

他者を誘導する意図性が嘘をつく時の 腹外側前頭前皮質の活動に与える影響 ——道徳研究への展開に向けて——

Effects of Intentionality to Induce Others on Ventrolateral Prefrontal Cortex Activity During Lying: Toward the Development of Moral Research

岸 靖亮・後藤 広太郎

Yasuaki Kishi, Kotaro Goto

序 論

我々の社会は、互いに配慮し合うことで秩序を保っている。いわゆる思いやりや気遣いによるものであるが、これらの精神性は道徳の発達によって形成される。道徳とは、社会生活を営む上で一人一人が守るべき行為の規準、またはその総体とされ、自分の良心によって善を行い、悪を行わないことである。実際には、マナーやエチケット、礼儀作法といった形で発揮されるが、その根底には他者を尊重する気持ちがある。

こうした道徳の形成が未熟な場合、日常的なコミュニケーション場面での諍いや人間関係の不和、果ては他者の権利を蔑ろにするような様々な社会問題へ繋がっていく。特に、道徳が発達途上の子どもにとっては、コミュニケーションスキルの獲得やいじめの問題など、円滑な社会生活を送るための現実的な課題が多い。

これを受けて、近年では発達の早い段階から「人の気持ちを考える」といった他者視点の獲得や想像力の育成を中心とした道徳教育が実施されている。しかしながら、仲間外れや無視など、他者を傷つけることを目的とした仲間関係の操作である関係性攻撃 (Crick & Grotpeter, 1995) を多く行う幼児は、相手の感情を推測する力や社会的認知能力が高いことが確認されている (畠山美穂・畠山 寛, 2012)。つまり、他者の心情を理解出来ることと他者を尊重しようとすることは、全く別の問題となる。むしろ、共感性の高さは周囲に察知されずに効果的に他者を傷つけることに貢献してきている。従って、道徳教育では他者の心情や善悪を理解しているかだけでなく、それに従う良心が形成されているかを確認することが必要となる。しかし、こうした調査はペーパーテストや

行動観察では難しいのが現状である。そこで、重要になるのが道德への神経科学的なアプローチである。

現在、ニューロイメージングをはじめとした科学技術の発展により、道德のような複雑なテーマでも神経基盤を探る研究が盛んに行われている。道德は社会的認知や意思決定、情動体験など様々な情報処理の複合体であり、道德のみを専門的に扱うモジュールは存在しないとされている (De Schrijver, 2009)。しかし、様々な道德判断課題を用いた研究により、島皮質 (insular cortex) が他者の苦痛への共感や不公平への嫌悪感情を作ることや、腹側前頭前皮質 (ventral prefrontal cortex) が他者心情の理解や反社会的行動の抑制に関わることがわかっている (Verplaetse, Braeckman & De Schrijver, 2009)。これらを神経ネットワークとした道德処理の例として、他者を騙すような欺き行為に対する嫌悪感情には島皮質が関与し、報復や道德的攻撃性の原動力となることや、前頭前皮質 (prefrontal cortex) による抑制作用が、個人的報復の精神的な負担を調整することが報告されている (Moll & Oliveira-Souza, 2009)。他にも、右背外側前頭前皮質 (right dorsolateral prefrontal cortex) が、道德や公平性に従った行動に重要な役割を担うことが確認されており (Pohn & Heekeren, 2009)、他者が攻撃されている様子を観察した時には、島皮質や扁桃体 (amygdala) が否定的な情動を喚起させるが、背外側前頭前皮質や下前頭回 (inferior frontal gyrus) がそれを抑制し、他者への配慮姿勢を構成すると考えられている (Decety & Michalska, 2010)。以上の研究報告は、扁桃体や島皮質による情動処理と、その情報を含めて社会的状況を判断し行動を制御する前頭前野の連携が道德に必要なことを示している。

