



Embodied Computation Manifesto

Ver.1.0

内臓つきAI研究チームメンバー Artificial Embodied Intelligence Research Team Member

伊藤 亜紗 一方井 祐子 中嶋 浩平 宮本 道人 磯村 朋子
Asa Ito Yuko Ikkatai Kohei Nakajima Dohjin Miyamoto Tomoko Isomura

内臓つきAI研究チーム

Artificial Embodied Intelligence Research Team

計算機にアウラはあるか？

「内臓つきAI」は、トヨタコンポ研究所在が主催する探索プログラムで出会った研究者を中心とするメンバーが、同研究所の支援のもと2024年にスタートした研究プロジェクトです。人間の思考や認知が内臓を介して常に環境から影響を受けているように、人工物も、「いま・ここ」に根差してゆらぐような知能を持ちうるのではないか？そんな問いを核に、工学（中嶋浩平）、生物学（磯村朋子）、哲学（伊藤亜紗）の観点から解明・実装・概念化をめざし、さらにはSFを用いた社会的対話（一方井祐子、宮本道人）を重ねてきました。

20世紀の前衛芸術家たちは、活動を通してつかみたい可能性や価値を、「マニフェスト」という形にまとめて新聞等に発表しました。それは、社会に向けて自分たちの存在を知らしめる「宣言」であり、まだ存在しないものを一緒に夢見る仲間を得るための「招待状」でした。

この先例にならい、「内臓つきAI」研究チームも、研究を通してつかみたい可能性や価値を、マニフェストとして発表することにしました。とはいえ、これはまだVer.1.0であり、完成版ではありません。このマニフェストを通じて、ぜひ多くの方に「内臓つきAI」プロジェクトに関心をもっていただき、議論を深めることができたらと願っています。

2026.3.3 内臓つきAI研究チーム一同

Do Computers Have an Aura?

Artificial Embodied Intelligence is a research project launched in 2024 with the support of the Toyota Conpon Research Institute. The project grew out of encounters among researchers who met through the institute's exploratory program.

Just as human thought and cognition are constantly influenced by the environment through the mediation of the internal organs, we ask: **might artificial systems also possess forms of intelligence that fluctuate while rooted in the “here and now”?**

Centered on this question, the project seeks to investigate, implement, and conceptualize such possibilities from multiple perspectives—engineering (Kohei Nakajima), biology (Tomoko Isomura), and philosophy (Asa Ito)—while also fostering social dialogue through speculative fiction (Yuko Ikkatai and Dohjin Miyamoto).

In the twentieth century, avant-garde artists often gathered the possibilities and values they hoped to grasp through their activities into a form of a **manifesto**, which they published in newspapers and other media. A manifesto functioned both as a **declaration** announcing their presence to society and as an **invitation** to those who wished to dream together about things that did not yet exist.

Following this precedent, the **Artificial Embodied Intelligence Research Team** has chosen to present, in the form of a manifesto, the possibilities and values we hope to explore through our research.

That said, this is only **Ver.1.0** and is not a final statement. Through this manifesto, we hope many people will take an interest in the **Artificial Embodied Intelligence** project and join us in deepening the discussion.

March 3, 2026

Artificial Embodied Intelligence Research Team

かつてマーシャル・マクルーハンは、メディアは人間の身体の延長であると主張した。マクルーハンの時代において、爆発の中心には人間の身体があった。メディア＝人工物は、人間の器官がもつさまざまな機能を代行し、それを地球規模にまで拡張させるものと考えられていた。

“
人の手になる道具materialthingsのすべては、かつて人間が身体、あるいは身体の特定の箇所を使って行っていたことの拡張したもののextensionsとみなすことができる。
”

“
人工物artifacts、言語、法、思想あるいは仮説、道具、衣服、コンピューターのすべて、それらすべてが、人間の身体の拡張したもののextensionsである。
”

しかし、AIがインフラ化した時代において、我々はむしろこう考えるべきではないだろうか。**延長されているのは、人間の身体ではなく、むしろAIの身体である、と。**

O

Mani

1 festo

Once, Marshall McLuhan argued that media are extensions of the human body. In McLuhan’s era, the center of the explosion was the human body itself. Media—artifacts—were understood as things that take over the various functions of human organs and extend them to a planetary scale.

