

研究種目：若手研究 (B)  
 研究期間：2008～2009  
 課題番号：20700238  
 研究課題名 (和文) 注意・遂行機能に生じる加齢変化とそのメタ認知に関する認知神経心理学的検討  
 研究課題名 (英文) Cognitive aging studies on meta-cognition of attention and executive function  
 研究代表者  
 石松 一真 (ISHIMATSU KAZUMA)  
 独立行政法人労働安全衛生総合研究所・人間工学・リスク管理研究グループ・研究員  
 研究者番号：30399505

研究成果の概要 (和文)：本研究は、注意・遂行機能とそのメタ認知に生じる加齢変化について検討することを目的とし、特に展望記憶と時間知覚に注目した。意図の実行に関連する展望記憶の年齢差とそのメタ認知 (自己認識) について年代間で比較した結果、20歳代と40歳代では課題成績を過小評価していた。一方50歳代、60歳代では課題成績と自己評価との間に有意な差は認められなかった。更なる分析の結果、展望記憶のメタ認知 (課題成績の自己評価) の背景要因は年齢によって異なる可能性が示唆された。同様に、時間知覚のメタ認知についてもその背景要因には年齢差がある可能性が示唆された。

研究成果の概要 (英文)：The present research investigated effects of aging on self-awareness of attention and executive function (i.e., meta-cognition). Meta-cognition of prospective memory (PM) was a topic of great interest. PM refers to remembering to do something in the future, and it is involved in the planned execution of previously scheduled activities. Self-reported and actual PM performances were compared across four age groups (20s, 40s, 50s, and 60s). The current study revealed that participants in age of 20s and 40s underestimated their PM performance (i.e., accuracy), while those of 50s and 60s did not. These results suggested that aging could influence meta-cognition of PM. Age-related differences in underlying mechanism of meta-cognition were also discussed.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	2,200,000	660,000	2,860,000
2009年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・認知科学

キーワード：認知的加齢、高次脳機能、展望記憶、時間知覚、自己認識、自己評価、個人差、神経心理検査

## 科学研究費補助金研究成果報告書

## 1. 研究開始当初の背景

2015年には4人に1人が高齢者という超高齢化社会の到来を控え、今後ますます労働力としての高齢者の社会参加が予想される我が国において、注意・遂行機能を含めた高次認知機能の加齢変化に関する研究への関心や必要性がますます高まってきている(石松, 2005)。高齢者の円滑な社会参加やQOLの向上を考える上では、加齢に伴う注意・遂行機能の変化を自覚し(自己認識)、状況に応じて適応的な行動をとること(自己調整)が重要となってくる。例えば、昨今問題となっている高齢運転者の交通事故に関する研究では、夜間視力や注意機能の低下など運転にかかわる諸機能の加齢変化を自覚し(自己認識)、夜間運転を控えたり車間距離をとったりするなどの対処行動(自己調整)をとっているか否かが交通事故の防止を考える上で重要な要因の一つであることを示唆する結果が報告されている(Ishimatsu, Miura, & Shinohara, in press)。このように自己の認知特性を認識し、行動を自己調整する際には、メタ認知が重要な役割を果たしている。メタ認知とは(自己の)認知過程を認識することで、自分固有の認知傾向(特性)や課題の性質が認知に及ぼす影響あるいは方略の有効性についての知識にかかわる「メタ認知的知識」と認知過程や状態のモニタリングやコントロール、調整にかかわる「メタ認知的活動」の2つの側面を持っている。メタ認知には前頭連合野や前帯状皮質の関与が指摘されていること(例えば、Fernandez-Duque et al., 2000; Shimamura, 2000)、これらの脳領域は加齢の影響を受けやすいこと(Pardo et al., 2007)などから、メタ認知も加齢に伴って低下することが予測される。しかしながら、注意・遂行機能に生じる加齢変化(認知的加齢)に対するメタ認知を扱った研究はほとんど報告されていない(Newson & Kemps, 2006)。

## 2. 研究の目的

本研究では、注意・遂行機能には加齢に伴って低下する機能と比較的維持される機能があるという先行研究(例えば、Kramer & Kray, 2006; 石松, 2005)や注意・遂行機能にはその低下を比較的自覚しやすい機能と自覚しにくい機能があるという示唆(例えば、石松, 2005)に基づき、特に注意・遂行機能に焦点を絞り、注意・遂行機能とそのメタ認知に生じる加齢変化について検討する。

