

〈総説〉

心身科学の現状と将来について (1)

千 野 直 仁*

この論文は、2019年3月20日に開催された心身科学研究所のワークショップで行われた基調講演を修正したものである。最初に、「心身科学」の名前の由来について述べる。この名前のキーワードは、「精神 - 身体相関」、あるいはしばしば「心身相関」と呼ばれる。この概念はかなりあいまいであるが、最近の医学、生物学などの研究の発展により、実証的なデータに基づき明確化されつつある。2つ目として、脳の3か所すなわち扁桃核、側坐核、海馬にあると考えられている「心の脳」(松澤, 2003)について述べ、さらに腸管神経系からなる「第2の脳」に言及する。3番目に、21世紀に入り注目を集めつつある人間細菌叢と脳との関係について考察し、心とその位置について議論する。筆者が基調講演で述べた腸・脳軸、心身相関などの研究の新たな地平線において重要と思われるキー用語「要素間相互作用」については、今年の心身科学研究所紀要で述べることにする。

キーワード：psychological and physical science, mind-body correlation, the second brain, human microbiome, enteric nervous system

1. 問題と目的

本論文は、同一タイトルで筆者が平成31年3月20日に行った本学心身科学研究所での基調講演の内容を追加・修正したものである。本学部の名称である「心身科学部」や「心身科学研究所」の名称の由来は、本学心身科学部が平成15年(2003年)に発足した時に故小出忠孝学院長がつけた「心身科学」(psychological and physical science)というユニークな学問の名称にある。この名称に関わるキーワードは、「心身相関」にある。のちに指摘するように、この言葉自身はわかったようで実はかなりあいまいな概念と言える。このあいまいさは、その英訳にも反映されていて、psychosomatic correlationとか、mind-body correlationなどと訳されたりしている。さらに、相関という概念ももともとは統計学の用語で、定量的な二変数間の直線的関係の有無を表すので、厳密には二変数間の関連性を表す一つの例に過ぎず、学問的には限定的な概念ではない。

心身相関概念のルーツの1つは、古代ローマの風刺詩人ユウェナリス (Juvenalis, D. J., 60-128年) の風刺詩集のラテン語の一節, *randum est, ut sit mens sana in corpore sano* にあると言えよう。ただし、この一節は「健全なる精神は健全なる身体に宿る」と訳されているが誤訳であり、例えば国原訳(2012)は「(神々に)健全な身体に健全な精神を与え給えと祈るがよい」と訳しており、ユウェナリスがローマ市民に対して求めていたのは誘惑に打ち勝つ勇敢な精神であったという。

しかし、興味深いことに、近年の医学、生物学や心理学の進展は、古くからある心身相関というあいまいな概念を実証的なデータに基づき、一步一步明確にしつつある。この論文では、その一端についてレビューすることにする。最初に本学心身科学部の発足時のいきさつにふれ、つぎに、こころの定義と場所について述べる。つぎに、「こころの脳」と「第二の脳」に関して、近年の医学研究の成果に簡単に触れる。さらには、21世紀に入り医学領域で注目を集めている「腸内細菌叢」と脳の関係や、生物学的研究から見た「こ

* 愛知学院大学心身科学部心理学科

この論文は、平成31年3月20日に筆者が心身科学研究所の基調講演として行った内容を加筆・修正したものの前半部である。(連絡先) 〒470-0195 愛知県日進市岩崎町阿良池12 E-mail: chino@dpc.agu.ac.jp

ころ」の定義の見直しにふれる。筆者の心身科学研究所での基調講演の最後の節で論じた心身相関研究の新たな地平線の広がりの中でのキーワードと思われる「要素間相互作用」(mutual interactions among elements)の各種モデルについては、今年度の心身科学研究所紀要でふれることにしたい。

2. 心身科学部発足時のいきさつ

心身科学部の平成15年(2003年)の発足に際しては、その半年以上前から当時の学院長であられた(故)小出忠孝教授が、(元)本学文学部・心身科学部心理学科木田光朗教授に(文学部)心理学科で新学部の構想を考えるよう依頼され、後半には当時名古屋大学の佐藤祐三教授にも依頼され、学部発足の準備作業を進められたと聞いている。

