は，車両幅が異なる車椅子であっても正確に判断できること⁹⁹⁾が報告されている．さらに，Punt et al.¹⁰⁰⁾は，机上検査やコンピュータによる検査等で USN

を認めた RHD 患者を対象に、大きさが異なる開いた扉の中央を 59cm 幅の電動車椅子で正面から通過する課題を実施させたところ、ほぼ電動車椅子と同等な狭い扉（幅：65cm）で左側への偏位がみられたことを報告している。これらのことから、車幅感覚が車椅子のみならず、自動車にも拡張されることを前提とするならば、右半球損傷患者においても、車両幅と同等の狭い道路等において車両位置が左側に偏位する可能性がある。一方で、左側ではなく、右側の接触・ニアミスがみられた症例も存在する。これは、前章でも示したように⁹⁵⁾、左側に意識的に過剰な注意を向け、右側の後方を接触させてしまう可能性が考えられる。Takamura et al.⁸⁷⁾は、軽度の USN 症例ほどトップダウン的な注意を担う前頭皮質の活動性向上とともに視線が左偏向にあることを報告している。以上のことから、右半球損傷患者においては、左側の車幅感覚の問題による脱輪・接触・ニアミスの問題を基盤として、左側へ過剰に注意を向けて接触を避ける戦略が構築されていた故に逆に右側を接触・ニアミスさせてしまう症例が混在している可能性がある。

「走行全体の適正速度への調整不良」については、全体的に速度超過の問題を抱えているケースが多く、これは右半球損傷に付随しやすいとされている pacing 障害¹⁰¹⁻¹⁰⁴⁾の影響が考えられる。Hird et al.⁹⁶⁾は、有意差は認められていないものの、RHD 患者における速度超過傾向も報告している。この点については、今後、pacing 障害の評価も実施し、速度調整との関係について検証を重ねていく必要がある。

一方で、USN の方向性注意の側面が影響していることが予想される左右の確認不良や標識の見落としの問題については、本章の調査では有意差を認めていない。本章で用いた実車評価の環境は、公道よりも情報量が少ない教習所内コースの環境である。USN 症例の空間に対する視線探索は情報量が多く動きがある風景が提示されるほど右偏位となりやすいことが報告されている^{105,106)}。このことから、本章は公道よりも情報量が少ない教習所内コースで実車評価を実施したために、左右の確認不良や標識の見落としの問題が検出されにくかったものと考えられる。

5.5.3 本章の限界と今後の課題

最後に本章の限界について述べる。本章の実車運転評価の結果は、教習指導員の主観的な観察評価が中心となっており、標準化・定量化がなされていない。また、DS のトラッキング課題については、装置の特性上、全体的な逸脱の程度は定量化されているが、左右各方向の逸脱の程度についてはヒストグラムで提示されているのみであり、詳細に数値化されていない。そのため、今後は左右の逸脱の程度を詳細に数値化・定量化できるシステムの登場が待たれる。また、解析上の問題として、サンプルサイズが小さい点や症例の取り込み段階での選択バイアスも今後への課題であり、多施設間で十分なサンプル数を確保するなど詳細に検討を重ねていく必要がある。そして、再評価時の検査結果の信頼性や再評価における結果の改善の可能性、さらには訓練・支援プログラムなどの新たな介入方法の確立も求められる。

5.6 本章のまとめ

本章では、机上検査で問題が検出されず、DS や実車運転で USN 由来の症状が顕在化する RHD 患者の神経心理学的検査、DS 成績、実車評価上の危険運転行動と運転可否判定の関連性を明らかにすることを目的に、自動車運転評価を実施した RHD 患者 20 名を後方視的に調査・分析した。

また、20 名の RHD 患者を運転可能群、不可群の二群に分類し、基本属性、神経心理学的検査、DS トラッキング課題について二群間で比較し、二群間比較で有意差を認めた項目について ROC 解析でカットオフ値を算出した。さらに、先行研究および第 4 章の結果をもとに抽出した実車評価上の危険運転行動の有無について、 χ^2 検定を用いて二群間の頻度を比較した。

その結果、二群間の基本属性および神経心理学的検査の結果に有意差は認められず、DS トラッキング課題においてのみ、運転不可群における誤差率が有意に大きい結果となった ($p<0.05$)。また、ROC 解析の結果、DS トラッキング課題の誤差率のカットオフ値は 40.7% (感度 85.7%, 特異度 84.6%) であった。さらに、実車評価上の危険運転行動として、「走行全体の車線維持・車幅感覚不良」、「車庫入れや方向転換の失敗」、「走行全体の適正速度へ

の調整不良」といった先行研究や第 4 章で認められた問題についても運転可能群に比べ不可群に多い比率で認められた($p<0.05$).

以上のことから, RHD 患者における軽度の USN の問題は, DS や実車評価などの動的評価の活用により事前に検出できる可能性が示唆された.

第 6 章 脳損傷者の運転再開に必要な支援の検討～質問紙調査を用いて～

6.1 本章の背景

脳損傷後に運転再開した者の運転状況を調査する試みは、倉坂¹⁰⁷⁾が聴き取りによる調査を通じて、脳卒中後遺症者の事故経験と神経心理学的検査との関連を調査しており、成田ら¹⁰⁸⁾は個別面接による調査を脳卒中片麻痺者に実施し、生活満足度と運転状況の関係について報告している。国外では Schanke et al.¹⁰⁹⁾が脳損傷者の発症前後の事故歴や運転行動について郵送法による質問紙調査を行っている。しかし、これまでに事故・インシデント（ヒヤリ・ハット）などの運転中の危険経験や運転への不安、ならびに発症後の運転状況など相互の関連に着目した研究は渉猟した限り見当たらなかった。本章では、第 5 章までの結果を踏まえ、過去に自動車運転評価を実施した患者を対象に、①現在の運転状況について、②発症前との運転状況の変化について、③運転中の危険経験について質問紙による調査を行った。さらに、事故やインシデントなどの運転中の危険経験、運転への不安、運転状況との相互の関係について着目し分析することで、脳損傷者の自動車運転再開支援に関する手がかりを見出すことを目的とした。

6.2 方法

6.2.1 対象

2007～2011 年の 5 年間に新潟リハビリテーション病院において自動車運転評価を実施した脳損傷患者 78 名（運転再開可能と判断した患者 65 名、再開不可と判断した患者 13 名、78 名中 CVA68 名、TBI4 名、その他 6 名）を調査対象とした。質問紙は自記式で郵送法にて実施した。本調査は、新潟リハビリテーション病院院倫理委員会の承認を受けて実施した。

6.2.2 評価項目の作成

質問紙の内容は、①現在の運転状況について、②発症前との運転状況の変化について、③運転中の危険経験についての 3 つの大項目に分類し作成した。小項目では「運転の継続の有

無」,「運転をやめた理由」,「運転への不安」,「発症前との運転頻度の変化」,「発症前との運転範囲の変化」,「運転中の危険経験の有無」,「運転中の危険経験の内容」といった計7問の質問を作成した(表6.1).

表 6.1 アンケートの質問項目とカテゴリー

分類項目	質問項目	カテゴリー
①現在の運転状況について	「 運転の継続の有無 」: 現在、車の運転をしていますか?	①運転している、②運転していない
	「 運転をやめた理由 」: 運転をしていない理由は、なぜですか?	①当院の運転再開プログラムにて再開見送りまたは不可になった、②自身の判断、③家族が止めたから
	運転への不安 :「運転に関して不安に思うことはありますか?(複数回答可)」	①特になし、②運転操作能力・技術、③注意判断力、④冬季運転、⑤農道など舗装されていない道路の運転、⑥交通事故、⑦事故後に状況が適切に説明できるか、⑧その他
②発症前との運転状況の変化について	発症前との運転頻度の変化 :「発症前と運転頻度は、変わりましたか?」	①増えた、②減った、③変化なし
	発症前との運転範囲の変化 :「発症前と運転範囲は変わりましたか?」	①広がった、②狭くなった、③変化なし
③運転中の危険経験について	運転中の危険経験の有無 :「車の運転中に危ない思いをしたことがありましたか?」	①はい、②いいえ
	運転中の危険経験の内容 :「危ない思いをしたのは、どのような状況でしたか?」	①ヒヤリとしたことはあるが事故には至っていない、②車を軽くこすった程度で警察に連絡はしていない③物にぶつかって警察に連絡をした、④人に当たって警察に連絡をした

6.2.3 調査手続き

「運転の継続の有無」については運転している・運転していないの二択方式,「運転中の危険経験の有無」については危険経験あり・なしの二択方式,「発症前との運転頻度の変化」については発症前と比較して増えた・減った・変化なしの三択方式,「発症前との運転範囲の変化」については発症前と比較して広がった・狭くなった・変化なしの三択方式,「運転をやめた理由」については自動車運転評価にて再開不可と判断・自身の判断・家族の判断の三択方式,「運転の不安」,「受けたかった支援」,「運転中の危険経験の内容」の三問について

ては複数回答法の選択方式の調査用紙を作成し、回答を求めた。実施期間は 2012 年 8 月 1 日 - 30 日までの一ヶ月間とした。

6.2.4 統計学的解析

データ集積後 SPSS statistics19 for Windows を用いて解析した。以下に今回用いた統計的手法について述べる。得られた 7 問全ての質問項目は集積後、記述統計を実施した。また、「運転中の危険経験の有無」と「発症前との運転頻度の変化」、「運転中の危険経験の有無」と「発症前との運転範囲の変化」、「運転の不安」と「発症前との運転頻度の変化」、「運転の不安」と「発症前との運転範囲の変化」のそれぞれの質問の組み合わせでクロス集計を実施した。さらに、「運転中の危険経験の有無」と「運転の不安」の各選択項目（特になし、冬期運転、注意判断、事故後の状況説明、交通事故、農道など舗装されていない道路の運転、運転操作能力・技術）とのクロス集計も実施した。各セルの期待度数が 5 以上の場合は χ^2 検定、期待度数が 5 未満の場合は Fisher の正確確率検定を用いた。

6.3 結果

6.3.1 質問紙の集計結果について

78 名中 5 名が転居先不明で返送され、回収率は 60% (44 / 73) であり、有効回答率は 55%(40/73)であった。

6.3.2 現在の運転状況について

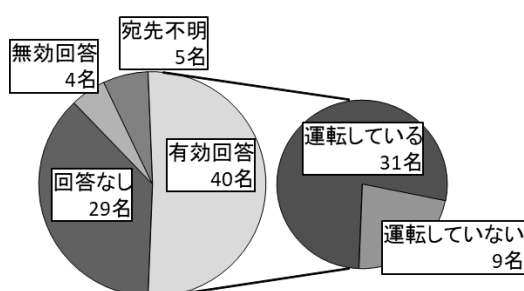
「運転の継続の有無」では、運転再開後、現在も運転を継続している者は 31 名、現在運転をしていない者は 9 名であった（図 6.1-A）。「運転をやめた理由」では、自身の判断で運転をやめた者は 4 名、運転評価を経て再開不可と判断された者は 3 名、家族の判断で運転をやめた者は 2 名であった（図 6.1-B）。

「運転の不安」では、不安なしが 17 名、不安ありが 14 名との回答が得られた。不安ありと回答した者のうち、冬期の運転に不安がある者が 7 名、注意判断に不安がある者が 6 名、事

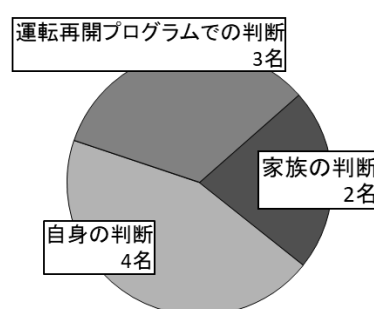
故後の状況説明に不安がある者が 5 名，交通事故に不安がある者が 4 名，農道など舗装されていない道路を走ること不安がある者，運転操作能力・技術に不安がある者はそれぞれ 2 名との回答が得られた（図 6.1-C）。

「発症前との運転頻度の変化」では増加した者が 0 名，変化なしが 15 名，減少した者が 16 名となった（図 6.1-D）。「発症前との運転範囲の変化」では範囲が広がった者が 0 名，変化なしが 16 名，狭くなった者が 15 名との回答が得られた（図 6.1-E）。

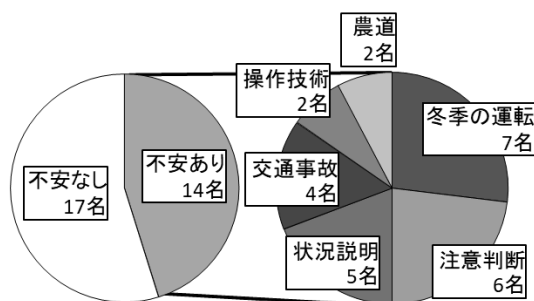
A. アンケートの回収結果



B. 運転をやめた理由

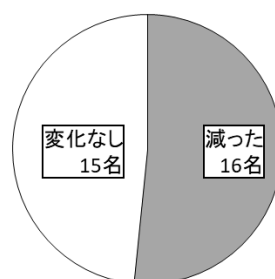


C. 運転中の不安の有無と詳細

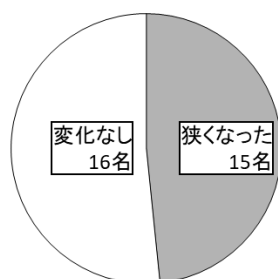


※詳細は重複回答あり

D. 発症前との運転頻度の変化



E. 発症前との運転範囲の変化



F. 運転中の危険経験の有無と詳細

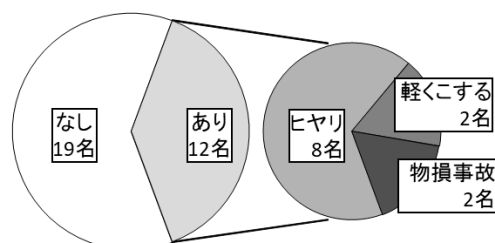


図 6.1 アンケートの集計結果を示した円グラフ

6.3.3 運転中の危険経験について

「運転中の危険経験の有無」では危険経験がある者が 12 名，ない者が 19 名であった。

「運転中の危険経験の内容」では事故には至らなかったインシデント（ヒヤリ）が 8 名，軽くこするが 2 名，物損事故が 2 名，人損事故が 0 名との回答が得られた（図 6.1-F）。

