

表情顔の検出における音楽の効果 ——事象関連脳電位による検討——

The effect of background music in emotional face detection : An investigation using event related brain potentials

安田 恭子*

Yasuko YASUDA

要 旨

表情顔の検出における背景音楽 (BGM) の効果について、音楽・音響の専門家ではない高齢者7名と大学生7名を対象に検討した。実験参加者には、コンピュータ画面上に呈示された4つの顔の中から、1つだけ呈示されている怒り顔もしくは幸福顔を検出させる位置弁別課題を課した。音楽あり条件ではテンポ120前後のマーチを背景音楽として流し、課題に従事させた。その結果、反応時間については、怒り顔は幸福顔よりも検出時間が短く、若齢者は高齢者よりも検出時間が短いことが示された。BGMの効果については、反応時間の観点からは統計的に有意な効果は検出されなかった。しかし、高齢者1名と若齢者1名による事象関連脳電位の観点からは、顔の同定に関連した成分であるN170がみいだされるとともに、怒り顔の検出における音楽あり条件で高齢者のN170振幅が増大することが示された。

キーワード：表情顔 背景音楽 事象関連脳電位 高齢者 位置弁別課題

I. はじめに

音楽聴取は人に感情を喚起させる。情動の状態とそれに関連する神経基盤についての研究は、活発な研究領域の一つである。近年、成人を対象とする表情顔の認知過程について様々な研究が遂行され、ネガティブな情動価をもつ怒り顔は中性顔あるいはポジティブな情動価をもつ幸福顔よりも注意が向けられやすいことが示唆されている (Hansen & Hansen, 1988; Hahn, Carlson, Singer, & Scott, 2006)。

たとえば、成人を対象にした Fox, Lester, Russo, Bowles, Pichler, & Dutton (2000) の研究では、3つの中性顔と1つの幸福顔 (1H3N) 条件に比べ、3つの中性顔と1つの怒り顔 (1A3N) 条件の遂行成績が高く、ディストラクターの数や性質が等しいにもかかわらずターゲット顔の表情によって遂行成績が異なることが示されている。

中性顔や幸福顔よりも怒り顔へ注意が向きやすいという傾向の一解釈として、吉川・佐藤 (2000) は表情の知覚機構が“自分にとって意味のある情報 (他者の怒り)” の検出にとくにすぐれた性能をもっていることを示唆している。他者の表情から得られる情報は社会的関係の中で生活する人間にとって高い生物学的価値があり、表情はその顔の知覚を促進するという。そして、他者の表情は自分に対して他者がどのように行動しよう

* 愛知淑徳大学人間情報学部 yasudays@asu.aasa.ac.jp

としているのかを予測する手がかりとなり、怒りの表情は攻撃行動を、笑みの表情は親和的な行動が予期されると述べている。

ところが、高齢者を対象として表情検出をさせた Derek, Heather, Deborah, & Hugh (2006) の研究によれば、怒り顔への注目よりも幸福顔への注目の方が有意に早いと報告されている。この結果は、高齢になると円滑な人間関係の構築のためには怒り顔よりも幸福顔の情報を利用した方がよいと経験的に学習してきたためであると解釈されている。また一方で、成人の高不安者は表情顔への反応が遅いとの報告 (Fox, Russo, Bowles, & Dutton, 2001) や脅威刺激へより注意が向きやすいとの報告もある (守谷・丹野, 2007; 大友・上野・松嶋・丹野, 2008)。これらの研究においては、怒り顔への注意の向きやすさは進化論的な観点から議論され、脅威信号を表す表情は他の顔の中からポップアウトして知覚されると解釈されることが多い。上述した研究からは、怒り表情への注意の優位性は人に生得的に備わった絶対的なものではなく、社会や文化的背景や経験、性格傾向や感情といった要因によってかなり左右されると予測できる。

事象関連脳電位を測度に用いた研究からは、顔に関連した電位として N170 が知られている (Bentin, Allison, Puce, Perez, & McCarthy, 1996)。N170 は、後側頭脳領域における顔の構造的情報の視覚処理を反映すると解釈されている (Haxby, Hoffman, & Gobbini, 2002)。成人において、N170 は恐怖顔でより大きく発達し、7か月の乳児においては P400 が恐怖顔でより大きく発達したことが報告されている (Leppänen, Moulson, Vogel-Farley, & Nelson, 2007)

