

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 25 日現在

機関番号：32204

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25350705

研究課題名(和文) 二重課題を用いた児童の注意処理機能の解明

研究課題名(英文) Attentional resource allocation during dual tasks in children

研究代表者

金田 健史 (TAKESHI, KANEDA)

白鷗大学・教育学部・准教授

研究者番号：00406232

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では児童が二重課題を遂行する際にみられる注意処理機能の特徴について検討することを目的とし、二重課題の課題依存的な影響について検討した。その結果、児童では成人と同様に二重課題の影響を受け、運動課題、認知課題のいずれにも正確性や反応時間の低下、注意処理資源の配分の変化が認められた。また、二重課題をおこなう際に、運動課題の追跡速度の遅速では違いがみられないが、追跡予測性の有無によって二重課題における注意処理資源の配分に違いが認められた。

研究成果の概要(英文)：The objective of this study was to identify the effects of attentional resource allocation in children under several dual-task conditions. Tracking speed and tracking predictability were manipulated to vary task difficulty. The P300 amplitude was reduced in the dual-task condition compared to those in the oddball-only condition. The fast tracking speed produced lower tracking accuracy and later RT. However, the tracking speed did not affect the P300. In contrast, the P300 amplitude was smaller when the change in tracking direction was unpredictable than when it was predictable.

研究分野：運動生理学

キーワード：児童 二重課題 注意処理資源 ERPs P300 tracking

1. 研究開始当初の背景

ヒトは日頃より複数の事柄を同時に実施して日常生活やスポーツ活動をおこなっており、自動車の運転や球技種目のプレー中では必要な動作を継続しながら、周りの状況に注意を払い必要な行動を遂行できる。例えば、自動車や自転車の運転中にハンドル操作をしながら同伴者と話をすることや、自宅でテレビに耳を傾けながら料理をすることもできる。このようなことは一見当たり前のように思われるが、手元でおこなっている事柄と全く異なった身体の部位を使用し、他者の言葉に耳を傾げるためには、一つ一つの事柄が疎かになっては正確に実施することはできない。このため、自動車や自転車の運転中に携帯電話を操作するというによりハンドル操作が疎かになり、事故を招きやすいことでもよく知られている (Redelmeier and Tibshirani, 1997; Strayer and Johnston, 2001)。このようなことはスポーツ活動においては誰もが体験することである。例えば、サッカーやバスケットボールでは、ドリブルという動作のみでパフォーマンスは完結せず、ドリブルしながら相手選手を抜き去ったり、味方選手へのパスやゴールへのシュートの選択をしていくというプレーが頻繁にみられる。このため、ドリブルしているボールに注意を向けると、周りの状況を正確に把握することができず、相手選手が近づいていることに気づかずボールを奪われることや、パスやシュートにミスが生じる。これは脳内の注意処理機能が必要な情報を適宜役割分担し、実行することにより可能となっている。この一連の脳機能は日常生活やスポーツ場面における状況判断、運動遂行、技術習得などあらゆる場面に必要な中枢神経系の働きの一つである。このように複数の課題を同時にこなう際に生じるメカニズムを検討するために、二重課題がよく用いられる。特に二重課題を用いた研究では、注意処理資源が個々の課題に配分されるため、単一で課題をおこなう場合よりも反応時間の遅延やエラー数の増加が生じると考えられている (二重課題干渉)。また、二重課題干渉が生じるメカニズムをさらに検証するために脳波や脳血流なども指標として用いられるようになってきている。この中でも、特に脳波は簡易に測定が可能であることとともに、運動課題に関する制限があまりないことに加え、脳波に含まれる脳電位成分 (N1, N2, P3 等) が注意処理機能を反映すると考えられているため、成人を対象とした報告において二重課題では単一課題に比べて脳電位成分の振幅低下が報告されている (Kok et al., 1997)。また、この注意処理資源の配分はおこなう課題によって影響されることも報告されており、Kida et al. (2004) は運動課題として用いた tracking speed の違いでは ERP 振幅に差はみられないが、tracking の動きが予測できない条件では予測できる条件に比べて ERP 振幅

