

親密な異性間関係の構築と維持を支える
認知神経機構の統合的解明

上田 竜平

要旨

我々ヒトは哺乳類では数少ない、一夫一妻関係 (monogamous relationship)が普遍的に観察される種である。一方で我々の社会では、パートナーに対して秘密裏に行われる不倫行為などの婚外関係 (extra-pair relationship)も日常茶飯事的に見られる。ヒトにおける親密な異性間関係がどのように維持されるかという問題については、主に2つの仮説が提案されてきた。いくつかの研究からは、関係の安定的維持には、「浮気」的関心の能動的抑制が不可欠であるという仮説が提案されている。一方で別の研究では、そうした能動的抑制が伴わずとも、パートナーに対する強い愛着・コミットメントによって浮気的関心が自動的に抑制されているという仮説が提案されている。しかしながらこれら2つの抑制機構が、どのような関係性によって親密な異性間関係の維持に貢献しているかという問題については、依然として明らかになっていない。

本論文ではこの問題に対し、「2つの抑制機構が相互作用的に作用することで、関係の維持に貢献している」という包括的説明を提案する。この仮説を検討するため、機能的磁気共鳴画像法 (functional magnetic resonance imaging, fMRI)を用いた3件の実験研究を実施した。研究1では実際に交際関係にある個人を対象に、浮気的関心の抑制における能動的機構と自動的機構の相互作用の関係性を検討した。結果から、浮気的関心をそれほど喚起しない、外見的魅力度の低い異性に対する関心は、実行制御機能によって能動的に抑制されていることが示唆された。一方で関心をより強く喚起する、外見的魅力度が高い異性に対する関心を抑制するには能動的抑制機構

単体では不十分であり、さらに浮気的行為に対するネガティブな潜在的態度による、自動的抑制機構も必要となることが示唆された。研究2ではこうした2つの抑制機構の相互作用的仮説をさらに裏付ける知見として、パートナーへの愛着やコミットメントが低下する長期的関係になると、能動的抑制機構が関与するようになることを示唆する知見を報告した。

本論文ではさらに、パートナー選択に関わる意思決定の神経基盤についても検討した。好ましいパートナーと結ばれるかどうかは、関係の安定的持続にとって重要な問題であるとされる。一方で我々の社会では、望んだ異性と必ずしも結ばれるとは限らない。例えばすでに交際関係にある異性にアプローチする「略奪愛」(mate poaching)は、アプローチが成功する可能性が相対的に低いだけでなく、たとえ成功したとしても、対人トラブルや自身の社会的評判を損なうリスクを伴う。また、アプローチの失敗による「失恋」は大きな心理的負担を伴うために、可能な限り回避することが望ましい。一方でこうした「略奪愛」は、好ましいパートナーと結ばれる可能性を上げる方略として作用している可能性も提案されており、結果としてその行動傾向には大きな個人差があることも報告されている。研究3ではその意思決定に関わる神経機構を検討するため、交際状況の情報とともに呈示された異性に対する恋愛関心を判断する際の神経活動を、fMRIを用いて計測した。結果から、すでに交際関係にある異性に対する恋愛関心の低下が相対的に小さい個人では、選好判断時における眼窩前頭皮質の活動が高いことが示された。この領域は価値判断の意思決定や、リスク選好傾向と関与することが報告されている。

恋愛関係は我々ヒトにおいて見られる最も親密な社会的関係として、文化人類学や社会心理学において知見が蓄積されてきた。本論文では「ヒトにおける親密な異性間関係が、社会集団を形成する各個人内のどのような認知・神経機構によって構築・維持されているか」という問題に取り組むことで、これまでの知見を統合する新たな説明を提案することを目的とする。

目次

要旨 (P. 1)

第 1 章

序論

1-1. 一夫一妻関係の形成過程に関する文化人類学的研究 (P. 8)

1-2. ヒトにおける婚外関係の普遍性とその適応的側面 (P. 9)

1-3. 親密な異性間関係の維持を支える認知的機構-2 つの仮説
(P. 10)

1-4. 本論文の目的 (P. 12)

第 2 章

研究 1. 浮気的関心の能動的・自動的抑制機構の関係性に関する包括的説明

2-1. 研究の背景 (P. 13)

2-2. 方法 (P. 15)

2-2-1. 実験参加者 (P. 15)

2-2-2. 刺激 (P. 16)

2-2-3. 実験手続き (P. 17)

2-2-3-1. IAT (P. 18)

2-2-3-2. go/no-go 課題 (P. 22)

2-2-3-3. デート評定課題 (P. 22)

2-2-4. 脳画像の撮像と解析手続き (P. 22)

2-3. 結果 (P. 26)

- 2-3-1. IAT の行動・fMRI データ (P. 26)
- 2-3-2. 3 要因重回帰分析による検討 (P. 28)
- 2-3-3. 2 要因重回帰分析による検討 (P. 29)
- 2-3-4. 実生活における恋愛行動との関連性 (P. 32)
- 2-4. 考察 (P. 33)
 - 2-4-1. 浮气的関心の抑制における能動的抑制機構と自動的抑制機構の相互作用 (P. 33)
 - 2-4-2. 潜在的態度に関わる神経機構 (P. 35)

第 3 章

研究 2. 恋愛関係の段階に応じた能動的・自動的抑制機構の調整

- 3-1. 研究の背景 (P. 37)
- 3-2. 方法 (P. 39)
 - 3-2-1. 実験参加者 (P. 39)
 - 3-2-2. 刺激 (P. 39)
 - 3-2-3. 実験手続き (P. 40)
 - 3-2-3-1. go/no-go 課題 (P. 40)
 - 3-2-3-2. デート評定課題 (P. 41)
 - 3-2-4. 脳画像の撮像と解析手続き (P. 42)
- 3-3. 結果 (P. 45)
 - 3-3-1. デート評定値、右 VLPFC 活動、交際期間データ (P. 45)
 - 3-3-2. 線形混合モデルによる重回帰分析 (P. 45)
- 3-4. 考察 (P. 48)
 - 3-4-1. 交際期間に応じた能動的抑制機構の関与 (P. 48)
 - 3-4-2. 浮气的関心の程度による調整効果の可能性 (P. 48)

3-4-3. 長期的関係における強い愛着・コミットメント (P. 49)

3-4-4. 関係の維持における腹外側前頭前野の役割 (P. 50)

第 4 章

研究 3. パートナー選択の意思決定を支える認知神経機構

4-1. 研究の背景 (P. 51)

4-2. 方法 (P. 54)

4-2-1. 実験参加者 (P. 54)

4-2-2. 刺激 (P. 55)

4-2-3. 実験手続き (P. 56)

4-2-4. 脳画像の撮像と解析手続き (P. 58)

4-3. 結果 (P. 60)

4-3-1. 行動データ (P. 60)

4-3-2. fMRI 全脳解析 (P. 61)

4-3-3. fMRI 相関分析 (P. 65)

4-4. 考察 (P. 68)

4-4-1. 「略奪愛」選好傾向と相関する内側眼窩前頭皮質活動 (P. 68)

4-4-2. ターゲット異性の交際状況による選好の調整 (P. 69)

4-4-3. ターゲット異性の外見的魅力による選好の調整 (P. 69)

第 5 章

総合考察

5-1. 親密な異性間関係の維持を支える認知神経機構 (P. 71)

5-2. 恋愛的関心の決定を支える認知神経機構 (P. 72)

5-3. 今後の課題 (P. 74)

5-3-1. 因果関係 (P. 74)

5-3-2. 報酬感受性による調整の可能性 (P. 75)

5-3-3. 異性間関係の質による調整の可能性 (P. 76)

5-3-4. 性差・文化差の検討の重要性 (P. 77)

謝辞 (P. 79)

研究業績 (P. 80)

引用文献 (P. 85)

第 1 章 序論

1-1. 一夫一妻関係の形成過程に関する文化人類学的研究

特定の異性に対する選択的な選好や、強い愛着やコミットメントを特徴とする「恋愛」(romantic love)は、ヒトの大多数の文化圏で確認されている (Jankowiak & Fischer, 1992)。こうした親密な異性間関係の安定的・長期的な維持には、養育行動の安定や (Rosenblatt & Hillabrant, 1972)、社会的秩序の安定 (Hatfield et al., 2010)、性感染症の抑止 (Bauch & McElreath, 2016; Campbell et al., 2017; Balzarini et al., 2018)等の、種の安定的存続にとって重要な複数の機能が伴うと考えられている。関係の安定的・長期的維持は種全体にとって有益であるだけでなく、各個人の心理的・身体的健康の向上にも貢献することが示されている (Holmes & Rahe, 1967; House et al., 1988; Uchino et al., 1996; Diener et al., 1999; Kiecolt-Glaser & Newton, 2001)。

文化人類学の研究では、このような利点を伴う一夫一妻関係 (monogamous relationship)が、ヒト社会のなかで形成されるようになった経緯に関する仮説が提案されている。そうした研究からは、狩猟から農耕に生活形態が遷移していくにつれ、集団のサイズが大きくなることで社会規範が形成された結果、少数の支配的な男性が独占的に配偶者を有する一夫多妻関係 (polygamous relationship)よりも、一夫一妻関係が優勢的に形成されるようになってきたとする説明が提案されている (Marlowe, 2000; Reno et al., 2003; Chapais, 2011)。このような社会的制限による一夫一妻関係 (socially imposed monogamy)の仮説は、シミュレーション的手法

を用いた近年の研究でも支持されている (Bauch & McElreath, 2016)。

1-2. ヒトにおける婚外関係の普遍性とその適応的側面

文化人類学の研究からはこのように、ヒトの社会集団における一夫一妻関係の形成過程に関する知見が蓄積されてきた。一方で集団を構成する、個人内の認知的処理過程に焦点を当てた認知心理学の研究からは、たとえ社会的に制限されていたとしても、親密な異性間関係の維持が必ずしも容易に達成されるものではないことを示す知見が数多く報告されている。パートナー以外の異性との秘密裏の「浮気的關係」を含む婚外関係 (extra-pair relationships) は特に、関係の破綻を招く最も主要な理由の一つとして挙げられている (Amato & Previti, 2003)。そうした婚外関係は、社会的制限による一夫一妻関係の仮説と一貫するように、多くの文化圏で社会規範に背く非道徳な行為であるとみなされる (Blumstein & Schwartz, 1983; Prins et al., 1993; Laumann et al., 1994; Balzarini et al., 2018)。一方でこうした婚外関係は我々の社会において普遍的に見られる。大規模調査の結果、およそ 20-40% の個人が結婚後のいずれかの時点で婚外関係を経験することが報告されている (Atkins et al., 2001; Blow & Hartnett, 2005; Whisman & Snyder, 2007)。婚外関係に陥る大きな要因としては、パートナー以外の魅力的な異性の存在が指摘されている (Simpson, 1987; Feilmlee et al., 1990)。こうした知見に基づくと、パートナー以外の異性に対する関心の適切な制御は、親密な異性間関係の安定的維持にとって重要な認知的機構として作用すると考えられる。

関係の安定的維持にとって望ましいものではない婚外関係がなぜ普遍的に見られるかについては、主に進化心理学の分野から仮説が提案されてきた。パートナー以外の異性との浮気的關係は親密な関係の破綻を招く一方で、男女の双方において子孫を効率的に残していくための有効な方略になりうるという仮説が多くの研究で提案されている (Wilson & Daly, 1992; Buss & Schmitt, 1993; Gangestad & Simpson, 2000; Jennions & Petrie, 2000)。さらには遺伝的多様性を高めることで、免疫機能の向上にも貢献すると考えられている (Campbell et al., 2017)。このような生物学的利点が伴うために、複数の異性との連続的な関係形成 (serial pair-bonding) やパートナーの切り替え (mate switching) は、ヒトの恋愛関係の基本的な特徴の一つになっていると考えられている (Fisher, 2006; Buss et al., 2017)。

1-3. 親密な異性間関係の維持を支える認知的機構-2つの仮説

パートナーの親密な関係の維持と秘密裏の婚外関係の双方が、種の存続にとってそれぞれ有益な側面を有するというこれらの進化心理学的仮説に基づくと、パートナー以外の異性に対する浮気的関心の制御には、特定の認知・神経機構が関与していることが予想される。我々ヒトはどのようにして浮気的関心を制御しながら、特定の異性との親密な関係を維持しているのでしょうか。この問題に対しこれまでの認知心理学の研究では、主に2つの仮説が提案されてきた。

一つは、十分な能動的制御が伴わなければ、浮気的関係に対する関心を抑えることができないとする仮説である。交際関係にある個

人は、交際関係にないシングルの個人と比べ、パートナー以外の異性に対する関心を低く評価する傾向が報告されている (Johnson & Rusbult, 1989; Simpson et al., 1990)。こうした減衰効果 (derogation effect) は、親密な異性間関係の維持のために重要な認知機構であると考えられており、特に認知的制御に優れる個人ほど減衰効果が顕著に見られることが報告されている (Pronk et al., 2010; Ritter et al., 2010; Pronk et al., 2011; Pronk & Righetti, 2015)。このような報告と一貫する知見として、認知的負荷によって減衰効果が損なわれることも報告されている (Ciarocco et al., 2012; Lewandowski et al., 2014)。fMRI を用いた研究からは、能動的抑制を支える右半球の腹外側前頭前野 (ventrolateral prefrontal cortex, VLPFC; Barkley, 1997; Ochsner & Gross, 2005) が減衰効果を支えていることを示唆する知見が報告されている (Meyer et al., 2011)。

一方で、そうした能動的機構が伴わずとも浮気的関心は自動的に抑制されるとする、異なった仮説も提案されている。例えば交際関係にある個人ではシングルの個人と比べ、異性顔画像の呈示に対する注意の捕捉の程度が弱くなることが観察されている (Miller, 1997; Maner et al., 2008; Maner et al., 2009)。別の研究では、パートナー以外の異性に対して自動的に示される模倣行為の頻度が少ないことも報告されている (Karremans & Verwijmeren, 2008)。実生活の中で多くの異性と出会う可能性があることを考えると、このような自動的な抑制機構を有することは、関係の維持にとって効果的に作用しうると予想されている (Linardatos & Lydon, 2011; Lydon & Karremans, 2015)。

1-4. 本論文の目的

パートナー以外の異性に対する関心の抑制についてはこのように、2つの抑制機構に関する知見が個別に蓄積されてきた。一方でそれら2つの抑制機構が、どのような関係性によって親密な異性間関係の維持に貢献しているかということについては、依然として明らかになっておらず、その包括的説明の提案が期待されている。こうした問題に対し本論文では、能動的抑制機構と自動的抑制機構の両者が相互作用的に関与しながら関係の維持に貢献するという仮説を、fMRIを用いた心理実験から得られた知見に基づいて提案する(研究1, 2)。

さらに本論文では、パートナーの選択(mate selection)に関わる認知・神経機構についても検討する(研究3)。複数の人格特性が、すでに交際関係にある異性に対してアプローチを行う「略奪愛」(mate poaching)の選好傾向と、それによって構築された交際関係の持続期間と関連することが報告されている(Schmitt et al., 2004)。このような知見を踏まえると、パートナーの選択過程はその後の関係の質にも影響しうる、重要な意思決定であると考えられる。

本論文ではこれら3件の研究報告を通し、我々ヒトがどのようにして親密な異性間関係を構築・維持しているかという問題に対し、実験的エビデンスに基づいた議論を提案する。これにより、文化人類学的研究からは明らかにされていない、個人内の認知機構に関する統合的説明を提案することを目指す。

第 2 章

研究 1. 浮氣的関心の能動的・自動的抑制機構の関係性に関する包括的説明

2-1. 研究の背景

研究 1 では、浮氣的関心の能動的抑制機構と自動的抑制機構の相互作用的关系性について検討した。仮説として、喚起される浮氣的関心の程度がこの相互作用的关系性を調整すると予想した。すなわち、浮氣的関心をそれほど強く喚起しない異性に対しては、能動的抑制機構が伴えば関心を抑制することができる一方、より強く関心を引き起こしうる魅力的な異性に対しては、さらに自動的抑制機構も必要になると予想した。このような浮氣的関心の抑制における自動的抑制機構の重要性は先行研究でも提唱されているが (Linardatos & Lydon, 2011; Lydon & Karremans, 2015)、能動的抑制機構との相互作用的关系性について直接検討した研究はこれまでに報告されていなかった。

本研究における自動的抑制機能の指標には、浮氣的行為に対する潜在的態度を用いた。この計測には、刺激のカテゴリズに要する反応の潜時から個人の潜在的態度を推定する課題として広く用いられている潜在的連合課題 (implicit association test, IAT; Greenwald et al., 1998) を用いた。IAT では、対象に対する態度についての意識的な気づき (conscious awareness) を伴わない、あるいは意識的な評価 (conscious evaluation) を伴わないとされる、対象に対する自動的な反応の潜時が指標として用いられる (Greenwald et al., 1998; Strack & Deutsch, 2004)。これにより、

実験参加者自身が有する社会的望ましさのバイアス (De Maio, 1984)による影響を排除した潜在的態度を計測することが可能になる。この説明を裏づける知見として、社会的に望ましくない事柄に対する潜在的態度は特に、顕在的態度との乖離が大きくなる傾向が報告されている (Nosek, 2005; Greenwald et al., 2009; Nosek et al., 2014)。また、潜在的態度を計測する別の実験手続きと比較すると、カテゴリ間の反応の差異に対する感度により優れることが報告されており (Greenwald et al., 1998)、様々な対象に対する潜在的態度が IAT を用いて検討されている (e.g., Greenwald et al., 1998; Greenwald & Farnham, 2000; Luo et al., 2006; Perugini & Leone, 2009; Ames et al., 2014)。本研究の IAT では「浮気」もしくは「一途」な恋愛場面の画像をターゲット刺激として用い、個人がそれら 2 つの概念をどの程度「良い」もしくは「悪い」と連合しているかを計測した。浮気的行為に対してネガティブな態度を強く有する個人では、「浮気」画像を「良い」とカテゴリライズする場合に、「悪い」とカテゴリライズする場合と比べてより大きな遅延が示されると予想される。そのような個人は、浮気的関心に対する自動的抑制機能に優れていると想定した。

能動的な抑制機能を計測する課題として、反応抑制 (response inhibition)を要求する go/no-go 課題 (Aron et al., 2004)を実施した。反応抑制は実行制御 (executive control)の中心的な機能であるとされる (Barkley, 1997)。脳損傷患者を対象とした研究から、右半球の VLPFC が反応抑制を支える上で中心的な役割を果たすことが知られている (Aron et al., 2003)。また、go/no-go 課題における反応抑制時の右 VLPFC 活動が高い個人ほど、様々な場面での自

己制御に優れることが報告されている (Casey et al., 2011; Mischel et al., 2011; Lopez et al., 2014)。このような知見に基づき本研究では、関心を強く喚起しうる、魅力的な異性の顔画像呈示に対する反応抑制時の右 VLPFC 活動を、各個人における能動的抑制機能の指標として用いた。

最後に、画面上に呈示された女性人物に対する恋愛関心を計測するデート評定課題を実施した。能動的抑制機能と自動的抑制機能の相互作用的關係性を検討するため、呈示される人物の外見的魅力を、予備実験の結果に基づき実験的に操作した。仮説として、喚起される浮気的関心がより強いと予想される高魅力女性に対する関心を抑制するためには、能動的抑制機構のみならず自動的抑制機構も必要になると予想した。実行制御機能は対象がそれほど強く欲求を喚起しない場合には作用する一方 (Friese et al., 2008; Hofmann et al., 2009a; Lopez et al., 2014)、限られた認知的資源に依存するために、認知的負荷による影響を大きく受ける (Baumeister et al., 1998; Strack & Deutsch, 2004)ことが報告されている。

