

機械の精度と人間の直感が
融合するとき：
人間と機械の相互理解が
切り拓く新たな時代

編集部より

人間と機械の相互理解 (Huma Machine Understanding / HMU) という新たな領域の出現は、人工知能の進化における大きな転換点です。これにより、AIの焦点は単なるアウトプット生成から、ニュアンスやコンテキスト (文脈・背景) の解釈へと移り、AIシステムは人間の行動や心理状態、意図をリアルタイムで理解できるようになります。デジタル空間と物理空間の両方でインターフェースがより知的で人間らしくなる中、ユーザーを理解し、適応し、先を読み、つながるシステムを設計することが重要になります。

ここで提案するのは、AIの焦点の転換を実現するための実践的なフレームワークです。感知 (Sense)、理解 (Understand)、支援 (Support) の3領域で構成され、組織がAIシステムを設計する際に、人々の言動だけでなく、感情や意図、その瞬間のニーズにまで適応できるようにします。このアプローチによって、リーダー、従業員、消費者など、あらゆる役割において、AIと人間の間には、より知的で、共感的で、応答性の高いやり取りが実現します。

進化を続けるAI革命は、まだ始まりに過ぎません。人間と機械の相互理解は、より深い洞察をもたらし、人とテクノロジーの間に信頼性の高い関係を築いていきます。

キャップジェミニのAI Robotics & Experiences Labの設立は、ケンブリッジコンサルタンツにおける高度な技術力を伴って、このビジョンをさらに強化します。この取り組みにより、ヒューマノイドや多機能ロボットからデジタルヒューマンまで、人間の能力を拡張し、実世界での協働と人間らしい体験を実現するエンボディドAI (具現化されたAI) システムを、グローバル規模で設計・構築・展開するためのプラットフォームを提供します。

人間と機械の相互理解の能力は、次世代のデジタル体験を定義づけるものになります。フラストレーションの軽減、ペースの調整、共感を伴った応答など、こうしたシステムは自然で直感的な方法でユーザーを支援します。企業にとって、これは競争優位性であると同時に、責任ある人間中心のイノベーションを支える基盤となります。



アレクサンドル・エンブリー

キャップジェミニ
AI Robotics and Experiences Lab
統括責任者



カリール・ビーマイア

キャップジェミニ・イベント
CTIO
(最高技術・イノベーション責任者)



ティム・エンソー

ケンブリッジコンサルタンツ
インテリジェントサービス
ビジネスユニット長

目次

04

背景

07

HMUが再定義する3つの
価値領域

08

実世界での価値創出

11

HMUが実現する未来の
ビジョン

15

ビジョンから現実へ：
HMUの実装

17

HMUとデータセキュリティ：
リスクと対策

19

今すぐ取り組むべき7つの
アクション：HMUへの
構造的アプローチ

背景

かつて明確に区切られていた物理世界とデジタル世界の境界は、いまや消えつつあります。新たなテクノロジーが融合し、機械と人間が協働するための革新的な組み合わせが次々と生まれています。

私たちは、バーチャルアシスタントが具現化されたエージェントへ進化し、クラウドにとどまっていたAIが工場の現場でロボットを動かす時代を目の当たりにしています。AIアシスタントとの対話、アルゴリズムによるレコメンドへの依存、そしてエージェント型AIシステムの活用は、すでにデジタル化された日常生活の一部です。さらに、[OpenAIのChatGPTエージェント](#)のような最新技術により、機械は自律的に行動できるようになり、人間と動的な実世界環境で協働する能力を高めています。

AIが会話型コパイロットから自律型の機械まで、ソフトウェアとハードウェアの両面に広がる中で、重要な問いが浮かび上がっています——これらのシステムが私たちの行動、コンテキスト、そして目的をどれだけ深く理解できるのでしょうか。

