

国際医療福祉大学審査学位論文(博士)

大学院医療福祉学研究科博士課程

二重課題のパフォーマンスに課題特性が及ぼす影響
と課題選択への影響因子に関する研究

平成 28 年度

保健医療学専攻・理学療法学分野・応用理学療法学領域

学籍番号：14S3029 氏名：櫻井陽子

研究指導教員：丸山仁司教授

副研究指導教員：黒川幸雄教授

二重課題のパフォーマンスに課題特性が及ぼす影響と 課題選択への影響因子に関する研究

櫻井陽子

要旨

[研究の背景と目的]

二重課題の課題難易度がパフォーマンスに及ぼす影響および課題選択への影響因子を明らかにする。

[対象と方法]

課題 7 題を用い、研究課題 1 は若年者・高齢者 40 名に対しプローブ反応時間を用いて課題難易度を調査した。研究課題 2 は高齢者 31 名を 3 群に分け、研究課題 1 の結果から最難・易課題を選び、4 週間の二重課題訓練実施前後の運動・注意機能を評価した。研究課題 3 は高齢者 38 名の課題正答数、基本属性および生活歴を調査し、課題成績に影響する因子を検討した。

[結果]

課題難易度は運動課題よりも認知課題で高く、4 週間の二重課題訓練では運動・注意機能面に変化は得られたが、変化理由の解釈が困難な点もあった。また、課題選択には生活歴が関与することが示された。

[結語]

各課題は難易度が異なり、二重課題訓練の課題設定には、課題難易度や個人の生活歴を考慮した課題設定や訓練期間、介入時間および頻度の設定が重要である。

キーワード：二重課題 課題難易度 高齢者

Study on the effect of task characteristics on dual-task performance and the influencing factors of task selection

YOKO SAKURAI

Abstract

[Background and Purpose]

To clarify the role of task difficulty on dual-task performance and the influencing factors of task choice.

[Subjects and Methods]

7 tasks were used. In Study Task 1, 40 young and elderly people were assessed using a probe reaction time to measure the difficulty level of the task. In Study Task 2, 31 elderly people were divided into three groups, allowed to select from the easiest and most difficult tasks based on the results of Study Task 1, and evaluated for motor and cognitive function prior to and following four weeks of dual-task training. In Study Task 3, the life history and basic attributes of 38 elderly people and their response scores on tasks were surveyed, and which factors impacted performance on the tasks were examined.

[Results]

The task difficulty is more cognitive tasks than motor tasks. A change was obtained in both the motor function and the attention function during the four weeks dual task training. However, it is difficult to interpret the reason for the change. The task selection also shows participation life history.

[Conclusion]

Each task has a different level of difficulty. It is important that the task settings, as well as the training period, frequency and intervention time for the dual task training, considers the difficulty of the task, as well as personal life history.

Key words: dual-task, task difficulty, elderly people

目次

I 章：序論	5
1. 二重課題	5
第1項 日常生活における二重課題	5
第2項 リハビリテーションにおける二重課題	5
1) リハビリテーションと二重課題	5
2) 二重課題の課題設定	6
3) 二重課題の課題難易度とパフォーマンス	6
第3項 二重課題の課題選択における問題点	7
2. 研究背景のまとめ	8
II 章：倫理的配慮	9
III 章：本研究の目的	10
IV 章：課題設定	12
第1節 課題設定の背景	12
第2節 認知課題設定	12
第1項 認知課題と注意機能	12
第2項 認知課題の特徴と実施方法	12
1) 後出しじゃんけん	12
2) 7 減算	13
3) しりとり	13
4) 3 桁逆唱	14
5) ストループテスト	14
第3節 運動課題設定	15
第1項 運動課題の特徴と実施方法	15
1) コップ移動	15
2) 色踏み	15
V 章：二重課題の第2課題における課題難易度について(研究課題1)	16
第1節 背景	16
第2節 課題難易度調査方法	16
第3節 目的	17
第4節 方法	17
第1項 対象	17
第2項 測定方法	17
第3項 統計学的分析	18

第5節 結果	18
第6節 考察	20
VI章：第2課題の難易度がパフォーマンスに与える影響(研究課題2)	22
第1節 背景と目的	22
第2節 方法	22
第1項 対象	22
第2項 実施方法	23
1) 実施手順	23
2) 二重課題訓練	23
3) 二重課題訓練介入前後評価項目と測定方法	24
第3項 統計学的分析	24
第3節 結果	25
第4節 考察	28
VII章：第2課題設定に影響を与える因子(研究課題3)	31
第1節 背景と目的	31
第2節 方法	31
第1項 対象	31
第2項 測定方法	31
第3項 統計学的分析	32
第3節 結果	32
第4節 考察	36
VIII章：結語	38
第1節 今後の課題	38
第2節 結語	38
謝辞	39
引用文献	40

I 章：序論

第1節 二重課題

第1項 日常生活における二重課題

日常の生活の中では、ただ歩く、ただ立っているというような単独の動作を行うことは少ない。例えば、「人と会話をしながら会社まで歩く」「テレビを見ながら座って食事をする」「電話をしながら書類を読む」というように、2つ以上のことを同時に行う場面にたびたび遭遇する。このように、同時に複数の課題を遂行することを二重課題という。

複数の課題を同時に遂行することで、個々の課題のパフォーマンスがそれぞれの課題を単独で行った場合よりも低下する。例えば、「運転しながら携帯電話で話をする」と、運転への注意が低下してしまい事故を起こしやすくなることは経験的によく知られていることである。異なる課題の同時遂行で干渉を受け、個々の課題へ向けられる注意資源容量が減少することで二重課題におけるパフォーマンスの低下が生じると考えられている。二重課題干渉は認知課題の同時遂行で生じることがよく知られている¹⁾。認知課題遂行に多くの注意資源容量が必要であるが、脳内の情報処理資源には容量限界があるため、個々の認知課題にむけられる注意資源容量が減少してしまうことで二重課題干渉が生じると考えられている。しかし、すべての課題において二重課題干渉が生じるわけではない。課題遂行に必要な注意資源容量は認知課題と運動課題では異なり、運動課題の方が少ないと考えられている²⁻³⁾。

第2項 リハビリテーションにおける二重課題

1) リハビリテーションと二重課題

近年、リハビリテーション場面で二重課題をテーマにした研究が数多くみられている。1997年に Lundin Olsson⁴⁾らにより、高齢者の転倒原因には運動機能低下だけでなく二重課題能力低下が影響することが報告されている。高齢者の転倒は、加齢に伴う筋力低下、バランス能力低下などの身体機能や動作能力の低下によるものとされてきたが、これにより、二重課題遂行能力と転倒の関連性や認知機能との関連性が注目されるようになった。日常生活において、二重課題遂行場面が多くみられることから、立ち上がりや歩行のような単独の動作の練習では、生活能力という点において能力改善につながりにくいことが考えられる。また、二重課題遂行能力は加齢とともに低下することが報告されている⁵⁻⁶⁾。これは、二重課題干渉が強く影響するためといわれている。これらの特徴を考慮し、リハビリテーション場面でも、二重課題が評価や訓練として用いられているようになってきている。

二重課題を用いたリハビリテーション評価法としては、転倒や認知機能などと二重課題遂行能力の関連についての調査が多くみられている^{5,7-11)}。また、脳血管疾患やパーキン

ソン病などの、各疾患におけるパフォーマンス評価バッテリー¹²⁻¹³⁾としても用いられている。

訓練法としては、歩行機能改善やバランス練習、自主トレーニングとして用いられることが多く、運動機能や注意配分能力の向上等の効果がみられたことが報告されている。また、脳卒中^{13・16)}や大腿骨頸部骨折患者¹⁷⁾、アルツハイマー病患者¹⁸⁾などの疾患に対する訓練にも用いられており、歩行機能や認知機能等の改善が認められたことが報告されている。

2)二重課題の課題設定

リハビリテーション場面で実施される二重課題は、第1課題に運動課題が用いられ、第2課題には認知課題もしくは運動課題が用いられている。2005年～2016年までの二重課題に関する先行研究をまとめると、第1課題に用いられた運動課題は、自由歩行 24件、タイムアップアンドゴーテスト(Timed Up and Go test : 以下 TUG) 7件、立位・片脚立位 7件、不安定盤立位・タンデム立位 6件、歩行中の跨ぎ動作 4件、足踏み運動 3件、座位 2件であった。第2課題に用いられた課題については、運動課題はコップ運び 3件、着信課題とボール運びが各 1件であった。認知課題は計算(加算・減算)27件、ストループ課題 9件、語想起問題 6件、数唱・逆唱 6件、図形・数字記憶 3件、しりとり、メール課題、間違いさがし各 1件であった。

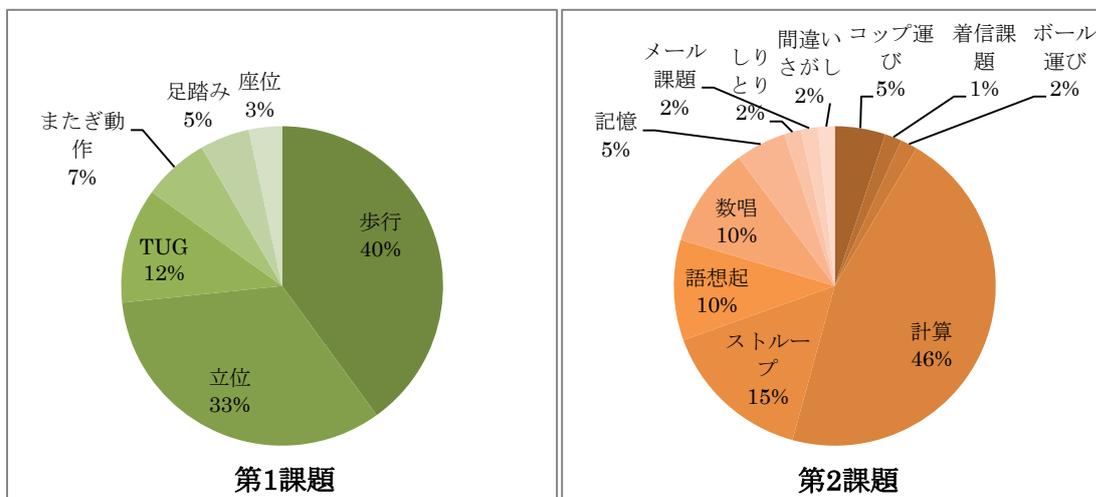


図 1. 先行研究で用いられている第1・第2課題の課題内訳

3)二重課題の課題難易度とパフォーマンス

二重課題における第二課題の課題難易度とパフォーマンスへの効果に関する研究報告は以下の4パターンに分類できる。

○パターン 1)一つの課題間で難易度の変化はパフォーマンスに影響を与える¹⁹⁻²⁰⁾

Venema ら²¹⁾は、第1課題に歩行課題、第2課題に計算課題(暗算)を用い、1を順次引

く場合よりも3を引く場合の方が歩行成績が高いことを報告している。原田ら¹⁹⁾は、第1課題にTUG、第2課題に減算課題を用い、減算課題の数字が大きくなるにつれ、TUGの歩行時間が遅延することを報告している。

○パターン2)認知課題でも課題難易度が異なるとパフォーマンスに影響が出る²²⁻²³⁾

二重課題歩行下で、第2課題に計算(減算)課題と言語流暢性課題を用いた場合、計算課題の方が歩行成績を悪化させたとの報告もみられている²⁴⁻²⁶⁾。藤村ら²⁷⁾は、第1課題に歩行課題、第2課題に計算課題と記憶課題を用いた場合、記憶課題、計算課題、自由歩行の順で歩行時間に有意差を認めたと報告しており、認知課題の中でも難易度に差がみられることを報告している。西村ら²²⁾は、運動課題(立位保持、ステップング、前腕速度保持)と認知課題(減算課題、想起課題、反応課題、同期課題)を組み合わせ、12パターンのパフォーマンスを比較した場合、減算課題よりも想起課題で運動パフォーマンスは低下するが、反応課題や同期課題はパフォーマンスへの影響が少ないことを報告している。大澤ら²⁰⁾は、第1課題に片脚立位保持、第2課題に難易度の異なるストループ課題を用いた場合、課題難易度が運動パフォーマンスを変化させることを報告しており、パフォーマンスの効率的な向上には第2課題の適切な難易度設定が必要であることを示唆している。

○パターン3)認知課題と運動課題では認知課題の方が難易度が高く、パフォーマンスに影響を与える²⁸⁾

大西ら²⁸⁾は、第1課題を自由歩行課題、第2課題を減算課題、着信課題、メール課題、ボール移動とし、パフォーマンスを比較した。着信課題とボール移動は運動課題、減算課題とメール課題は認知課題と分類して比較した結果、同種の課題間では歩行時間に差はみられないが運動課題よりも認知課題の方が歩行時間の遅延が認められたと報告している。

