

ドライビングシミュレータを用いた高次脳機能障害 患者の自動車運転能力評価に向けて 一年齢と運転経験に着目してー

グループ演習9班 山本 克己
川瀬 雅士
松崎 慧太

指導教員:伊藤 誠

目次

- ・研究背景と目的
- ・実験手法
- ・解析結果
- ・まとめ
- ・今後の課題

研究背景－高次脳機能障害1

- 概要
 - 言語, 思考, 記憶, 行動といった
高次な脳の認知機能に問題が生じる障害
- 主な原因
 - 脳血管障害
 - 交通事故
- 特徴
 - 障害の程度や症状の出現頻度は経過時間や環境・状況によって差
 - 外からでも分かりにくく、自覚症状も薄い
 - 人によっては通常の生活に支障がない場合もある
→隠れた障害

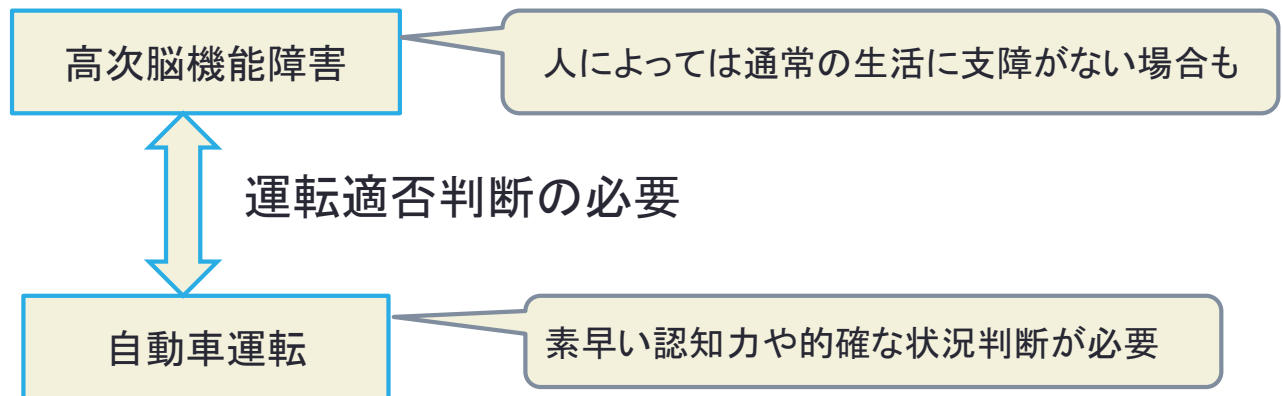
研究背景－高次脳機能障害2

- 主な症状
 - 記憶障害
新しいことを覚えられなくなる
昔のことを思い出せなくなる
 - 注意障害
物事に集中して取り組むことができず
ちょっとしたことで気が散ってしまう
 - 遂行機能障害
計画性をもって行動したり、
周囲の変化する状況に対応できない

障害は、重複していることも多く、障害の状態は一人ひとり異なる

研究背景－高次脳機能障害と自動車運転

- ・ 自動車の普及した現代社会では、日常生活や仕事で自動車運転が必要となることは少なくない
- 入院患者の退院後の社会復帰の手段として有用
- ⇔ **障害が原因で交通事故を引き起こす可能性**



研究背景 高次脳機能障害患者の運転能力評価

高次脳機能障害患者に対して運転許可を出すための明確な運転能力評価方法が存在しない

- 自動車運転の可否判断は
医療機関や主治医からの経験則による意見に依存
- 客観的な運転可否判断基準の作成の必要性

研究背景—既存研究1

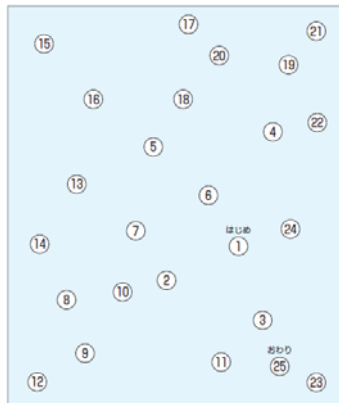
高次脳機能障害患者のための自動車運転能力評価法の検討 (2007,小倉ら)

目的

高次脳機能障害患者の運転能力の予測に有用な机上の高次脳機能検査を明らかにすること

概要

机上の高次脳機能検査とDS(ドライビングシミュレータ)による運転技能検査を実施



机上検査の一例(TMT PartA)



DSでの運転技能検査による危険走行回数の計測

運転適否判断
の目安となる
閾値を算出

机上検査結果

相関分析

危険走行回数

研究背景—既存研究2

ドライビングシミュレータを用いた高次脳機能障害患者の自動車運転能力評価に向けて —若年健常ドライバーの運転評価—(2011,リスク工学グループ演習第8班)

目的

高次脳機能障害患者の運転能力評価に向けた
若年健常ドライバーの運転行動データの蓄積と解析

概要

若年健常ドライバーに対して
机上の高次脳機能検査とDSによる運転技能検査を実施

- 机上検査と危険走行回数との相関を分析

机上検査結果

相関分析

危険走行回数

研究目的

- 危険走行回数と机上検査に関する
実験データの蓄積
- 年齢と運転経験が危険走行回数と机上検査
に与える影響を評価

実験手法

- 被験者 合計37名
 - 健常者 20名（本演習グループが実験を担当）
 - 病院患者 17名（公立阿佐留医療センターよりデータ提供）

属性	一般 ドライバー	職業 ドライバー	一般患者	高次脳機能 障害患者
人数 (性別)	14名 (男:9名, 女:5名)	6名 (男:6名, 女:0名)	8名 (男:5名, 女:3名)	9名 (男:7名, 女:2名)
年齢	65.4±3.5歳	49.3±11.9歳	71.5±9.1歳	66.0±13.4歳

健常者

高次脳機能障害患者の運転経験による影響を考察

実験手法

高次脳機能検査 (机上検査)

小倉らの研究で, DSでの危険走行回数と高い相関があった3つの机上検査を実施

- TMT Part-A , Part-B
- WAIS-Ⅲ 符号検査
- BADS 動物園地図検査

ドライビングシミュレータ (DS)

本実験では

「**簡易型四輪ドライビングシミュレーター**

Hondaセーフティナビ」(本田技研工業)

をDSとして使用し, 危険予測体験ソフトを選択

ドライビングシミュレータ(DS)を用いた 運転技能検査

- 約5分間の市街地コースを走行して
危険走行回数を計測

- DSによって危険運転と判断された回数
- 事故
- ブレーキ急制動
- 停止不適切
- ウィンカー不適切



危険運転場面の一例
(追い越そうとするとトラックのドアが開く)

危険走行回数の評価

危険予測体験(上級)《コース1》

Honda セーフティナビ

印刷 キャンセル

＜走行地図＞
下図に描かれている走行軌跡から、速度超過やウィンカー操作の状況を見直してみましょう。
また、急制動と一時停止違反の箇所を再確認し、事故発生箇所については原因を考えてみましょう。

＜走行結果データ＞

項目	回数	チェック内容
事故	1回	事故の発生回数
急制動	3回	急ブレーキ操作の回数
走行速度	0 km/h	制限速度を超過して走行していた区間の割合
最大加速速度	0 km/h	制限速度超過分の平均値
停止	0回	停止線及び赤信号での停止不適切回数
ウィンカー	5回	発進、右左折、車線変更での操作不適切回数

＜走行結果＞

場面	結果	状況
注1	危険	進入時に後方からの乗用車と、あと 0.7 m で衝突しそうになりました。一時停止による左右の安全を十分確認してから本線に進入しましょう。
注2	安全	後方から乗用車が接近してくる本線に安全に合流できました。本線後方の安全を十分確認してから進路変更をしましょう。
危1	安全	対向車の陰から飛び出してきた乗用車に対して安全な状況でした。閉鎖の交通状況を確認し、対向車の死角に注意しましょう。
危2	安全	二輪車が側方を通過できなかったため危険な状況に至りませんでした。左折時は側方を通過してくる二輪車の巻き込み、追突に注意しましょう。
危3	危険	停止トラックの開いたドアに、あと 0.1 m で衝突しそうになりました。徐行するか後方で停止し、対向車が通過してから発進しましょう。
危4	注意	左から飛び出してきた乗用車で 2.4 m まで接近しました。速度の出すぎは非常に危険です。安全な速度で走行しましょう。
危5	安全	タクシーの急な車線変更と急停車に対して安全な状況でした。客扱いによるタクシーの急停車や急な車線変更に注意しましょう。
危6	事故	右車線後方からの乗用車と、走行速度 39 km/h で衝突しました。後方の安全を確認してから車線変更しましょう。

これらの合計値を危険走行回数として評価
→DSの判断による客観的な指標

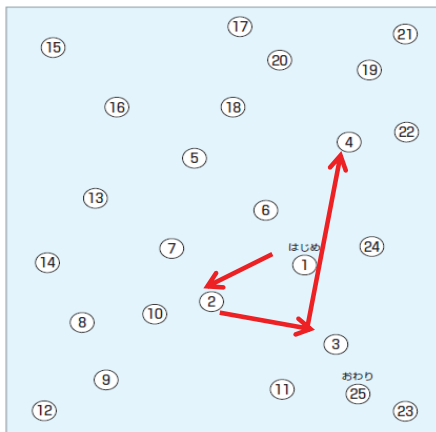
走行中事故がありました。事故は運転者だけでなく同乗者にも重大な障害を与える可能性があります。制限速度内で走行していても、危険の発見が遅れると急ブレーキで対応する事となります。注意が鋭利になっていませんか？ 運転運転にならないよう注意しましょう。また、交差点通過時は車両等の死角に潜む危険に対応できる様に、これからも交差点での速度は控えめにしましょう。

高次脳機能検査

TMT (Trail Making Test)

