

赤信号が続いた後の黄信号で高齢者は  
高い接近動機づけ（攻撃性）を示す  
—近赤外線分光法（NIRS）による検討—

The yellow traffic light following repeated red lights induced the approach  
motivational component of anger in elderly adults  
-A NIRS study-

中田龍三郎<sup>†</sup>・久保（川合）南海子<sup>‡</sup>・岡ノ谷一夫<sup>§¶</sup>・川合伸幸<sup>†¶</sup>  
Ryuzaburo Nakata, Namiko Kubo-Kawai, Kazuo Okanoya, Nobuyuki Kawai

<sup>†</sup>名古屋大学・<sup>‡</sup>愛知淑徳大学・<sup>§</sup>東京大学・<sup>¶</sup>JST-ERATO岡ノ谷情動情報プロジェクト  
Nagoya University, Aichi Shukutoku University, The University of Tokyo,  
JST-ERATO Okanoya Emotional Information Project

<sup>†</sup> nakata@cog.human.nagoya-u.ac.jp, kawai@is.nagoya-u.ac.jp <sup>‡</sup> namikokk@asu.aasa.co.jp,  
<sup>§</sup> cokane@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp

## Abstract

Previous studies suggest that left-superior asymmetry in the brain activity reflects approach motivation of anger. As people gets upset, the asymmetry increases. We have demonstrated this phenomenon in terms of a near-infrared spectroscopy (NIRS). This asymmetry was greater in elderly adults than in younger adults due to their weak inhibitory potential of frontal lobe in a traffic jam of a driving simulator, whereas the young adults did not. In this study, we show that the elderly exhibited the left-superior brain activity (front-dorsolateral area) when they had to stop four times at an intersection due to red signal, whereas the young adults did not. Driving through the same intersections with blue signals did not yield asymmetric brain activity in the frontal lobe in both age groups. Interestingly, left-superior asymmetry in the brain activity was shown in elderly adults when they had to stop at an intersection with a yellow after they went through intersections with blue lights.

These results suggest that 1) yellow light induced the approach motivational component of anger in elderly adults when they experienced at deceleration/stop by a red light just before the yellow light, 2) a red traffic light produced asymmetric brain activity, which seems to reflect increased approach motivation (i.e., anger), and 3) approach motivation (anger) was evidenced only by the elderly adults, suggesting vulnerability in inhibitory potential of aged adults.

**Keywords** — anger, approach motivation, a near-infrared spectroscopy (NIRS), elderly individual, driving simulators

## 1. はじめに

怒りは不快で覚醒度が高いだけでなく、相手への介入や攻撃の原因となる高い接近の動機づけを伴う。この接近の動機づけは前頭部の脳活動に左優勢の不均衡状態を

もたらすことが脳波を指標とした研究などで報告されている[1]。

この不均衡状態は怒りの原因に対処可能な場合には生じるが、対処が不可能な場合には生じないとされる[2]。運転中に渋滞する状況（怒りの対象が明確）をドライビングシュミレータ上で再現すると、高齢者では左右前側頭部の脳波に左優勢の不均衡状態が生じたが、若齢者では生じなかった[3, 4]。さらに近赤外線分光法（NIRS）による脳血流量反応の測定でも同様の結果を得た[5]。これらは運転場面でも怒りの原因への対処可能性によって脳活動の不均衡状態が生じることを示唆するとともに、怒りの接近動機づけの高まりは年齢によって異なり、加齢の影響が強いと考えられる。抑制機能に代表される認知機能の遂行のために高齢者は前頭前野皮質をより活性化させる必要があることがわかっており[6, 7]、高齢者の接近動機づけの高まりは前頭前野の機能低下が関係していることが示唆される。

自動車を運転する際には日常生活の他の場面よりも怒りが生じやすいとされる。たとえば運転中の不快な出来事（e.g., 無理な追い越しにあう）は運転以外の日常生活での不快な出来事（e.g., 列に割り込まれる）よりも怒りを感じる割合は高くなることが指摘されている[8]。運転中に生じる怒り（driving anger）は怒りの原因となる行動をとった車に対して攻撃的な行動をとること

(road rage) につながるとされる。たとえば怒りを感じることの多いドライバーのほうが日常的に危険運転を行いやすい傾向があることが示されている[9, 10]。つまり加齢の影響による怒りの接近動機づけの高まりは高齢者の危険運転の遠因となっている可能性がある。

