

もくじ

新会長挨拶	12
各担当理事の抱負	13
第 82 回大会(東都大学)案内(第 3 報)	17
生理人類学あれこれ	18
技術紹介	22
学会動静	24

■新会長挨拶

安河内朗(九州大学)

2021・2022 年度の会長に就任しました安河内です。どうぞよろしくお願い申し上げます。

本学会は、1978 年の生理人類学懇話会の設立から数えて 43 年目になります。その紆余曲折した準備段階から目にしていた私にとっては感慨深いものがあります。小規模ながらスタートした懇話会でしたが、その後研究会を経て学会となり、昨年は法人団体となりました。法人化については 20 年を超えて議論されてきましたが、この間法人設立の法的条件が変わるなどで懸案の課題も解消され、昨年 5 月の総会にて承認されました。本年は法人として最初の役員改選があり、6 月 26 日の総会にて理事と監事が、引き続いて開催された新理事会にて会長と副会長がそれぞれ承認されました。役員メンバーの詳細は[ホームページ](#)を参照してください。

日本生理人類学会は、数ある学会のなかで先進的で独自性を発揮できる学術団体を目指

します。さらに会員の皆さまにとっても学会活動が魅力あるものでなければなりません。そのためにはさまざまな課題を洗い出し、解決していくことが求められます。これまでの理事会では、総務、財務、研究、広報など分野ごとに担当理事を割り当てることでそれぞれの課題に対応していました。しかし、学会を取り巻く環境が次々変わっていく中で俯瞰的な視野で課題を見出したり、あるいは新型コロナウイルスなどの突発的な事象に対応したりするなど、各担当理事が所掌する範囲を超えることが多くあります。そのような状況のもとで学会の方向性を議論する場として、このたび 14 名の理事からなる企画戦略委員会が設置されました。現在最も危惧されているのは、学会会員数の持続的な減少です。学会にはそれぞれに適した規模があると思いますが、本学会の会員数はその規模を大きく下回っていると思っています。その回復のための対応が、まずはこの企画戦略委員会の課題になると思います。

生理人類学には、環境適応という観点から

人の反応特性を研究したり、またそのような成果を生活環境へ還元するための研究を展開したり、基礎と応用の両研究を進める特徴があります。そのために、会員は、幅広い専門領域を含む学界と社会のさまざまな現場で活躍される団体・企業などの方々に構成されています。このような多様な会員のすべての方にとって魅力的であり、ここにいれば何かあるという期待感をもっていただくためには何をすべきか、という難しい課題があります。しかし、先述のように人の環境への適応反応の特性やその成果に基づいた実環境評価という生理人類学が探求する内容は領域を問わず共通する関心事であります。本学会はそのような独自性ある活動をいかに魅力的に効果的に展開できるかが重要なポイントになりそうです。また若手会員の勉強会や諸活動の支援という面からの育成も重要です。

いずれにしても、居心地がよく学術的にもワクワクするような皆さまのホームグラウンドとなれるように活動して参ります。そのためには皆さまからの積極的なご提案やご協力が必要ですので、今後ともどうぞよろしくお願い申し上げます。

■各担当理事の抱負

総務担当理事：前田享史(九州大学)、若林斉(北海道大学)、西村貴孝(九州大学)

総務は、会長・副会長、他の担当理事、学会事務局である国際文献社と連携しながら学会の日常業務を、大会長と連携しながら年次大会を、円滑に運営・開催すべくサポートするのが役割です。3名の担当理事は今期からの総務担当となり、円滑な学会運営を行えるのかという不安はございますが、前総務理事からの詳細な引継ぎ資料をもとに、これから2年間

学会運営の潤滑油になれるよう精一杯がんばっていきたいと思います。

財務担当理事：石橋圭太(千葉大学)、高倉潤也(国立環境研究所)

今期の財務は、石橋と高倉が担当します。期初にあたりそれぞれ抱負を述べたいと思います。

石橋は12年ぶりに財務を担当します。12年間で学会のお金の使い方もだいぶ変わりました。特に郵送費や会費が少なくなったことに時代の変化を感じます。学会は、主に会員の皆様から頂いた会費で運営されておりますので、費用便益比(B/C)は常に頭に入れておく必要があると考えています。学会のお金の使い方については、会員の皆様にとって、その長期的な便益も含めて費用に見合うものかどうかを考えていきたいと思っています。

高倉は理事としても財務担当としても今期が初めてになりますが、いろいろと勉強させてもらいながら、学会に貢献していきたいと思えます。世の中お金が全て、とまでは言いませんが、何をやるにも財務的なことが大事になる場面は多いかと思っています。学会の様々な活動を財務の面から支えていければと思います。よろしく申し上げます。

広報担当理事：仲村匡司(京都大学)、向江秀之(豊田中央研究所)、小崎智照(福岡女子大学)

2021～2022年度の広報は上記3名が担当いたします。どうぞよろしくお願い申し上げます。

仲村および向江は2019～2020年度に広報・会員拡大を担当し、2019年5月時点で600名の正会員を5%増やすこと(+30名)を目指しておりました。しかし、2021年5月時点

