

いのちを知り生かす身心一体科学(その一):人間の二重のいのち(細胞と身体)をコネクトする物質に観る「知の身体性」

Body-Mind Unifying Science to Understand to know and realize “Inochi/Life” : a Basis of “Embodiment of Knowledge” for Education

跡見順子*¹ 清水美穂*¹ 藤田恵理*¹

Yoriko Atomi Miho Shimizu, Eri Fujita

*¹ 東京農工大学大学院工学府材料健康科学寄附講座

Tokyo University of Agriculture & Technology, Graduate School of Engineering, Material Health Science,
Cell to Body & Mind Dynamics Laboratory

跡見友章*², 廣瀬 昇*², 田中和哉*²

Tomoaki Atomi Noboru Hirose Kazuya Tanaka

*² 帝京科学大学 医療科学部 理学療法学科

Teikyo University of Science, Department of Physical Therapy

長谷川 克也*³

Katsuya Hasegawa

*³ 宇宙航空研究開発機構

JAXA

Body-mind unifying science is a new doctrine and new science field including human education, in which describe own body system from life science and brain science, and simultaneously use own body, try various task, observe and evaluate it, and verbalize all that occurred in the body of the person. It is the study understand human being itself, educational practice, visualization and verbalization of body and mind in the brain of people. We advocate “human core science” as an application to body-mind problems, and to understand “intrinsic property of human being”, and do practice and to produce volition. First, we introduce extracellular matrix (ECM) as “MONO”, which connects dual life systems, cells and body.

「身心一体科学」は、自分自身の「からだ」を、生命科学や脳科学から説明し、同時に自身のからだを使って、やってみて観察・評価し、気づきも含めて言語化する新しい科学(教育・研究)領域である。人間そのものの研究であり、教育実践であり、脳における身心の理解の可視化・言語化でもある。身心問題に適用し、「人間のいのちの本質」を理解し実践する意欲を生み出すヒューマンコアサイエンスとして提唱したい。まず最初に自律する二階層:細胞と身体をコネクトする物質システムを紹介したい。

1. はじめに

昨年4月に、平成27年度科学技術分野の文部科学大臣表彰 理解増進部門を受賞した。功績は、「いのちを知り生かす身心一体科学の普及啓発」である。本年からこのタイトル「いのちを知り生かす身心一体科学」について、「いのち」の本質『身体性』をどのように現代社会に組み込むのかについて、筆者のグループの研究・教育の内容と関連させて紹介してゆきたい。昨年の本学会では、“「知の身体性」基盤としての「いのち」の身体性」と題して、現代社会の脆弱性の一つとして「身体性」が欠除していることをあげた。また、個人の「身体性」が、基本的的人権により保証されねば、本セッションは成立しないこと、人文社会学と実験から導き出す自然科学との分離、自殺率、STAP細胞、科学者の不正、社会の右傾化などの根底に公的議論にのらないままに旧態依然の“変わらない”“知の基盤があり、科学は、技術のみが先行する社会となって久しいことをあげた。この問題から生命科学も逃れられない。iPSやSTAP細胞などへの期待とは裏腹に、自分の身体を生かしている細胞の存在を科学する教育はなく、人間の命の尊厳は、紙一枚よりも軽くなった。

2. 生命の特性と自律分散協調系で駆動される組織の集合体である医学的身体

生命は、地球環境で創発し、自然環境のほんの一部の条件内で、切り取った(囲い込んだ)内部の自然環境を、きわめて狭い範囲でのみ成り立つ内部の恒常性を、恒常的に(化学

反応により)維持するシステムである。単細胞生物は個体＝「一つの細胞体」である。人間もその仲間である多細胞生物は、一個体の内部で細胞が分裂し続けるが、その内部の場所により空間的な物理化学的環境が異なるため、置かれる環境に依存してダイナミックに力学応答する。そのように進化してきた生命(＝細胞)は、異なる形態と力学特性をもつ細胞たちの集合体として、異なる機能を生み出す集団(組織)となり、一個体が生きるための機能分担をするようになる。それらの組織単位の自律的な活動は、人間自身も理解しやすいため、異なる機能をもつ組織の集まりとして自身を理解し、それらの機能を統合連係する役割を担う神経系と循環系及び調節役の内分泌系を位置づけ、統合体としての個人(人間)を位置づけてきた。生命情報を担うDNAの二重らせん構造の発見は、物質自体が生命の継承性を保証するだけではない。人間は、機能を司る単位としての遺伝子、その変異が健康でない病態や異常を生み出す原因であることを明らかにしてきた。生きていることの本体よりも、病気や異常との関係で自らの健康を推し量るのみならず、再生医学や臓器移植医学の進展は、外部のモノと取り替えることのできる自身の身体が、当たり前身体として認知されるようになったともいえる。