2-2. 方法

2-2-1. 実験参加者

実験実施時に特定の異性と6ヶ月間以上交際関係にある、未婚で20-39歳の右利きの健常男性を参加条件として募集を行い、27名が実験に参加した(年齢の平均 = 23.3歳, 範囲 = 20-32歳)。実験時に交際しているパートナーとの交際関係の平均は25.8ヶ月であった(SD = 17.2ヶ月, 範囲 = 6-60ヶ月)。実験実施後の質問紙調査によって、全ての参加者が異性愛者であることを確認した。実

験は、京都大学心の先端研究ユニット研究倫理審査、および京都大学こころの未来研究センター連携 MRI 安全審査による承認を得た上で実施した。実験実施に先立ち、ヘルシンキ宣言に基づき、書面による各参加者の実験参加同意を得た。

2-2-2. 刺激

IAT で用いるターゲット刺激 (target category stimuli)として、公的な web サイトから男女各 1 名が含まれる場面を撮影した 50 枚のカラー画像をダウンロードし、Adobe Photoshop を用いて均一になるように調整した。その後、本実験には参加しない 10 名の参加者を対象に、各画像が「どれくらい一途/浮気な場面だと思うか」を 7 段階で評定する課題を実施した (1: 非常に一途であると思う、7: 非常に浮気っぽいと思う)。各画像に対する参加者間の平均評定値に基づき、「一途」画像 ($M = 1.60$, $SD = 0.09$)と「浮気」画像 ($M = 5.87$, $SD = 0.61$)を各 6 枚選出した。これら 2 種類の画像間の平均評定値の差は有意であることを確認した ($t(10) = -16.89$, $p < .001$)。これら各 6 枚の画像セットをさらに、各 3 枚の 4 つの画像セットに分けた。「一途」と「浮気」それぞれにおける 2 セット間では、平均評定値に有意な差がないことを確認した。

IAT で用いる単語刺激 (attribute category stimuli)には、日本語の単語に対する望ましさの評定課題を実施した先行研究 (林, 2001)の結果に基づき、いずれも 3 文字の、各 6 つの「良い」意味の形容詞単語 (「親切的な」「寛大な」「正直な」「素直な」「誠実な」「快活な」と、「悪い」意味の形容詞単語 (「残忍な」「薄情な」「冷淡な」「乱暴な」「軽薄な」「軽率な」)を用いた。カテゴリ間の望ま

しさの平均評定値の差は有意であることを確認した ($t(10) = -22.19, p < .001$)。これらの単語刺激は画像刺激と同様に、「良い」「悪い」それぞれの 2 セット間では平均評定値の有意差がない、3 単語ずつの 4 つのセットに分けられた。

実験参加者の浮気的関心を計測するデート評定課題に用いる刺激として、300 枚の女性顔画像を公的な web サイトからダウンロードし、Adobe Photoshop を用いて均一になるように調整した。その後、本実験に参加しない 10 名の成人男性による 8 段階の魅力・笑顔表情強度・顔方向の評定課題の結果に基づき、これら 300 枚の顔画像セットから、本実験で用いる高魅力女性 24 名の顔画像セット ($M = 5.44, SD = 0.25$)、および低魅力女性 24 枚の顔画像セット ($M = 3.30, SD = 0.12$)を作成した。セット間の魅力の平均評定値の差は有意であり ($t(46) = 38.04, p < .001$)、笑顔表情強度および顔方向の平均評定値には有意な差がないことを確認した。

go/no-go 課題には、go 試行のための 72 枚の動物画像、および 24 枚の高魅力女性顔画像を用いた。顔画像については上記の評定課題の結果に基づき、デート評定課題では用いない 24 枚の画像を選出した ($M = 5.43/8$)。

2-2-3. 実験手続き

本実験では fMRI スキャン中に IAT と go/no-go 課題を施行した後、スキャナー外でデート評定課題を施行した。これらの課題の順序については全ての参加者で固定した。最後に、実生活における恋愛行動のデータとして、「平均して一人の異性とどれくらいの期間交際するか」の質問紙調査を実施した。参加者間の平均交際期間は

19.7 ヶ月 (SD = 15.2 ヶ月, 範囲 = 6-60 ヶ月)であり、現在のパートナーを含め、平均して 2.6 名のパートナーと交際していることが示された (SD = 2.0, 範囲 = 1-10 名)。

2-2-3-1. IAT

fMRI 課題でははじめに、浮気-一途 IAT を実施した (図 2-1)。先行研究 (Greenwald et al., 1998; Luo et al., 2006)の手続きを参考に、6 つの練習フェーズと 4 つのテストフェーズの計 10 フェーズで構成した (詳細は表 2-1 を参照)。テストフェーズの 4 フェーズの順序は参加者間でカウンターバランスを行い、半数の参加者では「一致」、「不一致」、「不一致」、「一致」の順序で実施し、残り半数の参加者では「不一致」、「一致」、「一致」、「不一致」の順序で実施した。練習フェーズの順序については全参加者で固定した。

各フェーズでは呈示された画像もしくは単語に対し、ボタン押しによってできるだけ早く、正確にカテゴライズすることが求められた。反応は右手の人差し指と中指を用いた 2 つのボタン押しによって記録された。テストフェーズの一致条件では、「一途な」画像もしくは「良い」意味の単語が呈示された場合には左ボタンを、「浮気な」画像もしくは「悪い」意味の単語が呈示された場合には右ボタンを押すことが求められた。この条件ではターゲットとなる一途/浮気が、良い/悪いと意味的に一致するボタン配置となっていた (一途-良い、浮気-悪い)。対して不一致条件では、「浮気な」画像と「良い」意味の単語が左ボタンに、「一途な」画像と「悪い」意味の単語が右ボタンに対応しており、意味的に一致しないボタン配置となっていた (浮気-良い、一途-悪い)。各刺激は 2 秒間呈示され、試行間には 4

-8秒間の注視点が呈示された。各フェーズでは24試行を実施した。練習フェーズでは、各条件を6種類の刺激(3種類の「良い」意味の単語と3種類の「悪い」意味の単語、または3種類の「一途な」画像と3種類の「浮気な」画像)を4回ずつ呈示した。テストフェーズでは12種類の刺激(各3種類の「良い」意味の単語、「悪い」意味の単語、「一途な」画像、「浮気な」画像)を2回ずつ呈示した。刺激の呈示順序は全てのフェーズ内でランダムになるようにした。各刺激セットの組み合わせは、参加者間でカウンターバランスを行なった。エラー試行については行動データの解析から除外した。

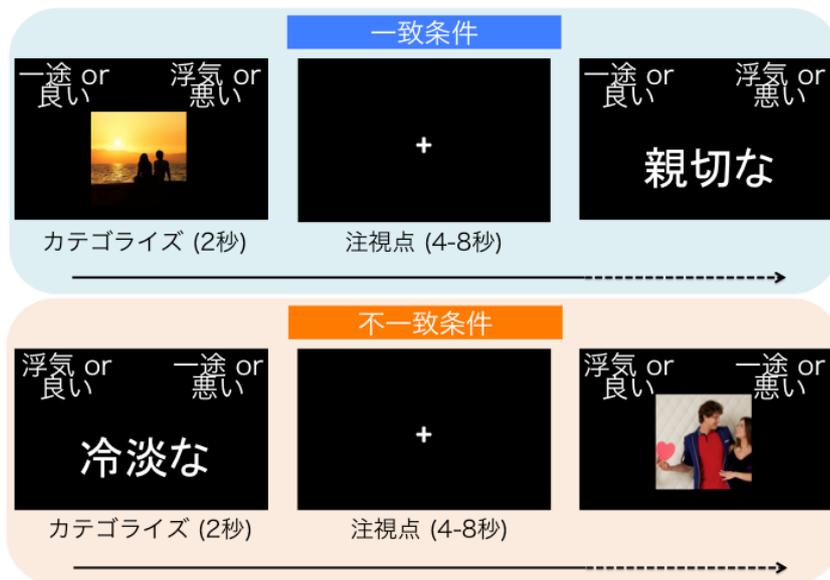


図 2-1. 浮気-一途 IAT の手続き

参加者は呈示された画像もしくは単語を、ボタン押しによってできるだけ早く正確にカテゴライズすることが求められた。参加者の右手の人差し指 (左)と中指 (右)のボタン押しによって反応した。全部で 10 個のフェーズで構成され、そのうち 2 つのフェーズは一致条件のテストフェーズ、2 つのフェーズは不一致条件のテストフェーズであった (表 2-1 を参照)。一致条件ではボタンが意味的に一致した配置になっており、不一致条件では意味的に一致しない配置となっていた。

表 2-1. IAT における各フェーズの内容

フェーズ 1 練習 (画像刺激)	「一途な画像」であれば左ボタンを、「浮気な画像」であれば右ボタンを押すことが求められる。
フェーズ 2 練習 (単語刺激)	「良い意味の単語」であれば左ボタンを、「悪い意味の単語」であれば右ボタンを押すことが求められる。
フェーズ 3 テスト (一致条件)*	「一途な画像」もしくは「良い意味の単語」であれば左ボタンを、「浮気な画像」もしくは「悪い意味の単語」であれば右ボタンを押すことが求められる (ターゲットである一途/浮気が、良い/悪いと意味的に一致するボタン配置となっている)。
フェーズ 4 練習 (画像刺激)	「浮気な画像」であれば左ボタンを、「一途な画像」であれば右ボタンを押すことが求められる。
フェーズ 5 テスト (不一致条件)*	「浮気な画像」もしくは「良い意味の単語」であれば左ボタンを、「一途な画像」もしくは「悪い意味の単語」であれば右ボタンを押すことが求められる (ターゲットである一途/浮気が、良い/悪いと意味的に一致しないボタン配置となっている)。
フェーズ 6 練習 (画像刺激)	「浮気な画像」であれば左ボタンを、「一途な画像」であれば右ボタンを押すことが求められる。
フェーズ 7 練習 (単語刺激)	「良い意味の単語」であれば左ボタンを、「悪い意味の単語」であれば右ボタンを押すことが求められる。
フェーズ 8 テスト (不一致条件)*	「浮気な画像」もしくは「良い意味の単語」であれば左ボタンを、「一途な画像」もしくは「悪い意味の単語」であれば右ボタンを押すことが求められる。
フェーズ 9 練習 (画像刺激)	「一途な画像」であれば左ボタンを、「浮気な画像」であれば右ボタンを押すことが求められる。
フェーズ 10 テスト (一致条件)*	「一途な画像」もしくは「良い意味の単語」であれば左ボタンを、「浮気な画像」もしくは「悪い意味の単語」であれば右ボタンを押すことが求められる。

*注：テストフェーズについて、半数の参加者では「一致」「不一致」「不一致」「一致」の順序で実施し、残り半数の参加者では「不一致」「一致」「一致」「不一致」の順序で実施した。

2-2-3-2. go/no-go 課題

高カロリーの食品画像を手がかり刺激として用いた Lopez et al. (2014)の手続きを参考に、関心を強く喚起する手がかり呈示に対する反応抑制時の神経活動を計測する go/no-go 課題を実施した。go 条件には 72 枚の動物画像を、no-go 条件には 24 枚の高魅力女性顔画像を、それぞれ用いた。各試行では 1 枚の画像刺激が呈示され、それが動物の画像であれば、右手人差し指のボタンをできるだけ早く押すことが求められた (go 条件)。女性の顔画像が呈示された場合には、ボタンを押さないことが求められた (no-go 条件)。各画像は 500 ミリ秒間呈示され、その後、2 秒間のブランク画面が呈示された。試行間には 4-8 秒間の注視点が呈示された。

2-2-3-3. デート評定課題

IAT と go/no-go 課題の施行後、スキャナー外でデート評定課題を施行した。この課題では 48 名の女性顔画像 (高魅力 24 名、低魅力 24 名)が 1 枚ずつ、ランダムな順序で PC 画面上に呈示された。参加者は呈示された女性と「どれくらいデートしてみたいと思うか」を、8 段階でできるだけ早く評定することが求められた (1: 全くデートしてみたいと思わない、8: 非常にデートしてみたいと思う)。各刺激は 2 秒間呈示され、試行間には 2 秒間、注視点が呈示された。

2-2-4. 脳画像の撮像と解析手続き

撮像は 3.0 テスラ Siemens Magnetom Verio MRI スキャナー (Siemens, Erlangen, Germany)、および 32 チャンネルヘッドコイルを用いて実施した。機能画像の取得には、血中酸素濃度依存 (Blood

oxygenation level-dependent, BOLD)信号に鋭敏な T2 スター強調 echo planar imaging (EPI)法を用いた。撮像パラメータは、繰り返し時間 (TR)を 2,500 ミリ秒、エコー時間 (TE)を 30 ミリ秒、フリップ角を 80 度、収集マトリックスを 64×64、撮像視野 (FOV)を 212 mm、面内解像度を 3.3×3.3 mm、スライス数を 39 枚、スライス厚を 3.2 mm、スライス間隔を 0.8 mm に設定した。構造画像は MP-RAGE 法を用いた T1 強調画像で撮像した。空間解像度は 1×1×1 mm に設定した。課題中の頭部の動きを制限するため、実験参加者の頭部をクッションによって固定した。画像刺激はスクリーン上に投影され、実験参加者はヘッドコイルに取り付けられた鏡を通して観察した。行動データは光ファイバーを用いたボタン装置によって取得した。

IAT では 10 ランのそれぞれで脳機能イメージングデータを取得した。そのうちテストフェーズの 4 ランで取得した画像データ (各 76 volumes)を、参加者ごと単一の画像データセットに結合して解析を実施した。go/no-go 課題では、参加者ごとに合計 308 volumes のデータを取得した。IAT の 4 つのテストフェーズそれぞれと go/no-go 課題の各セッションの最初の 4 volumes は、縦磁化が定常状態ではない可能性があるため解析から除外した。

データの 前処理 (preprocessing)および統計解析は、SPM12 (Wellcome Department of Imaging Neuroscience, London, UK) を用いて実施した。前処理でははじめに、機能画像のスキャン間の微小な体動を補正し、参加者ごとの連続した撮像画像と平均画像を生成した (Realignment)。その後、時間的補正を行なった (Slice timing correction)。各参加者の T1 強調構造画像は、体動補正を行

なった EPI 平均画像にマッチさせ (Coregistration)、Montreal Neurological Institute (MNI) reference brain のテンプレート脳画像を用いて標準化された。この際の変換パラメータを用いて標準化された各参加者の機能画像データに対し (Spatial Normalization, resampled voxel size = $2 \times 2 \times 2$ mm)、半値幅 (FWHM) 8 mm の 3 次元ガウシアンフィルターを用いて平滑化を施した (Spatial Smoothing)。

fMRI データは event-related design によって解析した。参加者ごと、刺激呈示時における各実験条件に関連した活動を標準的な血流動態反応関数 (HRF) によってモデル化した (duration の値は 0 秒に設定)。IAT における「反応なし」試行 (全試行の 2.0%) は、局外変数 (nuisance variable) としてモデルに投入した。体動パラメータ、およびセッション番号についても同様に、局外変数としてモデルに投入した。また、低周波ノイズを除去するための high-pass フィルタ (1/128 Hz)、および volume 間の時間的自己相関を補正するための AR(1) モデルを用いた。

このようにして作成したモデルを用い、統計解析を実施した。各条件のパラメータ推定値 (ベータ値) を全脳のボクセルごとに算出し、各条件のコントラストを作成した (first-level)。各参加者におけるこのコントラスト画像に対して変量効果モデルを用い、集団解析のコントラストを作成した (second-level)。IAT の全脳解析では、voxel-level $p < .001$ (多重比較補正なし) の閾値によって有意なボクセル群の特定を行い、それらのうち family-wise-error (FWE) 補正後、cluster-level $p < .05$ の閾値を下回っているものを有意なクラスターとした。クラスターのピークボクセルを MNI 座標に基づい

て報告した。

go/no-go 課題の差分解析では、no-go 条件 - go 条件のコントラストを作成し、WFU PickAtlas (Wake Forest University, Winston-Salem, NC; Maldjian et al., 2003)の Individual Brain Atlas using Statistical Parametric Mapping software (IBASPM; Aleman-Gomez et al., 2006)に基づいた右 VLPFC (下前頭回)の解剖学的領域を用いて、領域の特定を行なった。閾値については voxel-level $p < .001$ (多重比較補正なし)とした。集団レベル解析で有意な活動を示した右 VLPFC のクラスター (no-go 条件 - go 条件; ピークボクセルの MNI 座標 = 48, 24, 2, Z value = 3.49, cluster size = 28; 図 2-2)における各参加者の信号変化率 (%)を、MarsBaR (Brett et al., 2002)を用いて算出した。



図 2-2. no-go 条件 - go 条件で示された右腹外側前頭前野
go/no-go 課題の no-go 条件 - go 条件の集団解析で賦活が示された右腹外側前頭前野 (ventrolateral prefrontal cortex, VLPFC)

2-3. 結果

2-3-1. IAT の行動・fMRI データ

統計解析は R Version 3.1.1 (R Core Team, 2014) および SPSS の PROCESS マクロ (Hayes, 2013) を用いて実施した。IAT の結果では予想した通り、一致条件よりも不一致条件で有意に反応時間が長く ($t(26) = 9.95, p < .001$)、エラー率が高い ($t(26) = 3.39, p = .002$) ことが示された (表 2-2)。これらの結果から、全体的な傾向として参加者は「浮気」-「悪い」(もしくは「一途」-「良い」) という意味的に一致した組み合わせよりも、「浮気」-「良い」(もしくは「一途」-「悪い」) という、意味的に一致しない組み合わせに対しての反応をより困難に感じたことが示され、本研究で用いた IAT の妥当性が確認された。

表 2-2. IAT における平均反応時間と平均エラー試行率

条件	反応時間 (ミリ秒)		エラー試行率 (%)	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差
一致条件	980	197	3.7	3.8
不一致条件	1177	220	7.1	5.6

一致条件と比べた場合の不一致条件の fMRI データからは、左背外側前頭前野 (DLPFC, 中前頭回) および腹外側前頭前野 (VLPFC, 下前頭回) の活動が示された (表 2-3)。これらの領域は、優勢的な反応に対する反応抑制を検討した先行研究においても報告されている (Chee et al., 2000; Knutson et al., 2006; Knutson et al., 2007; Ames et al., 2014)。一致条件では不一致条件と比べて、有意に活動した領域は示されなかった。

表 2-3. IAT において賦活を示した脳領域

領域 (Brodmann's Area)	MNI 座標			Z 値	クラスター サイズ
	x	y	z		
不一致条件 - 一致条件					
左中心前回・中/下前頭回 (6/44/45)	-46	2	32	4.35	873
左舌状回 (19)	-22	-58	-8	4.46	132
左鳥距溝 (17)	-14	-68	6	3.67	165
右被殻	18	12	2	4.96	163
一致条件 - 不一致条件					
有意な賦活を示したボクセルはなし					

voxel-level $p < .001$ (多重比較補正なし), cluster-level $p < .05$
(family-wise-error 補正)

先行研究の手続き (Greenwald et al., 2003)に基づき、各参加者のテストフェーズにおける反応時間から、IAT (D)スコアを算出した。Dスコアが小さい個人ほど、不一致条件における「浮気」-「良い」(または「一途」-「悪い」)の組み合わせに対する反応の遅延効果が小さい (=浮気的行為に対するネガティブな潜在的態度が弱い)ことを意味する。参加者間の D スコアと go/no-go 課題における右 VLPFC 活動の間に有意な相関は示されず ($r = .10$, $p = .61$)、これら 2つの指標は相互に独立したものであったと考えられる。