の正会員数は 545 名であり、残念ながら約 10%減となってしまいました(図 10)。この減少の理由は定かではありませんが、2020 年 4 月から減り始めていることから、新型コロナウイルス禍も無縁ではないと考えられます。

我々広報担当理事の任務は、会員数の減少一辺倒に何とか歯止めをかけ、できれば増加に転じるように仕向けることと心得ております。より機動的に本学会の対外的な認知度を向上させるべく、今期の広報はこれまで担当理事が別立てとなっていた「ホームページ」および「PA デザイン」の役どころを統合することになりました。この新しい体制で以下に取り組み、「生理人類学会らしさ」を明確にして新規会員を獲得するとともに、現会員のみなさまの満足感と一体感の向上を目指します。

1) 本学会のウェブサイト(www.jspa.net)は、これまで会員向けサービスを提供する場として機能して参りました。この機能をさらに向上さ

せるとともに、外向けのコンテンツの拡充も見据えます。

2) 企業様、また、そこにお勤めの研究者の方々に本学会に所属するメリットを提供する仕掛けが、PA デザイン賞の授与でした。この制度を、現在の社会状況を考慮しつつ、生理人類学の視点から生み出された「モノ」に限らず「コト」の表彰も行えるように、リニューアルしていきます。

研究担当理事:工藤奨(九州大学)、北村真吾(国立精神・神経医療研究センター)、元村祐貴(九州大学)

2021、2022 年度は上記 3 名が担当します。担当する内容は、企画、研究部会、若手の会、倫理、助成と幅広く、学会を活性化することが最大のミッションです。セミナーなどの各種企画、研究部会、若手の会では、会員だけではなく、会員外にも広く周知し、共同研究などの

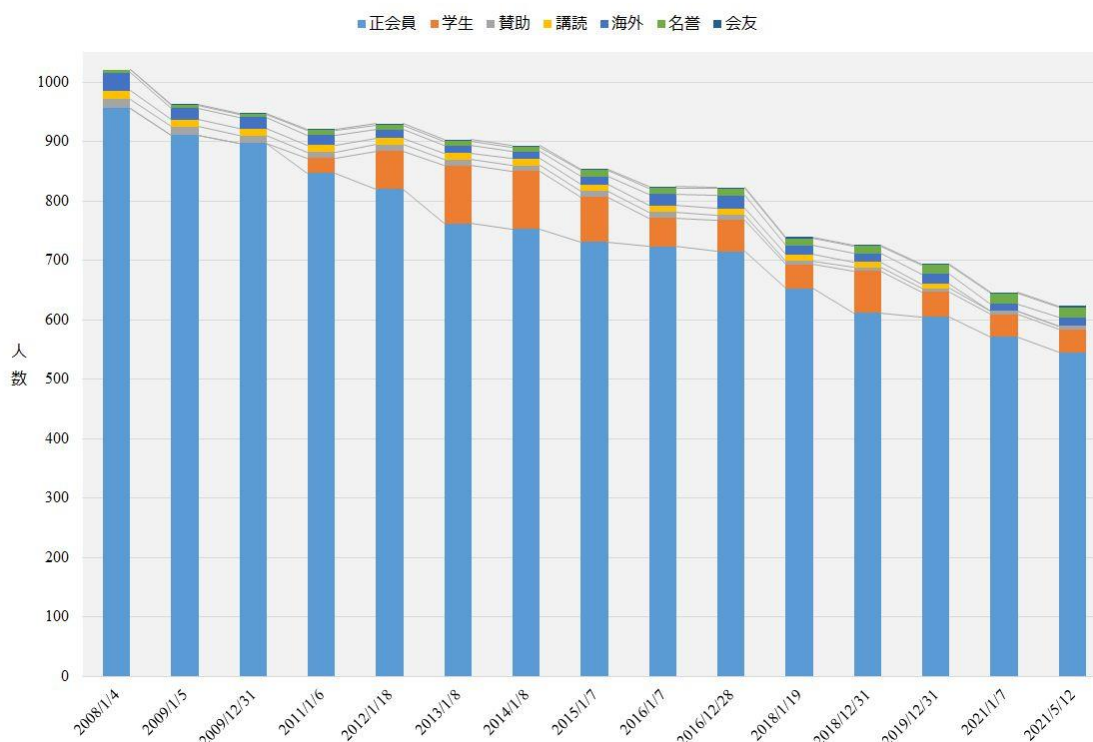


図 10 会員数の推移

足がかりになるような枠組みを作っていきたいと考えております。倫理に関しましては、英文誌、和文誌、総務担当と連携し、学会として統一したものを提示できればと考えております。助成内容に関しましては、科研費の内容がここ数年でかなり変わってきておりますので、所属研究機関からも連絡が頻繁にあるかと思いますが、学会からも会員の皆様へ情報を提供していきたいと考えております。学会を活性化するためのアイデアを常に募集しておりますので、ご意見がございましたら研究担当へいつでもご連絡ください。

国際担当理事: 山内太郎(北海道大学)