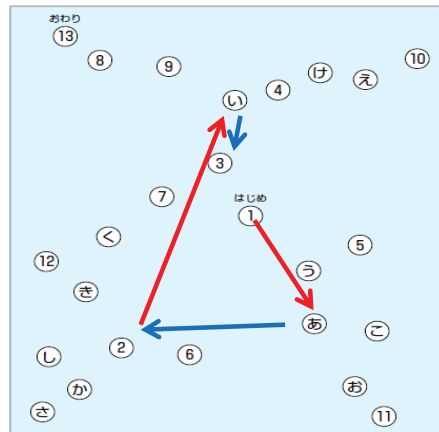
Part A

1から25までの数字を順に結ぶ時間を測る



Part B

1から13までの数字と、「あ」から「し」までの平仮名を交互に順に結ぶ時間を測る



注意機能

注意持続性

視覚と運動の協調性

短期記憶

を評価

高次脳機能検査

WAIS-III 符号検査

1から9までの数字に割り振られた記号



紙に書かれた数列を
それに対応した記号を記入

練習問題

2	1	3	7	2	4	8	2	1	3	2	1	4	2	3	5	2	3	1	4
5	6	3	1	4	1	5	4	2	7	6	3	5	7	2	8	5	4	6	3
7	2	8	1	9	5	8	4	7	3	6	2	5	1	9	2	8	3	7	4
6	5	9	4	8	3	7	2	6	1	5	4	6	3	7	9	2	8	1	7
9	4	6	8	5	9	7	1	8	5	2	9	4	8	6	3	7	9	8	6
2	7	3	6	5	1	9	8	4	5	7	3	1	4	8	7	9	1	4	5
7	1	8	2	9	3	6	7	2	8	5	2	3	1	4	8	4	2	7	6

120秒間での正答数



注意機能・遂行機能 書字の速さと正確さ 視覚探索 短期記憶

を評価

高次脳機能検査

BADS 動物園地図検査

与えられた規則を満たすように動物園の地図内の道順を計画し、ルートを描く

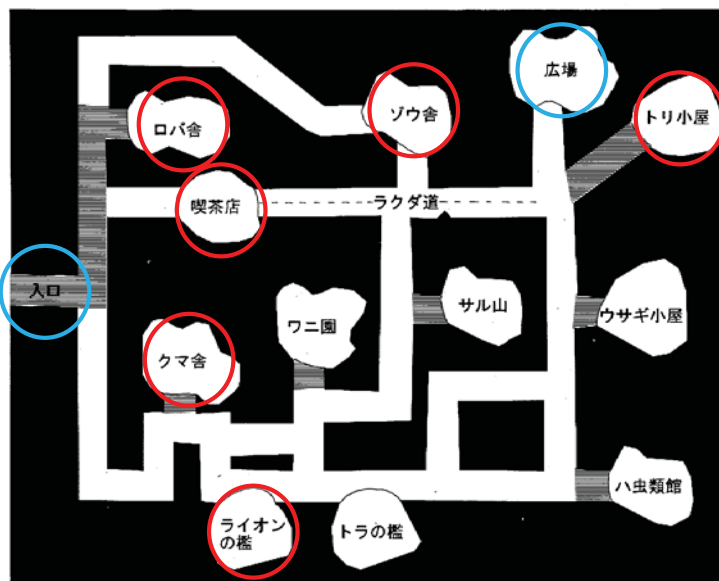
Ver.1

訪れる順番の指定なし

Ver.2

訪れる順番の指定あり

計画時間、順序得点を評価



遂行機能 自発的に計画する力 規則に従う能力

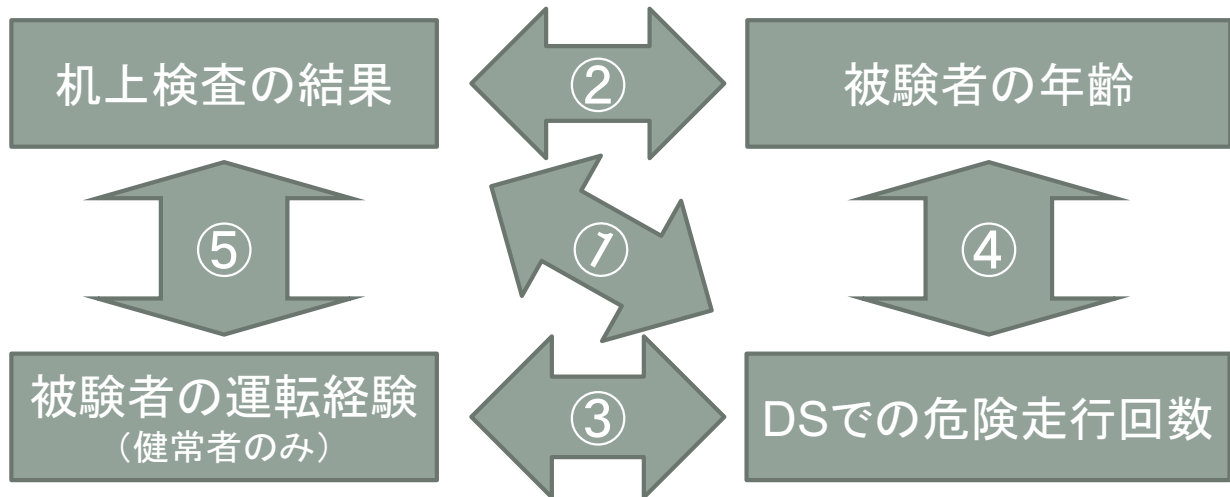
を評価

データ解析

本実験で得られた
机上検査・DSの結果

阿伎留医療センターの協力で
得られた机上検査・DSの結果

以下のデータに相関分析を実施

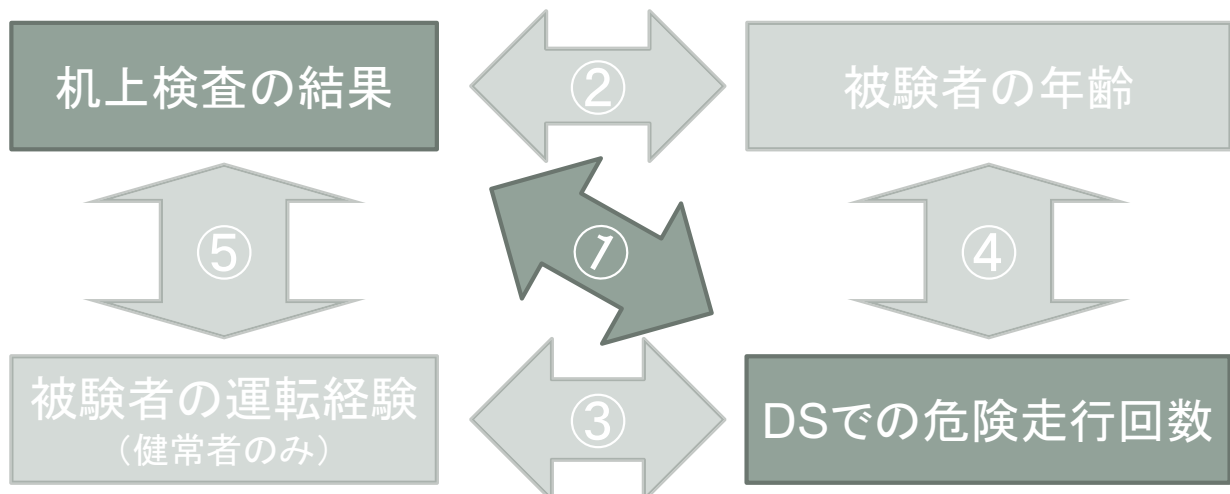


データ解析

本実験で得られた
机上検査・DSの結果

阿伎留医療センターの協力で
得られた机上検査・DSの結果

以下のデータに相関分析を実施



① 机上検査の結果と危険走行回数との相関分析

	既存研究	本研究		
	相関係数	相関係数	有意確率	N
TMT Part A	0.75	0.420	0.017	32
TMT Part B	0.77	0.193	0.289	32
WAIS-Ⅲ 符号検査 粗点	-0.76	-0.546	0.002	31
BADS 動物園地図 得点	-0.73	-0.295	0.107	31



既存研究と比較して
相関係数が低い

① 机上検査の結果と危険走行回数との相関分析

BADS 動物園地図検査

	既存研究	本研究		
	相関係数	相関係数	有意確率	N
TMT Part A	0.75	0.420	0.017	32
TMT Part B	0.77	0.193	0.289	32
WAIS-Ⅲ 符号検査 粗点	-0.76	-0.546	0.002	31
BADS 動物園地図 得点	-0.73	-0.295	0.107	31

有意な相関は得られなかった

- ・ 検査が評価する能力と障害の種類による問題
- ・ 検査実施中の問題



被験者数を増やした上で、再解析が必要

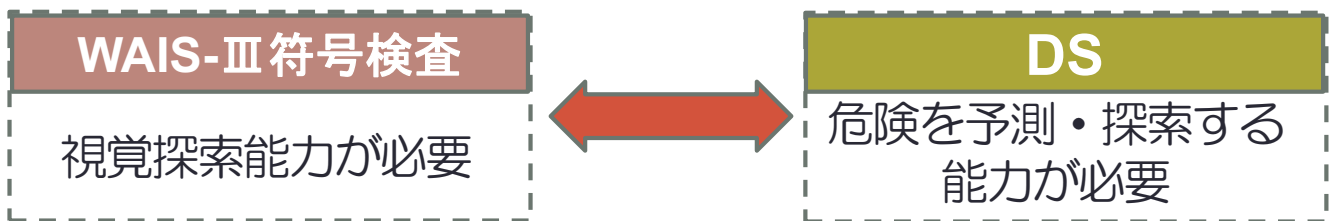
① 机上検査の結果と危険走行回数との相関分析

WAIS-III 符号検査

	既存研究	本研究		
	相関係数	相関係数	有意確率	N
TMT Part A	0.75	0.420	0.017	32
TMT Part B	0.77	0.193	0.289	32
WAIS-III 符号検査 粗点	-0.76	-0.546	0.002	31
BADS 動物園地図 得点	-0.73	-0.295	0.107	31