次に、Dスコアと相関する脳活動を解析した。特に、情動情報の処理と関与する島の活動が、Dスコアの個人差と相関すると予想した (Luo et al., 2006)。この予想に反し、これらの領域の関与は示されなかった。また、集団解析で示された左 DLPFC および VLPFC 領域の活動においても、Dスコアとの相関は示されなかった。

2-3-2. 3 要因重回帰分析による検討

喚起される浮気的関心の程度 (異性の魅力)が、潜在的態度と実行制御の関与を調整するという仮説を検討するため、重回帰分析を実施した。従属変数として、各参加者の平均デート評定値を投入した。独立変数には、各参加者におけるダミー変数化したデート評定の条件 (1: 高魅力女性, -1: 低魅力女性)、IAT D スコア、go/no-go 課題における右 VLPFC の信号変化率、およびそれらの交互作用項を投入した。これらの変数は全て事前に中心化を施した。また、各参加者の年齢を局外変数として投入した。参加者ごとのランダム切片を投入し (Barr et al., 2013)、R (R Core Team, 2014)の lme4 (Bates et al., 2014)および lmerTest (Kuznetsova et al., 2015)パ

パッケージを用いて解析した。結果では仮説通り、2 次の交互作用が示された ($B = -0.22$, $t = -2.63$, $p = .015$)。すなわち、ターゲットとなる異性の魅力が、浮氣的関心の抑制における潜在的態度と実行制御の関係性を調整することが示唆された。その他の交互作用についてはいずれも有意ではなかった (all $ps > .109$)。

2-3-3. 2 要因重回帰分析による検討

この交互作用を詳細に検討するため、デート評定の条件ごと (高魅力/低魅力) のモデルを用いた 2 要因重回帰分析を個別に実施した。各モデルでは上記の 3 要因モデルと同様に、従属変数には各参加者における高魅力条件 (モデル A)、または低魅力条件 (モデル U) の平均デート評定値を投入した。独立変数には IAT D スコア、go/no-go 課題における右 VLPFC の信号変化率、およびそれらの交互作用項を投入した。これらの変数は全て事前に中心化を施すとともに、不等分散性 (heteroscedasticity) の補正を施した (Hayes & Cai, 2007; Hayes, 2013)。また、各参加者の年齢を局外変数として投入した。解析には SPSS の PROCESS マクロを用いた (Hayes, 2013)。

高魅力異性に対するデート評定値を従属変数として投入したモデル A ($F(4, 22) = 6.47$, $p = .001$, $R^2 = .37$; 図 2-3) では、D スコアの主効果が有意であった一方 ($B = -1.46$, $t = -2.88$, $p = .009$)、右 VLPFC 活動の主効果は示されなかった ($B = -1.60$, $t = -0.66$, $p = .52$)。重要な点として、D スコア×右 VLPFC 活動の交互作用が有意であった ($B = -13.51$, $t = -2.50$, $p = .020$)。単純傾斜の検定から、D スコア高群 (平均+1SD) の参加者においては、右 VLPFC 活動が浮氣的関心の程度を有意に説明することが示された ($B = -$

5.59, $t = -3.16$, $p = .005$)。一方で D スコア低群 (平均-1SD)の参加者においてはこの関係性は見られず、右 VLPFC 活動の単純主効果は示されなかった ($B = 2.38$, $t = 0.64$, $p = .53$)。これらの結果から、魅力的な異性に対する浮気的関心を抑制するには、能動的な実行制御機能に加え、潜在的態度による自動的制御も必要になることが示唆された。

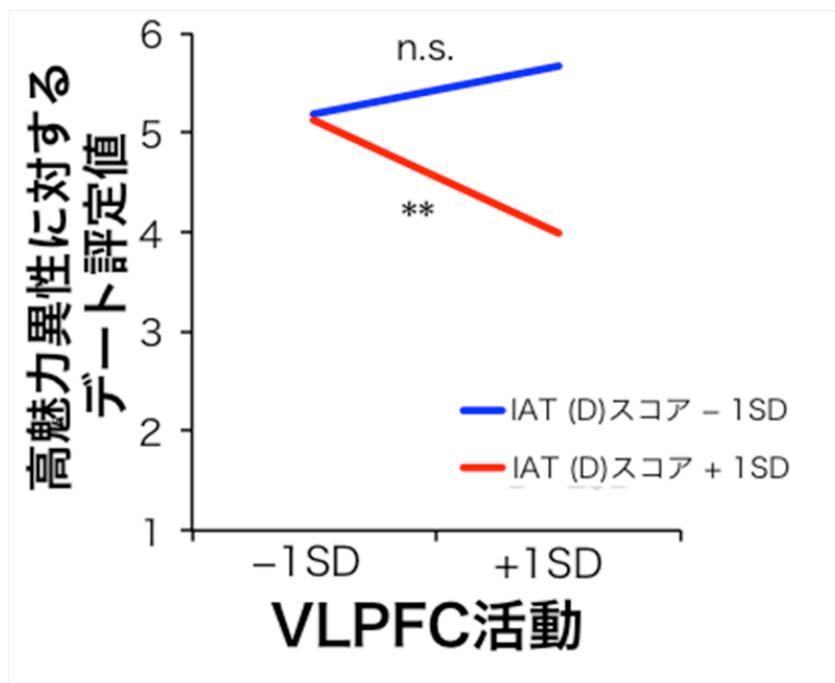


図 2-3. 高魅力異性に対するデート評定値における、IAT スコアと go/no-go 課題における VLPFC 活動の関係性

** : $p < .01$, n.s.: VLPFC 活動の有意な単純主効果は見られなかった

低魅力異性に対するデート評定値を従属変数に投入したモデル U ($F(4, 22) = 2.47, p = .075, R^2 = .33$; 図 2-4)では、モデル A と異なる結果が示された。右 VLPFC 活動の主効果が有意であり ($B = -4.99, t = -2.56, p = .018$)、反応抑制時の右 VLPFC 活動が高い個人ほど関心が低い傾向が示された。一方で D スコア ($B = -0.88, t = -1.44, p = .165$)およびそれらの交互作用 ($B = 4.24, t = 0.69, p = .50$)は、いずれも有意でなかった。これらの結果から、それほど魅力的でない異性に対する浮気的関心を抑制する際には、浮気的行為に対する潜在的態度は関与せず、能動的な実行制御機能のみが関与することが示唆された。

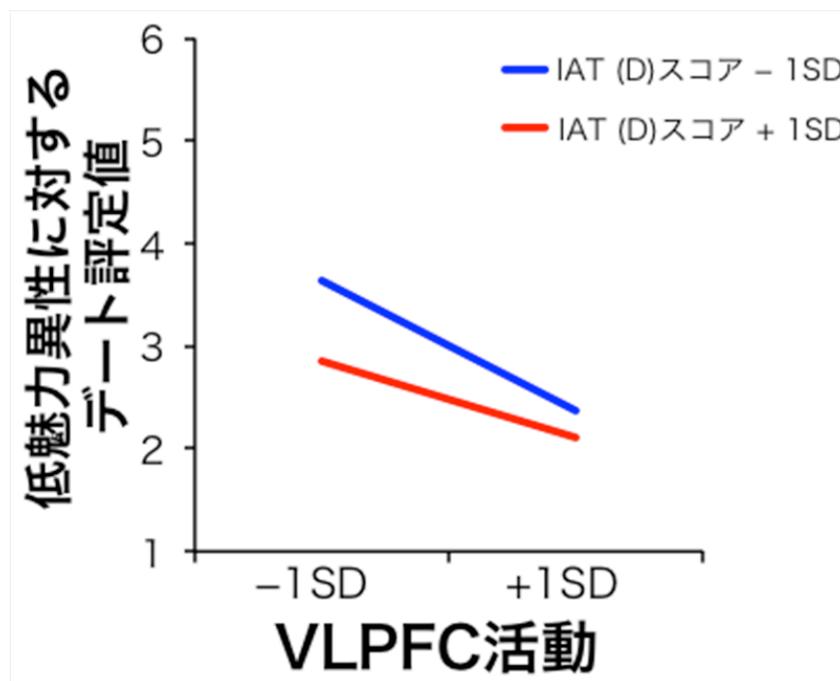


図 2-4. 低魅力異性に対するデート評定値における、IAT スコアと go/no-go 課題における VLPFC 活動の関係性

2-3-4. 実生活における恋愛行動との関連性

これら 2 つの抑制機能が、仮想的なデート評定値のみならず、参加者の現在のパートナーを含めた異性 1 名あたりとの平均交際期間も説明するかを検討した。デート評定値と同様に、交際期間を従属変数として投入した 2 要因重回帰分析を実施した ($F(4, 22) = 2.56$, $p = .067$, $R^2 = .39$; 図 2-5)。結果ではモデル A と同様に、IAT D スコア \times go/no-go 課題における右 VLPFC 活動の交互作用において有意傾向が示された ($B = 221.27$, $t = 2.02$, $p = .056$)。IAT D スコアの主効果も有意傾向であった一方 ($B = 17.51$, $t = 1.89$, $p = .073$)、右 VLPFC 活動の主効果は有意ではなかった ($B = 20.62$, $t = 0.49$, $p = .63$)。単純傾斜の検定から、IAT D スコア高群 (平均 +1SD) の参加者においては、右 VLPFC 活動が高いほど交際期間が長い傾向が示された ($B = 85.89$, $t = 2.63$, $p = .015$)。一方、IAT D スコア低群 (平均 -1SD) の参加者においては、このような VLPFC 活動と交際期間の関係性は示されなかった ($B = -44.65$, $t = -0.66$, $p = .51$)。

以上の結果から交際関係の長期的持続は、実行制御による能動的抑制と浮気的行為に対する潜在的態度による自動的抑制の両者によって支えられていることが示唆された。

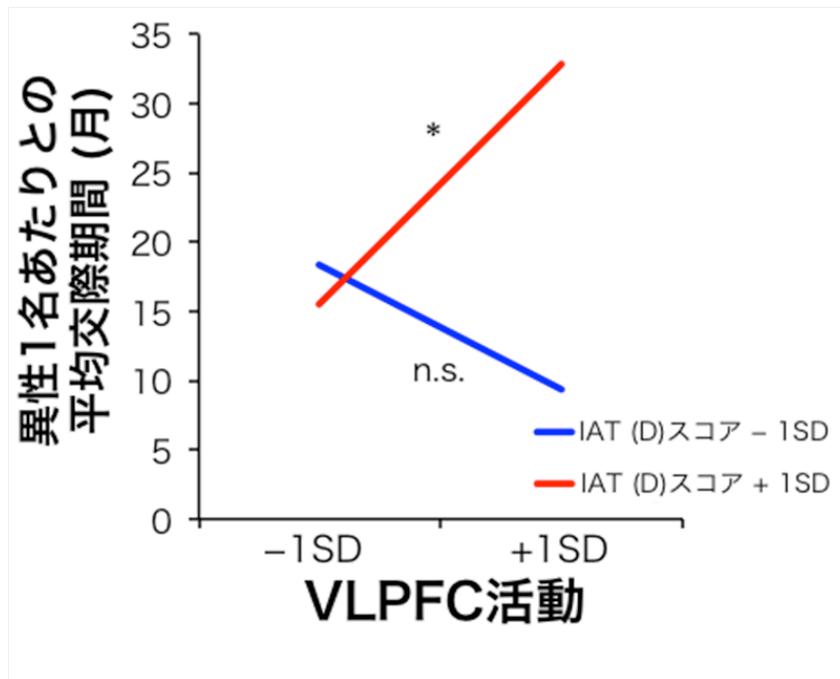


図 2-5. 各参加者の異性 1 名あたりとの平均交際期間における、IAT スコアと go/no-go 課題における VLPFC 活動の関係性

*: $p < .05$, n.s.: VLPFC 活動の有意な単純主効果は見られなかった

2-4. 考察

2-4-1. 浮気的関心の抑制における能動的抑制機構と自動的抑制機構の相互作用

本研究では、親密な異性間関係にとって脅威となる浮気的関心に対する、潜在的態度による自動的抑制と実行制御による能動的抑制の関係性を検討した。結果は仮説通り、この 2 つの抑制機構が、対象となる異性の魅力に応じて相互作用的に関与することを示唆するものであった。それほど魅力的でない異性に対する関心の抑制（喚

起される関心が弱く、それを抑制することが比較的容易であると想定される)は、能動的抑制機構によって遂行されていることが示唆された。一方で魅力的な異性に対する関心の抑制(喚起される関心が強く、抑制することがより困難であると想定される)には、能動的抑制機構のみならず、さらに自動的抑制機構も必要となることが示唆された。加えてこうした相互作用的關係は、実生活における交際關係の持続期間も説明することが示された。浮氣的関心の能動的抑制機構と自動的抑制機構の相互作用的關係性を直接検討した研究は、これまでにはほとんど報告されていなかった。

対象の異性がそれほど魅力的でない場合には、能動的に行使される実行制御が伴えば抑制できるという本研究の説明は、喚起される欲求の程度が低い対象に対しては、実行制御機能によって能動的に抑制できるという先行研究の知見と一貫するものであると考えられる(Friese et al., 2008; Hofmann et al., 2009a; Lopez et al., 2014)。一方で本研究の結果は、こうした能動的抑制が、浮氣的関心がそれほど強くない状況においてのみ限定的に作用することを示唆するものであった。関心をより強く喚起する、魅力的な異性に対する関心を抑制するには能動的抑制単体では困難であり、浮氣的行為に対するネガティブな潜在的態度による自動的抑制も必要となることが示唆された。実行制御を含む能動的抑制は限られた認知的資源に依存するために、認知的負荷によって作用が弱まることが広く示されている(Baumeister et al., 1998; Strack & Deutsch, 2004)。一方で潜在的態度に対しては、そうした認知的負荷による影響が小さいことが報告されている(Govorun & Payne, 2006)。したがって職場などで多くの異性と出会う可能性のある実生活場面では、自動

的に作用する抑制機構を有することが、関係の安定的維持にとって効果的な方略になりうると考えられている (Linardatos & Lydon, 2011; Lydon & Karremans, 2015)。本研究で提案した相互作用的关系性の説明はさらに、実行制御機能が「盲目的に」長期的な異性間関係の安定的維持を可能にしているのではなく、自動的な潜在的態度に依存する側面もあるという、近年の理論的仮説 (Lydon & Karremans, 2015; Pronk & Righetti, 2015)を裏づける知見であると考えられる。

このような2つの抑制機能の個人差は、実験室実験における仮想的な浮気的関心の程度にとどまらず、個人の実際の交際期間も説明することが示された。自己制御機能と関係の持続の関係性についてはこれまでも報告されていたが (Finkel & Campbell, 2001)、本研究の実施によってさらに自動的抑制機構との関係性も明らかになった。

2-4-2. 潜在的態度に関わる神経機構

本研究の結果では予想に反し、潜在的態度の指標である IAT スコアと島など情動処理に関わる脳領域との間に関連が示されなかった。この理由として、本研究で用いた IAT の実験デザインが、脳機能イメージングの解析に適するものではなかった可能性が挙げられる。テストフェーズでは画像と単語の2種類を用いたが、試行数が限られているために、画像と単語の区別を行わずに解析を実施した。また、各テストフェーズのデータを連結して差分解析を実施した。その結果として、関心となる脳活動を検出できなかった可能性が考えられる。こうした可能性を踏まえ、将来的には fMRI の解析により

適した実験デザインで IAT を実施することが望ましいと考えられる。

第 3 章

研究 2. 恋愛関係の段階に応じた能動的・自動的抑制機構の調整

3-1. 研究の背景

研究 1 では親密な異性間関係の安定的維持にとって脅威となりうる浮気的関心が、実行制御による能動的抑制と浮気的行為に対する潜在的態度による自動的抑制の相互作用によって抑制されている可能性が示された。研究 2 ではこの仮説をさらに裏づけることを目的とした。

研究 1 の背景で述べたように、これまでの研究ではこれら 2 つの抑制機構の関与に関する知見が個別に蓄積されてきた。そのうち一方の自動的抑制機構の一例として、パートナーに対する強い愛着やコミットメントが関係の維持に貢献することが報告されている (Le et al., 2010; Fletcher et al., 2015; Fisher et al., 2016)。関係の初期段階には特に強い愛着やコミットメントを伴う「熱愛」(limerence、または passionate love)が示される傾向があり (Tennov, 1979; Fisher et al., 2016)、これは脳の報酬系領域によって支えられていると考えられている (Aron et al., 2005)。一方でこうした関係初期に見られる強い愛着やコミットメントは、一般的には時間とともに低下する傾向にあり (Traupmann & Hatfield, 1981; Sternberg, 1986; Tucker & Aron, 1993)、このような心理的变化は神経化学的作用によって引き起こされると考えられている。具体的には、パートナーとの関係が始まって 6 ヶ月以内の個人では血中のコルチゾール濃度がそうではない個人と比べて高い一方、12-28 ヶ月が経過するとその差異が見られなくなることが報告されて

いる (Marazziti & Canale, 2004)。このような関係の長期化によるコミットメントや愛着の低下は、特に男性において秘密裏の婚外関係を招く大きな要因であることが示されている (Shackelford & Buss, 1997)。

これらの知見に基づくと、前頭前野領域によって支えられる浮気的関心の能動的抑制 (Meyer et al., 2011; Ueda et al., 2017b)が関与する程度は、関係の段階に応じて変動する可能性が考えられる。具体的には、パートナーに対する愛着やコミットメントが低下する長期的関係になると、十分な能動的抑制が伴わなければ、パートナー以外の異性に対する関心を抑制することが困難になることが予想される。一方で関係の初期にはそうした能動的抑制が伴わずとも、パートナーに対する強い愛着やコミットメントにより、浮気的関心は自動的に抑制されていると予想される。

本研究ではこの仮説を検討するため、交際関係にある男性を対象に、研究 1 と同様の手続きによる go/no-go 課題とデート評定課題を実施した。仮説として、実行制御機能と浮気的関心の関係性が、現在のパートナーとの交際期間に応じて調整されると予想した。すなわち現在のパートナーとの交際期間が長い個人でのみ、反応抑制時の右 VLPFC 活動が低い個人ほど浮気的関心が高いという関係性が示されると予想した。さらに研究 1 と同様に、デート評定課題における異性人物の外見的魅力を実験的に操作することで、浮気的関心の程度による抑制機構の調整効果についても検討した。

3-2. 方法

3-2-1. 実験参加者

研究 1 と同様に、実験実施時に特定の異性と 6 ヶ月間以上交際関係にある、未婚で 20-39 歳の右利きの健常男性を参加条件として募集を行い、結果として 50 名が実験に参加した。そのうち、go/no-go 課題の go 条件で高い頻度でエラーを示した (全参加者の平均エラー率 5.7% よりも 3SDs 以上高い) 3 名の参加者を解析から除外し、残りの 47 名のデータに基づいて解析を実施した (年齢の平均 = 22.6 歳, 範囲 = 20-35 歳)。実験時に交際しているパートナーとの交際期間の平均は 22.6 ヶ月であった (SD = 18.8 ヶ月, 範囲 = 6-82 ヶ月)。現在のパートナーを含めた各参加者の交際経験人数の平均は 2.9 名であった (SD = 1.6 名, 範囲 = 1-8 名)。実験実施後の質問紙調査によって全ての参加者が異性愛者であることを確認した。実験は京都大学心の先端研究ユニット研究倫理審査、および京都大学こころの未来研究センター連携 MRI 安全審査による承認を得た上で実施した。実験実施に先立ち、ヘルシンキ宣言に基づき、書面による各参加者の実験参加同意を得た。

