

# 共感を創発する原理

大平英樹 (名古屋大学)

## Principles to emerge empathy

Hideki Ohira (*Nagoya University*)

(2015年3月24日受稿, 2015年6月28日受理)

As basic principles to explain emergence of empathy in humans, this article proposes a theoretical framework of “bottom-up empathy” and “top-down empathy.” The former is driven by external stimuli and emerged on the basis of physical and autonomic properties of neural systems. The latter means processes to infer others’ intentions, thoughts, and emotions based on mental models which are maintained in cognitive systems. The bottom-up empathy can be realized by synchronization of spontaneous fluctuation of neural activity in brain regions including the inferior lateral prefrontal cortex and insula, among two or plural persons. The top-down empathy can be rooted in neural systems for the mentalizing or “theory of mind”, including the medial prefrontal cortex, superior temporal sulcus, temporal-parietal junction, and insula. Probably the insula which is an interface of the brain and body might be a key brain region which can connect the bottom-up empathy and top-down empathy. This theoretical framework might be useful to explore characteristics of human empathy and to apply the basic findings into real world phenomena.

**Key words:** bottom-up empathy, top-down empathy, synchronization, brain

### 1. はじめに

日本感情心理学会第22回大会は「社会的共生と感情」をメインテーマとして開催され、その趣旨に沿った企画として「共感と紛争」と題するシンポジウムが行われた。そこでは、共感と紛争解決の生物学的起源、共感の社会的パースペクティブ、国際社会における武力紛争における感情の位置づけ、について興味深い講演が行われた。本特集ではそれらの内容が報じられている。本稿では、同シンポジウムに立脚しつつも、各々の講演で取り上げられた個々の問題を検討するのではなく、それらを通底する共感の原理に関する問題について考察したい<sup>1</sup>。

### 2. ボトム・アップ的共感とトップ・ダウン的共感

共感 (empathy)<sup>2</sup>は、一般に情動的 (あるいは感情的)<sup>3</sup>共感 (emotional empathy) と認知的共感 (cognitive empathy) に分けて考えられている (Davis, 1983; 梅田, 2014)。情動的共感とは、情動伝染 (emotional contagion) のように、なかば無意図的かつ自動的に他者と同様な情動状態が経験される現象を指す。一方、認知的共感とは他者の視点を取得することにより他者の心情を理解することであるとされている。この分類は確かに、我々の直観に合致していて理解しやすい。また、近年の神経画像研究によって、この2種類の共感に関連する脳部位が明らかになりつつある (Decety & Lamm, 2006)。すなわち、情動的共感には、扁桃体 (amygdala)、島 (insula)、前部帯状

Correspondence concerning this article should be sent to: Hideki Ohira, Graduate School of Environmental Studies, Furocho, Chikusa-ku, Nagoya City, 464-8601, Japan (e-mail: ohira@lit.nagoya-u.ac.jp)

<sup>1</sup> 本稿はシンポジウムにおける指定討論に基づいているため、関連文献を体系的に網羅してはならず、多分に推測が含まれており、論理的精緻さには欠けることに注意されたい。

<sup>2</sup> 共感を意味する用語としては、empathy と sympathy があり、それらの意味に関してはさまざまな議論があるが、本稿では立ち入らず、同義として扱う。

<sup>3</sup> 感情と情動の意味に関しても、さまざまな議論があるが、本稿では立ち入らず、同義として扱う。

皮質 (anterior cingulate cortex: ACC) の背側部などの、情動関連部位や覚醒ネットワーク (salience network) が関与しており、認知的共感には、運動前野 (pre-motor area) や下前頭回 (inferior frontal gyrus) を中心とするミラーニューロン・システム、内側前頭前皮質 (medial prefrontal cortex: MPFC) を中心とするメンタライジング (mentalizing) のシステム、側頭・頭頂結合 (temporal-parietal junction: TPJ) や上側頭溝 (superior temporal sulcus: STS) から成る他者視点取得のシステムが、それぞれ関与することが報告されてきた。これらの知見は、この2種類の共感を想定することの妥当性を支持している。しかしながら一方、共感を情動的共感と認知的共感に分けることは、情動と認知が異なる実体であることを暗黙裡に認めることに繋がる。また、両者を安易に分断して考えることは、両者に共通した原理を探求しようとする場合には不利に働くかもしれないと危惧される。