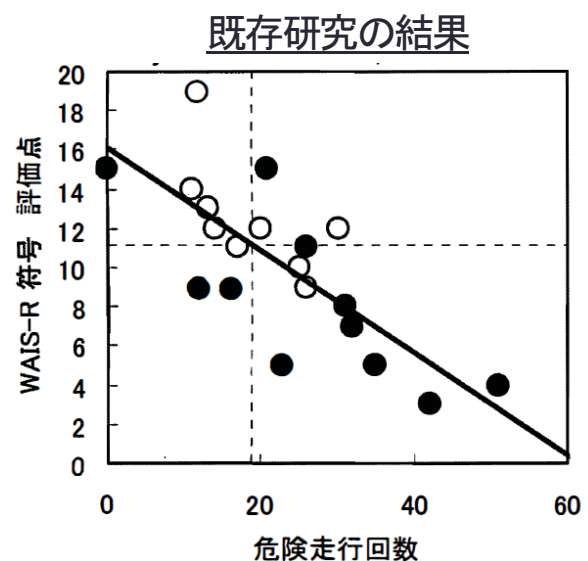
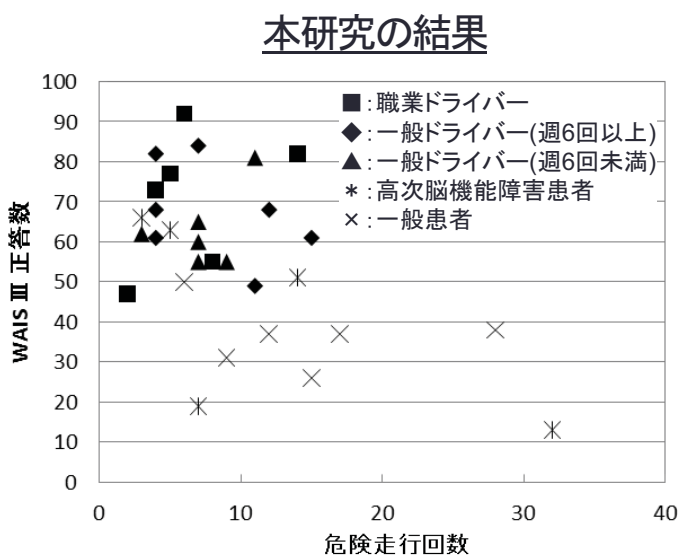


他の机上検査に比べ相関係数が高い



① 机上検査の結果と危険走行回数との相関分析

WAIS-III 符号検査



相関係数：-0.546
有意水準：1%

相関係数の差

相関係数：-0.756
有意水準：1%

➡ 年齢や運転経験など個人の属性が分散している

① 机上検査の結果と危険走行回数との相関分析

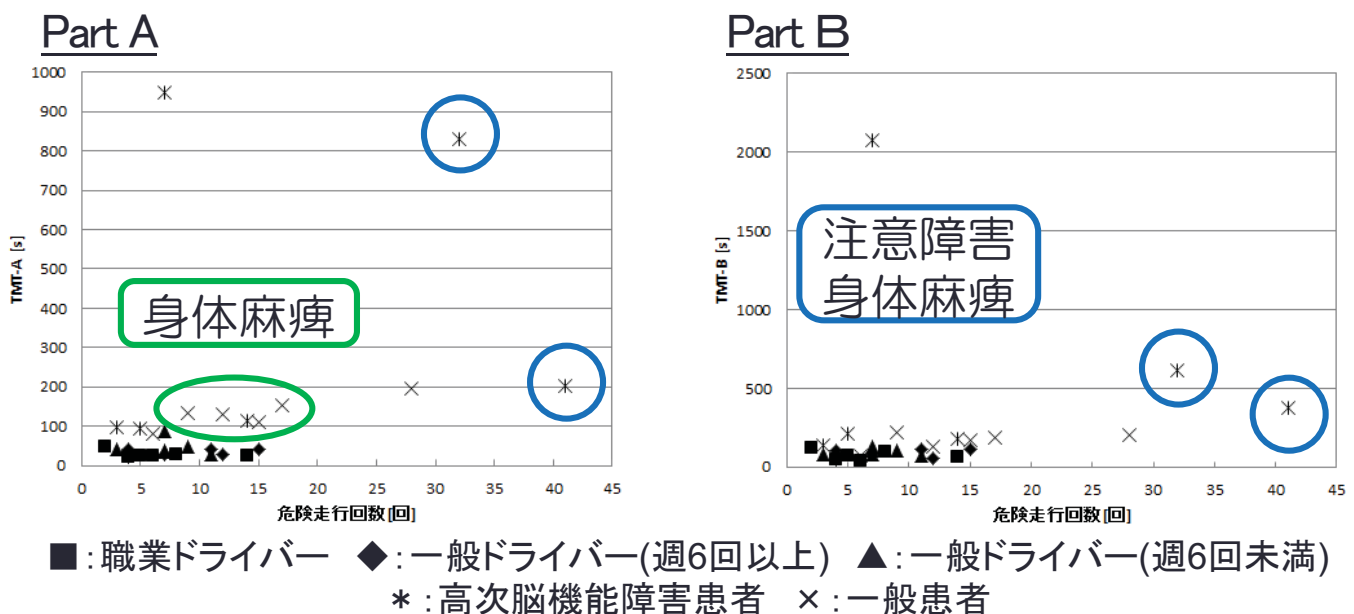
TMT (Trail Making Test)

	既存研究	本研究		
	相関係数	相関係数	有意確率	N
TMT Part A	0.75	0.420	0.017	32
TMT Part B	0.77	0.193	0.289	32
WAIS-Ⅲ 符号検査 粗点	-0.76	-0.546	0.002	31
BADS 動物園地図 得点	-0.73	-0.295	0.107	31

- Part A : 有意かつ中位の相関がある
- Part B : ほとんど相関がなく、有意でない

① 机上検査の結果と危険走行回数との相関分析

TMT (Trail Making Test)



TMT

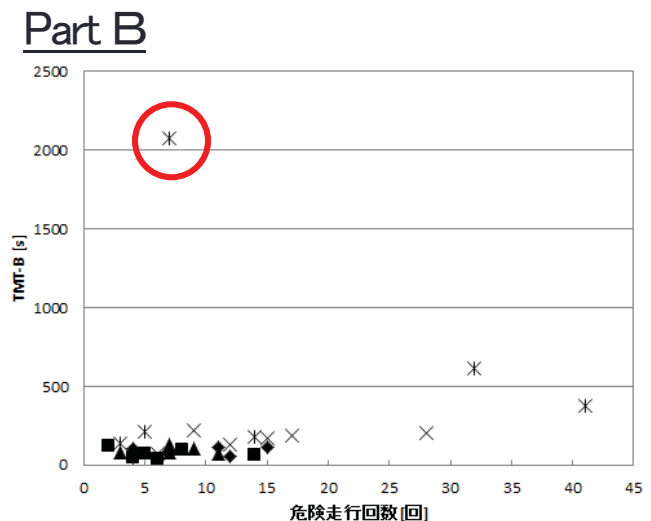
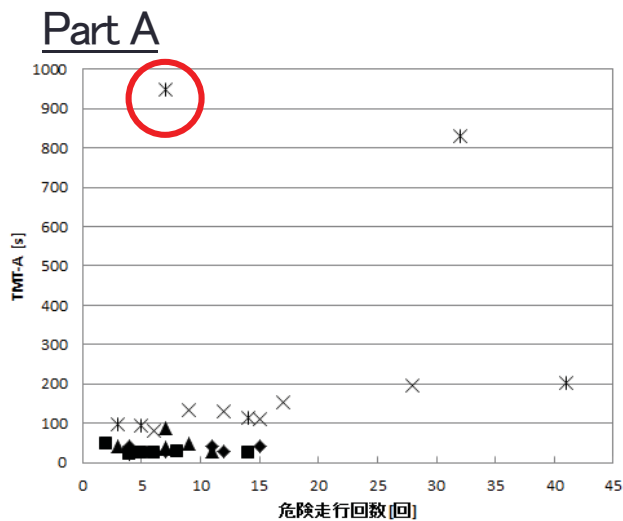
DS

手の運動と視覚の協調性を必要とする

障害の種類やその程度が結果に影響を与える

① 机上検査の結果と危険走行回数との相関分析

TMT (Trail Making Test)



■:職業ドライバー ◆:一般ドライバー(週6回以上) ▲:一般ドライバー(週6回未満)
*:高次脳機能障害患者 ×:一般患者

比較的安全に運転をこなすが、
TMTに莫大な時間

- 遂行機能障害・注意障害
- 半側空間失認・記憶障害
- 「概念ないし“セット”の転換障害」

➡ 外れ値として相関分析をし直す

① 机上検査の結果と危険走行回数との相関分析

	既存研究	本研究		
	危険走行回数との相関係数	危険走行回数との相関係数	有意確率	N
TMT Part A	0.75	0.420	0.017	32
TMT Part B	0.77	0.193	0.289	32
WAIS-III 符号検査 粗点	-0.76	-0.546	0.002	31
BADS 動物園地図 得点	-0.73	-0.295	0.107	31

著しい外れ値を出した被験者の除外

既存研究と比較しても遜色ない結果に

	既存研究	本研究		
	危険走行回数との相関係数	危険走行回数との相関係数	有意確率	N
TMT Part A	0.75	0.651	0.000	31
TMT Part B	0.77	0.757	0.000	31
WAIS-III 符号検査 粗点	-0.76	-0.595	0.001	30
BADS 動物園地図 得点	-0.73	-0.312	0.093	30