○パターン4)認知課題と運動課題の難易度に差はなく、パフォーマンスに有意差はみられない²⁹⁻³⁰⁾

大城ら²⁹⁾は、第1課題に歩行課題、第2課題に認知課題(動物想起、計算)および運動課題(コップ運び)を用いた場合、歩行課題成績に有意差はなく、第2課題の難易度の順序性はないと報告している。浅見ら³⁰⁾は、第1課題にTUG、第2課題に逆唱課題、コップ運び課題を用いた場合、パフォーマンスに差は認められなかったと報告している。海老澤ら³¹⁾は、第1課題に静止立位保持、第2課題に3種の難度の聴覚刺激を用いた場合、難易度によるパフォーマンスの変化は対象者個々に現れ、個別の難易度調整が必要であることを報告している。

第3項 二重課題の課題選択における問題点

二重課題の課題設定は多様性に富んでいる。各研究者の研究の趣旨に沿った課題が選択されている、先行研究を参考にしている等、課題選択は各研究者に依存している³²⁾。リハ

リハビリテーション分野における二重課題を用いた先行研究では、課題選択理由について、日常生活の中で想定された課題であること^{7,33)}や、自主トレーニングとして可能であること¹⁴⁾、難易度が低く認知機能低下高齢者でも実施可能であること、先行研究を参考にしたもの⁸⁾などがあげられている。研究の主旨に沿った理由であるものの、研究者の考えに依存しており、数種の課題を比較して選択された課題ではない。また、先行研究では、選択理由が特にあげられていない研究も多くみられている。

D'Espositoら³⁴⁻³⁵⁾は、二重課題遂行に特異的に賦活を示す脳領域は前頭連合野背外側部と報告している。しかし、一方で二重課題に特異的な賦活を示す領域は観察されないという報告も複数ある³⁶⁻³⁷⁾。二重課題の課題設定の多様性により、必要とされる情報処理や組み合わせる課題の難易度が異なり、脳活動の賦活パターンに差異を生じた可能性がある¹⁾。同時に、課題の難易度や必要な情報処理の複雑さなどの課題の種類以外の要因も関与すると考えられる。また、練習によって二重課題の成績が向上し脳活動が低下することから、課題習熟度により二重課題特有の脳活動の有無に異なる結果が得られている。

二重課題の課題難易度がパフォーマンスに影響を与えることは先行研究より報告されているものの、比較される課題は研究ごとに異なり、課題数も2課題と少ない報告が多い。複数課題を同一条件で比較している先行研究はない。数ある課題の中からどの課題を選択するのが適しているのか選択するための基準が分かりにくい状況となっている。

第2節 研究背景のまとめ

二重課題遂行能力は加齢とともに低下し、高齢者の転倒や身体機能・認知機能低下に関与することが報告されており、リハビリテーション分野においても評価や訓練に多く取り入れられてきている。二重課題には様々な課題が用いられ、課題によって遂行難易度が異なる。課題難易度はパフォーマンスに影響を与えることも報告されている。課題によって脳の情報処理が異なるために二重課題遂行能力に影響がみられることが示唆されているが、脳のどの部位が影響するのか統一した見解はまだ得られていない。二重課題の第1課題のパフォーマンスより課題難易度を調査した研究報告でも、課題によるパフォーマンスへの影響は統一した見解が得られていない。併せて、難易度によるパフォーマンス変化は対象者個々に現れ、個別の難易度調整が必要であることも報告されている。

課題難易度は二重課題におけるパフォーマンスに影響するものの、複数の課題を比較した先行研究はほとんどみられないことに加え、同一難易度であっても対象者によって変化が異なるとされており、二重課題実施時の課題選択は難しく、指標が得られていないのが現状である。

II 章：倫理的配慮

本研究は、国際医療福祉大学研究倫理審査委員会の承認を得て実施した(承認番号 14-IG-108)。対象者には本研究の主旨、内容、調査結果の取り扱い等に関して文書と口頭で説明し、文書による同意を得て実施した。

Ⅲ章：本研究の目的

二重課題を行うにあたり、課題選択のための課題難易度に関する指標等はまだ作られていない。そのため、リハビリテーションで二重課題を用いる際には、先行研究の複数の課題選択理由の中から状況にあった課題を一つ一つ考察しなければならず、多くの労力を要する。

そこで、二重課題実施時の課題選択の簡便化のために、先行研究にてリハビリテーション分野で二重課題評価・訓練でよく用いられる第2課題を取り上げ、課題難易度の順序付けや課題難易度がパフォーマンスに与える影響、課題選択に関与する因子を調査することで、課題の特性を明らかにし、課題選択への影響因子を調査することを本研究の目的とした。

研究目的を達成するために、研究課題を3つ設定した(図2)。

1つ目の研究課題は、二重課題の第2課題に用いられる課題の難易度を調査することである。課題難易度に関しては、第1課題(運動課題)と第2課題(認知もしくは運動課題)の二重課題を行い、第1課題のパフォーマンスの変化を基に課題難易度について報告したものはみられたが、第2課題自体の課題難易度について報告したものはみられない。また、複数の課題の難易度を調査した報告もみられない。そこで、課題自体の難易度を評価することを目的とし、注意需要の変化を捉えるのに適した課題難易度調査にプローブ反応時間(Probe Reaction Time：以下PRT)課題^{3,8)}を用い、認知課題間、運動課題間の測定肢位を変えない統一した条件下において課題を実施し、課題難易度を調査することとした。

2つ目の研究課題は、第2課題の難易度の違いが二重課題訓練効果に与える影響を明らかにすることである。課題難易度と二重課題訓練後のパフォーマンスに関する先行研究は統一した見解が得られていない。併せて、課題難易度を調査した上で二重課題実施時のパフォーマンスを比較した報告ではなく、数種の課題を用いた二重課題実施し、得られたパフォーマンス成績をみて課題の難易度を判定している。本研究課題では、研究課題1で得られた難易度の指標から、難易度の高い課題と低い課題を用いて二重課題訓練を行い、パフォーマンスを比較することとした。

3つ目の研究課題は、第2課題を設定するにあたり、パフォーマンスに影響する因子を明らかにすることとした。先行研究より二重課題の課題難易度によるパフォーマンスの変化は、対象者個々に現れる^{3,1)}と報告されている。二重課題における課題の選択は、多様性に富むことから、課題に対する好みや生活歴等の対象者個々の因子が課題成績に影響を与えるのではないかと考えた。そこで、課題成績に影響を与える因子を明らかにすることとした。

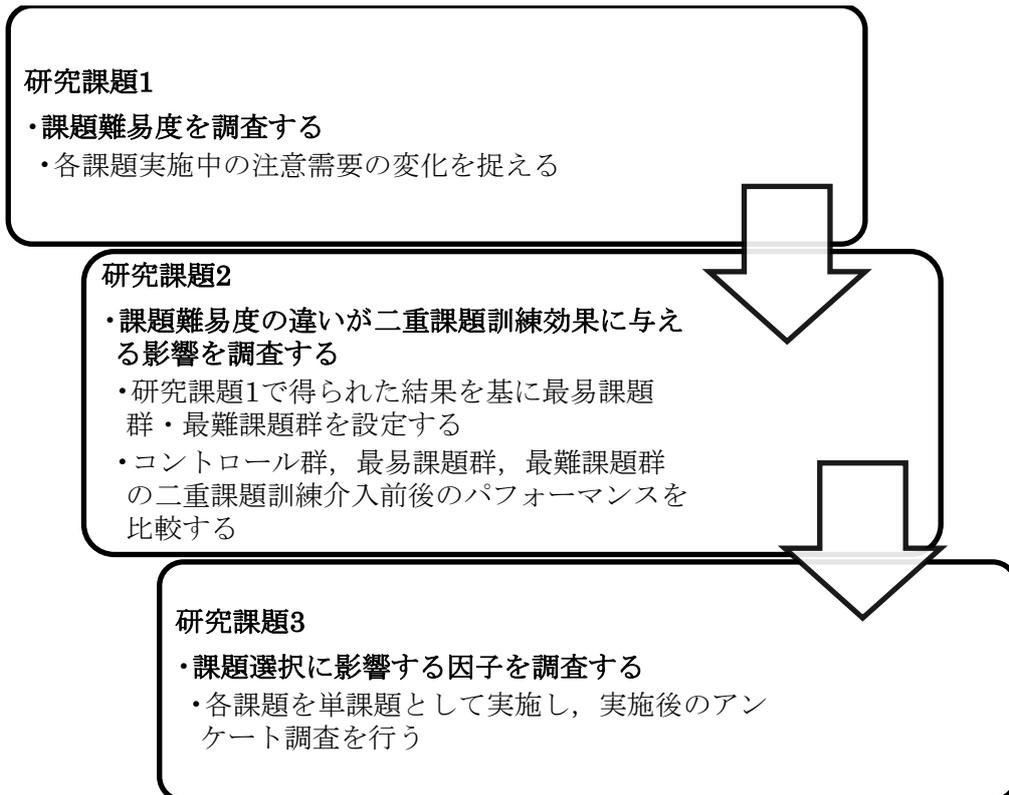


図 2. 研究概図

IV章：課題設定

第1節 課題設定の背景

3つの研究課題において共通課題を認知課題5題と運動課題2題の7題設定した。先行研究でよく用いられていること、日常的に馴染みがあるものであること、簡便に行えることの3点に加えて、認知課題に関しては、以下で述べる4つの注意分類の中で偏ることのないように配慮し、運動課題に関しては、上肢の運動と下肢の運動となるよう配慮し、それに適した課題を選択した。

第2節 認知課題設定

第1項 認知課題と注意機能

認知課題は、主に注意機能の評価として用いられている。

臨床で取り上げられる注意機能を渡辺⁴⁵⁾は以下の4つに分類している。

- ① 持続性注意：持続あるいは繰り返して行われる活動中に一定の反応を持続させる能力で、脳幹網様体賦活系による大脳全体の覚醒度の上昇が関わり注意の強度と関連する。また、背外側前頭前野(Dorsolateral prefrontal cortex：以下 DLPFC)は、「何に注意を向けるか」という課題遂行のための注意の維持に関与している⁴⁶⁾。
- ② 選択性注意：妨害・干渉刺激の処理を抑制し、標的刺激に焦点を当て、反応の促進をする。随意的に複数の刺激や反応から一つを選択しなければならない場合、前部帯状回(Anterior Cingulate Cortex：以下 ACC)の局所脳血流が増加する。選択性注意にはACCとDLPFCの相互作用が重要な働きをしている。
- ③ 転換性注意：異なる認知課題を交互に行う柔軟性を維持させる能力。
- ④ 分配性注意：いくつかの課題を同時に対処する能力。

③と④は注意の制御機能と遂行機能に含まれ、作業記憶の機能と強く結びついている。前頭前野、特にDLPFCが担っている。

第2項 認知課題の特徴と実施方法

認知課題は、被験者と検者がテーブルを挟んで向かい合った椅子座位にて行い、正答数をカウントした。また、誤回答を口頭で指摘し、修正できた場合は正答数には含まず課題を続けたが、誤回答が5回以上あった場合や回答までに10秒以上かかった場合はそこで課題を終了とした。

1) 後出しじゃんけん(図3)

[課題の特徴]

後出しじゃんけんは、相手が出したじゃんけんの種類をみた後で遅れて出すという方法で行われ、出すじゃんけんの種類は「勝ち」「あいこ」「負け」の条件が設けられる。各条

件によって時間内の遂行回数や誤答率，出すまでの時間に有意差がみられると報告されている⁴¹⁻⁴²⁾。遂行回数は「あいこ」「勝ち」「負け」の順で多く，ミニメンタルステート検査(Mini Mental State Examination : MMSE)と相関がみられた⁴¹⁾。誤答率は「交代」「負け」「勝ち」「あいこ」の順に高く，出すまでの時間は「あいこ」「勝ち」「負け」「交代」の順で短い⁴²⁾と報告されている。

後出しじゃんけん遂行に関与する脳部位は，前頭葉における背外側面の前頭極を含む前方部分，内側面からなる前頭前野が特に重要な役割を果たしているとし唆されている⁴³⁾。主に選択性注意や転換性注意を反映する。

[実施方法]

検者はランダムにじゃんけんの「グー」「チョキ」「パー」の手を，「じゃんけんぽい」掛け声とともに出す。被験者は検者の出したじゃんけんの手を見てから，後出しで勝つ手をできるだけ早く出すこととした。

2) 7 減算

[課題の特徴]

100 から順に 7 を引いた数を答えていく課題であり，課題によっては「1」「2」「3」など他の数が引かれることもあり^{10・19・22)}，数が大きくなる方が難易度が増す。計算は短期記憶(数字)と長期記憶(減算)を駆使して遂行され⁴⁴⁾，前頭前野が大きく関与する。主に持続性注意，分配性注意を反映する。

[実施方法]

100 から 7 を暗算で順次引いていき，正答が得られると次の引き算を口頭で質問した。
例)検者「100-7 は?」⇒被験者「93」⇒検者「93-7 は?」⇒被験者「86」

3) しりとり

[課題の特徴]