そこで本稿では、この従来からの共感の分類法に替えて、ボトム・アップ的な共感 (bottom-up empathy) とトップ・ダウン的な共感 (top-down empathy) という枠組みを提案する (こうした発想の例としては、Jankowiak-Siuda, Rymarczyk, & Grabowska, 2011)。これは、情動か認知かという過程や処理の「内容」に注目するのではなく、それらの心的現象を実現する「原理」に注目すべきだという考え方に基づいている。この考え方を取ることにより、情動か認知かという単純な2分法ではなく、それらのように呼ばれる心的現象の成り立ちから、共感という事象を考えることができると思われる。また神経生物学的基盤についても、異なる共感の種類に対応する脳部位を探るマッピングよりも、その背後にあるメカニズムを探求する方がより重要であろうと思われる。ここで、ボトム・アップの共感とは、外的な感覚刺激により駆動され、神経ネットワークの物理的・自律的活動の特性により創発される共感を意味する。一方、トップ・ダウンの共感とは、認知構造として維持されている何らかの心的モデル (mental model) に基づいて他者の意図、思考、感情などを推測する過程を指す。重要なのは、両者の違いは作動原理の違いであり、両者の共感とも、情動と認知の両方に関連していることである。また、ボトム・アップの共感がどちらかいうと受動的で無意図的な過程の関与が大きいものに対して、トップ・ダウンの共感の方が意識的で意図された過程の関与が大きいと考えることは自然だろう。しかし、ふたつの共感とは、意識の有無により区別されるものではなく、ふたつの共感における意識の関与の度合いは連続的であると考える。

### 3. ボトム・アップ的共感の原理

それではまず、ボトム・アップの共感はどうのように形成されるのであろうか。共感と言うからには、少なくとも2者の中で、意図、思考、感情などの心的現象が、同様の、またはある範囲内で類似の状態になり、その状態が一定時間持続する、ということが必要だろう。そのためには、2者の脳活動が同様あるいは類似の状態になることが必要であろう。ここで、いわゆるミラーニューロン・システムだけでは、この状態を作り出すことは困難だと思われる。ミラーニューロンは、あくまで特定の運動 (手を延ばす、物を掴む、など) に関与するニューロンが他者の運動の観察によっても作動するというものである。その存在は2者間の運動協調などには貢献するだろうが、これだけで持続する共感の状態が形成されると考えることには、頑健な根拠があるわけではなく、相当論理の飛躍があると言わざるを得ない (Fan, Duncan, de Greck, & Northoff, 2011; 大平, 2011)。

そこで共感創発の原理を探索するための手掛りとして、2者の脳活動を fMRI によって同時計測し、脳活動の同期を検討した研究を挙げる (Saito, Tanabe, Izuma, Hayashi, Morito, Komeda, Uchiyama, Kosaka, Okazawa, Fujibayashi, & Sadato, 2010)。この研究では、2人の参加者がモニターごしに対面し、相手の視線をガイドとして目標を注視する「共同注意」課題を行い、その前後で単に見つめ合っている際の脳活動が観測された。すると、課題を行った後では、見つめ合っているだけなのに2者の右下前頭回活動の自発的振動 (spontaneous fluctuation) の位相の一致が高まり同期が生じた。録画した他者の映像では、意識的にそれと気づくことがないのに、脳活動の同期は見られなかった。また相手が高機能自閉症スペクトラムの患者であった場合にも同期は見られなかった (Tanabe, Kosaka, Saito, Koike, Hayashi, Izuma, Komeda, Ishitobi, Omori, Munosue, Okazawa, Wada, & Sadato, 2011)。さらに、この右下前頭回活動の同期を契機として、そこと機能的結合を有する他の多くの脳部位の活動にも、2者間で対応が見られるようになっていく、ということがあるらしい。これらの知見は、脳活動の自発的振動の同期が共感を創発する背景原理かもしれない、という示唆を与える。