① 机上検査の結果と危険走行回数との相関分析

TMT、WAIS-Ⅲ符号検査について 既存研究を**支持する結果**

著しい外れ値を出した被験者の除外

既存研究と比較しても
遜色ない結果に

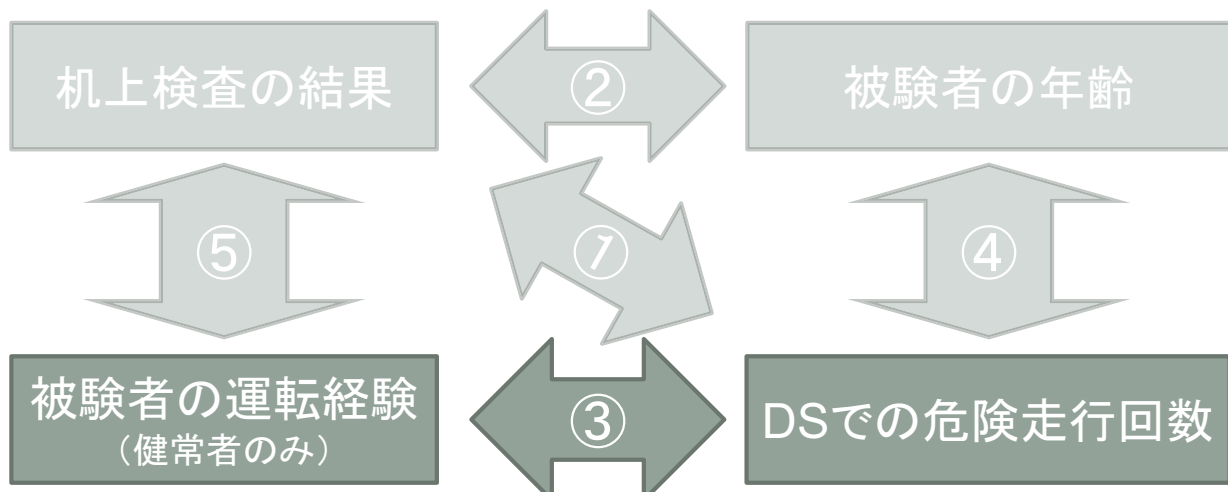
	既存研究	本研究		
	危険走行回数との相関係数	危険走行回数との相関係数	有意確率	N
TMT Part A	0.75	0.651	0.000	31
TMT Part B	0.77	0.757	0.000	31
WAIS-Ⅲ 符号検査 粗点	-0.76	-0.595	0.001	30
BADS 動物園地図 得点	-0.73	-0.312	0.093	30

データ解析

本実験で得られた
机上検査・DSの結果

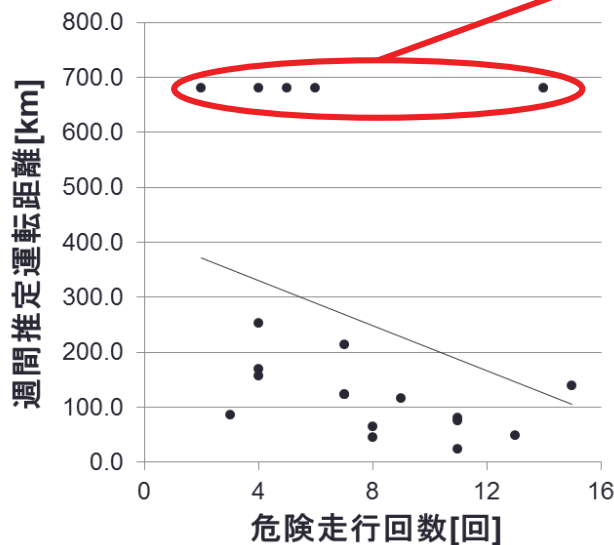
阿伎留医療センターの協力で
得られた机上検査・DSの結果

以下のデータに相関分析を実施



③ 運転経験と危険走行回数との相関分析

※ 職業ドライバーの値が一定



週間推定運転距離の算出方法

● 一般ドライバー

『交通需要推計検討資料』から、目的別乗用車利用距離を引用。フェイスシートの回答と照合して算出

● 職業ドライバー

関東鉄道バス車両の平均走行距離である136km/日より週休2日制という仮定で算出

健常者全体 (N=20)

危険走行回数
との相関係数

有意確率

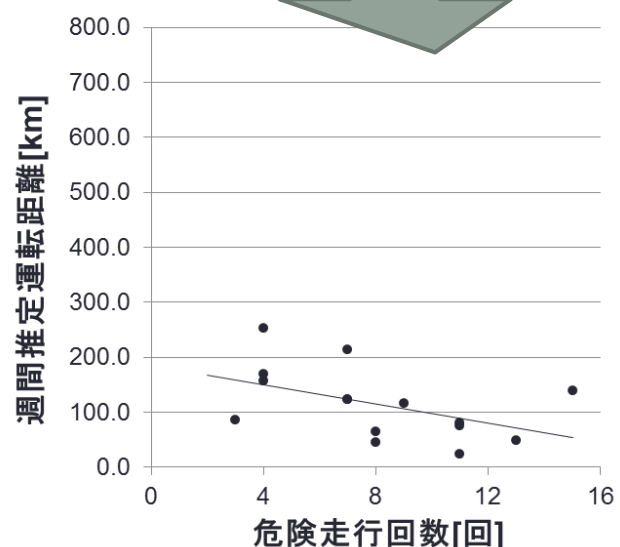
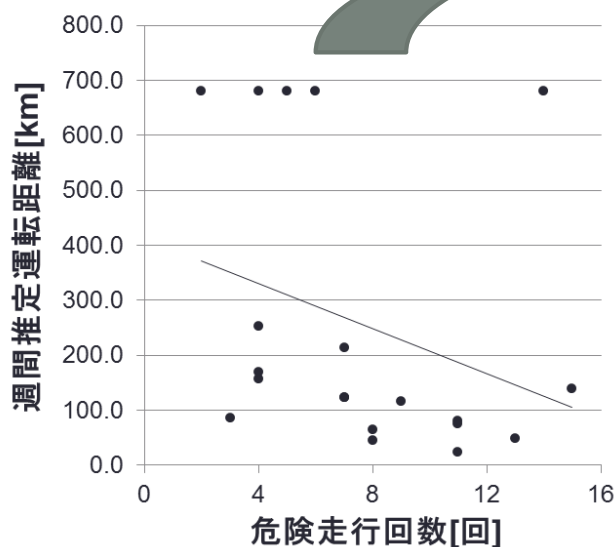
週間推定運転距離

-0.305

0.191

③ 運転経験と危険走行回数との相関分析

職業ドライバーの除外



健常者全体 (N=20)

危険走行回数
との相関係数

有意確率

一般ドライバーのみ (N=15)

危険走行回数
との相関係数

有意確率

週間推定運転距離

-0.305

0.191

-0.492

0.062

③ 運転経験と危険走行回数との相関分析

運転経験と危険走行回数には、
どうやら**相関がありそう**

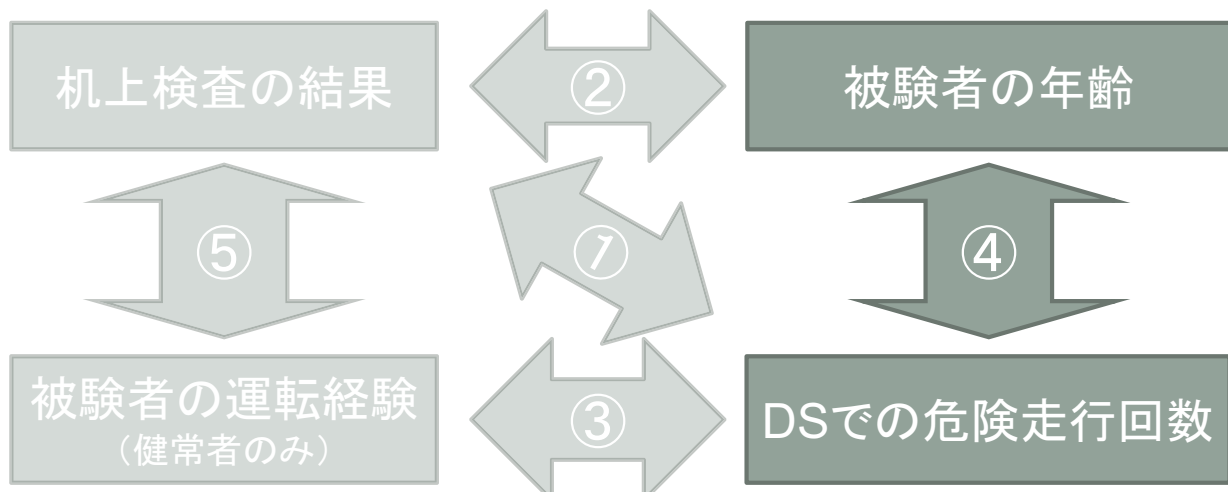
	健常者全体 (N=20)		一般ドライバーのみ (N=15)	
	危険走行回数との相関係数	有意確率	危険走行回数との相関係数	有意確率
週間推定運転距離	-0.305	0.191	-0.492	0.062