今期の国際担当を務めます北海道大学の山内です。抱負として3点を挙げます。

1) [国際生理人類学会\(ICPA\)](#)の開催

感染症パンデミックの影響により第15回国際生理人類学会(ICPA2021)の開催が延期されています。[国際生理人類学連合\(IAPA\)](#)と緊密に協力して、ICPAの開催実現に向けて尽力いたします。

2) 学会英文誌(JPA)との連携

ICPAのシンポジウムやセッションなどの発表をベースとして、英文誌「*Journal of Physiological Anthropology (JPA)*」において特集記事を掲載するなど、JPA編集委員会と連携をしていく所存です。

3) ジョイントセミナーの企画・開催

アジアを中心とした生理人類学の連携、発展のためにジョイントセミナーなど共同企画を提案していきます。

最後に、日本生理人類学会の国際連携・協力の業務にご協力いただける、意欲ある若手の幹事を募集しています。どうぞよろしく願いいたします。

英文誌編集担当理事: 樋口重和(九州大学)

[Journal of Physiological Anthropology \(JPA\)](#)

の編集委員長を新しく担当します。1983年の刊行開始から38年目を迎えました。2012年にはBMCと契約し、オープンアクセスジャーナルとしての刊行が始まり、2016年には最初のインパクトファクター(IF)が付きまして。そして今年発表されたIFは過去最高の2.867でした。過去5年間、国際的な一流誌としての目安でもあるIF=2を目指してきましたが、それを大きく上回る結果でした。一重に、歴代の編集委員長をはじめ、編集委員の方々、論文を投稿して頂いた方々、査読を引き受けて頂いた方々の努力の賜物と存じます。またジャーナルの編集や出版に関わる経費は、会員の皆様の年会費によっても支えられています。つまり、今回のIFは学会の総力を結集した結果と言えます。新しい編集委員長として、この成果を励みにしつつ、今後も生理人類学のスコープを大事にし、ジャーナルの質が少しでも向上するよう努めたいと思います。会員の皆様からの投稿をお待ちしています。JPAの公式ページは以下となりますのでぜひ覗いてみてください。

<https://jphysiolanthropol.biomedcentral.com/>

和文誌編集担当理事: 高雄元晴(東海大学)

和文誌編集委員会は昨年1月に新体制に引き継がれました。現在、主として関東地区の大学・研究機関に所属する6名の編集委員で委員会を運営するとともに年に4号を発行しています。この間、非会員からの投稿受付、投稿規程の改訂、著者紹介の機会の提供などを行うとともに、現在も、学生からの論文投稿の振興、研究部会との連携による特集号の発行などの新しい企画について検討しています。今後も和文誌の魅力を高めるような取り組みを

行っていきます。そのためにも、会員の皆様からご意見とともに新たな企画についてぜひご提案いただきたく存じます。

PANews 担当理事: 下村義弘(千葉大学)

本会報 PANews は、1991 年 3 月の創刊から 30 年目を迎えました。すべての会員に開かれた、気軽な交流ができる場として、Web 版で発行しています。研究者が今注目していることや、ベテランも若手も問わず会員が今考えている生の話を、読むことができます。また、“生理人類学”+“会報”または“ニュースレター”で検索できることから、入会で迷っている方を後押ししたり、大学院の進学先を探している方のヒントになったりするかもしれません。会員のみなさまにおかれましては、普段思っていることや、研究自慢、学生自慢、技術自慢など、積極的なアピールの場としてもぜひお使いください。より一層の紙面の充実を図っていきたく思いますので、今後とも PANews をよろしくお願いたします。

資格認定担当理事: 前田亜紀子(共立女子大学)

本年度の資格認定試験は 2020 年度と同様、新型コロナウイルス感染防止のためオンラインで実施いたします。また、関係各位のご協力により『新編生理人類学入門』を刊行予定です。なお表紙デザインを募集しておりますのでご協力のほど宜しくお願申し上げます。

生理人類学 1 級(アムニティプランナー)、準 1 級(アムニティコーディネーター)、2 級(アムニティスペシャリスト)の認定者は、計 1865 名となりました。資格認定制度を通じて、今後も生理人類学の広報と普及に取り組んで参ります。会員の皆様にはご意見やアイデアをお寄せ下

さるよう宜しくお願い申し上げます。

<http://jspa.net/certification>

企画戦略委員会: 青柳潔(長崎大学)、岩永光一(千葉大学)、太田博樹(東京大学)、草野洋介(西九州大学)、工藤奨(九州大学)、甲田勝康(関西医科大学)、小林宏光(石川県立看護大学)、佐藤香苗(東都大学)、恒次祐子(東京大学)、中村晴信(神戸大学)、早野順一郎(名古屋市立大学)、福岡義之(同志社大学)、安河内朗(九州大学)、若村智子(京都大学) (50 音順)

新たに企画戦略委員会が設置されました。少々いかつい名前ですが、安河内会長の発案による今期理事会の目玉と言ってよいでしょう。上記 14 名の理事で構成され、代表は岩永(筆者)が務めさせていただくことになりました。本委員会は、生理人類学と本学会の更なる発展を目指して、取り組むべき課題やその戦略について議論し検討することを目的としています。会員を増やすにはどうしたらよいか、生理人類学の体系と社会貢献はどうあるべきか、学会運営の具体的課題から生理人類学の理念まで、幅広いテーマが議論の対象です。テーマによっては、構成員以外の各担当理事にも参加していただくことを想定しています。また、ひろく会員の皆様のご意見やアイデアも反映できる仕組みがあればよいとも考えています。本委員会の議論の成果は、理事会の議論を経て学会としての具体的なアクションにつながることを期待されます。