これらの知見は、子どもが道德的な良心を形成しているかどうかを確認する重要な判断材料となり得るが、いずれも機能的磁気共鳴画像法 (functional Magnetic Resonance Imaging: fMRI) によって測定が行われており、教育現場で簡易に実行できる手段とはならない。また、fMRIは装置の制約上、他者と対面してコミュニケーションをするような日常的な場面からは乖離してしまう。

こうした問題を解決し、より実践的に教育現場で簡便に脳活動を測定する方法として、近赤外線分光法 (near-infrared spectroscopy: NIRS) が挙げられる。NIRSは、装置の装着が簡便で、特殊な検査室を必要とせず、自然な状況での脳活動が測定可能である (Hoshi et al., 2000)。また、他の脳機能イメージング技術よりも体動による影響が少なく、会話中などでも脳血流変化に伴うヘモグロビン (hemoglobin: Hb) の変化をリアルタイムに計測できる (Suda, Takei, Aoyama, Narita, Sato, & Fukuda, 2010)。加えて、酸素化ヘモグロビン (oxyhemoglobin: oxy-Hb) は、局所脳血流と関連の高い指標であり (Hoshi, Kobayashi, & Tamura, 2001)、皮質の活動性に限定されるが、これまでのfMRIで得られた知見との整合性も確認可能である。

これに関して、岸 (2017) が日常的な会話場面で嘘をついた時の脳活動をNIRSによって調べた研究では、腹外側前頭前皮質 (ventrolateral pre frontal cortex: VLPFC) の頑健な活動亢進が確認されている。VLPFCは、課題の切り替えや意味検索、応答抑制などの認知過程に幅広く関与しており (Abe, 2011)、他者を欺こうとする時の自己パフォーマンスの監視や、社会的コンプライアンスの処理に必要とされる (Farrow, Burgess, Wilkinson, & Hunter, 2015)。特に、左VLPFCは、

嘘が露見しないよう表情などの非言語的動作を抑制的に制御することが報告されている (Spence, Hughes, Farrow, & Wilkinson, 2008; 岸, 2017)。こうした嘘をつく時の VLPFC の活動性を調べることで、道徳に関わる良心の形成を確認できる可能性はあるものの、岸 (2017) の実験は参加者が自由に嘘をついており、嘘をつく理由や意図にバラつきがあるため、本人の良心や社会的価値観が実際にどの程度反映されているのかは不明瞭である。

そこで本研究では、他者と交渉するような社会的場面を設定し、利己的な理由で他者を誘導しようと嘘をつく時の VLPFC の活動性を検討した。仮説として、他者を操作して利益を得ようとする嘘は、社会的規範に反するだけでなく、精度の高い欺きが求められるため、抑制機能を中心とした VLPFC の活動亢進が発生すると考えられた。また、嘘をつく時の脳活動が道徳形成の評価に应用可能かについても併せて検討した。

方法

実験参加者

12名の健康なボランティアが参加した (男性6名、女性6名、19-32歳、平均年齢21.3歳)。実験参加者は全員右利きであり、主要な精神障害や身体的な病気などの既往が無かった。実験開始前に、書面によるインフォームドコンセントを得た。また、実験参加者と社会的な交渉をする相手役として実験協力者を設定し、ボランティアの大学生がこれに参加した。