データ解析

本実験で得られた
机上検査・DSの結果

阿伎留医療センターの協力で
得られた机上検査・DSの結果

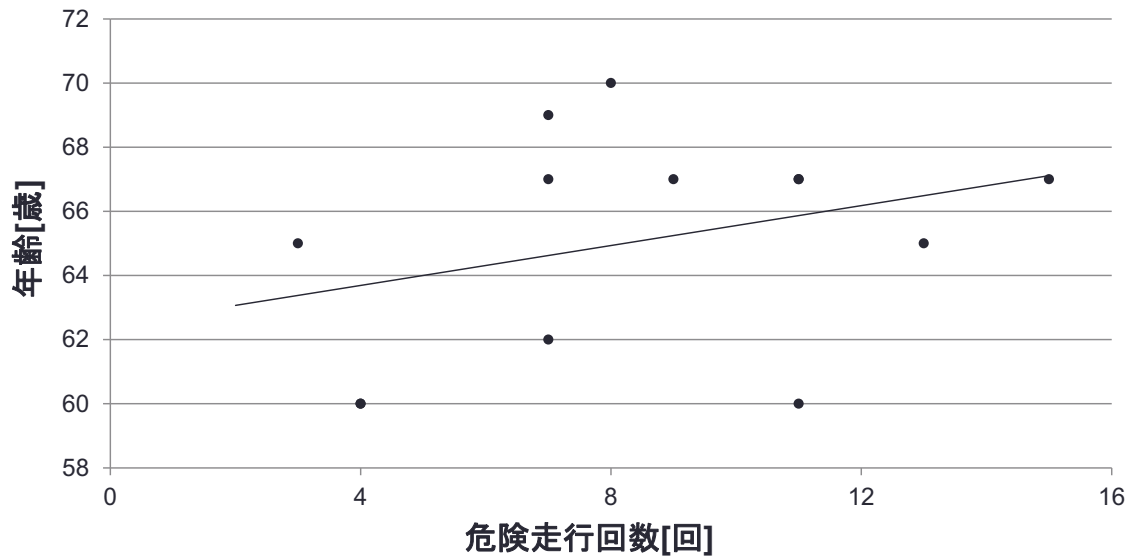
以下のデータに相関分析を実施



④ 年齢と危険走行回数との相関分析

職業運転経験のない一般ドライバーを対象

…… 運転技術に長けた被験者の影響を排除



	危険走行回数 との相関係数	有意確率	N
年齢	0.326	0.277	13

④ 年齢と危険走行回数との相関分析

職業運転経験のない一般ドライバーを対象

…… 運転技術に長けた被験者の影響を排除

年齢と危険走行回数には、
有意な相関は見られない

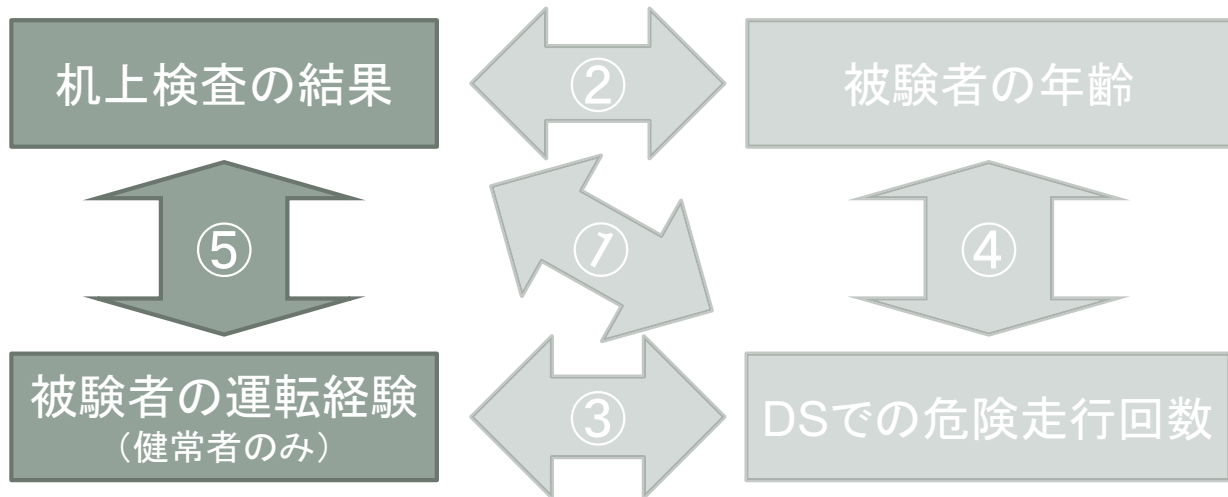
	危険走行回数 との相関係数	有意確率	N
年齢	0.326	0.277	13

データ解析

本実験で得られた
机上検査・DSの結果

阿伎留医療センターの協力で
得られた机上検査・DSの結果

以下のデータに相関分析を実施

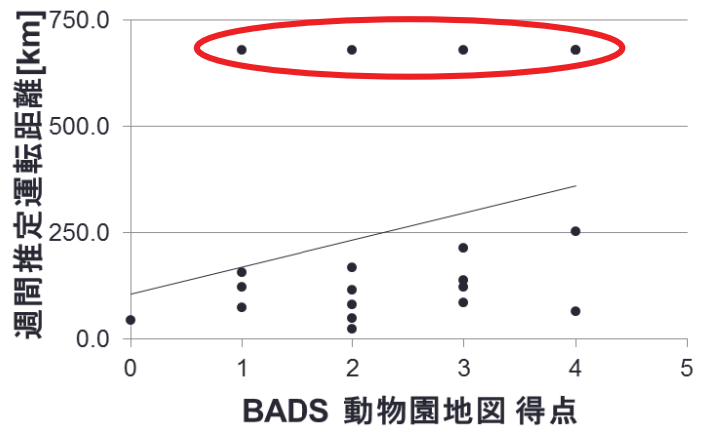
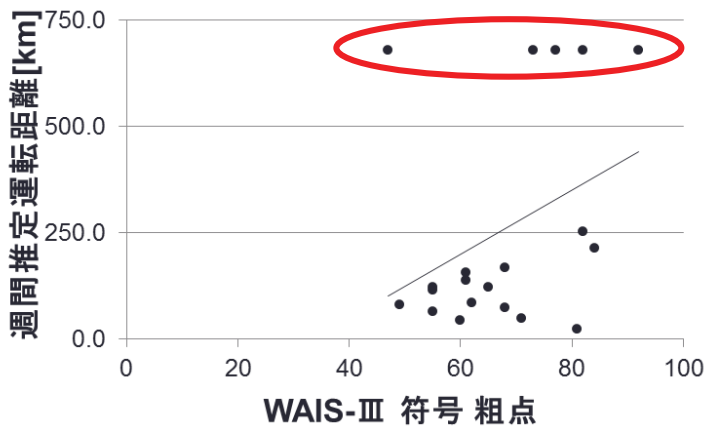
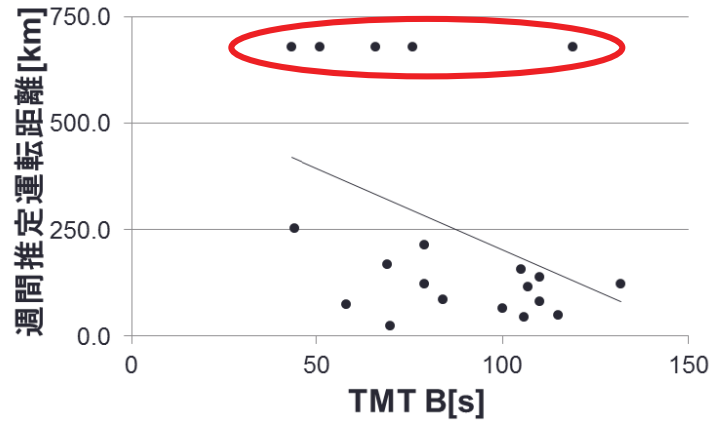
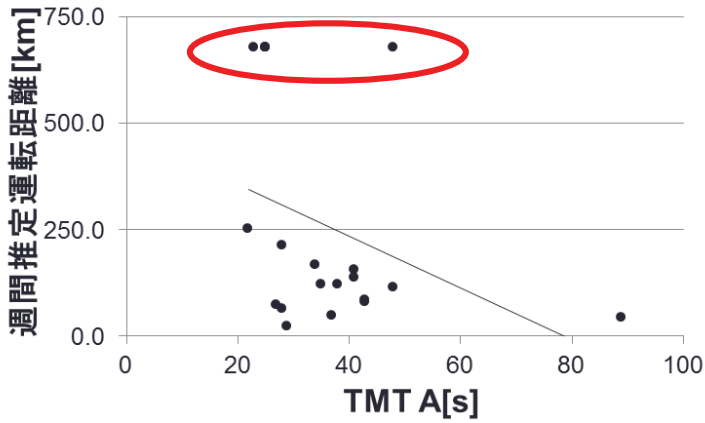


⑤ 運転経験と机上検査との相関分析

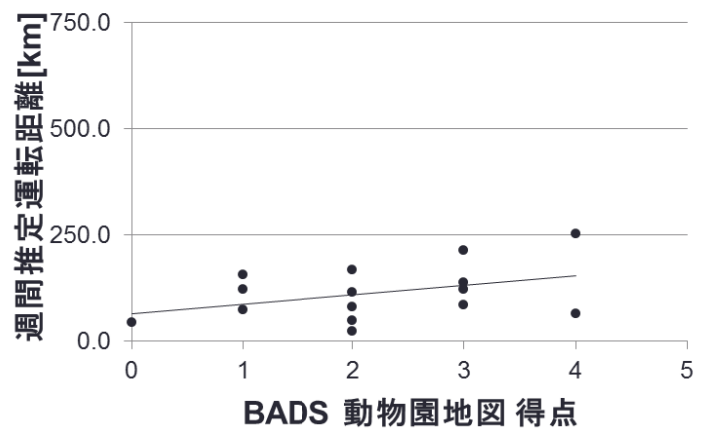
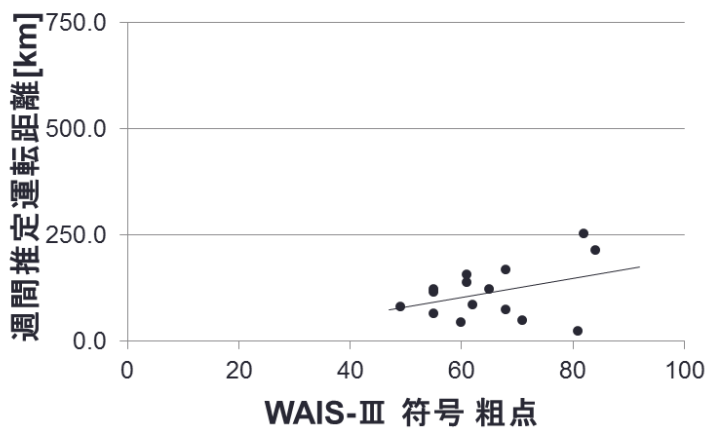
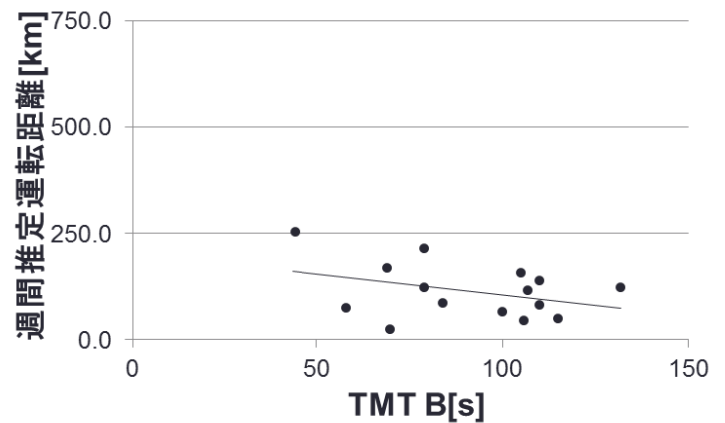
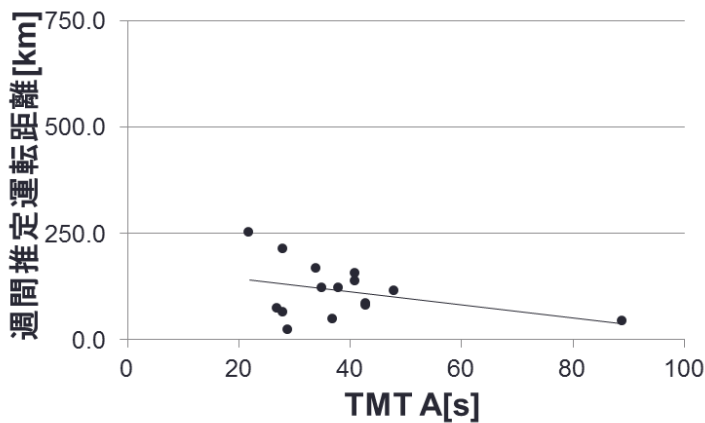
	週間推定運転距離 との相関係数	有意確率	N
TMT Part A	-0.369	0.110	20
TMT Part B	-0.386	0.093	20
WAIS-III 符号検査 粗点	0.354	0.125	20
BADS 動物園地図 得点	0.323	0.165	20