ところで、ある作業効率に影響を及ぼす外的刺激の一例として BGM があげられる。作業中に流す BGM の効果について、Fox & Embrey (1972) は作業時間内の覚醒水準が低下する時間帯に合わせて BGM を提供した場合に BGM が作業能率を向上させ、その音楽的な特徴としては活発なものが望ましいと結論した。また、符号化課題における BGM の効果について Sogin (1988) は、BGM の有無やジャンルによって遂行量、成績に差が生じないことを示し、符号化課題においては BGM の存在が無視される可能性を示唆した。ところが、実験参加者は BGM のリズムや音量の要素が課題遂行の妨げになったと主観的な報告をしている。他方、菅・岩本 (2003) は作業量に差がなかったもの的高揚的な音楽を BGM として用いると BGM がない場合と比較して、計算課題作業に「集中してできた」と感じられ、BGM の付加によって集中して課題に取り組めた気になると報告している。

上述のように BGM と作業効率の関係性については研究によって見解が一致せず、明らかでない点が多い。また、計算課題などの認知課題において BGM の効果が検討されることが多く、位置弁別課題や視覚探索課題などの視覚的注意に関連した課題に音楽を付加した研究はあまりみられない。しかしながら、BGM の効果が得られた結果を鑑みると概ね高揚的な音楽や活発な音楽に作業効率を高める効果があると推測される。さらに、テンポ 116 の音楽に集中力を高める効果があるとして、マーチを中心に選曲された CD が販売されている (土田, 2005; CD: UCCD-3400, DECCA)。したがって、作業効率を高める BGM の音楽的特徴を兼ね備えている楽曲としてマーチを取り上げ可能であり、表情顔の位置弁別課題に音楽を付加し、その遂行成績について検討することは興味深い。

そこで、本研究では上述した先行研究において示唆されているように、高揚的な感情価をもつ音楽を表情顔の位置弁別課題の背景音楽として呈示し、その効率性を検討する。とくに、BGM の有無によって幸福顔と怒り顔に対する位置弁別課題の遂行成績 (反応時間) に差異が生じるのか、若齢者と高齢者ではその傾向が異なるのか、若齢者と高齢者における表情顔の脳内情報処理過程がどのように進行しているのかを検討する。

II. 方法

実験参加者 若齢者群として大学生 7 名 (女性 4 名, 男性 3 名) と高齢者 11 名 (女性 5 名, 男性 6 名) が実験に参加した。測定機器の故障により高齢者については 7 名 (女性 4 名, 男性 3 名) がデータ解析の対象となっ

た。実験参加者の平均年齢は、若齢者群が20.14歳（範囲19歳-21歳）、高齢者が72歳（範囲64-82歳）であった。視覚機能は矯正視力を含めて異常はなかった。なお、すべての実験参加者から実験に先立ち実験参加の同意を得ている。

刺激と課題 刺激は線画で描いた単純な表情図形で、表情の種類は怒り、幸福、中性の3種類であった。それらの刺激画の顔の大きさは視角約3.5°でコンピュータ画面上に呈示した。実験参加者には、4つ同時に呈示された顔の中から一つだけ表情が異なるものをできるだけ早く検出するように要請した。ディストラクターはすべて中立顔に揃え、ターゲットが怒り顔と幸福顔の場合の2種類を設定した。したがって要因計画は、2（年齢：若齢者、高齢者）×2（ターゲット：怒り顔、幸福顔）×4（刺激呈示位置：左上、右上、左下、右下）×2（音楽：あり、なし）の4要因混合計画であった。年齢は被験者間要因であり、ターゲットと刺激呈示位置および音楽は被験者内要因であった。音楽刺激は、運動会などで馴染みの深いマーチ20曲（ラデッキー行進曲、軍艦行進曲、エル・カピタンなどCD：UCCD-3400, DECCA）を使用し、プレイヤー（SONY-NW-A855）に接続されたスピーカー（BOSE Computer Music Monitor）から騒音レベル47.3dB（LAeq）で提示された（騒音計：リオン株式会社 普通騒音計 NL-27）。また、音楽あり条件となし条件は実験参加者毎にカウンターバランスを図った。