実験手続き

図1に実験状況を示した。実験課題は、500mLのペットボトルの水を汲み替える軽作業と、鞆に

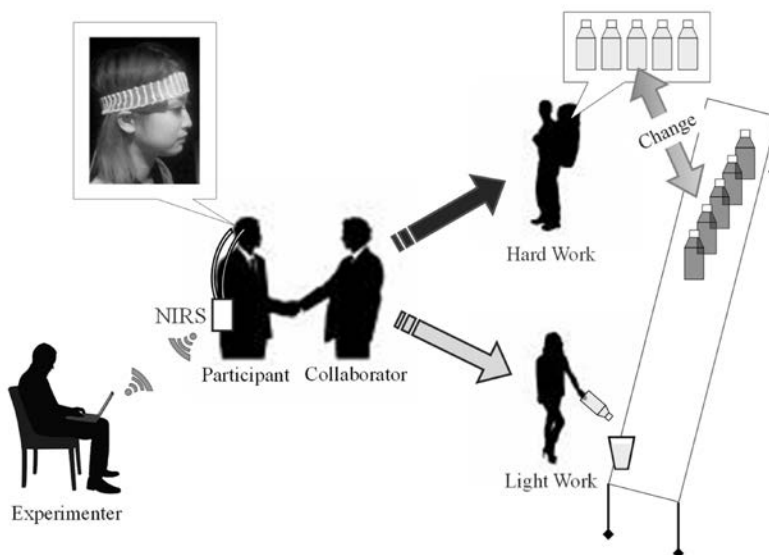


図1 実験状況

入っている2Lのペットボトル5本の水を全てお茶と交換する重労働の仕事を他者と分担するものとした。実験参加者は、仕事の選択権は無いが作業内容を知っており、実験協力者に説明する権利があった。一方、実験協力者は作業内容は知らないが仕事の選択権を持っているものとした。実験参加者には、実験協力者は自分が楽だと判断した仕事を選択すること、および実験協力者が選択しなかった仕事は実験終了後に実験参加者が行うことを教示した。実験参加者はNIRS装置を装着後、実験者に作業内容を説明する練習を一度行ってから課題を開始した。1 Blockは作業の説明、実験協力者が仕事をしている姿の観察、安静の順で進行し、後述する条件に応じて3 Block行った。

実験条件

作業内容を正しく伝える「正直条件 (Truth)」、軽作業の内容を面倒なものに偽り、実験協力者が自ら重労働を選択するように仕向ける「誘導する嘘条件 (Lie to Induce)」(例えば、軽作業の内容を500mLの水のペットボトルを校舎から離れた屋外にあるリサイクルボックスへ捨てて行くと偽るなど)、作業内容は変わらないがペットボトルの中身を偽る「目的の無い嘘条件 (Harmless Lie)」(例えば、ペットボトルの中身が1本だけ食塩水が入ったものであると偽るなど)の3条件を設定した。嘘の内容および各条件を実行する順序に関しては、実験参加者が自由に決めて良いものとした。

生理指標の記録

3波長2チャンネルNIRS (pocket NIRS Duo, ダイナセンス社)を用いて、照射-検出間の大脳皮質におけるoxy-Hbの相対濃度変化を計測した。近赤外光の3波長はそれぞれ735nm ± 15、810nm ± 18、850nm ± 20であり、oxy-Hbの濃度変化はこれらの吸光量の測定から算出した。また、得られたoxy-Hbのデータは、モディファイド・ベア・ランバート法 (Modified Beer-Lambert Law: MBL法)を用いて、サンプリング1秒で測定した。プローブの送受光間距離は3cmであり、大脳皮質の表面が想定される頭皮から2~3cmの深さの脳血流活動 (Hb濃度変化)が測定される (Toronov, Webb, Choi, Wolf, Michalos, Gratton, & Hueber, 2001)。これに従い、プローブは国際10/20法を基準にF7、F8の部位に装着した。この測定点は、国際10/20法が示す脳波電極の装着部位が特定の脳領域上の頭皮と対応するという報告に基づき (Okamoto et al., 2004; Tsuzuki, Jurcak, Singh, Okamoto, Watanabe, & Dan, 2007)、左右VLPFCにおける脳血流の変化を示す指標として同定した。

分析方法

作業内容の説明を開始する直前の安静時における最後の1秒のoxy-Hb濃度の値をベースラインとした。このベースラインと比較したoxy-Hb濃度の変化量を引き算により算出することで、条件ごとに作業内容説明中のoxy-Hb濃度の平均変化量を求めた。また、左右の計測部位では光路長が異なるため、直接部位間でHb変化量を比較することは出来ないが、装着部位は実験内で変動しないことを前提として、個人内の同部位であればHb変化量の比較が可能である (Hoshi et al., 2003)。従って、左右の計測部位別に条件比較を行った。尚、明らかな体動によるアーチファクトは分析対象から除外した。得られたoxy-Hb濃度の平均変化量について、左右の計測部位別に条件間でANOVAを行った後、ボンフェローニを用いて多重比較検定を行った。