6.3.4 運転中の危険経験，運転に対する不安，発症前との運転状況の変化の関連

運転中の危険経験の有無と運転の不安の関連および，危険経験の有無と運転頻度・範囲の関連についての結果は表 6.2，運転の不安と運転頻度・範囲の関連については表 6.3 に示す。

「運転中の危険経験の有無」と「不安の有無」についてのクロス集計の結果，危険経験がある者は危険経験が無い者に比べ，不安がある者の割合が多かった（ $p<0.01$ ）。具体的な不安項目でみていくと，危険経験がある者は無い者に比べて「注意判断」（ $p<0.05$ ）や「冬季運転」（ $p<0.05$ ）への不安を抱えている者の割合が多かった。

「運転中の危険経験の有無」と「発症前との運転頻度の変化」についてのクロス集計の結果，危険経験がある者は危険経験が無い者に比べ，運転頻度が減少している者の割合が多かった（ $p<0.05$ ）。

「不安の有無」と「発症前との運転頻度の変化」についてのクロス集計の結果，運転への不安がある者は不安が無い者に比べ，運転頻度が減少している者の割合が多かった（ $p<0.01$ ）。

さらに，「運転中の危険経験の有無」と「発症前との運転範囲の変化」，「不安の有無」と「発症前との運転頻度の変化」については，有意差を認めなかったが，検出力を示す指標である $1-\beta$ が 0.80 以下であることから，本来は差があるのにないと判定してしまう第 2 種の過誤が発生している可能性があることが示唆された。

表 6.2 危険経験の有無による不安や運転頻度・範囲の違い

	危険運転経験		p value	Effect size(ϕ)	Power(1- β)	odds ratio (95%CI)
	あり	なし				
不安なし	2	15	0.0007**	0.61	0.50	0.05 (0.008-0.348)
あり	10	4				
操作技術不安なし	11	18	1.00	0.06	—	0.61 (0.035-10.795)
あり	1	1				
注意判断不安なし	7	18	0.022*	0.45	0.59	12.86 (1.266- 130.541)
あり	5	1				
冬期運転不安なし	7	18	0.022*	0.45	0.59	12.86 (1.266- 130.541)
あり	5	1				
農道走行不安なし	10	19	0.142	0.33	0.64	0.13 (0.006- 2.926)
あり	2	0				
交通事故不安なし	10	17	0.63	0.09	0.67	0.59 (0.071- 4.851)
あり	2	2				
事故後の状況説明不安なし	10	17	0.63	0.09	0.67	0.59 (0.071- 4.851)
あり	2	2				
運転頻度減少	9	7	0.038 *	0.37	0.49	5.14 (1.033-25.603)
変化なし	3	12				
運転範囲減少	8	7	0.105	0.29	0.51	3.43 (0.750-15.672)
変化なし	4	12				

※Effect size: 効果量、Power(1- β): 検出力、Odds ratio: オッズ比、95%CI: 95%信頼区間 * : p<0.05 ** : p<0.01 n=31

表 6.3 運転の不安の有無による運転頻度・範囲の違い

	運転の不安		p value	Effect size(ϕ)	Power(1- β)	odds ratio (95%CI)
	あり	なし				
運転頻度減少	10	6	0.073	0.30	0.45	4.58 (0.995-21.119)
変化なし	4	11				
運転範囲狭少	11	4	0.0038**	0.81	0.81	11.91 (2.180-65.148)
変化なし	3	13				

※Effect size: 効果量、Power(1- β): 検出力、Odds ratio: オッズ比、95%CI: 95%信頼区間 ** : p<0.01, n=31

6.4 考察

以下に質問紙の各質問項目についての考察に加え、運転中の危険経験と運転への不安についての考察、運転中の危険経験と発症前との運転状況との関係についての考察、さらに今後の介入に向けての考察と本章の限界について述べる。

6.4.1 各質問項目について

運転再開後の運転継続の有無については、調査時点でも運転を継続している者が多かった一方で、自身の判断や家族の判断で運転をやめた者もいた。いくつかの先行研究^{11, 84, 91)}では、運転前の自身の体調や道路条件などを踏まえ、自身の限界を認識できれば、安全ではない状況で自身の能力を超えた運転は控えるなどの適切な判断を下し、事故のリスクを軽減できると報告されている。また、その他の先行研究^{90, 110)}では、残存した機能障害への代償にはデバイスなどの物理的な補償をはじめ、運転制限(悪天候時や混雑時の運転を控えるなど)や、時には完全に運転を辞めることさえもしばしばあると述べられている。これらのことから、本章の調査において、自身の判断や家族の判断を通して運転を最終的にやめた症例は、自身の運転能力を適切に認識し、数ある補償手段の中から、運転をやめる決断に至ったものと推察された。

脳損傷者の運転に対する不安については、有効回答の約半数が不安ありと回答し、特に冬季運転や注意判断の項目に不安があると回答していた。注意判断の項目については日本自動車工業会¹¹¹⁾がシニアドライバーを対象にしたアンケートを実施し、注意判断に不安を抱えている者が最も多かったと報告している。しかし、脳損傷者を対象とした運転の不安についての調査報告は見当たらず、今後に向けて検証が必要である。また、冬季運転への不安を抱えている者が多かった理由としては、冬期間の降雪による危険度増大など、新潟県の地域的な特性が影響したと推察された。

発症前との運転状況の違いについては、運転頻度の減少や運転範囲の狭小などの変化を示した者が多かった。Schanke et al.¹⁰⁹⁾は運転再開した脳損傷者を対象にアンケートを実施した結果、CVA 患者における一週間当たりの走行距離や運転頻度は発症後に有意に減少し、

運転パターンに変化がみられたと報告している。これは、本章の結果と類似しており、その理由として、本章の調査対象のほとんど（78 名中 68 名）が CVA 患者であることが結果に影響したものと考えられた。

運転中の危険経験については、31 名中 12 名が経験しており、内訳は事故には至らないインシデントが一番多く、車体の損傷を伴うこすりや物損、人損事故などの事故に関する回答は少なかった。ただし、この質問項目はネガティブな要素が含まれているため、対象者自身が都合の悪い質問には回答しないなどのバイアスが発生する可能性がある。また、回収できなかった対象者の影響についても考慮する必要がある、今後追跡調査を行う際の検討課題である。

6.4.2 運転中の危険経験、運転への不安、発症前との運転状況の変化との関係について

今回の調査対象においては、運転中の危険経験がある者ほど、自身の運転に不安を抱えている者の割合が多いことや、発症前と比べて運転頻度や運転範囲も減少する者の割合が多くなることが明らかになった。この要因として、Michon⁸⁴⁾の階層性モデルの **Strategic level** における運転前のドライバーの意思決定（例：疲労している時は運転を控えるなど）が関わっていると考えられた。Lundqvist et al.⁹¹⁾は意思決定に影響する因子として、自身のパフォーマンスに関する気づき（以下、**Awareness**）や経験を挙げている。Crosson¹¹²⁾は自身が提唱した **Awareness** のピラミッドには下位から、**Intellectual awareness**（知的気づき）、**Emergent awareness**（体験的気づき）、**Anticipatory awareness**（予測的気づき）の 3 つの階層が存在し、最上位の予測的気づきにはある程度の体験的気づきが必要であると述べている。このことから、本章の調査対象者では運転再開後の危険経験をもとに **Awareness** や不安が形成され、**Strategic level** の意思決定のプロセスにも影響した可能性があると推察された。また、意思決定のプロセスにおいては、事故リスクを減らすための対処として、運転頻度の減少や運転範囲の狭小など運転行動パターンの変化につながったと推察された。

一方で、今回の調査において運転中の危険経験や不安についてともになしと回答した対象者や、ごく一部であるが、危険経験があるにも関わらず不安がない者もいた。蓮花¹¹³⁾によ

ると、ドライバーは交通状況の中で事故発生の可能性を高めるような環境条件、事象、要因を発見する過程であるハザード知覚と車両コントロールに関する自己技能の評価からなる **risk perception**（リスク知覚）をもとにリスク行為の遂行による利得と損失をかんがみて、**risk avoidance**（リスク回避）か **risk taking**（リスク行動）のどちらかを選択する意思決定を下し、行為の実行へとつなげるといわれている。危険経験や不安についてともになしと回答した者については、危険経験がなかったために自身の運転に自信を持っているか、もしくは自身の運転の危険を認知できていないリスク知覚面の問題がある可能性が考えられた。また、危険経験があるにもかかわらず不安がない者については、リスク知覚はできるが危険な行動を選択してしまうリスクテイキング傾向にある可能性が考えられた。上記それぞれの対象者に対しては、リスク知覚訓練や望ましい行動の型を習得する訓練といったそれぞれの段階に応じた訓練が必要であると考えられた。

次に運転再開に向けた訓練介入について述べる。Rapport et al.¹¹³⁾は、TBI 症例への調査を通して、**Awareness** が乏しい者は、たとえ軽症例であっても交通インシデント（ヒヤリハット）経験が多いなど運転リスクが有意に高くなることを報告している。また、Griffen et al.⁹⁰⁾と Rapport et al.¹¹⁴⁾は自身の限界の認識・理解を通じた適切な反応が、自身の事故リスクを低減させる可能性があると述べている。本章の対象者においても、自身の危険経験の認識をもとに運転行動が修正される傾向にあったことから、運転再開に向けた介入では、ベースとなる身体機能や高次脳機能だけでなく、**Awareness** やリスク知覚の改善および適切な行動パターン習得を促すかわりも必要となる可能性が示唆された。

6.4.3 本章の限界と今後の課題

本章の調査は 1 施設における対象者を中心に調査しており、実施施設の患者層の影響を受けやすいなどのバイアスの問題が除去できていないことが挙げられる。また、郵送法による自記式の質問紙調査のため、回答への協力の可否という自己選択バイアスや特定の情報が抑えられたりする報告バイアスの問題は除去できていない点が挙げられる。これらのバイアスを可能な限り除去するには、多施設間での調査など十分な調査対象を確保すること、調査

方法については回収率の高い面接調査を実施するなどの検討が必要である。

6.5 本章のまとめ

本章では、第 5 章までの結果を踏まえ、安全な運転再開に向けた介入に関する手がかりを見出すことを目的に、自動車運転評価を実施した 78 名の脳損傷者の運転再開後の状況について質問紙を用いて郵送法で調査した。

質問紙は 3 つの大項目で構成され、(1)現在の運転状況について (①「運転継続の有無」、②「運転をやめた理由 (運転を継続していない者の場合)」, ③「運転への不安」), (2)発症前との運転状況の変化 (①「発症前との運転頻度の変化」, ②「発症前との運転範囲の変化」), (3)運転中の危険経験 (①「運転中の危険経験の有無」, ②「運転中の危険経験の内容」) について、計 7 問の質問を実施した。

有効回答数 40 名のうち現在運転中と回答した 31 名の結果、運転再開後に運転中の危険経験がある者はない者より運転に不安を抱えている者が多く、「注意判断」や「冬季運転」の項目に不安がある者や、発症前より運転頻度が減少した者が多かった。また、運転への不安がある者は不安がない者より運転範囲が狭小している者が多く、自らの危険経験を通して運転行動を制限している可能性がある。

以上のことから、安全な運転再開に向けた介入として、リスク知覚や適切な運転行動様式の習得などの働きかけも有効な手段となる可能性が示唆された。

第 7 章 脳損傷者に対するドライビングシミュレータ訓練とリプレイ機能を用いたフィードバック訓練の効果

7.1 本章の背景と目的

第 6 章の結果および、危険因子とされている脳損傷者自身の運転に対する過大評価への介入研究が見当たらない現状を踏まえ、ドライビングシミュレータ（以下、DS）訓練と DS のリプレイ機能を用いたフィードバック（以下、FB）の効果について検証した。脳卒中や頭部外傷等の脳損傷者の自動車運転は生活自立の指標となり、社会参加促進³⁰⁾や生活の質（quality of life: QOL）向上^{27, 115)}との関連も報告されている。運転可否判断基準についての検討については、これまでの章で述べているように、一定の見解が得られていない³²⁻⁵²⁾。一方、運転再開に向けた介入については、視覚走査訓練^{53, 54)}、机上での認知機能課題⁵⁵⁾、Driving simulator（以下、DS）⁵⁵⁻⁵⁷⁾に関する Randomized Control Trial: RCT が行われているが、本邦での介入効果の報告は少ない¹¹⁶⁾。

欧米では、脳損傷者の運転可否に関わる要因として、神経心理学的検査の結果以外に、Self-awareness といった病識や自己認識などのメタ認知面が注目されている。一般的に、Self-awareness の障害は、多くの神経学的疾患に伴う可能性があり、対象者自身の障害の否定や重症度の過小評価、状況にそぐわない行動、訓練への抵抗や代償手段獲得の拒否に繋がり、リハビリテーション実施の阻害要因とされている^{117, 118)}。また、Self-awareness は、Michon が提唱した運転行動モデル⁸⁴⁾の Tactical Level（戦術的レベル）に関わり、事故リスク回避・軽減に向けた対応につながる可能性が報告されている⁹¹⁾。そのため、Self-awareness が障害されると、たとえ認知機能障害が軽度でも運転リスク増大に直結するといわれている^{86, 90, 119)}。その他にも、脳損傷者は自身の運転能力を過大評価することが報告されており^{120, 121)}、特に、実車評価で不合格となった脳損傷者では、この乖離が顕著であることが報告されている⁹¹⁾。

脳損傷者に対する Self-awareness への一般的な介入^{122, 123)}には、実際の検査や実施結果を提示する直接的フィードバックがあり、Schmidt et al.⁹²⁾によるシステマティックレビュー

