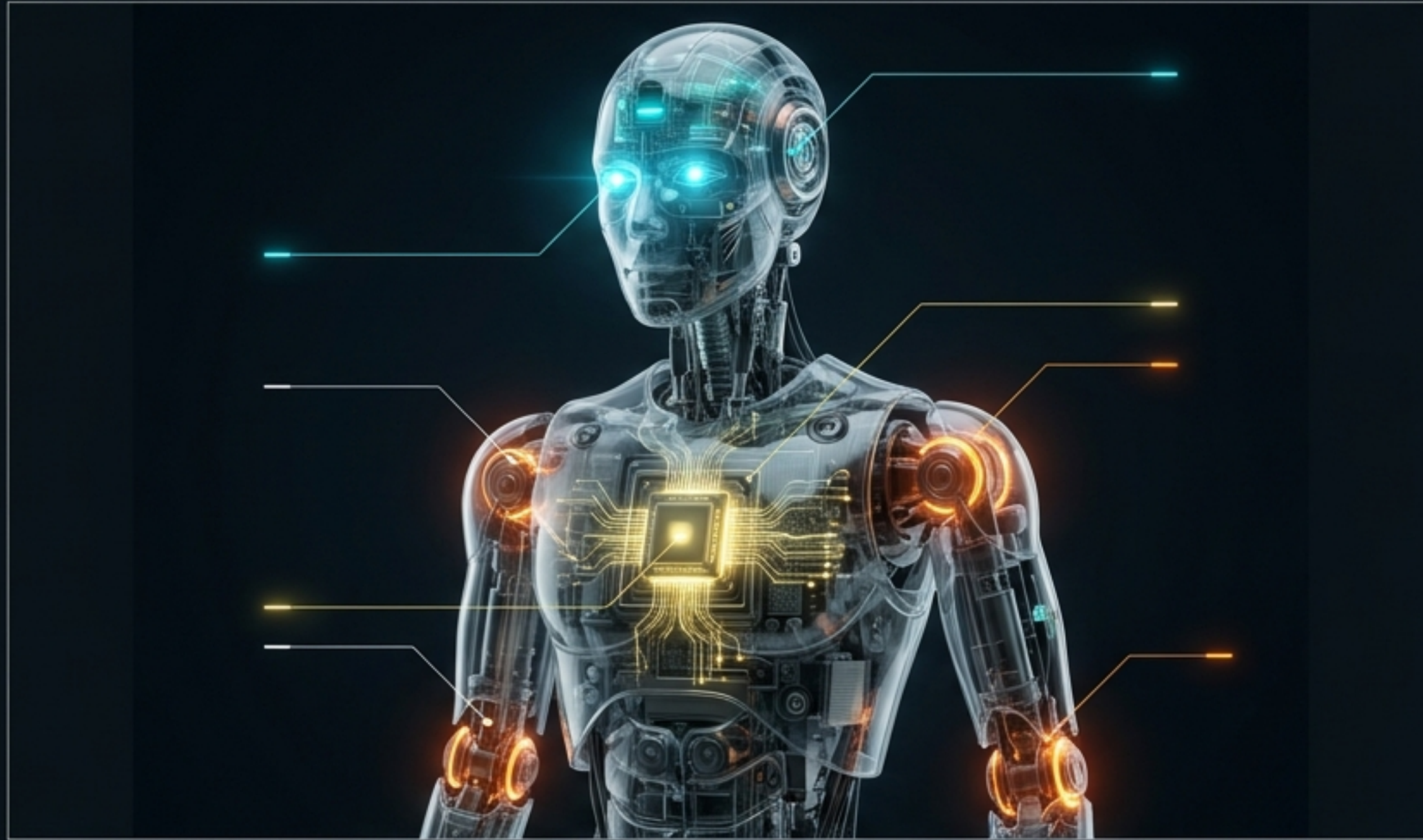




The Anatomy of Physical AI

ヒューマノイドロボットを実用化へ導く、パナソニックインダストリーの8つのコア技術

ソフトウェアの進化から、 物理的制約の突破（ハードウェア）へ

マクロ要因

The Catalyst

AIの急速な進化とコア技術の進歩が、人間環境でシームレスに稼働するヒューマノイドロボットの社会実装を急加速させている。

AI/ソフトウェアの進化
(空間認識能力の飛躍)

The Bottleneck

製造、物流、インフラから家庭まで、あらゆる環境へ適応するための次なる壁は、計算資源の物理的制約、ペイロード、耐久性といった「ハードウェアの限界突破」にある。

マクロ要因 (世界的な
労働力不足の深刻化)

フィジカルAIを構成する4つの生体システム

1. Senses

(感覚器官 / 認知・知覚)

- ・センサ用透明ヒーター
- ・触覚感覚用圧力センサ



2. Muscles & Tendons

(筋肉と腱 / 駆動)