準備委員会での作業の1つは新学部名をどうするかで、当時文学部心理学教室に対しても学院長から学部名を出すように言われ、心理学科でもいろいろな案を出し合い議論した。そのポイントは、心と身体に関する教育研究を行うユニークな学部を考えたいとのことであったため、少なくとも既存の学問の名前と同一でないものを検討した。心と身体にかかわる既存の学問としては、精神物理学(psychophysics)、精神医学(psychiatry)、精神病理学(psychopathology)、心理(精神)生理学(psychophysiology)、心身医学(psychosomatic medicine)、などがあるが、少なくともこれらは避けようということで、心理学科として幾つかの学部名案を学院長に提出した。最終的には学院長が新学部を心身科学部とすることを決定され、文科省に申請書を提出された。その後、「心身科学部」の英語表記についても心理学科で案を出すよう学院長から依頼され、心理学科案を提出し最終的には学院長がFaculty of Psychological & Physical Scienceとすることを決定された。

なお、この名前の後半のphysical scienceは通常自然科学(研究社, 2001)あるいは物理科学と訳されるが、学部名における“physical”は、あくまでもmentalに対するphysicalの意味で身体科学の意味で使用することになった。また、心身科学部を設置されるにあたり、学院長は心身科学を、基礎に重心を置いたものとしてではなく、あくまでも実用的で現場に役立つ応用科学に重心を置いたものとして考えておられたようである。

しかし、このことは必ずしもわれわれが学問の基礎

を軽視してよいことを意味するものではないであろう。なぜならば、一般に学問において基礎と応用は車の両輪であると考えられるから。そこで、本講演ではまず心身科学部によって立つ学問的基礎としての心身科学にかかわる研究の過去と現在を一瞥し、そのうで今後の心身科学部の研究・教育の発展の可能性に触れることとする。

3. こころの定義と場所

心身科学にかかわる研究のキーワードは、「心身相関」と考えられる。ただし、「心身相関」という言葉を聞くと、多くの方は説明するまでもない、と言われるかもしれない。しかし、「心身相関」というときの「こころ」や「身体」の定義はどのようであろうか。両者のうち、とりわけ「こころ」とはもともとかなりあいまいな概念といえる。実際、「こころ」を例えば広辞苑(新村編, 1998)で調べると、人間の精神作用のものになるもの、思慮、思惑、気持ち、心持ち、思いやり、なさけ、などとなっている。

一方、新和英大事典(増田編, 1974)を見ると、「こころ」は、mind, spirit, mentalityなどとなっている。ここで、さらに例えばmindをOxford Dictionary of English(2010)で調べると、the element of a person that enables them to be aware of the world and their experiences, to think, and to feel.となっている。

これらのことから、少なくとも辞書的な「こころ」の定義を調べてみると、「こころ」の持ち主を日本語でも英語でも「人」に限定していることがわかる。しかしながら、最近の20年ほどの間に、人に限らず「生物のこころ」に関して多くの興味深い研究がなされ、神経細胞さえない単細胞生物でもかなり高度な「知能」を持つことがわかりつつある(例えば, Yamada et al., 2000)。これらの研究を見るにつけ、筆者は心身科学領域での「こころ」がらみの研究にも、単細胞生物からの「こころ」の進化の過程の知見を参考にした総合的視点を取り入れるとよいのでは、と考えつつある。この点については、また後でふれることとし、ここでは、「こころ」を人のこころに限定したうえで、まず言語学的な視点から「こころ」のルーツをたどると少なくとも2つあることがわかる。

1つは古代ギリシャであり、西欧における「こころ」のルーツは、古代ギリシャにさかのぼり、ギリシャ語のφύξις(呼吸, 生命, 精神, 心, 魂などを意味する)に由来する(例えば, 中島ら編, 心理学辞典)。2つ

目は古代中国であり、古代中国では心は心臓、腹部、胸部に宿っていると考えられていた（例えば、石田, 1998）。つまり、古代中国では、西欧にはない「腹部」にも「こころ」が存在すると考えていたことになる。実際、国語辞典（久松・佐藤編, 1969）を見ると付録 1 にあるように、「腹」を使った心の表現がたくさんある。一方、英語表現には“gut”を使った心の表現は筆者の知る限り少ない（付録 1 参照）。