本研究は、(1)注意・遂行機能に生じる加齢変化に対するメタ認知についての横断的検討、と(2)メタ認知の訓練効果についての検討、から構成されている。高齢者の社会参加やQOL向上への貢献を第一の目標とし、

将来的には医療の現場(認知リハビリテーション)や教育現場へ研究成果を応用することを目指している。本研究ではその基礎となる科学的データを提供することを目的とする。

## 3. 研究の方法

## 3.1 注意・遂行機能に生じる加齢変化に対するメタ認知についての横断的検討

本研究では、(1)展望記憶と(2)時間知覚を取り上げる。

## (1)展望記憶とそのメタ認知に生じる加齢変化

**参加者:** 正常な視力(矯正を含む)を有する20歳代14名(平均年齢21.6歳)、40歳代16名(平均年齢45.1歳)、50歳代14名(平均年齢53.4歳)、60歳代18名(平均年齢65.9歳)の合計62名の健常成人が参加した。本研究では通常の老化(normal aging)を対象とするため、60歳以上の参加者には簡易スクリーニング検査としてMini-Mental State Examination(MMSE)を課した。

**装置と刺激:** 白色の平仮名46種類(36 point)。展望記憶手がかり(PM cue)として「め」と「ね」を使用し、残りの44種類を主課題の標的として使用した。標的指示画面: 黒色の画面中央に平仮名一文字が提示された。探索画面: 垂直方向に配置された平仮名6文字の文字列が画面中央に提示された。刺激はLCD(1024 x 768 pixels)上に提示され、パーソナルコンピュータによって制御された。

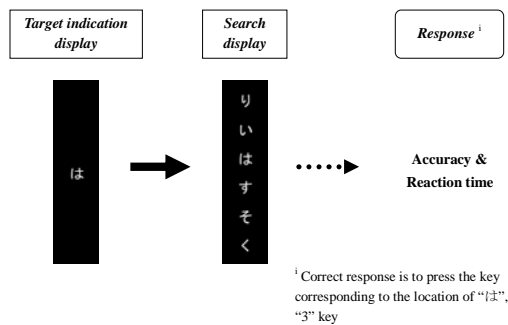
**課題:** 主課題(ongoing task, 図1a): 参加者は標的指示画面に提示された標的を探索画面文字列内から探索し、上から数えた位置を同定し、キー押しにより反応した。展望記憶課題(prospective memory(PM) task, 図1b): 探索画面文字列内にPM cueが含まれる場合、参加者はPM cueへの対応を優先し、割り当てられたキー押しによる弁別反応を行った。

**手続き:** 3種類の練習試行(主課題のみ: 15試行、展望記憶課題のみ: 6試行、主課題+展望記憶課題: 15試行)の後、本試行を行った。試行開始の操作以外は参加者のペースで課題が進められた。まず標的指示画面が提示され、参加者は目標標的確認後、スペースキーを押して探索画面を提示させた。探索画面は参加者の反応が生じるまで提示され、反応後、次の試行の標的指示画面へと切り替わった。1ブロックは100試行(主課題: 88試行、展望記憶課題: 12試行)で、合計4ブロックを遂行した。参加者は刺激提示画面を両眼で観察し、課題の遂行にあたっては速さと正確さの両方が求められた。また、課題内容の理解度確認のため、本試行の前後で参加者には実