いずれも相関係数は低く、
有意とは言いがたい

⑤ 運転経験と机上検査との相関分析



⑤ 運転経験と机上検査との相関分析



⑤ 運転経験と机上検査との相関分析

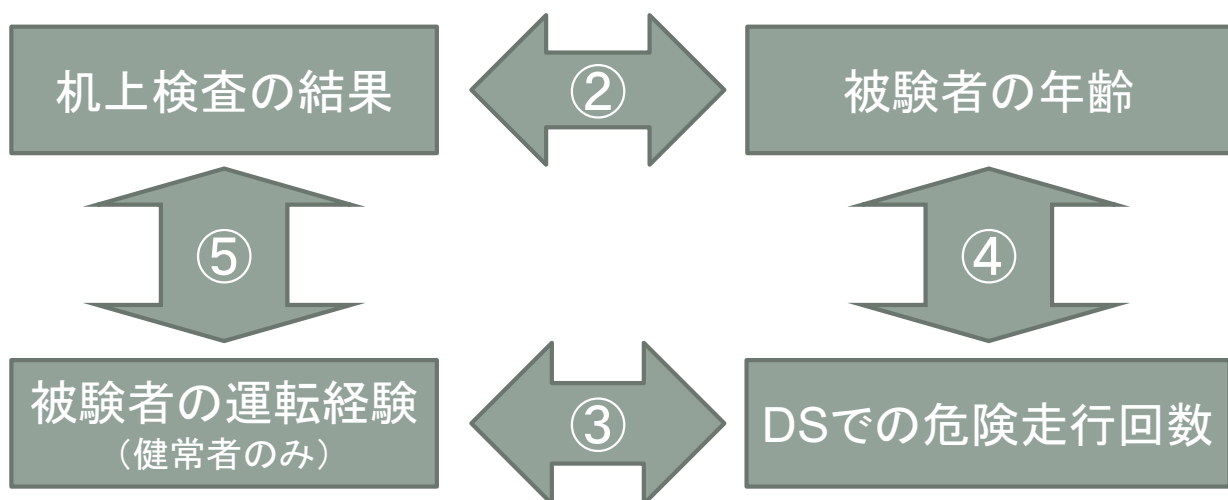
	週間推定運転距離 との相関係数	有意確率	N
TMT Part A	-0.369	0.110	20
TMT Part B	-0.386	0.093	20
WAIS-Ⅲ 符号検査 粗点	0.354	0.125	20
BADS 動物園地図 得点	0.323	0.165	20

職業ドライバーの除外

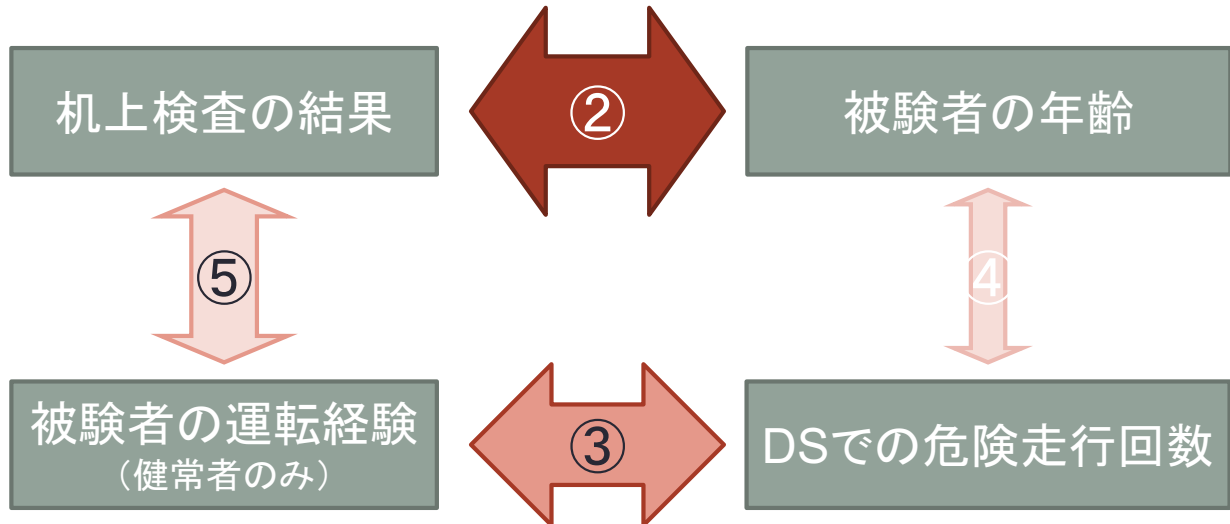
	週間推定運転距離 との相関係数	有意確率	N
TMT Part A	-0.452	0.090	15
TMT Part B	-0.325	0.237	15
WAIS-Ⅲ 符号検査 粗点	0.270	0.330	15
BADS 動物園地図 得点	0.572	0.026	15

運転経験と机上検査には、
BADS 動物園地図検査のみに**相関あり**

相関分析②～⑤のまとめ



相関分析②～⑤のまとめ



- 高次脳機能検査は年齢に比較的強く影響される
 - 危険走行回数は運転経験に比較的影響される
- ということが考えられる

まとめ

高次脳機能障害患者の運転能力評価に対する新たな知見を得る

高年齢健常者、職業ドライバー、高次脳機能障害者を対象にした高次脳機能検査および運転技能検査のデータの蓄積と解析を行った

解析結果

- ▶ TMTおよびWAIS-Ⅲ符号検査は運転技能検査と相関が得られた
 ➔ 高次脳機能検査により運転可否判断が行える可能性を示唆
- ▶ 高次脳機能検査と年齢との相関が得られた
- ▶ 運転技能検査と運転経験の相関が得られた
 ➔ 年齢および運転経験を加味することが必要

今後の課題

データの蓄積

- 幅広い年齢、運転経験、障害の程度毎に母数を増やす

データの解析

- 年齢、運転経験、障害の程度が検査に与える影響を定量的に解析できる手法の確立

参考文献

- ・ 渡邊修ほか, 東京都における高次脳機能障害患者総数の推計, 日本リハビリテーション医学会誌46(2), pp.118-125, 2009
- ・ 小倉雄一・池田恭敏ほか, 高次脳機能障害患者のための運転能力評価の検討. 茨城県立医療大学附属病院研究誌(1348-8988)10号, pp.59-64, 2007
- ・ 広田千賀ほか, 地域高齢者を対象としたTrail Making Test の意義—身体機能とTrail Making Test の成績についての横断分析から—, 日老医誌2008, 45巻, pp.647-654
- ・ 「交通需要推計検討資料」, <http://www.mlit.go.jp/road/kanren/suikei/juyou.html> (2012年9月22日最終閲覧)
- ・ 筑波大学社会工学類都市計画実習交通班(2004)「学内バス廃止に伴う代価案の検討」
- ・ 自動車技術会, 高齢者運転適性ハンドブック, 社団法人自動車技術会
- ・ 佐藤真登・辻竜佳・日暮一太, ドライビングシミュレータを用いた高次脳機能障害患者の自動車運転能力評価に向けて—若年健常ドライバーの運転評価—, 筑波大学大学院システム情報工学研究科リスク工学専攻グループ演習第8班, 2011
- ・ 山田規敏子, 壊れた脳 生存する知, 講談社, 2004