物理的に影響しあう2つの振動体は、自然に同期を生じる (Figure 1)。同じ床に置いた2台のメトロノームの振動が、最初は位相 (振動中である時点における位置。単位はラジアンで表す) が違っていても (Figure 1A)、やがて揃ってくる現象がその例である (Figure 2B)。これは振動どうしが自発的に揃う「引き込み」と呼ばれる現象で、下記のような連立微分方程式により表現することができる (伊

達, 2010)。

$$\frac{d\theta_1}{dt} = \omega_1 - k(\sin(\theta_1 - \theta_2))$$

$$\frac{d\theta_2}{dt} = \omega_2 - k(\sin(\theta_2 - \theta_1))$$

$\theta_1, \theta_2$ は2台のメトロノームの振り子の位置を表す位相であり,  $\omega_1, \omega_2$ はその振動の周波数(1秒間あたり何回振動するかという頻度。単位はHzで表す),  $k$ は2台のメトロノームの振り子の位相の差による互いのメトロノームへの影響の強さを表す定数である。この現象を直感的に理解するために, 簡単な数値計算によるシミュレーションを行ってみよう(Figure 2: 伊達(2010)に基づく。ただし, シミュレーションと作図は筆者による)。まず,  $\omega_1$ と $\omega_2$ が同じ値の場合には, 速やかに振動のずれは収束して完全に位相が一致することが見て取れる(Figure 2A)。現実には,  $\omega_1$ と $\omega_2$ が完全に同じであることは想定しにくい。しかし, その場合でも,  $\omega_1$ と $\omega_2$ の差が大きくなければ, 振動の位相に多少の差異を残しつつ同期する状態に収束する(Figure 2B)。解析的な検討により,  $|\omega_1 - \omega_2| < 2k$ の時には同期した平衡状態が導かれることが示される(伊達, 2010)。つまり, 振動する物体は, それらの間

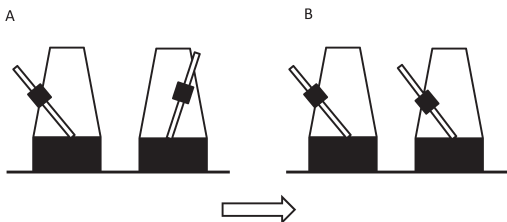


Figure 1. メトロノームの振動同期:「引き込み」現象  
A: 同じ床に置いた2台のメトロノームを, 遊錘をある程度近い位置に設定し, 異なる位相から振動を始める。B: やがて, 2台のメトロノームの振動は自然に揃ってくる。

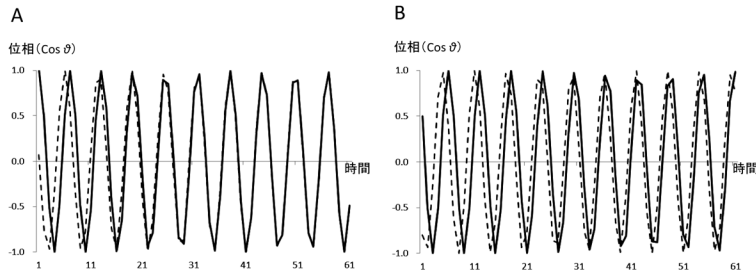


Figure 2. メトロノームの振動同期のシミュレーション

図中の実線と破線は, 2台のメトロノームの振動を表す。A: 2台のメトロノームが同一の振動周波数を持つ場合 ( $\omega_1 = \omega_2 = 1.0, \theta_1 = 1.5, \theta_2 = 0.0, k = 0.05$ )。B: 2台のメトロノームが異なるが近い振動周波数を持つ場合 ( $\omega_1 = 1.05, \omega_2 = 1.0, \theta_1 = 1.5, \theta_2 = 0.0, k = 0.05$ )。