結果

図2に、課題中の代表的な oxy-Hb 変化パターンを示した。3名を除く9名が誘導する嘘条件で左右計測部位共に最も oxy-Hb 濃度を増大させることが観察された。

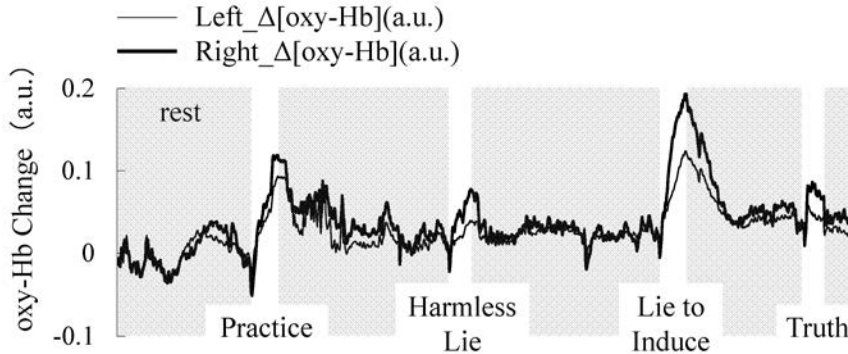


図2 課題中の代表的な oxy-Hb 変化パターン

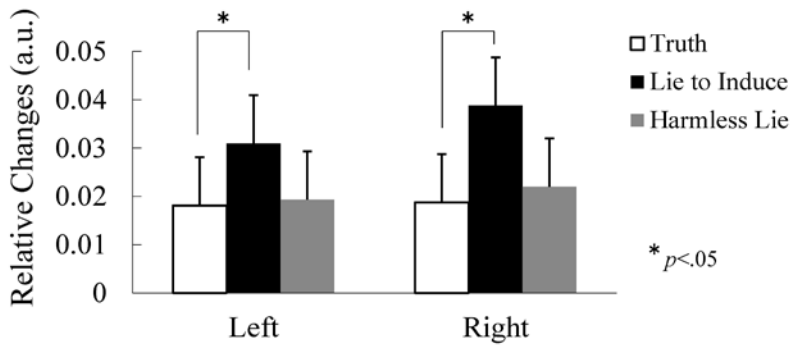


図3 各条件における oxy-Hb 平均変化量を左右計測部位別に示したもの

図3に、各条件における oxy-Hb 平均変化量を測定部位ごとに示した。左右どちらの計測部位においても、誘導する嘘条件で最も大きく oxy-Hb 濃度を増大させており、正直条件での oxy-Hb 変化量は最小となることが確認された。これに関して、作業内容説明時における oxy-Hb 平均変化量について条件間で ANOVA を行ったところ、左右計測部位共に条件間で有意な差が確認された (左: $F(2, 22) = 5.289, p < .05$, 右: $F(2, 22) = 4.974, p < .05$)。ボンフェローニを用いて多重比較検定をした結果、誘導する嘘条件は正直条件よりも有意に oxy-Hb を増大させたことが確認された ($p < .05$)。一方、目的の無い嘘条件では他の条件との間に有意な差は確認されなかった (n.s.)。

考 察

本研究は、より道徳に関与するような他者と交渉する社会的場面において、利己的な理由で他者を誘導しようと嘘をつく時の VLPFC の活動性を検討する目的で行った。また、本実験で得られた結果を含め、将来的に嘘をつく時の脳活動が道徳形成を評価する手段になり得るかについても併せて検討していく。

