

高齢者の運転能力に関する認知機能の自己診断ツールの開発・評価

代表研究者 東京大学 高齢社会総合研究機構 客員研究員 三浦 貴大
(産業技術総合研究所 人間拡張研究センター 研究員)

【まとめ】

本研究の目的は、高齢者が自身の運転能力に関する認知機能を自己診断・評価を簡易的に実施可能なツールの試作とその妥当性の評価である。まず、運転機能に関わる認知機能を計測する3種のアプリケーション(以下、アプリ)を開発し、ハザード知覚アプリのコンテンツを作成した。これらのアプリを用いて高齢者・若年者101名での計測を行った。この結果、認知機能状況の低下は、ハザード知覚能力の低下と中～高程度の相関を示した。

1. 研究の目的

1-1 背景 高齢化の進展とともに、高齢者の運転事故

の報道が増加している。実際には、免許保有者における高齢者の比率の増加に伴う現象^①であるものの、特に高齢ドライバーは事故を起こした際に死亡することが多い^②。彼らの事故の原因は、若年者とは異なり、自身の運転技能における過信や、認知機能・身体機能の低下などである^③。このため、2009年より自動車学校での高齢者講習において70歳以上の高齢者への認知機能検査が義務化され、2016年より認知症の疑いがある対象者に医療機関への受診の義務付けが行われた。

この認知機能の検査方法については、視野に関する測定やドライビングシミュレータを用いた注意に関する測定を行う。しかし、これら機器は大掛かりであるため、自己評価ツールとして「高齢ドライバーのための安全運転ワークブック」^④というものが発行されている。しかし、このワークブックは紙ベースのものであり、結果のフィードバックが必ずしも個別化されていない。また、認知機能検査などもMMSEのような紙ベースのものであり、運転技能に直接関係する視野や注意能力などを計測できるとは言い難い。一方で、フィードバックの個別化のためには普及が進んでいるタブレット型コンピュータなどのツールとして配布する方法などがあるが、その際の精度などについて、必ずしも運転技能との関係は分かっていない。この点が分か

れば、高齢ドライバーが運転に関する認知機能の評価を時間・場所を問わず行うことができ、高齢ドライバーが自身の認知機能や関連する運転技能の見直しなどを行うことができるはずであり、ひいては高齢ドライバーにおける自動車事故の抑制や被害の軽減に繋がらう。

1-2 目的 そこで本研究の目的を、高齢者が自身の運

転能力に関する認知機能を自己診断・評価を簡易的に実施可能なツールの試作とその妥当性の評価と設定する。具体的に実施した事項は以下の4点である：

- a) 認知機能計測アプリケーションの実装
- b) 運転状況シミュレーションとその際のハザード知覚能力の計測システムの調整
- c) 様々な高齢者における計測の実施
- d) 結果を基にしたフィードバック要素に関する検討

2. 研究方法と経過

2-1 認知機能計測アプリケーションの実装

図1～3に開発した認知機能計測アプリケーション(以下、アプリ)を示す。どのアプリもタブレット端末(Apple iPad)で動作するものである。開発環境はXcode 10.1(OS: macOS 10.14.1)であり、Objective-Cで記述されている。

図1に示した視覚探索能力のアプリでは、画面上に多くの文字が表示される。この中に一つだけ異なる文字が表示される。例えば、図1では、「は」が多くある中に一つだけ「ほ」の文字がある。ユーザは、このような仲間外れの文字を可能な限り早く発見の上で、押下してもらう。本アプリは、視覚的注意機能の計測を行うものである。仮にこの機能が低下している場合、本課題の所要時間が長くなる。

図2に、タスクスイッチング能力の計測アプリの外観を示す。本アプリはストループ課題をアプリ上に実装したものである。本課題は、意味の異なる刺激が同時に呈示された際に、どちらの一方の刺激に反応して答えても

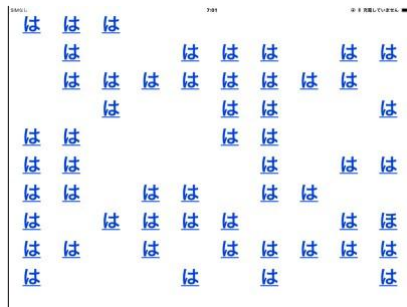


図 1. 視覚探索能力の計測アプリ.
一つだけ異なる文字を見つけて選択する



図 2. タスクスイッチング能力の計測アプリ.
事前に表示された指示を基に押す位置を選択.