しりとりは日本人になじみ深い言語ゲームである。選択的注意，持続性注意が反映され，左背外側前頭葉領域が関与する⁴⁵⁾。

[実施方法]

国立長寿医療研究センターが作成したコグニサイズ⁴⁶⁾を参考にし，前者が提示した 3 つのしりとりの後ろ 2 つの単語を繰り返して言った後，自分の答えを加えて，全部で 3 つの単語を言うこととした。

(例) 検者「リンゴ・ゴマ・マッチ」⇒被験者「ゴマ・マッチ・チリトリ」

4) 3桁逆唱

[課題の特徴]

「1-8-3」などと、ランダムに配置された3つの数字を逆から「3-8-1」と答える課題であり、短期記憶(数字)に関係する前頭前野が関与する。また、応じて注意を切り替えられる転換性注意を反映する。

[実施方法]

検者が言った3つの異なる数字を逆から答えることとした。

(例)検者「3-1-6」⇒被験者「6-1-3」

5) ストループテスト(図4)

[課題の特徴]

ストループテストは、1935年に Stroop, J. R.⁴⁷⁾が報告した、ストループ効果を用いたテストである。「赤」「あお」のような色名单語を単語の意味とインクの色が一致しない語のインクの色を答える場合、単語の意味を答えるよりも反応が遅くなる現象をストループ干渉といい、DLPFCとACCの双方が重要な働きをしていると報告され、主に選択的注意を反映する。また、Mathis⁴⁸⁾らは、加齢によって賦活領域に変化が起ることを示しており、高齢者は若年者に比べて両側頭頂葉のより広い範囲が活性化すること、前頭前野の背外側及び腹外側の賦活がより強いことを報告している³⁹⁾。使用される文字は、「漢字」「ひらがな」「カタカナ」があり、バリエーションも多く作成されており、前頭葉機能検査や脳損傷のスクリーニング、言語性障害等の指標として使われている。

[実施方法]

漢字の「赤」「青」「緑」「黄」の4つの色名单語を、単語の意味と異なるインクの色で表記し、単語の読み方ではなくインクの色を答えることとした。インクの色は、赤、青、緑、黄の4色を用いた。

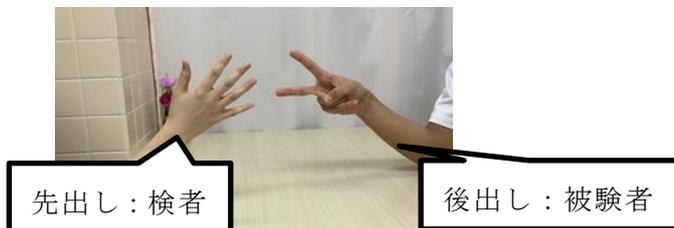


図3. 後出しじゃんけん実施方法



図4. ストループテスト用紙

第3節 運動課題設定

第1項 運動課題の特徴と実施方法

運動ないし筋収縮は、大脳皮質の一次運動野で司られている⁴⁹⁾。二重課題で用いられる運動課題は、日常生活の中での身体活動が想定されているものが多い(歩行^{7・29)}、ステップング⁵⁾、コップ移動⁵⁰⁾など)。また、TUG^{19・21)}や片脚立位^{20・51)}、タンデム立位⁶⁾(前足の踵と後足のつま先を合わせて立つ継ぎ足位)などの動的バランスや敏捷性などの評価バッテリーを用いたり、携帯電話の操作²⁸⁾や指示された色を踏む⁵²⁾といった複雑な動作も用いられている。

[実施方法]

1) コップ移動(図5)

テーブルに70cmの間隔をあけてテープを貼り、テープの外側に置いた3つのコップを反対側のテープの外側へ移動することをできるだけ早く繰り返すこととした。Lundinら⁵⁰⁾の先行研究を参考に、コップには上から1cmのところまで水を入れて置き、移動させる際にはできるだけこぼさない様指示した。実施姿勢は立位とし、片手をテーブルにつくこと、補装具を使用することは可とした。

2) 色踏み(図6)

山田らのマルチターゲットステップ⁵²⁾を参考に、3色のマットを用意し、検者が口頭で指示した色をできるだけ早く踏んだ後、開始位置まで足を戻すこととした。実施姿勢は平行棒を支持した立位とし、補装具の使用は可とした。踏む色を間違えた際には口頭にてやり直すよう指示し、正答数をカウントした。

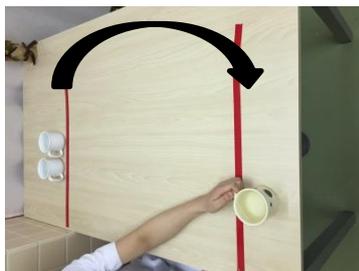


図5. コップ移動実施方法



図6. 色踏み実施肢位

V章：二重課題の第2課題における課題難易度について(研究課題1)

第1節 背景

二重課題に関する先行研究において、用いられる課題は多様性に富んでいる。第2課題の課題難易度がパフォーマンスに影響するという研究報告は多く、対象者個々により影響が異なるという先行研究もみられる³¹⁾。課題難易度に関しては、第1課題(運動課題)と第2課題(認知もしくは運動課題)の二重課題を行い、第1課題のパフォーマンスの変化を基に課題難易度について報告した先行研究はあるものの、第2課題自体の課題難易度について報告した先行研究はみられない。また、複数の課題の難易度を調査した報告もみられない。そこで、先行研究でよく用いられている課題7題をあげ、課題自体の難易度を明らかにすることとした。

第2節 課題難易度調査方法

先行研究では、PRT、近赤外分光法(Near Infra-Red Spectroscopy:以下 NIRS)、唾液 α -アミラーゼの測定が用いられている。

PRTは、主課題遂行時に第2課題を挿入し、それに対する反応時間を求める手法であり、二重課題施行中の第2課題への反応時間が短ければ第2課題に対する注意の配分が多く、主課題が自動化していると判断でき、注意需要を測定する指標とされている³⁸⁾。PRTは第1課題の注意需要の変化を捉えるのに適し⁵³⁾、課題難易度に応じて変化することが確認されている。井平ら⁵¹⁾は、両脚立位時、片脚立位時(平地、バランスマット上)の聴覚刺激に対するPRTを測定し、姿勢制御が複雑で難易度が高い姿勢になるほどPRT変化率が有意に増加することを報告している。課題の難易度が高くなるほどより多くの注意需要を必要とすることが示唆され、同様の報告が多数されている⁵⁴⁻⁵⁶⁾。

NIRSは、脳局所の血液中ヘモグロビン濃度の同定することが可能な計測機器であり、一般に脳血流と脳神経活動とは密接に関係していると考えられており、脳神経が活発化すると周辺の血流量が増加する。このことから、血液中ヘモグロビン濃度の変化から脳の活動を推定できるとされている⁵⁷⁾。宮坂ら⁵⁸⁾は、トレッドミル歩行中に難易度の異なるストループ課題中を実施し、NIRSを用いて脳血流中の酸素化ヘモグロビン(oxyhemoglobin:以下 Oxy-Hb)を測定し、ストループ課題の難易度を検証した。単一課題としてのストループ課題では、難易度の高い課題ではOxy-Hbは増加が認められたと報告している。

唾液 α -アミラーゼは唾液中に含まれる消化酵素の1つで、ノルエピネフリンの制御を受けている。不快な刺激では唾液アミラーゼが上昇し、快適な刺激では低下することが示されている⁵⁹⁾。唾液 α -アミラーゼを測定することで、秋月ら⁶⁰⁾は科学的根拠に基づく運動課題難易度の測定について報告している。

二重課題の難易度を調査するにあたり，二重課題における注意需要の変化を測定するには PRT が最も適していると考え，本研究における課題難易度の指標とした。

第3節 目的

先行研究でよく用いられている課題を7題あげ，PRTを用いて課題難易度を明らかにすること，加齢に伴う課題難易度の変化を明らかにすることを本研究の目的とした。

第4節 方法

第1項 対象

対象は，F市の病院またはクリニックの職員，デイサービス利用者40名とした。除外基準は，研究や測定に関する説明の理解が困難な者，自力での立位保持が困難な者(歩行補助具は使用可)，長谷川式簡易知能評価スケール(HDS-R)で20点以下の者とした。これらの対象者を，20歳以上40歳未満の若年群20名(29.2±5.1歳：22-38歳，HDS-R 29.9±0.4点)，65歳以上の高齢者群20名(75.9±7.3歳：65-90歳，HDS-R 26.6±2.5点)の2群に分類した(表1)。

第2項 測定方法

反応時間測定においては，第1課題を共通課題7題とし，第2課題を聴覚刺激に対する口頭でのPRT課題とした。

第1課題は，7課題について十分説明し，課題に慣れるために課題の実施方法について口頭や紙面を用いて説明し，単課題として慣れるまで数回練習を行った。その後，課題名を記入したくじを被験者が引き，実施順序を決定した。PRT課題は，3~5秒間隔でランダムに発生する「ヨーイ」という予告信号後の「ピッ」という信号音に対して「できるだけ早く“パッ”と発声する」こととした。課題に慣れるために信号音に対して発声する課題のみを行い，これを基本反応時間とした。くじで決定した課題順に従って課題を実施し，PRTを測定した。各課題は「はじめ」の指示で開始し，同時にPRT測定を行った。各課題の測定は，課題間に5分間の休憩をはさみ，疲労を確認しながら実施した(図7，8)。PRTは各課題に10回実施し，その平均値を反応時間として用いた。

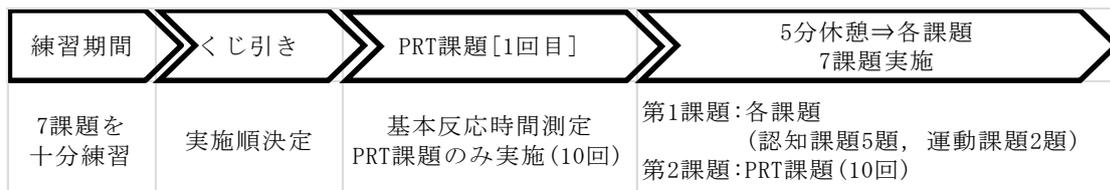


図7. 課題実施スケジュール



図 8. 課題実施方法

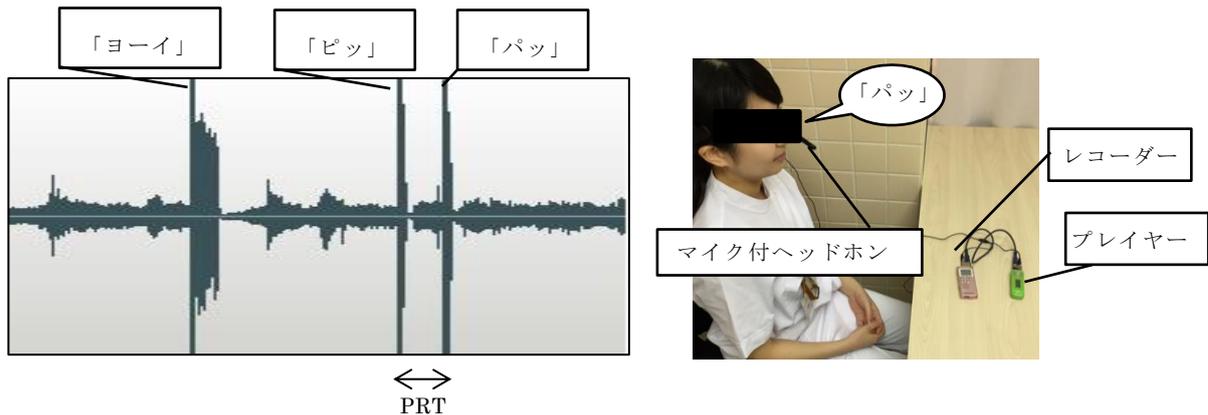


図 9. PRT 測定方法

第 3 項 統計学的分析

統計処理は SPSS Statistics Ver.20 を用いて行った。若年者群，高齢者群の各課題における PRT の差の検定に Mann-Whitney の検定を，各課題間の PRT の差の検定に Wilcoxon の符号付順位検定を行った。危険率は 5%未満とした。

第 5 節 結果

表 2 に各課題における PRT，表 3・4 に各年齢群における課題間の検定率，表 5 に各群における PRT からみた課題難易順を示す。

若年者群の各課題の PRT は，①コップ移動，②色踏み，③後出しじゃんけん，④ストロープテスト，⑤3 桁逆唱，⑥7 減算，⑦しりとり の順となった。各課題間の PRT を比較すると，全課題に基本反応時間との有意差が認められた。反応時間の短い順に，有意差を基に 3 グループ(グループ 1；コップ移動・色踏み，グループ 2；後出しじゃんけん・ストロープテスト・3 桁逆唱，グループ 3；7 減算・しりとり)に分けられた。グループ内の課題間には有意差が認められなかった。