一でその効果が報告されている。しかしながら、脳損傷者の運転に関する Self-awareness への介入効果については未だ検証されていない。以上のことから、運転に対する Self-awareness への介入は、自身の身体機能・認知機能の障害や自身の能力の限界を理解した上での代償戦略の獲得など、安全な運転再開につながる可能性がある。

本章では、DS 訓練と DS のリプレイ機能を活用した直接的フィードバックに運転パフォーマンスと Self-awareness を向上させる効果があるかを検証することを目的とした。

7.2 対象と方法

7.2.1 対象

対象者は、新潟リハビリテーション病院において、2013 年 4 月から 2016 年 1 月までに通常の自動車運転評価に加えてドライビングシミュレータ（以下、DS）を用いた訓練を実施した脳損傷者 66 名とした。また、対象者については、神経心理学的検査や実車運転評価などの自動車運転評価開始前に、主治医の診察を通して神経学的な症状等が安定していること、ADL や歩行が自立し安定していること、一人で外出ができるなど十分な問題解決能力を持っていることなどを確認している¹²⁴⁾。66 名のうち、認知症が疑われた者：1 名、実車評価の未実施や実車評価のアウトカムが不明な者：10 名、失語症を伴う者：3 名、自動車運転評価で用いられている神経心理学的検査の結果が欠損している者：15 名や本介入を最後まで完遂できなかった者：17 名（合計 46 名）は除外し、残る 20 名を今回の解析対象とした。

7.2.2 手順

介入で使用した DS は、本田技研製の三画面型の Honda セーフティナビ（図 7.1）である（ディスプレイサイズ 22 インチ）。対象者が椅子に座った状態で、実際の車両に近い配置となるように前後の椅子の位置を調整した。椅子に着席した対象者の前方には、アクセル・ブレーキやハンドルユニットを設置し、その前方 75 cm 先に中央のディスプレイを設置した。左右のディスプレイは、操作者からの視野角が $65 \pm 5^\circ$ の範囲になるようにハの字状に配置し

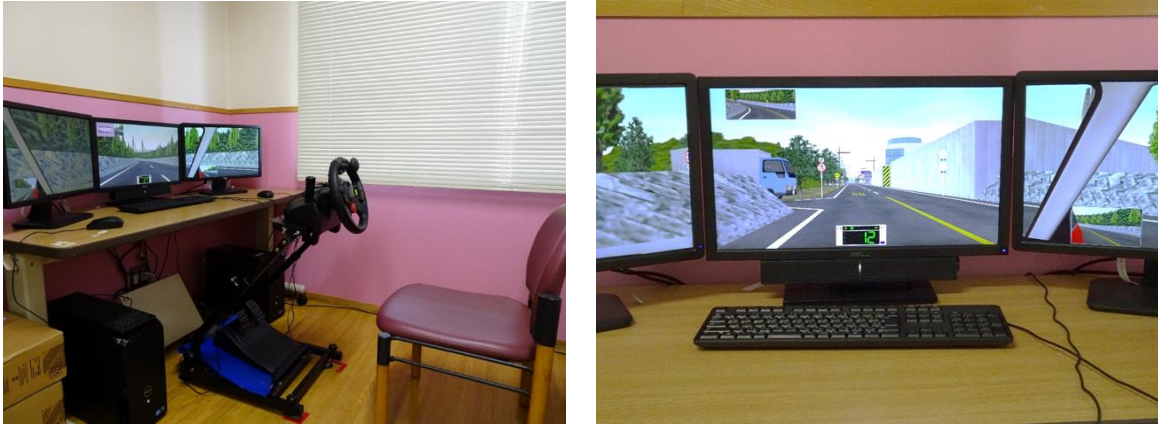


図 7.1 本章で使用した DS

(左図) DS の全景

(右図) DS 訓練で使用したコースの一例

た．片麻痺の対象者の場合は，片手でのハンドル操作が可能となるようにハンドルに旋回ノブを装着した．また，右片麻痺の対象者の場合は，左足でのペダル操作が可能となるようにアクセル・ブレーキのペダル位置を入れ替えて実施した．

介入は入院もしくは外来において，1 回あたり 40 分以上の DS 訓練を計 3-6（平均±標準偏差：5.6±1.0，中央値：6）回で実施した．対象者によって訓練回数が異なる理由は，教習所の繁忙期の影響で，訓練開始から実車評価までの日程を統一できず，対象者によって診療日数にバラつきが生じたためである．

アウトカム測定は介入前後の 2 回実施した．初回のアウトカム測定前には，対象者が DS の操作に順応できるよう，アウトカム測定や訓練に影響のない基礎的な操作練習を実施した．訓練内容は，本田技研製セーフティナビに実装されている様々な危険イベントが発生する市街地コースや長距離コースの走行を実施し，対象者に適宜安全を確保しながら運転することを求めた．訓練で使用するコースは，初回のアウトカム測定や神経心理学的検査等の結果を参考に，初級・中級・上級にコースの危険度が段階付けされた中から対象者の能力に至適な難易度のコースを OT（以下，OT）が選択した．DS 訓練中に対象者がシミュレータ酔い等の不快感を訴えた場合は，即座に訓練中止するなどの対応を取るよう努めた．

DS 訓練のコース走行後には，DS に実装されているリプレイ機能を用いて OT によるフィードバックを実施した．フィードバックの内容は，対象者の事故や危険に直結するリスク

やハザードの見落としをはじめ、現状の運転能力に応じた行動がとれていない点など行動上の問題を指摘・注意喚起や対処方法のアドバイスを行った。フィードバックは各症例の担当 OT によって実施された。フィードバックの OT の経験年数の違いによる影響を排除するために、病院内での定期的な勉強会を開催してフィードバック時の視点の均一化を図ることや経験年数の高い OT にも相談できる体制をとっている。

アウトカム測定については、介入前後に、訓練コースとは異なるアウトカム測定用の市街地コースを走行し、走行中のログデータとして事故回数、急ブレーキ回数、不適切な一時停止回数（停止忘れやオーバーランなどを含む）、不適切な方向指示提示回数（提示間違いや提示忘れなどを含む）、コース全体での速度超過の割合、コース全体での速度超過分の平均速度、右左折時の平均速度の七項目を記録した。また、アウトカム測定用のコース走行直後には、先行研究をもとに、スウェーデンの運転免許試験の実車テストの評価項目（Speed:速度調整, Maneuvering:ハンドル・ブレーキ等の円滑な操作, Lateral position:交差点・コーナー・レーンにおける位置取り, Attention:注意, Traffic behavior:運転計画・交通ルールの遵守・他運転者への配慮に Total Driving Performance:総合的な運転技能を加えた六項目）に関する Visual Analogue Scale（以下、VAS）^{125, 126)}の日本語訳（表 7.1）を用いて、対象者本人の自己評価と OT による他者評価を実施した。VAS による評価は、採点時の中心化傾向を防ぐために途中の目盛が無い 10cm のスケール（非常に悪い：0，非常に良い：10）を提示し、採点を求めた。採点結果は相互に結果が見えないよう配慮して実施した。採点時の基準については、DS での運転パフォーマンスを踏まえて自身の運転能力がどの程度になるかを採点するよう求めた。

本章の調査実施にあたって、新潟医療福祉大学（17413-130726 号）および新潟リハビリテーション病院の倫理委員会の審査と承認を得た。また、対象者からは説明に基づく同意を書面で得た。

表 7.1 本章で使した運転に関する評価項目 (VAS)

Speed: 速度調整

- ドライバーの能力、交通状況および環境に応じたスピード調整
- 交通の流れに合わせることや速度制限に従うこと

Maneuvering: ハンドル・ブレーキ等の円滑な操作

- 正確なハンドル操作
- 運転中の環境への注意・集中を妨げないような、ステアリング、ギアチェンジ、柔らかくかつスムーズなブレーキ

Lateral Position: 交差点・コーナー・レーンにおける位置取り

- レーン内の正確な車両位置や方向、先行車両との車間距離
- 交差点、ラウンドアバウトおよび住宅地とその直前における、安定した位置取り

Attention: 注意

- 交通標識、交差点、ラウンドアバウト、および住宅地において柔軟かつ十分な注意を払うこと
- 関連情報を選択して理解すること
- 動く対象物だけでなく、静止している対象物にも注意する
- 状況が問題に発展するかどうかを予測すること

Traffic behavior: 運転計画・他運転者への配慮

- 交通規則や法規を理解し、正しく適用すること
 - 運転計画
 - 他の道路利用者へ配慮し、適切な行動をとること
 - 危険を回避すること
 - 現在の交通状況を認識し、調整すること
 - 余裕を持つこと
 - 時間内に行動を完遂すること
-

先行研究^{126, 127)}を参考に翻訳作成

7.2.3 統計学的解析

統計学的検討については、計測された全データについて、正規性の確認のために Shapiro-wilk 検定を実施した。介入前後のアウトカム測定における市街地コース走行中のログデータについては、正規性を有する場合は paired t-test、正規性を有しない場合は Wilcoxon signed rank test を用いて介入前後の比較を行い、実質的な差の検討のために、効果量 Cohen's d と r を算出した。

対象者本人と OT による VAS については、介入前後および自己・他者評価の 2 要因に分類し、反復測定二要因分散分析を用いて比較した。また、対象者本人と OT 間の評価の一致度(Agreement)について検討するために、同等的信頼性を示す級内相関係数(Intra-class Correlation Coefficients : 以下, ICC)の ICC(2,1)について算出した。ICC を用いた一致度は、 $ICC < 0.40$ を poor agreement, $0.40 \leq ICC < 0.75$ を fair-good agreement, $ICC \geq 0.75$ を excellent agreement とした¹²⁸⁾。

7.3 結果

全対象者の臨床的特徴と神経心理学的検査の結果については表 7.2 に示し，介入前後のアウトカム計測用のコースの成績変化については表 7.3 に示す．介入前後を比較した結果（表 3），急ブレーキ回数が平均±標準偏差(中央値): $3.2 \pm 2.5(2.0)$ 回から $1.5 \pm 1.9(0.0)$ 回，不適切な方向指示提示の回数が $3.4 \pm 1.3(3.0)$ 回から $0.1 \pm 0.3(0.0)$ 回に有意に減少し（ $p < 0.05$ ），速度超過分の平均速度は $6.8 \pm 7.3(5.8)$ km/h から $0.9 \pm 3.8(0.0)$ km/h に有意に減少した（ $p < 0.001$ ）.

VAS の自己・他者評価の一致度を示す ICC は，全項目において介入前（0.363-0.458）に比べ介入後（0.473-0.651）に向上した（表 7.4）.

表 7.2 臨床的特徴と神経心理学的検査の結果

年齢		56.9 (10.9), [56.0]
性別(男/女)		17/3
TMT	part A (秒)	39.3(14.7), [34.0]
	part B (秒)	108.1(42.2), [101.5]
BIT		143.6(1.8), [144.0]
WAIS-3rd	FIQ	96.8(11.8), [93.0]
	VIQ	100.4(11.1), [99.5]
	PIQ	93.1(14.2), [92.0]
BADS		99.4(14.7), [99.0]

N=20, 平均値 (標準偏差), [中央値]

表 7.3 介入前後のアウトカム計測用コースの成績変化

	訓練前		訓練後		p value	効果量	
	平均値(SD) [中央値]		平均値(SD) [中央値]			Cohen's d	r
事故回数(回) [‡]	0.6 (0.9)	[0.0]	0.2 (0.4)	[0.0]	0.073		0.283
急ブレーキ回数(回) [‡]	3.2 (2.5)	[2.0]	1.5 (1.9)	[0.0]	0.011		0.401
速度超過の割合 (km/h) [‡]	1.2 (4.0)	[0.0]	0.0 (0.0)	[0.0]	0.231		0.189
速度超過分の平均 (km/h) [‡]	6.8 (7.3)	[5.8]	0.9 (3.8)	[0.0]	<0.001		0.608
右左折時の平均速度 (km/h) [†]	17.5 (6.7)	[17.8]	21.8 (4.8)	[19.8]	0.075	0.737	
不適切な一時停止 (回) [‡]	0.4 (0.6)	[0.0]	0.1 (0.3)	[0.0]	0.103		0.257
不適切な方向指示提示 (回) [‡]	3.4 (1.3)	[3.0]	2.5 (1.2)	[2.0]	0.046		0.315

†: paired-t test, ‡: Wilcoxon signed rank test, n=20

Cohen's d =0.2: 効果量小、d=0.5: 効果量中、d=0.8: 効果量大、r=0.1: 効果量小、r=0.3: 効果量中、r=0.5: 効果量大

表 7.4 介入前後における対象者-療法士間の VAS の一致度

VAS 項目	訓練前		訓練後	
	ICC	95%CI	ICC	95%CI
Speed	0.418	0.246-0.365	0.611	0.438-0.784
Maneuvering	0.399	0.229-0.619	0.543	0.367-0.736
Lateral Position	0.379	0.211-0.602	0.492	0.316-0.697
Attention	0.379	0.211-0.602	0.473	0.298-0.682
Traffic Behavior	0.363	0.198-0.586	0.529	0.353-0.725
Total Driving Performance	0.458	0.283-0.670	0.651	0.486-0.810

ICC: Intraclass correlation coefficients

VAS の反復測定二要因分散分析の結果、全項目において介入前後といった時期要因で主効果を認め ($p<0.001$)、介入前後で対象者、OT ともに評価値が向上した。また、時期要因と対象者—OT の測定要因での交互作用は Lateral Position ($p<0.05$)、Attention ($p<0.01$)、Total Driving Performance ($p<0.01$) の項目において認められ、介入前は OT に比べ過大評価であった対象者の自己評価が、介入後は OT よりも低くなるといった評価の逆転が見られた (表 7.5)。