新型コロナウイルス禍の影響で、昨年度は、理事会はもとより大会や研究部会もオンラインで開催されました。オンライン方式は今後の学会活動に大きな可能性を与えてくれますが、自由で活発な討論を重視する本学会の良き

伝統を生かして、日本生理人類学会ならではの活用を示すことができないものかと思案しています。

企画戦略委員会に対する皆様のご理解とご協力、ご意見をお願いいたします。

■第 82 回大会(東都大学)案内(第 3 報)

大会長 佐藤香苗(東都大学管理栄養学部)

史上初の無観客による東京五輪が開催された今夏、会員の皆様におかれましては、今なおオンライン授業や Web 会議等、新型コロナウイルス感染症対策に忙殺されている日々と拝察いたします。第 82 回大会はオンライン開催が決定し、大会案内第 1 報([Vol.30, No.3, 2020](#))で教育講演について、第 2 報([Vol.31, No.1, 2021](#))では、シンポジウム 1「エネルギー代謝の多様性と適応能(座長:九州大学 前田享史教授)の概要をご紹介させていただきました。第 3 報となる今回は、特別講演およびシンポジウム 2 についてお知らせいたします。

特別講演は、ゴリラ研究の第一人者である山極壽一先生(総合地球環境学研究所 所長)に「食の革命がもたらした人類の社会進化—コロナ後の社会を考える」と題してご講演いただきます(座長:北海道大学 / 総合地球環境学研究所 山内太郎教授)。人類は、12,000 年前に農耕・牧畜によって食料生産を始めるまでに少なくとも 3 回の食物革命を経て、その後、食物分配、共食、信用取引として食を進化させてきました。現代を生きる私たちにとって、食事は空腹を満たすという生理的な役割はもとより、満足感という心理的役割やコミュニケーションの重要な手段や食文化を創造する社会的な役割をも有しています。本講演では、食が霊長類としてのヒトの進化(図 11)に何をもたらしたのか、その背景を含めてわかりやすくご講演



図 11 霊長類の進化

(提供:山極壽一総合地球環境学研究所長)

いただきます。加えて今後の感染症の災禍からの教訓を踏まえ、強靱で豊かな未来の食のあり方について考える機会となれば幸いです。

シンポジウム 2(研究部会企画)においても「コロナ社会からポストコロナ社会への適応」と題して、ニューノーマルな世の中のありようについて議論します。感染症対策は、まず、行動制限によって「感染させない」ことを基本に、ワクチンによって「発症させない」こと、感染・発症した場合は「重症化させない」ことが重要となります。1 年半以上にわたる行動制限は、私たちの生活にどのような影響を及ぼしたのでしょうか。本シンポジウムの座長・福岡義之先生(同志社大学)から、「研究部会の論客に①睡眠と行動制限、②巣籠もり⇨極限環境、③食行動、④ゲノムと疾患をキーワードとして、それぞれの提言とポストコロナ社会への展望を語ってもらいたい」と熱いメッセージが寄せられました。

大会初日の 10 月 29 日(金)午後には「第 2 回日本生理人類学会フロンティアミーティング」を総務担当理事の先生方のお力添えを頂いて、開催いたします。若手研究者を中心としたプログラム展開という点で、生理人類学研究の

継承はもとより、新たな価値の創出につながる
ことが期待されます。10月30日(土)には学会
各賞の授賞式や第83回大会(大会長:京都大
学 仲村匡司教授)のご案内も予定しています。

オンライン開催の方法、スケジュール、発表
要領などは第82回大会ホームページをご覧
の上、奮ってご参加いただきますよう、宜しくお
願い申し上げます。

お申し込み方法：

大会参加費を事前にお振り込みいただき、
日本生理人類学会[第82回大会ホームページ](#)
「申込日程・方法」にて、[参加登録用フォーム](#)
をクリックして、必要事項を入力・送信してくだ
さい。締め切りは9月17日(金)です。多くの
皆様のご参加をお待ちしております。

■生理人類学あれこれ

「生理的多型性って？」

安河内朗

自分の研究の対象が何であれ、それが人間
に関わることであれば、それは生理人類学の
領域になります。ただし、その研究における生
理人類学的観点が何であり、その研究がその
観点のなかでどのように位置づけられているか
を常に自分自身が気にしておく必要があります。
しかし生理人類学的観点とは何でしょう。
確かに学会ホームページやこれまでの多くの
生理人類学のテキストに記述されていますが、
内容が抽象的であり、いざ自分の研究と照
らし合わせて説明しようとしても、なかなか言葉
の整理が難しいのではないのでしょうか。

2002年に生理人類学の学問領域に関わる
重要な5つのキーワードが示されました。「環
境適応能」、「生理的多型性」、「全身的協関
性」、「機能的潜在性」、「テクノアダプタビリテ

