

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年6月15日現在

機関番号：26402

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2010～2012

課題番号：22656114

研究課題名（和文） MRIによる高齢者等の自動車運転挙動定量化解析と安全運転対策

研究課題名（英文） quantitative driving analysis with MRI and safety measurements for elderly drivers

研究代表者

朴 啓彰 (KAECHANG PARK)

高知工科大学・地域連携機構・客員教授

研究者番号：60333514

研究成果の概要（和文）：

一般ドライバーと同質サンプリングと考えられる健常中高年の脳ドック検診者 2193 名（男性 1196 名、女性 997 名；平均年齢 53.84±9.67 歳）を対象として、過去 10 年間における交通事故歴に関するアンケート調査を行い、頭部 MRI 所見の大脳白質病変と交通事故との関連性について多変量ロジスティック解析を行った。運転走行中の衝突事故など大きな事故に対して白質病変は、グレードに応じて有意の高い関連性を示した（年齢調整オッズ比は 2.937；95%信頼区間 1.260-6.847；P=0.013）。白質病変は、軽度でも大脳半球両側に存在すれば、視覚情報処理能力や注意機能の反応速度が有意に低下することを既に報告しているが、白質病変によるこれらの高次脳機能低下が、白質病変ドライバーと交通事故との因果関係を説明するものと推察された。因って、脳ドック受診者 1150 名（男性 642 名、女性 508 名、平均年齢 52.1±8.9 歳）に対して、警察庁方式 CRT 運転適性検査におけるアクセル・ブレーキ反応検査結果と白質病変との関連性を調べた。アクセル・ブレーキ検査は、選択的反応動作の速さ、反応むら（変動率）、反応動作の正確さ（見落とし率）を測定する検査である。白質病変のグレードを説明変数に、見落とし率・変動率の高低を目的変数にして、多変量ロジスティック解析を行うと、見落とし率では、オッズ比 1.530（95%信頼区間；1.094-2.140、P=0.013）であり、変動率では、オッズ比 1.348（95%信頼区間；0.991-1.834、P=0.013）となった。安全運転に必要と考えられる認知判断機能の不正確さと反応むらに白質病変が有意に影響することが、交通事故の発生機序の一つとして想定された。頭部 MRI で定量評価される白質病変グレードに応じた安全運転対策の可能性が示唆された。

研究成果の概要（英文）：

We found out a significant association between leukoaraiosis and traffic crashes for healthy drivers who underwent MRI surveys as one of general health checkups and answered road traffic crash questionnaire. In particular, crossroad crashes were significantly involved in leukoaraiosis among various types of road crashes. The multiple regression analysis showed that adjusted odds ratios for involvement in crossroad crashes were 2.937 [95% confidence interval (CI), 1.260-6.847] for subjects with multiple leukoaraiosis. We also examined the relationship between leukoaraiosis and brain functions with driving simulation test making examinees move their right legs from an accelerator pedal to a brake pedal according to blue and red signal. Leukoaraiosis brought about a significant decline of accuracy and incline of processing speed fluctuation. Quantitative analysis of leukoaraiosis with MRI may be one of the useful measurements to prevent from traffic crashes.

交付決定

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
22年度	1,500,000円	0円	1,500,000円
23年度	1,600,000円	480,000円	2,080,000円
総計	3,100,000円	480,000円	3,580,000円