手続き 若齢者、高齢者ともに個別実験で実施した。練習試行を数回行い、実験参加者がやり方を理解してから本試行を実施した。初めに、画面中央に固視点が500ms呈示され、その後ひとつだけ異なる表情の顔（ターゲット）を含む表情顔が2500ms呈示された。刺激間間隔は3秒で次の試行へと移動した。これを1試行とし、1ブロック32試行、最高で12ブロック計384試行、最小で5ブロック計160試行を実施した。なお、各ブロックの最初には眼電位の脳波への影響を考慮し、これらの試行数に含まれていないダミー試行が2試行ずつ挿入されていた。実験参加者が望めば1ブロック毎に休憩をはさんだ。実験の最後には、BGMとして呈示されていた音楽刺激に関する調査を実施し、実験参加者の音楽に対する感情価や気つきなどを測定した。

記録と分析 生体信号の測定には多用途生体アンプ（Polymate）AP1132mを用いて信号を増幅し、サンプリング周波数1000Hzで記録した。脳波は銀・塩化銀電極を用いて国際10-20法に基づいたFz、Cz、Pz、T5、T6の5部位から導出し、両耳朶を基準電極とした。左眼角から水平眼球電位を、Fp2で垂直眼球電図を測定した。反応時間は脳波とともに記録された。脳波はトリガーの前100msからトリガー後1900msまでの区間を分析対象とし、基線はトリガー前の100msの平均電位とした。なお、瞬目や眼球運動などにより±100μV以上の電位変化が生じた試行と誤反応試行は加算処理から除外した。

Ⅲ. 結果

反応時間

反応時間について100msよりも速く2000msよりも遅い反応時間およびエラーしたものは分析から除外して分析を実施した。Table 1には、年齢、ターゲット、刺激呈示位置、音楽の別に平均反応時間と標準偏差を示す。

Table 1 実験条件別の反応時間と標準偏差

ターゲット	呈示位置	若齢者				高齢者			
		音楽あり		音楽なし		音楽あり		音楽なし	
		平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD
幸福顔	左上	639.30	146.09	622.69	156.93	750.51	147.29	804.55	162.94
	右上	583.76	88.73	603.99	161.38	841.04	191.84	813.04	172.73
	左下	625.37	132.82	650.63	178.66	775.05	78.06	809.09	122.29
	右下	618.96	170.84	625.78	173.89	826.75	89.08	843.78	140.50
怒顔	左上	558.68	111.58	552.70	138.01	675.29	69.60	682.75	114.63
	右上	529.54	65.85	552.68	104.94	686.37	93.21	710.31	133.44
	左下	565.08	120.12	576.39	136.87	724.59	79.14	714.06	94.58
	右下	562.14	114.19	594.86	184.15	764.68	105.73	783.95	155.12

要因計画に基づき分散分析を実施した結果、顔の主効果 ($F(1,12) = 64.41, p < .001$) と年齢の主効果 ($F(1,12) = 8.14, p < .05$) が有意であった (Figure 1)。したがって、若齢者と高齢者では、若齢者の表情顔の検出がより早く、怒り顔と幸福顔では怒り顔の検出がより早いことが分かった。なお、誤答率については、若齢者が 0.45% (範囲 0-1.04%)、高齢者が 1.36% (範囲 0-4.38%) であった。