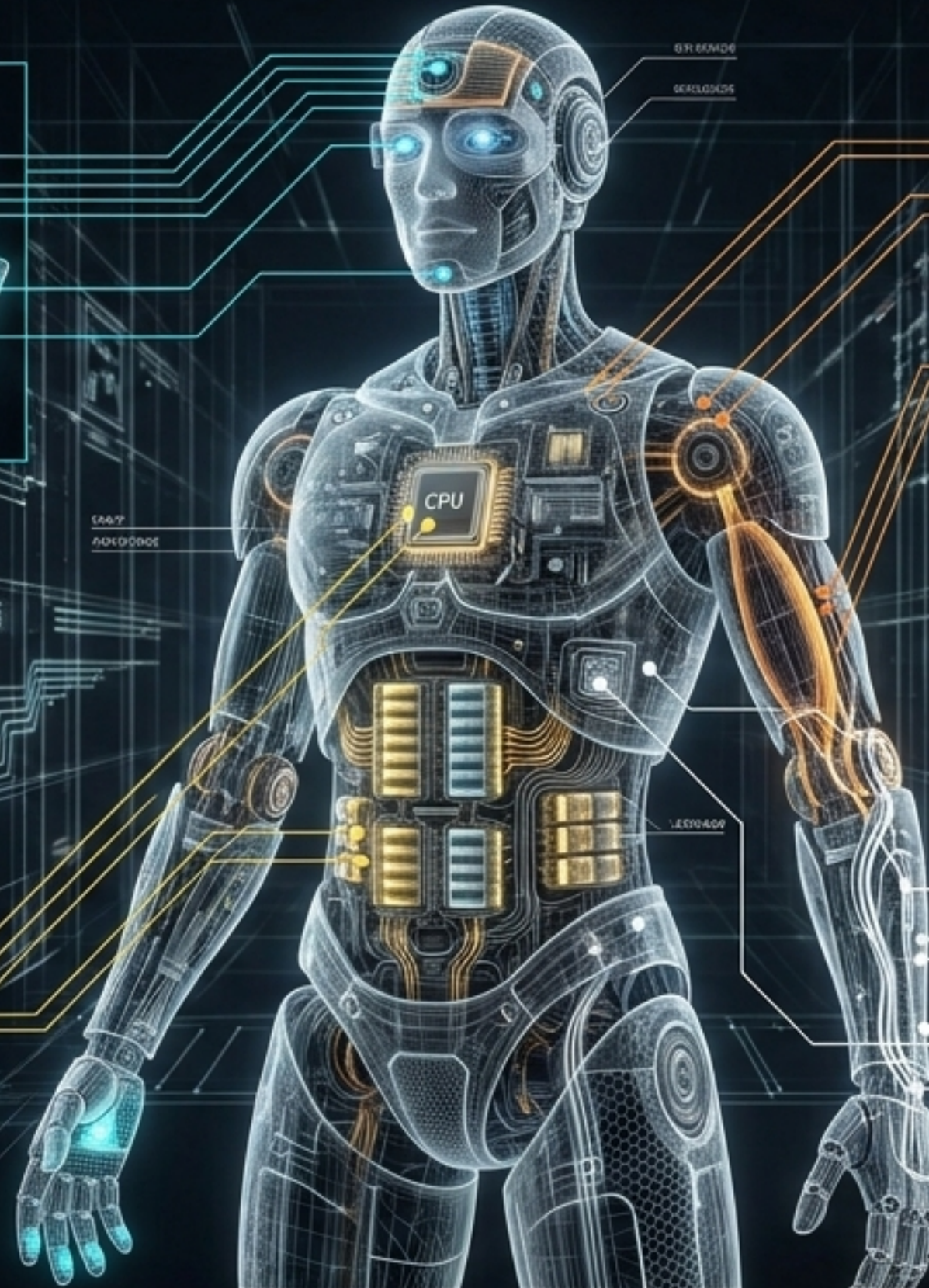
- ・高トルクジョイントモジュール
- ・駆動用タンゲステンワイヤ



3. Brain & Metabolism

(頭脳と代謝 / 電源・エネルギー)

- ・高電流SOC対応ハイブリッドキャパシタ
- ・回生エネルギー用スーパーキャパシタ



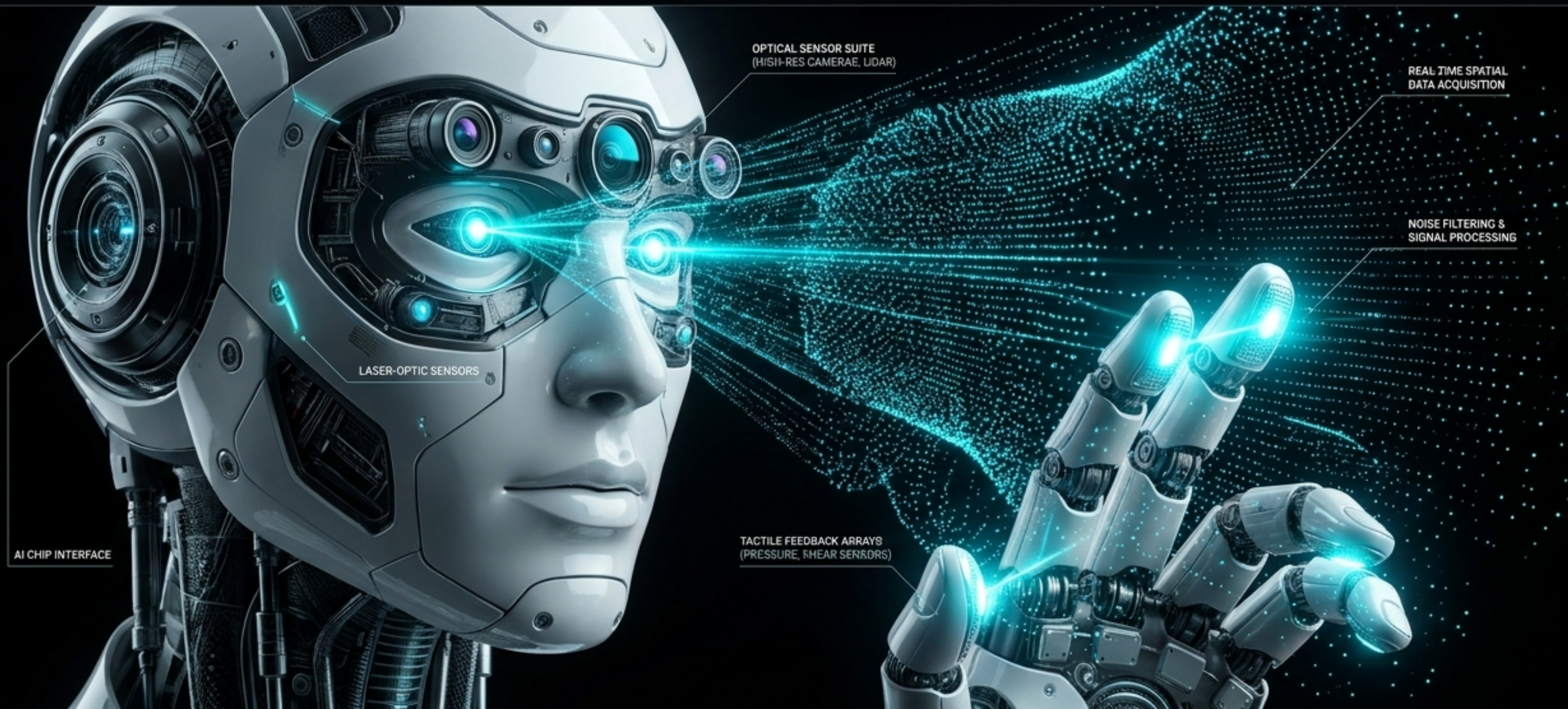
4. Skeleton & Nerves

(骨格と神経 / 構造・配線)