が低下したことから、ヒトにおいても注意処理資源の配分が課題依存的に変化すると考えられる (Kida et al.; 2004)。

複数の事柄を同時にこなうということは日常生活やスポーツ活動において頻繁にみられることであるけれども、常にある事柄に対して十分な注意処理資源の配分が必要であるかといえ、必ずしもそうではない。つまり、課題の反復によって一方、ないしは両方もパフォーマンスが高まれば、それまでと同じように色々なことに注意を払わなくとも複数の事柄を同時にこなうことはそれほど難しく感じることはない。自動車の運転やスポーツ選手のプレーは初心者の時と比べれば明らかである。このような点から、Kida et al. (2012) は課題の反復によってパフォーマンスの向上と共に P300 振幅が低下していくことを報告している。このことから、課題や運動の反復によりみられる習熟過程では、注意処理資源の配分が変化することが考えられる。今回我々が対象としている児童期にある子どもたちは、ゴールデンエイジと呼ばれる運動習熟に適した時期として知られ、そのスポーツに特有に技能を習得していく上で欠かせない時期であると考えられているものの、この時期にどうしてこういった現象が生じるかはあきらかではない。このため、児童期における注意処理機能に関して検討していくことは意義があるにもかかわらず、この時期にみられる注意処理機能に関しては十分に明らかとなっていない。本研究において、二重課題における児童の注意処理機能を運動課題と認知課題を組み合わせた二重課題によって検証することにより、児童における注意処理資源の配分が成人と同様に課題依存的に変化するか、また成人と異なる特徴を有するかに関して検討することができれば、発達段階にみられる注意処理機能の特徴について検証していくことにも繋がると考えられる。

2. 研究の目的

本研究では、児童期にある子どもたちが二重課題をおこなう際にみられる注意処理機能の特徴を検討することを目的とし、二重課題の課題依存的な影響について検討した。

3. 研究の方法

(1) 研究1: 二重課題の遂行が児童の注意処理機能に及ぼす影響

児童期を含む、小学校2年生から中学校2年生までの広い年齢の対象に成人と同様の二重課題の遂行が可能か、また単一課題において測定している反応時間 (RT) やエラー率、パフォーマンスの正確性といった項目が単一課題の組み合わせた二重課題遂行時にどう影響されるかについて検討した。

用いた課題はスポーツ場面等でみられる運動課題 (グリップ把持動作を用いたマッチング課題) と認知課題 (聴覚オドボール課題)

による二重課題であり、それぞれを単一で実行した条件 (Matching 条件, Oddball 条件) とこの二条件を同時におこなった二重課題条件は参加者毎でカウンターバランスをとっておこなわれた。運動課題であるマッチング課題は参加者の眼前 1m に設置されたモニタに表示された target bar が上下に移動し、モニタ上に表示されている参加者の発揮張力 (左手でのグリップ把持) によって上下する bar で target bar を追跡する (tracking) という課題であった。一方、認知課題である聴覚オドボール課題はヘッドフォンから聞こえてくる二種類の音刺激のうち、呈示確率の低い標的刺激が呈示されたらできるだけ素早く右手母指によるボタン押しをおこなうという課題であった。この際、聴覚オドボール課題遂行時に記録された反応時間 (RT), エラー率, および脳波測定において記録された事象関連電位 (ERPs) を解析処理した。また、マッチング課題遂行中の発揮張力をターゲットの張力と tracking error から正確性を評価した。

(2) 研究 2: 追跡速度の違いが二重課題遂行中の児童の注意処理機能に及ぼす影響

前年度の研究結果をもとに、二重課題の課題依存性について検討するために二重課題のうち運動課題として用いたマッチング課題について、目標であるバーの tracking speed を操作した。このため、本研究では認知課題のみをおこなう条件を Oddball 条件 (単一課題) としておこない、運動課題として tracking speed が異なる二重課題条件を参加者 (児童) への負担を考慮しながら二条件 (speed の遅速) をおこなった。運動課題として用いた握力把持動作は研究 1 と同様のターゲット追跡課題であったが、この追跡速度が異なる二種類の運動課題 (Dual Slow 条件と Dual Fast 条件) を認知課題と同時に実施して二重課題をおこなった。各条件は参加者毎でカウンターバランスをとっておこなった。運動課題において発揮する左手によるグリップ把持最大発揮張力を 10% MVC とし、運動課題において移動する target bar に対してどれだけ正確に force tracking ができたかを tracking の正確性 (%) として評価した。また、聴覚オドボール課題遂行時に記録された反応時間 (RT), エラー率, および脳波測定において記録された事象関連電位 (ERPs) を解析処理した。