に双方向的力が働き, 固有の振動周波数が一定範囲内で近ければ, 自発的に同期する。

この現象はすでに, 個々のニューロン活動や心臓活動において見出されているので, それをマクロな脳活動に拡張することには,それほど無理はない。実際, デフォルトモード・ネットワーク (default mode network), 覚醒ネットワーク, 実行ネットワーク (executive network) など脳のいくつかの部位は大規模な機能的ネットワークを構成し, 自発的な振動を起こしていることが明らかになっている (Deco, Jirsa, & McIntosh, 2011)。残る問題は, 2者の脳活動がどのように影響を与え合うかである。肌を接する母と子の心臓の鼓動が同期するという現象なら理解しやすい。しかしモニターにより繋がれているだけで, 物理的には接していない2人の脳活動がどのように影響し合うことができるのだろうか。おそらくここで, ミラーニューロン・システムが貢献するのだと思われる。相手の視線を見る, 自分の視線を動かす, こうした目的のある行動に伴いミラーニューロン・システムが作動し, それと連結している下前頭回を含むネットワークの振動に少しずつ影響を与え, 振動の位相差を縮小するように作用する。これにより課題中に脳活動同期が生じることを説明できるように思える。相手がミラーニューロン・システムに障害を持つ自閉症スペクトラム患者であった場合, その患者の脳活動振動に影響が及ばないのはもちろん, 患者の脳活動の側に「引き込み」が生じないのであるから, ペアとなった健常者にも同期が生じにくいことは容易に想像できる (Tanabe et al., 2011)。

#### 4. 島の生成モデル

ここでさらに問題なのは, いったん「共同注意」課題を行った健常者ペアの間では, もはや特に課題を行わずとも, 脳活動の同期が生じたことである。録画された映像では同期は生じなかったので, 何らかのオンラインでの情報のやり取りが必要なことは確かだが,

視線は全く動かしていないのだからミラーニューロン・システムが作動する程強い入力があったとは考えにくい。この事実から、ボトム・アップ的共感の源泉であろう脳活動の同期は、必ずしもその場での入力によらずとも、過去の脳活動の履歴が一種のモデルのような形で保存されていれば、非常に弱い入力であってもモデルの働きによってそれが増幅され、同期が創発されるのではないかと想像される。そうした身体の運動やその感覚のモデルが実装されている脳部位の候補として、さまざまな身体部位や内臓で生じた反応の信号が投射され、その統合的な表象が形成されると考えられている島 (insula: Damasio, 1994; Craig, 2009) を挙げることができるだろう。

人間は、視覚、聴覚、触覚などの外受容感覚 (exteroception) についても、内臓感覚や体温の感覚などのような内受容感覚 (interoception) についても、置かれた状況に応じて目標状態を表象し、それを実現するための生成モデル (generative model) を脳の中に構築していると考えられている (Seth, 2013: Figure 3)。外界や身体からの感覚信号が、そのモデルによる予測として発せられる遠心性コピー (efferent copy) の信号と照合され、両者のずれが予測誤差 (prediction error) として検出される。脳は、この予測誤差を最小化することで統合的な自己像と世界像を構築し、それらを維持しようと努める。予測誤差が、ある範囲を越えて大きい場合には、それを縮小するための努力が行われる。そのためのひとつの手段は、強化学習 (reinforcement learning) の原理でモデルを更新することである。もうひとつの手段は信号入力を変更することである。外受容感覚の場合は身体を用い

た外界への働きかけ、などであり、内受容感覚の場合には、体温や血圧のセットポイントの調整、自律神経系を介する心臓血管系や内臓の機能調整、内分泌系や免疫系の調整による体内環境の変更、などである。そして、外受容感覚と内受容感覚の内的モデルは、おそらく島の前部においてそれらの回路に接するか回路を共有している。

ミラーニューロン・システムを介在として、2人の個人の、この島における生成モデル回路を接合することができるように思われる (Figure 4)。例えば上記の研究のように、「目と目で通じ合う」経験により2者の生成モデルの予測誤差検出閾値が精緻化され、その後ではお互いに、目や周囲の筋の動き、顔色、瞬目などのわずかな視覚刺激によりモデルを発動し、脳の同期を自発的に実現できるのかもしれない。これは、2人の個人がお互いの身体的反応や生理的反応により影響しあい、その結果精神の共鳴が生じるというヒューム的な意味での共感現象であると言えるだろう。