人間と機械の相互理解の定義

上記の問いへの現時点での答えは、「十分とは言えない」です。AIによる働き方改革は、依然として一方向的な関係にとどまっています。現在のAIモデルは、分析や簡単な対話機能を備えているものの、その役割は限定的です。たとえば、追加情報の確認や不適切な回答の指摘といった、反動的な対応にとどまっています。こうしたシステムは、人間の行動への理解をほとんど持たずに動作しています。入力を解析し、タスクを実行し、回答を提示する——そのプロセスは機械的で、文脈や「誰がその問いを発しているのか」という本質的な要素を捉えていません。

この一方通行の理解は、現実世界で深刻な影響を及ぼしています。たとえば、医療現場では信頼できないAIシステムの導入に専門家が慎重になり、産業用ロボットは人間の作業パターンの変化に適応できず効率を下げています。さらに、消費者向けサービスでは、顧客の嗜好や文脈を理解できないため、有意義な顧客エンゲージメントの維持に苦戦しています。

とはいえ、これはまだ始まりに過ぎません。現在のテキスト・画像・動画をオンデマンドで生成する生成AIモデルは、人と機械の協働のさらなる高度化への第一段階に過ぎません。私たちは、AIが受動的な役割から能動的な役割へと進化する大きな転換点を迎えようとしているのです。

この「能力と体験のギャップを埋める」という課題こそが、最近[OpenAIが著名デザイナーのジョニー・アイブ氏](#)との協業を促した背景です。パートナーシップの発表時には「コンピューターは今や見て、考え、理解するようになってきました。しかし、この前例のない能力にもかかわらず、私たちの体験は依然として従来型の製品やインターフェースに縛られています」と指摘しました。このパートナーシップは、次のフロンティアが「より賢いAI」だけでなく、人間のニーズを深く理解し、洗練されたデザインとインターフェースを通じて適応するAIであることを示しています。

次のステージは、人と機械の相互理解 (HMU) を通じて、よりスマートで直感的なAIを実現します。センサー情報、行動の兆候、心理状態、コンテキストを組み合わせることで、HMUに対応したシステムは「言葉」だけでなく、「意図」を解釈します。こうした機械はリアルタイムで応答を調整し、人間の同僚との信頼関係を築いていきます。

その鍵となるのは、相互理解です。私たちが機械に合わせるだけでなく、機械も人間に適応することが不可欠です。必要なときに、必要な方法で支援できる機械が求められています。

HMUは、AIにおけるパラダイムシフトです。従来の「指示と生成」から「理解と協働」へと移行します。単にタスクを実行するのではなく、HMU対応システムは人と関わり、適応します。これらのシステムは、私たちの行動、要求、意思決定を理解します。HMUの時代において、機械は人間の仕事を支援するだけでなく、その本質を理解するようになります。

この目標の達成は容易ではありませんが、基盤技術の進歩により、実現可能性は高まっています。かつて研究室に限られていたヒューマンセンシング技術は、今や日常のデバイスに当たり前のように組み込まれています。さらに、AI、機械学習、ロボティクスのブレークスルーが、高度にパーソナライズされた支援を提供できる適応型技術の開発を加速させています。

HMUの潜在的な価値は非常に大きいものの、その実現にはビジョンだけでなく、確固たる技術基盤が不可欠です。HMUは**Sense (感知)**、**Understand (理解)**、**Support (支援)**というフレームワークを通じて、人間と効果的に協働できる機械を実現します。

 **Sense (感知)** ステージでは、さまざまなセンシング手法を通じて、人間や環境のデータを取得します。ストレスレベルを示す心拍数などの生理データから、処理の基盤情報となる行動観察に至るまで、幅広いデータを収集します。

 **Understand (理解)** ステージでは、AIや機械学習モデルを活用し、人間の行動や内的状態をコンテキストの中で解釈します。行動の背景にある「なぜ」を明らかにし、動機や制約、次に何が起こり得るかを推測します。

 **Support (支援)** ステージでは、理解に基づき、正確かつタイムリーでパーソナライズされた支援を提供します。ロボティクス、XRヘッドセット、従来型GUIなど、適切なインターフェースを介して実現し、フィードバックループを形成することで、システムの動的な適応を可能にします。