実験の結果、左右計測部位共に誘導する嘘条件は正直条件よりも有意な oxy-Hb 濃度の増大を示した。これにより、利益目的で他者を操作するような嘘をつく時には、正直に話すときよりも両側で VLPFC 活動を増強させたと言える。これは仮説を支持する結果であり、欺くことで何らかの利益を得る状況では、より精度の高い欺きを行うために、VLPFC の機能によって表情や声を抑制的に調整する自己統制が発生していると考えられる。また、「自身が楽をするために他者が自ら重労働を選択するように誘導する」といった嘘は、利己的な理由で他者に不利益を与える行為である。これは、社会的規範から逸脱する行為であり、誘導する嘘条件での VLPFC 活動の亢進には、Farrow ら (2015) によって報告された「社会的コンプライアンスの処理」に関する負荷も加味されたものであると推察される。

一方、目的の無い嘘条件における oxy-Hb 変化量に関しては、他の条件との明瞭な違いは確認されなかった。目的の無い嘘は、日常生活で言えば冗談のようなものであり、他者に不利益や損害を与えるような社会的規範から外れた行為には該当しない。そもそも、我々は社会生活を円満に送る為にしばしば嘘をつく (Depaulo, Kashy, Kirkendol, Wyer, & Epstein, 1996)、コミュニケーションツールとしての嘘の機能は非常に複雑であり、他者を貶めるような嘘だけでなく、悪意の無い、むしろ道徳的には善とされる他者を気遣った嘘や、相手を楽しませるための冗談もここに含まれる。本実験での目的の無い嘘は後者に該当し、自身の行為に対する社会的コンプライアンスの処理負荷は発生していないことが想定される。しかしながら、誘導する嘘条件と同様に他者を欺こうとする意図そのものは存在する為、ある程度の抑制的な自己統制は発生する行為でもある。その結果、正直条件よりやや VLPFC の血流が増大するが、誘導する嘘条件ほどは活動増強をしないこととなり、どちらの条件とも有意な差を示さない、中間の活動性を示したものと考えられる。

本実験から、社会的な価値判断が必要とされる他者との交渉場面では、目的が不明瞭な嘘よりも理由や意図性が明瞭な嘘の方が、明確に正直な発言よりも VLPFC の活動性を増大させることが示された。また、こうした意図性による反応性の違いは、他者に不利益を与える嘘と悪意の無い嘘との比較から観察されており、とりわけ社会的コンプライアンスの処理の違いが要因となっていると推察される。これは、嘘をつくという行為自体は同じであっても、悪意の有無によって異なる脳活動が生じていることから、本人が道徳的に異なる情報として判別していることを示すものと考えられる。仮に、道徳形成が未熟であれば、社会的コンプライアンスを意識出来ない、或いは、行為の意図に目を向けることが出来ず、嘘を単純に全て悪いものとして判断してしまうことが想定され、意図性による脳活動の違いは生じないことが予想される。これに関しては、道徳が未発達な幼児を

対象として追加実験を行うなどの検討が必要ではあるが、少なくとも、社会的な価値判断が必要な場面で嘘をつく時に、「悪意の有無によって異なる VLPFC 活動を示すかどうか」について確認することで、嘘をついた本人が社会的コンプライアンスを意識しているのかを評価できる。これは、道徳を構成する要素である社会的規範への意識の形成を確認する神経科学的なアプローチと言える。

また、本実験では正直に話す時と明瞭な差は得られなかったものの、目的の無い嘘の脳活動を観察することは、コミュニケーションツールとしての嘘の機能を解明する一つの視点となり得る。本実験では他者を楽しませるなどの意図性が無かったために VLPFC の活動亢進が殆ど得られなかったものの、例えば、目の前の相手を気遣う、配慮するために嘘をつく時の脳活動を調べることで、善意の有無という違いが VLPFC を中心とした脳活動に反映されるかを検討することができる。特に、自分が損をしても他者を助けるような状況では、自分の困難な状況を隠し偽るといった善意の嘘が発生する。こうした利他的な行為は向社会的行動とされ (Decety & Jackson, 2004)、他者の苦痛に対する共感から動機づけられている (Preston & de Waal, 2002)。つまり、善意の嘘は共感を必要とする他者への配慮であり、道徳の実践的な姿と言える。こうした善意の嘘に関する脳活動を調べることは、嘘をついた本人が自身の行為の意図性に目を向けているかどうかや、自身の行為が他者へ与える影響について考えることができるかといった他者視点の形成を調べる方法論として検討する価値がある。