高齢者群の各課題の PRT は，①コップ移動，②色踏み，③後出しじゃんけん，④3 桁逆唱，⑤しりとり，⑥7 減算，⑦ストロープテストの順となった。各課題間の PRT を比較すると，若年者群と同様全課題に基本反応時間との有意差が認められた。反応時間の短い

順に、有意差を基に3グループ(グループ1; コップ移動, グループ2; 色踏み; グループ3; 後出しじゃんけん・3桁逆唱・しりとり・7減算・ストループテスト)に分けられた。グループ内の課題間には有意差が認められなかった。

若年者群と高齢者群を比較すると、基本反応時間とコップ移動には有意差が認められなかったが、それ以外の課題には有意差が認められた。

表 1. 基本属性

	男女比 男:女	平均年齢(歳)	HDS-R平均点(点)
若年者群(n=20)	9:11	29.20±5.09	29.85±0.37
高齢者群(n=20)	13:07	75.80±7.32	26.6±2.50

表 2. 各課題における PRT

PRT(msec)	若年者群(n=20)	高齢者群(n=20)
基本反応時間	450.45±192.01	433.45±140.17
後出しじゃんけん	916.36±499.86 ^{a c d e g}	2189.73±701.85 ^{a g h}
7減算	1163.22±704.77 ^{a b g h}	2349.24±659.54 ^{a g h}
しりとり	1468.03±914.16 ^{a b c f g h}	2266.79±652.12 ^{a g h}
3桁逆唱	1158.63±682.30 ^{a b d g h}	2258.25±842.12 ^{a g h}
ストループ	1008±686.30 ^{a d g h}	2357.07±635.44 ^{a g h}
コップ移動	596.26±204.22 ^{a b c d e f}	801.83±562.28 ^{a h}
色踏み	831.67±510.20 ^{a c d e f}	1585.98±791.62 ^{a g}
平均値±標準偏差, *p<0.05		

表 3. 若年者群における各課題間の検定値

	基本反応時間	後出し じゃんけん	7減算	しりとり	3桁逆唱	ストループ テスト	コップ 移動	色踏み
基本反応時間	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
後出しじゃんけん		1	0.03	0.00	0.03	0.30	0.00	0.45
7減算			1	0.11	0.72	0.39	0.00	0.01
しりとり				1	0.04	0.01	0.00	0.00
3桁逆唱					1	0.15	0.00	0.00
ストループテスト						1	0.01	0.03
コップ移動							1	0.06
色踏み								1
p<0.05								

表 4. 高齢者群における各課題間の検定値

	基本反応時間	後出しじゃんけん	7減算	しりとり	3桁逆唱	ストループテスト	コップ移動	色踏み
基本反応時間	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
後出しじゃんけん		1	0.44	0.55	0.90	0.10	0.00	0.01
7減算			1	0.61	0.68	0.83	0.00	0.00
しりとり				1	1.00	0.61	0.00	0.00
3桁逆唱					1	0.59	0.00	0.02
ストループテスト						1	0.00	0.00
コップ移動							1	0.00
色踏み								1
p<0.05								

表 5. 各群における PRT からみた課題難易順

順位	若年者群	高齢者群
1	コップ移動 色踏み	コップ移動
2	後出しじゃんけん ストループテスト 3桁逆唱	色踏み
3	7減算 しりとり	後出しじゃんけん 3桁逆唱 しりとり 7減算 ストループテスト
	表2で課題間に有意差の認められた課題で順位付けを実施	
	同順位内の順序はPRTの短い順とする	

第 6 節 考察

本研究では、PRT を課題難易度の指標とし、先行研究で多く用いられている 7 課題の難易度順を示すとともに、課題難易度に加齢がどう影響するのかを調査することを目的とした。

基本反応時間には、若年者群と高齢者群間の有意差は認められなかった。このことから、PRT 課題自体は年齢による差が生じない容易な課題であるといえ、7 課題遂行に必要とされる注意需要を測定するのに適した課題であるといえる。

各課題における反応時間は、若年者群・高齢者群共に課題間に有意差が認められ、課題により難易度が異なることが示された。両群ともに運動課題と認知課題の間には有意差が認められ、運動課題よりも認知課題の方が難易度が高いことが示唆された。これは、認知課題の方が注意資源容量を多く必要とする⁶⁾ため、認知課題の方が運動課題よりも難易度が高い^{2,8)}という先行研究を支持する結果である。

各年齢群の特徴をみていくと、若年者群では運動課題間には有意差が認められず、認知課題間は 2 つのグループに分かれて有意差が認められている。若年者群は 20 歳以上 40 歳未満と年齢が若く、コップ移動と色踏みを行うにあたり十分な運動機能が維持されていることが、有意差が生じなかった理由と考えられる。認知課題に関しては、反応時間の速い

グループに後出しじゃんけん、ストロークテスト、3 桁逆唱が、反応時間の遅いグループには7減算としりとりが分類された。後出しじゃんけんやストロークテストは視覚的に確認することができる課題であり、しりとりは言語課題である。注意機能が十分維持されていると考えられる若年者群において、言語課題よりも視覚で確認できる課題の方がより容易であったと考えられる。高齢者群では、若年者群と異なり、運動課題間に有意差が認められた。これは、コップ移動が立位支持基底面内での上肢運動であることに對し、色踏みはステップによる重心移動を伴うバランス機能が関与する下肢運動であることが影響していると考えられる。加齢に伴い運動機能が低下している高齢者群では、コップ移動よりも色踏みの方が高い運動機能が要求され、課題に必要とする注意資源量が多くなり、PRTが遅延したと考えられる。認知課題に関しては、課題間に有意差が認められなかった。これは加齢による認知機能低下により、認知課題全般の遂行能力が低下したことが影響していると考えられる。若年者群と高齢者群を比較すると、コップ移動以外の6課題には有意差が認められた。二重課題における二重課題干渉は加齢とともに強く影響することが報告されている⁹⁾が、これも先行研究を支持する結果が得られた。

以上より、課題難易度は運動課題よりも認知課題の方が高いこと、特に若年者では運動課題は容易な課題であり、認知課題においても視覚的な課題と言語的な課題で難易度が異なるという特徴があることが示唆された。加えて、加齢に伴い運動機能や認知機能が低下することで課題遂行能力が低下し、課題難易度に変化が生じることが示唆された。

VI章：第2課題の難易度の違いが二重課題訓練効果に与える影響について(研究課題2)

第1節 背景と目的

二重課題における第2課題の課題難易度のパフォーマンスへの影響について、様々な研究報告がされており、統一した見解は得られていない。多くの先行研究で、課題の難易度はパフォーマンスに影響すると報告されており、同一課題間での難易度の差や認知課題というカテゴリー内での課題による難易度の差、認知課題と運動課題という課題の質・難易度の差がパフォーマンスに影響するという報告がされている^{19-20,22-23,28}。また、課題難易度が高すぎたり低すぎたりすると、第1課題のパフォーマンスが低下するという報告がされている^{19,22}。一方で、認知課題や運動課題の難易度には差はなく、パフォーマンスにも有意差はみられないという報告もある²⁹⁻³⁰。これらの先行研究は、課題難易度を調査した上で二重課題実施時のパフォーマンスを比較した報告ではなく、数種の課題を用いた二重課題を行ったうえで得られたパフォーマンス成績をみて課題の難易度を判定したものである。この時、二重課題は評価として用いられており、長期にわたる訓練効果を調査したものではない。

課題難易度が適正でないで第1課題のパフォーマンスが低下することは、二重課題干渉が強く生じ、課題処理に時間がかかることが影響していると考えられる。先行研究より、①二重課題訓練を実施するとパフォーマンスの向上が得られる、②課題難易度が高い課題の方が複雑な課題処理を必要とすることが報告されている。これらの研究報告は、評価として二重課題を用いており、長期にわたる訓練効果を報告したものではない。二重課題を繰り返し練習することで、ワーキングメモリ課題の習熟度が上昇し、課題処理の自動化が進み⁶¹⁻⁶³、二重課題干渉が減衰し、パフォーマンスが向上するとされている⁶⁴⁻⁶⁵。このことより、二重課題訓練実施後には、難易度の低い課題よりも難易度の高い課題の方が情報処理が速くなりパフォーマンスも高くなるという仮説を立て、検証した。

今研究では、研究課題1で得られた結果から、二重課題の第2課題に最易課題(コップ移動)と最難課題(ストループテスト)の課題難易度が異なる課題を用いた。二重課題訓練期間は、先行研究で2~6週間で二重課題訓練効果が得られたことから4週間と設定し、二重課題訓練施行後の訓練効果を介入前後のパフォーマンスを比較し、明らかにすることとした。

第2節 方法

第1項 対象

対象は、F市の通所リハビリテーション利用者31名(77.9±8.3歳；65-94歳)とした。除外基準は、研究や測定に関する説明の理解が困難な者、自力での立位保持が困難な者(歩行補助具は使用可)、HDS-Rで20点以下の者とした。これらの対象者を、ランダムにコン

トロール群 10 名(79.3±9.6 歳 ; 66-94 歳, HDS-R 25.2±2.4 点), コップ移動群 10 名(78.9 ±9.1 歳 ; 65-91 歳, HDS-R 26.7±2.8 点), ストループ群 11 名(75.8±6.9 歳 ; 65-84 歳, HDS-R 25.6±2.0 点)の 3 群に分類した(表 6).

第 2 項 実施方法

1) 実施手順

I 群をコントロール群, II 群をコップ移動課題群, III 群をストループテスト課題群とした. 調査実施期間を 4 週間とし, I 群は個別リハビリ訓練のみを実施し, II 群・III 群は週に 2 回, 個別リハビリとは別に 1 回 5 分間の二重課題訓練(第 1 課題:足踏み, 第 2 課題:II 群;コップ移動, III 群;ストループテスト)を実施した.

3 群に対し, 4 週間の訓練期間介入前と介入後に運動機能評価と注意機能評価を実施し, 介入前後の身体機能と注意機能を比較した(図 10).

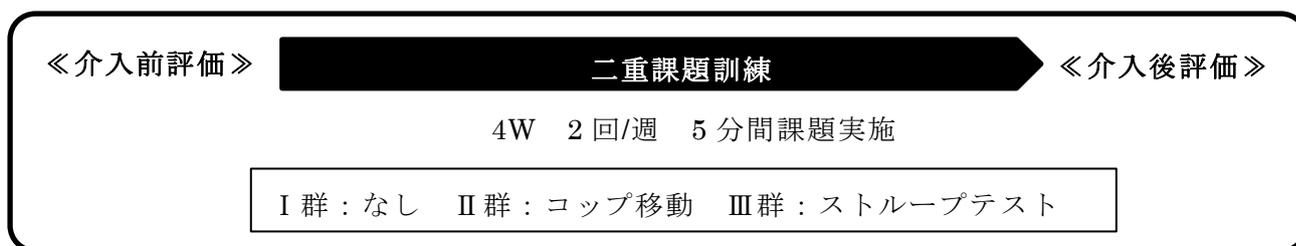


図 10. 二重課題訓練介入スケジュール

2) 二重課題訓練

第 1 課題の足踏みは実施姿勢を立位とし, 平行棒やテーブルなどの固定された支持物を支持すること, 補装具を使用することを可とした. また, 足踏みのペースは, 前方に立った訓練補助者(理学療法士)の行う足踏みのペース(約 1 回/秒)に合わせて行うこととした.

コップ移動群は, テーブルの前に立位となり, 5 分間足踏みをしながら水をこぼさないよう, できるだけ早くコップ移動を行うこととした. この時テーブルに片手をつくこと, 補装具を使用することは可とした.

ストループ群は, 平行棒の前方にストループテスト用紙を貼った白板を用意し, 5 分間足踏みをしながらストループテストを行うこととした. 検者はストループテスト用紙の漢字をランダムに刺し, 対象者は漢字の読み方ではなくインクの色を答えることとした. この時平行棒を支持すること, 補装具を使用することは可とした.

初回課題実施前に, 課題の実施方法について口頭や紙面を用いて説明し, 数回練習を行い, 理解が得られてから課題を実施した.