表 7.5 介入前後における対象者の自己評価と OT による他者評価の比較

VAS 項目	訓練前: mean(SD)		訓練後: mean(SD)		F value(主効果)		F value (交互作用)
	対象者	OT	対象者	OT	訓練前後	対象者-OT	
Speed	4.9 (1.5)	4.0 (1.4)	6.0 (1.7)	5.9 (1.8)	24.07 ***	1.65	1.70
Maneuvering	4.7 (1.4)	4.0 (1.7)	6.2 (1.4)	5.6 (1.8)	45.39 ***	1.68	0.07
Lateral Position	4.8 (1.2)	4.1 (1.5)	6.0 (1.4)	6.3 (1.7)	72.63 ***	0.26	6.15 *
Attention	5.5 (1.2)	4.9 (1.7)	5.8 (1.5)	6.7 (1.7)	27.02 ***	0.08	12.64 **
Traffic Behavior	5.5 (1.2)	5.2 (1.8)	6.4 (1.7)	6.9 (1.7)	32.39 ***	0.03	3.66
Total Driving Performance	5.5 (1.3)	6.2 (1.6)	4.6 (1.5)	6.5 (1.7)	47.45 ***	0.38	11.41 **

反復測定二元配置分散分析, OT:作業療法士, VAS: Visual Analogue Scale

n=20 *: $p<0.05$, **: $p<0.01$, ***: $p<0.001$

7.4 考察

7.4.1 介入後のアウトカム計測用コースの成績改善について

DS 訓練と DS のリプレイ機能を用いた OT によるフィードバック介入の結果、介入前後で速度超過分の平均速度、急ブレーキ回数、不適切な方向指示提示の回数が介入後に有意に減少するなど、アウトカム計測用コースの成績に向上が見られ、DS 上の危険運転行動の改善がみられた。また、介入前後の対象者と OT 間の VAS の変化をみると、対象者の過大評価傾向が介入後に OT による他者評価に近づくなど乖離の解消が見られるだけでなく、対象者の自己評価が OT の評価よりも慎重化するなどの改善がみられた。

DS を用いた介入後の速度超過分の平均速度の減少について、本章と同一指標を用いた報告はない。Akinwuntan et al.⁵⁵⁾は、スピード違反回数が DS 訓練前後で有意差を認めなかったことを報告している。本章では、スピード違反の程度やスピード違反を犯した区間の割合など、詳細なログデータを対象に解析したため、Akinwuntan et al.の報告と異なる形で効果が得られた可能性がある。

DS を用いた介入後の急ブレーキ回数減少についても、本章と同一の指標を用いた報告はない。頭部外傷症例への DS 訓練を実施した Cox et al.⁵⁶⁾の報告では、先行車の急ブレーキなど予想できないイベントへの対処に関する評価点が、DS 訓練後に向上したことが報告されている。また、Gamache et al.¹²⁸⁾の DS 訓練を実施したシングルケーススタディや Hitosugi et al.¹¹⁶⁾の複数回の DS 使用中のブレーキ反応速度の推移を計測した報告では、複数回の DS 使用によるブレーキ反応速度の向上が示されている。この反応速度向上について、Gamache et al.¹²⁸⁾は DS 訓練による認知的処理の向上と認知的負荷の減少が影響した可能性を述べており、本研究でも同様の効果が得られた可能性が考えられる。

DS を用いた介入後の不適切な方向指示提示回数の減少について、これまでに本章と同一の指標あるいは類似した指標を用いた報告は見当たらない。本章における不適切な方向指示提示には、不適切な場所での提示に加え、然るべき場所での提示忘れも含まれている。Roaf et al.¹²⁹⁾は医学的問題のあるドライバーの危険が懸念される運転行動の一つに方向指示の不提示や提示忘れを挙げている。一般的に、方向指示器の提示場面は、右左折や進路変更等の

場面が中心であり、複数の操作の並列的な実施・処理に加え、分配性注意やワーキングメモリ、遂行機能などが求められる⁸⁶⁾。また、Akinwuntan et al.⁵⁵⁾は、DS 訓練の実施による Stroke Drivers' Screening Assessment (SDSA) の Road Sign Recognition の成績向上を報告している。SDSA の Road Sign Recognition は処理速度、ワーキングメモリ、遂行機能、推論能力、注意機能、空間認知能力との関連が報告されている^{50, 130, 131)}。以上のことから、DS 訓練の実施は、上記の認知機能を賦活し、不適切な方向指示の回数減少につながる可能性が考えられる。

7.4.2 介入後の自己評価の改善について

DS を用いた介入後の対象者自己評価の改善については、Mckay et al.¹³²⁾が一回の DS 使用により、健常者・脳卒中患者の過大であった自身の運転パフォーマンスの事前評価が事後に改善したことを報告している。本章では、Mckay et al.の報告と異なり、DS を使用するだけでなく、各回の DS のコース走行後にリプレイ機能を用いたフィードバックも実施している。このフィードバックでは、事故につながる可能性のあるリスクやハザードの見落としの指摘だけでなく、早期発見・予測にむけた対処方法もアドバイスしている。このような直接的フィードバックは、脳損傷者自身の行動を客観視する Self-awareness を改善させる効果があることが示されており⁹²⁾、DS 走行実施後の OT によるフィードバックでも同様の効果が得られた可能性がある。また、フィードバックを通じた意識づけにより、危険イベントの早期発見・回避行動の獲得（急ブレーキ回数の減少）、速度標識の確実な発見・適切な速度調整（速度超過分の平均速度の減少）、交通状態の予測・複数の操作に対応できる余裕のある運転行動の獲得（不適切な方向指示提示の減少）といった行動面の改善に至った可能性も考えられる。

7.4.3 本章の限界と今後の課題

最後に、本章の課題として、対象者の脱落数が多いことによる選択バイアスの問題があること、対照群を設けていない DS 訓練単独の前後比較研究であるゆえに OT のフィードバック

クの効果十分に検証できていないことが挙げられる。そのため、今後は上記の点に加え、適切な訓練回数に関する検討も含めた症例対照研究等への展開が必要である。また、アウトカムについても、DS 上のパフォーマンスのみならず、実車運転の可否や事故率など検証の余地が残されている。さらに、VAS については、著者らが独自に邦訳し作成・使用したため、英語版と日本語版での整合性や測定者による検査者間の信頼性など、今後のさらなる検証が必要である。

7.5 本章のまとめ

第 6 章の結果ならびに、危険因子とされている脳損傷者自身の運転に対する過大評価への介入研究が見当たらない現状を踏まえ、本章では DS 訓練と DS のリプレイ機能を用いたフィードバック（以下、FB）の効果について検証した。

対象は自動車運転評価と DS 訓練を実施した脳損傷者 20 名とした。介入は市街地を走行する DS 訓練とリプレイ機能を用いた FB を組み合わせて計 3-6 回実施した。アウトカムは、介入前後に測定した効果判定用コースの七項目の走行データを比較した。また、効果判定用コース走行後に六項目の Visual Analogue Scale（以下、VAS）を用いて計測した自身の運転の評価と OT による他者評価について、一致度をみる級内相関係数を算出した後、介入前後間・自己他者間の二要因の反復測定二元配置分散分析を実施した。

その結果、介入後において、走行データの急ブレーキ回数、不適切な方向指示提示の回数、速度超過の平均の項目に改善がみられた。VAS は全項目で一致度に加え、自己・他者両評価が向上した。また、VAS の交差点・コーナー・レーンにおける位置取り、注意、総合的な運転技能の項目では交互作用を認め、介入前は OT に比べ過大であった対象者の自己評価が、介入後は OT よりも低くなるといった評価の逆転がみられた。

以上のことから、脳損傷者に対する DS 訓練とリプレイ機能を用いた FB は、運転パフォーマンス向上や適正な自己評価を促し、運転行動を改善させることが示唆された。

第 8 章 ドライビングシミュレータを用いた介入の実車評価に対する効果～傾向スコアマッチング方を用いた検討～

8.1 本章の背景と目的

これまでに、自動車運転再開に向けた訓練等の介入については、運転に関連するとされている認知機能の訓練として、紙筆課題や机上でのボードゲーム^{55, 133, 134)}、有効視野課題などのコンピュータ^{53,54)}を用いたボトムアップアプローチと Driving simulator（以下、DS）を用いたトップダウンアプローチ^{55-57, 116, 128, 133-135)}の効果が検証されている。中でも脳損傷者に対する DS 訓練の効果を検証した RCT に限局すると、認知機能課題等を含む標準的訓練と比較して Stroke Drivers' Screening Assessment の Road sign recognition test の改善に大きく寄与すること⁵⁵⁾、中等度の脳損傷者に限定して実車運転評価への合格可能性が高まること⁵⁷⁾、DS 上の運転パフォーマンス向上や運転中の怒りの程度を示す road rage と危険運転の減少⁵⁶⁾などの改善効果が報告されている。しかし、道路交通法など交通安全事情が異なる本邦での検証や実車運転のパフォーマンスの質や下位項目への効果については十分に検討されていない。本章では、第 7 章に続く DS 訓練の効果検証として、実車運転のパフォーマンスに対しても効果があるかについて検証する。

介入効果を検証する手法の一つである RCT は、高いエビデンスレベルに分類されている。しかし、RCT は介入をランダムに割り付けられるために対象者の研究参加同意が得られにくいことなど、対象に偏りが生じる選択バイアスや得られた結果の一般化可能性の低さが指摘されている。さらに、自動車運転評価は、連携する自動車教習所の繁忙期など時間的制約の影響を受けやすい。そのため、運転再開にむけた介入効果に関する RCT の実施は、費用・時間・倫理的負担が大きい状況にある。

以上のことから、本章では、RCT に擬似的な解析が可能とされている観察研究の一手法として用いられている傾向スコアマッチング法^{136,137)}を用いて、本邦における脳損傷者に対する DS 訓練が実車運転の質に与える効果について検証することを目的とした。

8.2 対象と方法

8.2.1 対象

本章の対象は、新潟リハビリテーション病院の自動車運転評価のデータベースに登録されている 2011 年 4 月から 2016 年 3 月までに入院や外来において自動車運転評価を実施した脳卒中や頭部外傷等の脳損傷者 128 例（脳出血：52 名，脳梗塞：59 名，外傷性脳損傷：12 名，その他：5 名）とした。包含基準は，自動車運転評価開始前に，症状等が安定している者，ADL や歩行が自立し安定している者，てんかん発作等がない者とした。除外基準は，認知症が疑われた者，実車評価を実施しなかった者やデータに欠損値がある者，失語症等の影響により神経心理学的検査の結果が不安定な者とした。

データベースに登録されている 128 例中，今回の検討の対象症例は 52 例となった（図 1）。52 例のうち，2011 年 4 月から 2013 年 7 月までに通常の自動車運転評価を実施した歴史的対照群 28 名（脳出血：11 名，脳梗塞：13 名，外傷性脳損傷：3 名，その他：1 名），2013 年 8 月から 2016 年 1 月までに通常の自動車運転評価に加えて DS 訓練を実施した DS 訓練群 24 名（脳出血 7 名，脳梗塞 14 名，外傷性脳損傷 3 名）となった。なお，本章の調査は新潟医療福祉大学（17413-130726 号）と新潟リハビリテーション病院の倫理委員会の承認済みであり，本章の調査実施にあたり被験者に書面での同意を得て実施している。

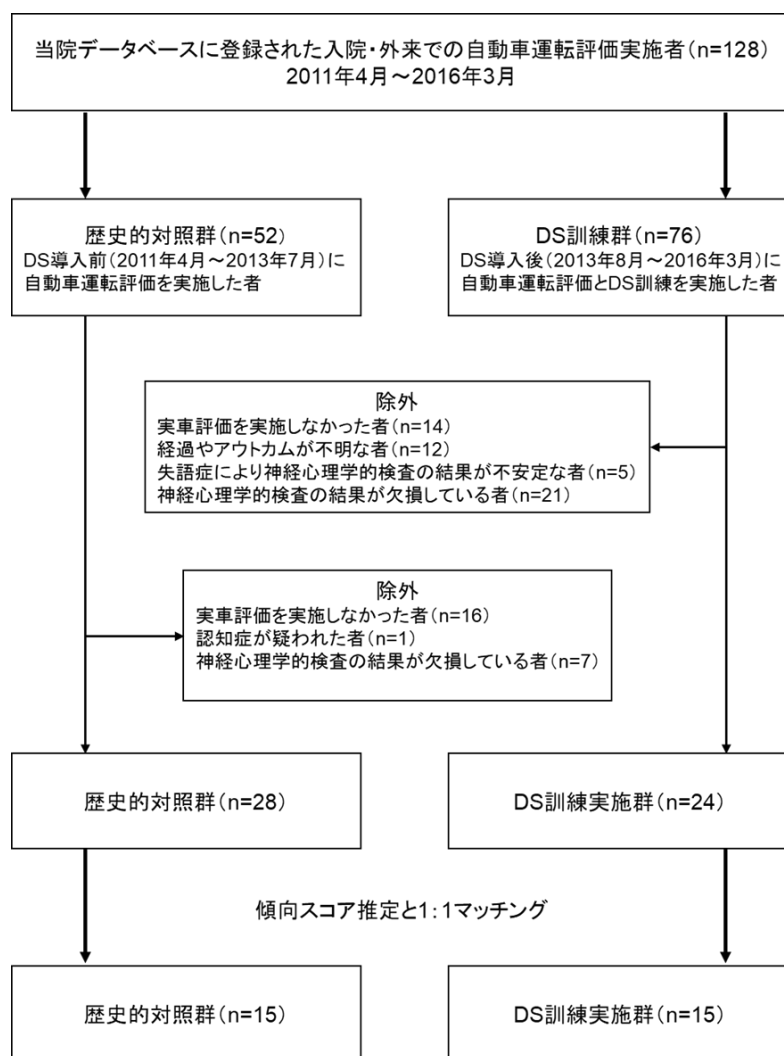


図 8.1 本研究参加者のフローダイアグラム

8.2.2 訓練方法と手順

DS 訓練は通常の自動車運転評価に加え、本田技研製の三画面型の DS : Honda セーフティナビ (図 7.1) を使用し、1 回 40 分以上の訓練を実施した。1 回の訓練では、セーフティナビに実装されている「リハビリテーション向け評価ソフト」において、様々な危険イベントが発生する市街地コースや長距離コースの走行を実施し、対象者には適宜安全を確保しながら運転することを求めた。訓練で走行するコースは、危険度によって初級・中級・上級と段階付けされた中から、担当作業療法士が訓練前に実施したセーフティナビの反応検査や神経心理学的検査の結果をもとに対象者の能力に合わせてやや難しさを感じる程度のコースを選択した。訓練実施回数は、前章の方法¹³⁶⁾に基づき、外来および入院患者ともに計 3–6