3-2-2. 刺激

公的な web サイトから go/no-go 課題で用いる 200 枚の動物画像 (イヌ・ネコの画像各 100 枚)、およびデート評定課題で用いる 300 枚の女性顔画像をダウンロードし、Adobe Photoshop を用いて均一になるように加工した。

動物画像に対しては、本実験に参加しない 10 名の男性参加者による 8 段階の情動価 (どれくらい快/不快な画像だと思うか)、覚醒

度 (どれくらいおだやかな/はつとする画像だと思うか)、視覚的な複雑さ (どれくらい複雑な画像に見えるか)の評定課題を実施した。参加者間の各画像に対する平均評定値に基づき、fMRI 実験で用いる 2 種類の画像セットを準備した。一方のセットでは go 条件に用いる 24 枚のネコ画像と、no-go 条件に用いる 8 枚のイヌ画像を選出した。もう一方のセットでは反対に、go 条件に用いる 24 枚のイヌ画像と no-go 条件に用いる 8 枚のネコ画像を選出した。これら 4 種類のカテゴリ間に、3 種類の尺度 (情動価、覚醒度、視覚的な複雑さ)のそれぞれにおいて、平均評定値の有意な差がないことを確認した。

女性顔画像に対しても同様に、本実験に参加しない 10 名の男性参加者による 8 段階の魅力、笑顔表情強度、顔方向の評定課題を実施した。参加者間の各画像に対する平均魅力評定値に基づき、デート評定課題に用いるための各 24 名の高魅力女性顔画像セット ($M = 5.33$, $SD = 0.28$)と低魅力女性顔画像セット ($M = 3.27$, $SD = 0.30$)を選出した。これら画像セット間の平均魅力評定値の差は有意であり ($t(46) = 24.76$, $p < .001$)、かつ笑顔表情強度および顔方向の平均評定値に有意な差がないことを確認した。

3-2-3. 実験手続き

fMRI スキャン中に go/no-go 課題を施行したのちスキャナー外でデート評定課題を施行した。最後に質問紙調査を実施した。

3-2-3-1. go/no-go 課題

研究 1 と同様、先行研究 (Casey et al., 2011; Lopez et al., 2014)

の手続きに従った go/no-go 課題を実施した。各試行ではネコまたはイヌのいずれかの画像が呈示された。参加者は、ネコの画像が呈示された場合には右手人差し指のボタンをできるだけ早く押し (go 条件)、イヌの画像が呈示された場合にはボタンを押さないことが求められた (no-go 条件)。画像と go/no-go 条件の組み合わせについては、参加者間でカウンターバランスを行った。各画像は課題を通して3回ずつ呈示し、合計で96試行を実施した (go 条件 72 試行, no-go 条件 24 試行)。各画像は 500 ミリ秒間呈示されたのち、2 秒間のブランク画面が呈示された。試行間には 4-8 秒間の注視点が呈示された。

本研究で実施した go/no-go 課題では研究 1 と異なり、恋愛行動とは無関連な刺激を用いた。画像刺激が欲求を喚起するものであるかどうかとは無関係に、go/no-go 課題で計測されたデータが自己制御機能の個人差を予測するという先行研究に基づき (Eigsti et al., 2006; Lopez et al., 2014)、異性人物の顔画像を用いない場合でも研究 1 で示された結果が再現されるかについても検討した。

3-2-3-2. デート評定課題

go/no-go 課題が終了したのち、研究 1 と同様の手続きによってスキャナー外でデート評定課題を施行した。48 名の女性顔画像 (高魅力 24 名、低魅力 24 名) が 1 枚ずつ、ランダムな順序で PC 画面上に呈示され、参加者はその女性と「どれくらいデートしてみたいと思うか」を 8 段階でできるだけ早く評定することが求められた (1: 全くデートしてみたいと思わない、8: 非常にデートしてみたいと思う)。各刺激は 2 秒間呈示され、試行間には注視点が 2 秒間呈示され

た。

3-2-4. 脳画像の撮像と解析手続き

撮像は 3.0 テスラ Siemens Magnetom Verio MRI スキャナー (Siemens, Erlangen, Germany)、および 32 チャンネルヘッドコイルを用いて実施した。機能画像の取得には、BOLD 信号に鋭敏な T2 スター強調 echo planar imaging (EPI)法を用いた。撮像パラメータは、繰り返し時間 (TR)を 2,500 ミリ秒、エコー時間 (TE)を 30 ミリ秒、フリップ角を 80 度、収集マトリックスを 64×64、撮像視野 (FOV)を 212 mm、面内解像度を 3.3×3.3 mm、スライス数を 39 枚、スライス厚を 3.2 mm、スライス間隔を 0.8 mm に設定した。構造画像は MP-RAGE 法を用いた T1 強調画像で撮像した。空間解像度は 1×1×1 mm に設定した。課題中の頭部の動きを制限するため、実験参加者の頭部をクッションによって固定した。画像刺激はスクリーン上に投影され、実験参加者はヘッドコイルに取り付けられた鏡を通して観察した。行動データは光ファイバーを用いたボタン装置によって取得した。撮像された 308 volumes のうち、最初の 4 volumes は、縦磁化が定常状態ではない可能性があるため解析から除外した。

データの 前処理 (preprocessing) および統計解析は、SPM12 (Wellcome Department of Imaging Neuroscience, London, UK) を用いて実施した。前処理でははじめに、機能画像のスキャン間の微小な体動を補正し、参加者ごとの連続した撮像画像と平均画像を生成した (Realignment)。その後、時間的補正を行なった (Slice timing correction)。各参加者の T1 強調構造画像は、体動補正を行

なった EPI 平均画像に対してマッチさせたのち (Coregistration)、Montreal Neurological Institute (MNI) reference brain のテンプレート脳画像を用いて標準化された。この際の変換パラメータを用いて標準化された各参加者の機能画像データに対し (Spatial Normalization, resampled voxel size = $2 \times 2 \times 2$ mm)、半値幅 (FWHM) 8 mm の 3 次元ガウシアンフィルターを用いて平滑化を施した (Spatial Smoothing)。

fMRI データは event-related design によって解析した。参加者ごと、刺激呈示時における各実験条件に関連した活動を標準的な血流動態反応関数 (HRF) によってモデル化した (duration の値は 0 秒に設定)。局外変数として体動パラメータをモデルに投入した。また、低周波ノイズを除去するための high-pass フィルタ (1/128 Hz)、および volume 間の時間的自己相関を補正するための AR(1) モデルを用いた。

このようにして作成したモデルを用い、統計解析を実施した。各条件のパラメータ推定値 (ベータ値) を全脳のボクセルごとに算出し、各条件のコントラストを作成した (first-level)。その後、各参加者におけるコントラスト画像に対して変量効果モデルを用い、集団レベルのコントラストを作成した (second-level)。差分解析として、no-go 条件 - go 条件のコントラストを作成し、WFU PickAtlas (Wake Forest University, Winston-Salem, NC; Maldjian et al., 2003) の Individual Brain Atlas using Statistical Parametric Mapping software (IBASPM; Aleman-Gomez et al., 2006) に基づいた右 VLPFC (下前頭回) の解剖学的領域を用いて、賦活領域の特定を行った。閾値については、family-wise-error (FWE) によって多

重比較補正を施した voxel-level $p < .05$ とした。集団レベル解析において示された右 VLPFC (no-go 条件 - go 条件; ピークボクセルの MNI 座標 = 36, 24, -2, Z value = 4.86, cluster size = 5; 図 3-1A)における各参加者の信号変化率 (%)を、MarsBaR (Brett et al., 2002)を用いて算出した。

3-3. 結果

3-3-1. デート評定値、右 VLPFC 活動、交際期間データ

統計解析には R version 3.3.2 (R Core Team, 2016)を用いた。デート評定課題において、低魅力女性 ($M = 3.00$, $SD = 0.75$)と比べ、高魅力女性 ($M = 4.87$, $SD = 0.82$)に対して有意に高い評定平均値が示された ($t(46) = 23.30$, $p < .001$)。各参加者の go/no-go 課題における右 VLPFC 活動 (no-go 条件 - go 条件)と、対数変換を施した現在のパートナーとの交際期間の長さ (下記を参照)との間には有意な相関は示されなかった ($r = .05$, $p = .74$)。このことから、全参加者で見た場合には実行制御機能と交際関係の長さの間に直接的な関係がないことが示唆された。

3-3-2. 線形混合モデルによる重回帰分析

右 VLPFC による異性への浮氣的関心の抑制が、交際関係の長さによって調整されるという仮説を検討するため、線形混合モデル (linear mixed model, LMM)を用いた重回帰分析を実施した。解析には R パッケージの lme4 (Bates et al., 2014)、lmerTest (Kuznetsova et al., 2015)、および optimx (Nash & Varadhan, 2011)を用いた。従属変数として各参加者におけるデート評定値を投入した。独立変数の固定効果項にはダミー変数化したデート評定条件 (高魅力: 1, 低魅力: -1)、各参加者の go/no-go 課題における右 VLPFC 活動、現在のパートナーとの交際期間、およびそれらの交互作用項を投入した。交際期間については事前に対数変換を施すことで、全参加者の交際期間の分布が正規分布に近似するようにした (変換前の歪度 = 1.54, 変換後の歪度 = 0.41; 変換前の尖度 =

1.64, 変換後の尖度 = -0.81)。全ての変数には事前に中心化を施した。また、参加者および項目に対する変量切片および変量傾きをモデルに投入した (Barr et al., 2013)。

結果では予想した通り、右 VLPFC 活動×交際期間の有意な交互作用が示された ($B = -0.30, t = -2.28, p = .028$)。デート評定の条件 (高魅力/低魅力)による主効果も有意であった一方 ($B = 0.94, t = 10.47, p < .001$)、右 VLPFC 活動 ($B = -0.14, t = -1.40, p = .170$)、および交際期間 ($B = 0.15, t = 1.38, p = .175$)の主効果は有意ではなかった。また、その他の交互作用はいずれも有意でなかった (all $ps > .35$)。したがって交際期間と右 VLPFC 活動の関係性は、喚起される浮氣的関心の程度 (ターゲット異性の魅力)によっては調整されないことが示唆された。

右 VLPFC 活動×交際期間の交互作用をさらに詳細に検討するため、単純傾斜の検定を実施した (図 3-1B)。予想した通り、現在のパートナーとの交際関係が相対的に短い (平均-1SD)個人では、浮氣的関心の抑制において右 VLPFC の関与が見られない一方 ($B = 0.16, t = 0.89, p = .38$)、交際関係が相対的に長い (平均+1SD)個人では、反応抑制時の右 VLPFC 活動が高い個人ほど関心が抑制されていることが示された ($B = -0.44, t = -2.82, p = .007$)。

各参加者の年齢と現在のパートナーとの交際期間の間には有意な正の相関が示された ($r = .44, p = .002$)。上記のモデルに年齢を共変量として投入し、再度重回帰分析を実施したところ、同様の結果が示された (右 VLPFC 活動×交際期間の交互作用, $B = -0.32, t = -2.35, p = .023$)。したがって、年齢の低い個人ほど現在のパートナーとの交際期間が短い傾向が示された一方で、実行制御と浮氣的

関心の関係性には、年齢の影響は見られないことが確認された。

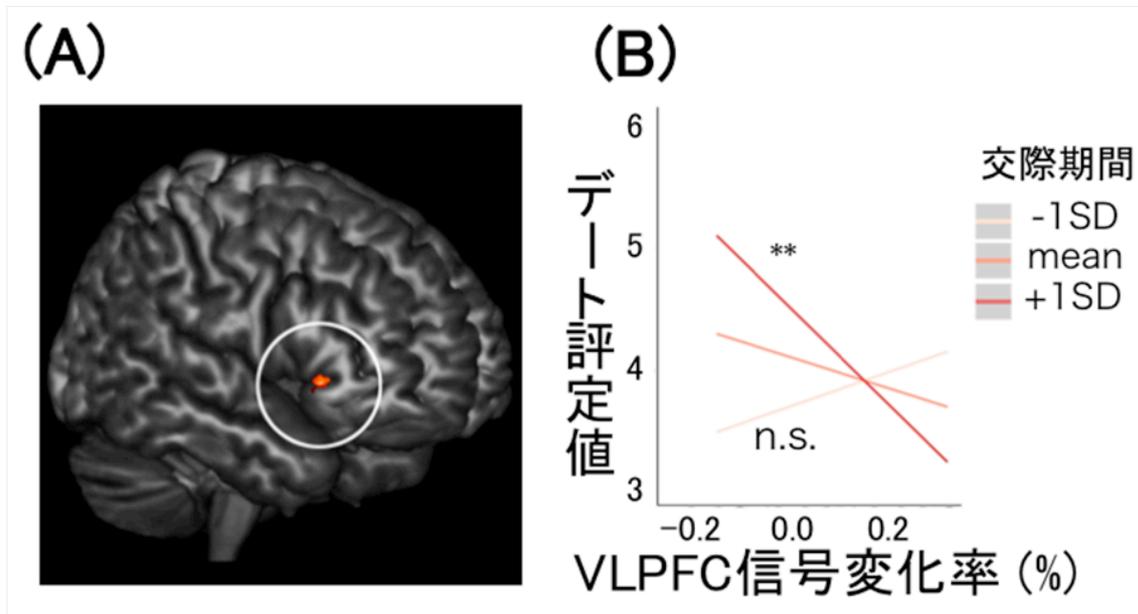


図 3-1

(A) go/no-go 課題の no-go 条件 - go 条件における集団解析で賦活が示された右腹外側前頭前野 (ventrolateral prefrontal cortex, VLPFC)。 $p < .001$ (多重比較補正なし)による結果を図示。(B)デート評定値の個人差に対する、右 VLPFC 活動 (BOLD 信号変化率)と、対数変換を施した各参加者における現在のパートナーとの交際期間によるデート評定値の関係性。 **: $p < .01$, n.s.: VLPFC 活動の有意な単純主効果は見られなかった

3-4. 考察

3-4-1. 交際期間に応じた能動的抑制機構の関与

本研究の結果は、実行制御による浮氣的関心の能動的抑制の関与が、交際期間に応じて変動するという仮説を支持するものであった。長期的関係にある個人では、反応抑制時の右 VLPFC 活動が高い個人ほど浮氣的関心が抑制されていたのに対し、関係の初期段階にある個人ではこうした関係性は見られなかった。

これらの結果は、研究 1 で提案された浮氣的関心の能動的抑制機構と自動的抑制機構の相互作用的關係性をさらに裏付けるものである。関係の初期段階にはパートナーに対する強い愛着やコミットメントにより (Tenov, 1979)、パートナー以外の異性に対する関心が自動的に抑制されていると推測される。このような強い愛着やコミットメントは一方で、関係が長くなるにつれて一般的には低下する傾向にある (Traupmann & Hatfield, 1981; Sternberg, 1986; Tucker & Aron, 1993)。結果として、親密な異性間関係の安定的・長期的持続には、パートナー以外の異性に対する関心を能動的に抑制することが必要になると考えられる。自己制御機能は異性間関係の安定的・長期的維持において重要な役割を果たすことがこれまでに報告されているが (Finkel & Campbell, 2001; Ritter et al., 2010; Pronk et al., 2011; Ciarocco et al., 2012; Pronk & Righetti, 2015)、本研究の結果はそうした知見を拡張するものであると考えられる。

3-4-2. 浮氣的関心の程度による調整効果の可能性

浮氣的関心の程度 (デート評定課題で実験的に操作した異性の外

見的魅力)と実行制御機能を支える右 VLPFC 活動、交際期間の三者間の交互作用については示されなかった。すなわち、実行制御による浮気的関心の能動的抑制と交際期間の関係性は、異性の魅力による調整を受けないと考えられる。この結果については、本研究で用いた実験課題が仮想的な評定課題であったことに起因する可能性が考えられる。こうした仮想的な評定課題は減衰効果に関する研究で広く用いられている一方 (e.g., Johnson & Rusbult, 1989; Ritter et al., 2010; Meyer et al., 2011)、実際の行動を対象にした場合のデータと乖離する例も報告されている (e.g., Simpson et al., 1990)。こうした乖離の理由として、魅力的な異性と実際には会う可能性がない仮想的な評定課題では、関係の維持にとってそれほど脅威に感じられないためであると推測されている (Simpson et al., 1990)。こうした知見に基づき、今後の研究では実験室実験に加え、異性に対する実際の行動によるデータ (e.g., Pronk et al., 2011; Ciarocco et al., 2012)も組み合わせた検討が必要になると考えられる。

3-4-3. 長期的関係における強い愛着・コミットメント

関係の長期化に伴うパートナーに対する愛着やコミットメントの低下は普遍的に見られる一方 (Traupmann & Hatfield, 1981; Sternberg, 1986; Tucker & Aron, 1993)、長く関係が続いているカップルであっても、パートナーに対する強い愛着やコミットメントが持続する場合も想定できる (Acevedo et al., 2012a)。本研究ではこのような例については検討できておらず、パートナーとの関係性の質的な側面を含めた、より包括的な検討が必要であると考え

られる。この問題については、第5章の総合考察において再度取り上げる。

3-4-4. 関係の維持における腹外側前頭前野の役割

親密な異性間関係における前頭前野領域の関与については、実行制御機能による浮気的関心の能動的抑制の他にもいくつかの役割が提案されている。例えば、長期的関係における結婚生活への満足度が高い個人ほど、パートナーの顔画像を呈示された際の両側のVLPFC活動が高いことが報告されている (Acevedo et al., 2012b)。著者の Acevedo らはこの結果を、VLPFC によって支えられる他者の意図理解の認知機能 (Kilner et al., 2009) が反映されているものとして解釈している。本研究と Acevedo らによる知見はそれぞれ、VLPFC の異なった認知的処理過程を仮定しているものの、いずれも VLPFC が親密な異性間関係の維持にとって重要な役割を果たす脳領域であるという仮説を支持するものである。今後の検討では、VLPFC の詳細な役割を明らかにすることが期待される。

第 4 章

研究 3. パートナー選択の意思決定を支える認知神経機構

4-1. 研究の背景

研究 1、2 では、交際関係にある個人がどのようにして関係を維持しているかを明らかにすることを目的とした。これまでの研究ではこのような異性間関係の維持 (relationship maintenance) に関する問題と並行し、我々がどのようにしてパートナーとなる異性を選択するか (mate selection) に関する問題も広く扱われてきた。

パートナーとの幸福な関係を構築することは、心理的・身体的健康の双方にとって重要であることが示されている (Bloom et al., 1978; House et al., 1988)。したがって我々ヒトは、そのような「望ましい」パートナーとの関係を構築することを強く動機づけられていると考えられる。特に男性では、外見的に魅力的な異性をパートナーとして選ぶ傾向が強いことが広く知られている (Berscheid & Dion, 1971; Riggio & Woll, 1984; Buss & Schmitt, 1993); ただし十分なサンプルサイズ・刺激数で再検討したところ性差が見られないことも報告されている。Eastwick & Smith (2018)を参照)。この動機づけの理由としては、外見的魅力が免疫機能や妊娠可能性などの遺伝的な質を反映するためであると考えられている (Thornhill & Gangestad, 1999)。こうした進化的適応の結果として、外見的魅力が高い人物ほど社会的に望ましい、あるいは有能な人物であると見なされる傾向にある「美は善」ステレオタイプ (“beauty-is-good” stereotype) が数多く報告されている (Dion et al., 1972; Marlowe et al., 1996; Watkins & Johnston, 2000;