3) 二重課題訓練介入前後評価項目と測定方法

評価項目は、TUG、10m 歩行時間、10m 速歩時間、トレイルメイキングテストパート A、B(Trail Marking Test-A,B:以下 TMT-A、B)、PRT 測定(基本反応時間、歩行時反応時間、逆唱反応時間)とした。各評価項目に対し、実施前に、課題の実施方法について口頭や紙面を用いて説明し、数回練習を行い、理解が得られてから課題を実施した。

TUG は、椅子に深く座り、手を膝の上においた状態からスタートし、3m 先の目印で折り返してスタート前の姿勢に戻るまでをゴールとし、要した時間を測定した。歩行速度は通常歩行とした。

10m 歩行時間は、前後 2m の助走・減速路を設け、通常歩行で 10m 歩くのに要した時間を測定した。

10m 速歩時間は、前後 2m の助走・減速路を設け、速歩で 10m 歩くのに要した時間を測定した。

TMT-A、B は、注意の持続と選択、視覚探索・視覚運動協調性を調べる検査である。1～25 の数字が不規則に配置されている用紙を用い、できるだけ早く、かつ正確に 1～25 の数字を順に線で結ぶのに要した時間を測定した。

PRT 測定は、研究課題 1 同様に聴覚刺激に対する口頭での PRT 課題を実施した。第 1 課題は通常歩行課題、逆唱課題とし、逆唱課題は課題に慣れるために課題の実施方法について口頭にて説明し、単課題として慣れるまで数回練習を行った。PRT 課題は、3～5 秒間隔でランダムに発生する「ヨーイ」という予告信号後の「ピッ」という信号音に対して「できるだけ早く“パッ”と発声する」こととした。課題に慣れるために信号音に対して発声する課題のみを行い、これを基本反応時間とした。その後、通常歩行課題、逆唱課題の順に実施し、PRT を測定した。各課題は「はじめ」の指示で開始し、同時に PRT 測定を行った(図 8)。PRT は各課題に 10 回実施し、その平均値を反応時間として用いた。

被験者はマイクロフォン付きヘッドホンを装着し、マイクロフォンから集音された信号音と発声音を MP3 プレーヤーに録音した。その後、信号音と発声音をサウンド処理ソフト(DigionSound5)にて分析し、信号音の始まりから発声音の始まりまでを PRT とした(図 9)。

第 3 項 統計学的分析

統計処理は SPSS Statistics Ver.20 を用いて行った。コントロール群、コップ移動群、ストループ群の 3 群の測定項目に対し、介入前後の差の検定に Wilcoxon の符号付順位検定を行い、測定値の比率(=介入後/介入前;介入後の測定値を介入前の測定値で除した値)を変数として、Kruskal-Wallis 検定を行い、有意差の認められた項目に対し、多重比較検定を行った。危険率は 5%未満とした。

第3節 結果

表7に3群における介入前後の測定値，表8に各測定値の比率，図11～13に各測定項目における訓練介入前後の測定値の比較を示す。TUG，逆唱反応時間，TMT-A，Bでは，全群において介入前よりも介入後の方が改善がみられた。10m歩行では，コントロール群とコップ移動群では歩行時間の短縮が認められたが，ストループ群では認められなかった。10m速歩，基本反応時間では，コップ移動群にのみ歩行時間の短縮やPRTの短縮が認められたが，コントロール群とストループ群には認められなかった。逆唱正答数では，コントロール群とストループ群には正答数の増加が認められたが，コップ移動群では認められなかった。歩行反応時間では，コップ移動群とストループ群にはPRTの短縮が認められたが，コントロール群では認められなかった。

3群各群において，介入前後の各測定項目を比較すると，コントロール群では基本反応時間，逆唱反応時間，逆唱正答数，歩行反応時間に有意差が認められた。逆唱反応時間と逆唱正答数は改善がみられたが，基本反応時間，歩行反応時間には遅延がみられた。コップ移動群では10m速歩，逆唱反応時間で有意差が認められ，どちらも改善が認められた。ストループ群では逆唱反応時間にのみ有意差が認められ，改善が認められた。3群すべてに，TUG，10m歩行，歩行反応時間，TMT-A，Bにおいて介入前後の有意差は認められなかった。

また，各群の測定値の比率を比較すると，多重比較(Dunnett法)にて，コントロール群とコップ移動群間では基本反応時間，歩行反応時間にのみ有意差が認められ，コントロール群とストループ群間では歩行反応時間にのみ有意差が認められた。コップ移動群とストループ群間には有意差は認められなかった。

表 6. 3 群における基本属性

	男女比(男 : 女)	年齢	HDS-R平均(点)
I 群 コントロール群(n=10)	4:6	79.30±9.55	25.20±2.35
II 群(難易度の低い課題) コップ移動群(n=10)	4:6	78.90±9.12	26.70±2.79
III 群(難易度の高い課題) ストループ群(n=11)	6:5	75.82±6.95	25.64±2.01

表 7. 各測定項目における訓練介入時・介入後の測定結果

		コントロール群	コップ移動群	ストループ群
TUG平均(秒)	介入前	30.29±21.21	15.19±5.30	28.29±16.64
	介入後	29.99±20.23	14.46±4.46	27.62±15.21
10m歩行(秒)	介入前	32.96±22.44	15.23±5.04	28.68±19.52
	介入後	32.00±23.12	14.55±4.61	28.76±18.25
10m速歩(秒)	介入前	27.00±20.05	12.52±5.53	25.12±19.27
	介入後	27.58±22.56	11.13±4.57	25.31±18.90
基本反応時間 (msec)	介入前	487.79±206.90	451.71±164.93	437.39±98.14
	介入後	594.95±180.51	412.01±120.19	458.36±126.22
逆唱反応時間 (msec)	介入前	2387.25±602.53	2450.54±763.52	2116.79±774.72
	介入後	2062.83±465.13	1967.83±552.99	1636.35±616.82
逆唱正答数(回)	介入前	2.70±1.83	3.50±1.96	3.09±2.12
	介入後	3.50±2.07	3.20±2.20	3.36±1.91
歩行反応時間 (msec)	介入前	559.66±152.86	593.67±215.66	527.83±122.58
	介入後	727.99±332.68	553.50±264.98	484.47±110.01
TMT-A(秒)	介入前	235.39±209.62	173.87±78.79	163.05±71.58
	介入後	193.72±129.84	149.05±51.39	140.94±46.98
TMT-B(秒)	介入前	359.90±258.25	282.20±134.03	237.53±129.19
	介入後	344.54±300.72	233.78±82.02	185.95±75.70
平均値±標準偏差, *p<0.05				

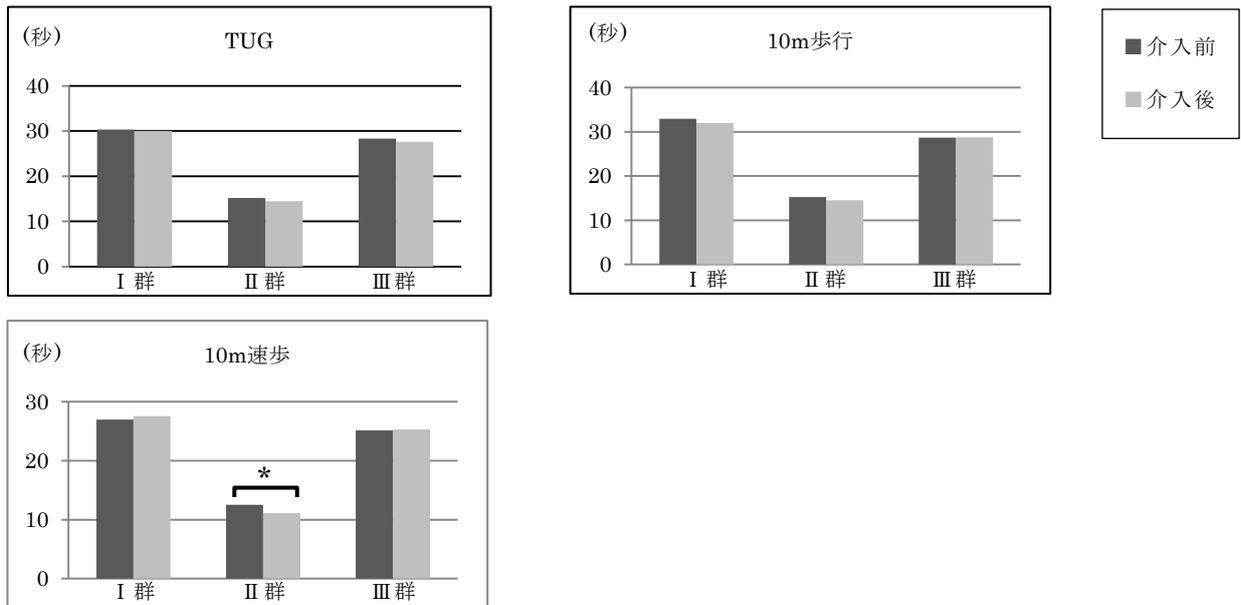


図 11. 各運動機能評価項目における訓練介入前後の比較

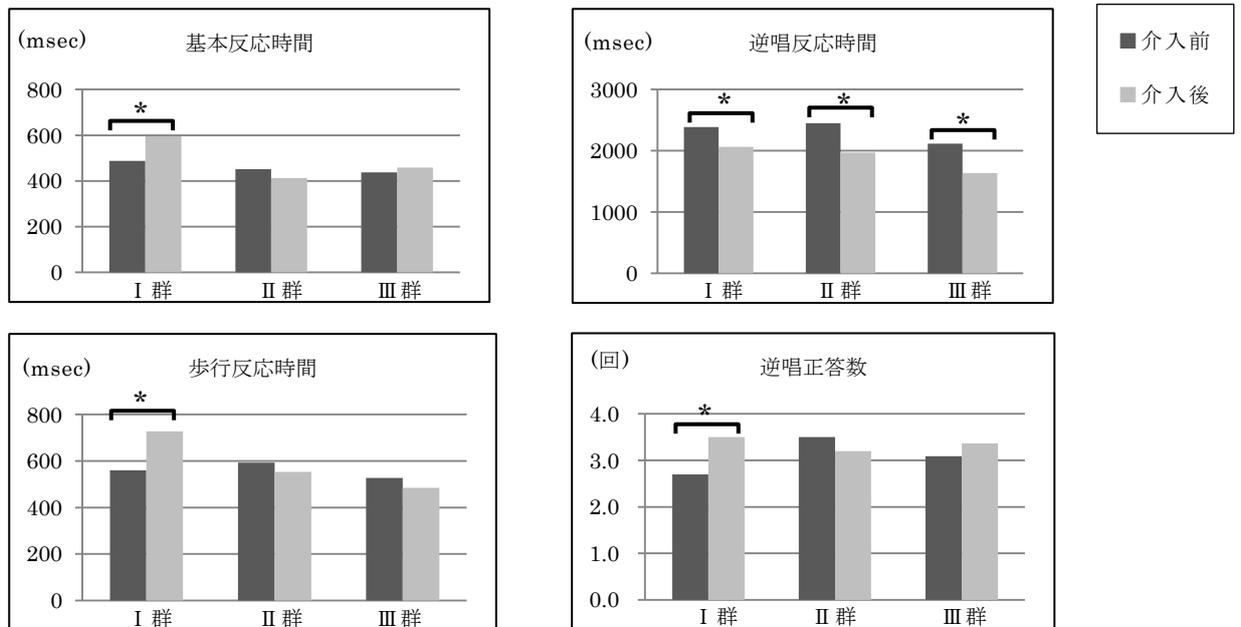


図 12. 各反応時間項目における訓練介入前後の比較

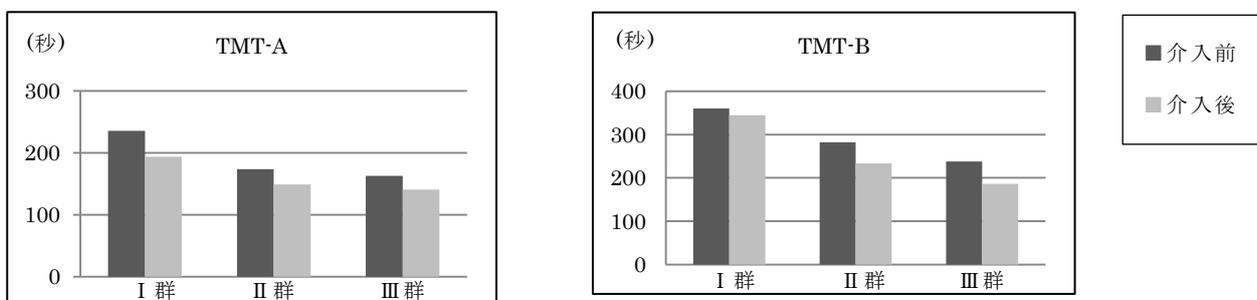


図 13. 各注意機能評価項目における介入前後の比較

表 8. 各測定値の比率(介入後/介入前)

	コントロール群	コップ移動群	ストループ群
TUG平均	1.01±0.11	0.97±0.13	1.00±0.13
10m歩平均	0.97±0.12	0.97±0.12	1.04±0.14
10m速歩平均	1.01±0.18	0.90±0.08	1.02±0.18
基本反応時間	1.31±0.80	0.96±0.27	1.05±0.22
逆唱反応時間	0.91±0.20	0.91±0.44	0.81±0.27
逆唱正答数	1.42±0.52	0.98±0.60	1.59±1.88
歩行反応時間	1.29±0.50	0.93±0.19	0.92±0.24
TMT-A	0.92±0.28	0.91±0.26	0.90±0.15
TMT-B	0.93±0.22	0.87±0.22	0.86±0.24
Dunnet(p<0.05)			