- ・軽量高強度PPFRP
- ・関節用伸縮基板CCS

System 1: Senses (認知と知覚の最適化)

環境のノイズを排除し、人間レベルの高解像度な知覚をAIチップへ伝達する最前線のインターフェース。



視覚のクリアリング：センサ用透明ヒーター

Core Technology

独自の透明導電フィルム技術を活用した発熱メカニズム。

Functional Role

センシング性能に一切干渉することなく、カメラやセンサーの結露を急速かつ均一に除去。

Expert Insight

寒暖差の激しい環境（屋外インフラ、物流倉庫）において、自律移動と物体認識の致命的なエラー原因となる「視覚の喪失」を物理的にゼロにする。

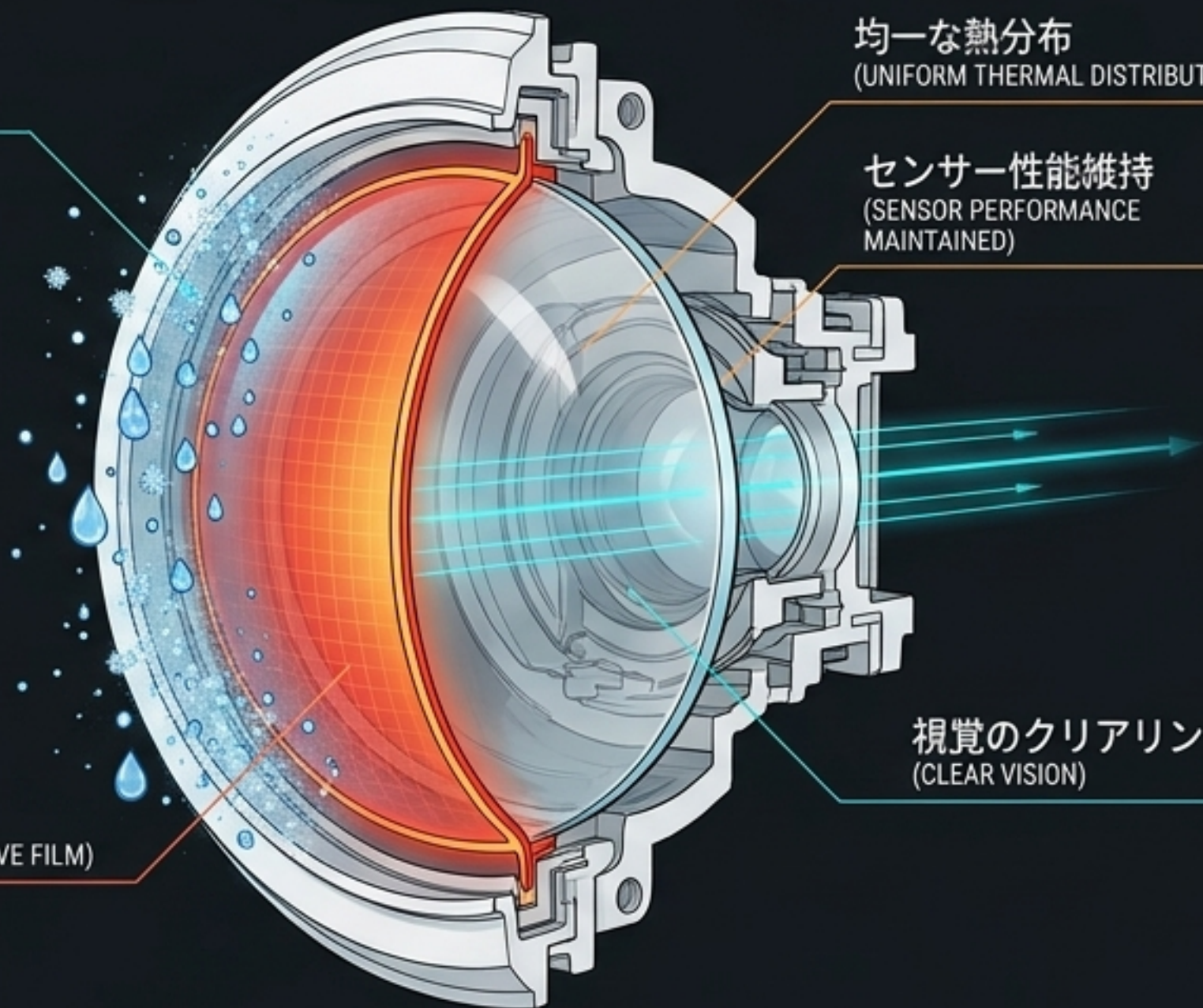
結露・凍結
(CONDENSATION/FROST)

均一な熱分布
(UNIFORM THERMAL DISTRIBUTION)