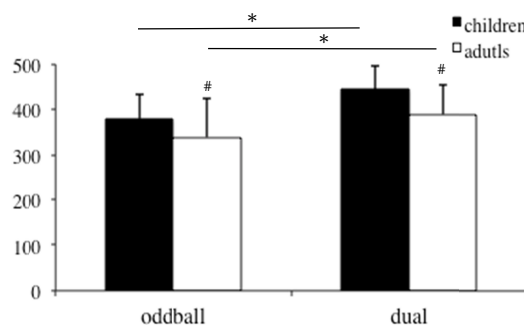
(3) 研究 3: 追跡予測性の違いが二重課題遂行中の児童の注意処理機能に及ぼす影響

研究 2 と同様に二重課題の課題依存性について検討するため、二重課題のうち運動課題として用いたマッチング課題について、target bar の tracking が予測できる条件と予測できない条件を用いて追跡予測性に関して検討した。このため、認知課題のみをおこなう条件を Oddball 条件 (単一課題) としておこない、追跡予測性が異なる二重課題を二条件用いた。運動課題において発揮する最大発揮張力は研究 2 と同様に左手によるグリップ把

持最大発揮張力の 10% MVC であった。二重課題の際に用いる運動課題は握力把持動作を遂行することによる target bar の追跡課題であったが、上下への target bar の移動が予測可能である Dual Control 条件は target bar が 0 ~ 10% MVC の間を上下に規則正しく移動する運動課題を遂行しながら、同時に認知課題をおこなう二重課題であった。一方、上下への target bar の移動予測ができない Dual Random 条件は target bar が発揮する 0 ~ 10% MVC の間のどこかでランダムに切り返す運動課題を遂行しながら、同時に認知課題をおこなう二重課題であった。運動課題において移動する target bar に対してどれだけ正確に force tracking ができたかを tracking の正確性 (%) として評価した。また、聴覚オドボール課題遂行時に記録された反応時間 (RT), エラー率, および脳波測定において記録された事象関連電位 (ERPs) が認知課題を検討するために解析処理された。

4. 研究成果

(1) 研究 1: 最も年齢が低い小学二年の児童においても同様の実験デザインが実施可能であることが確認された。本研究では、マッチング課題を単独でおこなった matching 条件と比べて、二重課題条件の場合に児童においても正確性の低下が確認された。また、認知課題を単独でおこなった Oddball 条件と比べて、二重課題条件において、児童、成人とも反応時間 (RT) の遅延 (図 1) やエラー率 (OE) の増大がみられ、P300 振幅にも低下が確認された。このことから、児童においても成人と同様に二重課題干渉が生じたと考えられる。

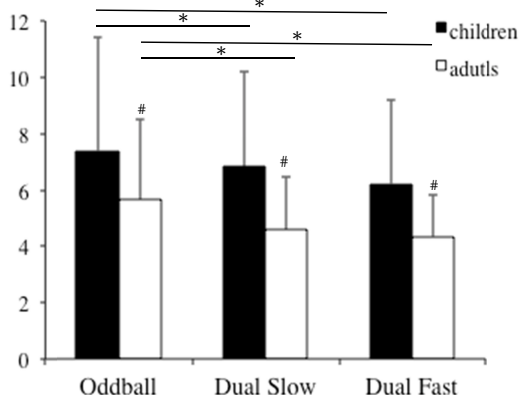


(図 1) oddball 課題と二重課題における児童と成人の反応時間

(2) 研究 2: 二重課題の課題難易度を操作するためにマッチング課題の追跡速度を操作した際に生じる二重課題干渉の影響を検討するため、二重課題を二条件おこなったが、児童においても十分に課題をおこなうことができた。