### 5. 情動とノイズとしての身体的反応

「共同注意」の例のように、ボトム・アップ的な共感には、意図の推測に関しても生じる。しかし、日常的な実感からもボトム・アップ的な共感には、情動においてより顕著であるように思える。そのひとつの理由は、情動は表情、姿勢、顔色、身体の緊張、運動、発声など他者に向けての顕著な視覚刺激を惹起するからであり、相互作用する個人同士に強い入力を与え合うからである。しかしここでは、振動同期の創発という観点から、もうひとつの可能性を考えてみる。それ

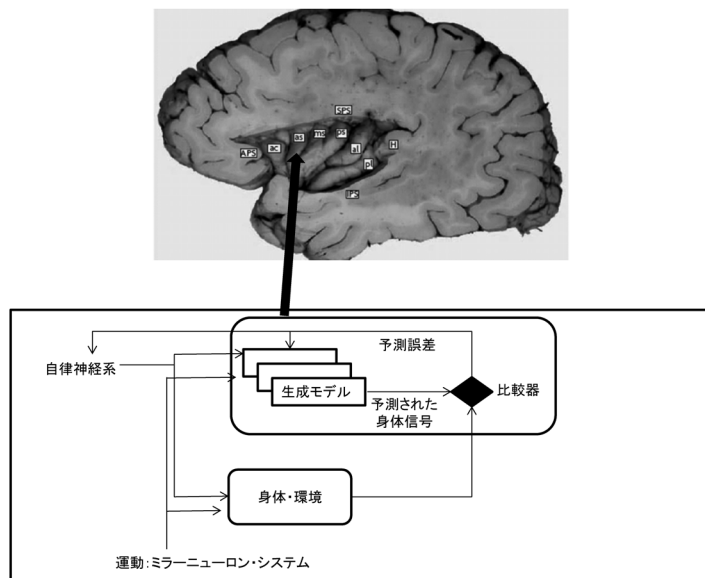


Figure 3. 島における身体の生成モデル



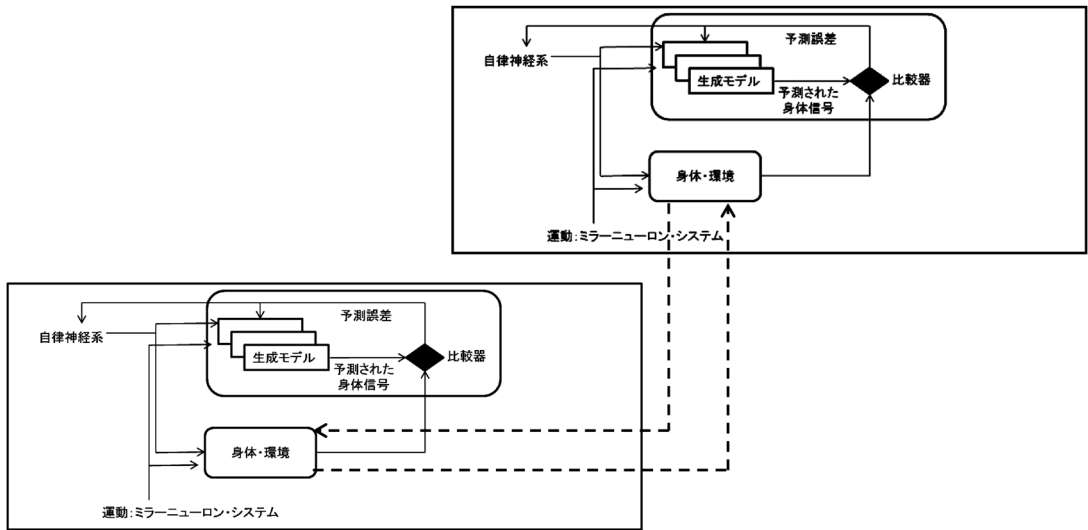


Figure 4. 2人の個人における鳥の身体生成モデルを介した共感の創発

Figure 3に表現されるような身体生成モデルを持った2者が相互作用すると、各々のミラーニューロン・システムによりモデルの活動が接合され、同期が生じる。図中の破線は、感覚刺激により他者の身体状態や身体反応の信号が入力されることを示す。