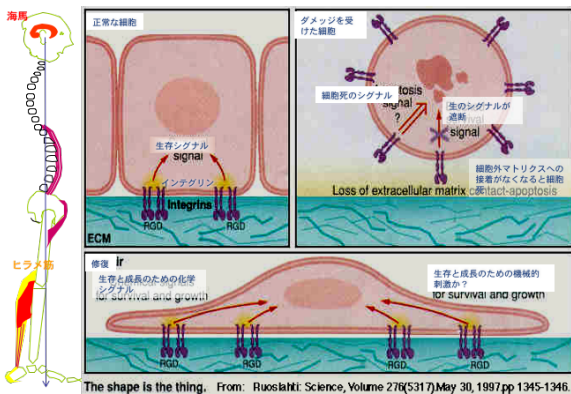
このようにそれぞれの機能の集まり「組織」や「器官」を中心に、主にその機能が破綻しなかったときの対症療法であった医学を中心に発展してきた。身体を構成する細胞集団である組織は、身体内においても、他の組織と自動的に協調して機能する自律分散協調系であるため、その医工学的展開は目覚ましいが、生命の本質であり、細胞の構成的な本質である外環境とのきわめてダイナミックでかつ直接的である細胞そのものの物質原理がもつ大きな可塑性や、ホメ

オスタシスを維持するメカニズム、あるいは化学反応とメカニカルな反応をリンクされる細胞の場と身体内における位置、そしてそれらが、人間を含む動物である場合には、身体（個体）そのものが、環境の中で移動するために「運動するように創られていること」や、運動や移動自体にとまなう身体の変形と内部の身体の間関係性など、きわめて重要な因子をほぼ忘れ去ってしまった生物学がある。一つの細胞が通常は健康な生命体においては、その内部恒常性・ホメオスタシスは、ほぼ自動的・自律的に保持されていて、人間の意識には上りにくいいため、研究の対象となっていないのが実情である。また細胞内で行われる「生きていることの実体」は、基本的に化学反応であり、それらを直接的に理解できる構成体となっていない。自己の知覚や認知は、人文社会的に規定された社会において構築される心理により理解されるが、これらの身体内で生を受けて以来不断の努力をして必死で生きている個々の細胞達の努力は、人間が生きることとリンクされて教えられたことはなく、哲学が消失して久しい現代社会においては、「人間」「自分」それ自体を、知ろうとする知恵さえ消失してしまった感がある。

医学には、神経筋システム、筋骨格系、呼吸循環系、心循環系、など、協調して機能する異なる組織の運動体で、身体を捉える見方がある。これらはすべて「動く生き物」である「動物」に特徴的なシステムである。さらにこれらすべてのシステムが連係しないと、個体の運動は成立せず、さらに長時間継続するためには、最初に述べたホメオスタシスを考慮しないと理解することはできない。「モノゴト四階層」からみたモノの階層「器官」を、「自発的に生み出す単位である細胞と身体」にこだわった筆者にとって、それらのシステムさえも、治療をコアにした医学ではそれらのシステムがもつ大きな能力を十分に引き出すには、やはり生命の自律性を生み出す「細胞」と、その細胞たちの棲む環境である「身体」の動きの担い手である「わたし（自己）」と、その私を支えている「細胞たち」の本質（つねに外界と応答しつつ、自身を変化させている生命体）に拘り続ける必要性を主張したい。その細胞の身になって俯瞰するサイエンスの論理的な視線が、人間の「いのち」を生かす戦略となる。