らう課題である. 今回の場合は, 文字色か文字に書かれている色のいずれかを応答してもらおう. 仮にタスクスイッチング能力が低下している場合, 課題の正答率の低下や所要時間の増加が起こる.

図 3 に, ワーキングメモリの計測アプリの外観を示す. 特に, 本課題はビジュアルパタン課題をタブレット端末上に実装したものである. Baddeley が提唱したワーキングメモリのマルチコンポーネントモデルにおいて, 本課題は視空間スケッチパッドでの記憶容量を計測するものである. まず, 最初に数秒ほど (今回は 5 秒とした) 記憶すべきセルの位置 (今回は 5×5 マスで 2 個から開始) が表示される. 数秒ほど待ち時間が呈示された後 (今回は 3~10 秒), 記憶したセルの位置を入力してもらおう. 正答時は記憶すべきセルの個数が増え, 誤答時はセルの個数は変わらない. 2.3 節で述べる実験においては, 3 回間違えた時に終了する形式とした. 仮に視空間スケッチパッドの能力が低下している場合, 本課題において記憶可能なセル個数は少ないものとなる. これら 3 種類の課題を選定した理由は, 心理学上の知見があり各種研究例との比較がしやすいためである. 特に, 自動車運転の際に必要な認知機能と知られている機能でもある. また, タブレット端末

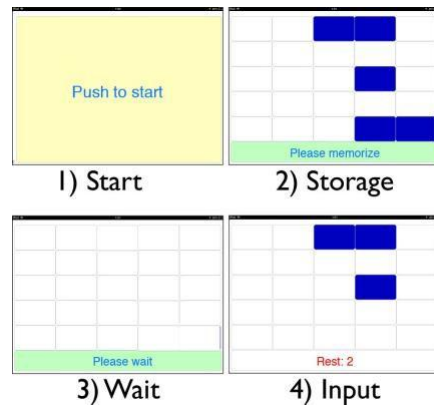


図 3. ワーキングメモリの計測アプリ. 画面上のセル位置を記憶し, 数秒後に思い出して選択.



図 4. 一問一答形式のクイズアプリの外観

への実装が困難でなく一種のゲームとしても楽しんでもらえることに拠る.

さらに, 当初の計画では開発を予定していなかったアプリとして, 一問一答式のクイズに回答するアプリの開発も行った. 図 4 にその外観を示す. このアプリでは, 問題文と付随する図表の表示が出来る他, 回答欄の数や形式などを自由に変更可能なものとしており, 数問回答するごとにフィードバックが返されるよう設計した. また, 高齢者の回答を考慮して, いつでも休憩を取りやすく出来るような休憩ボタンを実装した. 本アプリを用いて, 後述する実験では, 自動車運転における適性検査, 交通ルールの理解度について計測を行った. 適性検査では 300 問, 交通ルールの理解度では 50 問の問題を課した.

2-2 運転状況シミュレーションとその際のハザード知覚能力の計測システムの調整

図 5 に利用した運転時の特定状況シミュレーションのアプリ外観を示す. 利用したアプリは, セーフティレーナーというハザード知覚能力を計測可能なアプリである. 当初は安価なドライビングシミュレータを用いた検討を行う計画であった. しかし, 本アプリはタブレット端末上で各種計測が可能であること, 実験室に来るのが困難な高齢者での計測も可能であることが利点として挙げ



図 5. ハザード知覚能力の計測アプリの外観。左図: 再生される運転場面, 右図: 解説画面

られるため, こちらを用いることとした. 本アプリでは, まず危険な状況が起こるまでのドライビングレコーダの映像を提示(図 4 左図)した後, 危険な状況が起こる直前で画面を 5 秒だけ止める. この間に, ユーザにはどこが注意すべき箇所(ハザード)であるかを選択してもらう. その後で実際に何が発生したのかの映像を引き続き眺めてもらい, 最後に解説画面(図 4 右図)が表示され実際に注意すべき箇所が提示される.

本アプリでは, 再生される運転場面とタップすべき位置のカスタマイズが可能である. このため, 事故やヒヤリハットの場面を 32 種類ほど選定の上で, 検証用コンテンツを制作した. 特に, 交差点や狭路でのすれ違い, 見通しの悪い道での歩行者/自転車の飛び出しなどのケースを選定した. なお, この際のハザードの位置や数などは, 交通心理士により選定された.