第 4 節 考察

課題難易度が適正でないとき第 1 課題のパフォーマンスが低下することは、二重課題干渉が強く生じ、課題処理に時間がかかることが影響していると考えられる。先行研究より、①二重課題訓練を実施するとパフォーマンスの向上が得られる¹³⁻¹⁸⁾、②課題難易度が高い課題の方が複雑な課題処理を必要とすることが報告されている⁶⁶⁾。これらの研究報告は、評価として二重課題を用いており、長期にわたる訓練効果を報告したものではない。二重課題を繰り返し練習することで、ワーキングメモリ課題の習熟度が上昇し、課題処理の自動化が進み⁶¹⁻⁶³⁾、二重課題干渉が減衰し、パフォーマンスが向上するとされている⁶⁴⁻⁶⁵⁾。このことより、二重課題訓練実施後には、難易度の低い課題よりも難易度の高い課題の方が情報処理が速くなりパフォーマンスも高くなるという仮説を立て、検証した。

先行研究では、二重課題訓練実施後はパフォーマンスの向上が得られることが多く報告されている^{13-15,17-18)}。今回の研究における二重課題訓練介入前後のパフォーマンス比較では、運動機能ではコップ移動群にのみ 10m 速歩で有意な改善が認められたが、それ以外の運動機能には有意な改善は認められなかった。注意機能では、3 群すべてに逆唱反応時間で有意な改善が認められ、対照群にのみ基本反応時間と歩行反応時間の有意な遅延と逆唱正答数の有意な改善が認められた。歩行反応時間や TMT-A,B は 3 群すべてにおいて有意な変化はみられなかった。PRT をみると、逆唱反応時間は 3 群共に有意に改善していることから、日常の個別リハビリ訓練による改善もしくは自然治癒の可能性が伺え、二重

課題訓練の効果とは言えないと思われる。コントロール群では基本反応時間と歩行反応時間が有意に遅延しており、逆唱反応時間と逆唱正答数が改善している。逆唱正答数はコントロール群のみで向上しており、それに加えて全ての反応時間が改善しているのであれば、自然治癒ということも考えられるが、基本反応時間と歩行反応時間は遅延していることから考察が難しいものとなっている。

今回の測定結果では、コップ移動群にのみ 10m 速歩の運動機能改善が認められた。他に二重課題実施群のみに改善された項目はないため、これは二重課題訓練による効果と考えられる。各測定値の比率(介入後/介入前)では、基本反応時間においてコントロール群とコップ移動群間に有意差が認められ、歩行反応時間においてコントロール群と他の 2 群間に有意差が認められた。歩行反応時間に関しては、コントロール群と二重課題訓練群間の注意機能に訓練による差が生じたと考えられるが、基本反応時間に関しては、コップ移動群にのみ差が生じている。

研究の仮説として、二重課題訓練実施後には、難易度の低い課題よりも難易度の高い課題の方がパフォーマンスも高くなることを立てたが、仮説は立証されず、難易度の低い課題の運動課題にのみパフォーマンス改善がみられた。二重課題訓練を行うことで課題処理の自動化が進み、二重課題干渉の効果が減衰しパフォーマンスの向上が得られること⁶⁴⁻⁶⁵⁾や、認知課題は運動課題よりも注意資源量が必要なことが報告されている^{62, 28)}。また、パフォーマンスの向上には課題の適切な注意配分が重要とされているが、ストループ群の二重課題訓練時に、課題に集中して足踏みが止まってしまう対象者がみられていた。今回の調査の 4 週間という期間は、コップ移動群の課題処理自動化には適し、10m 速歩の運動機能の向上がみられたが、ストループ群の課題処理自動化には短く、運動機能の向上につながらなかった可能性が考えられる。注意機能に関しても、4 週間という期間が注意機能改善には短かった可能性が考えられる。しかし、コップ移動群の TUG と 10m 歩行・速歩を他の 2 群と比較すると、数値が低く運動機能が高かったことが伺える。このことより、コップ移動群の対象者には足踏み課題の難易度が他群と比べ低かった可能性が考えられる。そのため、コップ移動群の運動機能改善が第 2 課題の課題難易度によるものか、第 1 課題の難易度が異なるために生じたものかを判断することは難しい結果となっている。

今回の研究では第 1 課題、第 2 課題ともに課題難易度が 3 群間で異なる可能性があることから、今回の結果のみで第 2 課題の難易度の違いが二重課題訓練効果に与える影響について考察することは難しい。しかし、城野ら⁶⁾は、高い運動課題パフォーマンスを発揮するためには、『多く』ではなく『最適な』注意資源容量を運動課題へ向ける必要があり、これを学習することでパフォーマンスの向上が得られると報告している。また、原田ら¹⁹⁾は、連続減算課題を用いた 3 条件の歩行成績を比較し、用いる数字が大きいほど注意負荷量が増加し DT 歩行に及ぼす影響が異なることから、1 つの課題でも難易度の調整が必要

であることを報告している。第 2 課題の難易度の違いが二重課題訓練効果に与える影響を明らかにするための今後の課題として、①各群の運動機能・注意機能の差がないことを確認した上で、②訓練期間、1 回あたりの訓練時間、訓練頻度を再検討することがあげられる。②の訓練期間に関しては、先行研究の多くが 2～6 週間という期間をとっており、1 回あたりの訓練時間は 3 分～20 分と大きな幅がみられた。訓練頻度に関しても、先行研究により週に 1 回～3 回と幅があり、総時間で 6 時間という研究もあり多岐にわたっている¹²⁻¹⁴⁾。これらに関する先行研究はみられず、再検討する必要があると考える。

VII章：第2課題設定に影響を与える因子について(研究課題3)

第1節 背景と目的

二重課題における課題の選択は、多様性に富み、各研究者に依存し必要な情報処理や課題難易度が異なる³²⁾。先行研究にてどのように課題選択がなされたかを調査すると、運動課題については、日常生活の中で想定された運動課題⁶⁷⁾、自主トレーニングとして可能な運動¹⁴⁾、操作的に難易度を操作した課題¹²⁾、先行研究を基にした課題^{6・68)}があげられている。認知課題については、自主トレーニングとして行える計算課題¹⁴⁾、慣れや飽きを防ぐために4種類作成¹²⁾、歩行中でも実施可能で簡便で適切な難易度な-7の連続減算⁸⁾、難易度が低く認知機能が低下している高齢者でも実施可能⁶⁹⁻⁷⁰⁾、日常生活を想定して作成した課題³³⁾、注意資源を多く要求し定量評価が可能⁶⁾といった理由があげられている。それぞれの研究の趣旨に沿った選択理由が挙げられているものの、数種の課題を比較して選択された先行研究はなく、選択理由は特にあげられていない先行研究も多く見受けられた。

そこで、今研究では課題選択に影響する因子を明らかにすることを目的とした。課題の好みや属性、生活歴などが課題成績に影響を与えると仮説を立て、7課題を単課題として実施し、アンケート調査を実施した。

第2節 方法

第1項 対象

対象は、F市のデイサービス利用者38名(77.3±7.9歳；65-96歳，HDS-R 25.6±3.0点)とした。除外基準は、研究や測定に関する説明の理解が困難な者、自力での立位保持が困難な者(歩行補助具は使用可)、HDS-Rで20点以下の者とした。男性は20名、女性は16名であった(表9)。

第2項 測定方法

課題7題をくじにてランダムに実施順序を決め、30秒間実施したのち、正答数の集計とアンケート調査を実施した。アンケートは口頭にて行った。課題7題は研究課題1と同様である。30秒間の課題実施前に、課題の実施方法について口頭や紙面を用いて説明し、数回練習を行い、理解が得られてから課題を実施した。

基本属性を性別、年齢層で分類した。年齢層は、老年医学の定義に基づき、前期高齢者を65~74歳、後期高齢者を75~84歳、超高齢者85歳以上とした。

正答数は、各科目で平均点を算出し、i)平均点以上、ii)平均点未満で分類した。

アンケート項目は、各課題に対して感想3項目①楽しい・楽しくない、②またやりたい・もうやりたくない、③自由感想と、6項目生活歴④最終学歴、⑤好きな科目、⑥嫌いな科

目, ⑦スポーツ歴, ⑧職歴, ⑨趣味とした.

最終学歴は, i)小学校, ii)中学校, iii)高校もしくは専門学校, iv)大学以上, iv)無と分類し, 好きな科目・嫌いな科目に関しては, i)国語, 社会等の文系科目, ii)数学, 理科等の理系科目, iii)体育, 家庭科等のその他の科目, iv)無と分類した. スポーツ歴は, i)有, ii)無で分類し, 職歴については, 最終職業を i)事務等のデスクワーク業務, ii)作業等の体を使う業務で分類した. 趣味については, i)手芸や読書等の机上もしくは座って行うもの, ii)スポーツや釣り, 旅行等体を動かすもので分類した(表 9).

第 3 項 統計学的分析

統計処理は SPSS Statistics Ver.20 を用いて行った. 各課題において, 感想[楽しい/楽しくない・またやりたい/もうやりたくない]と[基本属性・生活歴・課題正答数]についてクロス集計を行い, [年齢層], [性別], [学歴], [好きな科目], [嫌いな科目], [スポーツ歴], [課題正答数]による差を調べるために χ^2 検定を行った. 同様に, [課題正答数]と[基本属性・生活歴]についてクロス集計を行い, [年齢層], [性別], [学歴], [好きな科目], [嫌いな科目], [スポーツ歴], [職歴], [趣味]による差を調べるために χ^2 検定を行った. 危険率は 5%未満とした.

第 3 節 結果

表 10 に課題正答数と感想, 表 11 に 7 課題の感想と基本属性・生活歴・課題正答数との連関に関する検定値, 表 12 に 7 課題の正答数と基本属性・生活歴との連関に関する検定値を示す. また, 図 14 に基本属性・生活歴・課題正答数と各課題の感想において有意差を認めた項目, 図 15 に基本属性・生活歴・課題正答数と各課題の感想において有意差を認めた項目を示す.

正答数は, 後出しじゃんけんが 13.25 ± 2.53 点, 7 減算が 4.69 ± 3.28 点, しりとりが 3.17 ± 1.52 点, 3 桁逆唱が 4.03 ± 1.92 点, ストループが 14.31 ± 4.50 点, コップ移動が 9.96 ± 1.83 点, 色踏みが 13.67 ± 1.82 点であった.

感想[楽しい/楽しくない・またやりたい/もうやりたくない]と[基本属性・生活歴・正答数]のクロス集計では, 後出しじゃんけんとストループ点数, 色踏み点数間, 7 減算と年齢層間, しりとりとストループ点数間, 3 桁逆唱と性別, ストループ点数, 嫌いな科目間, ストループとスポーツ歴間, コップ移動と性別, 逆唱点数, スポーツ歴間に有意差が認められた. 色踏みはどの項目とも有意差が認められなかった.

[課題正答数]と[基本属性・生活歴]のクロス集計では, 7 減算と性別・学歴・スポーツ歴・職歴, 3 桁逆唱と性別, 学歴間, ストループと職歴間, 色踏みと学歴間に有意差が認められた.

課題感想の自由記載については、後出しじゃんけんでは、[楽しい・またやりたい]という好意的な感想の回答には「ゲームみたいで楽しい」、「頭を使うのがいい」、「訓練になる」、「面白い」、「勝つのがいい」、「スリルがある」という回答が得られた。[楽しくない・もうやりたくない]という否定的な感想の回答には「好きじゃない」、「面倒くさい」、「イライラする」、「慣れていないからやりにくい」という回答が得られた。

7 減算では、好意的な感想の回答には「計算・算数が好き」、「考えるのがいい」、「数字が楽しい」、「頭を使うのがいい」、「やればできるようになる」という回答が得られた。否定的な感想の回答には、「計算が嫌い」、「できないから面白くない」、「面倒」、「難しい」という回答が得られた。

しりとりでは、好意的な感想の回答には「いつもやらないから楽しい」、「考えるのがいい」、「考える練習になる」、「興味がある」、「上達したい」という回答が得られた。否定的な感想の回答には「難しい」、「疲れる」、「混乱する」、「好きじゃない」、「気性に合わない」、「言葉が出てこない」という回答が得られた。

3 桁逆唱では、好意的な感想の回答には「頭を使うのがいい」、「簡単」、「数字が好き」、「計算みたいでいい」、「難しいができた」、「集中するからいい」、「リベンジしたい」、「記憶の練習になる」という回答が得られた。否定的な感想の回答には「面倒くさい」、「難しい」、「苦手」、「数字が嫌い」、「面白くない」、「よくわからない」という回答が得られた。

ストループでは、好意的な感想の回答には「ゲームみたい」、「楽しい」、「面白い」、「少し混乱する」、「脳トレになる」、「できるのがいい」、「だまされる」、「簡単」という回答が得られた。否定的な感想の回答には「難しい」、「面白くない」、「慣れない」、「ゲームは好きじゃない」という回答が得られた。

コップ移動では、好意的な感想の回答には「ゲームみたいで楽しい」、「面白い」、「体を動かすことが楽しい」、「運動になる」、「もっと水が多い方がいい」、「スリルがある」という回答が得られた。否定的な感想の回答には「簡単すぎる」、「単純」、「好きじゃない」、「立っているのが疲れる」という回答が得られた。