Hamermesh & Parker, 2005)。fMRI を用いた研究からはこのような知見と一貫する結果として、魅力的な異性人物の呈示に対し、腹側線条体や眼窩前頭皮質 (orbitofrontal cortex, OFC) といった報酬系領域の反応が見られることが報告されており、こうした脳領域が魅力的なパートナーとの関係構築を動機づける、生物的に基本的な神経機構であると考えられている (Aharon et al., 2001; O'Doherty et al., 2003; Kranz & Ishai, 2006; Ishai, 2007)。

他方、現代社会の生活では、魅力的に感じた相手と自由に交際関係や婚姻関係を築けるとは限らない。例えば、すでに特定の個人と交際関係にある異性に対してアプローチすることは、それが成就する可能性が低いだけでなく、たとえ成就したとしても自身の社会的評判を損なう、個人間のトラブルを招くなどのリスクを伴うと考えられる (Wilson & Daly, 1996; Schmitt & Buss, 2001; Schmitt et al., 2004)。このような「略奪愛」(mate poaching, (Schmitt & Buss, 2001))は、多くの文化圏で望ましくない行為とされるにもかかわらず、日常茶飯事的に見られる。53 の社会を対象とした大規模調査では、長期的な交際関係を目的とした「略奪愛」の経験を有する個人の割合が、北米地域の男性で 63.4%、女性で 51.5%、東アジア地域の男性で 47.4%、女性で 33.5%であることが報告された (Schmitt et al., 2004)。なお、この研究ではオセアニア地域を除いた全ての文化圏で、女性よりも男性の方が有意に多く「略奪愛」の経験を有することが観察されている。

社会的に望ましくない行為とされる「略奪愛」が普遍的に観察される理由としては、それがより望ましい異性との交際関係を構築する可能性を高めるための方略として用いられているためであると考

えられている (Wilson & Daly, 1992)。この仮説を裏付けるデータとして、Schmittらによる上記の調査では、およそ 10%のカップルがいずれかを「略奪」した結果として成立したカップルであり、およそ 3%は双方がお互いを「略奪」した結果として成立したカップルであることが観察された。また、長期的関係のパートナーの「略奪」経験のある個人のうち、それがある程度成功したことがあると答えた個人の割合は、いずれの文化圏・性別でも非常に高いことも示された (北米地域の男性で 76.6%、女性で 80.0%、東アジア地域の男性で 77.9%、女性で 75.6%)。こうした知見に基づくと社会的に望ましくない行為とされる「略奪愛」は、パートナー選択における代表的な方略の一つとして作用しており、結果としてその行動傾向には大きな個人差が見られると考えられる。

上記の Schmittらの研究ではさらに、いくつかの性格特性が「略奪愛」の行動傾向における個人差と関与することが示されている。多くの文化圏で共通して、外向的で (extraverted)、無愛想で (disagreeable)、良心的でなく (unconscientious)、誠実ではない (unfaithful)、性的関心が強い (erotophilic)個人ほど、「略奪愛」の経験を多く有することが報告されている (Schmitt et al., 2004)。一方で、その生理的機構については依然として明らかになっていない。こうした「略奪愛」行為がパートナー選択における一つの方略として作用しているとすれば、性格特性のみならず、生理的機構の作用においても個人差が見られることが予想できる。

本研究ではその神経機構を明らかにすることを目指し、特に OFC が「略奪愛」選好の個人差に関与すると予想した。OFC は価値判断に関わる意思決定を支える中心的な領域であることが報告されてい

る (Rangel et al., 2008; Rangel & Hare, 2010; Fellows, 2011; Walton et al., 2015)。OFC の中でも外側領域である lateral OFC (lOFC) が金銭報酬などの抽象的な二次報酬に対して主に反応するのに対し、内側領域の medial OFC (mOFC) はより基礎的な一次報酬 (性的な画像など) に対して反応することが報告されている (Kringelbach & Rolls, 2004; Sescousse et al., 2010)。また、lOFC が主に報酬と結びつけられた学習機構を支えるのに対し (e.g., Noonan et al., 2010; Rushworth et al., 2011)、mOFC は主観的な価値づけに基づいた意思決定の機構を支えていると考えられている (e.g., Kim et al., 2007; Rolls & McCabe, 2007; Lebreton et al., 2009; Noonan et al., 2010; Ito et al., 2015)。これらの知見に基づき本研究では、すでに交際関係にある異性に対しても高い選好を示す個人では、選好判断時の mOFC 活動が相対的に高いという仮説を検討した。

実験では男性を対象に、fMRI スキャン中に呈示された女性の顔画像に対する恋愛的関心を評価する課題を実施した。課題では顔画像とともに、その人物の (架空の) 交際情報がテキストによって呈示され、関心評価時の脳活動が計測された。実験条件として、外見的魅力 (高魅力/低魅力) × 交際情報 (恋人あり/なし) の 2 要因を設定した。

4-2. 方法

4-2-1. 実験参加者

39 名の健常な右利きの成人男性が実験に参加した。そのうち fMRI 課題中に特に大きな体動を示した 3 名を解析から除外し、残りの 36 名によるデータを用いて解析を実施した (年齢の平均 =

25.0 歳，範囲 = 20-35 歳)。36 名のうち 12 名は実験実施時に特定の異性と交際関係にあり、24 名は交際関係にないシングルであった。fMRI 課題における行動データでは交際状況による影響は示されなかったため（詳細については 4-3-1. 行動データを参照）、以降の解析は交際状況の要因を含めずに、36 名のデータを全て用いて実施した。実験実施後の質問紙調査によって全ての参加者が異性愛者であることを確認した。実験は京都大学心の先端研究ユニット研究倫理審査、および京都大学こころの未来研究センター連携 MRI 安全審査による承認を得た上で実施した。実験実施に先立ち、ヘルシンキ宣言に基づき、書面による各参加者の実験参加同意を得た。

4-2-2. 刺激

公的な web サイトから女性 150 名の顔画像をダウンロードし、Adobe Photoshop を用いて均一になるように加工した。その後、本実験には参加しない 12 名の男性を対象に、それら顔画像の魅力、笑顔表情強度、顔方向を 8 段階で評価することを求める予備実験を実施した。その魅力評定平均値に基づき、本実験で用いる各 60 枚の高魅力 ($M = 4.73$, $SD = 0.44$)・低魅力 ($M = 3.42$, $SD = 0.33$) 顔画像セットを選出した。これら 2 つの画像セット間の魅力評定平均値の差は有意であることを確認した ($t(118) = 18.50$, $p < .001$)。さらにそれらを、高魅力と低魅力それぞれの 2 つのセット間の魅力評定平均値には有意な差がないようにした、各 30 枚の 4 つの画像セットに分けた。

fMRI 課題では、これら顔画像の呈示の際に、その人物の（架空の）交際状況がテキストによって伝えられた。高魅力・低魅力それぞれ

の一方の 30 枚の画像セットでは「恋人：あり」というテキストが呈示された。もう一方の 30 枚の画像セットでは、顔画像の下に「恋人：なし」というテキストが呈示された（詳細については 4-2-3. 実験手続きを参照）。顔画像セットと交際情報の組み合わせについては、参加者間でカウンターバランスを行った。また、4 つの画像セット間には、有意な笑顔評定強度および顔方向の平均評定値がないことを確認した (all $ps > .16$)。

4-2-3. 実験手続き

fMRI スキャン中に、画面に呈示された女性と「どれくらい交際してみたいと思うか」を 8 段階で評価する課題を実施した (1: 全く交際してみたいと思わない, 8: 非常に交際してみたいと思う)。各人物顔画像の下には、その人物の (架空の) 交際状況に関する情報がテキストで表示された。「恋人：あり」と表示された場合にはその女性が現在特定の個人と交際関係にあり、「恋人：なし」と表示された場合にはその女性が現在誰とも交際関係にないことを意味すると教示した。参加者は顔画像呈示に対し、両手に持ったボタンのいずれか (人差し指、中指、薬指、小指の 4 つのボタン) をできるだけ早く押し、評価を行うことが求められた。ボタンの配置方向については参加者間でカウンターバランスを行った。各試行では高魅力・恋人あり (attractive females with a romantic partner, AP 条件)、高魅力・恋人なし (attractive females without a romantic partner, AnP 条件)、低魅力・恋人あり (unattractive females with a romantic partner, UP 条件)、低魅力・恋人なし (unattractive females without a romantic partner, UnP 条件) のいずれかが、ランダムな順序で個

別に呈示された (図 4-1)。各条件を 30 試行ずつ、合計で 120 試行を実施した。顔画像は 2 秒間呈示され、試行間には 4-10 秒間、注視点が呈示された。行動データの解析は R version 3.1.1 を用いて実施した (R Core Team, 2014)。



図 4-1

fMRI 課題の手続き。参加者は画面に呈示された異性と「どれくらい交際してみたいと思うか」を、8 段階でできるだけ早く評価することが求められた (1: 全く交際してみたいと思わない, 8: 非常に交際してみたいと思う)。各試行では高魅力・恋人あり (attractive females with a romantic partner, AP 条件)、高魅力・恋人なし (attractive females without a romantic partner, AnP 条件)、低魅力・恋人あり (unattractive females with a romantic partner, UP 条件)、低魅力・恋人なし (unattractive females without a romantic partner, UnP 条件) の 4 条件のいずれかが、ランダムな順序で呈示された。

4-2-4. 脳画像の撮像と解析手続き

撮像は 3.0 テスラ Siemens Magnetom Verio MRI スキャナー (Siemens, Erlangen, Germany)、および 12 チャンネルヘッドコイルを用いて実施した。機能画像の取得には、BOLD 信号に鋭敏な T2 スター強調 echo planar imaging (EPI)法を用いた。撮像パラメータは、繰り返し時間 (TR)を 2,500 ミリ秒、エコー時間 (TE)を 30 ミリ秒、フリップ角を 90 度、収集マトリックスを 64×64、撮像視野 (FOV)を 224 mm、面内解像度を 3.5×3.5 mm、スライス数を 39 枚、スライス厚を 3.5 mm に設定した。構造画像は MP-RAGE 法を用いた T1 強調画像で撮像した。空間解像度は 1×1×1 mm に設定した。課題中の頭部の動きを制限するため、実験参加者の頭部をクッションによって固定した。画像刺激はスクリーン上に投影され、実験参加者はヘッドコイルに取り付けられた鏡を通して観察した。行動データは光ファイバーを用いたボタン装置によって取得した。各参加者において撮像された最初の 4 volumes は、縦磁化が定常状態ではない可能性があるため解析から除外した。

データの前処理 (preprocessing)および統計解析は、SPM8 (Wellcome Department of Imaging Neuroscience, London, UK)を用いて実施した。前処理でははじめにスキャン間の時間的補正を行なったのち (Slice timing correction)、微小な体動を補正し、参加者ごとの連続した撮像画像と平均画像を生成した (Realignment)。その後、各参加者の T1 強調構造画像に対し、体動補正を行なった EPI 平均画像に対してマッチさせた (Coregistration)。構造画像は灰白質のみに分離され、それに対して Montreal Neurological Institute (MNI) reference brain のテンプレート

レート脳画像の灰白質を用いた標準化を施した。この際の変換パラメータを用いて標準化された各参加者の機能画像データに対し (Spatial Normalization, resampled voxel size = $2 \times 2 \times 2$ mm)、半値幅 (FWHM) 8 mm の 3 次元ガウシアンフィルターを用いて平滑化を施した (Spatial Smoothing)。

fMRI データは event-related design によって解析した。参加者ごと、刺激呈示時における各実験条件に関連した脳活動を、標準的な血流動態反応関数 (HRF) によってモデル化した (duration の値は 0 秒に設定)。反応が得られなかった試行 (全試行の 0.5%) は fMRI データの解析から除外した。また、実験実施後の debriefing により、刺激人物画像のうちの 1 名に見覚えがあると報告した参加者 1 名における 1 試行のデータも解析から除外した。低周波ノイズを除去するための high-pass フィルタ (1/128 Hz)、および volume 間の時間的自己相関を補正するための AR(1) モデルを用いた。

このようにして作成したモデルを用い、統計解析を実施した。各条件のパラメータ推定値 (ベータ値) を全脳のボクセルごとに算出し、各条件のコントラストを作成した (first-level)。各参加者におけるそれらのコントラスト画像に対して変量効果モデルを用い、集団レベルのコントラストを作成した (second-level)。この際、全脳から魅力の主効果を反映する領域を特定するための [(AP + AnP) vs. (UP + UnP)]、および交際情報の主効果を特定するための [(AP + UP) vs. (AnP + UnP)] の計 4 種類のコントラストを作成した。閾値については、多重比較補正を行わない voxel-level $p < .001$ とし、11 voxels 以上のクラスターを有意な結果として報告した。各クラスターにおけるピークボクセルの位置は、MNI 座標に基づいて報告した。

4-3. 結果

4-3-1. 行動データ

参加者間の平均評定値および反応時間を表 4-1 に示す。平均評定値に対し、参加者の交際状況（交際中/シングル）×刺激人物の魅力（高魅力/低魅力）×刺激人物の交際情報（恋人あり/恋人なし）の 3 要因分散分析を実施したところ、刺激人物の魅力 ($F(1, 34) = 168.08, p < .001$)、および刺激人物の交際情報 ($F(1, 34) = 4.29, p = .046$) の主効果が有意であった一方、参加者の交際状況の主効果は有意ではなかった ($F(1, 34) = 0.12, p = .73$)。また、交互作用はいずれも有意ではなかった。参加者の交際状況の主効果および交互作用が示されなかったため、以降の行動データおよび fMRI データの分析は全て、参加者の交際状況の要因を投入せずに実施した。

表 4-1. 平均評定値・平均反応時間（ミリ秒）データ

	平均評定値 (標準偏差)	平均反応時間 (標準偏差)
高魅力・恋人あり	4.08 (1.17)	1830 (593)
高魅力・恋人なし	4.37 (0.90)	1836 (640)
低魅力・恋人あり	2.86 (0.88)	1746 (572)
低魅力・恋人なし	3.15 (0.86)	1775 (602)

再度、刺激人物の魅力×刺激人物の交際情報による 2 要因分散分析を実施したところ、3 要因分散分析の結果と同様に、刺激人物の魅力 ($F(1, 35) = 171.25, p < .001$) および交際情報 ($F(1, 35) = 6.30, p = .017$) の主効果が有意であることが確認された。それらの交互作用については有意ではなかった ($F(1, 35) = 0.001, p = .98$)。これらの結果から、低魅力の女性よりも高魅力の女性に対し、あるいは交際関係にある女性よりもシングルの女性に対し、より強い恋愛的関心が向けられたことが確認された。

同様に各条件の平均反応時間に対する 2 要因分散分析を実施したところ、刺激人物の魅力の主効果が示された一方 ($F(1, 35) = 12.47, p = .001$)、刺激人物の交際情報の主効果 ($F(1, 35) = 1.48, p = .23$) およびそれらの交互作用 ($F(1, 35) = 0.40, p = .53$) は有意ではなかった。魅力的な女性に対する評価が、魅力的でない女性に対する評価よりも時間を要するという結果は、いくつかの先行研究でも報告されている (e.g., Kranz & Ishai, 2006; Ishai, 2007)。

4-3-2. fMRI 全脳解析

全脳における差分解析によって示された脳領域を表 4-2 に示す。低魅力女性と比べて、高魅力女性の呈示に対して反応を示した領域 ($[(AP + AnP) - (UP + UnP)]$ コントラスト) として予想通り、両側の腹側線条体を含む領域の賦活が示された (図 4-2A)。その反対の $[(UP + UnP) - (AP + AnP)]$ コントラストで賦活した領域は示されなかった。

同様に、刺激人物の交際情報に対して反応する領域を全脳から解析した。「恋人：なし」と比べて、「恋人：あり」女性の呈示に対し

て反応を示した領域 ($[(AP + UP) - (AnP + UnP)]$ コントラスト)として、左半球の中側頭回および角回の賦活が示された (図 4-2B)。その反対の $[(AnP + UnP) - (AP + UP)]$ コントラストで賦活した領域は示されなかった。

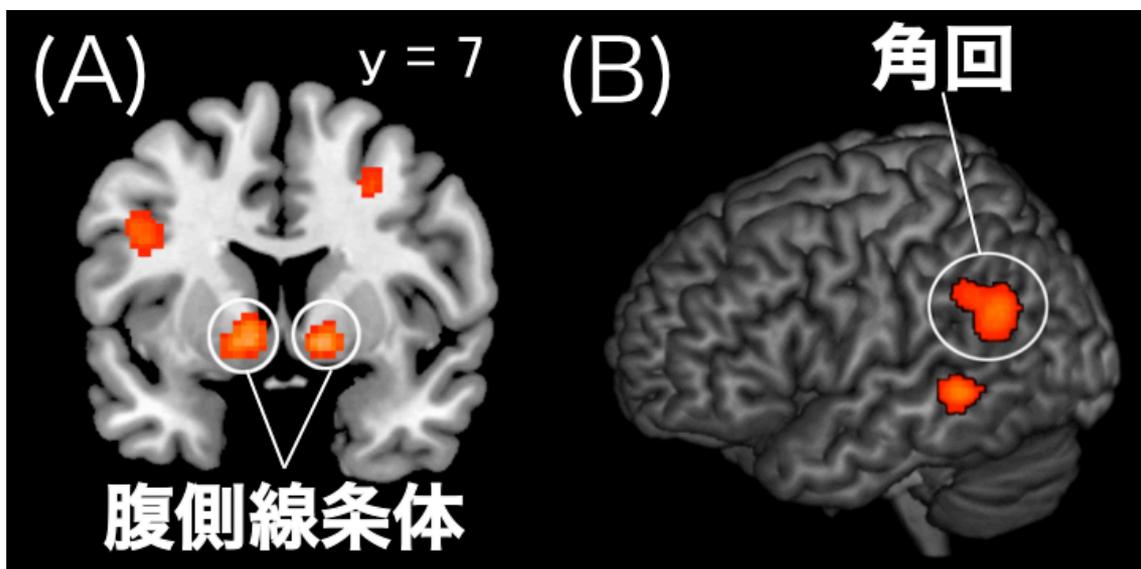


図 4-2

(A) $[(AP + AnP) - (UP + UnP)]$ コントラストによる集団解析の結果、低魅力女性と比べて高魅力女性の呈示に対し、両側の腹側線条体を含む領域の活動が示された。(B) $[(AP + UP) - (AnP + UnP)]$ コントラストによる集団解析の結果、「恋人：なし」と比べて「恋人：あり」女性の呈示に対し、左角回を含む領域の活動が示された。

表 4-2. 条件間の集団解析で賦活を示した領域

領域 (Brodmann's Area)	MNI 座標			Z 値	クラスター サイズ
	x	y	z		
高魅力の効果: (高魅力・恋人あり + 高魅力・恋人なし) - (低魅力・恋人あり + 低魅力・恋人なし)					
左上前頭回 (9)	-26	40	40	4.46	136
左上前頭回内側 (32)	-8	28	38	3.90	67
左島	-26	22	-2	5.29	318
左中心前回 (44)	-44	4	30	3.86	307
左淡蒼球/腹側線条体	-12	4	-6	4.30	246
左後部帯状回 (23)	-8	-34	28	3.81	95
左下側頭回 (20)	-52	-48	-10	3.59	20
左下側頭回 (37)	-48	-66	-4	3.55	50
左楔部 (18)	-12	-90	14	3.30	18
小脳	0	-62	-24	3.27	18
右前部帯状皮質 (32)	14	22	38	4.03	155
右島	34	16	-6	4.42	478
右淡蒼球/腹側線条体	10	2	-6	4.48	360
右上前頭回内側 (6)	28	2	44	3.80	81
右島	40	-12	26	3.39	27
右海馬	24	-30	-4	3.33	18
右後部帯状回 (23)	8	-38	26	3.51	32
右島距皮質 (18)	24	-64	14	4.68	5,836

