



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	動きの形 : 形の集まりとしての世界
Author(s)	矢野, 徳郎
Issue Date	2024-10-12
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/93176
Type	learning object
File Information	ugoki_no_katachi.pdf



動きの形

—形の集まりとしての世界—

矢野徳郎 著

1, 動きを形の静止図として描く

本論に入る前に次の事項を説明する必要があります。図1は他者が動いている時のある時点の図です。一般的な図でありますので、多数の人が「走」や「投」のある瞬間の動作だと気づきます。これに対して、自分が「走」や「投」を行っている時には図1の様には見えません。「走」であれば、走行の近辺の風景が走行とは逆方向に移動しているのが見えるはずです。投であれば、ボールを投げる時の感覚とその後のボールの軌道が見えます。前者のような立場を他者運動とよび、後者のような立場を自己運動と呼びます。

まずは他者運動的な立場からの視点で動作の形を見て行きます。動作の形は四肢の関節角度が基本となって決まっています。ただし、「走」や「投」では時間的に各関節角度は変わっています。関節角度は、筋の収縮、生体の各部位の重量や慣性によって変わっています。特にここでは、筋収縮に関して幾つか注意する点をあげます。全体として各筋が筋力を発揮して運動の形ができます。この形は、全部の筋が働いているというより、同時に収縮する筋（空間的協調）と時間がずれて起きる筋収縮からなっています（タイミング）。図1に示した「走」と「投」では下肢は似た形が現れますが、単純化して考えると、この投と走の神経プログラムが同時に働くことはありえません。つまり、神経的プログラブの一方は抑制されていて、もう一方が活性化されています。そうでないと動きの形はできません。図1の例では二つの動きですが、我々はもっと多くの動きを持っています。多数の動きが抑制されて、現時点で必要な一つの動きが活性化されているのです（例えば、逆立ちして移動することと足で移動する歩行とが同時に行えません。それぞれにプログラムがあるとどちらかのプログラムは働き、他のプログラムは停止しなければなりません。脳のレベルで言うと実行できるプログラム以外は抑制されなければなりません）。このことはスポーツについて言っています。しかし、日常生活の活動では全身の動きというより体の一部を使う動作、特に上肢の動作が発達します。例えば、箸を使うのは右利きの人であれば、右手で出来ますが、左手は困難さを感じます。これは動作の特異性を示しています。この特異性はスポーツの動きにもあるはずです。また、類似した動作もあります。例えば、テニスのスマッシュとバドミントンのスマッシュは類似していますので、これらの動きは同等な運動プログラムで作動しているかもしれません。

運動の形ができるのは、筋収縮が基本だと一般的には考えます。骨格筋を収縮させるのは α 運動神経です。この収縮の状態は同時に筋紡錘が筋の長さ、腱紡錘が筋の力を検出していると考えられています。関節角度は筋の長さに比例しますので、筋紡錘の働きで関節角度を検出できると言えます。しかし、筋紡錘や腱紡錘には紡錘内に筋線維があり、この筋線維の収縮状態が γ 運動神経で調節されています。したがって、筋紡錘の感覚神経（Ia）では同じ緊張でも γ

運動神経の収縮状態で、感覚神経の感度が変わります。したがって、筋紡錘では筋長を測定できません。この理由から、関節にある感覚器が関節の角度の指標を送っていると思われます。

テニスラケットでボールを打つとラケットのガットの状態が分かります。ラケットには神経がありませんので、上肢の感覚器がラケットの作業をする方向に感覚統合が起きていると言えます。この統合感覚はボールを打つ時に方向や強さに関わっています。この事情は「走」でも同じです。「走」でもこの感覚統合はあります。地面に着地した時に毎回、同じ着地が出来るわけではありません。それを修正する方向に後方に蹴って、生体の方向性やスピードを修正しなければなりません。つまり、着地時に生体の感覚情報が必要です。その情報に基づいて後方に蹴らなければなりません。つまり、生体を上手く走行させるには足裏の感覚に生体の感覚統合が必要となります。このことは、体操競技で言うと、例えば鉄棒や鞍馬では手が感覚統合のかなめ点です。