験者への課題内容説明が求められた。実験ブロック終了後、参加者は展望記憶課題と主課題それぞれの課題達成度（正答率）に関する自己評価（0～100%）を行った。

また、参加者は基礎認知機能検査として、ウェクスラー成人知能検査（以下、WAIS-III）の下位検査（符号、算数、数唱、記号探し、語音整列）を実施した。

(a) Ongoing task trial



(b) PM task trial

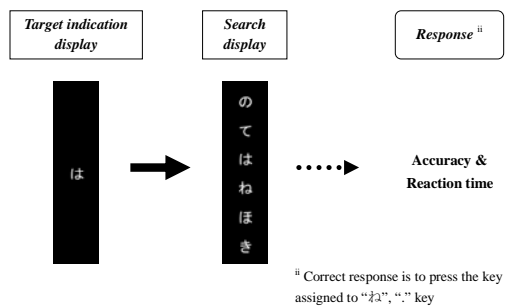


図1 (a)主課題試行及び(b)展望記憶課題試行の刺激提示画面の一例

(2) 時間知覚とそのメタ認知に生じる加齢変化

参加者：若年者 25 名（平均年齢 21.7 歳）、高齢者 52 名（平均年齢 68.6 歳）の合計 77 名の健常成人が参加した。また高齢者には簡易スクリーニング検査として MMSE を課した。

課題：参加者はストップウォッチを用いて実験者から口頭で教示された目標時間（30 秒）を作成した。時間作成は 10 回繰り返された。

手続き：実験開始前に参加者は腕時計を外した。参加者は目を閉じた状態でストップウォッチをもち、教示に従って目標時間を 10 回作成した。参加者は 5 回の練習試行終了後、時間作成に関する自信度を百分率（0～100%）で報告した。また、10 回の本試行終了後、あらためて作成時間に関する自信度を報告した。また、参加者には作成時間に関するフィードバックは与えなかった。

### 3. 2 メタ認知の訓練効果についての検討

時間作成課題を用い、事前に学習した時間感覚が外乱（全身振動）を含む環境下でも維持されるか否かについて検討した。

参加者：健常成人 12 名（平均年齢 21.7 歳）が参加した。

装置：正弦垂直振動（加速度：1.0 ms<sup>-2</sup> r.m.s.）の生成には加振器（ATS-II V, Akashi Corporation）を用いた。

課題：参加者はストップウォッチを用いて、実験者から口頭で教示された目標時間（10, 25, 45, 60 秒）を作成した。時間作成は各目標時間につき 4 回ずつ繰り返された。

手続き：実験開始前に参加者は腕時計を外し、ノイズキャンセリングヘッドフォンを装着した上で、加振器に着座した。実験中、参加者は CRT に提示された注視点を固視した状態で時間作成課題を遂行した。振動曝露ブロックでは、5 Hz ないしは 16 Hz の正弦垂直振動曝露環境下で課題を遂行した。統制条件として、振動なしブロック（0 Hz）を設定した。3 つの実験ブロックの遂行順序は参加者間でカウンタバランスがとられた。目標時間の教示順序は参加者間でランダムであった。各実験ブロック開始前には 10 秒の時間感覚を学習するための練習試行を行った。実験ブロックでは作成時間に関するフィードバックは与えられなかった。また各実験ブロック終了後、参加者は曝露された振動の不快感と時間作成課題遂行への妨害度をそれぞれ 5 段階で報告した。

### 4. 研究成果

4. 1 注意・遂行機能に生じる加齢変化に対するメタ認知についての横断的検討

(1) 展望記憶とそのメタ認知に生じる加齢変化

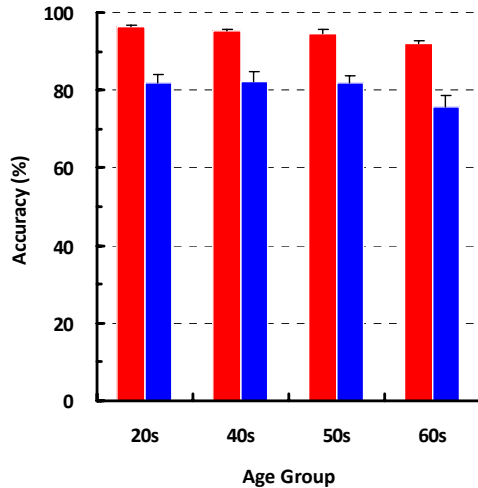
主課題及び展望記憶課題の正答率及び課題成績に関する自己評価を図 2 に示す。

展望記憶課題の正答率及び課題成績に関する自己評価について年齢群間で比較した結果、正答率及び自己評価ともに年齢群間に差が認められなかった ( $p_s > .50$ )。次に、年齢群別に正答率と自己評価を比較した結果、20 歳代と 40 歳代では、実際の課題成績（正答率）に比べて、自己評価が有意に低く、課題成績を過小評価していることが明らかとなった ( $p_s < .05$ )。一方、50 歳代と 60 歳代では、実際の正答率と自己評価との間に有意な差は認められなかった ( $p_s > .20$ )。