右小脳	36	-66	-50	4.32	171
右小脳	6	-72	-26	3.38	35
右紡錘状回 (19)	30	-76	-2	3.43	13

低魅力の効果: (低魅力・恋人あり + 低魅力・恋人なし) - (高魅力・恋人あり + 高魅力・恋人なし)

有意な賦活を示したボクセルはなし

「恋人あり」の効果: (高魅力・恋人あり + 低魅力・恋人あり) - (高魅力・恋人なし + 低魅力・恋人なし)

左中側頭回 (21)	-58	-40	0	4.00	167
左角回 (39)	-50	-56	28	3.94	425

「恋人なし」の効果: (高魅力・恋人なし + 低魅力・恋人なし) - (高魅力・恋人あり + 低魅力・恋人あり)

有意な賦活を示したボクセルはなし

voxel-level $p < .001$ (多重比較補正なし), $k > 10$ voxels

4-3-3. fMRI 相関分析

「恋人：あり」女性に対する選好傾向の個人差の指標として、各参加者における「恋人：あり」条件の平均評定値から「恋人：なし」条件の平均評定値を差し引いた iP (index of sensitivity to a partner) を算出した。 iP が高い参加者ほど、「恋人：あり」女性に対する選好低下の程度が小さいことを意味する。この値を共変量としてモデルに投入し、 $[(AP + UP) - (AnP + UnP)]$ コントラストにおいて iP の個人差と相関した活動を示す領域を全脳から探索した。その際、 iP の外れ値 (全参加者の平均から 3SD 以上小さい値) を示した 1 名を解析から除外し、残りの 35 名のデータに基づいて解析を実施した。

結果では仮説通り、右半球 mOFC の活動と iP の個人差との間に正の相関が示された (図 4-3, 表 4-3)。外れ値を示した 1 名のデータを加えた 36 名のデータによる解析を実施した場合にも、同様の結果が示された。

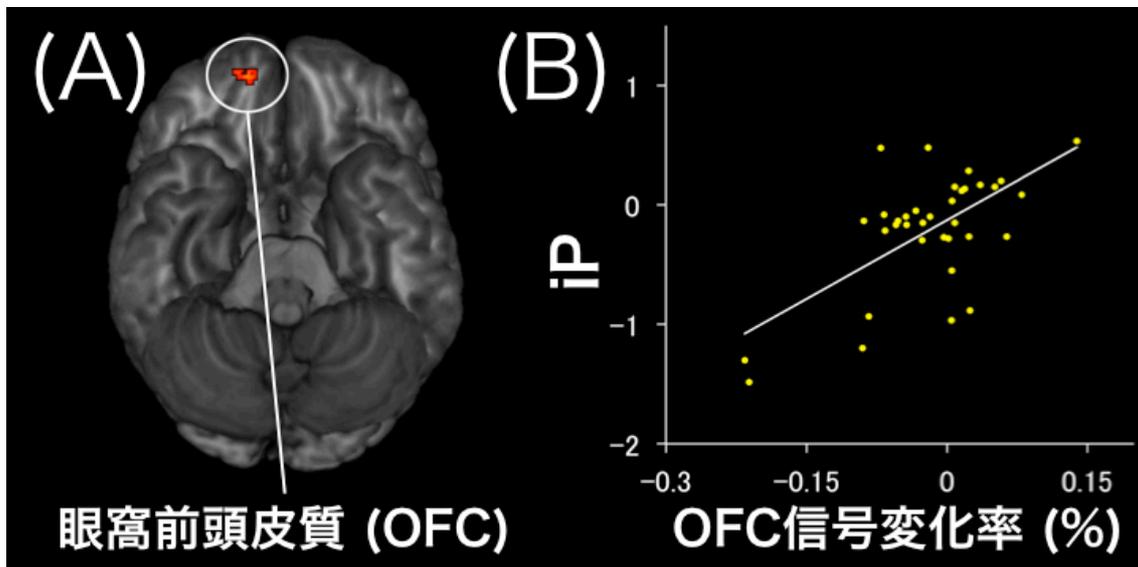


図 4-3

(A) iP (各参加者における「恋人：あり」条件の平均評定値から「恋人：なし」条件の平均評定値を差し引いた値)の個人差と、 $[(AP + UP) - (AnP + UnP)]$ コントラストにおいて相関した活動を示した右眼窩前頭皮質 (OFC)。(B) iP と OFC における BOLD 信号変化率 (%)の相関を示す散布図。各点は各参加者を示す。

表 4-3. [(高魅力・恋人あり + 低魅力・恋人あり) - (高魅力・恋人なし + 低魅力・恋人なし)]の差分において、各参加者の iP と相関する脳活動を示した領域

領域 (Brodmann's Area)	MNI 座標			Z 値	クラスター サイズ
	x	y	z		
正の相関					
右眼窩前頭皮質 (11)	14	56	-6	4.01	26
右ローランド弁蓋部 (6)	62	8	8	3.45	18
右上頭頂小葉 (2)	44	-44	62	4.26	61
右楔前部 (皮質下白質)	28	-50	26	3.45	18
負の相関					
有意な賦活を示したボクセルはなし					

voxel-level $p < .001$ (多重比較補正なし), $k > 10$ voxels

4-4. 考察

4-4-1. 「略奪愛」選好傾向と相関する内側眼窩前頭皮質活動

本研究では、恋愛関心の判断過程における個人差と関わる脳領域を特定することを目指した。全体的な傾向としては、低魅力異性よりも高魅力異性に対し、あるいは交際関係にある異性よりもシングルであると伝えられた異性に対し、より強い恋愛関心が向けられることが示された。一方で予想した通り、交際関係にある異性に対する恋愛関心の程度には個人差が見られた。交際関係にある異性に対してもそれほど関心の低下が見られない個人では、判断時の mOFC 活動が高い傾向が示された。この結果は、mOFC が主観的な価値判断を支える中心的な領域であることを示した先行研究の知見と一貫するものである (e.g., Kim et al., 2007; Rolls & McCabe, 2007; Lebreton et al., 2009; Noonan et al., 2010; Ito et al., 2015)。

本研究で示された mOFC の役割については、主観的な価値判断過程を反映しているという説明の他に、リスク選好傾向を反映しているという説明も考えられる。「略奪愛」行為は望んだ異性と結ばれる可能性を高める一方で、自身の社会的評判を損なう、個人間のトラブルを招くなどのリスクも伴う (Wilson & Daly, 1996; Schmitt & Buss, 2001; Schmitt et al., 2004)。社会的集団の観点からは、「略奪愛」の方略を取る個人がコミュニティの中で増加することで、性感染症の蔓延を招くというリスクも考えられる (Bauch & McElreath, 2016; Campbell et al., 2017; Balzarini et al., 2018)。このようなリスクを選好する傾向は、意思決定時の mOFC 活動と関与することが報告されている (Van Leijenhorst et al., 2010)。また、異性を前にした場面におけるリスク行動傾向は、特にシングルの男

性で顕著に示されることも報告されている (Frankenhuis & Karremans, 2012)。パートナー選択行動における mOFC の詳細な役割を明らかにするためには、このようなりスク選好傾向との関連性を直接的に検討することも重要であると考えられる。

4-4-2. ターゲット異性の交際状況による選好の調整

交際関係にある異性に対する恋愛関心は低く調整される傾向にあり、この効果には角回と中側頭回の関与が示された。側頭-頭頂接合部や頭頂領域は、対象との社会的な距離の判断と関与することが示されている (Yamakawa et al., 2009)。異性にアプローチするかを決定する際、自身に関心が向けられているか否かの情報は、対象の異性の外見的魅力と同様に重要な要因となることが示されている (Aronson & Linder, 1965; Insko & Wilson, 1977; Aron et al., 1989; Riela et al., 2010)。対象の異性がすでに交際関係にある場合には、自身に関心が向けられる可能性は低く、結果としてそうした異性に対してはより大きな社会的距離が見積もられると推測される。一方で本研究の実験デザインは、詳細な認知的処理の過程まで検討できるものにはなっておらず、このような解釈には逆推論 (reverse inference) の問題を伴う (Poldrack, 2006)。したがって本研究で示された脳領域の詳細な役割を明らかにするためには、さらなる検討が必要であると考えられる。

4-4-3. ターゲット異性の外見的魅力による選好の調整

外見的魅力が低い異性よりも魅力が高い異性に対し、より高く恋愛関心が評価される傾向にあり、これには報酬系領域である腹側

線条体の関与が示された。この結果は先行研究の知見と一貫するものである (Aharon et al., 2001; Kim et al., 2007)。一方でこの効果には mOFC の関与は示されず、恋愛的関心の判断過程における報酬系領域の機能的分離が示唆された。すなわち、腹側線条体が外見的に魅力的な異性の呈示に対して自動的に反応するのに対し、mOFC は対象の異性の交際状況も加味した、より能動的な価値判断のプロセスを支えていることが推測される。この説明は、顔の選好判断過程におけるこれら 2 つの報酬系領域の機能的分離を明らかにした Kim et al. (2007) と一貫する。

第 5 章 総合考察

5-1. 親密な異性間関係の維持を支える認知神経機構

本論文の第一の目的は「ヒトの社会において広く観察される親密な一夫一妻的關係が、どのような認知神経機構によって維持されているか」を包括的に説明する新たな仮説を提案することであった。研究 1 の結果から、これまで個別に知見が蓄積されていた能動的抑制機構と自動的抑制機構がいずれも、関係の維持に対して相互作用的に貢献していることが示唆された。具体的には、浮氣的関心がそれほど強く喚起されていない場面では、実行制御による能動的抑制が伴えば関心が抑制される一方、関心が強く喚起されている場面では、能動的抑制のみならず、さらに浮氣的行為に対する潜在的態度による、自動的抑制も必要となりうることが示唆された。こうした相互作用は実験室実験における行動データのみならず、実生活における交際期間の長さも同様に説明することが示された。研究 2 では、こうした 2 つの抑制機構の相互作用的關係性の仮説をさらに裏づける結果が得られた。パートナーに対する強い愛着やコミットメントが示される交際関係の初期段階では、実行制御による能動的抑制の関与が見られない一方、強い愛着やコミットメントが低下するとされる長期的関係になると、十分な能動的抑制が伴わなければ、浮氣的関心が抑制することが困難になることが示唆された。

2 つの抑制機構間の相互作用的關係性を示唆するこれらの知見は、これまで蓄積されてきた知見を包括的に説明するものであると考えられる。研究 1 および 2 の結果から、多くの研究で報告されている浮氣的関心の能動的抑制機構 (Ritter et al., 2010; Meyer et al.,

2011; Pronk et al., 2011; Ciarocco et al., 2012; Lewandowski et al., 2014; Pronk & Righetti, 2015)は、浮氣的関心がそれほど強くは喚起されていない場面でのみ限定的に作用することが示唆された。本論文で提案されたこうした説明は、認知的負荷が大きい場面では能動的抑制機構が十分に作用しないとする、二重過程理論 (dual-process model; e.g., Kahneman, 2011)に基づく自己制御の認知モデルと一貫する (Baumeister et al., 1998; Fazio & Towles-Schwen, 1999; Fazio & Olson, 2003; Strack & Deutsch, 2004; Hofmann et al., 2005a; Hofmann et al., 2005b; Hofmann et al., 2007; Hofmann et al., 2008; Hofmann et al., 2009b)。対して潜在的態度は、認知的負荷による影響をそれほど受けないことを示唆する知見が報告されている (Govorun & Payne, 2006)。こうした知見に基づき、多くの異性と出会う可能性がある実生活場面では、自動化された抑制機構が関係の維持にとって効果的に作用しうるとする仮説も提案されている (Linardatos & Lydon, 2011; Lydon & Karremans, 2015)。本論文で報告した知見は、これら2つの抑制機構の関係性を包括的に説明するものである。

5-2. 恋愛的関心の決定を支える認知神経機構

本論文の第二の目的は、パートナー選択に関わる神経機構を明らかにすることであった。研究3の結果から、すでに交際関係にある異性に対する恋愛的関心判断時の眼窩前頭皮質の活動が相対的に高い個人ほど、そうした異性に対する選好低下の程度が小さい傾向が示された。すでに交際関係にある異性に対してアプローチを行う「略奪愛」は、より望ましいパートナーと結ばれる可能性を高める上で

は一つの方略として作用しうるとされる (Wilson & Daly, 1992; Buss & Schmitt, 1993; Gangestad & Simpson, 2000; Jennions & Petrie, 2000)。また、遺伝的多様性を高めることで、免疫機能の向上にも貢献すると考えられている (Campbell et al., 2017)。本研究で得られた知見は、そうした方略の採用を動機づける生理学的機構について示唆を与えるものである。

恋愛関心を寄せた異性から拒絶される「失恋」は、ヒトにとって特に大きなストレスの一つであるとされている (Mearns, 1991; Meloy & Fisher, 2005)。結果として、異性にアプローチするか否かの判断においては、「自分に好意を寄せてくれているかどうか」の情報が重要な要因となる (Aronson & Linder, 1965; Insko & Wilson, 1977; Aron et al., 1989; Riela et al., 2010)。そうした知見に基づき、「魅力度の近い男女同士が交際関係を構築する可能性が高くなる」というマッチング仮説 (matching hypothesis) が提案されている (Shanteau & Nagy, 1979)。この説明は、極めて魅力度の高い異性に対してはアプローチを控える「高嶺の花」効果 (out of one's league effect) の説明としても持ち出される (Huston, 1973)。このマッチング仮説を支持する知見として実際に、カップルの男女間の外見的魅力には相関が見られることが示されている (Berscheid & Dion, 1971; White, 1980; Folkes, 1982; Kalick & Hamilton, 1986)。研究 3 の結果はこのような多くの社会心理学研究の知見と一貫するものであり、全体の傾向として、すでに交際関係にある異性よりもシングルの異性に対して、より選好が高いことが示された。fMRI データから、こうした選好調整には、社会的な距離の判断との関与が指摘されている側頭-頭頂接合部領域

(Yamakawa et al., 2009)の関与が示された。

一方で全ての個人がマッチング仮説による想定に基づいた選択を行うとは限らず、より魅力的な異性に「挑戦」する個人もいると考えられる。例えば、セルフモニタリング傾向が高い個人ほど、外見的魅力の高さを重視してパートナーを選択する傾向が強いことが報告されている (Snyder et al., 1985)。そうした「挑戦」を選択する価値判断過程やリスク選好傾向の個人差が、研究3で示された眼窩前頭皮質活動に反映されていると推測される。本研究で示された各脳領域がそれぞれ、パートナー選択場面においてどのような相互作用を示すかについては、さらなる検討が必要である。

5-3. 今後の課題

5-3-1. 因果関係

本論文で報告した研究にはいくつかの問題点が挙げられる。第一に、本論文で報告した知見はいずれも相関データに基づくものであり、因果関係については慎重に検討する必要がある。いくつかの研究では、プライミング的手続きによって潜在的態度の調整が見られることが報告されている (e.g., Lowery et al., 2001; Rudman & Lee, 2002)。そうした手法を用いることで、潜在的態度の調整が浮気的関心の抑制や略奪愛への選好に影響するかを検討できると考えられる。同様に、実行制御機能に作用する自我消耗 (ego-depletion; Baumeister et al., 1998)による検討や、磁気刺激による前頭前野領域活動の調整 (e.g. Mattavelli et al., 2015)といった手法を用いることで、実行制御による能動的抑制機構が十分に作用しない場面における、自動的抑制機構の役割をより詳細に検討することが可能に

なると考えられる。

5-3-2. 報酬感受性による調整の可能性

このような因果関係と関連する問題として、「どのような」プロセスが関与しているかについては直接的には検討できていない点が、本論文の第二の問題点として挙げられる。本論文では主に、浮気的関心を抑制する過程に焦点を当てた。一方で、浮気的関心が強まる過程を明らかにすることも重要な検討になることが予想される。そうした異性全般に対する関心は、腹側線条体や眼窩前頭皮質を中心とする報酬系領域によって処理されていることが広く示されている (Aharon et al., 2001; O'Doherty et al., 2003; Krantz & Ishai, 2006; Ishai, 2007; Kim et al., 2007; Ueda et al., 2017a)。すなわち、パートナー以外の異性の呈示に対する報酬系領域の反応が強く示される個人ほど、関心を抑制することが困難になることが予想される。二重過程理論に基づいたこのような自己制御プロセスの説明は、認知科学研究において広く支持されている (Baumeister et al., 1998; Fazio & Towles-Schwen, 1999; Fazio & Olson, 2003; Strack & Deutsch, 2004; Hofmann et al., 2005a; Hofmann et al., 2005b; Hofmann et al., 2007; Hofmann et al., 2008; Hofmann et al., 2009b)。

一方でこのような自己制御モデルに基づく検討は、恋愛関係の文脈ではより複雑な問題となることも想定される。報酬系領域は、浮気的関係を動機づける方向に作用することに関与するだけでなく、パートナーへの愛着やコミットメントによって、そうした浮気的関心を抑制する方向に作用することにも関与すると考えられている

(Fletcher et al., 2015; Fisher et al., 2016)。恋愛関係の文脈における報酬系領域の詳細な役割については、現時点では一貫した説明が得られていない。この問題は、従来の fMRI を用いた研究が主に、脳機能画像における各ボクセル間の神経活動を比較することで、関連領域の「特定」を行う univariate fMRI の手法を用いてきたことに依存すると考えられる。このような手法では、報酬系領域が「どのような」情報処理過程を示すかについては、直接的に検討することが容易ではない。こうした問題の解決には、機械学習的アプローチによってボクセル間の神経活動パターンの識別・分類を行う手法として、近年広く用いられるようになった multivariate fMRI が有効な手法となりうると考えられる (Dunne & O'Doherty, 2013)。この手法は特に、ある領域における異なった機能を検討する上で univariate fMRI よりも適した手法となる (Peelen & Downing, 2007)。これに加え、領域間の機能的結合を明らかにする動的因果モデリング (dynamic causal modeling, DCM; Friston et al., 2003) の利用も重要になることが予想される。このような検討を通し、親密な異性間関係の維持を支える認知神経機構が、これまでに知見が蓄積されている自己制御の全般的な認知神経機構と比較した場合に、どのような点において特異的であるかという問題について、より理解が進むと考えられる。

5-3-3. 異性間関係の質による調整の可能性

本論文で報告した研究では、関係性に対する満足度やコミットメントなどのデータは取得できていなかった。こうした要因は、主に自動的抑制の機構として作用する可能性が考えられる。例えば関係

に対する満足度が低い個人や、パートナーへのコミットメントが低い個人ほど、浮気的関係を持つ可能性が高いことが示されている (Buss & Shackelford, 1997; Drigotas et al., 1999)。本論文で得られた知見に基づくと、例えば十分な実行制御機能を有していたとしても関係に不満を感じている場合には、自動的抑制機構の作用が十分でない結果、長期的・安定的関係の維持が安定しない、といった可能性が考えられる。

5-3-4. 性差・文化差の検討の重要性

本論文で報告した3件の研究ではいずれも男性のみを対象としたが、性差の検討も重要であると考えられる。男性は女性と比べ、より多くの異性との交際関係を望む傾向が報告されている (Buss & Schmitt, 1993; Wiederman, 1997)。実際に女性と比べて男性の方が、婚外関係の経験をより多く有する傾向にあることも報告されている (Blow & Hartnett, 2005)。同様の傾向は、「略奪愛」の経験においても報告されている (Schmitt et al., 2004)。また女性では、月経周期による浮気的関心の調整効果が見られることが報告されている (Penton-Voak et al., 1999; Penton-Voak & Perrett, 2000)。これらは配偶行動の方略における性差に基づくものであると考えられており (Buss & Schmitt, 1993; Wiederman, 1997; Jennions & Petrie, 2000)、結果として意思決定を支える認知神経機構にも性差が見られることが予想される。

さらには恋愛関係に対する価値観における文化差の検討も重要であると考えられる (Hatfield et al., 2010)。例えば、秘密裏の浮気的関係や「略奪愛」に対する批判的な価値観や社会規範が強く共有

されている社会では、浮気的行為に対してネガティブな潜在的態度を強く有する個人が相対的に多いといった可能性が考えられる。

謝辞

本論文の執筆においては、多くの方のお力添えをいただいた。指導教員の蘆田宏先生（京都大学大学院文学研究科）には、知覚と社会的認知という一見すると関連性の低い領域間にも、根幹では深く関連する概念や議論があることを学ばせていただいた。京都大学の学風である「自由の学風」を肌で感じながら研究を楽しむことができた、充実した大学院生活であったように思える。阿部修士先生（京都大学こころの未来研究センター）には、自由な発想から生まれた研究が着実に成果につながるように多大なご支援をいただき、職業としての研究者として欠かすことのできない数多くのことを学ばせていただいた。本論文で報告した投稿論文の執筆においては、柳澤邦昭先生（京都大学こころの未来研究センター）にもご助力いただいた。さらに藤田和生先生、板倉昭二先生、James R. Anderson 先生、黒島妃香先生、堀裕亮先生（京都大学大学院文学研究科）、櫻井芳雄先生（同志社大学大学院脳科学研究科）、矢追健先生（金沢大学子どもこころの発達研究センター）の各先生、および研究室の大学院生の皆様からは日頃より、多様な視点からご指導いただいた。ご支援いただいた皆様に感謝を申し上げるとともに、今後も絶えず研鑽を重ねていきたい。

研究業績

研究 1 に関する研究論文

Ueda R, Yanagisawa K, Ashida H, Abe N. (2017). Implicit attitudes and executive control interact to regulate interest in extra-pair relationships. *Cognitive, Affective, and Behavioral Neuroscience*, 17(6), 1210-1220.