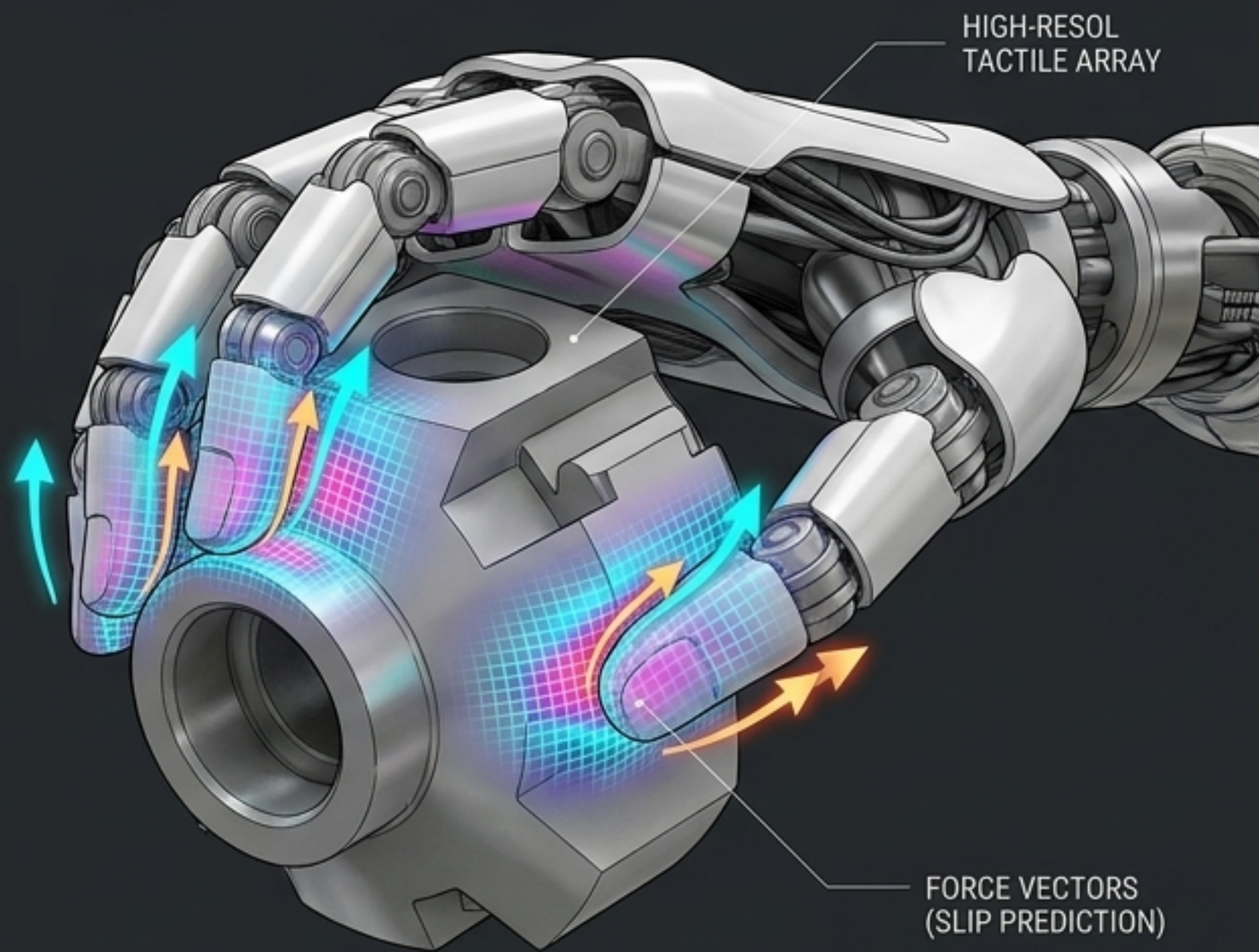
センサー性能維持
(SENSOR PERFORMANCE
MAINTAINED)

視覚のクリアリング
(CLEAR VISION)

透明導電フィルム
(TRANSPARENT CONDUCTIVE FILM)