渋滞は減速を強いられ思うように走行できない不快な状況と考えられるが、運転において同様に減速を強いられる不快な状況として交差点で赤信号に遭遇する状況がある。本研究では繰り返し赤信号を経験する状況と繰り返し青信号を経験する状況を設定し、くりかえし赤信号を経験した際に高齢者で接近動機づけの高まりに伴う脳活動の不均衡状態が示されるのか検討した。

さらに本研究では赤信号（あるいは青信号）に続いて黄信号に遭遇する状況を設定した。黄信号でも赤信号のように減速、停止を強いられるが、赤信号でくりかえし何度も減速、停止を強いられる状況と比べ接近動機づけへの影響は弱いと考えられる。よって黄信号それ自体によって脳活動の不均衡状態はほとんど示されないと予測される。しかし事前に経験した接近動機づけの高まりが後続する異なる状況にも影響するのであれば、赤信号で接近動機づけが高まった後に続く黄信号を経験することで黄信号でも接近動機づけが高まる可能性がある。

## 2. 方法

65歳以上の高齢者20人（65～74歳、平均70.2歳）および若齢者4人（平均26.3歳）を実験参加者とした（発表時には若齢者も20名分のデータを得る予定）。すべての高齢者に改訂長谷川式簡易知能評価スケール(HDS-R)を実施し、全員の点数が総合点21点以上で認知症の可能性が低いことを確認した。

実際の運転環境を模した環境刺激をUC-Win Road (Forum8社)により作成した。55インチの液晶ディスプレイを縦3面、横3面の計9面（165インチ）で接続したマルチディスプレイに呈示した。ハンドルとブレーキ・アクセルデバイスを使用して運転操作を行った（図1）。



図1 実験状況の例

シミュレータ上に再現した全長 4 ～ 6.2 kmの一般道路をできるだけ早く完走することを課題とし、2回走行させた(図2)。速度の制限は設けなかったが、時速 80 km を超えるスピードで走行した参加者はいなかった。スタート地点および目的地点はあらかじめ決められており、目的地に到達するために左折、右折する必要はなかった。スタートから約1分後（約 1 km 地点）に一定間隔で4機の信号機に遭遇した(実験条件信号)。これらを通じたスタートから約4分走行した後に一定間隔で2機の信号機に遭遇した(テスト信号1、テスト信号2)。これらの信号は停止線通過5秒前に黄信号に変化し、約30秒間黄信号を維持した。交差点侵入前に黄信号に変化するため、実験参加者は停止する必要があった。

最初の4機の信号について、本研究では独立変数として以下の2条件を設定した。（1）**赤信号条件**: 実験参加者の運転する車両が通過する際、4本すべての信号が赤信号になるため、それぞれで停止（30秒）する必要があった。（2）**青信号条件**: 実験参加者の運転する車両が通過する際、4本すべての信号は青信号になり、停止する必要はなかった。2条件の実施順序は参加者ごとにカウンターバランスをとった。