「投」やテニスラケットでは外面的に見えやすいのですが、自分の作業が自分に向かっている場合には感覚の統合作用が見えにくいのですが、この感覚がないと運動が可能となりません。この感覚とは別途、関節角度の感覚の協調も同時に起きています。両者は見かけ上は別に起きているように見えますが、例えば走行の速さを変えると筋力の変化と同時に関節角度も変わりますので、両者は相互に関係していると思われます。「投」では投げるボールに対して感覚統合が起きるばかりではなく、足が自己の運動に対する感覚統合が起きます。自分の作用が自分に起きます。これに対して「投」ではボールに対しての感覚統合が作業を可能になる方向に収束します。

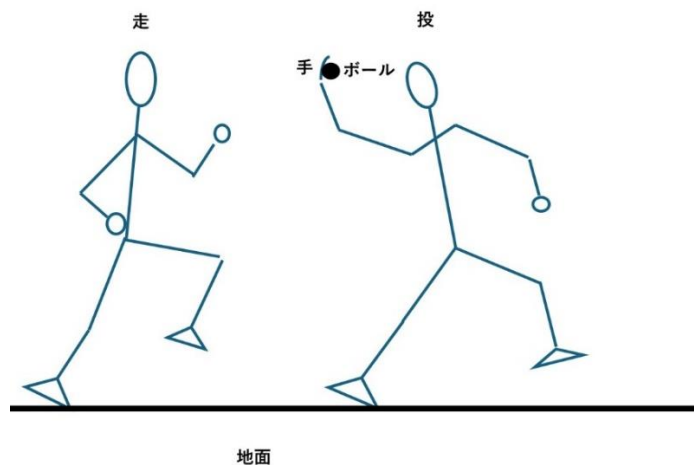


図 1。走と投の模式図

実は図 1 に 2 例を示しているのは次のような理由からです。「走」は個人の作用が個人の運動

を生み出す例です。この時の感覚は重力圏内で運動する時に自分自身を形成するのに大切なのです。この感覚をここでは内部感覚（内臓感覚を除いた固有感覚）と呼びます。「投」は生体外へ働きかける例です。この時はテニスラケットと同じようにボールを投げるための感覚統合が起きます。

四肢に関して言うと筋収縮は体幹部から遠い部位が動くと言うことです。例えば上腕部の筋が収縮すると前腕部が動くと言うことです。また、この前腕部の動いている感覚を得ることができると言うことです。これを動きと呼びますと「走」は周期的に各時間の動作が繰り返されますが、「投」では1回ごとの動作の連続ですので、始まりと終わりがあります。ここで、疑問がわきます。動作の連続体の中で図1に示したような動作をなぜその典型的な形だと考えるかです。

連続的な動きがある相として描かれるのは、この図が歴史的に残っている、また頻繁にこのような図が描かれているので、それらの類似的な絵から描かれると考えることもできますが、私はそのような立場を取りません。「走」や「投」を体験（自己運動）してそれぞれの特徴的な点があるからだと思います。「走」では地面を後方へ蹴っています（この表現は正しくありません。一定速度を維持しているということは着地した時には減速して、それを補う形で加速することなのです）、加速することが意識に現れているので、加速のみが意識に現れて、図1の「走」のような図が現れるのです。なぜ運動の経験が必要かという、図の「走」は転倒しそうな不安定さを持っているのですが、「走」は前進しているという経験が図の中の解釈に存在します。つまり後方に蹴っているので前進していると感じている経験に由来すると思われます。もう一つは全身時の歩幅を伸ばす感覚（形）として上腿が上がっていることです。これらは「走」の形と前進力を表しているのです。自働車だとアクセルを踏んで、車の窓の外の風景が後方へ流れています。これを風景は固定されていて、自動車の後方へ進んでいるという感覚は生まれません。電車だと乗客者が運転していませんが、車窓が移動していると受け止めています。これが壊れる場合があります。駅で停車している時に隣の電車が私の乗っている電車の後方へ移動した時に、私の電車は止まっているにも拘らず、自分が乗っていた電車が前進していると錯覚してしまいます。もっと日常的でない時には奇妙に思う時があります。それは電車の前方に向かって座っている時に、その電車の前方にある鏡（現在は鏡があるか否か分かりませんが、私の時代にはありました）を介して車窓を見ると風景が後方ではなく前方に移動して見えます。この時には奇妙な感覚を得ます。