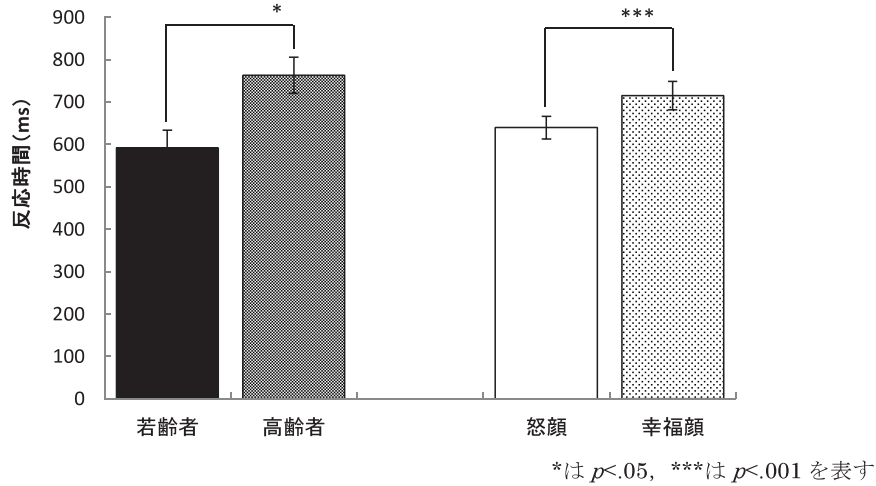


Figure 1 RTの主効果に関する反応時間

事象関連脳電位

各年齢群において、加算回数を最も多く確保することができた実験参加者を1名ずつ選出した。実験参加者毎にターゲット条件および音楽条件別に Cz 部位から導出された脳波について刺激提示前 100 ms から刺激提示後 500 ms までの平均電位を算出して得られた電位を Figure 2 および Figure 3 に示す。なお、Cz 部位および刺激提示後 500 ms までを解析対象としたのは眼電位などのアーティファクトの影響に配慮してのことである。

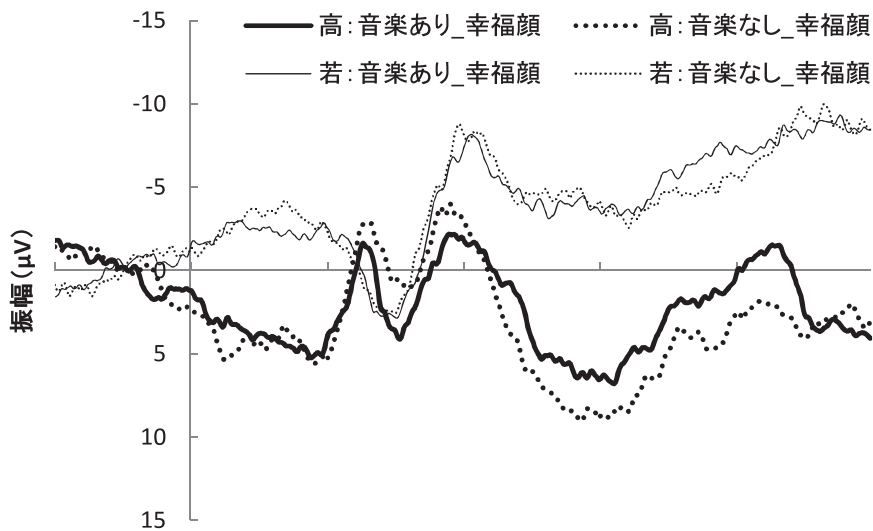


Figure 2 幸福顔検出時の事象関連脳電位 (Cz 部位)

Figure 2 からは、幸福顔の検出に伴う N170 が 190 ms 付近で若齢者、高齢者ともにみいだされ、高齢者においては N170 の振幅が若齢者よりも小さいことが示された。音楽あり条件で N170 の電位はより小さいことが示されたが、高齢者では 220 ms 以降、若齢者では 350 ms 以降の電位は音楽あり条件で大きい。同様に、Figure 3 からは、怒り顔の検出に伴う N170 が 200 ms 付近で若齢者、高齢者ともにみいだされ、高齢者においては N170 の振幅が若齢者よりも小さいことが示された。怒り顔については、高齢者の音楽あり条件の N170 振幅が増大した。したがって脳内情報処理過程の観点からは、音楽あり条件において全般的に振幅値が増大する傾向がみられ、音楽には表情の位置弁別に促進的な影響がある可能性が示唆される。また、高齢者については、N170 よりも早い潜時 (110 ms 付近) に 1 つ目の陰性のピークが示された。