HMUの導入は、図1に示すシーケンス全体を順次実行する場合もあれば、特定の工程に焦点を当てる場合もあります。さらに、一部のケースでは、段階的ではなくエンドツーエンドでプロセスを進めることも可能です。HMUシステムは個人それぞれとやりとりしますが、全体で共有されたコンテキストを維持する仕組みを備えています。これにより、チーム全体で最適なサポートと連携が実現され、業務効率や意思決定の質を高めることができます。

つまり、HMUは新たな競争優位性となります。先進的な企業は、人間の直感と機械の精度を融合させ、AIを搭載したチームメイトを創出することで、業務を理解能力を強化していきます。ビジネスリーダーにとって選択肢は明確です——HMUはすでに始まっており、今こそ投資の時です。

HMUはSFではありません。AIの次の進化はすでに現実化しています。製造現場の適応型ロボットやヒューマノイド、医療現場でのAIコパイロット、小売におけるハイパー・パーソナライズされた顧客体験など、HMUはインテリジェントシステム

の設計・導入・活用のあり方を変えつつあります。

この変革を支える基盤技術には、大規模言語モデル(LLM)、視覚・言語・行動を統合するVLAモデル、視覚ベースのセンシング、ウェアラブル生体認証、エッジAIなどがあります。これらはリアルタイムでコンテキストに応じた適応を可能にするレベルまで成熟しました。かつて研究室に限られていたテクノロジーは、今後、消費者向けデバイス、企業プラットフォーム、ロボティクスシステムへと段階的に統合されていきます。

しかし、HMUを活用することは決して容易ではありません。技術開発のスピードが加速する中、ビジネスリーダーは重要な問いを投げかける必要があります。自社のチームは、インテリジェントシステムを「使う」だけでなく、「共に働く」準備ができていますでしょうか。人々が単にサービスを受けているのではなく、理解されていると感じられる体験を設計できていますでしょうか。