“ In fact, all man-made material things can be treated as extensions of what man once did with his body or some specialized part of his body. ”

“ Artifacts, language, law, ideas or hypotheses, tools, clothing, computers—all of them are extensions of the human body. ”

However, in an age when AI has become infrastructure, should we not think differently?

Perhaps **what is being extended is not the human body—but rather the body of AI.**

国際エネルギー機関(IEA)の試算によれば、世界のデータセンターにおける電力消費は、2024年から2030年までのあいだに「倍増」と予想されている(415→945 TWh)。また、米電力研究所(Electric Power Research Institute:EPRI)によれば、Chat-GPTは、通常のGoogle検索に比べ、約10倍の電力を必要とするという。

つまり人類はいま、データセンターという**AIの身体を世界各地に建設し、その身体を養うために必要な大量のエネルギーを生み出すために、人間の身体を働かせている**のである。

加えて、我々がSNS上に行う投稿や、会議動画やカメラの中身など、あらゆる情報がAIの学習に使われていると考えると、我々の活動のすべてが**AIという逃れられない巨大な身体**の**養分になっている**といえる。

O

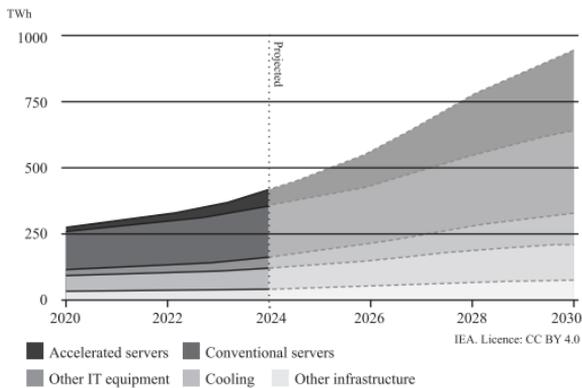
Mani

According to estimates by the International Energy Agency (IEA), electricity consumption by data centers worldwide is expected to double between 2024 and 2030 (from 415 TWh to 945 TWh). Meanwhile, the Electric Power Research Institute (EPRI) reports that ChatGPT requires roughly ten times more electricity than a standard Google search.

In other words, humanity is now constructing **the body of AI—data centers—across the globe, and human labor is mobilized to generate the vast quantities of energy required to sustain that body.**

Moreover, if we consider that everything we post on social media, the contents of meeting recordings and surveillance cameras, and countless other streams of information are used to train AI, then **all of our activities become nutrients for the enormous, inescapable body of AI.**

Global data centre electricity consumption, by equipment, Base Case, 2020-2030



https://www.iea.org/reports/energy-and-ai/energy-demand-from-ai?utm_source=chatgpt.com

わたしたちはいま、あらゆる計算は物理的実体のうえで行われるということを思い起こす必要がある。計算は身体をもつ。

AIは、実際にそれが働く場所と、それを支える物理的実体が置かれている場所が、空間的に離れている場合すら出てきた。そのため、一般ユーザーの目には、物理的実体が不可視化される傾向がある。加えて、AIがどこでどのように働いているのかが、一般の人には認識できないケースが増えている。このことも、物理的実体の不可視化を加速させている。

機械が行う計算を、その物理的実体から切り離して考えるとしたら、それは身体をもたない精神、すなわち霊(ゴースト)の存在を信じるようなものだ。わたしたちは、100年以上前の、スピリチュアリズムの時代に逆戻りしているのかもしれない。

しかし、そのような幻想にはもう限界がきている。わたしたちは、計算を行う人工物の物理的実体を、身体として再発見する必要がある。

O

Mani

We must now recall that **all computation takes place on a physical substance.**
Computation has a body.

In AI systems, the place where computation occurs and the place where the physical infrastructure supporting it exists may even be spatially separated. As a result, the physical substance tends to become invisible to ordinary users. In addition, more and more cases arise in which people cannot perceive where or how AI is operating at all. This further accelerates the invisibility of its physical basis.