MMSE

実験に参加した高齢者の MMSE の成績は、平均 28.55 点 (範囲 26-30 点) で認知機能に問題はなかった。

表情顔検出課題中の音楽について

BGM を流すことについては事前に説明しなかった。しかし、実験参加者全員が表情顔の位置弁別課題中に流れていた音楽に気がついていて、音楽に対する印象と一致する表情については、若齢者では幸福が 7 名であり、高齢者では中性 1 名、幸福 5 名、悲しみ (困惑) が 1 名であった。また、音楽聴取後の気分と一致する表情顔は、若齢者では中性 2 名、幸福 5 名であり、高齢者では中性 2 名、幸福 3 名、悲しみ (困惑) 2 名であった。Table 2 には、BGM に対する嗜好度、音楽を聴きながら別のことをする頻度、実験に対する印象などを 5 段階の SD 法で尋ねた平均値を示す。

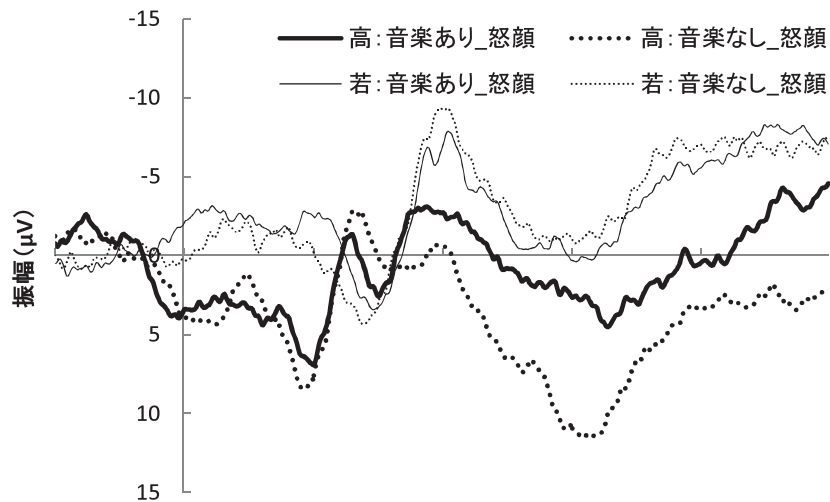


Figure 3 怒り顔検出時の事象関連脳電位 (Cz 部位)

Table 2 年齢群別実験後アンケートの平均値と標準偏差

項目	高齢者		若齢者	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
実験中に流れた音楽は好き	4.14	.90	4.43	.98
音楽を聴きながら別のことをする頻度	4.00	.58	4.57	.79
実験は楽しかった	3.71	.76	4.00	.82
実験は長く感じた	2.00	1.15	3.86	1.07
実験は落ち着いてできた	4.43	.53	3.71	.76
実験は集中してできた	4.29	.49	3.57	.79
実験は眠くなった	2.14	1.07	3.86	1.46

なお、年齢群による差異を検討するためにt検定を実施した結果、実験は長く感じた ($t(12) = 3.12, p < .01$), 実験は眠くなった ($t(12) = 2.50, p < .05$) の2項目で有意差が検出された。どちらの項目についても若齢者群の得点が高く、若齢者ほど実験を長く感じ、実験中に眠くなることがあったことが分かった。

考察

本研究の結果、反応時間については顔の表情および年齢の主効果が検出されたが、BGMの効果は検出されなかった。顔表情および年齢の効果については、Fox et al. (2000) や坂田 (2008) などの知見とも一致した。

Fox et al. (2000) は、ディストラクターの表情によってもターゲット刺激の検出時間に差異が生起することを指摘している。3つの中性顔と1つの幸福顔 (1H3N) 条件よりも3つの怒り顔と1つの幸福顔 (1H3A) 条件で幸福顔の探索が困難であるという。また、表情による検出時間の差異は倒立提示条件や口の曲線のみを提示した条件においては差がないことを示している。さらに、ディストラクターの増加に伴う反応時間の増加が10 msec/item 以上であったため、表情顔の検出は焦点的注意の過程で生起したと解釈している。これらの結果を受けて、単に視覚的特徴の違いによって表情を同定したのではなく、表情の違いを検出していたために怒り顔がより早く検出されたことを示唆し、怒り顔は一旦知覚されると他への注意が抑制されると考察している。