は、情動に伴って生じる自律神経系の興奮などの強い身体的反応により鳥へもたらされる身体信号がノイズとして機能し、確率共鳴 (stochastic resonance) の原理により脳活動の振動を増幅するのではないかと、という可能性である (詳しくは、大平, 2015を参照)。

確率共鳴とは、比較的弱く顕在化していないリズムを持つ非線形系に、最適な強度のノイズが付加されると、隠れていたリズムがむしろ強調され顕わになるという現象である。これは、地球の歴史において氷河期がほぼ10万年ごとに周期的に訪れることを説明するために提唱された概念であったが (Benzi, Sutera, & Vulpiani, 1981)、その後、物理学、生物学のさまざまな問題に応用されている。上述したように、脳はいたるところで振動を自発的に生じさせていると考えられる。一方、情動に伴う心拍の高まり、血圧の上昇、骨格筋の緊張などの身体信号は、その脳活動振動と刻一刻と対応しているわけではなく、直接の因果関係もないという意味でノイズである。しかし、身体から鳥への神経経路によりノイズとしての身体信号が脳に入力されることにより、確率共鳴の原理により振動が増幅される。この状態で他者の視覚刺激のような手掛りがあると Figure 3の共感システムが強く働き、増幅された振動がより速やかに同期収束して、短い時間で共感が成立するのではないかと考えられる。また、確率共鳴には最適なノイズの強さの範囲が存在し、それを越えた強いノイズは単にシステムの動きを乱すのみで確率共鳴を発生させることはない。ここから想像すると、激しい情動により身体的反応が強すぎる場合には、かえって脳活動の振動を阻害し、共感が起こりに

くくなることも考えられる。他者の言動や態度があまりに熱いと、見ている側は却って冷めてしまうのは、そうした現象によるのかもしれない。

現在のところ、この仮説の弱点は、Saitoら (2010) やTanabeら (2011) の研究において、2者間で鳥の活動同期は観察されていないことである。しかしそれは、それらの研究で用いられているのが「共同注意」という情動を比較的生じにくい課題だからかもしれない。情動をより強く喚起するような課題を用いれば、ここで仮定する2者間での鳥の同期が見られる可能性はあるだろう。

## 6. トップ・ダウン的共感の働き

しかし、ボトム・アップ的共感にはひとつの制約がある。上記のメトロノームの例を想起すると、振動の自発的同期が生じるのは、振動周波数が一定範囲内で近いという条件の下であった。ヒト同士であれば、脳の構造や機能の物理的特性には個人間で大きな差はないであろうから、この制約は問題にならないだろう。しかし我々は、例えば、ペット動物に深い共感や愛着を抱くことがある。犬や猫のような動物にも脳活動の大規模ネットワークは報告されているが、その物理的特性は、ヒトとは明らかに異なるだろう。それどころか、物語の主人公や、愛用している自動車やコンピュータなど、明らかに心や生命さえないはずの対象にも、我々は共感や愛着を持つこともある。大小の三角形と四角形を視覚刺激として用いた有名な研究では、いったんストーリーが与えられれば、小さい三角形は必ずがる子ども、大きな三角形は外に遊びに行き

なさいと言う母親、四角形は家、にしか見えなくなる (Castelli, Happé, Frith, & Frith, 2000)。このように我々は、条件さえ整えば、単なる図形にさえも心や情動を見る。その一方で我々は、現実の紛争事例において明らかなように、同じ種であるヒトに対しても、共感性のかけらもないような冷酷で残虐な行為をすることがある。