研究分野：土木工学

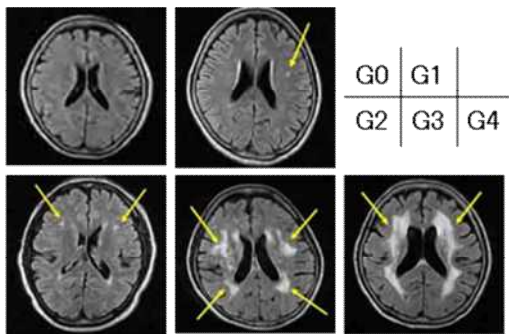
科研費の分科・細目：土木計画学・交通工学

キーワード：交通事故・MRI・白質病変

1. 研究開始当初の背景

近年、高齢者による交通事故の激増と高速道路等での逆走事故の頻発化が大きな社会問題となり、安全運転に支障を来す高次脳機能低下の実態調査が急務となっている。ところが、高次脳機能評価として神経心理学検査が主体であり、直接脳組織内部を評価し、運転挙動との関連性を定量化する試みは行われていない。直接ドライバーの脳組織内部を評価する方法として、日本独自に発展した予防医学分野である脳ドックで用いられるMRIを利用することが可能である。脳ドック受診者は健常者あり、一般ドライバーと同質サンプリングと考えられるので、脳ドック受診者を対象としたMRIによる脳組織情報と自動車運転挙動調査結果との定量化解析が喫緊の研究課題となる。高齢者の脳組織の特徴の一つとして白質病変がある。白質病変とは、加齢や動脈硬化性変化等のために、大脳白質内の微細血管である髄質血管が消失して生じた細胞間隙である。脳梗塞とは異なるが循環不全部位と考えられ、脳梗塞予備群とも見なされている。高齢者には高頻度に見られ、広範囲の白質病変は認知症や脳卒中を引き起こしやすいと考えられている。白質病変を大脳髄質内での広がりに応じてG0からG4までの5段階にグレード分類すると（下図のMRI画像における矢印）、G3やG4の中等度から重度の白質病変では、高次脳機能低下(特に前頭葉症状として代表的な遂行機能の低下)が既に報告されている

[Neurology64:2056-2062,2005]。



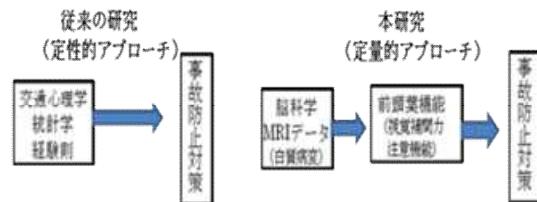
しかしながら、65歳以下の健常者でも高頻度(～20%)に見られるG1やG2の軽度な白質病変の病的意義や高次脳機能への影響は不詳であった。研究代表者の朴啓彰は、動脈硬化性疾患(例えば脳梗塞・血管性認知症など)の予備群であるメタリック症候群と軽度な白質病変との高い関連性(年齢調整オッズ比:3.41)を明らかにした

[Neurology69:974-978,2007]。さらに、脳の高次情報処理能力の一つである視覚補間力を定量化すると、たとえ軽度な白質病変であっても大脳半球の両側に病変部が広がれば、視覚補間力が有意に低下することを明らかにした【福祉工学シンポジウム2009講演論文集p209-210】。自動車の安全運転には、周囲の交通状況を認知し(視覚補間力)、

その状況に応じた判断、さらに、アクセルやブレーキ、ハンドルといった一連の運転操作を行う前頭葉機能が必要不可欠である。研究代表者の朴はこのような考察から白質病変と運転特性との関連性に着目した。

2. 研究の目的

高齢者を含めて高次脳機能が低下し安全運転に支障を来す可能性のあるドライバーの早期発見と安全運転対策を目的として、一般ドライバーと同質サンプリングと考えられる脳ドック検診者を対象に、MRIによる脳組織情報と自動車運転挙動調査結果との定量化解析を行う。具体的には、先行研究と今までの知見より、MRIで定量評価される白質病変グレードと運転挙動調査結果を行い、事故防止対策に対して従来の交通心理学を主体とした定性的研究アプローチから脳MRIの計測データを用いた定量的研究アプローチの構築を目指す。



3. 研究の方法

脳ドック受診者を対象に、過去10年間に亘る交通事故タイプの有無を目的変数に、MRIで定量評価される白質病変グレード、年齢、性別を説明変数にして、多変量ロジスティック解析を行う。交通事故歴の聞き取りは、脳ドック診断医が被験者に直接面談する形式で行い、過去の病歴の聞き取りと連続して行う為に、信憑性が高いと期待される。また、白質病変と安全運転遂行に支障を来す高次脳機能低下との因果関係を調べるために警察庁方式CRT運転適性検査を行う。この運転適性検査タスクにおけるアクセル・ブレーキ反応検査は、選択的反応動作の速さ、反応むら(変動率)、反応動作の正確さ(誤反応数)を測定する検査であるが、見落としや間違えた誤反応数や変動率はROC(Receiver Operatorating Characteristic curve、受信者動作特性曲線)曲線から各々3、15をカットオフ値にして目的変数とし、年齢、性別、白質病変グレードを説明変数として多変量ロジスティック解析を行う。