2-3 様々な高齢者における計測の実施

図 1~5 に示したアプリを用いて, 高齢者(65 歳以上)と対象群となる若年層(65 歳未満)において実験的検討を行った. なお, 本実験の実施に当たり, 東京大学ライフサイエンス倫理支援室より承認を得た. 実験参加者は, 高齢者 52 名(男性: 28 名, 女性: 24 名)と若年者 49 名(男性: 25 名, 女性: 24 名)である. 高齢者群は 65~80 歳(平均: 72.0 歳)が参加し, 若年者群は 21~64 歳(20 代~50 代の各年代で 10 名前後, 60 代は 4 名)が参加した. 実験参加者の募集の際, 普通運転免許を所持する, もしくは所持していた者と設定した. また, 高齢層では運転免許の返納者もいると考え, 返納以来 10 年以下の者を募集した. 彼らの視聴覚機能は健常範囲であり, 特に身体機能に不具合を報告したものはなかった.

実験手続きについて述べる. まず, 実験参加者に実験概要を説明のあと, 図 1~5 に示すアプリの説明を行い, 操作の練習時間を設けた. また, アプリでの実験の合間にインタ

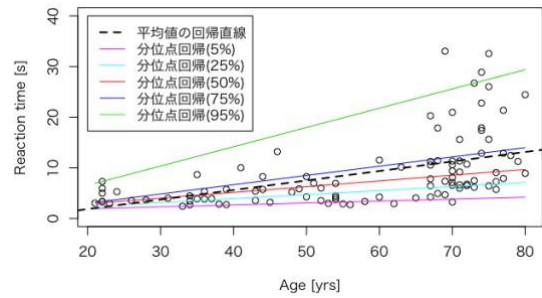


図 6. 視覚探索課題における年齢ごとの 1 試行あたりの所要時間

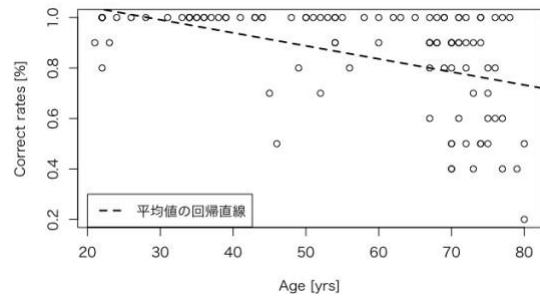


図 7. ストロープ課題における年齢ごとの正答率

ビューを行い, 運転免許の取得時期, 交通事故や交通違反の経験などを聴取した. 所要時間は若年層で 50~100 分程度, 高齢層で 100 分~130 分であった.

3. 研究の成果

3-1 年齢ごとの認知機能の変化

図 6 に年齢ごとの視覚探索課題(図 1)の所要時間を示す. 回帰直線群を見ると, 概して年齢が増加すると所要時間が長くなる傾向にあった. 特に今回の結果では, 65 歳以上の参加者における所要時間が長くなると共に, 広い範囲に分布している点が見て取れる. ただし, 分位点回帰(5%)を見ると, 上位 5% においては若年層~高齢層での傾きはあまり変わらない. このため, 65 歳を超えても, 若年層と変わらない注意機能を持つものが一定数いると考えられる.

図 7 に, 年齢ごとのストロープ課題(図 2)の正答率を示す. また, 図 8 にはストロープ課題の際に, 文字色か文字に書かれている色を答えた場合の時間差を年齢ごとに示す. 図 7 の回帰直線より, 概して年齢の増加にしたがい, 正答率が減少する傾向が確認できる. ただし, この結果も図 6 と同様に高齢層ほど, 個人差が大きくなる点が見て取れる. 図 8 においても類似の傾向が確認された.

次に, 図 9 にワーキングメモリ課題(図 3)における年齢ごとの記憶可能なセル個数を示す. 図 6~8 の結果と同様に, 年齢の増加に応じて成績が低下する傾向が見て取れる.