こうした現象を説明するためには、トップ・ダウンの共感を考える必要があるだろう。トップ・ダウンの共感の基盤になるのは、おそらく、我々が心や情動と呼ぶような心的現象に関する認知機構における心的モデルである。ここでいう心的モデルとは、強化学習の原理で作動する鳥の生成モデルのようなものではなく、より高次で複雑なものである。それは、心や情動に関する宣言的知識や、それらの作動ルール、その際の諸条件などが過去の記憶と共に構造化されているものであり、それを発動することにより、自己や他者の心や情動のシミュレーションができるものである。それは、「こころの理論」(theory of mind) や他者の心を推測するメンタライジングと呼ばれる心的機能とオーバーラップするものであろう。こうした心的モデルの作動原理については、今のところ、ほとんど語ることができない。上述のように、こうした心的モデルが、メンタライジングに関わる MPFC や他者視点取得に関わる TPJ と STS などの神経ネットワークにより担われていることについては頑健な知見があるが (Jankowiak-Siuda et al., 2011)、そのメカニズムはほとんど未知だからである。

ただ、ここで注意しておかねばならないのは、トップ・ダウンの共感においても、Figure 2 に示したような鳥を中心としたシステムの関与が必要であろうということである。トップ・ダウンの共感といえども、純粹に認知的な、冷たく静かな過程ではない。遠い異国の見知らぬ子どもが飢えているというニュースに接した時、我々はあたかも飢えた子どもが眼前にいるような共感を覚えることがある。また我々は、遙かな過去に起こった悲惨な、あるいは雄渾な出来事を知り、胸が震えるような思いを感じることもある。そのような時には、確かに熱く激しい情動的な過程が生じているのであり、そしてそれを生じせしめるメカニズムは、ボトム・アップの共感と同じものであろうと考えた方が自然だろう。

この意味で、ボトム・アップ的な共感が、現在における実際の他者との関わりの中でオンライン的にのみ生じるものとしたら、トップ・ダウン的な共感の役割は、それを時空に拡張することであると言うことができるだろう。これはおそらく、Figure 3 に示したような、ボトム・アップの共感を作動させる他者からの情報入力に代わり、内的なシミュレーションにより生成した仮想的な他者からの情報入力を使用すること

によって可能になる。アダム・スミスは、道徳的感情の起源は一般化された他者への同感 (sympathy) であると論じたが、そのメカニズムは、ここに述べているような心的モデルによるシミュレーションに基づく共感であるかもしれない。シミュレーションは、それがいったん成立したならば、自らの計算結果を基盤として、その適用範囲を拡張することができる。このメカニズムによって、我々は、現前しない他者、想像上の他者、ヒト以外の動物、心も生命も持たない対象、に共感の範囲を拡張することができるのだらう。また逆に、あるパラメータの設定によっては、そのシミュレーションの適用範囲が狭められることもありうる。このシミュレーションの適用範囲の内外を、心理学では内集団、外集団と呼んできたのであろう。トップ・ダウンの共感におけるシミュレーション機能は高度に柔軟であるがゆえに、その適用境界を相当に広い範囲で、しかも任意に定めることが可能となったのであろう。内集団とみなしていた昨日までの隣人を、突然の民族意識や宗教意識の高まりによって外集団とみなし、共感の適用外として、敵対し虐殺することさえできるのは、ヒトが獲得した高度なシミュレーション能力の、不幸な副作用であるのかもしれない。

## 7. 結論に代えて

「共感と紛争」のシンポジウムが開催された2014年は、第一次世界大戦が勃発してからちょうど100年後であった。現在の国際状況は、起こるはずがないと言われた大戦を引き起こすに至った、100年前と類似しているという指摘がある。

第一次世界大戦が勃発し、拡大していく過程は、バーバラ・タックマンの『八月の砲声』に活写されている (Tuchman, 1962)。ドイツ参謀本部が策定した作戦計画「シュリーフェン・プラン」は、中立国ベルギーを侵犯してフランス軍左翼を大きく包囲し殲滅しようとするものであった。それに怯えるフランスは、イギリスの援軍を心待ちにしていた。その援軍にいかほどの兵力が必要かと問われてフランスのフォッシュ将軍は答えた。まずただ1名のイギリス兵、そして彼の役割は敵に殺されることである、と。そうすれば、イギリス国内に、そのようなことがなければ考えることもなかったであろう1兵士に対する共感が沸き起こり、次々と後に続く者が出るだろう、という意味である。もちろんこれは一種の寓話的表現ではあるが、ヒトにおける共感の強さと、それと裏腹な危うさを象徴している。