To think of machine computation as separable from its physical substrate is to believe in a mind without a body—a spirit or ghost. We may be returning to the spiritualist era of more than a century ago.

But such an illusion has reached its limit.

We must rediscover the **physical substance of computing artifacts as bodies.**

ここで重要なのは、**身体とそううで行われる計算は独立ではない**、ということである。「メディアはメッセージである」と言ったマクルーハンにならって、「**メディアは計算である**」と叫ぼう。人間において、その人固有の身体の体型や身体能力、あるいはその日の体調が、思考の様式やパフォーマンスに影響を与えるのと同じように、人工物においても、その物理系の状態が、そのうで行われる計算に影響を与える。

ヒントンは、**現行のハードウェアとソフトウェアが切れている計算は、ハードが死んでもソフトが生きているという意味で、immortal**だと言った。ただし、この切断は、エンジニアの努力によって頑張っているにすぎない。この**切断を放棄すれば、そのハード固有の非線形性や複雑な物理系のダイナミクスを積極的に計算に活用でき、消費エネルギーも削減**できる。一方で、そこにおいて実装される計算は、**我々生物と同じように、ハードが壊れると同時にソフトも機能しなくなる、つまりmortalな計算となる**。

Hinton, G. (2022). The forward-forward algorithm: Some preliminary investigations. arXiv preprint arXiv:2212.13345, 2(3), 5.

O

Mani

What matters here is that **the body and the computation performed on it are not independent.** Following McLuhan’s famous phrase “the medium is the message,” let us declare:

The medium is computation.

Just as a human being’s body—its shape, physical abilities, or even daily condition—affects the style and performance of thought, the state of an artifact’s physical system also influences the computation performed on it.

Geoffrey Hinton once remarked that **computation in which hardware and software are separated—as in current systems—is “immortal,” in the sense that software continues to exist even after hardware dies.** Yet this separation is maintained only through considerable engineering effort. **If we abandon that separation, we could actively exploit the nonlinearities and complex physical dynamics specific to the hardware itself for computation, potentially reducing energy consumption.**

In that case, however, the computation implemented there would become **mortal, like biological organisms: when the hardware breaks, the software ceases to function as well.**

身体の特徴は、環境からのあらゆる入力にさらされている
ということである。

これは、**市販されている機械が、極めて限られた入力しか受け**
つけないようにデザインされているのとは対照的である。テレビは、
リモコンの20程度のボタンを使ってしか操作できないようになって
いる。パソコンも、入力はマウスかキーボードか音声に限られる。
対話型AIにおいては、開発プロセスにおいては大量の情報を学習して
いるとはいえ、実際の使用においては、チャットボックスに入力した
言葉や画像にもとづいて出力が返ってくるのみだ。

これに対し、身体は入力をあらかじめ限定することができない。
その日の気温や湿度、気圧が入力となり、身体の状態を変化させる。
日本から遠くはなれた赤道付近でできた台風から、体調面で大きな
影響を受ける人もいる。物理的な環境だけでなく、とくに誰がいるか
や、自分がそのコミュニティに受け入れられているかなど、心理的
社会的要因も、身体の状態を決める入力になる。

こうした無限の入力のなかで、身体の状態は刻々と変化している。
身体には、「いま・ここ性」がある。われわれが見出すべきは、
人工物の「いま・ここ性」である。

O

Mani

A defining characteristic of bodies is that they are exposed to all kinds of input from the environment.

This stands in stark contrast to commercial machines, which are designed to accept only a very limited range of inputs. A television can be operated only through about twenty buttons on a remote control. A computer receives input only through a mouse, keyboard, or voice. Even conversational AI, though trained on vast quantities of data during development, produces outputs in practice only in response to words or images entered into a chat box.

Bodies are different. Their inputs cannot be predetermined.

Temperature, humidity, and atmospheric pressure on a given day alter bodily states. Some people experience major changes in physical condition because of typhoons that formed near the equator thousands of kilometers away from Japan. Not only physical conditions but also psychosocial factors—such as who is standing beside us, or whether we feel accepted within a community—become inputs that shape the state of the body.