もっとおもしろい例は、飛行機が好きな子供が飛行機に乗りたいという願望を持っていたときに、私もその機内にいた時の経験です。子供が親に連れられて、飛行機の中に入ったのです

が、その子は飛行機に乗っていないと言っていました。子供にとっての飛行機に乗るというのはおもちゃの飛行機にまたがることで自分のあしでそのおもちゃを動かすことであろうと思いました。これらの例から解釈で感覚を変化できないことと、感覚は体験から起こっていると言えそうです。感覚が作業に関して感覚が統合されます。これを経験と呼びます。

結論として言いたいのは、図で表した「走」と「投」では運動すると「走」では自己運動と他者運動の中核的な部分を取り出されて、描かれていると言うことです。ここで重要なのは自己の運動が地面反力に関わって、感覚統合や次の運動が起きていると言うことです。「投」ではこの自己運動に加えて対象への作用（作業）が加わることです。「走」を人側から言うと人の作用ですが、地球の重力に関する反作用で自己の状態を感覚統合的にその作用を知ると言うことです。「投」ではこれに加えて投の対象物の作用と同時に自己の作用が感じ取れると言うことです。この時に皮膚の触角も加わっています。時間的に変化している「動き」は形として捉えるのは困難です。それで、「動き」の原因として感じる後方へのけりをもとにしています。その結果、2次元表面での図では、形ができるというのが私の結論です。特に自己が運動している時の重要とおもっている後方への蹴りの相や投げの力が入る相が典型的な図の基本となっています。つまり、対象としての「動き」ではなく、自己の運動経験の作業のポイントが典型例として描かれるというのが私の考えです。この典型的な図は、事実ではなく主体（自分）が作業ををするということとそれに伴う重要な力点との解釈からできていると言うことです。

さらに、他者運動を図示することは自己運動を隠してしましますが、大切な点も含まれています。図1では他者運動ですので、図と背景とに分けられますが、背景を描かないと「動き」そのものが存在していると錯覚します。この場合の身体運動は抽象概念です。

一方、自己運動では錯覚も含めて外界との関係性は必須事項です。そもそも、自己運動は外界との関係性なしに起こせません。つまり、外界との関係性で生まれている自己運動は実体的な身体運動を意味しています。自己運動には生きる目的が含まれています。外界は感覚による分析的な区分が（外界の分節）あります。この分節は運動するために統合化されます。生体の分節化は関節毎にあります。自己運動の時に統合化されます。それが各動きとなります。

2、理解を助ける方法

単純に対象を捉えることから、もう少し複雑な問題をどうとらえるかを論じます。また、このことは脳の構造と外界の構造が違うのにもかかわらず、それをどう克服できるかの提言でもあります。

これも私の経験ですが、小学校 2-3 年の時に塾に通っていました。黒板に問題が書いてあって、回答ができると帰宅できるというものでした。私はいつも居残り組でした。そんなある時に塾長が鶴亀算の解法の仕方として図で解説してくれました。

例えば、鶴と亀が合計 15 匹いました。足の数は合計 40 本でした。この時に鶴と亀はそれぞれ何匹いましたか。

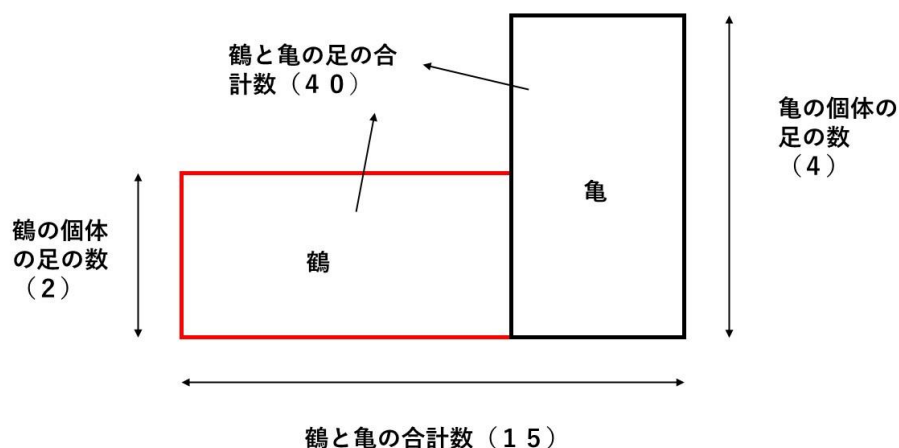


図 2。上記の問題を図式化したもの

この図を参照すると上記の問題が解けるのです。その当時は単に問題が解けたと喜んでいました。今考えると問題というより、対象が図的に理解できると言うことに気づきました。もし、中学校で習う代数的な解法をならっていたら、記号的操作で対象や世界を理解できるようになっていたかもしれません。