色踏みでは、好意的な感想の回答には「ゲームみたいで楽しい」、「いい運動になる」、「練習になる」、「もっと速くやれるようになりたい」、「成果が分かる」という回答が得られた。否定的な感想の回答には「立つのが疲れる」、「簡単すぎる」、「好きじゃない」という回答が得られた。

表 9. 基本属性と生活歴

	平均年齢	HDS-R平均	年齢層	最終学歴	好きな科目	嫌いな科目	スポーツ歴	職歴	趣味
	(歳)	(点)	I / II / III	I / II / III / IV / V	I / II / III	I / II / III	I / II	I / II	I / II
男性(n=20)	75.90±7.62	26.00±2.70	16/14/6	1/8/14/12/1	16/10/6/4	10/17/7/2	30/6	12/24	22/14
女性(n=16)	78.94±8.18	25.35±3.02							
年齢層：I；前期高齢者，II；後期高齢者，III；超高齢者									
最終学歴：I；小学校，II；中学校，III；高校・専門学校，IV；大学以上，V；なし									
好きな科目：I；文系，II；理系，III；その他									
嫌いな科目：I；文系，II；理系，III；その他									
スポーツ歴：I；あり，II；なし									
職歴：I；事務系，II；作業系									
趣味：I；机上のもの，II；体を動かすもの									

表 10. 課題正答数と感想

	正答数(点)	感想[楽しい/楽しくない](人)	感想[やりたい/やりたくない](人)
後出しじゃんけん	13.25±2.53	23 / 13	21 / 15
7減算	4.69±3.28	14 / 22	20 / 16
しりとり	3.17±1.52	19 / 17	23 / 13
3桁逆唱	4.03±1.92	19 / 17	28 / 8
ストループ	14.31±4.50	22 / 14	20 / 16
コップ移動	9.96±1.83	15 / 16	19 / 12
色踏み	13.67±1.82	20 / 11	22 / 9
平均値±標準偏差			

表 11. 各課題の感想と基本属性・生活歴・課題正答数との連関に関する検定値

	じゃんけん		7減算		しりとり		逆唱		ストループ		コップ移動		色踏み	
	楽しい/ 楽しくない	やりたい/ やりたくない												
年齢層	0.98	0.71	0.31	0.02*	0.92	0.68	0.58	0.76	0.46	0.30	0.80	0.95	0.62	0.30
性別	0.19	0.46	0.06	0.14	0.24	0.31	0.02*	0.06	0.12	0.14	0.01*	0.17	0.09	0.25
学歴	0.57	0.07	0.28	0.76	0.56	0.67	0.48	0.06	0.56	0.67	0.71	0.88	0.56	0.77
好きな科目	0.64	0.83	0.67	0.65	0.75	0.29	0.07	0.06	0.86	0.76	0.94	0.91	0.65	0.36
嫌いな科目	0.72	0.14	0.73	0.54	0.48	0.72	0.36	0.04*	0.24	0.33	0.62	0.67	0.48	0.69
スポーツ歴	0.28	0.51	0.57	0.15	0.61	0.63	0.28	0.40	0.23	0.02*	0.07	0.04*	0.05	0.58
点数	じゃんけん	0.17	0.39	0.47	0.49	0.38	0.60	0.62	0.08	0.47	0.49	0.43	0.17	0.55
	7減算	0.33	0.52	0.27	0.49	0.15	0.33	0.38	0.41	0.47	0.52	0.28	0.36	0.25
	しりとり	0.26	0.12	0.12	0.46	0.61	0.53	0.17	0.56	0.41	0.21	0.31	0.46	0.58
	逆唱	0.26	0.12	0.59	0.54	0.35	0.26	0.61	0.25	0.59	0.54	0.04*	0.26	0.17
	ストループ	0.01*	0.17	0.47	0.52	0.04*	0.40	0.36	0.59	0.27	0.49	0.43	0.41	0.27
	コップ移動	0.29	0.42	0.63	0.32	0.83	0.98	0.83	0.89	0.02*	0.22	0.19	0.28	0.38
	色踏み	0.04*	0.15	0.84	0.84	0.56	0.86	0.93	0.86	0.11	0.16	0.43	0.41	0.45

χ^2 検定, 片側検定 有意水準* $p < 0.05$

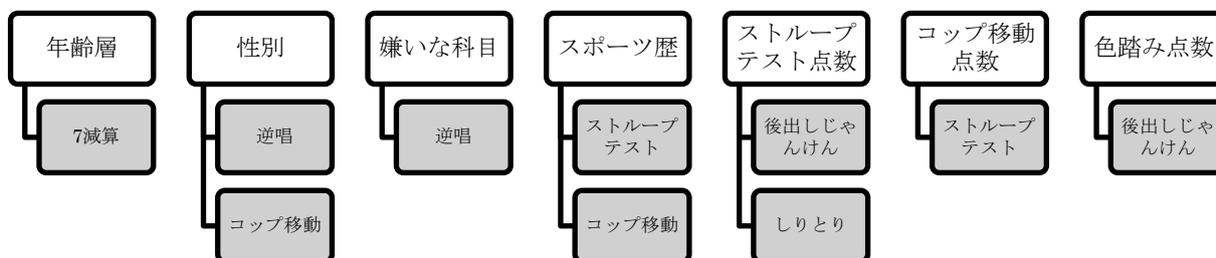


図 14. 基本属性・生活歴・課題正答数と各課題の感想において有意差を認めた項目

表 12. 各課題の正答数と基本属性・生活歴との連関に関する検定値

	じゃんけん	7減算	しりとり	逆唱	ストループ	コップ移動	色踏み
年齢層	0.46	0.75	0.28	0.28	0.14	0.75	0.66
性別	0.10	0.02*	0.46	0.01*	0.49	0.48	0.43
学歴	0.13	0.01*	0.55	0.03*	0.40	0.22	0.04*
好きな科目	0.75	0.25	0.55	0.29	0.37	0.50	0.46
嫌いな科目	0.91	0.40	0.22	0.42	0.91	0.91	0.44
スポーツ歴	0.61	0.01*	0.51	0.19	0.61	0.10	0.56
職歴	0.55	0.02*	0.64	0.14	0.01*	0.89	0.64
趣味	0.22	0.10	0.12	0.12	0.47	0.58	0.41
χ^2 検定, 片側検定 有意水準* $p < 0.05$							

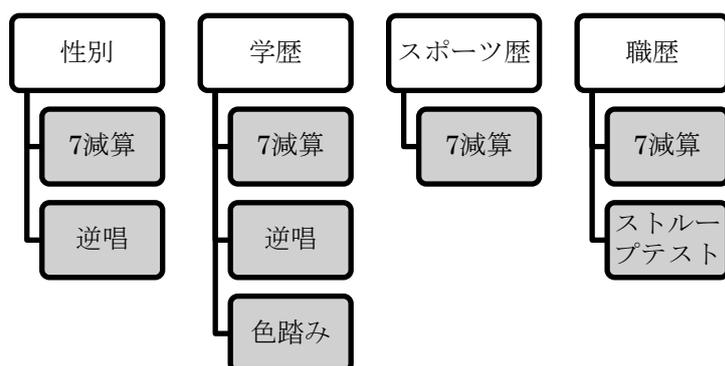


図 15. 基本属性・生活歴と各課題正答数において有意差を認めた項目

第 4 節 考察

今研究では、課題の好みや属性、生活歴などが課題成績に影響を与えると仮説を立てた。課題は先行研究でよく用いられているものや、高齢者の転倒予防で二重課題として用いられているものを 7 題あげた。

課題実施後の感想[楽しい/楽しくない, またやりたい/もうやりたくない]は、各課題と性別や認知課題の正答数、スポーツ歴との間に有意差が認められた。認知課題の正答数は、学歴やスポーツ歴、職歴との間に有意差が認められた。

課題の感想は正答数に影響がみられなかった。自由感想と課題成績について考察すると、正答数が低くても「面白い」、「頭を使うから訓練になりそう」といった前向きな感想が見受けられた。また、「好き」、「簡単」、「正解できた」という成功体験は好意的な感想につな

がりやすく、「嫌い」、「難しい」「できない」「面白くない」という失敗体験は否定的な感想につながりやすかった。課題の好みは正答数に影響すると仮説を立てたが、高齢者は、単純な好き/嫌いやできた/できないではなく、自身の身体機能や認知機能の訓練になりそうと感じるものは、続けて行いたいと考えていることが伺えた。今回はその場のみの練習と調査であったが、数回にわたり練習を行った後の結果は今回の結果と異なると考えられる。

また、減算や逆唱のように数字を用いる課題の正答数は、性別や学歴、職歴との関連がみられた。自由感想でも7減算と逆唱では「数字が好き/嫌い」「計算が好き/嫌い」といった特徴的な感想が多く聞かれた。算数や数学、計算に関わる期間が長い方が課題成績は高くなる傾向がみられた。

コップを動かす、じゃんけんをするといった単純で日常的に行う慣れ親しんだ動作は、他の因子の影響を受けにくいことが考えられる。

近年、リハビリテーション分野において二重課題をテーマにした研究が数多くみられており、評価や訓練に用いられている。しかし、個々の対象者に合わせた実施課題を選択した二重課題研究は報告されていない。

好きな課題には熱心に取り組むが、嫌いな課題だと行うこと自体が苦痛といった経験は誰にでもあるだろう。課題の好みや属性、生活歴などが課題成績に影響を与えると仮説を立てたが、今研究では課題の好みと正答数には関連が認められなかった。先行研究で多く用いられている逆唱や減算などの数字を用いる課題は、対象者の生活歴との関与が示唆された。また、コップ移動やじゃんけんなどの単純で日常的な動作は、対象者による差が生じにくいことも示唆された。加えて、今回対象とした高齢者には、課題成績や好みに関わらず今後の身体機能や認知機能強化に役立ちそうだから続けたいという感想が多く聞かれた。今後の課題として、対象者の課題への意識が、二重課題実施時にパフォーマンスに影響を与えるのかどうか調査する必要性が示唆された。

VIII章：結語

第1節 今後の課題

研究課題2において、3群に分類した対象者に運動機能の差があることが伺え、二重課題訓練実施後のパフォーマンスの変化が訓練によるものかどうかを示すことが困難であった。再度、3群の条件をそろえた上で調査をする必要がある。同時に、訓練期間・頻度・実施時間に対する再評価の必要性も示唆された。今回は、週に2回、1回あたり5分で4週間という期間で行ったが、これらの介入方法が適切であったかの検討が必要である。また、研究課題3で得られた結果から、課題に対する感想や生活歴などで群別した二重課題訓練実施後のパフォーマンスの変化や課題に対する感想の変化を追えると、さらに課題に影響を及ぼす因子に関する知見が深まることが考えられた。

第2節 結語

本研究の目的として、二重課題における第2課題の課題選択指標の作成をあげた。

リハビリテーション分野における二重課題に関する先行研究から、主に用いられている課題を7題あげ、それらの特性について調査した。

研究課題1では、PRTを用い、先行研究で多く用いられている第2課題の難易度を調査した。研究課題2では、第2課題の難易度の違いが二重課題訓練効果に与える影響について、研究課題1で得られた結果を基に最難課題と最易課題を設定し、4週間の二重課題訓練を実施し、訓練介入前後のパフォーマンスを評価し、訓練効果を考察した。

研究課題3では、第2課題設定に影響を与える因子について課題成績や課題実施後の感想と基本属性、生活歴等を用いて調査した。

得られた主な知見は以下のとおりである。

- 1) 運動課題よりも認知課題の方が課題難易度が高い。
- 2) PRTは課題難易度の測定に用いることができ、課題選択の1つの指標となり得る。
- 3) 二重課題の課題において、対象者の課題の好みよりも生活歴や訓練への意欲が課題成績に影響を及ぼすため、個々に設定することがパフォーマンス向上につながるという。

謝辞

本稿を終えるにあたり，研究にご協力いただきました皆様には心より感謝いたします。そして指導教官である国際医療福祉大学大学院 丸山仁司教授に感謝申し上げます。丸山教授には，研究の基本的な考え方から分析まで，丁寧にご指導いただきました。漠然とした研究テーマはあるものの具体的な形にできずに悩んでいたところを，常に適切なご指導で引き上げていただいたおかげで，何とかここまでたどり着くことができました。心より感謝申し上げます。

また，研究データの測定にご協力いただいた千葉徳洲会病院，飯山満レインボークリニックの皆様には心より御礼申し上げます。

最後に，この度の大学院生活を支えてくれた，夫，子供たち，そして両親に心より感謝いたします。皆の協力がなければ，決してここまでたどり着くことはできなかったと思います。ありがとうございました。