回の範囲とした。

また、片麻痺を呈した対象者の場合は、必要に応じて片手でも操作できるようにハンドルに旋回ノブを装着し、右片麻痺の対象者の場合は、左足でのアクセル・ブレーキペダル操作ができるようにペダル位置の入れ替え設定を行った。各回の DS 訓練後には、セーフティナビのリプレイ画面を用いて、作業療法士によるフィードバックを実施した。

ベースライン特性の把握にあたって、全対象者の基本属性（年齢と性別）に加え、認知機能の指標として BIT 通常検査のスコア、WAIS-3rd の VIQ, PIQ, FIQ, TMT part A, part B の検査所要時間、BADS の年齢補正標準化得点などの神経心理学的検査と、麻痺側の運動機能の指標として上肢・下肢・手指の BRS を計測した。なお、BRS については明らかな麻痺を認めなかった者についても StageVI のカテゴリーに含めた。

8.2.3 本章のアウトカム

アウトカムには、新潟県で使用されている実車運転評価の採点結果を用いた（図 8.2）。アウトカムは、運転姿勢（座席・前・後・背もたれ）、安全装置の確認（ルームミラー・ドアミラー）、発進の手順の確認（周囲・後方の確認・ドアの開閉）、S 字走行（速度・車両間隔・脱輪）、クランク走行（速度・車両間隔・接触・脱輪）、方向転換（後方確認・速度調節・脱輪）、見通しの良い交差点での対応（確認の時期遅い・速度）、見通しの悪い交差点での対応（確実な停止・停止位置・確認）、不安全行動について指摘を受けたあとの運転行動、障害物の側方通過（確認・間隔・タイミング）、信号の対応と遵守（黄信号・赤信号・停止位置）、進路変更（合図の時期・確認）、左折の方法（合図の時期・確認・走行位置）、右折の方法（合図の時期・確認・走行位置）、スピードコントロール（ムラ・急加速・遅い）、カーブ・曲がり角の走行（速度・走行位置・ふらつき）、キープレフト走行（中央寄り・左寄り）、ブレーキ操作（遅い・急ブレーキが踏めない）、ハンドル操作（内掛け・片手・送り）、総合の 20 項目が教習指導員によって 5 段階評価（5：良好，4：概ね良好，3：普通，2：やや不安，1：不安）で採点される。本章では、ハンドル操作の項目は片麻痺者の場合は採点対象とはならないため、アウトカムからは除外し、残る 19 項目をアウトカムとした。

アドバイスカード（運転技能チェックシート）

受講者 氏名	様	実施日	平成 年 月 日	担当 指導員	
-----------	---	-----	----------	-----------	--

（ 評価欄は、5－良好 4－概ね良好 3－普通 2－やや不安 1－不安 ）

チエック項目		評価	チエック項目		評価
運転姿勢・発進	運 転 姿 勢 (座席・前・後・背もたれ)		法令の順守・運転基礎	信号の対応と遵守 (黄信号・赤信号・停止位置)	
	安全装置の確認 (ルームミラー、ドアミラー)			進 路 変 更 (合図の時期・確認)	
	発進手順と確認 (周囲・後方の確認・ドアの開閉)			左 折 の 方 法 (合図の時期・確認・走行位置)	
狭路コース	S 字 走 行 (速度・車両感覚・脱輪)			右 折 の 方 法 (合図の時期・確認・走行位置)	
	ク ラ ン ク 走 行 (速度・車両感覚・接触・脱輪)			スピード・コントロール (ムラ・急加速・遅い)	
	方 向 変 換 (後方確認・速度調節・脱輪)			カーブ・曲がり角の走行 (速度・走行位置・ふらつき)	
安全行為	見通しの良い交差点 (確認の時期遅い・速度)		運動機能	キープレフト走行 (中央寄り・左寄り)	
	見通しの悪い一時停止交差点 (確実な停止・停止位置・確認)			ブ レ ー キ 操 作 (遅い・急ブレーキが踏めない)	
	不安全行動について指摘を受けた後の運転行動			ハ ン ド ル 操 作 (内掛け・片手・送り)	
	障害物の側方通過時 (確認・間隔・タイミング)		総 合		
所見					

図 8.2 教習指導員による実車運転評価用紙(新潟県版)

8.2.4 本章で用いた傾向スコアマッチング法

本章では、DS 訓練が実車運転評価の結果に与える効果を明らかにするために、年齢、性別、認知機能、麻痺側の運動機能の程度などのベースライン特性を調整できる傾向スコアによるマッチング前後の二群間比較を行った。傾向スコアは Rosenbaum et al.¹³⁶⁾によって提唱された概念であり、背景因子などの複数の共変量を一つの変数に集約することで、対象者のベースライン特性の違いを調整できる手法の一つである。本章での傾向スコアは、年齢、性別、BIT 通常検査スコア、WAIS-3rd の VIQ, PIQ, FIQ, TMT part A, B の検査所要時間、BADS の年齢補正標準化得点、上肢・下肢・手指の BRS を独立変数、DS 訓練の有無を目的変数としたロジスティック回帰分析を行い、算出された予測確率とした。マッチング手法は Nearest neighbor matching を非復元抽出法にて実施し、マッチングの許容範囲を示す Caliper 値は傾向スコアの推定値をロジット変換した値の標準偏差に 0.25 を乗じた値に設定した。

マッチング前後のアウトカムについては、二群間での群間比較を実施した。群間比較に用いた検定手法については、マッチング前は Student t-test または Mann-Whitney U test, マッチング後は paired t-test または Wilcoxon signed-rank test を各アウトカムの分布に基づいて選択し、有意水準は 5%とした。統計ソフトは R3.2.0 を使用した。また、群間比較の結果については、G*Power 3.1.9.2 を用いて、Post hoc analysis として統計学的検出力($1-\beta$)を算出した。

8.3 結果

対象 52 例のうち傾向スコアマッチング法により 30 例（15 組）が抽出され（傾向スコアの c 統計量 0.756），歴史的対照群 15 名，DS 訓練群 15 名となった．マッチング前の DS 訓練群の訓練回数（平均±SD）は 5.4 ± 1.1 回（中央値：6），マッチング後の DS 訓練群の訓練回数は 5.2 ± 1.3 回（中央値：6）であった．各群のベースライン特性は，マッチング前後共に有意差は認めていない（表 8.1）．

アウトカムの群間比較の結果，マッチング前では運転姿勢（ $p < 0.01$ ），安全装置の確認（ $p < 0.05$ ），発進の手順と確認（ $p < 0.01$ ），障害物の側方通過（ $p < 0.01$ ）の 4 項目において，DS 訓練群の評価が有意に高かった．一方，マッチング後では発進の手順と確認（ $p < 0.05$ ），障害物の側方通過（ $p < 0.05$ ），信号の対応と遵守（ $p < 0.05$ ）の 3 項目において，DS 訓練群の評価が有意に高かった（表 2）．また，マッチング前後の運転再開可否比率（再開可能者数/再開不可能者数）については，マッチング前では歴史的対照群が 25/3 に対して DS 訓練群が 20/4，マッチング後では両群ともに 15/1 であった．

表 8.1 傾向スコアマッチング前後の歴史的対照群と DS 訓練群のベースライン属性

	Pre-matching				Post-matching			
	対照群 (n=28)	DS訓練群 (n=24)	標準化 効果量	p値	対照群 (n=15)	DS訓練群 (n=15)	標準化 効果量	p値
年齢 ^a	52 [46.5-62.0]	59 [48.8-65.3]	0.43	0.055	56 [51.5-60.0]	56 [51.0-62.5]	0.10	0.670
性別 (male/female) ^c	25/3	21/3	0.06	1.000	14/1	14/1	0.00	1.000
発症日～評価開始 までの日数 ^b	80 [29.8-124.5]	51 [26.8-103.8]	0.12	0.364	72 [28.5-112.0]	35 [24.0-85.5]	0.19	0.309
評価開始～実車評価 までの日数 ^b	37 [22.0-77.5]	49 [32.8-85.5]	0.19	0.152	39 [23.5-69.0]	45 [35.0-77.0]	0.06	0.762
BRS 上肢 ^b	6 [5.0-6.0]	6 [5.0-6.0]	0.03	0.813	6 [5.0-6.0]	6 [6.0-6.0]	0.12	0.469
手指 ^b	6 [5.0-6.0]	6 [5.0-6.0]	0.09	0.524	6 [4.5-6.0]	6 [5.5-6.0]	0.15	0.422
下肢 ^b	6 [5.0-6.0]	6 [5.0-6.0]	0.11	0.422	6 [5.0-6.0]	6 [6.0-6.0]	0.19	0.344
BIT通常 ^b	144 [142.0-145.0]	144 [142.8-145.3]	0.14	0.303	144 [142.0-145.0]	144 [142.5-145.0]	0.12	0.527
WAISVIQ ^a	99 [89.5-106.3]	96 [88.3-104.5]	-0.08	0.485	99 [94.5-106.5]	96 [89.5-103.0]	-0.06	0.873
PIQ ^a	100 [89.5-103.5]	90 [84.0-102.3]	-0.34	0.173	98 [87.5-102.0]	90 [84.0-102.5]	-0.21	0.434
FIQ ^a	100 [90.0-102.0]	92 [84.8-102.0]	-0.20	0.169	99 [93.0-101.0]	92 [84.5-101.0]	-0.16	0.608
TMT part A (秒) ^b	36 [27.8-49.8]	35 [31.8-47.5]	-0.06	0.613	35 [27.0-54.5]	37 [32.5-46.5]	0.02	0.946
part B (秒) ^b	95 [64.3-118.3]	108 [87.5-137.3]	0.17	0.216	100 [66.5-122.0]	113 [87.0-115.5]	0.12	0.480
BADS 年齢補正標準化得点 ^a	96 [88.8-112.0]	99 [88.0-112.3]	0.12	0.669	102 [93.0-114.0]	98 [87.0-110.5]	-0.21	0.433

a: Student t-test in pre-matching, paired t-test in post-matching. b: Wilcoxon rank-sum test in pre-matching, Wilcoxon signed-rank test in post-matching. 中央値[四分位範囲]
c: Chi-squared test in pre-matching, McNemar's test in post-matching.

表 8.2 傾向スコアマッチング前後の歴史的対照群と DS 訓練群のアウトカム比較

アウトカム指標 教習指導員による実車運転評価の採点結果	Pre-matching					Post-matching				
	対照群 (n=28)	DS訓練群 (n=24)	p値	効果量:r	power:1-β	対照群 (n=15)	DS訓練群 (n=15)	p値	効果量:r	power:1-β
運転姿勢	3 [3.0-3.0]	3 [3.0-4.0]	0.003	0.403	0.431	3 [3.0-3.0]	3 [3.0-4.0]	0.063	0.340	0.924
安全装置の確認	3 [3.0-3.0]	3 [3.0-3.25]	0.035	0.283	0.560	3 [3.0-3.0]	3 [3.0-3.5]	0.125	0.280	0.895
発進の手順と確認	2 [2.0-3.0]	3 [2.0-3.25]	0.003	0.400	0.586	2 [2.0-3.0]	3 [2.5-3.5]	0.045	0.366	0.915
S字走行	3 [3.0-3.0]	3 [3.0-3.0]	0.357	0.123	0.559	3 [3.0-3.0]	3 [3.0-3.0]	0.375	0.162	0.847
クランク走行	3 [3.0-3.0]	3 [3.0-3.0]	0.678	0.055	0.753	3 [3.0-3.0]	3 [3.0-3.0]	0.813	0.043	0.813
方向転換	3 [3.0-3.0]	3 [2.8-3.0]	0.935	0.011	0.936	3 [3.0-3.0]	3 [3.0-3.0]	0.359	0.167	0.807
見通しの良い交差点での対応	2 [2.0-3.0]	2 [2.0-3.0]	0.724	0.047	0.803	2 [2.0-3.0]	2 [2.0-3.0]	0.617	0.091	0.760
見通しの悪い交差点での対応	2 [2.0-3.0]	2 [2.0-3.0]	0.811	0.032	0.811	3 [2.0-3.0]	2 [2.0-2.5]	0.273	0.200	0.802
不安全行動について指摘を受けた後の運転行動	3 [2.0-3.0]	3 [2.8-3.0]	0.136	0.199	0.550	3 [2.5-3.0]	3 [2.5-3.0]	1.000	0.000	0.999
障害物の側方通過	3 [2.0-3.0]	3 [3.0-4.0]	0.004	0.383	0.513	3 [2.0-3.0]	3 [3.0-3.5]	0.035	0.385	0.945
信号の対応と遵守	3 [3.0-3.0]	3 [3.0-4.0]	0.077	0.237	0.574	3 [3.0-3.0]	3 [3.0-4.0]	0.016	0.441	0.955
進路変更	2 [2.0-2.25]	2 [2.0-3.0]	0.357	0.123	0.688	2 [2.0-2.5]	2 [2.0-3.0]	0.438	0.142	0.673
左折の方法	2 [2.0-3.0]	2 [2.0-3.0]	0.800	0.033	0.808	3 [2.0-3.0]	2 [2.0-3.0]	0.563	0.106	0.782
右折の方法	2 [2.0-3.0]	3 [2.0-3.0]	0.125	0.205	0.598	2 [2.0-3.0]	3 [2.0-3.0]	0.727	0.064	0.820
スピードコントロール	3 [2.0-3.0]	3 [2.75-3.0]	0.471	0.096	0.588	3 [2.5-3.0]	3 [3.0-3.0]	0.727	0.064	0.822
カーブ・曲がり角の走行	2 [2.0-2.0]	3 [2.0-3.0]	0.471	0.096	0.979	2 [2.0-2.0]	3 [2.0-3.0]	0.727	0.064	0.999
キープレフト走行	3 [2.0-3.0]	3 [3.0-3.0]	0.075	0.238	0.540	3 [2.0-3.0]	3 [3.0-3.0]	0.289	0.194	0.835
ブレーキ操作	3 [2.0-3.0]	2 [2.0-3.0]	0.287	0.142	0.522	3 [2.0-3.0]	3 [2.0-3.0]	0.656	0.081	0.776
総合	3 [2.0-3.0]	3 [3.0-3.0]	0.174	0.182	0.500	3 [3.0-3.0]	3 [3.0-3.0]	0.219	0.224	0.862