ドライビングシミュレータを用いた高次脳機能

障害患者の自動車運転能力評価に向けて

—年齢と運転経験に着目して—

リスク工学グループ演習 第9班

川瀬 雅士 松崎 慧太 山本 克己

アドバイザー教員

伊藤 誠
ご清聴ありがとうございました

ドライビングシミュレータ設置協力

本田技研工業 小野 浩 様

データ提供協力

公立阿伎留医療センター 岡田 真明 様

実験協力

公立阿伎留医療センター のみなさま

公益社団法人 つくば市シルバー人材センター のみなさま

関東鉄道 自動車部 のみなさま

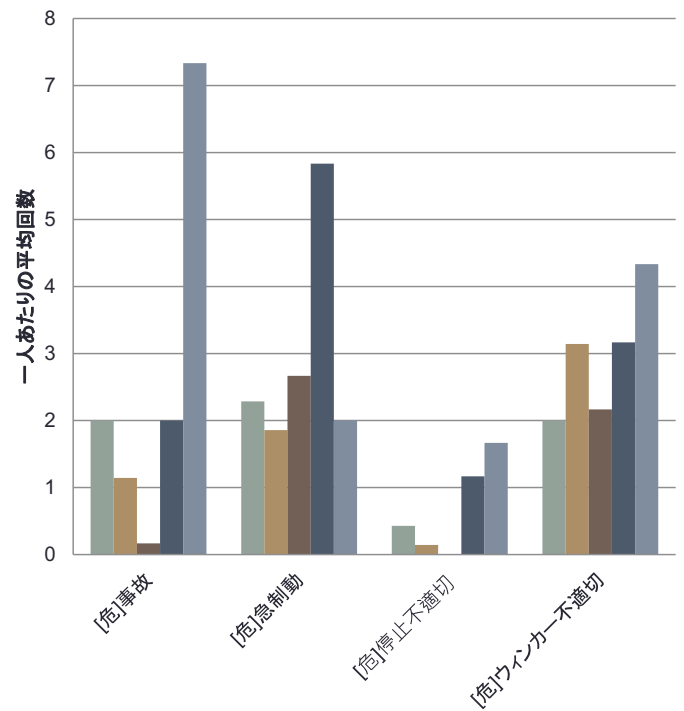
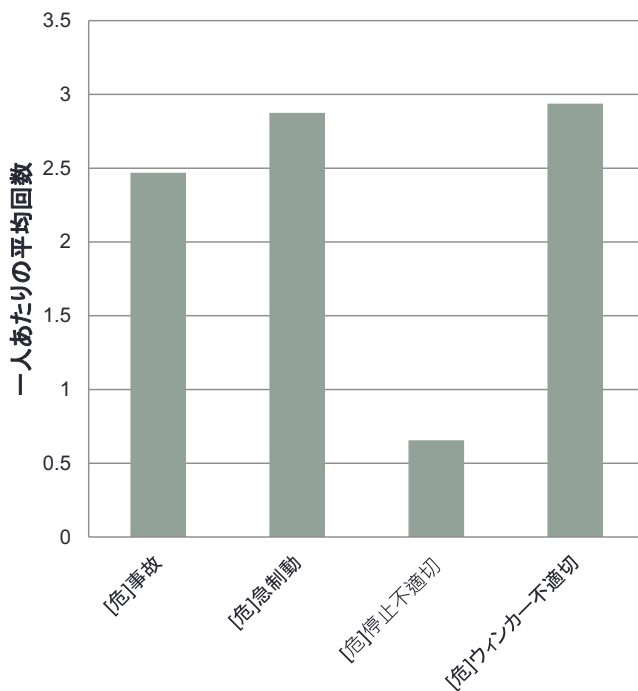
45

46

参考資料一危険走行回数(種類別)

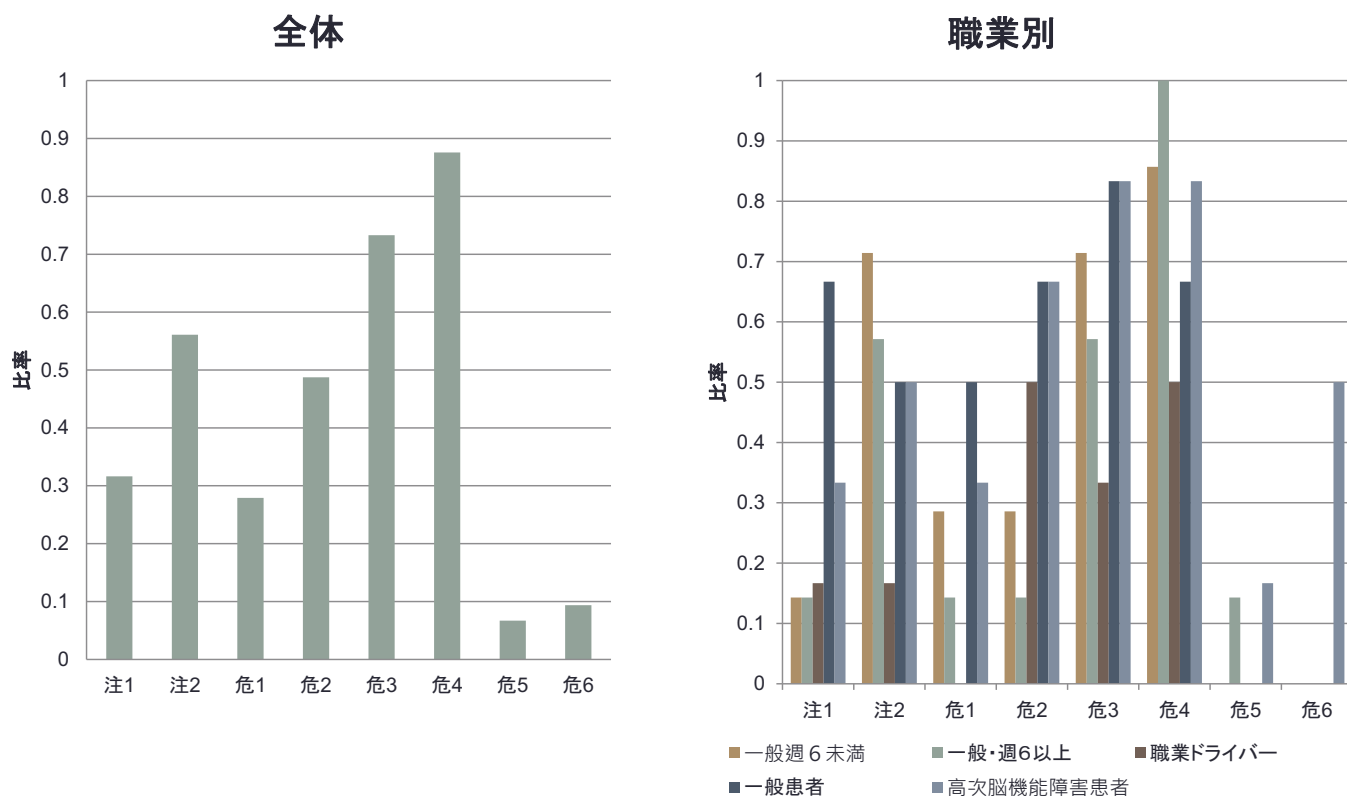
全体

職業別



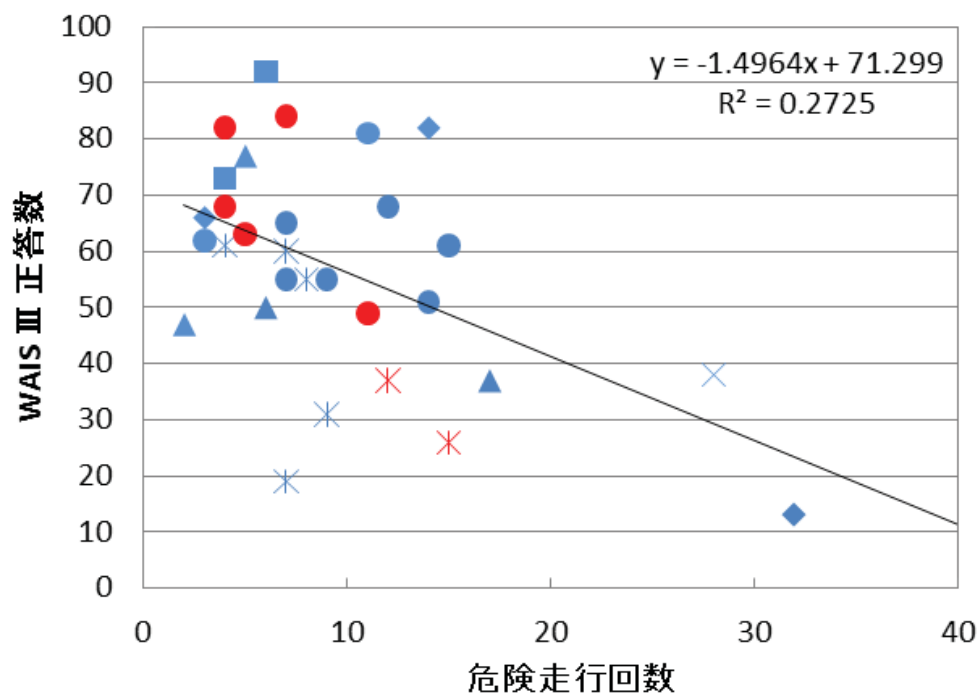
■一般週6未満 ■一般週6以上 ■職業ドライバー
■一般患者 ■高次脳機能障害

参考資料一危険走行回数(場面別)