ィ」です。しかしそれらは概念的なものであり、
具体的には未だ会員の間で共通の理解すら
得られていません。また生理人類学をかたる
際に必須の「適応」という重要な用語でさえ定
義されていないのが現状です。これでは生理
人類学的観点を意識化することも、他者に説
明することもできません。

そこで、ここでは5つのキーワードのうち特に
「生理的多型性」について考えたいと思います。
これはずっと気になっていた用語です。キー
ワードについては、当初何度かシンポジウムなど
で討論されましたが、近頃ではさっぱり議論の
ないまま言葉だけが飛び交っています。おそらく、
キーワードの定義がそれだけ難しいからで
しょう。

「多型」という言葉は遺伝学の分野で使われ、
その解釈はDNA解析技術の進展とともに多少
変わってきていますが、研究者間で共有され
ています。それは物理的、統計的に客観性
をもって定義できるからです。一方、生理的多
型性については残念ながら客観的定義はあり
ません。私自身は定義できないように思ってい
ます。そもそも「多型」は遺伝学分野の用語で
あり、その意味で表現型にあらわれる多型に
は、進化の過程で世代を通じて受け継がれた
遺伝形質のうち、一部は自然選択によって選
別された形質から生じる意味合いがあります。
その観点からすると生理的多型は、時間軸上
の一点で示される個体や集団の生理反応の
特徴を対象にしている場合、それは時間(世
代)の流れを伴う遺伝的変異や選択を反映し
たものとは限らないといえます。さらにいえば、
地域や文化を反映する先祖から受け継いだ特
徴的な生理反応をたとえ時間軸上の一点で捉
えても、異なる地域や文化のストレスに長期的
に曝されればそれまでの特徴的反応は変わり

ます。つまり遺伝的多型性は、それを形成する世代集団内の個体という視点でみると生涯変わることはありません。一方で、生理的多型性は生涯にわたって時間的、空間的に曝露されるストレスが変われば馴化というかたちをもって可塑的に変わります。そもそもヒトの遺伝的多様性はチンパンジーに比べるとはるかに小さいといわれます。一方で集団間にみられるような表現型としての機能的多様性はかなり大きいといえます。しかしながら同一ストレス下への馴化によって集団間にみられる違いは消失するか小さくなります。つまり機能的表現型はそれだけ環境の変化に対して柔軟性に富んでいるといえるでしょう。この大きな可塑性のなかのどの部分をもって生理的多型性とするのか、という問題になります。このあたり、少し具体的な例をみてみましょう。

ヨーロッパ人、アメリカ人、アフリカ人、アジア人のそれぞれが居住する地域の集団間の比較をすれば、暑熱ストレスに対する体温調節反応は異なります。[佐藤方彦\(1984\)](#)が紹介した C. H. Wyndham ら(出典年不明)の研究では、これらの集団間において厳しい暑熱ストレス下で長時間のトレッドミル歩行をさせたときの深部体温、発汗量、心拍数などを計測しました。当然ながらアフリカの集団では欧米や日本の集団よりも効果的な体温調節の協関反応を示し、体温の上昇を最小限に抑えました。しかし、すべての集団の被験者群に実験で実施した暑熱ストレスに反復曝露して馴化させると、ほぼ同じ水準の深部体温の維持能力を示したのです。未馴化時にみられた欧米人や日本人の暑熱反応は、その後の暑熱への反復曝露で馴化したのちは体調調節に関するそれまでなかった反応が顕在化し、それに伴う新たな全身的協関反応が表出して体温を以前よりはる

かに効率的に調節できるようになったわけです。体温調節に関する潜在機能の最大限の表出によって暑熱耐性の地域集団間の差はほとんど消失したといえます。ただし、全身的協関のあり様には地域間の違いがみられました。この辺りは遺伝的な違いを反映しているのかもしれませんが。新たな生理的多型性の解釈に向けて今後調べる必要があるでしょう。

M. I. Saat ら([1999](#), [2005](#))の一連の研究では、熱帯のマレーシアに住む被験者群に暑熱下の身体的作業を反復負荷すると暑熱耐性のさらなる向上がみられ、耐暑反応の機能的潜在部分が依然存在していることがわかりました。一方長く日本に住むマレーシアからの留学生では、暑熱ストレスに対する発汗開始時間が短くなるなど日本人の反応に近づいたことから、生育地で獲得した耐暑反応に部分的な潜在化が生じることがわかりました。このように先祖から受け継いだ耐暑性があったにせよ、生育地で育まれた耐暑反応の機能的な顕在部分と潜在部分の境をなす水準は、曝される異なるストレスによって可逆的に変化することが予測されます。

前田享史ら([2005](#), [2007](#))の研究では、日常の間食頻度や手料理か市販弁当かといった異なる食行動、あるいは日常の身体的活動度の違いが基礎代謝量に影響すること、またこのような基礎代謝量の違いが耐寒反応の全身的協関性にも影響することが示されています。これは同じ生活環境においても日常の行動履歴を変えることによって、ストレスに対する協関反応を可逆的に変えることが可能な例とみることができでしょう。