主課題の正答率及び課題成績に関する自己評価について年齢群間で比較した結果、60 歳代では、他の年齢群に比べて課題成績が有意に低かった ( $p < .05$ )。次に、主課題について年齢群別に正答率と自己評価を比較した。結果、どの年齢群においても自己評価が実際の正答率に比べて有意に低く ( $p_s < .05$ )、

参加者は主課題の成績を過小評価していることが明らかとなった。また、60歳代では、他の年齢群に比べて、課題成績が有意に低かった ( $p < .05$ )。

(a) Ongoing task trial



(b) PM task trial

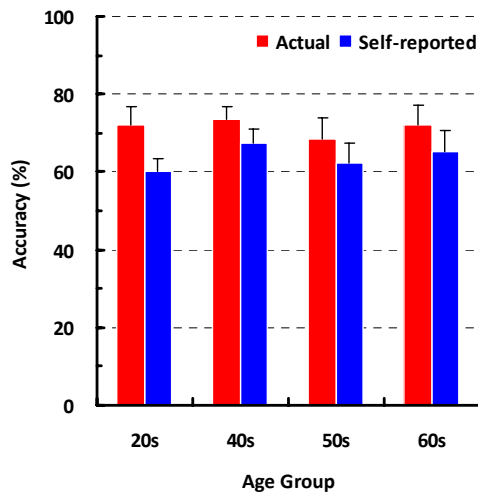


図2 (a) 主課題試行及び(b) 展望記憶課題試行の正答率及び正答率に関する自己評価

更に、実際の正答率に対する自己評価（正答率の自己報告）の比をメタ認知指標として算出した。メタ認知指標が 1.00 より大きい場合は課題成績の過大評価を、1.00 より小さい場合は過小評価を意味する。展望記憶課題の成績とメタ認知指標、WAIS-III 下位検査の結果について、年齢群別に相関分析を行った。結果、20歳代ではメタ認知指標と正答率、メタ認知指標と記号探しとの間に有意な負の相関（それぞれ  $r = -0.67$ ,  $r = -0.55$ ）が認められた ( $ps < .05$ )。つまり、メタ認知指標が大きくなるにつれ、展望記憶課題の正答率、あるいは処理速度を反映する記号探しの得点は低くなった。40歳代では、実際の正答率

と自己評価との間に有意な正の相関が認められ ( $r = 0.87$ )、展望記憶課題の正答率が高くなるにつれ、自己評価も高くなることが明らかとなった。また、メタ認知指標と自己評価との間に有意な正の相関が認められた ( $r = 0.55$ )。これらの結果は40歳代の参加者は実際の課題成績に基づいた自己評価を行っていた可能性を示唆すると考えられる。50歳代では、メタ認知指標と正答率との間に有意な負の相関が認められた ( $r = -0.62$ )。つまり、メタ認知指標が大きくなるにつれ、展望記憶課題の正答率は低くなった。60歳代では、メタ認知指標と自己評価との間に有意な正の相関が認められた ( $r = 0.84$ )。つまり、メタ認知指標が大きくなるにつれ、自己評価も高くなった。

以上の結果より、展望記憶のメタ認知（課題成績の自己評価）の背景要因は年齢によって異なる可能性が示唆された。

## (2) 時間知覚とそのメタ認知に生じる加齢変化

先行研究 (Rueda & Schmitter-Edgecombe, 2009) に基づき、平均作成時間、絶対誤差（目標時間 30 秒からの絶対誤差）、変動係数（作成時間のばらつきの指標）を各参加者について算出した。また、課題成績に関する自信度についても、自信変化指標（本試行前の自信度に対する本試行後の自信度の比率）を算出した。自信変化指標が 1.00 より大きい場合は本試行終了後に上方修正を、1.00 より小さい場合は下方修正を行ったことを示す。これらの指標を年齢群間で比較した（表 1）。

表 1 時間作成課題成績の年齢群間比較 [M (SD)]