本研究では、ディストラクターの数を操作してないために探索時間の観点から表情顔の位置弁別が注意のどの過程において生起したのか議論できない。しかし、本研究の結果も Fox et al. (2000) 同様に焦点的注意の過程で生起していると推測される。すなわち、怒り顔の検出時間の早さは生物学的価値の高さや刺激価の強さのために注意が引きつけられたと考えられ、成人と高齢者の検出時間の違いは抑制機能の影響によるものではないかと推測される。以上のような解釈を踏まえ、怒り顔の検出の早さ、高齢者での反応時間の遅延、背景音楽の付加による N170 の増大を議論してみる。

高齢者は怒り顔の検出時に高揚的な音楽を付加することによって N170 の振幅が増大し、位置弁別課題における音楽の促進的な効果が示された。事象関連脳電位の解釈については、若齢者および高齢者それぞれ1名ずつのデータであるため、単に個人差を反映している可能性がある。しかし、高齢者と若齢者で N170 の潜時が一致し、高齢者においては音楽を付加すると N170 振幅が増大した。成人および生後7か月の乳児を対象にした検討 (Leppänen et al., 2007) では、成人で N170 が発達し、乳児では P400 が発達していた。N170 は顔の構造的な符号化を反映し、顔であるかどうかの判断をしている。したがって、これらの結果を鑑みると顔の構造的な符号化は学習によって獲得されるが、高齢になると顔情報以外の付加的な情報に影響を受けやすくなることを反映しているのではなかろうか。

この傾向は生物学的価値が加齢とともに変化したためなのか、抑制が利かなくなったためであるのかさらなる検討が必要である。しかしながら高齢者では、反応時間の遅延、潜時 190 ms 付近の陰性電位 (N170)、音楽を付加することによる N170 振幅の増大あるいは 220 ms 以降の電位の増大が観察された。すなわち、音楽の付加は表情顔の位置弁別に促進的に作用する可能性があり、抑制機能の促進と関連があると推測される。また、高齢者では、N170 に先行して 110 ms 付近に1つ目の陰性のピークがみられた。顔の知覚方略が若齢者とは異なる可能性が疑われ、興味深い知見である。

ところで、BGMの効果とは作業効率の向上というよりは、長時間の単純作業に伴う不快や苦痛といったネガティブな精神状態の抑制による二次的な効果であるという (竹内・越川・富田, 1999)。この観点からは、BGMの効果はネガティブな情動の生起を抑制することであると換言できる。本研究において用いた音楽の感情的性格は、若齢者については100%、高齢者については70%程度の実験参加者に伝わっていた。しかし、音楽に十分な注意を向けていなかったために反応時間に対して BGM の効果が得られなかったとも考えられる。実験後の気分については、若齢者および高齢者ともに7名中2名 (28%程度) がネガティブ方向に評価した。したがって、必ずしも音楽と一致する気分が誘発されておらず音楽に注意を向けていない場合には BGM によ

るネガティブな情動の抑制効果や情動的な情報処理の促進効果は弱まると推測され、BGMの効果を得るためには注意を向けて聴くことが大切な要因である可能性が考えられる。

また、実験は長く感じた、実験は眠くなったの2項目については若齢者群で得点が高く、若齢者ほど実験を長く感じ、実験中に眠くなるがあったと分かった。しかし実際には、若齢者群で従事した試行数が多く実験時間が長かった。したがって、このことが実験に対する印象に影響していると思われる。高齢者において実験時間が短く設定されていたのは疲労などへの配慮であり、今後は高齢者と若齢者で実験時間を揃えられるような課題の工夫が必要である。