人間レベルの触覚：高空間分解能・圧力センサ



Core Technology

広い荷重検知範囲、高出力リニアリティ、高空間分解能を単一デバイスに統合。

Functional Role

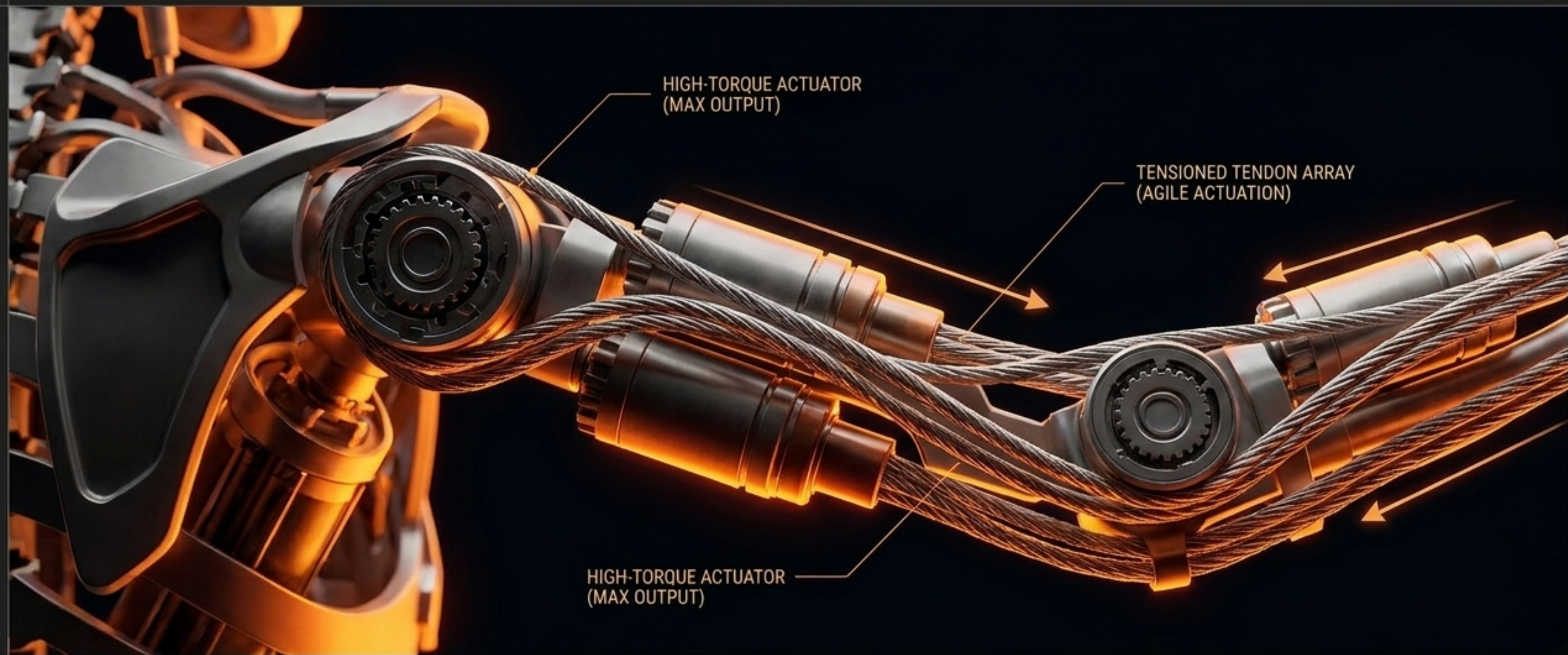
対象物の「形状推定」および、把持中の「すべり予測」を実現。

Expert Insight

未知の物体を扱う物流や家庭環境において、対象物を破壊せず、かつ確実なグリップを維持するための必須要件。人間の皮膚感覚に近い動的な力覚フィードバックをAIに提供する。

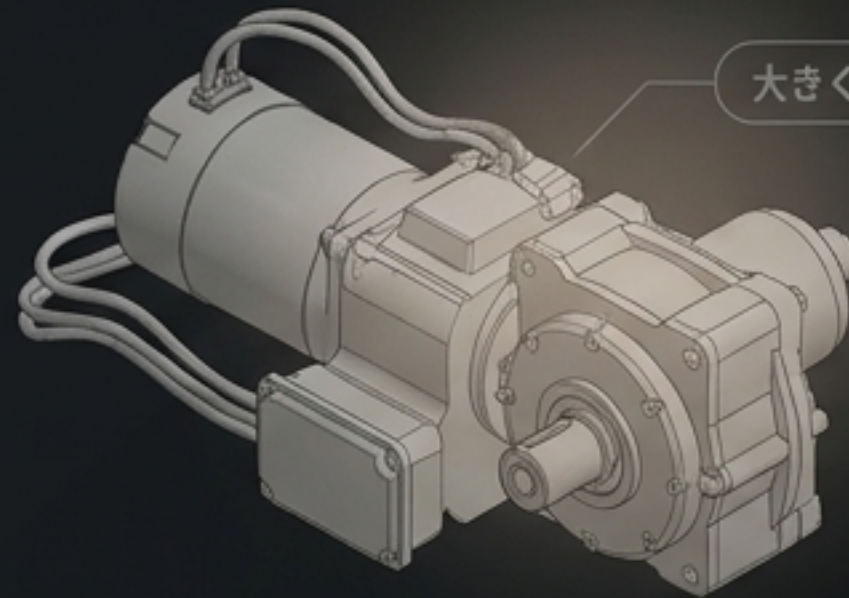
System 2: Muscles & Tendons (俊敏で強力なアクチュエーション)