実は、辞書的な「こころ」の定義を調べても、これら 2 つの「こころ」のルーツを見ても、「こころ」の所在は曖昧模糊としている。しかし、近年の神経心理学（例えば、Kandel et al. 2013）的知見や、腸（管）神経系（enteric nervous system）に関する多くの研究（例えば、Gershon, 1998）からは、「こころ」は第 1 に脳（brain）、第 2 に腸（管）神経系（第 2 の脳, the second brain）にあるとみてよいのではないか。「こころ」のルーツとの対応では、どちらかと言えば前者が古代ギリシャ、後者が古代中国に対応しているとみれないであろうか。もっとも、腸管神経系については、西欧の研究者である Langley (1921) が 20 世紀前半に既に指摘していたわけであるが、Gershon (1999) によれば、60 年代に Gershon らの研究（例えば、Gershon et al., 1965）が報告されるまで重視されなかったという。

4. こころの脳と第 2 の脳

4.1 心の脳

松澤ら (2003) によれば、脳の中の「こころ」の場所は脳の中核部分に位置するといえる。また前頭前野 (prefrontal area) の意識を支える「こころの脳」の構成要素とそれらに対応する神経核は

- (1) 記憶認識系——海馬 (hippocampus)
- (2) 意思行動系——側坐核 (nucleus accumbens)
- (3) 情動身体系——扁桃体 (核) (amygdala)

であり、およその位置は図 1 のようになる。

しかし、この図は、もちろん「こころ」が脳内の奥の方の 3 つの神経核ないしは領野にのみ局在することを意味するわけではない。例えば、図 2 は、神経伝達物質 (neurotransmitters) の 1 つであるドーパミンの経路の例を示したもので、強化学習 (reinforcement learning) に際して、いわゆる予測報酬誤差 (reward prediction error) (Schultz et al., 1997) が計算されている腹側被蓋野 VTA (vental tegmental area) (例えば、Ethel et al., 2015) からの主要な 2 つの経路と、パーキンソン病 (Parkinson's disease) にかか

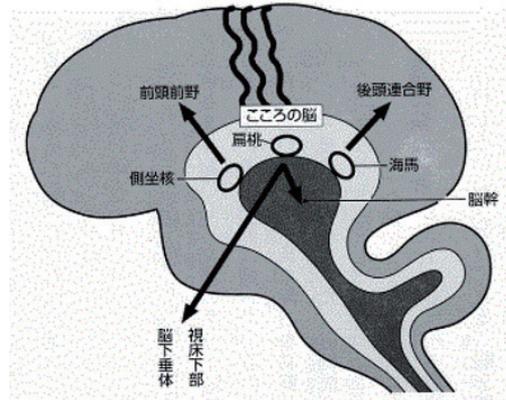


図 1. こころの脳のおおざっぱな位置 (松澤, 2003, 図 5-1, p. 195) を一部修正し転載

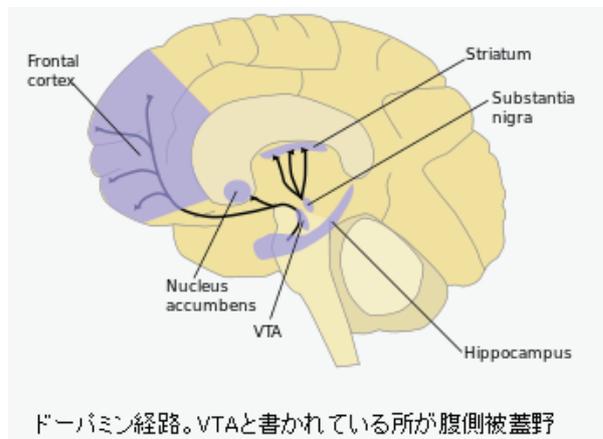


図 2. 神経伝達物質の 1 つであるドーパミンの経路の例：腹側被蓋野, VTA からのものは、1 つは前頭皮質 (frontal cortex) へ、他方は側坐核 (nucleus accumbens) へ (Wikipedia, 日本語版, 2019, 腹側被蓋野, を一部修正して転載)。