4. 研究成果

自損・物損を小さな事故(主に駐車場内の接触事故)とし、人身事故・大きな物損事故(主に交差点での走行中の衝突事故)または自損・物損でも繰り返している場合を大きな事故として、2193名(男性1196名、女性997名;平均年齢53.84±9.67歳)に対して多変量ロジスティック解析を行った。小さな事故では、白質病変との関連性は認めな

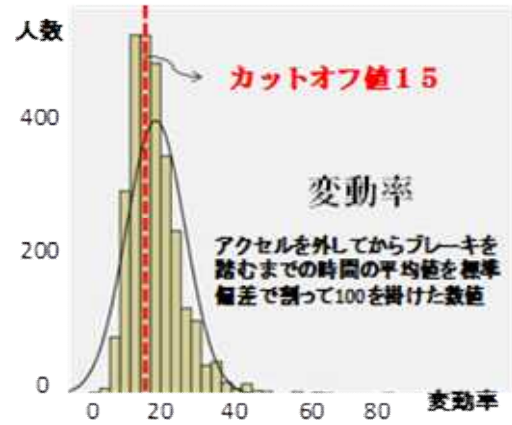
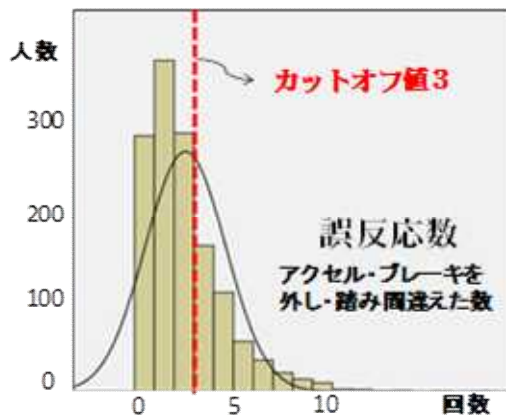
ったが、大きな事故では、G2で調整オッズ比 3.054 (95%信頼区間 1.213-7.690; P=0.018)、G3&G4で調整オッズ比 5.794 (95%信頼区間 1.125-29.85; P=0.036)の白質病変のグレードに応じて有意の高い関連性を示した。因って、白質病変と交通事故との有意の強い関連性が示された。(G2 から大脳半球の両側に病変が存在し、両側性白質病変はG2&G3&G4を示す)

白質病変 グレード	小さな事故		
	オッズ比	95%信頼区間	p値
G0	(-)		
G1	0.814	0.396-1.663	0.572
G2	0.835	0.475-1.466	0.530
G3&4	0.365	0.490-2.796	0.332
両側性病変	0.811	0.470-1.400	0.452

白質病変 グレード	大きな事故		
	オッズ比	95%信頼区間	p値
G0	(-)		
G1	1.782	0.494-6.426	0.378
G2	3.054	1.213-7.690	0.018
G3&4	5.794	1.125-29.85	0.036
両側性病変	2.937	1.260-6.848	0.013

白質病変と CRT 運転適性検査のアクセル・ブレーキ反応で評価される安全運転に必要な前頭葉機能(誤反応数と変動率)の関連性を脳ドック受診者 1150 名(男性 642 名、女性 508 名、平均年齢 52.1±8.9 歳)に対して調べた。誤反応数と変動率の度数分布図は下図の通りであるが、各々 ROC 曲線解析でカットオフ値を 3, 15 とし、2 値のカテゴリ変数を目的変数として、事故解析と同様に多変量ロジスティック解析を行った。

誤反応数では、両側病変 (G2&G3&G4) において、調整オッズ比 1.326 (95% 信頼区間 1.038-1.694; P=0.024)となり、また変動率でも両側病変において、調整オッズ比 1.261 (95%信頼区間 1.028-1.548; P=0.054)の有意の関連性を認めた。



	誤反応 (カットオフ=3)		
	オッズ比	95%信頼区間	p
G0	(-)		
G1	1.201	0.862-1.673	0.278
G2&3&4	1.326	1.038-1.694	0.024

	変動率 (カットオフ=15)		
	オッズ比	95%信頼区間	p
G0	(-)		
G1	1.058	0.807-1.386	0.685
G2&3&4	1.261	1.028-1.548	0.054