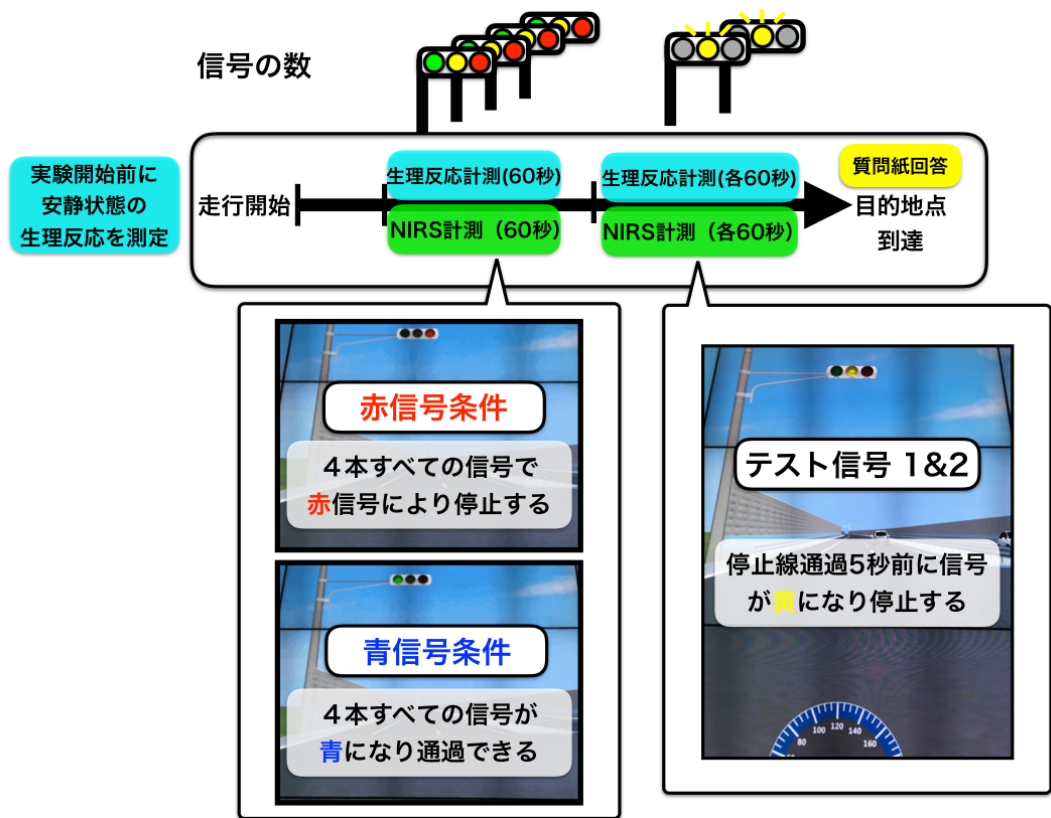


図2 実験状況の概略

NIRS の測定には Spectratrac OEG-16 (スペクトラテック社) を使用し、課題中の脳血流に含まれる酸化ヘモグロビン量(oxy-Hb)を測定した。左右前頭前野背外側の対称的な位置にある2チャンネル(国際10-20法(拡張10-20法)の定めるF5/F6付近に相当)を測定対象とした(図3)。測定サンプリング数は0.76Hz、信号が変化するタイミング(実験条件信号では赤/青、テスト信号では黄)を基準点として、基準点約3秒前~約60秒後を測定区間とした。

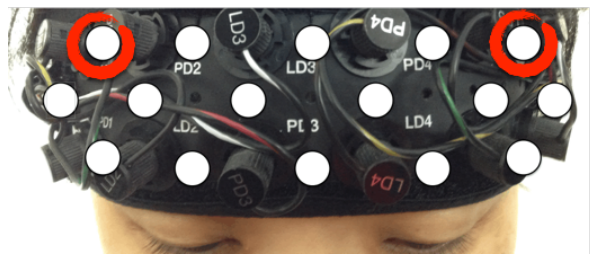


図3 測定チャンネルの位置

自律神経系の指標として NeXus-10 MarkII (Mind Media 社製) を使用して心拍と皮膚電気コンダクタンス水準を測定した。実験開始前の安静時および NIRS 測定と同様の基準点後約60秒間を測定区間とした。

心理反応として状態攻撃性尺度(STAXIの下位項目)と気分評定尺度(PANAS)を各条件の走行終了後(赤信号課題:赤信号条件+テスト信号1+テスト信号2、青信号課題:青信号条件+テスト信号1+テスト信号2)に回答させた。

NIRS の測定データと加齢に伴う認知機能の変化の関係を検討するため、高齢者の実験参加者には実験開始前に Trail Making Test (TMT) を実施した。TMT は反応の切り替えや反応抑制が必要な課題であり、代表的な前頭葉高次脳機能検査としてよく利用されている[11]。1から順番に数字を結ぶ Part A と数字と文字を交互に結ぶ Part B (たとえば、1→あ→2→い→...) から構成されている。本研究では Part B に要した反応時間から Part A に要した反応時間を引いた値をデータ分析に使用した。