Amid these infinite inputs, bodily states change from moment to moment. Bodies possess **“here-and-now-ness.”**

What we must discover is the **here-and-now-ness of artifacts.**

いまから約90年前、トーキーが世界的な人気を博すようになっていた。このような状況を前にして、**ベンヤミンは、複製技術が引き起こすのはアウラの凋落である**と指摘した。アウラとは、オリジナルだけがもつ一回性、すなわち「いま・ここ性」に支えられた重みや権威のことである。情報化社会が加速するにつれて、アウラは瀕死の状態に追い込まれたかに見えた。

しかし、人工物の「いま・ここ性」が見出されるならば、それは、その人工物がアウラを獲得するということを意味する。工場で大量生産された計算機であったとしても、そのひとつひとつに宿る身体としてのポテンシャルが引き出されるならば、それは一回的な存在としてのアウラを帯びるようになるだろう。**我々はいま、人工物がアウラを帯びるようになる気配を目撃している。**

O

Mani

6

festo

Nearly ninety years ago, sound film (“talkies”) was becoming globally popular. In this context, Walter Benjamin argued that mechanical reproduction leads to the **decay of the aura.**

“Aura” refers to the weight and authority that arise from the **uniqueness of the original**, grounded in its presence in the “here and now.” As the information society accelerated, the aura seemed to be driven to the brink of extinction.

Yet if we discover the here-and-now-ness of artifacts, this would mean that artifacts themselves acquire aura.

Even if computers are mass-produced in factories, if the bodily potentials inherent in each unit are drawn out, they may come to possess the aura of singular existence.

Today we may be witnessing the signs of a world in which artifacts begin to bear aura.

人間の内臓は、認知と感情の基盤を担っている。われわれは、内受容感覚を通じて、心拍や空腹感などの身体内部の状態を脳へ伝達する。また、腸と脳は脳腸相関により密接に関連し、腸内細菌叢のバランスが気分や認知に影響を及ぼすこともある。したがって、**内臓の健全性は、人間の精神的・認知的パフォーマンスを維持するための不可欠な要素**である。

AIにおける「内受容感覚」とは、生物的な知覚ではなく、**CPU負荷やメモリ使用率などのシステム状態を監視する自己監視機能として概念化**される。このAIの内部状態の把握は、応答の確信度のメタ認知に繋がり、それが「情報不足」などの柔軟な応答を生み出す。したがって、内臓の認知への影響という概念は、自己の処理限界を考慮に入れた賢明なシステム運用という形でAIの進化にも応用されている。

O

Mani

Human internal organs support the foundations of cognition and emotion. Through **interoception**, bodily states such as heartbeat and hunger are transmitted to the brain. The gut and the brain are closely connected through the gut–brain axis, and the balance of gut microbiota can influence mood and cognition. Thus the health of the viscera is an essential factor in maintaining human mental and cognitive performance.

In **Artificial Embodied Intelligence**, “interoception” does not refer to biological sensation but to **self-monitoring mechanisms** that track internal system states such as CPU load, memory usage, or system stress. Awareness of these internal conditions enables a form of metacognition regarding the reliability of outputs, which can lead to responses such as acknowledging “insufficient information.”

In this sense, the concept of internal organs shaping cognition is already being translated into AI evolution as **systems capable of reflecting on their own processing limits.**

人工物の物理的実体を身体として再発見するための第一歩とは、**それを開発した者が設定したのではない方法でそれを使う(誤用する)**ということである。

たとえば、ファミコンのリアルタイムアタック(RTA)において行われた、**「ファミコン本体をホットプレートで温める」というチート**は、その好例である。この事例においては、「コントローラーからの入力」という開発者が用意したウィンドウの外部、すなわち「本体への熱による入力」という物理的レイヤーにおける介入を敢行したことによって、「最初からキャラクターのレベルが最大になる」等の有益なバグが発生した。ここで得られる利益は、定義された入力のレンジでは、到達不可能なレベルのものである。

人工物の物理的実体には、作ったつもりのない機能、登録されていない機能が隠れている。適切なリードアウトを設定することによって、わたしたちは、人工物の潜在性、自発性を取り出すことができる。

O

Mani



festo

The first step toward rediscovering the physical substance of artifacts as bodies is **to use them in ways not intended by their designers—to misuse them.**

A striking example is found in speedruns of the Nintendo Entertainment System, where a cheat involved **heating the console with a hot plate.** In this case, by intervening not through the developer-designed input channel of the controller but through the physical layer—thermal input applied directly to the hardware—beneficial bugs were triggered, such as characters starting the game already at maximum level.