わる黒質 (substantia nigra) から線条体 (striatum) への経路を示している。さらには、上記 3 つの神経核にも幾つかの神経核や領野からの入力や出力があり、それらは複雑なニューラルネットワーク (neural networks) を構成している。

これらの例からもわかるように、最近の脳科学の進展により脳の局所的な構造や機能は明らかになりつつあるが、ネットワーク全体の回路メカニズムは、未だわかっていないことが多いようである。例えば Tian et al. (2016) によれば、上記予測報酬誤差の計算のもとになる (ニューラルネットワーク) 回路メカニズムは、ほとんどわかっていないという。

4.2 第2の脳（腸管神経系）

ひとの神経系の中で、自律神経系については第2節の最後でもふれたように、20世紀にその分類について紆余曲折があったようであるが、現在では機能構造としては、交感神経系と副交感神経系の2分法ではなく、腸管神経系を加えた3分法に傾いてきており、腸管神経系は「第2の脳」として重視されつつある。図3は、Gershon (1999) から転載した腸管神経系のイラストである。

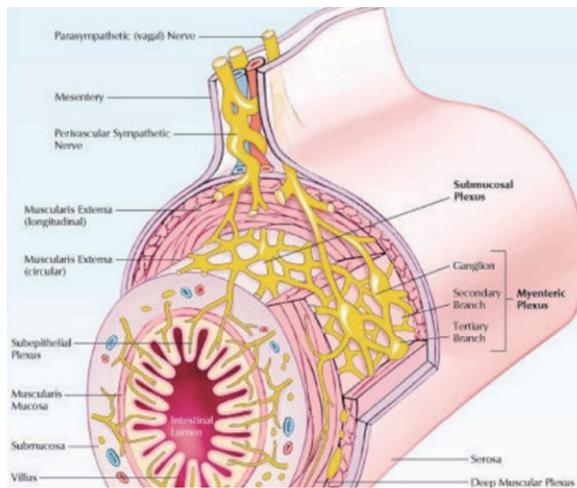


図3. 腸管神経系の概略 (Gershon, 1999, Figure 3を一部修正して転載, 原図は Gershon & Erde, 1981).

腸管神経系は、大きい筋層間神経叢 (myenteric plexus) と小さい筋膜下神経叢 (submucosal plexus) からなり、前者は外筋層の外筋環状層 (muscularis externa, circular) と同縦層 (muscularis externa, longitudinal) の間に位置する。また、図3を見ると、筋層間神経叢は根元の部分で副交感神経 (para-sympathetic nerve) と連結していることがわかる。

Schneider et al. (2019) によれば、上図のように腸壁に編成された5億個以上の神経細胞やグリア細胞から成る腸管神経系は、食べ物の吸収、流動物や電解質の流れの調節、老廃物の除去などの働きを担う腸全体の各種の機能を制御しており、中枢神経系のそれに似ているという。また、腸管神経系は腸管内分泌細胞 (enteroendocrine cells) や腸内細菌叢 (intestinal microbiome) などとも相互作用を行い、腸内免疫系 (intestinal immune system) を調節するという。

5. 腸内細菌叢と脳の関係

腸管神経系が第2の脳としての認識が深まった今世紀に、注目され始めたもう一つが腸内細菌叢である。Collen (2015) によれば、20世紀の後半の1990年に始まった米国エネルギー省と同国立衛生研究所 (NIH) による人間遺伝子プロジェクト (Human Genome Project) は2000年にはほぼ完了したが、2万1千個の人間の遺伝子のみでは病気等の診断には十分でないことがわかってきた。一方、2007年から始まった NIH によるコンソーシアムで、人間細菌叢プロジェクト (Human Microbiome Project) は、人に共生している100兆個にもなる総遺伝子440万個からなる腸内細菌の遺伝子解析プロジェクトで、腸内細菌叢が人の体や心の働きを大きく規定していることがわかりつつある。