### 3. 結果

基準点前約3秒間の平均値と標準偏差を用い、基準点後約60秒間のz-scoreを求めた。各条件における60秒間の平均のz-scoreと左右チャンネルの賦活量不均衡状態（左チャンネルの賦活量-右チャンネルの賦活量）を分析した。高齢者の結果を図4に、若齢者の結果を図5に示す。高齢者の左右の賦活量の不均衡度に対して課題(赤信号課題、青信号課題) × 信号条件（実験条件信号（赤／青）、黄信号1、黄信号2）の分散分析を行ったところ、課題の主効果 ( $F_{1,19} = 5.44, P < .05$ )、信号条件の主効果 ( $F_{2,38} = 3.38, P < .05$ ) が有意であり、課題×信号条件の交互作用が認められた ( $F_{2,38} = 4.63, P < .05$ )。実験条件信号および黄信号1のときに赤信号課題のほうが青信号課題よりも有意に強い左優勢の不均衡が生じており、赤信号課題のなかでも黄信号2よりも実験条件信号および黄信号1のときに強い左優勢の不均衡が生じていた。実験条件信号が青信号のときおよびその後のテスト信号では左優勢の不均衡度に違いはなかった。若齢者ではいずれの条件でも左優勢の不均衡は見られなかった。

安静状態および各条件の測定区間内の平均の皮膚コンダクタンス水準を図6に、平均の皮膚コンダクタンス水準を図7に示す。高齢者の皮膚コンダクタンス水準に対して1要因の分散分析（①安静、②赤信号条件、③④赤信号条件後のテスト信号1、2、⑤青信号条件、⑥⑦青信号条件後のテスト信号1、2）を行ったところ、条件の主効果は有意であった ( $F_{6,114} = 31.33, P < .01$ )。下位検定の結果、高齢者の皮膚コンダクタンス水準は赤信号条件でも青信号条件でも全体として安静時より高い値を示した。高齢者の値は全体として若齢者よりも低かった。高齢者の心拍数に対して1要因の分散分析を行ったところ、条件間に有意な差は認められなかった。高齢者の値は全体的に若齢者よりも低かった。

高齢者の安静状態および各実験条件の測定区間内の状態攻撃性尺度の結果を図8に、気分評定尺度の結果(快感情および不快感情)を図9に示す。状態攻撃性尺度に対して1要因の分散分析（①安静、②赤信号課題、③青信号課題）を行ったところ、条件の

主効果は有意であった ( $F_{2,38} = 10.27, P < .01$ )。

下位検定の結果、高齢者は赤信号課題の数値が他の条件よりも高かった。気分評定尺度の快感情、不快感情それぞれに対して1要因の分散分析（①安静、②赤信号課題、③青信号課題）を行ったところ、不快感情で条件の主効果は有意であった ( $F_{2,38} = 8.25, P < .01$ )。下位検定の結果、高齢者は赤信号課題の数値が安静状態よりも高かった。

高齢者の TMT Part A に要した時間は平均 45.0 秒、TMT Part B に要した時間は平均 89.05 秒であった。先行研究では 65-74 歳の高齢者は TMT-A で平均 47.8 秒、TMT-B で 112.7 秒を要しており[12]、本研究における高齢者の参加者は TMT-B の遂行に要した時間が先行研究よりも若干短かった。

NIRS の左右脳賦活量の不均衡度と TMT の Part B と Part A の反応時間の差分との相関係数を各条件ごとに算出した（図10）。赤信号条件 ( $r = 0.45, P < .05$ ) および赤信号後の黄信号（テスト1） ( $r = 0.44, P < .05$ ) で有意な正の相関が得られた。青信号後の黄信号（テスト2） ( $r = -0.52, P < .05$ ) で有意な負の相関が得られた。