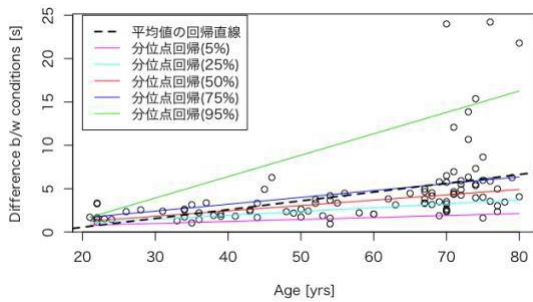


図 8. ストローブ課題における年齢ごとの 2 種の指示課題における時間差

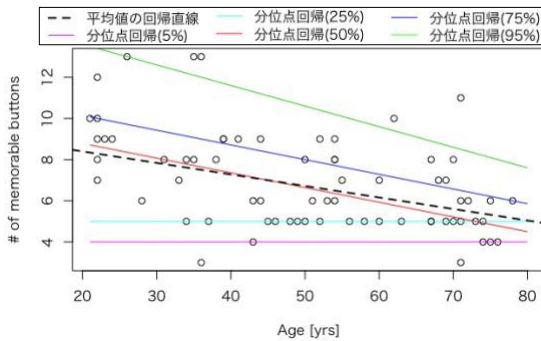


図 9. ワーキングメモリ課題における年齢ごとの記憶可能なセル個数

ただし、他の課題と異なり、高齢層における個人差よりも若年層での個人差の方が大きいものとなった。この結果は既存研究の成果(5,6)とも一致する。

3-2 年齢ごとのハザード知覚能力の変化

図 10 にハザード知覚能力の計測アプリ(図 5)における正解率を示す。図 6~9 に示した他の結果と同様に、年齢の増加に応じて、正答率が低下する傾向が見取れる。また、65 歳以上の高齢者において、個人差の幅が大きくなる点も確認された。

このハザード知覚の正答率と図 6~9 で得られた認知機能の計測結果との相関係数について述べる。視覚探索課題の所要時間(図 6)では-0.40, Stroop 課題の正答率(図 7)では 0.52, 2 種の課題の時間差(図 8)では-0.35, ワーキングメモリ課題で記憶セル数では 0.42 となった。Cohen が提案した基準に則ると、これらの相関係数は中~高程度であると分かる。したがって、3-1 節で述べた認知機能の計測アプリを用いることで、運転事故と関係の深い要素であるハザード知覚を間接的に評定できる可能性が示唆された。

4. 今後の課題 本報告書においては、年齢ごとの認知機能

に関する課題と、ハザード知覚能力について述べた。今後は、年齢のみならず、過去の運

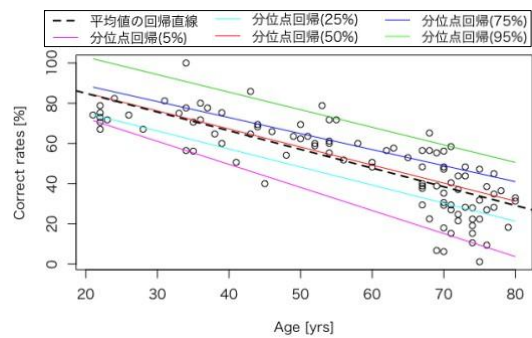


図 10. ハザード知覚能力計測アプリでの年齢ごとの正解率

転経験や事故や違反の回数との関係なども分析する予定である。また、既に計測してある適性検査や交通ルールの理解の結果と、認知機能やハザード知覚能力との関係性などについても分析を行う。この分析結果をさらに洗練させた上で、統合的に運転能力に関する自己診断が可能なツールを創出していく予定である。

5. 研究成果の公表方法 本報告書で述べた内容に、4 節で述べた今

後行う分析内容を加えた上で、まずは査読付き国際学会プロシーディングとして投稿・公表を行いたい。その上で、査読付きジャーナル論文として改めて投稿・公表したい。

これらの結果の公表の前後で、今回開発したアプリの外装やフィードバック要素などを洗練させる。その上で、iOS アプリとして App Store での公開も目指している。

参考文献

- (1) 交通事故総合分析センター (1986~2016) 交通統計
- (2) 交通事故総合分析センター (2016) 交通事故統計表データ (27-40FZ101, 27-42NG201)
- (3) 松浦 (2017) “高齢ドライバーの安全心理学,” 東京大学出版会
- (4) 松浦 (2008) “高齢ドライバーのための安全運転ワークブック 実施の手引,” 企業開発センター交通問題研究室
- (5) Miura, T. et al. (2017) “VisuoSpats: A Gamified Application to Measure Visuospatial Working Memory Volume,” ITE Trans. MTA, 5(1):8-16.
- (6) Rowe, G. et al. (2008) “Age differences in visuospatial working memory,” Psychology and aging, 23(1):79-84.

以上