3. CellとBodyをつなげる物質システム・細胞外基質

先端生命科学において、「身体は、「(37兆個の)細胞と細胞が生み出した細胞外基質から成る」といえる。1Gの重力場で生まれたゆえ、生命は、生命の単位である「細胞」から、個体にいたるまで、化学反応は構造依存的に進行する。細胞と身体の両レベルで、メカニカルに応答する材料からなり、その材料によりシステムを構築している。細胞内部に主に張力や圧迫などにメカニカルに対応する細胞骨格をもつが、同時に細胞外にも張力と圧迫に対応する細胞外基質をもち、



ストレッチは細胞によい！形には意味がある。出典: Ruoslahti: Science, 1997 B 細胞どうしが結合して組織という社会をつくる

両者が連携して、37兆個の細胞達が一体としてメカニカルに応答する基盤を構築している。

“Stretching is good for a cell”は、細胞と身体をつなぐ構造体である細胞外基質（Extracellular matrix:ECM）の研究者である Ruoslahti (1997)の論文のタイトルであり、副題には“The shape is the thing”とある。ECMとは、多くの現代人が化粧品や食品あるいは料理との関係で知っているコラーゲンやヒアルロン酸、プロテオグリカンなどの、「細胞が自らの力学環境を構築するために細胞外に分泌する物質」の総称である。諏訪が提唱する「モノゴト四階層」のモノの階層を実際にリアルにつなぐ物質である。昔から「結合組織」として命名されてきたが、ヒトの解剖学や生理学でも、重要視されず、ほぼ邪魔者として取り扱われてきた。骨、腱、関節やもちろんのこと、上述の組織さえも、細胞間をつなげる、あるいは異種の細胞シートや細胞塊をつなげるために細胞が生み出す物質であり、多細胞動物の細胞は、どの細胞も基本的に、細胞外基質分子を生み出す能力をもつ（赤血球のように分化の過程で核を失った細胞は例外である）。

筆者のグループは、現在、企業との関係により研究を行っている「材料健康科学寄付講座・Cell to Body & Mind Dynamics Laboratory」は、3年目を迎えた。本講座は、400年前の中国の薬事書「本草綱目」に創傷治癒効果があると掲載されている東洋の知恵、人間と生命の知恵ともいえる鶏卵殻膜の高齢社会の救世主となるべくさらなる研究を行っている。その主要な研究対象は、「鶏卵殻膜」である。これは、進化の過程で陸棲となった哺乳類とは異なる戦略で生き残った鳥類の重要な生存戦略の一つとして位置づけることができる。水中と異なり、乾燥から個体を護り、なおかつ空気（酸素）を外界から取り入れなければならないという生存のための至上命令を乗り越えるための機能を保証している。卵殻膜は、親鳥の卵管を構築している細胞たちが分泌した細胞外基質である。

4. モノゴト四階層をつなげる物質が鍵を握る

本「知の身体性」OS-26は「太極拳を科学する」ことがきっかけに始まった「機能性ウェア」の本学会での発表（2011年）の翌年から始まった。やってみて身体が分かった体幹の重要性と人間の動きのコアは、柔らかい多分節構造をもつ直立二足歩行で進化してきた人間の身体の制御要求性からうまれた（跡見ほか2012）。適切なメカニカルな応答を日々の活動時に与えることで身体を維持構築し続ける細胞への理解には、その事実を理解する知識が欠かせない。実践と知識を理解してはじめてECM、動く身体で連係する身心一体科学のコアがうまれる。「丹田」というキーワードで開発することになった機能性ウェアの研究を通じて、人間の動きの本質性を垣間見ることになった。人工知能学は、自然が生み出した生命知を組み込むことが必須である。

参考文献

- [諏訪と跡見 2013]. モノゴト四階層で生の営みをみる. 第27回人工知能学会全国大会, 2013.
- [跡見ほか2011] 跡見順子ら: 身体知を引き出すアンダーウェアの開発—触覚が引き出す姿勢制御 (第25回人工知能学会大会予稿集, 2011)
- [跡見ほか2015] 跡見順子ら: いのちを知り生かす身心一体科学 (その一): 「知の身体性」と人間生命システム (第29回人工知能学会大会予稿集, 2015) .
- [Ruoslahti 1997] Ruoslahti “Stretching is good for a cell”, Science 1997.