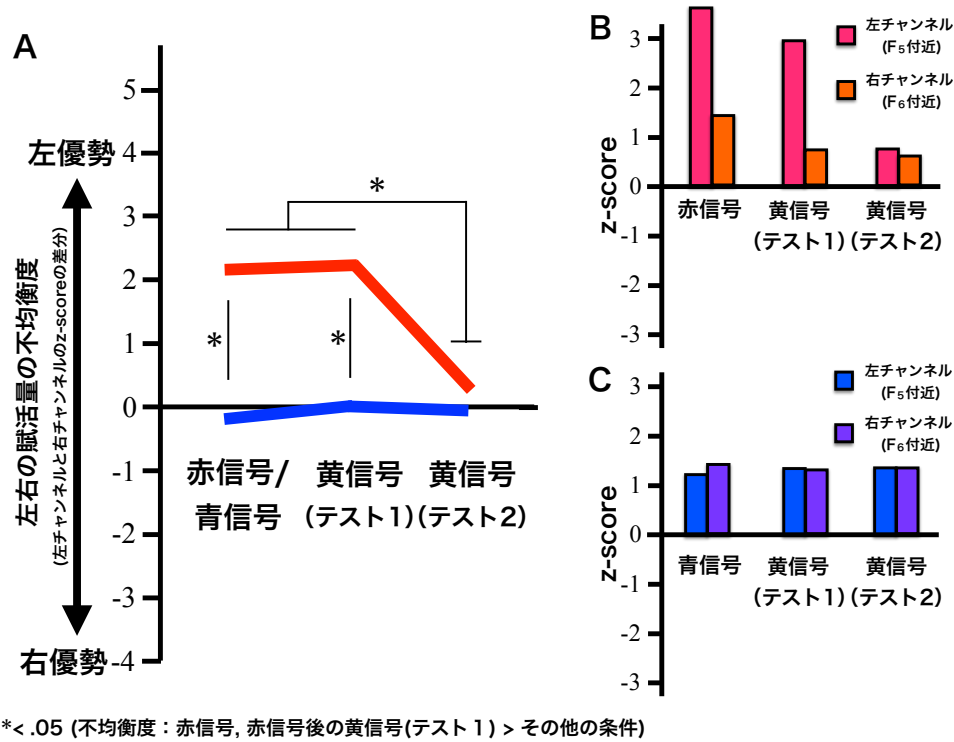


図4 高齢者の怒りの程度を示す脳血流量反応  
(A: 左右の脳活動量の不均衡度、B: 赤信号課題の z-score、C: 青信号課題の z-score)

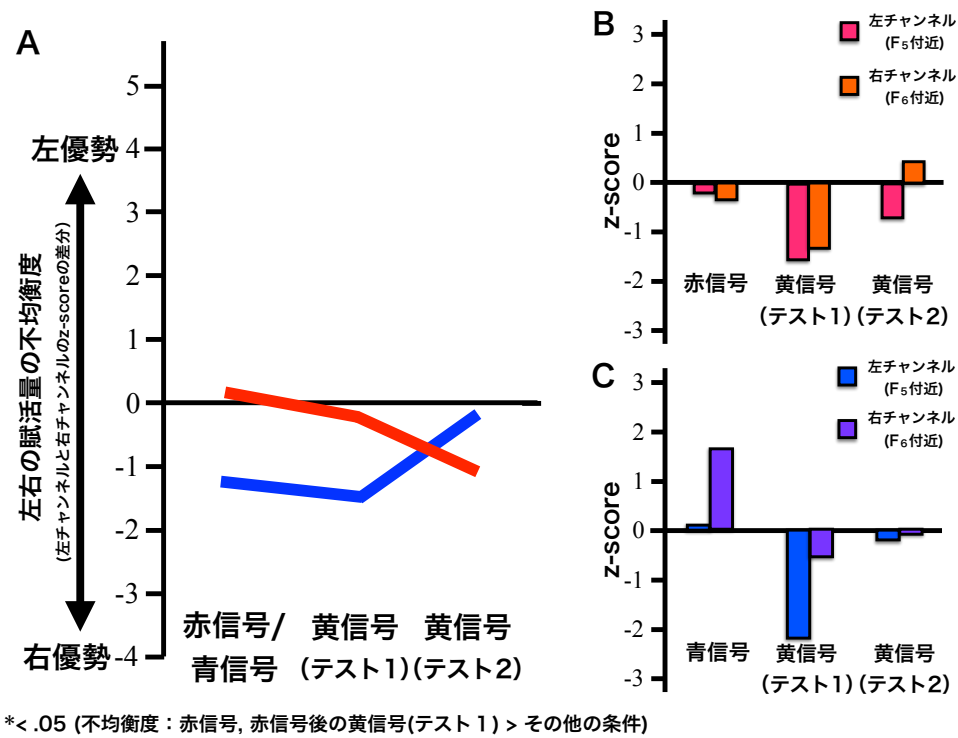


図5 若齢者の怒りの程度を示す脳血流量反応  
(A: 左右の脳活動量の不均衡度、B: 赤信号課題の z-score、C: 青信号課題の z-score)