今回のシンポジウムにおいても、社会心理学の観点から、また国際紛争の観点から、共感の正の側面と共に、その暗い側面もまた提示された。おそらくは進化の過程で我々ヒトに与えられた、この共感の能力をどのように制御し、最適化していくかという問題には、

容易に解答は得られないであろう。そのためにはまず、共感を創発する原理を多面的に探究することが必要であろうと思われる。

### 引用文献

- Benzi, R., Sutera, A., & Vulpiani, A. (1981). The mechanism of stochastic resonance. *Journal of Physics A. Mathematical and General*, **14**, 453-457.
- Castelli, F., Happé, F., Frith, U., & Frith, C. (2000). Movement and mind: a functional imaging study of perception and interpretation of complex intentional movement patterns. *Neuroimage*, **12**, 314-325.
- Craig, A. D. (2009). How do you feel-now? The anterior insula and human awareness. *Nature Review Neuroscience*, **10**, 59-70.
- Damasio, A. R. (1994). *Descartes' error: Emotion, reason, and the human brain*. New York: Putnam.
- 伊達 章 (2010). メトロノームの同期現象+ 研究集会「偏微分方程式と現象」抄録
- Davis, M. H. (1983). Measuring individual differences in empathy: Evidence for a multidimensional approach. *Journal of Personality and Social Psychology*, **44**, 113-126.
- Decety, J., & Lamm, C. (2006). Human empathy through the lens of social neuroscience. *Scientific World Journal*, **6**, 1146-1163.
- Deco, G., Jirsa, V. K., & McIntosh, A. R. (2011). Emerging concepts for the dynamical organization of resting-state activity in the brain. *Nature Review Neuroscience*, **12**, 43-56.
- Fan, Y., Duncan, N. W., de Greck, M., & Northoff, G. (2011). Is there a core neural network in empathy? An fMRI based quantitative meta-analysis. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, **35**, 903-911.
- Jankowiak-Siuda, K., Rymarczyk, K., & Grabowska, A. (2011). How we empathize: A neurobiological perspective. *Medical Science Monitor*, **17**(1), RA18-RA24.
- 大平英樹 (2011). 脳の中の2枚の鏡——「運動-感覚」と「内受容感覚-感情」のミラー機能—— 子安増生・大平英樹 (編) ミラーニューロンと〈心の理論〉 新曜社. pp. 195-220.
- 大平英樹 (2015). 意思決定という虚構 中村靖子 (編) 虚構の形而上学 春風社. pp. 317-360.
- Saito, D. N., Tanabe, H. C., Izuma, K., Hayashi, M. J., Morito, Y., Komeda, H., Uchiyama, H., Kosaka, H., Okazawa, H., Fujibayashi, Y., & Sadato, N. (2010). "Stay tuned": Inter-individual neural synchronization during mutual gaze and joint attention. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, **4**, 127.
- Seth, A. K. (2013). Interoceptive inference, emotion, and the embodied self. *Trends in Cognitive Sciences*, **17**, 565-573.
- Tanabe, H. C., Kosaka, H., Saito, D. N., Koike, T., Hayashi, M. J., Izuma, K., Komeda, H., Ishitobi, M., Omori, M., Munesue, T., Okazawa, H., Wada, Y., & Sadato, N. (2011). Hard to "tune in": Neural mechanisms of live face-to-face interaction with high-functioning autistic spectrum disorder. *Frontiers in Human Neuroscience*, **6**, 268.
- Tuchman, B. W. (1962). *The guns of August*. Bantam Books.
- (山室まりや (訳) (2004). 八月の砲声 ちくま学芸文庫)
- 梅田 聡 (2014). 共感の科学——認知神経科学からのアプローチ—— 梅田 聡 (編) 岩波講座 コミュニケーションの認知科学2 共感 岩波書店. pp. 1-29.