引用文献

- 1) Baddeley A. Working memory. *Science* 1992;255(5044):556-559
- 2) McNevin NH, Wulf G. Attentional focus on supra-postural tasks affects postural control. *Hum Mov Sci* 2002;21(2):187-202
- 3) Chiviawsky S, Wulf G, Wally R. An external focus of attention enhances balance learning in older adults. *Gait Posture*. 2010;32(4):572-575
- 4) Lundin-Olsson L, Nyberg L, Gustafson Y. "Stops walking when talking" as a predictor of falls in elderly people. *Lancet* 1997;349(9052):617
- 5) 島浩人,池添冬芽.加齢による二重課題バランス能力低下と転倒及び認知機能との関連について.理学療法科学 2009;24(6):841-845
- 6) 城野靖朋,金井秀作,後藤拓也ら.運動課題と認知課題の二重課題干渉効果.ヘルスプロモーション理学療法研究 2013;3(2):47-51
- 7) 佐川貢一,福川亮,本井幸介ら.二重課題歩行特性と副次課題成績を組み入れたワーキングメモリモデルによる健常高齢者の転倒経験の識別.人間工学 2014;50(6):342-349
- 8) 相馬正之,中江秀幸,安彦鉄平ら.二重課題条件下での非転倒経験者と転倒経験者の障害物を跨ぐ際の歩行調整の違いについて.ヘルスプロモーション理学療法研究 2012;1(2):117-121
- 9) 山田ともみ,染矢富士子.転倒経験者と未経験者における身体機能及び二重課題遂行パフォーマンスの差異.金沢大学つるま保健学会誌 2009;33(1):49-56
- 10) 山田実.注意機能トレーニングによる転倒予防効果の検証-地域在住高齢者における無作為化比較試験-.理学療法科学 2009;24(1):71-76
- 11) 樋口由美,渡辺丈眞,渡辺美鈴ら.転倒・閉じこもりハイリスク在宅高齢者に対する介入効果と二重課題法による評価. *Journal of Rehabilitation and Health Science* 2005;3:7-11
- 12) 井上優,平上尚吾,佐藤ゆかりら.脳卒中患者の Dynamic gait index による二重課題処理能力評価の妥当性の検証.理学療法科学 2012;27(5):583-587
- 13) Her Jin-Gang, Park Ki-dong, Yang Yeongae et al. Effects of Balance Training with Various Dual-Task Conditions on Stroke Patients. *Journal of Physical Therapy Science* 2011;23(5):713-717
- 14) 佐藤慎,大杉紘徳,大城昌平.高齢者の認知運動機能に対する足踏み運動と計算課題を組み合わせた二重課題自主トレーニングの効果.理学療法ジャーナル 2013;47(1):78-83
- 15) 山田実,古川裕之,東野江里ら.二重課題バランス訓練による歩容変化-健常高齢者を対象とした介入研究.総合リハビリテーション 2007;35(11).1353-1358
- 16) 井上優,原田和宏,佐藤ゆかりら.脳卒中患者に対する二重課題トレーニングの効果は脳

- 機能障害の違いによる影響を受けるのか？理学療法学 2016;43(2):158-159
- 17) 栗田泰成,天野麻美,大城昌平.大腿骨近位部骨折術後回復期リハビリテーションにおける二重課題トレーニングの効果.総合リハビリテーション 2012;40(12):1547-1554
 - 18) Coelho Flavia Gomes de Melo, Andrade Larissa Pires, Pedroso Renata Valle et al. Multimodal exercise intervention improves frontal cognitive functions and gait in Alzheimer's disease: A controlled trail. Geriatrics & Gerontology International 2013;13(1):198-203
 - 19) 原田一生,中村光.虚弱高齢者における二重課題 Timed Up and Go test の成績.理学療法研究 2015;5(1):1-7
 - 20) 大澤将真,新井剣一,鈴木友香子ら.注意資源の分配量が重心動揺に与える影響-dual task を用いた検討-.日本理学療法学会大会 2013;2012(0):48102088
 - 21) Venema DM, Bartels E, Siu KC. Tasks matter: a cross-sectional study of the relationship of cognition and dual-task performance in older adults. J Geriatr Phys Ther 2013;36(3):115-122
 - 22) 西村美帆,成瀬九美.高齢者の運動パフォーマンスに認知課題が及ぼす影響.奈良女子大学スポーツ科学研究 2012;14:37-43
 - 23) 藤原貴之,藤原圭太,松原直記ら.Dual task 歩行時の重心動揺.神戸学院総合リハビリテーション研究 2008;4(1):42-45
 - 24) Montero-Odasso M, Muir SW, Speechley M. Dual-task complexity affects gait in people with mild cognitive impairment: the interplay between gait variability, dual tasking, and risk of falls. Arch Phys Med Rehabil 2012;93(2):293-299
 - 25) Beauchet O, Dubost V, Gonthier R, et al. Dual-task-related gait changes in transitionally frail older adults: the type of the walking-associated cognitive task matters. Gerontology 2005.51(1):48-52
 - 26) Beauchet O, Dubost V, Aminian K, et al. Dual-task-related gait changes in the elderly: does the type of cognitive task matter? J Mot Behav 2005;37(4):259-264
 - 27) 藤村昌彦,波之平晃一郎.二重課題下の持ち上げ動作に関する筋電図学的研究.日本職業・災害医学会会誌 2011;59(3):120-124
 - 28) 大西耕平,下井俊典,丸山仁司.二重課題歩行における携帯電話操作課題と運動課題,認知課題との比較.理学療法学会大会 2013;2012(0):48101874
 - 29) 大城彩乃,伊集章,末吉恒一郎ら.同時二重課題(Dual Task)を用いての日常生活歩行の評価手段.沖縄県理学療法士会学術誌 2012;13:16-18
 - 30) 浅見正人,下井俊典.地域在住高齢者における Dual Task が Timed Up & Go Test に与える影響.日本理学療法学会大会 2009;2008(0):E3P3208

- 31) 海老澤玲,清水忍,塚原都代ら.Dual-task において使用する認知課題の難易度による重心動揺の変化-パーキンソン病患者と健常大学生との比較-.日本理学療法学会大会 2009;2008(0):A3P1143
- 32) 渡邊慶,船橋新太郎.2 つのことを同時にうまくできないのはなぜか-二重課題干渉を生じるメカニズム-.BRAIN and NERVE 2015;67(10):1215-1229
- 33) 森下将多,島岡秀奉,藤本弘明.Timed Up & Go Test に認知課題を付加した場合の動作遂行時間への影響.PT ジャーナル 2013;47(3):259-264
- 34) D'Esposito M, Detre JA, Alsop DC, Shin RK, et al. The neural basis of the central executive system of working memory. Nature 1995;378:279-281
- 35) Baddeley A, Della Sala S, Papagno C, et al: Dual-task performance in dysexecutive and nondysexecutive patients with a frontal lesion. Neuropsychology 1997;11:187-194
- 36) Klingberg T.Concurrent performance of two working memory tasks:potential mechanisms of interference. Cereb Cortex 1998;8:593-601
- 37) Adcock RA, Constable RT, Gere JC, et al. Functional neuroanatomy of executive processes involved in dual-task performance. Proc Natl Acad Sci USA 2000;97:3567-3572
- 38) 黒沢和生.プローブ反応時間からみた移動能率に関する研究.杏林医学会雑誌 1994;25(4):527-536
- 39) 渡辺めぐみ,箱田裕司,松本亜紀.新ストループ検査は注意機能の臨床評価ツールとなりうるか?九州大学心理学研究 2013;14:1-8
- 40) MacDonald AW 3rd, Cohen JD, Stenger VA, et al. Dissociating the dorsolateral prefrontal and anterior cingulate cortex in cognitive control. Science 2000;288:1835-1838
- 41) 丸谷康平,杉本諭,伊勢崎嘉則ら.後出しじゃんけんにおける関連因子の検討-MMSE および N-ADL を用いて-.第 19 回全国介護老人保健施設大会抄録集 2008:84
- 42) Omori M, Yamada H, Murata T, et al. Neural substrates participating in attentional set-shifting of rules for visually guided motor selection: a functional magnetic resonance imaging investigation. Neuroscience Research 1999;33(4):317-323
- 43) 内藤健一.後出しじゃんけんにおける遂行回数と Trail Making Test との関連.九州保健福祉大学研究紀要 2016;17:25-31
- 44) 大森肇,澤入正通,窪田辰政ら.運動が計算課題遂行に及ぼす影響と脳機能計測法によるメカニズムの検討.東海大学紀要.海洋学部 2007;5(2):47-54

- 45) 森田喜一郎. 認知症の認知機能の特徴: 精神生理学的検討. 老年期認知症研究会誌 2012;19(3):70-72
- 46) 国立研究開発法人国立長寿医療研究センター. 認知症予防へ向けた運動コグニサイズ. <http://www.ncgg.go.jp/cgss/department/cre/documents/cogni.pdf> 2016.11.5
- 47) Stroop J. Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology* 1935;28:643-662
- 48) Mathis A, Schunck T, Erb G, et al. The effect of aging on the inhibitory function in middle-aged subjects: a functional MRI study coupled with a color-matched Stroop task. *International Journal of Geriatric Psychiatry* 2009;24:1062-1071
- 49) 丹治順. 脳と運動-アクションを実行させる脳. 東京: 共立出版株式会社, 2004:20-24
- 50) Lundin-Olsson, Nyberg L, Gustafson Y. Attention, frailty, and falls: the effect of a manual task on basic mobility. *J Am Geriatr Soc* 1998;46(6):758-761
- 51) 井平光, 古名丈人, 牧迫飛雄馬ら. 姿勢制御課題の難易度とプローブ反応時間の関係. *理学療法科学* 2009;24(5):727-732
- 52) Yamada M, Higuchi T, Tanaka B, et al. Measurements of stepping accuracy in a multi-target stepping task as a potential indicator of fall risk in elderly individuals. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2011;66(9):994-1000
- 53) Vuillemea N, Nougiera V, Teasdale N. Effects of a reaction time task on postural control in humans. *Neurosci Lett* 2000;291(2):77-80
- 54) Lajoie Y, Teasdale N, Bard C, et al. Attentional demands for static and dynamic equilibrium. *Exp Brain Res* 1993;97(1):139-144
- 55) Lajoie Y, Teasdale N, Bard C, et al. Upright standing and gait: are there changes in attentional requirements related to normal aging? *Exp Aging Res* 1996;22:185-198
- 56) Teasdale N, Bard C, LaRue J, et al. On the cognitive penetrability of postural control. *Exp Aging Res* 1993;19:1-13
- 57) 平澤利美, 眞田敏, 柳原正文ら. 改訂版 Stroop テストの年齢別標準値および干渉効果に関する指標の発達的变化. *脳と発達* 2009;41:426-430
- 58) 宮坂綾平, 徳田良英. ストループ課題の難易度と脳賦活度の関係について-近赤外分光法 (NIRS) を用いた血液中ヘモグロビン濃度変化の検討-. *帝京平成大学紀要* 2013;24(1):199-203
- 59) 山口昌樹. 唾液マーカーでストレスを測る. *日本薬理学雑誌* 2007;129(2):80-84
- 60) Kazunori Akizuki, Yukari Ohashi. Measurement of functional task difficulty during motor learning: What level of difficulty corresponds to the optimal challenge point? *Human Movement Science* 2015;43:107-117

- 61) Jansma JM, Ramsey NF, Slagte HA, et al. Functional anatomical correlates of controlled and automatic processing. *J Cogn Neurosci* 2001;13:730-743
- 62) Milham MP, Banich MT, Claus ED, et al. Practice-related effects demonstrate complementary roles of anterior cingulate and prefrontal cortices in attentional control. *Neuroimage* 2003;18:483-493
- 63) Ramsey NF, Jansma JM, Jager G, et al. Neurophysiological factors in human information processing capacity. *Brain* 2004;127:517-525
- 64) Ruthruff E, JOHNston JC, Van Selst, et al. Why practice reduces dual-task interference. *J Exp Psychol Hum Percept Perfrom* 2001;27:3-21
- 65) Ruthruff E, JOHNston JC, Van Selst, et al. Vanishing dual-task interference after practice: Has the bottleneck eliminated or is it merely latent? *J Exp Psychol Hum Percept Perfrom* 2003;29:280-289
- 66) 渡邊慶,船橋新太郎.二重課題の神経生物学：二重課題干渉効果と前頭連合野の役割. *霊長類研究* 2015;31(2):87-100
- 67) 佐川貢一,福川亮,本井幸介ら.二重課題歩行特性と副次課題成績を組み入れたワーキングメモリモデルによる健常高齢者の転倒経験の識別. *人間工学* 2014;50(6):342-349
- 68) 平島賢一,鷺春夫,田頭勝之ら.地域在住高齢者における二重課題下動的バランスの特徴. *理学療法科学* 2013;28(3):403-406
- 69) 山田実,村田伸,太田尾浩ら.高齢者における二重課題条件下の歩行能力には注意機能が関与している-地域在住高齢者における検討-. *理学療法科学* 2008;23(3):435-439
- 70) 山田実,上原稔章.二重課題条件下での歩行時間は転倒の予測因子となりうる-地域在住高齢者を対象とした前向き研究-. *理学療法科学* 2007;22(4):505-509