限られたジョイントスペースで最大出力を生み出し、アジャイルで連続的な物理動作を保証する駆動機構。

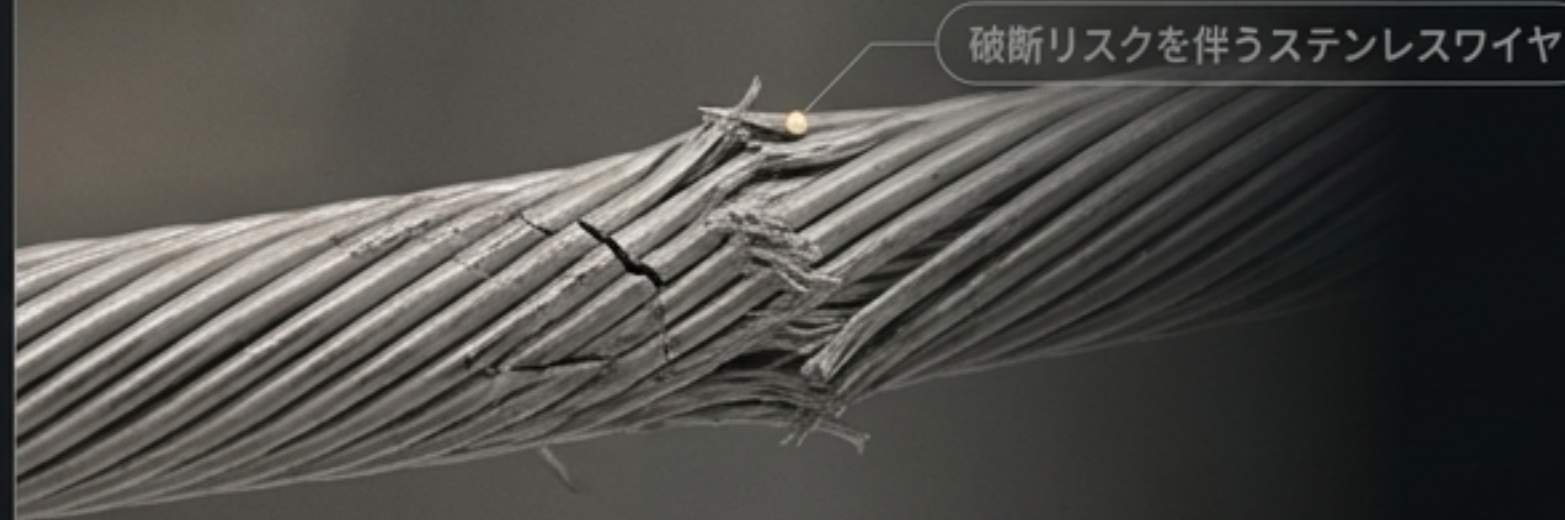


統合と耐久性のパラダイムシフト

Traditional Approach



大きく重い分散型モーター・ギア機構



破断リスクを伴うステンレスワイヤ

Panasonic Physical AI Architecture

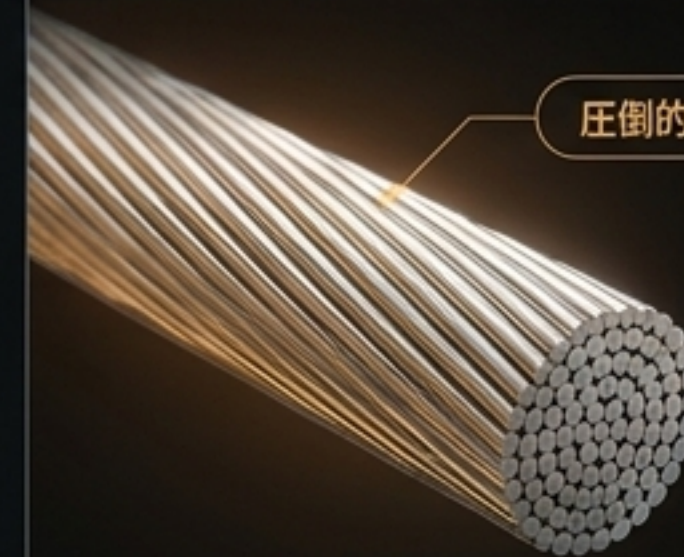


INTEGRATED
MOTOR & DRIVER

COMPACT RING

高トルクジョイントモジュール

Joint Module (関節) :
モーターとギアボックスを一体化。極めて狭いスペースで高トルクを発揮しながら機体重量を削減。
慣性モーメントの低下により高速でアジャイルな動きを実現。



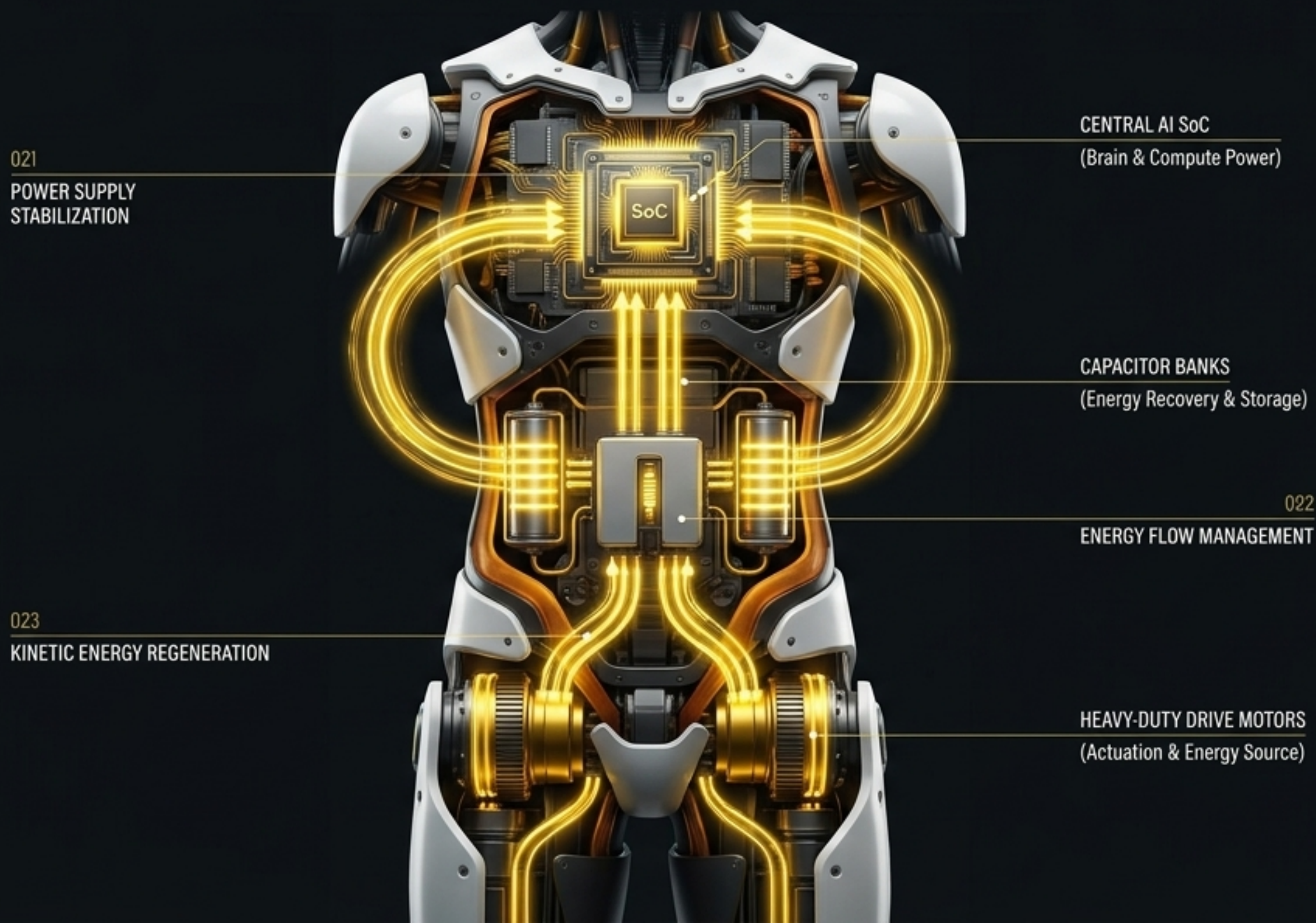
圧倒的な高強度

駆動用タングステンワイヤ

Tungsten Wire (腱) :
圧倒的な高強度により、ロボットハンド等のアクチュエーション機構の耐用年数（サービスライフ）を劇的に延長。TCO削減に直結。