Wilcoxon rank-sum test in pre-matching, Wilcoxon signed-rank test in post-matching.
r: small (r = 0.10-0.29), medium (r = 0.30-0.49), large (r >= 0.50)

中央値[四分位範囲]

8.4 考察

8.4.1 傾向スコア推定とマッチングの妥当性

本章のロジスティック回帰分析モデルによる傾向スコア推定の適合度を示す Area Under the Curve (c 統計量) は 0.756 であった。星野ら¹³⁷⁾によると、c 統計量は 0.8 以上あることが医学系論文でのスタンダードとされている。一方で、Fu et al.¹³⁸⁾は c 統計量に盲目的にこだわるべきではないと指摘している。また、岡本¹³⁹⁾は c 統計量が 0.8 以上あると標本数が相当大きくない限り、両群の重なり部分から十分数を確保することは困難になると述べている。これらのことから、本章の c 統計量の値は、標本数とマッチングできたペア数をみても概ね妥当であると考えられる。

さらに、マッチング後の対照群と DS 訓練群を比較した際の統計学的検出力($1-\beta$)については、概ね 0.8 程度が確保されており (表 8.2)、アウトカムの検定結果についても概ね妥当であると考えられる。

8.4.2 実車運転における DS 訓練の効果

傾向スコアマッチング後の二群 (DS 訓練群, 歴史的対照群) 間の教習指導員による実車運転評価を比較した結果、発進の手順と確認 ($p<0.05$), 障害物の側方通過 ($p<0.05$), 信号の対応と遵守 ($p<0.05$) の 3 項目において、DS 訓練群の評価が有意に高かった。

発進の手順と確認および障害物の側方通過の項目において、DS 訓練群の評価が高かったことについては、今回用いた DS の市街地コース走行で実施した内容が汎化された可能性が考えられる。これまでの先行研究において、DS 訓練実施によって発進の手順と確認および障害物の側方通過に関連したアウトカムへの効果が示された報告は著者らが渉猟した限り存在しない。本章で用いた DS の市街地コースには、発進直後に後方から車両が近づいてくる危険イベントや対向車に注意しながら路上に駐停車している車両の側方を通過する場面が存在する。これらの場面では、不十分な安全確認や不適切な判断・操作によって、事故やインシデントにつながるように構成されている。また、前章で示したように¹³⁵⁾、DS 訓練とリプレイを使用したフィードバックの併用によって、対象者の過大評価と DS 上のパフォ

パフォーマンスが改善されている。以上のことから、DS 訓練群の対象者は、DS 上の発進直後の事故経験や駐車車両の側方通過の危険場面を通じて、発進時の危険に対する意識向上や、適切な対処を身に付けたために、実車運転評価が高くなっている可能性が考えられる。

信号の対応と遵守において DS 訓練群の評価が高かったことについては、今回用いた DS 訓練において、走行後に信号のある交差点も含む不適切な一時停止回数の結果が提示されたことやリプレイ画面を通じて運転パフォーマンスを確認したことによる注意喚起効果が考えられる。Cox et al.⁵⁶⁾は、DS 上の交通の流れや停止線上での適切な一時停止とブレーキのパフォーマンスについて、DS 訓練群と対照群間に有意差を認めなかったことを報告している。しかし、Cox et al.の報告は対象が頭部外傷症例であることやサンプルサイズが小さい点が懸念される。また、介入手順として、対象者のパフォーマンス結果を踏まえて次回のコースを選択・目標提示するといったリプレイ画面を用いたフィードバックが行われていない。これらのことから、本章の結果と Cox et al.の報告の結果に差異が生じたものと考えられる。

今回、DS 訓練実施による効果がみられなかった項目についてみていくと、運転姿勢・安全装置の確認・S 字・クランク・方向転換などの項目は DS の市街地コースの中に同様なイベントが含まれていないこと、スピード・カーブ・キープレフト・ブレーキ・右左折などの車幅感覚や操作感に関する項目は DS から実車両への汎化がしにくいこと、交差点や進路変更などの項目は実車評価が教習所内といった限定的な環境で実施されていることによって効果が検出され難かった可能性が考えられる。

以上のことから、本章では、DS 訓練実施によって「発進の手順と確認」、「障害物の側方通過」、「信号の対応と遵守」といった実車運転のパフォーマンスが改善される可能性が示唆された。DS は仮想環境上で運転できることから、使用対象者が衝撃等の外力の負担を感じることなく病院内で走行練習を行い、危険場面の対処方法を繰り返し訓練することが可能である。これまでに DS 訓練の実施による実車運転のパフォーマンスについて改善効果を検証した報告はなく、本章の結果は脳損傷者に対する DS 訓練実施の有用性を支持するものであるといえる。

8.4.3 本章の限界と今後の課題

本章の方法上の限界として、自動車運転評価の特性上、対象者の障害の程度が実車運転評価実施可能な比較的軽度症例に限定される選択バイアスが含まれている可能性がある。次に、傾向スコア算出のために選択した共変量の妥当性については、今回選択しなかった未知の共変量の影響が懸念される。特に、本章では歴史的対照群を用いており、歴史的対照群と DS 訓練群を取り巻く状況（背景要因）の変化を考慮する必要がある。本章では、新潟リハビリテーション病院での運転評価システムが確立された時期以降の歴史的対照群を用いて、背景要因の影響を可能な限り排除するよう試みたものの、十分ではない可能性がある。また、本章の結果は、対象が傾向スコアを用いてマッチングされた症例に限定され、マッチングまでに除外された症例が多い影響も否定できず、幅広い重症度の脳損傷者全てに当てはまる十分な一般化可能性があるとは言い切れない。さらに、本章では対照群を訓練未実施者に設定しているため、他訓練方法と比較した DS 訓練の優位性を示せていない点も課題として残されている。そのため、今後は、認知機能訓練や実車運転訓練等と比較するデザインや、同時期・同一背景因子を有する多施設間でのマッチングや RCT の実施も検討する必要がある。

そして、今回の 7・8 章の DS を用いた訓練については、いずれも短期的な効果の検証にとどまっており、運転を再開してから数年経過後の事故率などの長期的な効果の比較には至っていない。最後に、本章において対象から除外された症例の中には、長期的な DS 訓練実施や実車運転評価・訓練、運転環境の制限といった条件など多角的かつ包括的介入によって運転再開に至った者も存在した。これらのことから、今後は、脳損傷者の運転再開可能性を高めるための介入として、DS 訓練に限らない包括的な介入の効果についても検証していく必要がある。

8.5 本章のまとめ

第 7 章に続く DS 訓練の効果検証として、実車運転のパフォーマンスといったアウトカムに対しても効果がみられるかについて検証した。

対象は、DS 訓練とリプレイ機能を用いたフィードバックを実施した DS 訓練群 (24 名)、

DS 導入以前に通常の自動車運転評価を実施した歴史的対照群（28 名）とし、アウトカムは新潟県で用いられている実車運転評価における 19 項目の採点結果とした。

統計的手法として、本章では、年齢、性別、認知機能、麻痺側の運動機能の程度などのベースライン特性を調整できる傾向スコアによるマッチング前後の二群間比較を行った。

その結果、各群から 15 組（30 例）が抽出・マッチングされた。マッチング前後のアウトカムについては、二群間での群間比較を実施した。

アウトカムの二群間比較の結果、マッチング前では運転姿勢（ $p<0.01$ ）、安全装置の確認（ $p<0.05$ ）、発進の手順と確認（ $p<0.01$ ）、障害物の側方通過（ $p<0.01$ ）の 4 項目において、DS 訓練群の評価が有意に高かった。一方、マッチング後では発進の手順と確認（ $p<0.05$ ）、障害物の側方通過（ $p<0.05$ ）、信号の対応と遵守（ $p<0.05$ ）の 3 項目において、DS 訓練群の評価が有意に高かった。以上のことから、DS 訓練とリプレイ機能を用いたフィードバックは、実車運転パフォーマンス向上に寄与する可能性が示唆された。

第9章 結論

本研究では、脳損傷者の自動車運転再開における危険運転リスクを事前に見極める適切な運転再開可否判断の確立にむけた対策として現状の評価精度の検証、脳損傷者の運転中止後の予後リスク回避にむけた対策として安全な運転再開可能性を高めるための運転パフォーマンス向上目的のドライビングシミュレータを用いた訓練方法を模索・立案し、効果の検証を行った。

以下では、神経心理学的検査を用いた脳損傷者の自動車運転再開可否の判断基準のありかたについて総体的に述べるとともに、見落とされる可能性が高い右半球損傷患者の自動車運転再開のリスクを踏まえた対策のあり方、および脳損傷者の安全な運転再開可能性を高めるための DS を用いた運転パフォーマンス向上を目的とした訓練のありかたについてまとめる。

9.1 脳損傷者の自動車運転再開可否の判断基準について

運転再開可否判断については、国内外を通じて、神経心理学的検査の目安値や暫定基準値が提案されているもののガイドラインのように絶対的な基準として確立されておらず、検査の予測精度について検証した報告も少ない³²⁻⁵²⁾。また、これらの検査の精度検証のほとんどが簡便なスクリーニング検査に集中している特徴があり、詳細な検査にも対象範囲を広げて検証する必要があった。

本研究の結果、脳損傷者の運転再開可否判断時に用いる神経心理学的検査において、WAIS-3rdの FIQ:83, VIQ:84, PIQ:85 以下, TMT part A:77 秒以上, part B:225 秒以上, BADS:90 以下となった際に実車評価で運転再開不可/見送り群と分類される可能性があること、特に、TMT part A: 53 秒以上, WAIS-3rd の FIQ:90 未満, VIQ:90 未満, PIQ:90 未満, BIT:143 点未満であった場合、7 割の確率で運転再開不可/見送り群を判別できる感度があることが示唆された（第2章、第3章）。このことは、教習所との連携が確立されていない実車評価実施が困難な病院や施設において、脳損傷者の運転再開可否を事前に判別するための

大まかなフィルタリングとして活用できる可能性がある。

9.2 神経心理学的検査では検出できない RHD 患者のリスクを踏まえた対策

自動車運転再開を考慮する段階にある RHD 患者の中には、机上の紙筆検査では著明に症状が出現せず、DS や実車運転などの処理速度や並列的処理が求められる動的な課題上で、はじめて USN 症状に関連した問題が顕在化する症例が存在することが示唆された（第 4 章）。また、RHD 患者の運転再開可否を分ける要因として、机上での紙筆検査よりも DS のトラッキング課題や実車運転の方が検出に優れていた。特に、RHD 患者において、DS や実車運転中の問題として、走行中の車線偏位、狭路での脱輪、車庫入れの失敗、および速度調整の失敗が著明に観察された場合は、USN 症状に関連した問題である可能性が高い（第 5 章）。

以上のことから、RHD 患者における神経心理学的検査の結果を重視した運転再開可否判断は、軽度の USN 症例の場合、潜在化した症状を見落としてしまうリスクがある。その見落としのリスクを回避するため、本研究で挙げた運転再開不可となった RHD 患者に認められた DS トラッキング課題や実車運転評価上の問題をチェック項目として確認することで、神経心理学的検査単独よりも高い精度で運転再開可否判断が可能になるものとする。

9.3 脳損傷者の安全な運転再開にむけた運転パフォーマンス向上のための DS 訓練のありかた

自動車運転評価を実施した脳損傷者の運転再開後の状況について質問紙調査を実施した結果、運転再開後に運転中の危険経験がある者はない者より運転に不安を抱えている者が多く、「注意判断」や「冬季運転」の項目に不安がある者や、発症前より運転頻度が減少した者が多かった。また、運転への不安がある者は不安がない者より運転範囲が狭小している者が多く、安全な運転再開に向けたリスク知覚や適切な運転行動様式の習得など、訓練としての働きかけが有効な介入となる可能性が示唆された（第 6 章）。

第 6 章の運転再開後の状況に関する質問紙調査から得られた、脳損傷者が自らの危険経

験を通して運転行動を制限しているなどの行動様式の変化があったことをもとに、実際の訓練等の働きかけとして、安全な運転再開に向けたリスク知覚や適切な運転行動様式の習得を目的とした DS 訓練の効果について検証を実施した。

その結果、脳損傷者に対する DS 訓練とリプレイ機能を用いたフィードバックが、DS 上の運転パフォーマンス向上や適正な自己評価を促し、運転行動を改善させること（第 7 章）、さらには実車運転評価においても「発進の手順の確認」、「障害物の側方通過」、「信号の対応と遵守」などのパフォーマンスを向上させる効果があることが示唆された（第 8 章）。DS 訓練に用いた市街地コースには、発進直後に後方から車両が近づいてくる危険イベントや対向車に注意しながら路上に駐停車している車両の側方を通過する場面が存在する。これらの場面は、不十分な安全確認や不適切な判断・操作によって、事故やインシデントにつながるように構成されている。また、リプレイを使用したフィードバックとの併用効果によって、発進時の危険に対する意識向上や、適切な対処を身に付けるなどの運転行動の変容が起こったために、実車運転評価が高くなった可能性が考えられる。