以上は少ない例ですが、全身的協関性も機能的潜在性もいずれもストレス、あるいは行動履歴の違いによって可逆的に変化する事実を

みることによって、生理的多型性の定義の難しさを感じることができます。さらに諸機能のそれぞれに存在する概日リズムを考えれば、一日のどの時刻かによって恒常性を担う全身的協関性も異なるでしょう。また季節によっても、発汗やふるえ産熱の潜時が異なれば体温調節の協関性も異なるでしょう。このように同一の個人内においても反応が時間によって異なるという事実をみても生理的多型性の評価の難しさがあります。

ここで敢えて、遺伝的多型の違いを反映する機能的表現型の違いを生理的多型と定義すればできないことはないでしょう。しかし、遺伝子と環境との相互作用も同時に働き、同じ遺伝的多型をもつ集団の構成員でも生育環境が異なれば、同一の刺激に対してそれぞれへの生理反応には、おそらく大きな幅が生じます。ここでは生理的多型性の代わりに生理的多様性と呼ぶことにし、そのイメージを図 12 に示します。

遺伝子に関わる生理機能の多様性は、遺伝子そのものに基づくものと、環境ストレスに対する発現制御に基づくものがあります。前者は塩基配列の違いが影響するもので、後者は同じ塩基配列であっても環境との相互作用によって生じる発現制御の違いが影響するもので、この二要因が多様性に寄与します。遺伝子に基づく場合、遺伝子型の違いを反映した生理反応となりますが、これに加えて環境との相互作用による可塑的变化が重なります。この可塑性には個人や集団の行動履歴(つまり環境ストレスの履歴: ストレスの強さ、頻度、期間、年齢軸上の曝露のタイミング、またストレス種に対する過去の経験(歴史)など)に依存して幅が生じます。例えばある生理機能に関係する遺伝子 $i+n$ があり、その中のある 1 つの座位

(SNP)に A/A, A/G, G/G の遺伝子型があるとします。遺伝子型 A/A によって生じる変化の幅には、図のように遺伝子型 A/G による変化の幅の一部が重なるかもしれません。この場合、重なる部分はいずれの遺伝子型の影響なのかわかりません。たとえ重なる部分がなくても、遺伝子型の違いを反映する明瞭な生理反応の特徴を見出すのは難しいことが予想されます。さらに成長後の個体における刺激一応答性には、胎児のときの子宮内環境へのエピジェネティックな適応(誕生後の環境への予測適応)や能動汗腺数の決定のような発育期の適応(発達適応)などを基盤として、ストレス刺激への柔軟な反応性が図られことになります。

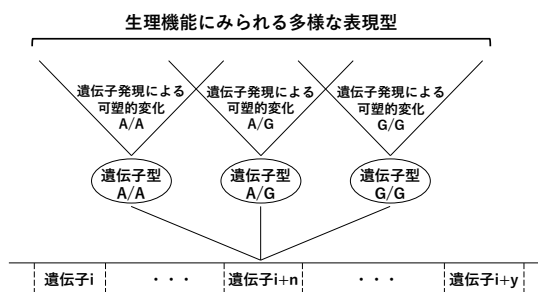


図 12 遺伝子に関わる多様な生理反応のイメージ

キーワードで重要なのは、それらによって生理人類学という学問領域の概念が理解できることです。そのためには必要な用語の整理をして共有しなければなりません。生理的多型性についてはその理解の共有が難しいことから、ここでは生理的多様性と呼びます。生理的多様性とは、先述のように全身的協関性と機能的潜在性の両者から構成される多様性を指します。したがって、生理的多様性は、生理人類学的研究で重要な目的の一つである環境適応能のしくみやメカニズムを考えると、そのアプローチの手掛かりを得るうえで重要な用語

(ツール)になり、そこにこのキーワードとしての意義があると思います。

「環境適応能」について、他のキーワードから考えてみます。環境適応の定義として、ここでは、環境のストレス刺激によって生じる生体内の歪みを生命活動に影響を及ぼさない程度に減ずることができる能力とします。環境適応能を評価するポイントとしては、刺激一応答性における機能的限界水準と機能間の協関性における効率性が重要になると思います。限界水準も効率も日常曝露されるストレスの種類・強度・頻度・期間・年齢上のタイミング・経験の有無などによって変わり得るものです。生理機能には顕在部分と潜在部分がありますが、ストレスに反応するのは顕在部分のみです。この顕在部分のなかで諸機能の協関性のあり方によって効率性が図られます。ストレス刺激への反復曝露による馴化では、機能の新たな顕在化による協関の再編成があり、それによって効率の向上が表出し、結果的に限界水準も上昇して環境適応能に寄与することになります。

血圧調節反射から直立耐性を評価するためにチルトベッドが用いられます。このベッドを傾けて重力ストレスを負荷した例をみてみます。重力に対する血圧維持のためには、心拍出量(Q)を維持する必要があります。このQは一回拍出量(SV)と心拍数(HR)の積で表されます。同じ重力負荷では、末梢血管抵抗(PVR)を大きくして、大きなSVと低いHRの積でQを維持する方が効率はよく、結果的に経済的な協関反応によって重力負荷への限界水準も向上します。身体的鍛錬により最大酸素摂取量($\dot{V}O_2\max$)が上がればPVRも上がることが知られています。この場合、新たな $\dot{V}O_2\max$ の向上過程で末梢血管の収縮性も上がり、結果的に