研究 2 に関する研究論文

Ueda R, Yanagisawa K, Ashida H, Abe N. (2018). Executive control and faithfulness: only long-term romantic relationships require prefrontal control. *Experimental Brain Research*, 236(3), 821-828.

研究 3 に関する研究論文

Ueda R, Ashida H, Yanagisawa K, Abe N. (2017). The neural basis of individual differences in mate poaching. *Social Neuroscience*, 12(4), 391-399.

その他の研究論文 (査読有り)

Ueda R, Kuraguchi K, Ashida H. (2016). Asymmetric effect of expression intensity on evaluations of facial attractiveness. *SAGE Open*, 6(4), 1-6.

学会発表 (査読有り)

国際学会

Ueda R, Yanagisawa K, Ashida H, Abe N. Executive control and faithfulness: Only long-term lasting relationship requires prefrontal control. The 11th International Conference of Cognitive Science, 215.05, 2 September, 2017, Taipei, Taiwan.

Ueda R, Yanagisawa K, Ashida H, Abe N. Why do some people engage in immoral love? : Insights from neuroimaging and implicit association test. The 31st International Congress of Psychology, OR26-16-3, 26 July, 2016, Yokohama, Japan.

Ueda R, Ashida H, Abe N. Neural basis of inhibiting socially unacceptable love. The 22nd Cognitive Neuroscience Society Annual Meeting, A31, 28 March, 2015, San Francisco, USA.

Ueda R, Kuraguchi K, Ashida H. Asymmetrical effects of smile and sad expressions on attractiveness. The 10th Asia-Pacific Conference on Vision, P1-32, 19 July, 2014, Takamatsu, Japan.

国内学会

上田竜平・柳澤邦昭・蘆田宏・阿部修士. 浮気欲求の顕在的・潜在的抑制機構の関係性. 日本基礎心理学会第36回大会 若手オーラルセッション, (1)-1, 2017年12月1日, 茨木.

上田竜平. ヒトの一夫一妻的恋愛関係を支える認知・神経機構: 実生活の行動データとの関連性から. 日本心理学会第81回大会,

SS-067, 2017年9月22日, 久留米.

上田竜平・柳澤邦昭・蘆田宏・阿部修士. 長期的交際関係のみ浮気欲求の能動的抑制を必要とする: fMRIを用いた認知神経機構の検討. 日本心理学会第81回大会, 1B-055, 2017年9月20日, 久留米.

上田竜平・柳澤邦昭・蘆田宏・阿部修士. 一夫一妻的恋愛関係の維持に関わる認知神経基盤-交際期間に依存した前頭葉領域による浮気欲求の能動的抑制. 日本認知科学会第34回大会, O3-1, 2017年9月15日, 金沢.

上田竜平・柳澤邦昭・蘆田宏・阿部修士. 「マンネリ」的恋愛関係と浮気欲求: 脳機能イメージングを用いた心理学的説明. 超異分野学会第6回関西大会, O0-6, 2017年3月12日, 茨木.

上田竜平・柳澤邦昭・蘆田宏・阿部修士. 恋愛関係の維持における、交際期間に依存した腹外側前頭前野の抑制機能. 日本ヒト脳機能マッピング第19回大会, P2-20, 2017年3月10日, 京都.

上田竜平・柳澤邦昭・蘆田宏・阿部修士. 浮気欲求への抵抗: 潜在的・顕在的抑制機能の認知的説明. 関西心理学会第128回大会, 教育・社会・文化 PM, 2016年11月3日, 京都.

上田竜平. 浮気行動傾向を脳と潜在的姿勢から予測する: 社会神経科学による検討. 超異分野学会第5回関西大会, KS005, 2016年3月19日, 京都.

上田竜平・蘆田宏・阿部修士. 眼窩前頭皮質の活動は「無分別な恋愛行動」の個人差と関わるか? 日本心理学会第79回大会, 1AM-071, 2015年9月22日, 名古屋.

上田竜平・蘆田宏・阿部修士. 前頭前野・報酬系の活動が「無分別

な恋愛行動」の個人差を説明する．日本ヒト脳機能マッピング第
17回大会，P3-1，2015年7月2日，大阪．

上田竜平・藏口佳奈・蘆田宏．顔の魅力評価における表情強度の非
対称的影響．日本心理学会第78回大会，P1-079，2014年9月10
日，京都．

講演等

上田竜平. 浮気的関心の能動的・自動的抑制機構の関係性. 文部科学省科学研究費補助金 新学術領域「意志動力学の創成と推進」心理系研究交流会, 2018年9月28日, 京都.

上田竜平. 一夫一妻的交際関係の維持に関わる認知神経機構の統合的理解. 第5回東北大学加齢医学研究所・人間脳科学セミナー, 2017年11月17日, 仙台.

受賞歴

平成29年度京都大学学生海外研究活動助成金. 平成29年7月14日

関西心理学会第128回大会 研究奨励賞. 平成28年11月3日

第5回超異分野学会関西大会 学会特別賞. 平成28年3月19日

第17回日本ヒト脳機能マッピング学会 若手奨励賞. 平成27年7月2日

競争的研究資金

科学研究費 (特別研究員奨励費), 機能的磁気共鳴画像法と経頭蓋直流刺激による恋愛行動の認知神経基盤の解明 (代表者: 上田竜平). 平成29年4月1日

引用文献

- Acevedo, B. P., Aron, A., Fisher, H. E., & Brown, L. L. (2012a). Neural correlates of long-term intense romantic love. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 7, 145-159.
- Acevedo, B. P., Aron, A., Fisher, H. E., & Brown, L. L. (2012b). Neural correlates of marital satisfaction and well-being: reward, empathy, and affect. *Clinical Neuropsychiatry*, 9, 20-31.
- Aharon, I., Etcoff, N., Ariely, D., Chabris, C. F., O'Connor, E., & Breiter, H. C. (2001). Beautiful faces have variable reward value: fMRI and behavioral evidence. *Neuron*, 32, 537-551.
- Aleman-Gomez, Y., Melie-Garcia, L., & Valdes-Hernandez, P. (2006). IBASPM: Toolbox for automatic parcellation of brain structures. Presented at the 12th Annual Meeting of the Organization for Human Brain Mapping, June 11-15, 2006, Florence, Italy. Available on CD-ROM in *NeuroImage*, Vol. 27, No. 1.
- Amato, P. R., & Previti, D. (2003). People's reasons for divorcing: gender, social class, the life course, and adjustment. *Journal of Family Issues*, 24, 602-626.
- Ames, S. L., Grenard, J. L., He, Q., Stacy, A. W., Wong, S. W., Xiao, L., . . . Bechara, A. (2014). Functional imaging of an alcohol-Implicit Association Test (IAT). *Addiction Biology*,

19, 467-481.

Aron, A., Dutton, D. G., Aron, E. N., & Iverson, A. (1989).

Experiences of falling in love. *Journal of Social and Personal Relationships*, 6, 243-257.

Aron, A., Fisher, H., Mashek, D. J., Strong, G., Li, H., & Brown, L. L. (2005). Reward, motivation, and emotion systems associated with early-stage intense romantic love. *Journal of Neurophysiology*, 94, 327-337.

Aron, A. R., Fletcher, P. C., Bullmore, E. T., Sahakian, B. J., & Robbins, T. W. (2003). Stop-signal inhibition disrupted by damage to right inferior frontal gyrus in humans. *Nature Neuroscience*, 6, 115-116.

Aron, A. R., Robbins, T. W., & Poldrack, R. A. (2004). Inhibition and the right inferior frontal cortex. *Trends in Cognitive Sciences*, 8, 170-177.

Aronson, E., & Linder, D. (1965). Gain and loss of esteem as determinants of interpersonal attractiveness. *Journal of Experimental Social Psychology*, 1, 156-171.

Atkins, D. C., Baucom, D. H., & Jacobson, N. S. (2001).

Understanding infidelity: correlates in a national random sample. *Journal of Family Psychology*, 15, 735-749.

Balzarini, R. N., Shumlich, E. J., Kohut, T., & Campbell, L.

(2018). Dimming the "halo" around monogamy:

re-assessing stigma surrounding consensually

non-monogamous romantic relationships as a function of

- personal relationship orientation. *Frontiers in Psychology*, *9*, 1-13.
- Barkley, R. A. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological Bulletin*, *121*, 65-94.
- Barr, D. J., Levy, R., Scheepers, C., & Tily, H. J. (2013). Random effects structure for confirmatory hypothesis testing: keep it maximal. *Journal of Memory and Language*, *68*, 255-278.
- Bates, D., Maechler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2014). lme4: Linear mixed-effects models using Eigen and S4 (Version 1). Retrieved from <https://cran.r-project.org/package=lme4>.
- Bauch, C. T., & McElreath, R. (2016). Disease dynamics and costly punishment can foster socially imposed monogamy. *Nature Communications*, *7*, 1-9.
- Baumeister, R. F., Bratslavsky, E., Muraven, M., & Tice, D. M. (1998). Ego depletion: Is the active self a limited resource? *Journal of Personality and Social Psychology*, *74*, 1252-1265.
- Berscheid, E., & Dion, K. (1971). Physical attractiveness and dating choice: a test of the matching hypothesis. *Journal of Experimental Social Psychology*, *7*, 173-189.
- Bloom, B. L., Asher, S. J., & White, S. W. (1978). Marital disruption as a stressor: a review and analysis. *Psychological Bulletin*, *85*, 867-894.
- Blow, A. J., & Hartnett, K. (2005). Infidelity in committed

- relationships II: a substantive review. *Journal of Marital and Family Therapy*, 31, 217-233.
- Blumstein, P., & Schwartz, P. (1983). *American couples: money, work, sex*. New York: William Morrow.
- Brett, M., Anton, J. L., Valabregue, R., & Poline, J. B. (2002). Region of interest analysis using an SPM toolbox [abstract]. *Neuroimage*, 16 [Suppl 1], 497.
- Buss, D. M., & Schmitt, D. P. (1993). Sexual strategies theory: an evolutionary perspective on human mating. *Psychological Review*, 100, 204-232.
- Buss, D. M., & Shackelford, T. K. (1997). Susceptibility to infidelity in the first year of marriage. *Journal of Research in Personality*, 31, 193-221.
- Buss, D. M., Goetz, C., Duntley, J. D., Asao, K., & Conroy-Beam, D. (2017). The mate switching hypothesis. *Personality and Individual Differences*, 104, 143-149.
- Campbell, L. J., Head, M. L., Wilfert, L., & Griffiths, A. G. F. (2017). An ecological role for assortative mating under infection? *Conservation Genetics*, 18, 983-994.
- Casey, B. J., Somerville, L. H., Gotlib, I. H., Ayduk, O., Franklin, N. T., Askren, M. K., . . . Shoda, Y. (2011). Behavioral and neural correlates of delay of gratification 40 years later. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108, 14998-15003.
- Chapais, B. (2011). The deep social structure of humankind.

- Science*, 331, 1276-1277.
- Chee, M. W. L., Sriram, N., Soon, C. S., & Lee, K. M. (2000). Dorsolateral prefrontal cortex and the implicit association of concepts and attributes. *Neuroreport*, 11, 135-140.
- Ciarocco, N. J., Echevarria, J., & Lewandowski, G. W. (2012). Hungry for love: the influence of self-regulation on infidelity. *Journal of Social Psychology*, 152, 61-74.
- De Maio, T. J. (1984). Social desirability in survey measurement: a review. In F. Turner & E. Martin (Eds.), *Surveying Subjective Phenomena* (Vol. 2, pp. 257-282). New York: Russell Sage.
- Diener, E., Suh, E. M., Lucas, R. E., & Smith, H. L. (1999). Subjective well-being: three decades of progress. *Psychological Bulletin*, 125, 276-302.
- Dion, K., Berscheid, E., & Walster, E. (1972). What is beautiful is good. *Journal of Personality and Social Psychology*, 24, 285-290.
- Drigotas, S. M., Safstrom, C. A., & Gentilia, T. (1999). An investment model prediction of dating infidelity. *Journal of Personality and Social Psychology*, 77, 509-524.
- Dunne, S., & O'Doherty, J. P. (2013). Insights from the application of computational neuroimaging to social neuroscience. *Current Opinion in Neurobiology*, 23, 387-392.
- Eastwick, P. W., & Smith, L. K. (2018). Sex-differentiated effects

of physical attractiveness on romantic desire: a highly powered, preregistered study in a photograph evaluation context. *Comprehensive Results in Social Psychology*, *3*, 1-27.

- Eigsti, I. M., Zayas, V., Mischel, W., Shoda, Y., Ayduk, O., Dadlani, M. B., . . . Casey, B. J. (2006). Predicting cognitive control from preschool to late adolescence and young adulthood. *Psychological Science*, *17*, 478-484.
- Fazio, R. H., & Towles-Schwen, T. (1999). The MODE model of attitude-behavior processes. In S. Chaiken & Y. Trope (Eds.), *Dual-Process Theories in Social Psychology*. New York: Guilford Press.
- Fazio, R. H., & Olson, M. A. (2003). Implicit measures in social cognition research: their meaning and use. *Annual Review of Psychology*, *54*, 297-327.
- Fellows, L. K. (2011). Orbitofrontal contributions to value-based decision making: evidence from humans with frontal lobe damage. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1239*, 51-58.
- Felmlee, D., Sprecher, S., & Bassin, E. (1990). The dissolution of intimate relationships: a hazard model. *Social Psychology Quarterly*, *53*, 13-30.
- Finkel, E. J., & Campbell, W. K. (2001). Self-control and accommodation in close relationships: an interdependence analysis. *Journal of Personality and Social Psychology*, *81*,

263-277.

Fisher, H. E. (2006). The drive to love: the neural mechanism for mate selection. In R. J. Sternberg & K. Weis (Eds.), *The New Psychology of Love* (pp. 87-115). London: Yale University Press.

Fisher, H. E., Xu, X., Aron, A., & Brown, L. L. (2016). Intense, passionate, romantic love: a natural addiction? How the fields that investigate romance and substance abuse can inform each other. *Frontiers in Psychology, 7*, 1-10.

Fletcher, G. J. O., Simpson, J. A., Campbell, L., & Overall, N. C. (2015). Pair-bonding, romantic love, and evolution: the curious case of Homo sapiens. *Perspectives on Psychological Science, 10*, 20-36.

Folkes, V. S. (1982). Forming relationships and the matching hypothesis. *Personality and Social Psychology Bulletin, 8*, 631-636.

Frankenhuis, W. E., & Karremans, J. C. (2012). Uncommitted men match their risk taking to female preferences, while committed men do the opposite. *Journal of Experimental Social Psychology, 48*, 428-431.

Friese, M., Hofmann, W., & Wanke, M. (2008). When impulses take over: moderated predictive validity of explicit and implicit attitude measures in predicting food choice and consumption behaviour. *British Journal of Social Psychology, 47*, 397-419.

- Friston, K. J., Harrison, L., & Penny, W. (2003). Dynamic causal modelling. *Neuroimage, 19*, 1273-1302.
- Gangestad, S. W., & Simpson, J. A. (2000). The evolution of human mating: trade-offs and strategic pluralism. *Behavioral and Brain Sciences, 23*, 573-644.
- Govorun, O., & Payne, B. K. (2006). Ego-depletion and prejudice: separating automatic and controlled components. *Social Cognition, 24*, 111-136.
- Greenwald, A. G., Farnham, S. D. (2000). Using the implicit association test to measure self-esteem and self-concept. *Journal of Personality and Social Psychology, 79*, 1022-1038.
- Greenwald, A. G., McGhee, D. E., & Schwartz, J. L. K. (1998). Measuring individual differences in implicit cognition: the Implicit Association Test. *Journal of Personality and Social Psychology, 74*, 1464-1480.
- Greenwald, A. G., Nosek, B. A., & Banaji, M. R. (2003). Understanding and using the Implicit Association Test: I. an improved scoring algorithm. *Journal of Personality and Social Psychology, 85*, 197-216.
- Greenwald, A. G., Poehlman, T. A., Uhlmann, E. L., & Banaji, M. R. (2009). Understanding and using Implicit Association Test: III. meta-analysis of predictive validity. *Journal of Personality and Social Psychology, 97*, 17-41.
- Hamermesh, D. S., & Parker, A. (2005). Beauty in the classroom:

- instructors' pulchritude and putative pedagogical productivity. *Economics of Education Review*, *24*, 369-376.
- Hatfield, E., Rapson, R. L., & Martel, L. D. (2010). Passionate love and sexual desire. In S. Kitayama & D. Cohen (Eds.), *Handbook of Cultural Psychology* (pp. 760-779). New York: Guilford Press.
- Hayes, A. F., & Cai, L. (2007). Using heteroskedasticity-consistent standard error estimators in OLS regression: an introduction and software implementation. *Behavior Research Methods*, *39*, 709-722.
- Hayes, A. F. (2013). *Introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis: a regression-based approach*. New York: Guilford Press.
- Hofmann, W., Gawronski, B., Gschwendner, T., Le, H., & Schmitt, M. (2005a). A meta-analysis on the correlation between the implicit association test and explicit self-report measures. *Personality and Social Psychology Bulletin*, *31*, 1369-1385.
- Hofmann, W., Gschwendner, T., Nosek, B. A., & Schmitt, M. (2005b). What moderates implicit—explicit consistency? *European Review of Social Psychology*, *16*, 335-390.
- Hofmann, W., Rauch, W., & Gawronski, B. (2007). And deplete us not into temptation: automatic attitudes, dietary restraint, and self-regulatory resources as determinants of

- eating behavior. *Journal of Experimental Social Psychology*, 43, 497-504.
- Hofmann, W., Friese, M., & Wiers, R. W. (2008). Impulsive versus reflective influences on health behavior: a theoretical framework and empirical review. *Health Psychology Review*, 2, 111-137.
- Hofmann, W., Friese, M., & Roefs, A. (2009a). Three ways to resist temptation: the independent contributions of executive attention, inhibitory control, and affect regulation to the impulse control of eating behavior. *Journal of Experimental Social Psychology*, 45, 431-435.
- Hofmann, W., Friese, M., & Strack, F. (2009b). Impulse and self-control from a dual-systems perspective. *Perspectives on Psychological Science*, 4, 162-176.
- Holmes, T. H., & Rahe, R. H. (1967). The social readjustment rating scale. *Journal of Psychosomatic Research*, 11, 213-218.
- House, J. S., Landis, K. R., & Umberson, D. (1988). Social relationships and health. *Science*, 241, 540-545.
- Huston, T. L. (1973). Ambiguity of acceptance, social desirability, and dating choice. *Journal of Experimental Social Psychology*, 9, 32-42.
- Insko, C. A., & Wilson, M. (1977). Interpersonal attraction as a function of social interaction. *Journal of Personality and Social Psychology*, 35, 903-911.