以上のことから、運転再開を考慮する主に軽度から中等度の脳損傷者に対して、運転再開可能性を高めるための介入として、DS 訓練とリプレイ機能を用いたフィードバックを実施することは、運転パフォーマンスの一部、および運転に対する自己認識の向上を図る側面において有用であるといえる。

最後に、今後に向けた課題として、運転再開可否判断の確立に向けた対策においては、本研究では実施できなかった左半球損傷患者の分析が課題として残されている。また、脳損傷者の運転中止後の予後リスク回避に向けた対策においては、他の訓練方法と比較した DS 訓練の優位性の検証、至適な DS 訓練実施回数や実施時間についても検討する必要がある。さらに、訓練時間および発生する費用や運転再開できなかった場合の経済的損失と得られる訓練効果との間の費用対効果の分析・検討も必要である。そして、運転を再開してから数年経過後の事故率などの長期的効果についての検証も含めたさらなる研究を進める必要がある。

謝辞

本論文をまとめるにあたり、数多くの方々のご助力をいただきました。この場をお借りして感謝の意を申し上げます。

特に、筑波大学大学院システム情報工学研究科伊藤誠教授より数多くの貴重な助言を頂くと共に、私の2度にわたる体調不良での入院後の対応など細やかなご配慮を頂きました。この場を借りて心より感謝の意を申し上げます。

博士論文審査の副査をお引き受けいただきました、システム情報工学研究科遠藤靖典教授、葛岡英明教授、谷口綾子准教授、人間総合科学研究科外山美樹准教授には、審査の過程において、本論文に関する貴重なご助言を頂戴いたしました。先生方のご指摘により、本論文がより充実し、博士論文後のさらなる研究展開を考える上で有益なヒントをいただきました。この場をお借りして深甚なる感謝の意を申し上げます。

また、研究の過程において、様々なご支援・ご指導を頂いた新潟リハビリテーション病院の関係者の皆様、業務上の配慮をいただきました新潟医療福祉大学の関係者の方々にも深く感謝申し上げます。

最後に、本論文の完成まで温かく見守ってくれた家族、妻の加奈子は生活面、精神面など様々なサポートに尽力してくれたこと、娘の明里は日々の中で癒しと前向きな活力を与えてくれました。この場をお借りして心より感謝申し上げます。

研究業績

【参考論文】

本論文の主内容は，下記の通り公表済みないし公表予定である．

・公表済み論文

- (1) 外川 佑, 村山 拓也, 佐藤 卓也, 崎村 陽子, 伊藤 誠: 脳損傷者に対するドライビングシミュレータ訓練とリプレイ機能を用いたフィードバックの効果. 総合リハビリテーション 46(5): 465-471, 2018
- (2) 外川 佑, 村山 拓也, 佐藤 卓也, 崎村 陽子: Behavioral Inattention Test で検出されない左半側空間無視患者の自動車運転評価における特徴と運転再開に影響する要因の検討 3 症例のケースシリーズ. 作業療法 36(6): 599-608, 2017
- (3) Sotokawa T, Murayama T, Noguchi J, Sakimura Y, Itoh M: Driving Evaluation of Mild Unilateral Spatial Neglect Patients—Three High-Risk Cases Undetected by BIT After Recovery. International Conference on Human Interface and the Management of Information, HCI 2015: Human Interface and the Management of Information. Information and Knowledge in Context pp 253-261, 2015
- (4) 外川 佑, 小林 将士, 小田 俊昌, 村山 拓也, 崎村 陽子: 脳損傷者の運転再開後の運転状況・不安・危険経験の関係について：質問紙調査を用いて. 作業療法ジャーナル 48(11): 1173-1179, 2014
- (5) 外川 佑, 小田俊昌, 山倉宏美, 菊池達哉, 崎村陽子: 自動車運転再開プログラムにおける神経心理学的判断基準についての検討. 総合リハビリテーション 41(4): 373-378, 2013

・公表予定論文

- (1) 外川 佑, 村山 拓也, 佐藤 卓也, 崎村 陽子, 伊藤 誠: 脳損傷者を対象とした運転シミュレータ訓練の効果に関する傾向スコアマッチング法を用いた検討. 総合リハビリテーション(in press)

参考文献

- 1) Shinar D: Psychology on the road: The human factor in traffic safety. New York: Wiley, 1978
- 2) Sims RV, et al.: Exploratory study of incident vehicle crashes among older drivers. *J Gerontol Series A Biol Sci Med Sci.* **55**: 22-27, 2000
- 3) Perrier MJ, et al.: The risk of motor vehicle crashes and traffic citations post stroke: a structured review. *Top Stroke Rehabil* **17**: 191-196, 2010
- 4) McGwin G, et al.: Relations among chronic medical conditions, medications, and automobile crashes in the elderly: a population-based case-control study. *Am J Epidemiol* **152**: 424-431, 2000
- 5) Lundqvist A, et al.: Factors influencing driving 10 years after brain injury. *Brain Inj* **22**: 295-304, 2008
- 6) Takashima N, et al.: Incidence, Management and Short-Term Outcome of Stroke in a General Population of 1.4 Million Japanese- Shiga Stroke Registry. *Circ J* **81**: 1636-1646, 2017
- 7) 厚生労働省：平成 26（2014）年患者調査の状況. <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/kanja/14/dl/toukei.pdf> （2018 年 5 月 18 日アクセス）
- 8) 小林祥泰（編）：脳卒中データバンク 2015, 中山書店, 2015.
- 9) 高村政志, 他：熊本県頭部外傷データバンクーこれまでの経過とこれからの課題ー. 神経外傷 **21**:118-124, 1998
- 10) 警察庁：運転免許統計. <https://www.npa.go.jp/toukei/menkyo/index.htm> （2018 年 5 月 18 日アクセス）
- 11) Rapport LJ, et al.: Driving and community integration after traumatic brain injury. *Arch Phys Med Rehabil* **89**: 922-930, 2008
- 12) Schulthesis MT, et al., (三村将・監訳): 医療従事者のための自動車運転評価の手引き. 新興医学出版社, 東京, 2011

- 13) 三村將, 他: 高次脳機能障害と自動車運転—脳機能と運転能力—. *IATSS Review* **42**: 6-11, 2018
- 14) 三村將, 他: 日米における高次脳機能障害者支援の現状 高次脳機能障害者の自動車運転について. *高次脳機能研究* **31**, 157-163, 2011
- 15) Edwards JD, et al.: Driving cessation and health trajectories in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* **64**: 1290-1295, 2009
- 16) Chihuri S, et al.: Driving Cessation and Health Outcomes in Older Adults. *J Am Geriatr Soc* **64**: 332-341, 2016
- 17) Al-Hassani SB, et al.: The impact of driving cessation on older Kuwaiti adults: implications to occupational therapy. *Occup Ther Health Care* **28**: 264-276, 2014
- 18) Fonda SJ, et al.: Changes in driving patterns and worsening depressive symptoms among older adults. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci* **56**: s343-351, 2001
- 19) Marottoli RA, et al.: Driving cessation and increased depressive symptoms: prospective evidence from the New Haven EPESE. Established Populations for Epidemiologic Studies of the Elderly. *J Am Geriatr Soc* **45**: 202-206, 1997
- 20) Ragland DR, et al.: Driving cessation and increased depressive symptoms. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* **60**: 399-403, 2005
- 21) Windsor TD, et al.: The role of perceived control in explaining depressive symptoms associated with driving cessation in a longitudinal study. *Gerontologist* **47**: 215-223, 2007
- 22) Curl AL, et al.: Giving up the keys: how driving cessation affects engagement in later life. *Gerontologist* **54**: 423-433, 2014
- 23) O'Connor ML, et al.: Mediators of the association between driving cessation and mortality among older adults. *J Aging Health* **25**: 249S-269S, 2013
- 24) Liddle J, et al.: Time use, role participation and life satisfaction of older people

- e: impact of driving status. *Aust Occup Ther J* **59**: 384-392, 2012
- 25) Mann WC, et al.: Relationship of Health Status, Functional Status, and Psychosocial Status to Driving Among Elderly with Disabilities. *Physical & Occupational Therapy In Geriatrics* **23**: 1-24, 2009
- 26) Choi NG, et al.: Depressive Symptoms Among Older Adults Who Do Not Drive: Association With Mobility Resources and Perceived Transportation Barriers. *Gerontologist* **56**: 432-443, 2016
- 27) Legh-Smith J, et al.: Driving after stroke. *J R Soc Med* **79**: 200-203, 1986
- 28) Liddle J, et al.: The Experiences and Needs of People Who Cease Driving After Stroke. *Brain Impairment* **10**: 271-281, 2009
- 29) Logan PA, et al.: Using an interview study of transport use by people who have had a stroke to inform rehabilitation. *Clin Rehabil* **18**: 703-708, 2004
- 30) Rapport LJ, et al.: Barriers to driving and community integration after traumatic brain injury. *J Head Trauma Rehabil* **21**: 34-44, 2006
- 31) Norlander A, et al.: Long-Term Predictors of Social and Leisure Activity 10 Years after Stroke. *PLoS One* **11**: e0149395, 2016
- 32) Devos H, et al.: Screening for fitness to drive after stroke: a systematic review and meta-analysis. *Neurology* **76**: 747-756, 2011
- 33) Hird MA, et al.: Cognitive, on-road, and simulator-based driving assessment after stroke. *J Stroke Cerebrovasc Dis* **23**: 2654-2670, 2014
- 34) Marshall SC, et al.: Predictors of driving ability following stroke: a systematic review. *Top Stroke Rehabil* **14**: 98-114, 2007
- 35) Lundqvist A, et al.: Neuropsychological aspects of driving after a stroke—in the simulator and on the road. *Applied Cognitive Psychology* **14**: 135-150, 2000
- 36) Novack TA, et al.: UFOV performance and driving ability following traumatic brain injury. *Brain Inj* **20**: 455-461, 2006

- 37) Aslaksen PM, et al.: Prediction of on-road driving ability after traumatic brain injury and stroke. *Eur J Neurol* **20**: 1227-1233, 2013
- 38) Hargrave DD, et al.: Two brief measures of executive function in the prediction of driving ability after acquired brain injury. *Neuropsychol Rehabil* **22**: 489-500, 2012
- 39) Schanke AK, et al.: Comprehensive driving assessment: neuropsychological testing and on-road evaluation of brain injured patients. *Scand J Psychol* **41**: 113-121, 2000
- 40) Mazer BL, et al.: Predicting ability to drive after stroke. *Arch Phys Med Rehabil* **79**: 743-750, 1998
- 41) Barco PP, et al.: Predicting road test performance in drivers with stroke. *Am J Occup Ther* **68**: 221-229, 2014
- 42) Akinwuntan AE, et al.: Determinants of driving after stroke. *Arch Phys Med Rehabil* **83**: 334-341, 2002
- 43) 武原格, 他: 脳損傷者の自動車運転再開に必要な高次脳機能評価値の検討. リハビリテーション医学 **53**: 247-252, 2016
- 44) 加藤貴志, 他: 脳損傷者の実車運転技能に関連する神経心理学的検査について-システムティックレビューとメタ分析. 総合リハ **44**: 1087-1095, 2016
- 45) 山田恭平, 他: 脳血管障害者における神経心理学的検査と実車評価の関連性. 高次脳機能研究 **33**: 270-275, 2013
- 46) 前田守, 他: 高次脳機能障害と ADL 高次脳障害患者における自動車運転の問題点. 総合リハ **22**: 127-132, 1994
- 47) Fisk GD, et al.: Vision, attention, and self-reported driving behaviors in community-dwelling stroke survivors. *Arch Phys Med Rehabil* **83**: 469-477, 2002
- 48) 小倉雄一, 他: 高次脳機能障害患者のための自動車運転能力評価法の検討. 茨城県立医療大学付属病院職員研究発表報告集 **10**, 59-64, 2007

- 49) 小倉雄一, 他: 高次脳機能障害患者のための自動車運転能力評価法の検討. 茨城県立医療大学附属病院職員研究発表報告集 **11**, 53-57, 2008
- 50) Radford KA, et al.: Concurrent validity of the stroke drivers screening assessment. *Arch Phys Med Rehabil* **85**: 324-328, 2004
- 51) Akinwuntan AE, et al.: Confirmation of the accuracy of a short battery to predict fitness-to-drive of stroke survivors without severe deficits. *J Rehabil Med* **39**: 698-702, 2007
- 52) 山田恭平, 他: 脳卒中後の自動車運転スクリーニング検査 システマティックレビュー・メタアナリシス. 北海道作業療法 **32**: 228-35, 2015
- 53) Crotty M, et al.: Retraining visual processing skills to improve driving ability after stroke. *Arch Phys Med Rehabil* **90**: 2096-102, 2009
- 54) Mazer BL, et al.: Effectiveness of a visual attention retraining program on the driving performance of clients with stroke. *Arch Phys Med Rehabil* **84**: 541-50, 2003
- 55) Akinwuntan AE, et al.: Effect of simulator training on driving after stroke A randomized controlled trial. *Neurology* **65**: 843-850, 2005
- 56) Cox DJ, et al.: Driving rehabilitation for military personnel recovering from traumatic brain injury using virtual reality driving simulation: A feasibility study. *Milit med* **175**: 411-6, 2010
- 57) Mazer BL, et al.: A randomized clinical trial to determine effectiveness of driving simulator retraining on the driving performance of clients with neurological impairment. *Br J Occup Ther* **78**: 369-76, 2015
- 58) 日本版 WAIS-III 刊行委員会: 日本版 WAIS-3rd 理論マニュアル. 日本文化科学社, 東京, 2006
- 59) 石合純夫: 行動性無視検査 (Behavioural inattention test : BIT) —高次脳機能の検査と解釈. 臨床リハ **18**: 628-632, 2009
- 60) 長山洋史, 他: 半側空間無視患者の ADL 評価と予後—特集／半側空間無視のリハビリ