SVが大きくHRは低くなるという効率性も向上することになります。この効率性の向上はそれまでになかった協関性が新たな編成として顕在化したものと考えられます。

以上のように、ある時点の刺激一応答における機能の限界水準や協関性の効率のいずれにも潜在部分があり、ストレスへの生理反応はその時点の顕在化している機能の範囲内における協関反応の効率と限界水準で対処されます。馴化などによる機能の顕在化の水準が変われば協関反応の効率と限界水準も変化し、その変化のあり様や程度は、遺伝的屬性に加えて、子宮内における予測適応、誕生後の発達適応、そしてその後の行動履歴などによって変わるようになります。

このような環境適応のための生理反応の多様性について、その生理人類学的な意義や価値を吟味しながら用語の整理をしていく必要があります。そうしたことが、生理人類学の学術的なオリジナリティを確かなものとし、それが私たちの日頃の研究の意義と価値をさらに高めるものと確信しています。

最後に、2011年の和文誌に掲載された拙著(16巻3号 p.103-114)の最後の段落で締めくくりたいと思います。

「私たち生理人類学者が馴化という意味の環境適応能力を検討しようとするとき、どのような遺伝的基盤をもっているか、母親の子宮内ではどのような環境下にあったのか、また生後の発達期に経験する環境刺激によってどのような形質を獲得してきたのか、この辺りは非可塑的な適応的表現型であり、そのうえで種々の環境ストレスに対する可塑的な馴化反応がいかんかを生じているのかを見極めていく必要があるだろう。この場合、人の日常生活における

習慣的な行動履歴に依存するストレス強度によって馴化の水準にいくつかの段階が集団間に生じたとき、本著ではこれを生理的多型とみなしてきたが、これは集団の受けるストレス強度が変われば反応も可塑的に変わるものである。これも生理的多型といえるのか、今後の議論を待つことにしたい。以上のような背景を踏まえて、生理的多型性、機能的潜在性、全身的協関反応をどのように捉え、環境要因との関係を通して環境適応能をいかに検討していくのかが新たな課題となる。」

■技術紹介

「発汗量の測定 —換気カプセル型発汗計と身につけて使用できる発汗センサー—

百瀬英哉(株式会社スキノス)

当社は発汗量の計測技術やその応用技術について研究開発を行う信州大学発のベンチャー企業です。

発汗は暑熱下、運動時の体温調節に欠かすことのできない機能であり、近年の温暖化、気温上昇、熱中症の社会問題化に伴い、その重要性が再認識されています。一方、手のひら、足の裏に限っては体温調節に関わらず精神的な刺激に対して発汗反応を生じます。前者は温熱性発汗、後者は精神性発汗と呼ばれ、これら発汗の機能はヒト特有のユニークな生理現象であるとされています。本稿では、発汗量の測定技術として、換気カプセル型発汗計、特に換気カプセル差分法に触れ、その原理を皮膚装着型カプセル内に構築したウェアラブル発汗センサについて紹介します。

換気カプセル型発汗計:換気カプセル法は、皮膚を覆うカプセルにキャリア・ガスを供給することで皮膚表面を換気し、汗によるキャリア・ガスの湿度変化量から発汗量を得る測定法であ

り、以下の特徴を有します。

- 1) 精神性発汗から温熱性発汗まで、発汗量の定量化ができる。
- 2) 発汗量の変化をリアルタイム、かつ連続的に記録できる。
- 3) 測定部位毎の評価が可能である。

換気カプセル法は、医療から工業用途まで幅広く利用されており、2021年3月には本機に関わる日本工業規格(JIS B 7923 換気カプセル形発汗計)が制定されています。中でも換気カプセル差分法は、キャリア・ガスとして機器周辺の空気を使用し、2つの湿度センサを用いて、周辺空気の絶対湿度と汗の蒸散水分を含む空気の絶対湿度の差から局所発汗量を求める簡便な手法です。換気カプセル差分法の原理図を図13に、この様式を採用した可搬型発汗計「SMN-1000」の外観写真を図14に示します。SMN-1000の寸法は約150×130×45mmとなっています。