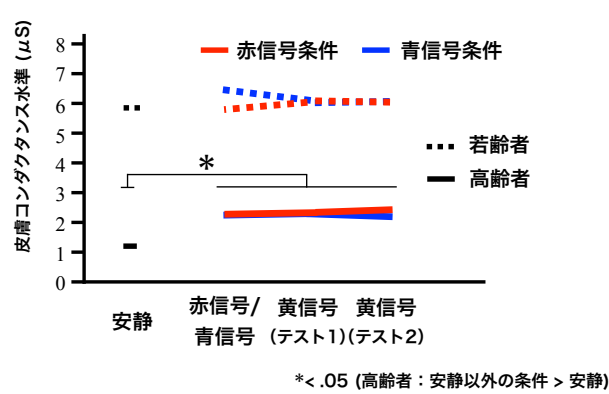


図6 皮膚コンダクタンス水準

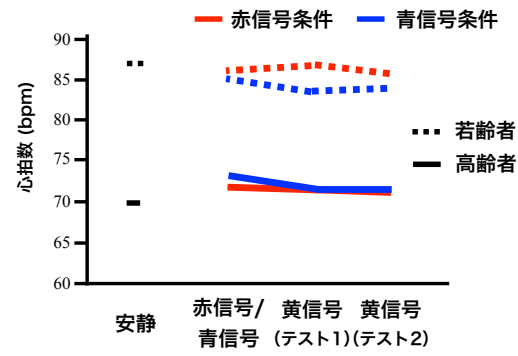


図7 心拍数

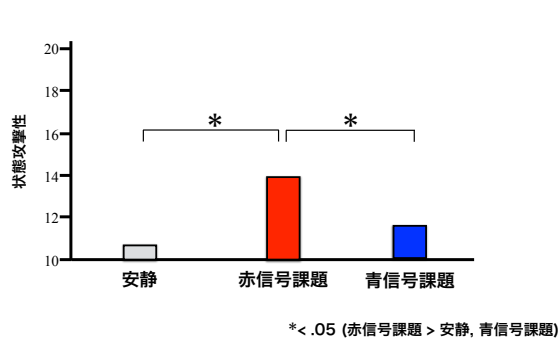


図8 状態攻撃性尺度（高齢者）

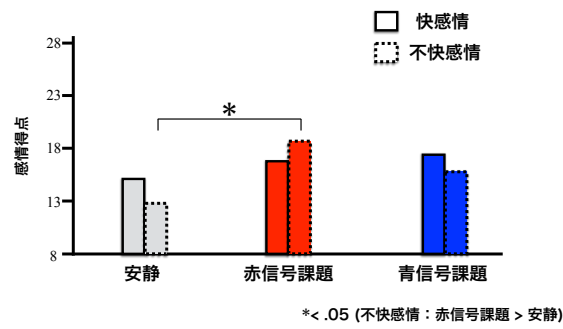


図9 気分評定尺度（高齢者）

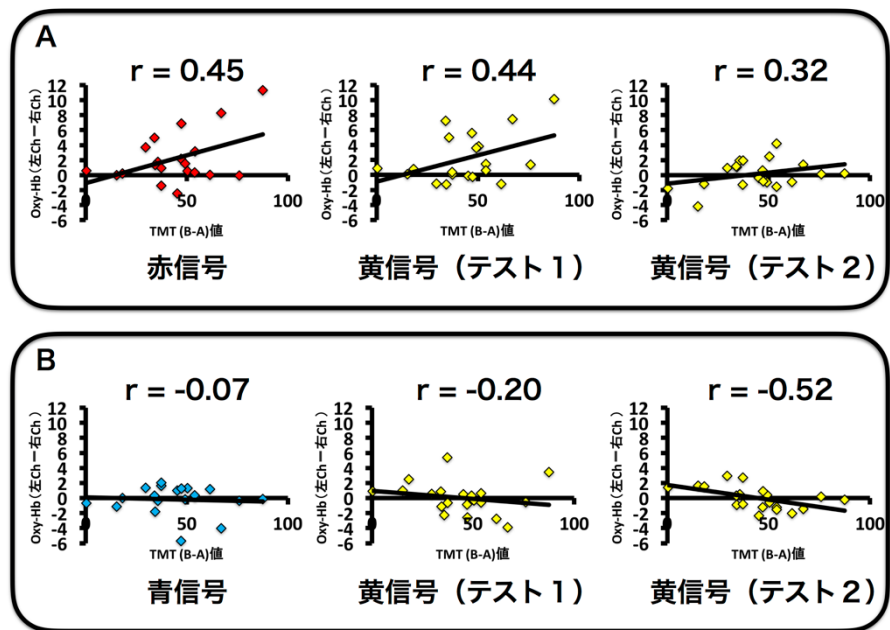


図10 左右脳賦活量の差分と TMT 値との相関（A: 赤信号課題、B: 青信号課題）



#### 4. 考察

高齢者では赤信号により停止する条件で左右前頭前野背外側の左優勢の不均衡状態が有意に認められた。若齢者ではこの傾向は認められなかった。高齢者は赤信号という明確な妨害要因により思う通りに走行できない状況で接近の動機づけを高め、怒りを誘発させたと示唆される。