そして、先行研究と同様に、嘘をつく時と正直に話す時で VLPFC 活動に頑健な違いがみられるということは、本人の中で「事実」と「虚構」を異なる情報として処理していることになる。事実を知らなければ、それと異なる虚構は生成しようがないため、「嘘をつける」ということは「事実」が何かを知っているということでもある。この性質を利用し、例えば道徳判断課題で善悪を説明する時に嘘をつくような状況を設定すると、当然善悪を逆転させた嘘をつくことになるが、もし善を悪、悪を善と偽る説明が可能であれば、それは逆説的に「善悪を理解している」ということになる。このような課題設定は、善悪の判別を行っているかを調べる指標となり得る。

道徳は、他者視点や共感、善悪の理解やそれに従う良心など、様々な精神活動によって発揮されるが、これらの機能に関する脳活動を調べることで、道徳指導のカリキュラムも個人の発達に合わせた調整を目指すことができる。例えば、嘘をつく時に悪意の有無によって異なる脳活動が生じないのであれば、社会的規範への意識が薄いと考えられる。このような対象者には、他者視点を伝えるソーシャルトレーニングの必要性を脳活動という客観的な指標から判断することが出来る。また、一定期間のトレーニング後に、再度同じ状況での脳活動を測定することで、嘘をつく時に悪意の有無によって異なる脳活動が生じればトレーニングの効果があり、変化が無ければトレーニングの効果は無く、他のアプローチが必要なことが判断できる。こうした、主観に依らず、客観的な視点から指導内容を選択していくことに役立つと考えられる。また、こうした研究を、幼児期から学童期、青年期へと縦断的に進めることで、道徳の発達過程を神経科学的に捉えられることが想定される。そして、これらの展望を可能とするには、身体的な負担を与えず、教育現場でのリアルタイムな脳活動の観察を可能とする NIRS の利便性が不可欠である。NIRS は子どもの様々な発達の变化を捉え