これらの成果を纏めて、白質病変によって注意機能の低下(誤反応数の増加)や反応むら(変動率の増加)が原因となり、交差点での衝突事故など大きな交通事故を引き起こすものと推察された。今後は被験者を増やして、交通事故タイプ別に白質病変との関連性を調べる予定である。また、白質病変の大きさや部位の詳細な脳内マッピングを作成し、事故と関連する中枢神経部位の同定を目指す予定である。白質病変ドライバーにおいてその一部が、注意機能が低下し、事故を起こす割合が高いだけであり、殆どの白質病変ドライバーには当てはまらない。白質内の神経ネットワークが再構築されたものと考えられるが、新たに白質神経繊維束解析法を用いてその機序を探求する予定である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 6 件)

- ① 朴 啓彰、白質病変ドライバーの交通事故特性
日本自動車技術会 2012 年 (in press)
- ② 朴 啓彰、中川善典、永原三博 高齢ドライバー支援 ITS に繋がる同乗者効果 第 11 回 ITS シンポジウム 2012 年 (in press)
- ③ Nakagawa, Y., Park, K., Elderly drivers' everyday behavior as predict of crash

involvement-Questionnaire responses by drivers' family members, Accident Analysis and Prevention, 2012, (in press)

④ 朴啓彰,永原三博,熊谷靖彦ら、大脳白質病変と警察庁方式 CRT 運転適性検査との関連性について、第 10 回 ITS シンポジウム 2011 年 CD-ROM

⑤ 朴啓彰,永原三博,熊谷靖彦ら、実車実験による白質病変ドライバーの特徴の抽出,日本機械学会年次大会, 2011 年 DVD-ROM 論文集

⑥ 朴啓彰, 片岡宗源,永原三博,熊谷靖彦 脳ドックデータと運転挙動との関連性について第 9 回 ITS シンポジウム 2010 年,CD-ROM 論文集

〔学会発表〕(計 6 件)

① 朴啓彰,熊谷靖彦,中野公彦ら、頭部 MRI で評価される脳萎縮度が実車安全運転挙動に与える影響、第 10 回 ITS シンポジウム, 2011 年 11 月 4 日

② 朴啓彰,永原三博,熊谷靖彦ら、大脳白質病変と警察庁方式 CRT 運転適性検査との関連性について、第 10 回 ITS シンポジウム 2011 年 11 月 4 日

③ 朴啓彰、交通事故ハザード評価法の新規開発と個人対応型交通安全対策の実証的研究、第 31 回交通工学研究発表会, 2011 年 9 月 20 日

④ 朴啓彰, 片岡宗源,永原三博,熊谷靖彦 脳ドックデータと運転挙動との関連性について第 9 回 ITS シンポジウム 2010 年 12 月 10 日

⑤ 朴啓彰ら、CogHealth computed cognitive test battery で認められた健常中年者における軽微白質病変の病的意義、第 29 回 日本認知症学会、2010 年 11 月 5 日

⑥ 朴啓彰、脳組織変化と運転挙動—MRI データで交通事故を予測できるのか? 東京大学生産技術研究所特別研究会 2010 年 1 月 21 日

〔図書〕(計 1 件)

K Park, Y Jiang, S Wang. IGI global, Relationship between visual interpolation ability and leukoaraiosis in healthy subjects,2011,pp1-4

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 2 件)

名称: 運転適性診断装置

発明者: 熊谷靖彦、永原三博、朴啓彰

権利者: 高知工科大学

種類: 特許

番号: 特願番号 2011-71176

名称: 運転診断適性装置及び運転適性診断法

発明者: 熊谷靖彦、朴啓彰

権利者: 高知工科大学

種類: 特許

番号: 特願番号 2010-79694

○取得状況 (計 0 件)

無し

〔その他〕

6. 研究組織

(1) 研究代表者

朴啓彰 (KAECHANG PARK)

研究者番号: 6333514

高知工科大学・地域連携機構・客員教授

(2) 研究分担者

熊谷靖彦 (YASUHIKO KUMAGAI)

研究者番号: 10368855

高知工科大学・地域連携機構・教授

(3) 連携研究者

永原三博 (MITSUHIRO NAGAHARA)

研究者番号: 80461383

高知工科大学・地域連携機構・助手

片岡源宗 (MOTOMUNE KATAOKA)

研究者番号: 20412447

高知工科大学・地域連携機構・助手

北川博巳 (HIROMI KITAGAWA)

研究者番号: 10257967

兵庫県立福祉のまちづくり工学研究所・

研究第一グループ長