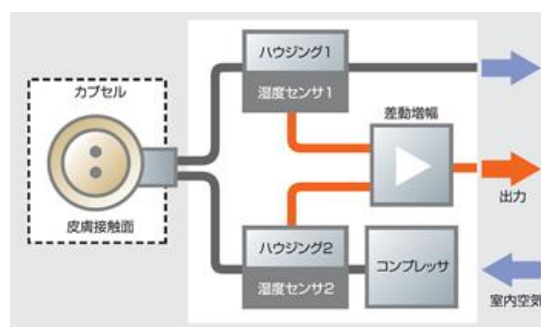


図13 換気カプセル差分法の原理図



図14 可搬型発汗計「SMN-1000」

ウェアラブル発汗センサ:図 14 のように、従来の換気カプセル型発汗計は据置型機器が主流であり、被験者を拘束しながら測定する発汗計でした。今回、我々は換気カプセル差分法の原理を活用したウェアラブルタイプの発汗センサ「SKW-1000」を開発しました。SKW-1000 は、電子基板の表裏両面に実装された 2 つの湿度センサと小型ファンを $\phi 18 \text{ mm} \times 11 \text{ mm}$ の簡便なカプセル構造に組み込んだ、周辺空気の絶対湿度と汗の蒸散水分を含む空気の絶対湿度の差から発汗量を計測する小型の発汗計です。誤差範囲は、温度 $15 \sim 35 \text{ }^\circ\text{C}$ 、湿度 $30 \sim 80\% \text{RH}$ の環境条件において $\pm 20\%$ (蒸散水分量との比較)、発汗量の測定範囲は、同 25°C 、 $60\% \text{RH}$ の環境条件において $0 \sim 2 \text{ mg}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$ 、応答特性は立上時間、立下時間とも 20 秒以内です。通信規格として Bluetooth LE を利用しており、Android スマートフォンを用いたデータの収録に対応しています。専用 Android アプリは、最大 4 台の SKW-1000 と市販の光学式心拍センサ OH1+ (POLAR 社製) のデータを同時に記録できます。図 15 にウェアラブル発汗センサ「SKW-1000」の外観写真(右)とスマートフォンアプリ(左)を示します。本機の課題として、従来の据置型発汗計と異なり皮膚装着部周辺の空気を基準にするため、センサを衣服内の皮膚に装着した場合、多量発汗時には高湿度環境となり正確な測定が困難となります。衣服内を対象とする際は、シリカゲルを満たしたボックスでカプセルを覆うことで安定した測定が可能となります。図 16 に、シリカゲルボックス利用時の前胸部への装着例を示します。

ウェアラブル発汗センサの測定事例:SKW-1000 は運動時にも身につけて発汗量の測定ができます。図 17 は屋外ランニング中(約 30



図 15 ウェアラブル発汗センサ SKW-1000 の外観写真(右)と Android アプリ(左)



図 16 衣服内皮膚を対象とした装着例(シリカゲルボックス利用)

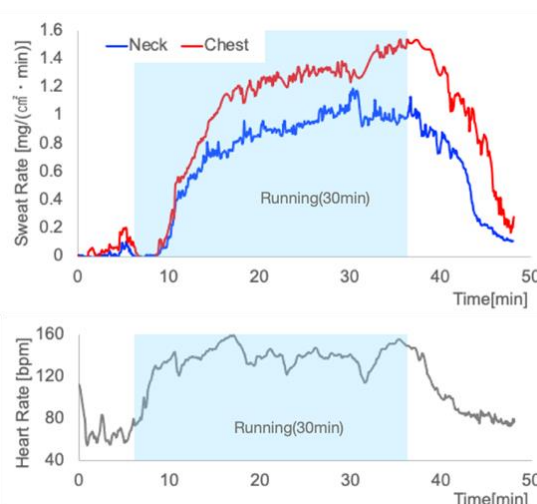


図 17 屋外ランニング中の発汗量測定例

分間)の頸部・前胸部の発汗量・心拍数の測定例です。被験者は30代男性、Tシャツ短パンを着用し、SKW-1000の皮膚装着センサ部を頸部および前胸部に貼付け、本体をポケットに入れました。合わせて光学式心拍センサOH+を装着し、Androidスマートフォンを市販のランニング用ポーチに入れて腕に固定し、発汗量2CHと心拍数を専用Androidアプリで

記録しました。気温は27℃、湿度は58%RHでした。このようにSKW-1000のシステムを用いることで、心拍数に対応した発汗量の変化、発汗量の部位差等の評価を、日常生活や運動中など被験者の行動を拘束することなく実施することが可能となります。従来の据置型発汗計では得られなかったデータを容易に得ることができます。

■学会動静

日本生理人類学会第82回大会

会期:2021年10月29日(金)~31日(日)

運営本部:学校法人青淵学園 東都大学深谷キャンパス

大会長:佐藤香苗(東都大学)

日本生理人類学会第83回大会

会期:2022年10月~11月で調整

会場:京都大学北部キャンパス(京都市左京区、予定)

大会長:仲村匡司(京都大学)

※対面式で実施予定

編集後記

新理事会がスタートし、学会全体が大きく動こうとしています。PANewsは会員のみなさまに満足いただけるよう、そして気楽なよりどころとなるように、今後もコンスタントに記事を掲載していきます。原稿はこちらからご依頼することもあります。会員はどなたでも投稿することができます。本紙には公式刊行物であることを示すISSN(国際標準逐次刊行物番号)があり、寄稿は執筆業績にもなります。皆様の投稿をお待ちしております。(下村)

次号予定

第82回大会(東都大学)報告、第81回大会(長崎大学)優秀発表賞、第83回大会案内、学会各賞受賞者の言葉など

2021年11月末原稿締切

PANews 編集事務局

下村義弘(千葉大学大学院工学研究院)

shimomura [at] faculty.chiba-u.jp