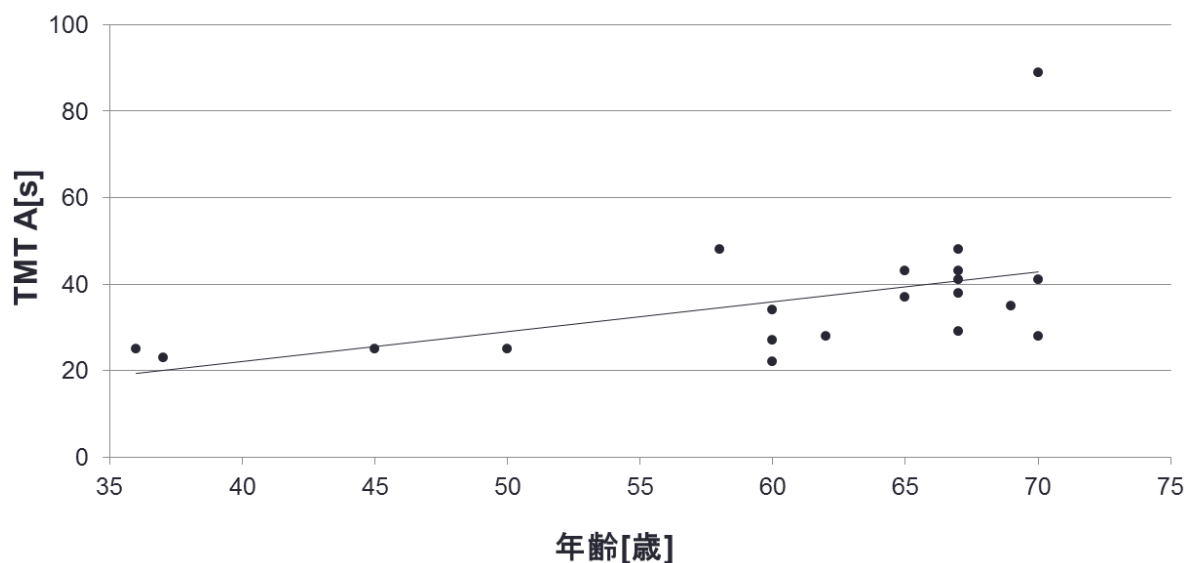
結果

WAIS-III 符号検査



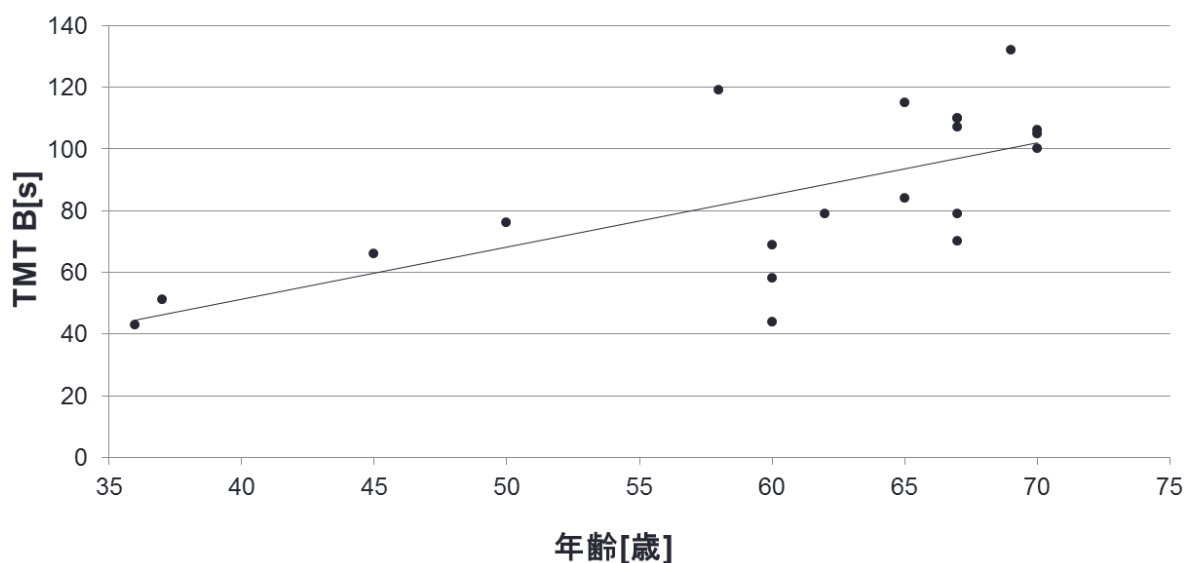
■:30歳代 ◆:40歳代 ▲:50歳代 ●:60歳代 *:70歳代 ×:80歳代

② 年齢と机上検査の結果との相関分析



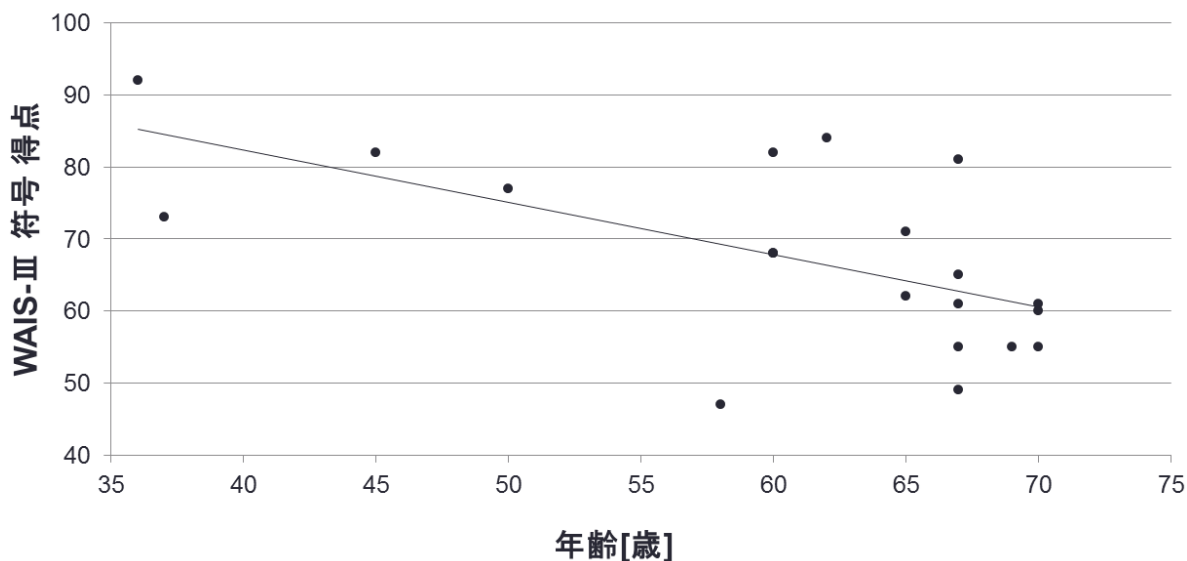
	年齢との相関係数	有意確率	N
TMT Part A	0.488	0.029	20
TMT Part B	0.670	0.001	20
WAIS-Ⅲ 符号検査 粗点	-0.605	0.005	20
BADS 動物園地図 得点	-0.310	0.184	20

② 年齢と机上検査の結果との相関分析



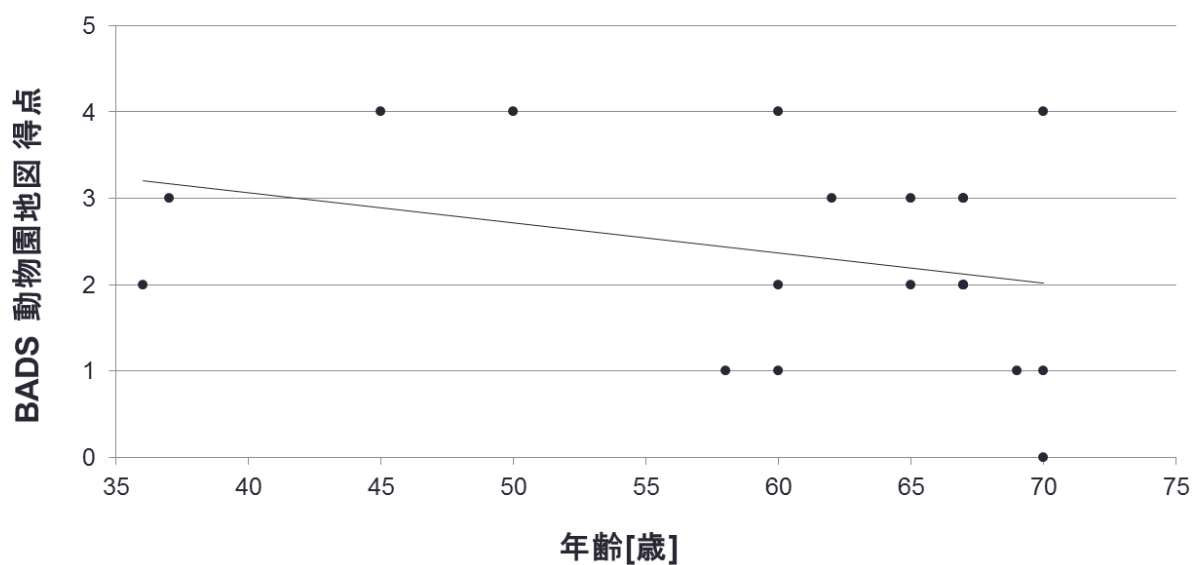
	年齢との相関係数	有意確率	N
TMT Part A	0.488	0.029	20
TMT Part B	0.670	0.001	20
WAIS-Ⅲ 符号検査 粗点	-0.605	0.005	20
BADS 動物園地図 得点	-0.310	0.184	20

② 年齢と机上検査の結果との相関分析



	年齢との相関係数	有意確率	N
TMT Part A	0.488	0.029	20
TMT Part B	0.670	0.001	20
WAIS-III 符号検査 粗点	-0.605	0.005	20
BADS 動物園地図 得点	-0.310	0.184	20

② 年齢と机上検査の結果との相関分析



	年齢との相関係数	有意確率	N
TMT Part A	0.488	0.029	20
TMT Part B	0.670	0.001	20
WAIS-III 符号検査 粗点	-0.605	0.005	20
BADS 動物園地図 得点	-0.310	0.184	20

年齢×机上検査 相関分析(週6回以上運転)

		相関係数				
		年齢	TMTa時間	TMTb時間	WAIS正	BADS総合得点
年齢	Pearsonの相関係数	1	.856 [*]	.910 ^{**}	-.674	-.301
	有意確率(両側)		.014	.004	.097	.512
	N	7	7	7	7	7
TMTa時間	Pearsonの相関係数	.856 [*]	1	.946 ^{**}	-.877 ^{**}	-.408
	有意確率(両側)	.014		.001	.010	.364
	N	7	7	7	7	7
TMTb時間	Pearsonの相関係数	.910 ^{**}	.946 ^{**}	1	-.743	-.282
	有意確率(両側)	.004	.001		.056	.541
	N	7	7	7	7	7
WAIS正	Pearsonの相関係数	-.674	-.877 ^{**}	-.743	1	.546
	有意確率(両側)	.097	.010	.056		.205
	N	7	7	7	7	7
BADS総合得点	Pearsonの相関係数	-.301	-.408	-.282	.546	1
	有意確率(両側)	.512	.364	.541	.205	
	N	7	7	7	7	7

*. 相関係数は5%水準で有意(両側)です。
 **. 相関係数は1%水準で有意(両側)です。

年齢×机上検査 相関分析(週6回未満運転)

		相関係数				
		年齢	TMTa時間	TMTb時間	WAIS正	BADS総合得点
年齢	Pearsonの相関係数	1	.586	.344	-.385	-.824 [*]
	有意確率(両側)		.167	.450	.394	.023
	N	7	7	7	7	7
TMTa時間	Pearsonの相関係数	.586	1	.191	-.396	-.672
	有意確率(両側)	.167		.681	.379	.099
	N	7	7	7	7	7
TMTb時間	Pearsonの相関係数	.344	.191	1	-.622	-.579
	有意確率(両側)	.450	.681		.136	.173
	N	7	7	7	7	7
WAIS正	Pearsonの相関係数	-.385	-.396	-.622	1	.270
	有意確率(両側)	.394	.379	.136		.558
	N	7	7	7	7	7
BADS総合得点	Pearsonの相関係数	-.824 [*]	-.672	-.579	.270	1
	有意確率(両側)	.023	.099	.173	.558	
	N	7	7	7	7	7

*. 相関係数は5%水準で有意(両側)です。