ここで、疑問が現れます。なぜ、問題を解くのに図式という遠回りするのかです。

まず、この図を作る時に図の縦と横を何と見なすかという分析的な考えと、同時に図の面積で分析の統合が行われています。つまり、このことは、小学生の問題だと言った単純な内容ではなく、分析的な側面と同時に統合的な形で我々は理解していることを指摘しています。

次に私は、生体外部を捉えるためには、外部と関係する器官とその器官の機能が関係していると考えます。図 2 の場合は視覚が外部感覚の取り込みとして使われています。それを脳の機能で秩序化するのであろうと思います。この場合は、空間的な形です。他にも脳機能は知られています。聴覚の場合には、二通り例が挙げられます。一つは音楽です。もう一つは言語です。これらはある種の規則性をもっています。その規則、例えば言語の文法は時間的な形を示しています。もう一つ特殊な外部感覚は、触角です。これは陶芸に現れるように形を作る時の材質

感を表しています。

感覚は外部感覚（視覚、聴覚、嗅覚、味覚、触覚：臭覚や味覚は食との問題で大切なのですがここでは論じません）や内部感覚が作業を行う方向に収束すると言ってきました。図2を作業の問題解決のためのものとして捉えると、この場合は目にみえた作業ではなく、見えないことも図式化という作業を行って、問題解決を行っていると言えます。大脳皮質では視覚の関係する部位が多くあります。しかし、視覚だけではなく作業に関する外部感覚や内部感覚に関わってできたものであろうと考えた方が自然でしょう。なぜならば、図を描くという作業が骨格筋内からの内部感覚や外部感覚と関わってこの図ができているからです。

また、図式化は一つの方法論（注1）ですが、その他にも方法があります。けれども高校や大学の教科の理解に、この方法論は教えていません。自分で考えるということですが、歴史的に色々の問題点（例えば裁判では論点整理など）の整理という方法論がとられています。身近には高校や大学での問題解決の方法論自身は教えてくれません。問題点の解決ができる人の頭がいいとかということになっています。そうではなく問題解決の方法論を専門性だけでなく教えていくことが必要です。むしろ、これから、人工知能が出てきますので、この方法論を大切な学問として教えていくことが肝要であると思います。

さらに、この上記の問題は直接的には脳の機能局在とは異なっています。これを脳の機能局在と上手く結びつけると問題解決に至ると言うことをも示しています。図式化は無駄な働きではなく、外界の問題を脳の機能局在と、どう結びつけるかという方法論を与えています。つまり、この方法論は単なる手段ではなく、脳と外界の相違を上手く結びつける大切な事柄であると思います。さらに、この方法論は生体側にあると思われがちですが、外界が変わっている場合には外界と生体との間（注2）でたゆまなく変わっていると私は思います。これは従来のに思っていた思考ではなく、たゆまなく変化する外界への適応がおきていて、それを仲介する方法が生まれていると思われます。その方法で生き延びるという課題を解決しているのだというのが、私の意見です。

注1：方法論は広辞苑によると「目的を達成するための手段」「認識目的を果たすために思考活動の由るべき方式。思考対象の取り扱い方」とされています。私は活動や思考の効果的なあり方と考えています。

注2：間（あいだ）について、私が最初に気づいたのは、スポーツにある戦術戦略です。これは、多分紀元前500年ごろ孫子の兵法が形成されたことに由来すると思います。それ以前は占いで戦争をしていたようです。つまり、人が作り出した概念です。これ以外にも裁判で論点

整理ということが行われます。これも、何時から始まったのか分かりませんが、人が作った裁判をスムーズに進める方法だと思います。この方法論は人が作ったという事柄だけではなく、人々の間で共有している方法論です。このような性質を持っているのは脳機能ばかりでなく、問題を解決するための人々が持つ共通理解です。つまり、人々の共有であるので、個人に還元せずに「間」とかきました。