- Ishai, A. (2007). Sex, beauty and the orbitofrontal cortex. *International Journal of Psychophysiology*, *63*, 181-185.
- Ito, A., Abe, N., Kawachi, Y., Kawasaki, I., Ueno, A., Yoshida, K., . . . Fujii, T. (2015). Distinct neural correlates of the preference-related valuation of supraliminally and subliminally presented faces. *Human Brain Mapping*, *36*, 2865-2877.
- Jankowiak, W. R., & Fischer, E. F. (1992). A cross-cultural perspective on romantic love. *Ethnology*, *31*, 149-155.
- Jennions, M. D., & Petrie, M. (2000). Why do females mate multiply? a review of the genetic benefits. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*, *75*, 21-64.
- Johnson, D. J., & Rusbult, C. E. (1989). Resisting temptation: devaluation of alternative partners as a means of maintaining commitment in close relationships. *Journal of Personality and Social Psychology*, *57*, 967-980.
- Kahneman, D. (2011). *Thinking, fast and slow*. New York: Farrar, Straus and Giroux.
- Kalick, S. M., & Hamilton, T. E. (1986). The matching hypothesis reexamined. *Journal of Personality and Social Psychology*, *51*, 673-682.
- Karremans, J. C., & Verwijmeren, T. (2008). Mimicking attractive opposite-sex others: the role of romantic relationship status. *Personality and Social Psychology*

- Bulletin*, 34, 939-950.
- Kiecolt-Glaser, J. K., & Newton, T. L. (2001). Marriage and health: his and hers. *Psychological Bulletin*, 127, 472-503.
- Kilner, J. M., Neal, A., Weiskopf, N., Friston, K. J., & Frith, C. D. (2009). Evidence of mirror neurons in human inferior frontal gyrus. *Journal of Neuroscience*, 29, 10153-10159.
- Kim, H., Adolphs, R., O'Doherty, J. P., & Shimojo, S. (2007). Temporal isolation of neural processes underlying face preference decisions. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104, 18253-18258.
- Knutson, K. M., Wood, J. N., Spampinato, M. V., & Grafman, J. (2006). Politics on the brain: an fMRI investigation. *Social Neuroscience*, 1, 25-40.
- Knutson, K. M., Mah, L., Manly, C. F., & Grafman, J. (2007). Neural correlates of automatic beliefs about gender and race. *Human Brain Mapping*, 28, 915-930.
- Kranz, F., & Ishai, A. (2006). Face perception is modulated by sexual preference. *Current Biology*, 16, 63-68.
- Kringelbach, M. L., & Rolls, E. T. (2004). The functional neuroanatomy of the human orbitofrontal cortex: evidence from neuroimaging and neuropsychology. *Progress in Neurobiology*, 72, 341-372.
- Kuznetsova, A., Brockhoff, P. B., & Christensen, R. H. B. (2015). lmerTest: tests in linear mixed effects models (Version

- 2.0-25). Retrieved from
<https://cran.r-project.org/web/packages/lmerTest/>.
- Laumann, E. O., Gagnon, J. H., Michael, R. T., & Michaels, S. (1994). *The social organization of sexuality: sexual practices in the United States*. Chicago: University of Chicago Press.
- Le, B., Dove, N. L., Agnew, C. R., Korn, M. S., & Mutso, A. A. (2010). Predicting nonmarital romantic relationship dissolution: a meta-analytic synthesis. *Personal Relationships, 17*, 377-390.
- Lebreton, M., Jorge, S., Michel, V., Thirion, B., & Pessiglione, M. (2009). An automatic valuation system in the human brain: evidence from functional neuroimaging. *Neuron, 64*, 431-439.
- Lewandowski, G. W., Mattingly, B. A., & Pedreiro, A. (2014). Under pressure: the effects of stress on positive and negative relationship behaviors. *Journal of Social Psychology, 154*, 463-473.
- Linardatos, L., & Lydon, J. E. (2011). Relationship-specific identification and spontaneous relationship maintenance processes. *Journal of Personality and Social Psychology, 101*, 737-753.
- Lopez, R. B., Hofmann, W., Wagner, D. D., Kelley, W. M., & Heatherton, T. F. (2014). Neural predictors of giving in to temptation in daily life. *Psychological Science, 25*,

- 1337-1344.
- Lowery, B. S., Hardin, C. D., & Sinclair, S. (2001). Social influence effects on automatic racial prejudice. *Journal of Personality and Social Psychology, 81*, 842-855.
- Luo, Q., Nakic, M., Wheatley, T., Richell, R., Martin, A., & Blair, R. J. R. (2006). The neural basis of implicit moral attitude –an IAT study using event-related fMRI. *Neuroimage, 30*, 1449-1457.
- Lydon, J., & Karremans, J. C. (2015). Relationship regulation in the face of eye candy: a motivated cognition framework for understanding responses to attractive alternatives. *Current Opinion in Psychology, 1*, 76-80.
- Maldjian, J. A., Laurienti, P. J., Kraft, R. A., & Burdette, J. H. (2003). An automated method for neuroanatomic and cytoarchitectonic atlas-based interrogation of fMRI data sets. *Neuroimage, 19*, 1233-1239.
- Maner, J. K., Rouby, D. A., & Gonzaga, G. C. (2008). Automatic inattention to attractive alternatives: the evolved psychology of relationship maintenance. *Evolution and Human Behavior, 29*, 343-349.
- Maner, J. K., Gailliot, M. T., & Miller, S. L. (2009). The implicit cognition of relationship maintenance: inattention to attractive alternatives. *Journal of Experimental Social Psychology, 45*, 174-179.
- Marazziti, D., & Canale, D. (2004). Hormonal changes when

- falling in love. *Psychoneuroendocrinology*, *29*, 931-936.
- Marlowe, C. M., Schneider, S. L., & Nelson, C. E. (1996). Gender and attractiveness biases in hiring decisions: Are more experienced managers less biased? *Journal of Applied Psychology*, *81*, 11-21.
- Marlowe, F. (2000). Paternal investment and the human mating system. *Behavioural Processes*, *51*, 45-61.
- Mattavelli, G., Zuglian, P., Dabroi, E., Gaslini, G., Clerici, M., & Papagno, C. (2015). Transcranial magnetic stimulation of medial prefrontal cortex modulates implicit attitudes towards food. *Appetite*, *89*, 70-76.
- Mearns, J. (1991). Coping with a breakup: negative mood regulation expectancies and depression following the end of a romantic relationship. *Journal of Personality and Social Psychology*, *60*, 327-334.
- Meloy, J. R., & Fisher, H. (2005). Some thoughts on the neurobiology of stalking. *Journal of Forensic Sciences*, *50*, 1472-1480.
- Meyer, M. L., Berkman, E. T., Karremans, J. C., & Lieberman, M. D. (2011). Incidental regulation of attraction: the neural basis of the derogation of attractive alternatives in romantic relationships. *Cognition and Emotion*, *25*, 490-505.
- Miller, R. S. (1997). Inattentive and contented: relationship commitment and attention to alternatives. *Journal of*

- Personality and Social Psychology*, 73, 758-766.
- Mischel, W., Ayduk, O., Berman, M. G., Casey, B. J., Gotlib, I. H., Jonides, J., . . . Shoda, Y. (2011). 'Willpower' over the life span: decomposing self-regulation. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 6, 252-256.
- Nash, J. C., & Varadhan, R. (2011). Unifying optimization algorithms to aid software system users: optimx for R. *Journal of Statistical Software*, 43, 1-14.
- Noonan, M. P., Walton, M. E., Behrens, T. E. J., Sallet, J., Buckley, M. J., & Rushworth, M. F. S. (2010). Separate value comparison and learning mechanisms in macaque medial and lateral orbitofrontal cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107, 20547-20552.
- Nosek, B. A. (2005). Moderators of the relationship between implicit and explicit evaluation. *Journal of Experimental Psychology: General*, 134, 565-584.
- Nosek, B. A., Bar-Anan, Y., Sriram, N., Axt, J., & Greenwald, A. G. (2014). Understanding and using the brief Implicit Association Test: recommended scoring procedures. *PLoS One*, 9, e110938.
- O'Doherty, J., Winston, J., Critchley, H., Perrett, D., Burt, D. M., & Dolan, R. J. (2003). Beauty in a smile: the role of medial orbitofrontal cortex in facial attractiveness. *Neuropsychologia*, 41, 147-155.

- Ochsner, K. N., & Gross, J. J. (2005). The cognitive control of emotion. *Trends in Cognitive Sciences, 9*, 242-249.
- Peelen, M. V., & Downing, P. E. (2007). Using multi-voxel pattern analysis of fMRI data to interpret overlapping functional activations. *Trends in Cognitive Sciences, 11*, 4-5.
- Penton-Voak, I. S., Perrett, D. I., Castles, D. L., Kobayashi, T., Burt, D. M., Murray, L. K., & Minamisawa, R. (1999). Menstrual cycle alters face preference. *Nature, 399*, 741-742.
- Penton-Voak, I. S., & Perrett, D. I. (2000). Female preference for male faces changes cyclically: further evidence. *Evolution and Human Behavior, 21*, 39-48.
- Perugini, M., & Leone, L. (2009). Implicit self-concept and moral action. *Journal of Research in Personality, 43*, 747-754.
- Poldrack, R. A. (2006). Can cognitive processes be inferred from neuroimaging data? *Trends in Cognitive Sciences, 10*, 59-63.
- Prins, K. S., Buunk, B. P., & VanYperen, N. W. (1993). Equity, normative disapproval and extramarital relationships. *Journal of Social and Personal Relationships, 10*, 39-53.
- Pronk, T. M., Karremans, J. C., & Overbeek, G. (2010). What it takes to forgive: when and why executive functioning facilitates forgiveness. *Journal of Personality and Social Psychology, 98*, 119-131.

- Pronk, T. M., Karremans, J. C., & Wigboldus, D. H. J. (2011). How can you resist? Executive control helps romantically involved individuals to stay faithful. *Journal of Personality and Social Psychology, 100*, 827-837.
- Pronk, T. M., & Righetti, F. (2015). How executive control promotes happy relationships and a well-balanced life. *Current Opinion in Psychology, 1*, 14-17.
- Rangel, A., Camerer, C., & Montague, P. R. (2008). A framework for studying the neurobiology of value-based decision making. *Nature Reviews Neuroscience, 9*, 545-556.
- Rangel, A., & Hare, T. (2010). Neural computations associated with goal-directed choice. *Current Opinion in Neurobiology, 20*, 262-270.
- R Core Team. (2014). R: A language and environment for statistical computing (version 3.1.1): Vienna: R Foundation for Statistical Computing. Retrieved from <https://www.r-project.org/>
- R Core Team. (2016). R: A language and environment for statistical computing (version 3.3.2): Vienna: R Foundation for Statistical Computing. Retrieved from <https://www.r-project.org/>
- Reno, P. L., Meindl, R. S., McCollum, M. A., & Lovejoy, C. O. (2003). Sexual dimorphism in *Australopithecus afarensis* was similar to that of modern humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of*

America, 100, 9404-9409.

- Riela, S., Rodriguez, G., Aron, A., Xu, X., & Acevedo, B. P. (2010). Experiences of falling in love: investigating culture, ethnicity, gender, and speed. *Journal of Social and Personal Relationships, 27*, 473-493.
- Riggio, R. E., & Woll, S. B. (1984). The role of nonverbal cues and physical attractiveness in the selection of dating partners. *Journal of Social and Personal Relationships, 1*, 347-357.
- Ritter, S. M., Karremans, J. C., & van Schie, H. T. (2010). The role of self-regulation in derogating attractive alternatives. *Journal of Experimental Social Psychology, 46*, 631-637.
- Rolls, E. T., & McCabe, C. (2007). Enhanced affective brain representations of chocolate in cravers vs. non-cravers. *European Journal of Neuroscience, 26*, 1067-1076.
- Rosenblatt, P. C., & Hillabrant, W. J. (1972). Divorce for childlessness and the regulation of adultery. *Journal of Sex Research, 8*, 117-127.
- Rudman, L. A., & Lee, M. R. (2002). Implicit and explicit consequences of exposure to violent and misogynous rap music. *Group Processes and Intergroup Relations, 5*, 133-150.
- Rushworth, M. F. S., Noonan, M. P., Boorman, E. D., Walton, M. E., & Behrens, T. E. (2011). Frontal cortex and reward-guided learning and decision-making. *Neuron, 70*,

- 1054-1069.
- Schmitt, D. P., & Buss, D. M. (2001). Human mate poaching: tactics and temptations for infiltrating existing mateships. *Journal of Personality and Social Psychology, 80*, 894-917.
- Schmitt, D. P., Alcalay, L., Allik, J., Angleitner, A., Ault, L., Austers, I., . . . International Sexuality Description, P. (2004). Patterns and universals of mate poaching across 53 nations: the effects of sex, culture, and personality on romantically attracting another person's partner. *Journal of Personality and Social Psychology, 86*, 560-584.
- Sescousse, G., Redoute, J., & Dreher, J. C. (2010). The architecture of reward value coding in the human orbitofrontal cortex. *Journal of Neuroscience, 30*, 13095-13104.
- Shackelford, T. K., & Buss, D. M. (1997). Cues to infidelity. *Personality and Social Psychology Bulletin, 23*, 1034-1045.
- Shanteau, J., & Nagy, G. F. (1979). Probability of acceptance in dating choice. *Journal of Personality and Social Psychology, 37*, 522-533.
- Simpson, J. A. (1987). The dissolution of romantic relationships: factors involved in relationship stability and emotional distress. *Journal of Personality and Social Psychology, 53*, 683-692.
- Simpson, J. A., Gangestad, S. W., & Lerma, M. (1990). Perception of physical attractiveness: mechanisms

- involved in the maintenance of romantic relationships. *Journal of Personality and Social Psychology*, *59*, 1192-1201.
- Snyder, M., Berscheid, E., & Glick, P. (1985). Focusing on the exterior and the interior: two investigations of the initiation of personal relationships. *Journal of Personality and Social Psychology*, *48*, 1427-1439.
- Sternberg, R. J. (1986). A triangular theory of love. *Psychological Review*, *93*, 119-135.
- Strack, F., & Deutsch, R. (2004). Reflective and impulsive determinants of social behavior. *Personality and Social Psychology Review*, *8*, 220-247.
- Tennov, D. (1979). *Love and limerence: the experience of being in love*. New York: Stein and Day.
- Thornhill, R., & Gangestad, S. W. (1999). Facial attractiveness. *Trends in Cognitive Sciences*, *3*, 452-460.
- Traupmann, J., & Hatfield, E. (1981). Love and its effect on mental and physical health. In R. Fogel, E. Hatfield, S. Kiesler & E. Shanas (Eds.), *Aging: stability and change in the family* (pp. 253-274). New York: Academic Press.
- Tucker, P., & Aron, A. (1993). Passionate love and marital satisfaction at key transition points in the family life cycle. *Journal of Social and Clinical Psychology*, *12*, 135-147.
- Uchino, B. N., Cacioppo, J. T., & Kiecolt-Glaser, J. K. (1996). The relationship between social support and physiological

- processes: a review with emphasis on underlying mechanisms and implications for health. *Psychological Bulletin*, *119*, 488-531.
- Ueda, R., Ashida, H., Yanagisawa, K., & Abe, N. (2017a). The neural basis of individual differences in mate poaching. *Social Neuroscience*, *12*, 391-399.
- Ueda, R., Yanagisawa, K., Ashida, H., & Abe, N. (2017b). Implicit attitudes and executive control interact to regulate interest in extra-pair relationships. *Cognitive, Affective, and Behavioral Neuroscience*, *17*, 1210-1220.
- Van Leijenhorst, L., Moor, B. G., de Macks, Z. A. O., Rombouts, S. A. R. B., Westenberg, P. M., & Crone, E. A. (2010). Adolescent risky decision-making: neurocognitive development of reward and control regions. *Neuroimage*, *51*, 345-355.
- Walton, M. E., Chau, B. K. H., & Kennerley, S. W. (2015). Prioritising the relevant information for learning and decision making within orbital and ventromedial prefrontal cortex. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, *1*, 78-85.
- Watkins, L. M., & Johnston, L. (2000). Screening job applicants: the impact of physical attractiveness and application quality. *International Journal of Selection and Assessment*, *8*, 76-84.
- Whisman, M. A., & Snyder, D. K. (2007). Sexual infidelity in a

- national survey of American women: differences in prevalence and correlates as a function of method of assessment. *Journal of Family Psychology*, *21*, 147-154.
- White, G. L. (1980). Physical attractiveness and courtship progress. *Journal of Personality and Social Psychology*, *39*, 660-668.
- Wiederman, M. W. (1997). Extramarital sex: prevalence and correlates in a national survey. *Journal of Sex Research*, *34*, 167-174.
- Wilson, M. I., & Daly, M. (1992). The man who mistook his wife for a chattel. In J. H. Barkow, L. Cosmides & J. Tooby (Eds.), *The Adapted Mind: Evolutionary Psychology and the Generation of Culture* (pp. 289-326). New York: Oxford University Press.
- Wilson, M. I., & Daly, M. (1996). Male sexual proprietariness and violence against wives. *Current Directions in Psychological Science*, *5*, 2-7.
- Yamakawa, Y., Kanai, R., Matsumura, M., & Naito, E. (2009). Social distance evaluation in human parietal cortex. *PLoS One*, *4*, e4360.
- 林 幹也. (2001). 社会的認知研究における漢字仮名混じりの性格特性語を用いた情動ストロープ課題の利用可能性に関する検討. *名古屋大学大学院教育発達科学研究科紀要 心理発達科学*, *48*, 291-300.