System 3: Brain & Metabolism (安定稼働とエネルギー循環)

高度化するエッジAI (SoC) への安定した電力供給と、運動エネルギーの自己完結型リサイクル。



電圧スパイクの制御と回生サイクルの最適化

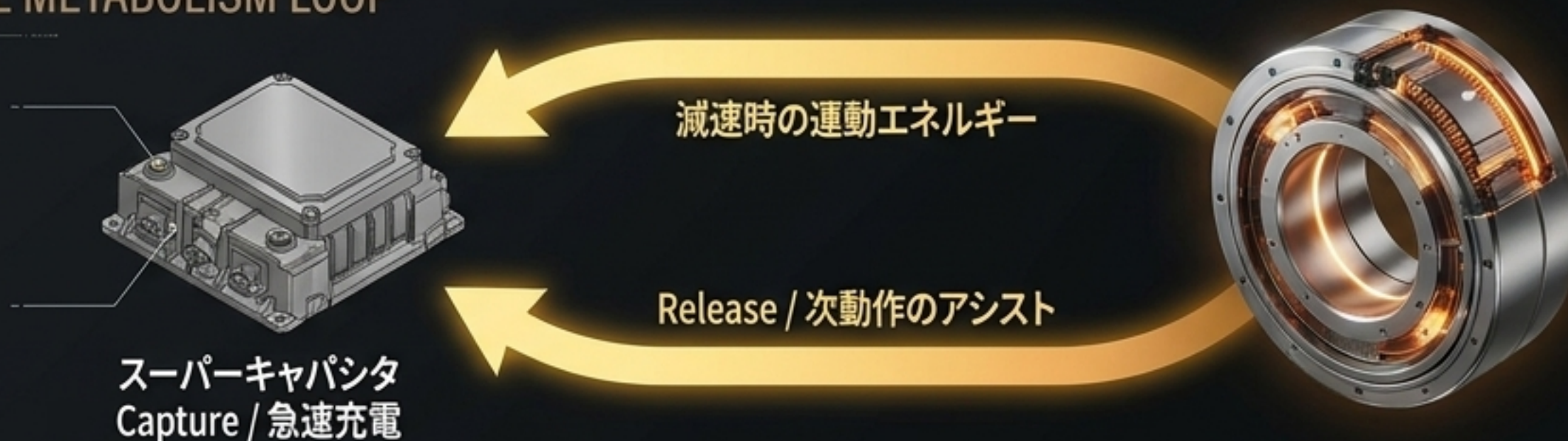
THE BRAIN LOOP



Hybrid Capacitor:

コンパクトな設計で実装スペースを節約しつつ、AI処理で増大するSoCの大電流要求（電圧スパイク）にノイズのない安定稼働で応答。

THE METABOLISM LOOP

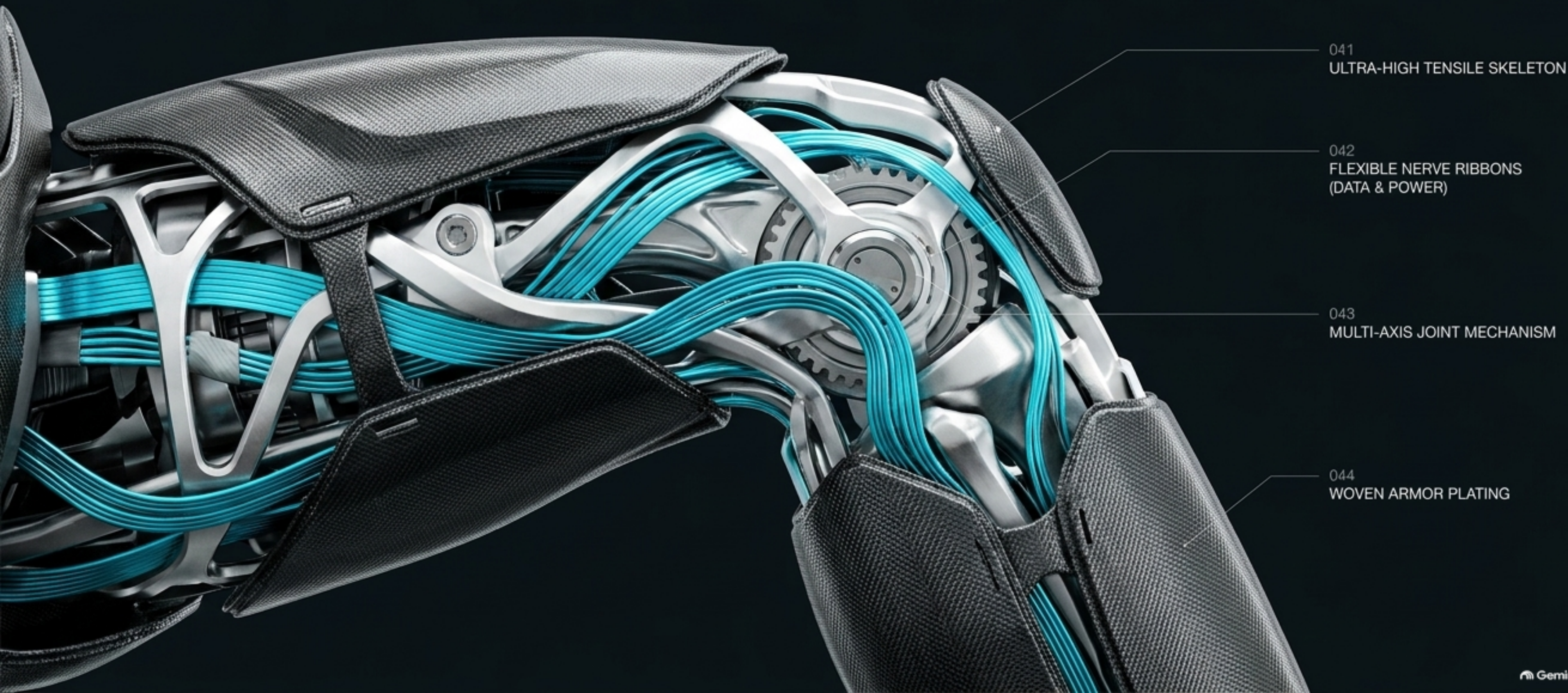


Super Capacitor:

モーター減速時の回生エネルギーを蓄電し、次の動作へ再利用。バッテリーの大容量化による重量増を回避し、システム全体のエネルギー消費を最適化。

System 4: Skeleton & Nerves (極限の構造強度と柔軟な配線)

人間レベルの自由度の高い動き (屈曲・伸長・ねじれ) に耐える、物理的強度と電気的安定性の両立。



041
ULTRA-HIGH TENSILE SKELETON

042
FLEXIBLE NERVE RIBBONS
(DATA & POWER)

043
MULTI-AXIS JOINT MECHANISM

044
WOVEN ARMOR PLATING

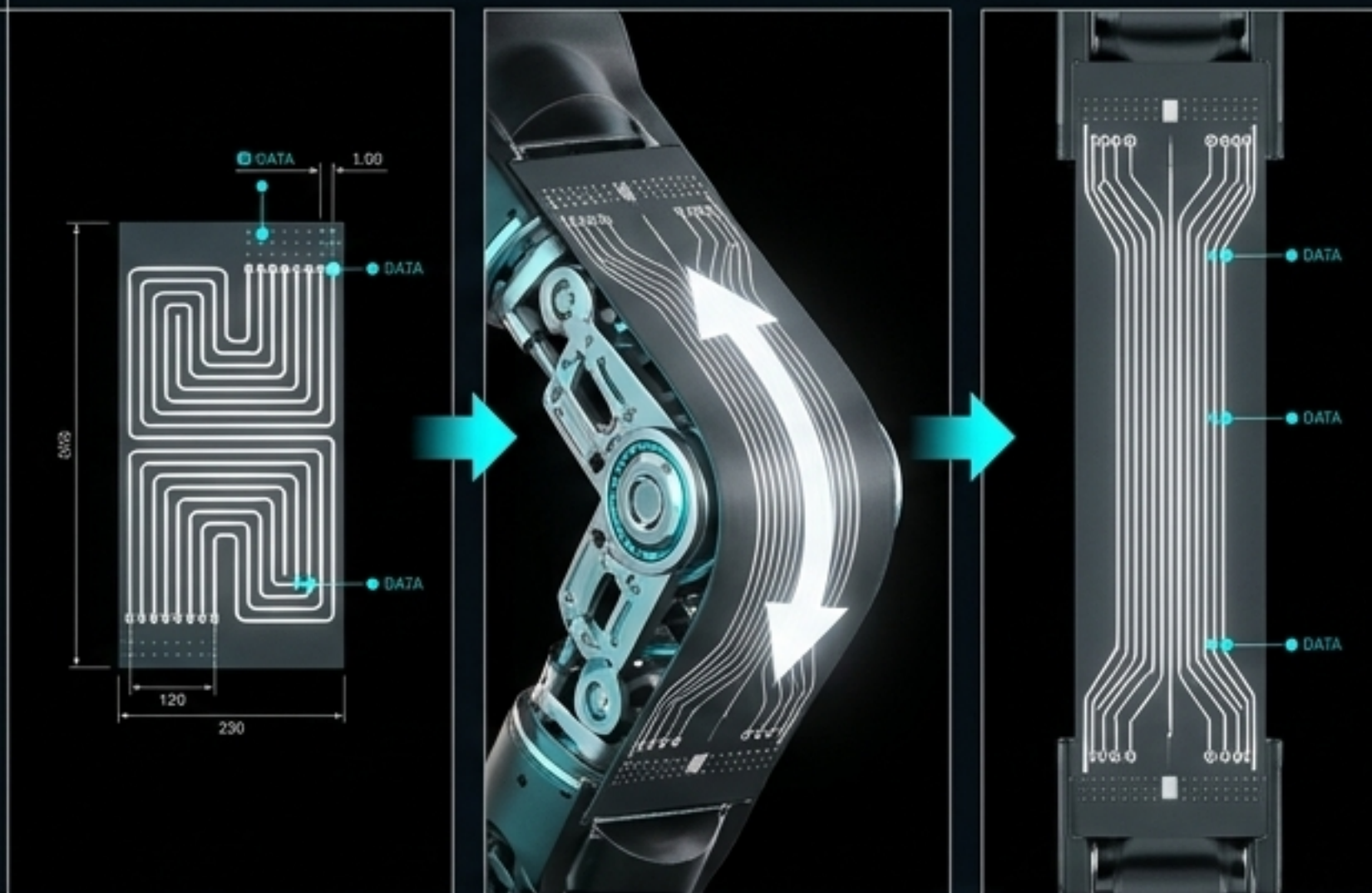
究極の軽量・高強度素材と伸縮する電子基板

Skeleton (構造)



軽量高強度PPFRP：単一素材で軽量性と高強度を両立。
テキスタイルデザインによる意匠性を持ち、用途や稼働環境に合わせた
外装のカスタマイズ設計が可能。

Nerves (配線)



関節用伸縮基板CCS：柔軟で伸縮性（Stretchable）を持ちながら優れた
電気性能を維持。ロボット関節の反復的な屈曲や「ねじれ・曲げ」に対す
る極めて高い耐性を誇り、断線リスクを排除。

The Seamless Orchestration (統合されたフィジカルAIの躍動)



Key Takeaway: これらすべてのコンポーネントがシームレスに連動することで、初めて「人間環境で協働するヒューマノイド」というビジョンが現実になる。



Shaping the future of physical AI.

製造から物流、インフラ、医療、そして家庭へ。
すべての滑らかな動きの裏には、パナソニックインダストリーのテクノロジーが存在する。

フィジカルAIの未来を共に創る、確かなイネーブラー

Your committed enabler,

Panasonic Industry