The advantage obtained in this way lies **beyond the range of defined inputs.**

The physical body of artifacts hides functions never intended by their creators—unregistered capabilities. By establishing appropriate readouts, we can extract the latent potential and spontaneity of artifacts.

人工物を誤用するという点において、**われわれの試みは伝統的なメディアアートと似ているかもしれない**。かつて、ナムジュンパイクは《Magnet TV》(1965)において、ブラウン管テレビの外側から強力な磁石をあてることによって、画面にうつる映像を変形させた。これは確かにブラウン管そのものを身体をみなし、開発者が用意したウィンドウの外部から介入を行った事例とみなすことができる。

ただし、伝統的なメディアアートが誤用による批評性を追求していたのに対し、われわれはその先まで進む。我々のプロジェクトは、あくまで人工物の物理的実体をもつ潜在的な機能を取り出すことを目的にしており、目指す北極星は驚くべき有用性である。本プロジェクトは、人工物の「身体化された知能」を解明するサイエンスであり、それをとりだすエンジニアリングである。

O

Mani

In this sense, **our attempt may resemble traditional media art.** For example, Nam June Paik in *Magnet TV* (1965) placed a powerful magnet against a cathode-ray television set, distorting the images on the screen. This can be understood as treating the CRT itself as a body and intervening from outside the interface designed by its developers.

However, while traditional media art pursued **criticality through misuse**, we go a step further. Our project aims to uncover the **latent capacities embedded in the physical substrate of artifacts**, and its guiding star is **unexpected usefulness.**

The study of **Artificial Embodied Intelligence** is therefore both a **science** for understanding the embodied intelligence of artifacts and an **engineering practice** for extracting it.

人工物の物理的実体を身体とみなすことは、あらゆる人工物に対するわたしたちの見方を変えるだろう。

たとえば、それぞれの「身体」の固有性が見出されるならば、これまで標準化され出荷されていた**人工物ひとつひとつの性能差が、「ノイズ」ではなく「価値」になるかもしれない**。たとえば、車のエンジンの製造過程においては、**性能の個体差**が生じることがすでに経験的に知られている。

このような新しい存在様式を獲得した人工物に対して、人間はどのような関係を取りむすぶだろうか。

ひとつめのシナリオは、人工物と人間がより親和性の高い関係に移行するというものである。人工物が「いま・ここ性」を獲得することは、人間と人工物が「場」を共有できるようになる可能性を示唆している。この場合、互いに深い愛着をもって接する関係になるかもしれない。

ふたつめのシナリオは、人工物が恐れをもって遠ざけられるようになるというものである。あらゆる刺激が人工物にとって潜在的な入力になりうることを考えれば、それは、人間が容易にふれることを拒む存在になるということを意味する。これは、宗教的呪物のような強力なアウラを帯びた対象に対して、人間がとる関係に似ている。

1

Mani

Seeing the physical substance of artifacts as bodies will transform our relationship with artificial things.

If the uniqueness of each “body” becomes visible, **the performance differences among standardized mass-produced artifacts—once treated merely as noise—may instead become value.** For instance, in the manufacturing of automobile engines, individual variations in performance are already empirically known to arise.

How, then, will humans relate to artifacts that have acquired this new mode of existence?

One scenario is that **humans and artifacts move toward greater affinity.** If artifacts gain “here-and-now-ness,” humans and artifacts may come to **share a sense of “Ba” — being together with the same objectives.** Such a situation might foster relationships of deep attachment.

Another scenario is that **artifacts become objects kept at a distance with fear.** If every stimulus can potentially become an input for them, they may become entities that humans hesitate to touch. In that sense, they may resemble powerful religious fetishes endowed with intense aura.

O
festo



TOYOTA
KONPON
RESEARCH INSTITUTE

Embodied Computation Manifesto

Ver.1.0