ることに非常に適しており、今後はより実践的な教育現場でのデータ収集が望まれる。

参考文献

- Abe, N. (2011). How the brain shapes deception: An integrated review of the literature. *The Neuroscientist*, **17**, 560-574.
- Crick, N. R., & Grotpeter, J. K. (1995). Relational Aggression, Gender, and Social-Psychological Adjustment. *Child Development*, **66**, 710-722.
- Decety, J., & Jackson, P. L. (2004). The functional architecture of human empathy. *Behavioral and Cognitive Neuroscience Reviews*, **3**, 71-100.
- Decety, J., & Michalska, K. J. (2010). Neurodevelopmental changes in the circuits underlying empathy and sympathy from childhood to adulthood. *Developmental Science*, **13** (6), 886-899.
- DePaulo, B. M., Kashy, D. A., Kirkendol, S. E., Wyer, M. M., & Epstein, J. A. (1996). Lying in everyday life. *Journal of Personality and Social Psychology*, **70**, 979-995.
- De Schrijver, J. (2009). An evolutionary and cognitive neuroscience perspective on moral modularity. In J. Verplaeste, J. De Schrijver, S. Vanneste, J. Braeckman (eds.), *The moral brain: Essays on the evolutionary and neuroscientific aspects of morality* (pp.255-269). New York: Springer.
- Farrow, T. F., Burgess, J., Wilkinson, I. D., Hunter, M. D. (2015). Neural correlates of self-deception and impression-management. *Neuropsychologia*, **67**, 159-174.
- 畠山美穂・畠山 寛 (2012). 関係性攻撃幼児の共感性と道徳的判断, 社会的情報処理過程の発達研究. *発達心理学研究*, **23** (1), 1-11.
- Hoshi, Y., Oda, I., Wada, Y., Ito, Y., Yamashita, Y., Oda, M., …Tamura, M. (2000). Visuospatial imagery is a fruitful strategy for the digit span backward task: a study with near-infrared optical tomography. *Cognitive Brain Research*, **9**, 339-342.
- Hoshi, Y., Kobayashi, N., Tamura, M. (2001). Interpretation of near-infrared spectroscopy signals: a study with a newly developed perfused rat brain model. *Journal of Applied Physiology*, **90**, 1657-1662.
- Hoshi, Y., Tsou, B. H., Billock, V. A., Tanosaki, M., Iguchi, Y., Shimada, M., …Oda, I. (2003). Spatiotemporal characteristics of hemodynamic changes in the human lateral prefrontal cortex during working memory tasks. *NeuroImage*, **20**, 1493-1504.
- 岸 靖亮 (2017). 対面者に嘘をつく時の腹外側前頭前皮質活動: 近赤外線分光法による検討. *北海道児童青年精神保健学会誌*, **31**, 28-35.
- Moll, J., & de Oliveira-Souza, R. (2009). "Extended attachment" and the human brain: Internalized cultural values and evolutionary implications. In J. Verplaetse, J. Schrijver, S. Vanneste, & J. Braeckman (Eds.), *The moral brain: Essays on the evolutionary and neuroscientific aspects of morality* (pp.69-85). New York: Springer.
- Okamoto, M., Dan, H., Sakamoto, K., Takeo, K., Shimizu, K., Kohno, S., …Dan, I. (2004). Three-dimensional probabilistic anatomical cranio-cerebral correlation via the international 10-20 system oriented for

- transcranial functional brain mapping. *NeuroImage*, **21**, 99-111.
- Prehn, K., & Heekeren H. R. (2009). Moral judgment and the brain: A functional approach to the question of emotion and cognition in moral judgment integrating psychology, neuroscience and evolutionary biology. In J. Verplaeste, J. De Schrijver, S. Vanneste, J. Braeckman (eds.), *The moral brain: Essays on the evolutionary and neuroscientific aspects of morality* (pp.129-154). New York: Springer.
- Preston, S. D., & de Waal, F. B. M. (2002). Empathy: Its ultimate and proximate bases. *Behavioral and Brain Sciences*, **25**, 1-20.
- Spence, S. A., Hughes, C. J., Farrow, T. F. & Wilkinson, I. D. (2008). Speaking of secrets and lies: The contribution of ventrolateral prefrontal cortex to vocal deception. *NeuroImage*, **40**, 1411-1418.
- Suda, M., Takei, Y., Aoyama, Y., Narita, K., Sato, T., Fukuda, M. (2010). Frontopolar activation during face-to-face conversation: An in situ study using near-infrared spectroscopy. *Neuropsychologia*, **48**, 441-447.
- Toronov, V., Webb, A., Choi, J. H., Wolf, M., Michalos, A., Gratton, E., & Hueber, D. (2001). Investigation of human brain hemodynamics by simultaneous near-infrared spectroscopy and functional magnetic resonance imaging. *Medical physics*, **28**, 521-527.
- Tsuzuki, D., Jurcak, V., Singh, A. K., Okamoto, M., Watanabe, E., & Dan, I. (2007). Virtual spatial registration of stand-alone fNIRS data to MNI space. *NeuroImage*, **34**, 1506-1518.
- Verplaetse, J., Braeckman, J., & De Schrijver, J. (2009). Introduction. In J. Verplaeste, J. De Schrijver, S. Vanneste, J. Braeckman (eds.), *The moral brain: Essays on the evolutionary and neuroscientific aspects of morality* (pp.1-43). New York: Springer.