さらに高齢者は赤信号直後の黄信号に対してより強い左優勢の不均衡状態を示した。青信号に続く黄信号ではこの傾向が示されていないため、同じ黄信号での停止であっても、それまでのごく短期的な経験によって主観的、生理的な反応が異なることを示している。このことから怒りの対象（赤信号）の直後に提示される場合は、強い接近の動機づけを生じさせない刺激（黄信号）でも強い接近の動機づけが生じると示唆される。

このことは一般的な前頭葉高次脳機能検査であるTMTとNIRSのデータ間での有意な相関が赤信号条件および続く黄信号（テスト1）で示されたことから支持される。これらの条件における左右脳機能の賦活量の差は加齢による高次脳機能の変化によって生じている可能性がある。

高齢運転者は増加しており、全事故に占める高齢運転者の割合も増加している[13]。本来赤信号や黄信号は速度の減速を促し事故を未然に防ぐために重要であるが、過度の赤信号への遭遇は高齢運転者の接近の動機づけ（攻撃性）を高めることが示唆される。このことが実際に危険運転につながっているのか、より詳細に検討する必要があるだろう。

大会発表では若齢者のデータを加えた統計的検討を行い、高齢者の結果が加齢の効果であるかより詳細に検討していく予定である。

#### 参考文献

- [1]Kubo K, Okanoya K, and Kawai N (2012) Apology isn't good enough: An apology suppresses an approach motivation but not the physiological and psychological anger. *PLoS ONE*. **7**: e33006.
- [2]Harmon-Jones E, Sigelman JD, Bohling A, and Harmon-Jones C (2003) Anger, coping, and frontal cortical activity: The effect of coping potential on anger-induced left frontal activity. *Cognition and Emotion*. **17**: 1-24.
- [3]久保賢太・岡ノ谷一夫・川合伸幸 (2014) 運転場面での怒り反応（1）-ドライビングシュミレータを用いた中枢・自律・心理反応の測定-, *日本心理学会第78回大会発表論文集*.
- [4]渡邊翔太・久保賢太・岡ノ谷一夫・川合伸幸 (2015) 運転場面での怒り反応（2）, *日本心理学会第79回大会発表論文集*.
- [5]中田龍三郎・久保(川合) 南海子・川合伸幸 (2017) 高齢者の運転場面での怒り反応-近赤外線分光法（NIRS）による検討-, *日本発達心理学会第28回大会発表論文集*.
- [6]Kawai N, Kubo-Kawai N, Kubo T, Terazawa T, and Masataka N (2012) Distinct aging effects for two types of inhibition in older adults: a near-infrared spectroscopy study on the Simon task and the flanker task. *NeuroReport*. **23**: 819-824.
- [7]中田龍三郎・久保(川合) 南海子・川合伸幸 (2017) 左右の手足を使った選択反応における加齢の影響-エラーと脳血流量からの検討-, *信学技法*, **116**: 173-178
- [8]Lowton R, and Nutter A (2002) A comparison of reported levels and expression of anger in everyday and driving situations. *British Journal of Psychology*. **93**: 407-423.
- [9]Deffenbacher JL, Deffenbacher DM, Lynch RS, and Richards TL (2003) Anger, aggression, and risky behavior: A comparison of high and low anger drivers. *Behavior Research and Therapy*. **41**: 701-718.
- [10]Sullman MJM (2015) The expression of anger on the road. *Safety Science*. **72**: 153-159.
- [11]石合純夫 (2003) 幅広い側面に関わる高次脳機能とその生涯, *高次脳機能生涯学*, 6章, 193-235.
- [12]安倍光代・鈴木匡子・岡田和枝, 他 (2004) 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**: 567-574.

[13]内閣府（編）（2016）交通安全白書 平成28年度  
版