二重課題の際に用いた運動課題では、Dual Fast 条件における tracking の正確性が Dual Slow 条件よりも低下した。また、児童における tracking の正確性は成人よりも低かった。認知課題を単独でおこなった Oddball 条件と比べて二重課題条件 (Dual Slow 条件と Dual

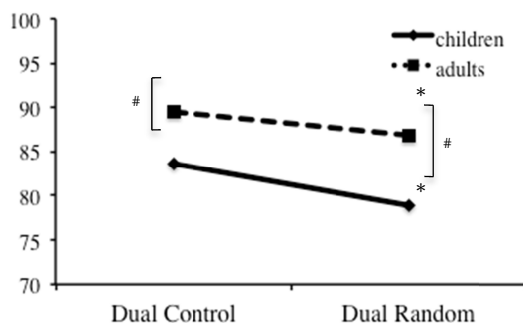
Fast 条件)では,いずれも RT は遅くなったが,追跡速度による違いは認められなかった。P300 振幅はOddball 条件に比べて二重課題の両条件で低下する傾向が認められた(図2)。



(図2) oddball 課題と二重課題 (Dual Slow, Dual Fast) における児童と成人の P300 振幅

(3) 研究3: 二重課題の際に用いた運動課題では,児童における tracking の正確性は成人よりも低かった。また,二重課題間での tracking の正確性は児童,成人とも Dual Random 条件における tracking の正確性が Dual Control 条件よりも低下し,児童では成人よりも追跡予測性の違いにより正確性が低下した(図3)。

認知課題を単独でおこなった Oddball 条件と比べて二重課題条件では,RT は Oddball 条件に比べて, Dual Control 条件, Dual Random 条件のいずれでも遅延したが,追跡予測性の違いは認められなかった。P300 振幅は Oddball 条件に比べて Dual Random 条件では有意な振幅がみられ, Dual Control 条件では低下する傾向が認められた。



(図3) 二重課題 (Dual Control, Dual Random) における児童と成人の Tracking の正確性

これらのことから,児童においても成人と同様の注意処理機能が備わっており,二重課題において注意処理資源の配分が低下し,反応時間の遅延や正確性の低下が認められるとともに,注意処理資源の配分は追跡速度によって影響は受けないが,追跡予測性の違いによって影響を受けることが明らかとなった。

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 4 件)

1. Kida T, Tanaka E, Kakigi R: Multi-dimensional dynamics of human electromagnetic brain activity. *Frontiers in Human Neuroscience*, 査読有, 9: 713, 1-20, 2016.
2. Kida T and Kakigi R: Neural mechanisms of attention involved in perception and action: From neuronal activity to network. *The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*, 査読有, 4, 161-169, 2015.
3. Hayashi Y, Nishihira Y, Higashiura T, Usui S: The effects of different intensities of exercise on night sleep. *Advances in Exercise and Sports Physiology*, 査読有, 20, 19-24, 2014.
4. Kida T: Attentional modulation and control in the human somatosensory system. *Advances in Exercise and Sports Physiology*, 査読有, 20, 51-56, 2014.

(学会発表)(計 3 件)

1. 金田健史, 木田哲夫, 東浦拓郎, 野間明紀, 西平賀昭: 二重課題遂行時にみられる児童の注意処理機能とパフォーマンスに関する検討. 第 22 回日本運動生理学会大会, 2014.
2. 金田健史, 野間明紀: 運動経験の違いにより生じる二重課題のパフォーマンスに関する検討. 第 65 回日本体育学会大会, 2014.
3. 金田健史, 木田哲夫, 東浦拓郎, 野間明紀, 小川幸代, 西平賀昭: 追跡速度の違いが児童の二重課題における注意処理機能に及ぼす影響. 第 70 回日本体力医学会大会, 2015.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

金田 健史 (KANEDA TAKESHI)

白鷗大学・教育学部・准教授

研究者番号: 00406232

(2) 研究分担者

木田 哲夫 (KIDA TETSUO)

生理学研究所・統合生理研究系・特任准教授

授

研究者番号: 80419861

東浦 拓郎 (HIGASHIURA TAKURO)

亜細亜大学・法学部・講師

研究者番号: 50436268