3、相即と枠組みで出来た世界

ここまで来ると「動き」が単純に単体として存在しているのではなく、外界との関りとして成立していると考えなければならないと言えます。その一つのあり方は「相即」と呼ばれています。この言葉はあまり聞きなれないので、広辞苑による定義を次に示します。すなわち、相即とは 「二つの対立するものが、実は相互に融合しあい一体となっていること」と定義されています。

例を挙げると重力です。重力と「からだ」は独立しているように思えますが、「からだ」が物質で出来ている以上、その物質には重力が働きます。私たちは日ごろ重力を気にしていませんが、現在では宇宙に行くと無重力状態（正確に言うと無重力ではなく重力を感じない状態）を体験することができます。生体にこの重力は色々な影響を与えます。この影響を、無重力状態から知ることができます。ただし、無重力状態でも生体の頭部と足の上下関係、腹と背の表裏関係および右手と左手の左右関係（解剖学では矢状軸、垂直軸、前額軸と呼ばれています）は地上と無重力状態と違いはありませんが、無重力状態でのスペースシャトルではシャトルの空間の座標軸と生体の座標軸とは無関係になります（シャトル内の計器との関係でシャトルとの関係性は作れますが、何もない閉ざされた空間内で、かつ無重力状態だとその空間内の軸はできません）。

もっと身近なものは外気温です。変温動物では外気温に行動が制約されています。ただし、重力と違うのは外気温と生体内の温度は異なることです。この外気温は物理的な現象ですが、体温は行動と関わった意味を持っています。つまり、物理現象と生物に対する意味という異なる点があります。しかし、体温の恒常性維持の機構によって、融合しています。

もう一つ、これと似た現象があります。それは酸素です。外界にある酸素は無機物質ですが、生体では有機物質内の酸素として存在しています。したがって、両者は外界では単なる無機物質ですが、生体内の有機物質とは対立しています。しかし、生体では無機的な酸素は生体ではエネルギー代謝として利用しています。この機構は私たちが理解する以前にそれを利用す

る、あるいは調整する機構が「からだ」に組み込まれています。

以上の例で、生体の三次元軸と重力がなく、かつ閉じた空間が均一で目印がないとその空間内で自分の位置や方向性を決めることができません。こういった状態は仮想の話で、生ける空間ではありません。生体外と何らかの関係性を、時には外界と生体との相違に何らかの方法論を用いて、私たちは生きています。その方法論の一つは先に述べました。ここでは、生きるための自分たちを取り巻いている枠組みについて考えます。

重力場や、酸素、温度には、はっきりした境界がないように思いますが、地球の表層で閉じています。これらは地球の枠といえます。人の周りにも枠があります。それは人の作業です。一つの例として運動生理学の実験で、枠組みについて説明します。被験者の安静状態をとって、運動をして、回復期を持つと言うものです。その時に、呼気の状態や血液の採取などが行われます。これは被験者もその手順を知っていますし、検者も役割に応じて行っています。この時の実験全体が枠組みです。これはある条件下で複数の人が役割を果たすというものです。これにはそれぞれの人が作業を行う枠組みがあります。

この枠組みに私が気づいたのは、リベットの意識の実験を読んだときです。その実験では意識は拘束しないで、自分の自由に意識して、自由な状態で筋を始動させる実験を行っています。その時に筋収縮の筋電図と脳波を測定しています。意識の後に筋収縮が起きますが、意識の前に脳波が生じます。つまり、意識の前に脳は活動を始めているということです。この始まりを運動準備電位と呼んでいます。私はこの始まりを次のように解釈しています。すなわち、この実験作業には全体としての枠組みがまずできて、それから実際の作業をおこなうこと、およびこの作業はある程度訓練されている者が枠として持っていると思いました。また、意識は作業をモニターしていると解釈しました。

スポーツは一般には作業とは呼びませんが枠組みはあります。例えば、テニスでは3セットマッチで1セット6ゲーム先取、1ゲームは4ポイントで行われます。コートは奇数ゲームで交代するとなっています。これらは大きな意味でいうとルールで規定された枠組みです。テニスが終わると帰宅するとか枠組みが変わります。スポーツでは習熟すると枠組みの内容が密になります。これは日常生活と違う点です。