	若年者	高齢者	$P$ 値
平均作成時間	36.6 (8.8)	30.0 (11.6)	<b>.0138</b>
絶対誤差	7.8 (7.8)	9.3 (6.8)	.3856
変動係数	0.06 (0.03)	0.08 (0.05)	.1367
自信度 (直前)	73.3 (14.7)	62.0 (19.8)	<b>.0133</b>
自信度 (直後)	72.5 (14.7)	58.1 (21.2)	<b>.0032</b>
自信変化指標	1.00 (0.13)	1.01 (0.63)	.8957

結果、若年者の平均作成時間は高齢者よりも有意に長かった。また、本試行前後での課題成績に対する若年者の自信度は、高齢者に比べて有意に高かった。しかしながら、両年齢群ともに、本試行前後での自信度には顕著な差は認められなかった。

更に、年齢群別に各指標間の関連を検討した。課題成績に関する指標と自信度の指標との関連性に注目した結果、若年者では指標間に有意な相関は認められなかった。一方高齢者では、自信変化指標と平均作成時間との間に有意な負の相関が認められ ( $r = -0.33$ )、自信変化指標が高くなるにつれ、平均作成時間が短くなった。これらの結果は、課題成績に

関する自己評価を行う際の背景要因が、高齢者と若年者とは異なる可能性を示唆していると考えられる。

#### 4. 2 メタ認知の訓練効果についての検討

平均作成時間、絶対誤差、変動係数、時間判断比率（目標時間に対する作成時間の比率）の4つのスコアを算出した。各スコアについて、実験ブロック（0, 5, 16 Hz）×目標時間（10, 25, 45, 60 秒）の二要因分散分析を行った結果、変動係数において実験ブロックの主効果が有意であった（ $p < .01$ ）。振動曝露ブロック（5, 16 Hz）では、振動なしブロック（0 Hz）に比べて作成時間のばらつきが有意に増加した。以上の結果より、外乱を含む環境下では、作成時間の安定性が低下するものの、外乱のない環境下で事前に学習した時間感覚はある程度は維持される可能性が示唆された。

#### 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1件）

- ① 石松一真・三浦利章、高齢者の視機能と視覚的注意、光学、査読有、37、518-525、2008年

〔学会発表〕（計4件）

- ① 石松一真、“し忘れ”の自己認識に生じる年齢差：展望記憶課題を用いた横断的検討、注意と認知研究会第8回合宿研究会、2010年3月29日、金沢都ホテル（石川）
- ② Kazuma Ishimatsu, Toshiaki Miura, Kazumitsu Shinohara, Driving safety and useful field of view in older adults、8th Biennial Meeting of the Society of Applied Research in Memory & Cognition、2009年7月27日、平安会館（京都）
- ③ 石松一真、高齢者の注意配分特性、自動車技術会第5回ヒューマンファクター部門委員会、2009年4月24日、自動車技術会（東京）
- ④ 石松一真、神経心理学の新たなアプローチ - 残存機能の評価と社会復帰支援 -、日本心理学会第72回大会、2008年9月20日、北海道大学

〔図書〕（計3件）

- ① 石松一真、ミネルヴァ書房、第2章 身体・感覚機能のエイジング 2-2 視覚機能に生じる加齢変化（大川一郎・土田宣明・宇都宮博・奥村由美子・日下菜穂子編「エピソードでつかむ 成人・老年心理学（仮）」）、印刷中

- ② 石松一真、ミネルヴァ書房、第2章 身体・感覚機能のエイジング 2-3 聴覚機能に生じる加齢変化（大川一郎・土田宣明・宇都宮博・奥村由美子・日下菜穂子編「エピソードでつかむ 成人・老年心理学（仮）」）、印刷中

- ③ 石松一真・三浦敏章、有斐閣、TOPICS 4-1 注意と有効視野（箱田裕司・萩原滋・都築誉史・川畑秀明編「認知心理学」）、印刷中

#### 6. 研究組織

##### (1)研究代表者

石松 一真 (ISHIMATSU KAZUMA)  
独立行政法人労働安全衛生総合研究所・人間工学・リスク管理研究グループ・研究員  
研究者番号：30399505

##### (2)研究分担者

( )

研究者番号：

##### (3)連携研究者

( )

研究者番号：