稿を終えるにあたり、今後の検討点について記す。上述してきたように、表情顔の位置弁別課題における音楽の効果、とくに高齢者における音楽の促進効果については各群1名ずつのデータによる検討であり、複数の実験参加者の平均によるさらなる検討が必要である。そのため推論の域を出ていない。しかし、高齢者の抑制機能は加齢によって低下しているために同時に提示される聴覚刺激を抑制しにくく、聴覚刺激に注意が向きやすいと考えられる。一方で、怒り顔は生物学的価値が高く、幸福顔に比較して刺激価が強いことが予測される。したがって、聴覚刺激に注意が向きやすいと思われる高齢者で、音楽を付加することによって怒り顔の位置検出時のN170振幅が増大していたことは興味深く、表情の検出と音楽の効果について今後さらなる検討を必要としている。また、高齢者において観察されたN170に先行する110ms付近の陰性のピークは、知覚方略の異なりを反映している可能性がありさらなる検討を必要としている。

[謝辞]：本研究の一部は平成22・23年度愛知淑徳大学特定課題研究助成を受けて行われた。ここに謝意を表す。

引用文献

- Bentin S., Allison T., Puce A., Perez E., and McCarthy G. (1996). Electrophysiological Studies of Face Perception in Humans. *Journal of cognitive neuroscience*, 8(6), 551-565.
- Derek M. I., Heather A. W., Deborah G., & Hugh R. W. (2006). Is there an age-related positivity effect in visual attention? A comparison of two methodologies. *Emotion*, 6(3) 511-516.
- Fox, J. G. & Embrey, E. D. (1972). Music-an aid to productivity. *Applied Ergonomics*, 3(4), 202-205.
- Fox, E., Lester, V., Russo, R., Bowles, R. J., Pichler, A., & Dutton, k. (2000). Facial expression of emotion: are angry faces detected more efficiently? *Cognition and Emotion*, 14, 61-92.
- Fox E., Russo R., Bowles R., and Dutton K. (2001). Do Threatening Stimuli Draw or Hold Visual Attention in Subclinical Anxiety? *Journal of Experimental Psychology: General*, 130(4), 681-700.
- Hahn, S., Carlson, C., Singer, S. & Gronlund, S. D. (2006). Aging and visual search: Automatic and controlled attentional bias to threat faces. *Acta Psychologica*, 123(3), 312-336.
- Hansen, C. H. & Hansen, (1988). Finding the face in the crowd: An anger superiority effect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 54, 917-924.
- Haxby J. V., Hoffman E. A., Gobbini M. I. (2002). Human neural systems for face recognition and social communication. *Biological Psychiatry*, 51, 59-67.
- Leppänen J. M., Moulson M. C., Vogel-Farley V. K., and Nelson C. A. (2007). An ERP Study of Emotional Face Processing in the Adult and Infant Brain. *Child Development*, 78(1), 232-245.
- 守谷 順・丹野義彦 (2007). 社会的脅威刺激からの解放：社会不安の視点から、認知心理学研究, 4(2), 123-131.
- 大友和則・上野真弓・松嶋隆二・丹野義彦 (2008). 高不安者における選択的注意と注意の解放の困難さ—ドット・プローブ課題を用いて、パーソナリティ研究, 16(2), 253-255.
- 竹内貞一・越川房子・富田正利 (1999). BGMが作業・知的活動に与える影響, 早稲田心理学年報, 31, 89-96.
- 土田 隆 (2005). テンポ116の音楽が集中力を高める。MARCHES for Improving Concentration, vol. 1 [CD: UCCD-3400],

DECCA, pp.4-5.

坂田陽子 (2008). 表情の違いが視覚的注意の生涯発達的变化に与える影響—幼児・大学生・高齢者のデータを基に— 日本発達心理学会第19回大会論文集, 498.

Sogin, D. W. (1988). Effects of three different musical styles of background music on coding by college-age students. *Perceptual and Motor Skills*, 67(1), 275-280.

菅千索・岩本陽介 (2003). 計算課題の遂行に及ぼすBGMの影響について—認知的側面と情意的側面からの検討— 和歌山大学教育学部教育実践総合センター紀要, 13, 27-36.

吉川左紀子・佐藤弥 (2000). 社会的メッセージ検出機構としての顔知覚—表情と視線方向による促進— 心理学評論, 43(2), 259-272.