藤田 (2012) によれば、脳内神経伝達物質の中でもとりわけ重要なドーパミンとセロトニン (serotonin) の9割 (正確には、ドーパミンの場合その前駆体) は腸内細菌が作り、ドーパミン (の前駆体) は脳に運ばれる。一方、セロトニンは消化管粘膜に90%、血小板中に8%、脳の中樞神経系に2%存在し、腸内のセロトニンは腸クロム親和性細胞及び腸クロム親和性細胞様細胞が作り出し、腸の蠕動運動に働く。一方、脳内では脳幹の縫線核で作られる (Wikipedia, 日本語版, 2019)。

このようなわけで、腸内細菌の性状はわれわれの「こころ」の働きにも重要な役割を担っている。例えば、Barkley (1998) によれば、注意欠陥/多動性障害 (ADHD) 患者では、脳内の何か所かの神経細胞が健常者に比べ小さく、またドーパミン受容体遺伝子の突然変異により受容体の感度が悪くなっている可能性が指摘されている。

6. 「こころ」の進化的視点

これまで、「こころ」を人に限定してみたが、通常われわれが「こころ」というとき、神経系を大前提にしていないであろうか。しかし、次の例は神経系の全くない単細胞生物でも原始的な知能 (primitive intelligence) を持つといえる。図4は、Yamada et al. (2000) の粘菌とりわけモジホコリ (physarum polycephalum) のような (巨大な多核体の) 単細胞生物が迷路の最短経路を見つけるという学習を行うことができるということを示したものである。

モジホコリは例えば生物の三ドメイン説では真核生物 (Eucarya) ドメインの中のアメーボゾア界アメーバ動物門 (Amoebozoa) に属する。Yamada et al. (2000) は、モジホコリのこのような行動から、モジホコリには原始的な知能があるとみているが、神経細胞さえない単細胞生物でさえ、心理学者や学習研究者による知能の定義 (付録 2) に照らし合わせれば、合目的に行動し環境に適応しようとするこのような生物はりっばな知能の持ち主とみてよいのではないか。

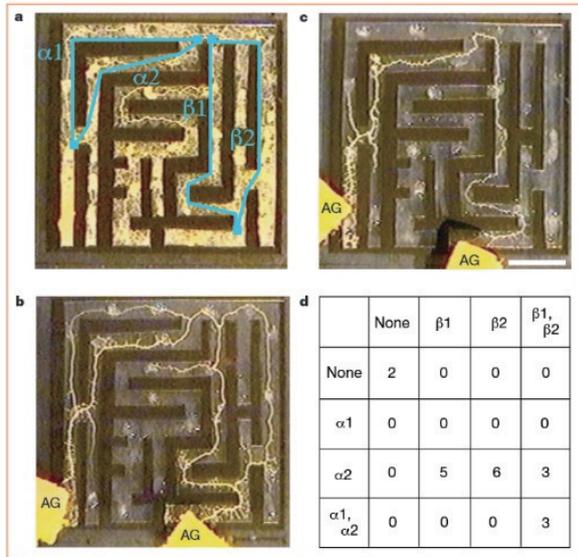


図 4. Yamada et al. (2000) の粘菌とりわけモジホコリ (physarum polycephalum) の迷路学習についての論文の Figure 1 を転載。a. は迷路全体に広がったモジホコリ。b. の AG は寒天を置いた場所を示す。c. は 4 時間後の迷路の最短距離に並んだモジホコリの状態を、それぞれ指す。

モジホコリのこのような行動については幾つかの興味深い研究がある。例えば Reid (2012) は、モジホコリがえさのある場所に外部記憶 (externalized spatial memory) として一種のフェロモン (pheromone) を残していると記している。フェロモンは現時点では性誘引物質としてだけでなく、各種のフェロモンが見つかった (Wikipedia, English, 2019, Pheromon)。また、Durham and Ridgway (1976) によれば、単細胞、多核原生生物であるモジホコリは、たくさんの小さな振動単位 (oscillating units) からなり、環境探索時には隣接の振動単位相互間で相互作用を行っているという。

最近では、Trewavas (2002) が Plant Intelligence なる概念を提案している。さらには、Westerhoff et al.