日常生活は生体を使った活動です。これにも枠組みがあります。朝起きて洗面して朝食をとります。その後、子供は学校へ、父親は仕事場で、母親は家庭で必要とされる作業を行います。これらは生体を使った活動です。ほぼ毎日似たようなルーティーンを行っています。

ここで注意が必要なのは、日常の活動は生体が行っているという点です。もちろん脳の制御

機能が働いています。しかし、これとは対照的に脳では情報処理だけをおこなって、現在の活動とは異なる世界を想像できるということです。この情報処理は生体という枠を取っ払っていますので、生体抜きの世界を描くことができます。しかし、現在なしで、新たな世界を描けるわけではないのです。また、知識や概念や方法という体抜きの情報もあります。これを発展することもできますが、少なくとも自然科学では実験という現実が伴います。自由な発想がたやすくできるわけではないのです。

私が言いたいのは、仮想の世界はもちろん大切ですが、現実には生体が活動している世界も大切であるということです。この世界では外部感覚や内部感覚によってできています。

4、会話の形と動き

日常の活動には言語活動も含まれています。言語活動は、英語や国語の学習などで言語の構成を我々は日常の活動よりは比較的知っています。それで、上記の枠組みや形を言語から見て行きます。

文（ここでは短文、複文、重文を意味しています）には文法という形があります。この文は主題に即していますが、先行した文に対して次の文が前言に関した対応が無ければ文書は成り立ちません。また、文書が起承転結という形があれば、全体像が理解しやすくなります。文法は形ですが、文や主題や起承転結は方法論（枠組み）だと私は思っています。主題（枠組み）は会話では突然変わることがあります。このことが起きる理由は分かりませんが、会話の中で何かに気づいて、変えているということは言えそうです。

言語は脳内に中枢がありますので、他者が使う話し言葉は間接化せずに直接的に理解できるはずですが、ただし、書き言葉は図式的な間接的性質を持っていますので、間接的な方法を用いています。さらに、言語は現実の活動とは大きく異なる点があります。それは言語では現在の空間の位置や時間とは異なった世界を描けることです。これに対して、生体が伴う経験は外部空間の位置や時間に縛られます。現実を生きているということは、後者の立場で、この現実には縛られない時空間は思考（世界に新たな形を作ること）として位置づけられます。ただし、この思考は、現実の時空間と全く独立してはなりません。つまり、現実を生きるのですが、その現実をもとにして思考が現実を発展させると私は考えています。

発話にしても、執筆にしても時間軸に沿ってなされます。ただし、これらは文法を持っていますし、意味の繋がりを持っています。物理的には時間の流れに沿って意味を理解しています

ので、時間的 1 次元が単語や文法や主題で理解できるような次元です。フラクタル次元よりもっと複雑な次元だと思います。この時間の問題の取り扱いが私の能力を越えていますので、これ以上は説明できません。

5, 終わりに

私はあくまでも生理学にこだわっています。けれども、これだけだと生きている世界が描けません。心理学という生態学的視点を経験と絡めて書きました。生理学の脳の機能局在と心理学的経験論とは異なる次元です。この差を埋める要素として、形を取り込みました。この形には分析（感覚）と統合（運動）が入っています。この形には空間的要素と時間的要素があると考えました。また、世界がないと「動き」もできないこと、特に重力の大切さを述べました。重力内では、本文中では人が作業することに関わっていると記述しました。子供だと興味に関して動くとその「動き」を成立させる方向の感覚統合が起きると考えています。つまり、人が人の中で生きている時に動くとその感覚統合や合理的「動き」ができると考えてきました。実証的には、まだまだ遠い道のりがあります。一番理解しにくいのは自己運動での事柄です。他者運動らの理解では各運動パーツは理解できます。しかし、自己運動からが世界の要素は分離できず、個人との関係性を持っています。つまり、他者運動的から分析的なパーツができ、自己運動的でパーツを組み立てることが生きる世界を作っているのだということです。さらに、言葉には皆が共通する方法論を内包していることを指摘しました。これは経験からだけではなく、既に個人の存在以前に人々の世界を効率的に理解するあり方があるということです。

ジクソーパズルのピースを [Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : Statistics \(hokudai.ac.jp\)](https://www.hokudai.ac.jp/statistics) に集めたのですが、全体像は不完全です。この不完全さや未熟さは欠陥ではなく、可能性への道だと信じたく思います。

矢野徳郎

2024 年 10 月 12 日