テーション. *MB Med Reha* **129**: 23-30,2011

- 61) 水野勝広: 半側空間無視へのアプローチ特集／脳卒中リハビリテーションupdate. *M B Med Reha* **114**: 39-47,2010
- 62) 太田久晶, 他: 空間認知障害. *Clinical Neuroscience* **27**: 425-428, 2009
- 63) 緒方敦子: BADS(Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome)—高次脳機能の検査と解釈. 臨床リハ **18**: 823-827, 2009
- 64) 川村孝: 臨床研究の教科書—研究デザインとデータ処理のポイント—. 医学書院, 東京 2016
- 65) Heilman KM, et al.: Neglect and related disorders. In: Heilman KM, Valenstein E (eds.), *Clinical Neuropsychology*, 3rd edn. Oxford University Press, New York, 1993, pp.279-336.
- 66) 石合純夫: 失われた空間. 神経心理学コレクション, 医学書院, 東京, 2009.
- 67) Karnath HO: Spatial attention systems in spatial neglect. *Neuropsychologia* **75**: 61-73, 2015
- 68) BIT 日本語版作成委員会 (代表石合純夫): BIT 行動性無視検査日本版. 新興医学出版社, 東京, 1999
- 69) 石合純夫: 視空間認知障害の評価法-高次脳機能障害のリハビリテーション-. *Journal of Clinical Rehabilitation* **8**, 135-141, 1995
- 70) Guariglia C, et al.: Personal and extrapersonal space: A case of neglect dissociation. *Neuropsychologia* **30**: 1001-1009, 1992
- 71) 竹内健太, 他: 机上での神経心理学的検査と Catherine Bergego Scale による行動評価で半側空間無視の乖離がみられた右半球損傷患者の検討, OT ジャーナル **50**:97-101, 2016
- 72) 蜂須賀研二: 高次脳機能障害者の自動車運転と社会参加. 蜂須賀研二・編著, 高次脳機能障害の自動車運転再開とリハビリテーション, 金芳堂, 京都, 2014, pp.26-35
- 73) Piece SL (松原麻子・訳): 手段的日常生活活動としての自動車運転と地域における移動

手段. Gillen G・編著 (清水一, 宮口英樹, 松原麻子・監訳), 脳卒中のリハビリテーション生活機能に基づくアプローチ, 原著第3版, 三輪書店, 東京, 2015, pp.625-662

- 74) Tant MLM: Visual performance in homonymous hemianopia: Assessment, training and driving. University of Groningen, Netherlands, 2002. (on line), available from < <http://www.rug.nl/research/portal/files/3055357/thesis.pdf>>, (accessed 2015-10-28)
- 75) Robertson IH, et al.: Rehabilitation by limb activation training reduces left-sided motor impairment in unilateral neglect patients: A single-blind randomised control trial. *Neuropsychol Rehabil* **12**: 439-445, 2002
- 76) Taylor D: Measuring mild visual neglect: Do complex visual tests activate rightward attentional bias? *NZ Journal of Physiotherapy* **31**: 67-72, 2003
- 77) Jehkonen M, et al.: Driving ability in stroke patients with residual visual inattention: a case study. *Neurocase* **18**: 160-166, 2012
- 78) 外川佑, 他: 自動車運転再開プログラムにおける神経心理学的判断基準についての検討, 総合リハ **41**: 373-378, 2013
- 79) 岡崎哲也, 他: 高次脳機能障害に使用される簡易な神経心理学的検査の青年標準値—Mini-Mental State Examination, Trail Making Test, Wisconsin Card Sorting Test パソコン版, 三宅式記銘力検査—. *Jpn J Rehabil Med* **50**: 962-970, 2013
- 80) 安部光代, 他: 前頭葉機能検査における中高年健常日本人データの検討—Trail Making Test, 語列挙, ウィスコンシンカード分類検査 (慶応版) —. 脳神経 **56**: 567-74, 2004
- 81) 水野勝広: 脳卒中患者の半側空間無視に対する処方, *Jpn J Rehabil Med* **47**: 452-458, 2010
- 82) 石合純夫: 半側空間無視を解明する!: BIT から deep tests へ, 高次脳機能研究 **24**: 232-237, 2004
- 83) Deoull LY, et al.: Assessment of spatial attention after brain damage with a d

- ynamic reaction time test. *J Int Neuropsychol Soc* **11**: 697–707, 2005
- 84) Michon JA: A CRITICAL VIEW OF DRIVER BEHAVIOR MODELS: WHAT DO WE KNOW, WHAT SHOULD WE DO? L. Evans & R. C. Schwing (Eds.). Human behavior and traffic safety, Plenum Press, New York, 1985, pp.485-520
- 85) Van Vleet TM, et al.: Cross-training in hemispatial neglect: Auditory sustained attention training ameliorates visual attention deficits. *Cortex* **49**: 679-690, 2013
- 86) Barco PP, et al.: Cognition: A Vital Component to Driving and Community Mobility. McGuire MJ, Davis ES: Driving and Community Mobility. AOTA Press, Bethesda, 2012
- 87) Takamura Y, et al.: Intentional gaze shift to neglected space: a compensatory strategy during recovery after unilateral spatial neglect. *Brain* **23**: 2970-2982, 2016
- 88) 宮崎泰広, 他: 半側空間無視における症状と改善の特徴, 総合リハ **43**: 465-472, 2015
- 89) Sundet K, et al.: To drive or not to drive: Neuropsychological assessment for driver's license among stroke patients. *Scand J Psychol* **36**: 47-58, 1995
- 90) Griffen JA, et al.: Awareness of Deficits and On-Road Driving Performance. *Clin Neuropsychol* **25**: 1158-78, 2011
- 91) Lundqvist A, et al.: Driving after brain injury: Self-awareness and coping at the tactical level of control. *Brain Injury* **21**: 1109-1117, 2007
- 92) Schmidt J, et al.: Feedback interventions for impaired self-awareness following brain injury: a systematic review. *J Rehabil Med* **43**: 673-680, 2011
- 93) 警察庁交通局: 一定の病気等に係る運転免許関係事務に関する運用上の留意事項について. (オンライン), 入手先<<http://184.73.219.23/rounen/news/260410%E9%80%9A%E9%81%94.pdf>>, (参照 2016-1-25)
- 94) 蜂須賀研二, 他: リハビリテーション医学と運転. *Modern Physician* **37**: 153-156, 2012

- 95) 外川佑, 他: Behavioral Inattention Test で検出されない左半側空間無視患者の自動車運転評価における特徴と運転再開に影響する要因の検討 3 症例のケースシリーズ. 作業療法 **36**: 599-608, 2017
- 96) Hird MA, et al.: A Case-Control Study Investigating Simulated Driving Errors in Ischemic Stroke and Subarachnoid Hemorrhage. *Front Neurol* **9**: 54, 2018
- 97) van Kessel ME, et al.: Visuospatial asymmetry in dual-task performance after subacute stroke. *J Neuropsychol* **7**: 72-90, 2013
- 98) Higuchi T, et al.: Visual estimation of spatial requirements for locomotion in novice wheelchair users. *J Exp Psychol Appl* **10**: 55-66, 2004
- 99) Higuchi T, et al.: Perception of spatial requirements for wheelchair locomotion in experienced users with tetraplegia. *J Physiol Anthropol* **28**: 15-21, 2009
- 100) Punt TD, et al.: From both sides now: crossover effects influence navigation in patients with unilateral neglect. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* **79**: 464-466, 2008
- 101) 宮森孝史: 右半球損傷とリハビリテーション. 総合リハ **16**: 855-862, 1988
- 102) 平林一, 他: 右半球損傷例の Pacing の障害. 神経心理学 **7**: 141-147, 1991
- 103) 浜田博文, 他: 脳血管障害患者における行為のペーシング機能の障害と認知リハビリテーション. *J Clin Rehabil* **9**: 202-207, 2000
- 104) 窪田正大, 他: 脳血管障害患者における注意障害とペーシング障害の時間評価に関する研究. 鹿児島大学医学部保健学科紀要 **20**: 31-36, 2010
- 105) Cazzoli D, et al.: The influence of naturalistic, directionally non-specific motion on the spatial deployment of visual attention in right-hemispheric stroke. *Neuropsychologia* **92**: 181-189, 2016
- 106) Machner B, et al.: Impact of dynamic bottom-up features and top-down control on the visual exploration of moving real-world scenes in hemispatial neglect.

Neuropsychologia **50**: 2415-2425, 2012

- 107) 倉坂美和: 脳卒中後遺症者における自動車運転の現状. 長野県作業療法士会学術誌, **28**: 81-85, 2010
- 108) 成田句生, 他: 脳卒中片麻痺者の自動車運転状況. 均衡生活学, **7**: 1-7, 2011
- 109) Schanke AK, et al.: Driving behaviour after brain injury: a follow-up of accident rate and driving patterns 6-9 years post-injury. *J Rehabil Med* **40**: 733-736, 2008
- 110) Ryan KA, et al.: Fitness to drive in multiple sclerosis: Awareness of deficit moderates risk. *J Clin Exp Neuro* **31**: 126-139, 2009
- 111) 社団法人日本自動車工業会: 高齢社会と道路環境のあり方についての提言ーシニアの自立的な移動を支援する交通環境づくりー 日本自動車工業会ホームページ
http://www.jama.or.jp/user/senior_traffic/pdf/senior_traffic.pdf, 2009
- 112) Crosson B, et al.: Awareness and compensation in postacute head injury rehabilitation. *J Head Trauma Rehabil*, **4**: 46-54, 1989
- 113) 蓮花一巳: 運転時のリスクテイキング行動の心理的過程とリスク回避行動へのアプローチ. 国際交通安全学会誌, **26**: 12-22, 2000
- 114) Rapport LJ, et al.: Predictors of falls among right-hemisphere stroke patients in the rehabilitation setting. *Arch Phys Med Rehabil* **74**, 621-626. 1993
- 115) George S, et al.: Rehabilitation for improving automobile driving after stroke. *Cochrane Database of Syst Rev* **25**, CD008357. doi: 10.1002/14651858. CD008357. Pub2., 2014
- 116) Hitosugi M, et al.: Support for stroke patients in resumption of driving: patient survey and driving simulator trial. *Int J Gen Med* **4**: 191-5, 2011
- 117) Sohlberg MM, Mateer CA (尾関誠, 上田幸彦・監訳): 高次脳機能障害のための認知リハビリテーション. 協同医書出版社, 東京, 2012.
- 118) Crosson B, et al.: Awareness and compensation in postacute head injury rehabilitation. *J Head Trauma Rehabil* **4**: 46-54, 1989

- 119) Anstey KJ, et al.: Cognitive, sensory and physical factors enabling driving safety in older adults. *Clin Psychol Rev* **25**: 45-65, 2005
- 120) Scott CA, et al.: Self-assessment of driving ability and the decision to resume driving following stroke. *J Clin Exp Neuropsychol* **31**: 353-62, 2009
- 121) Huchler S, et al.: Evaluation of driving simulation. *Euro Med Phys* **38**: 283-289, 2002
- 122) Fleming JM, et al.: A review of awareness interventions in brain injury rehabilitation. *Neuropsychol Rehabil* **16**: 474-500, 2006
- 123) 岡村陽子: セルフアウェアネスと心理的ストレス. 高次脳機能研究 **32**: 438-45, 2012
- 124) 障害と自動車運転に関する研究会: 運転再開の流れパンフレット. (オンライン), 入手先 <<http://plaza.umin.ac.jp/~sju/saikaip.html>>, (参照: 2017-1-31)
- 125) Wolming S, et al.: The Swedish driver licensure examination: exploration of a two-stage model. *J Safety Res* **35**: 491-5, 2004
- 126) Lidestam B, et al.: Concepts from research literature and practical assessment of risk awareness: The Swedish driving test from the perspective of cognitive psychology. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* **13**: 409-25, 2010
- 127) Rosner B: Fundamentals of Biostatistics. 7th ed. Brooks/Cole, Boston, 2010
- 128) Gamache PL, et al.: In-simulator training of driving abilities in a person with a traumatic brain injury. *Brain Inj* **25**: 416-425, 2011
- 129) Roaf E, et al.: Driving after a stroke: What helps Grandma drive safely? *Neurology* **65**: E13-14, 2005
- 130) Lundberg C, et al.: The assessment of fitness to drive after a stroke: The Nordic Stroke Driver Screening Assessment. *Scand J Psychol* **44**: 23-30, 2003
- 131) Lincoln NB, et al.: The assessment of fitness to drive in people with dementia. *Int J Geriatr Psychiatry* **21**: 1044-51, 2006
- 132) McKay C, et al.: Self-evaluation of driving simulator performance after stroke. *Top Stroke Rehabil* **18**: 549-61, 2011

- 133) Devos H, et al.: Comparison of the effect of two driving retraining programs on on-road performance after stroke. *Neurorehabil Neural Repair* **23**: 699-705, 2009
- 134) Devos H, et al.: Effect of simulator training on fitness-to-drive after stroke: a 5-year follow-up of a randomized controlled trial. *Neurorehabil Neural Repair* **24**: 843-50, 2010
- 135) 外川佑, 他 : 脳損傷者に対するドライビングシミュレータ訓練とリプレイ機能を用いたフィードバックの効果. 総合リハ **46**: 465-471, 2018
- 136) Rosenbaum PR, et al.: The central role of the propensity score in observational studies for causal effects. *Biometorica* **70**: 41-55, 1983
- 137) 星野 崇宏, 他: 傾向スコアを用いた共変量調整による因果効果の推定と臨床医学・疫学・薬学・公衆衛生分野での応用について. *J Natl Inst Public Health* **55**: 230-243, 2006
- 138) Fu AZ, et al.: Thinking of having a higher predictive power for your first-stage model in propensity score analysis? Think again. *Health Serv Outcomes Res Meth* **8**: 115-117, 2008
- 139) 岡本 悦司: 医療経済研究へのプロペンシティスコア（傾向スコア）法の活用 ～特定保健指導の経済評価の経験から～. 医療経済研究 **24**: 73-85, 2012