(2014) は Macromolecular networks and intelligence in microorganisms なるタイトルで、生体系 (living system) —微生物から人まで—は、40 億年の進化の過程で、たくさんの要素間の複雑な相互作用 (complex interactions) を通じて人と類似の「知能」を獲得してきたとする。

7. 結 語

本論文は、筆者が平成 31 年 3 月 20 日おこなった本学心身科学研究所で基調講演の内容を追加・修正したものである。最初に心身科学部の名称の由来にふれた。これにかかわるキーワードは心身相関であるが、かなりあいまいな概念である。しかし、興味深いことに近年の医学、生物学などの進展は、古くからある心身相関というあいまいな概念を実証的データに基づき一步一步明確にしつつある。つぎに、心の脳と第 2 の脳にふれ、こころの定義と場所について考察した。また、21 世紀に入り注目を集めつつある腸内細菌叢と脳との関係や生物学的研究から見たこころの定義の見直しにふれた。基調講演の最後の節で論じた心身相関研究の新たな地平線のキーワードと考えられる要素間相互作用については、本年度の心身科学研究所紀要でふれる。

引用文献

- Barkley, R. A. (1998). Attention-deficit hyperactivity disorder. *Scientific American*, September, 66–71.
- Collen, A. (2015). *10% human*. New York: HarperCollins Publishers.
- Durham, A. C. H., & Ridgway, E. B. (1976). Control of chemotaxis in *Physarum polycephalum*. *Journal of Cell Biology*, **69**, 218–223.
- Eshel, N., Bukwich, M., Rao, V., Hemmler, V., Tian, Ju, & Uchida, N. (2015). Arithmetic and local circuitry underlying dopamine prediction errors. *Nature*, **525**, 243–246.
- 藤田紘一郎 (2012). 脳はバカ、腸はかきこい 三五館
- Gershon, H. D., Drakontides, A. B., & Ross, L. L. (1965). Serotonin: Synthesis and release from the myenteric plexus of the mouse intestine. *Science*, **149**, 197–199.
- Gershon, M. D. (1998). *The second brain*. New York: Harper Collins.
- Gershon, M. D. (1999). The enteric nervous system: a second brain. *Hospital Practice*, **34**, 31–2, 35–8, 41–2 passim.
- 久松潜一・佐藤謙三編 (1969). 角川国語辞典 新版 角川書店
- 石田秀実 (1998). こころとからだ—中国古代における身体

- の思想 京都大学提出博士論文
- Langley, J. N. (1921). *The automatic nervous system*. Cambridge: W. Hef-fer & Sons Ltd.
- 増田綱編 (1974). 新和英大辞典 研究社
- 松澤大樹編 (2003). 目で見る脳とこころ NHK 出版
- 中島義明ら編 (1999). 心理学辞典 有斐閣
- Reid, C. R., Latty, T., Dussutour, A., & Beekman, M. (2012). Slime mold uses an external spatial “memory” to navigate in complex environ-ments. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of Amerika*, **109**, 17490–17494.
- Schneider, S., Wright, C. M., & Heuckeroth, R. O. (2019). Unexpected roles for the second brain: Enteric nervous system as master regulator of bowel function. *Annual Review of Physiology*, **81**, 235–259.
- Schultz, W., Dayan, P., & Montague, P. R. (1997). A neural substrate of prediction and reward. *Science*, **275**, 1593–1599.
- Stevenson, A. (Ed.) (2010). *Oxford Dictionary of English, The third edition*. Oxford: Oxford University Press.
- 竹林滋ら編 (2001). ルミナス英和辞典 研究社
- Tian, Ju, Huang, R., Cohen, J. Y., Osakada, F., Kobak, D., Machens, C. K., Callaway, E. M., Uchida, H., & Watabe-Uchida, M. (2016). *Neuron*, **91**, 1–16.
- Trewavas, A. (2002). Mindless mastery. *Nature*, **415**, 841.
- Westerhoff, H. V., Brocks, A. N., Simeonidis, E., Garcia-Contreras, R., He, F., Boogard, F. C., Jackson, V. J., Goncharuk, V., & Kolodkin, A. (2014). Macromolecular networks and intelligence in microorganisms. *Frontiers in Microbiology*, **5**, 379.
- Yamada, H., Toth, A., & Nakagaki, T. (2000). Intelligence: Maze-solving by an amoeboid organism. *Nature*, **407**, 470.

(最終版令和元年10月2日受理)

付録1. 「腹」を使った心の表現の数々

腹が癒える (怒り・恨みを晴らして気持ちがおさまる)
腹が大きい (度量が大きい, 心が広くいろいろなことを受け入れる)
腹が黒い (腹黒い, 心根がよくない)
腹が立つ (立腹する, しゃくにさわる)
腹がない (度量がない, 腹がすわっていない)
腹が煮える (強く憤っている気持ちのたとえ)
腹が太い (腹が大きい, に同じ)
腹がよじれる (あまりのおかしさに大笑いするさま)
腹に一物 (心中に何かたくらみがある, 胸に一物)
腹に落ちる (納得する)
腹に据えかねる (我慢できない)
腹の筋を繕る (おかしさに耐えきれず, 大笑いする)
腹を合わす (心を合わせる, ぐるになる)
腹を癒す (いかりやうらみをはらす)
腹をえぐる (人の意中を見通して鋭く尋ね問う)
腹を抱える (おかしくてたまらず大笑いする)
腹を決める (覚悟する, 決心する)
腹を括る (覚悟する, 腹を据える)
腹を探る (人の心の中をそれとはなしにうかがう)
腹を据える (怒りをはらす)
腹を見抜く (相手の隠している考えやたくらみを聞く)
腹を見られる (自分の心中を探られる)
腹を読む (相手の心中を推測する)
腹を割る (包み隠さず真意を明かす)
She had the guts to stand up to the school bully. (いじめに立ち向かう勇気を持つ: gut は腸, guts は勇気) (OALD, gut)

付録2. Intelligence の定義 (Wikipedia, English, 2019, intelligence を一部修正)

Researcher	Quotation
<u>Alfred Binet</u>	Judgment, otherwise called “good sense”, “practical sense”, “initiative”, the faculty of adapting one’s self to circumstances ... auto-critique.
<u>David Wechsler</u>	The aggregate or global capacity of the individual to act purposefully, to think rationally, and to deal effectively with his environment.
<u>Lloyd Humphreys</u>	“... the resultant of the process of acquiring, storing in memory, retrieving, combining, comparing, and using in new contexts information and conceptual skills”.
<u>Howard Gardner</u>	To my mind, a human intellectual competence must entail a set of skills of <u>problem solving</u> — enabling the individual to resolve genuine problems or difficulties that he or she encounters and, when appropriate, to create an effective product — and must also entail the potential for finding or creating problems — and thereby laying the groundwork for the acquisition of new knowledge.
<u>Linda Gottfredson</u>	The ability to deal with cognitive complexity.
<u>Robert Sternberg & William Salter</u>	<u>Goal-directed</u> adaptive behavior.
<u>Reuven Feuerstein</u>	The theory of Structural Cognitive Modifiability describes intelligence as “the unique propensity of human beings to change or modify the structure of their cognitive functioning to adapt to the changing demands of a life situation”.

Psychological and Physical Science, Today and Tomorrow (1)

Naohito CHINO

This paper is a revised version of my keynote speech presented at the workshop held by The Institute for Psychological and Physical Science on March 20, 2019. First, I trace the origin of the name of “psychological and physical science”. The keyword for this name might be “mind-body correlation” or sometimes known as “psychosomatic correlation”. Although this notion is rather unclear, recent developments in the research in medicine, biology and so on have gradually been clarifying this notion based on empirical data. Second, I refer to the “brain of the mind” (Matsuzawa, 2003), which means the core of our mind and is thought to be located in three parts of the brain, i.e., the amygdala, nucleus accumbens, and hippocampus. I also refer to the “second brain” (e.g., Garshon, 1998), which is the enteric nervous system. Third, I consider the relation between the human microbiome and the brain, which has been the focus of increased attention in the 21st century, and discuss the definition of the mind and its place. As for the key phrase, “mutual interactions among elements”, which I discussed in the keynote speech and which is thought to be critical in the new horizon of the studies of the gut-brain axis, the mind-body correlation, and so on, I will address it in The Journal of the Institute for Psychological and Physical Science this academic year.

Keywords and phrases: psychological and physical science, mind-body correlation, the second brain, human microbiome, enteric nervous system