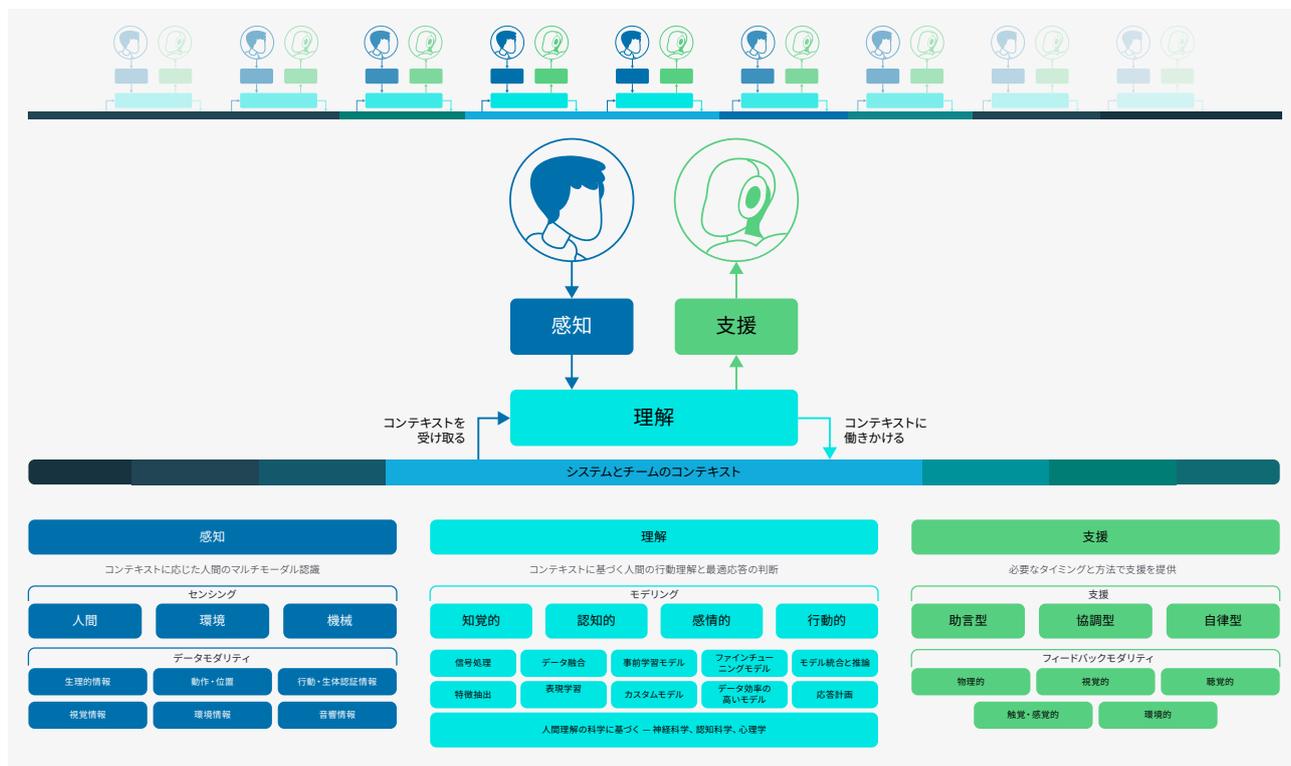


図1はHMUのプロセスを示しています。まず、人間に関するデータを取得する感知から始まり、そのデータを活用するモデルによる理解へと進みます。そして、適切なタイミングで最適な支援を提供することでプロセスが完了します。



HMUが再定義する3つの価値領域

この変革を受け入れる組織は、人材の能力を引き出し、顧客エンゲージメントを高め、新しい形の創造性を生み出すことができます。当社の調査では、HMUが価値を再定義する領域は次の3つです。

1. 意思決定 — データ処理から認知の拡張へ

HMUを搭載したシステムは、情報を提供するだけでなく、人間の推論を理解することで認知プロセスを強化します。これらのシステムは、意思決定の課題を把握し、ビジネス要件に合わせて適切なタイミングで情報を提示します。医療など、時間と精度が求められる場面では、ストレスや疲労といった人間の内的状態を考慮することさえ可能になります。

2. チーム運営と自律性 — ツールからチームメイトへ

HMUは、AIが人間と知的かつ直感的にやり取りできるようにし、機械を単なるツールから「チームメイト」へと進化させます。真のチームメイトとなるためには、機械が人間と同様にタスクに貢献できるだけの主体性を持つ必要があります。その一例が、協働ロボット(コボット)やヒューマノイドです。これらは機械的な柔軟性や安全機能を備え、共有作業空間での人間とロボットの協働を実現します。

3. 適応型体験 — ハイパー・パーソナライゼーション革命

HMUによって、企業は顧客エンゲージメントとロイヤルティを高める、より深くパーソナライズされた体験を提供できるようになります。これには、対話中に個々の嗜好をモデル化することから、注意力、気分、関心度といった内的状態を推定し、体験の受け取り方に影響を与える要素を理解することまで含まれます。HMU対応システムは、こうした反応を解釈し、状況に応じて調整することで、直感的な応答を実現します。

3つの領域に共通して重要なのは、HMUが単なる技術的な変化ではないという点です。これは、システムとの関係性における文化的・戦略的な進化であり、その核心は、機械が私たちに適応することにあります。



実世界での価値創出

では、こうした進化は現実のシナリオでどのように活かされているのでしょうか。HMUは、人と機械が協働して成果を形づくるユースケースで価値を引き出します。ここでは、医療、製造業、コンシューマの3つの分野におけるHMUの潜在的な影響を探ってみましょう。

医療環境における意思決定

現代の医療は、膨大なデータに基づくプロセスです。臨床医と機械はデータを活用し、より良い医療成果を目指します。生成AIは意思決定プロセスを強化する役割を果たしています。

たとえば、[Color Health社のAIコパイロットシステム](#)は、患者データと医療ガイドラインを分析し、診断の抜け漏れを特定することで、がん治療計画の作成を支援します。初期の結果では、臨床医が監督を維持しながら、分析時間を数週間から数分に短縮できることが示されています。AIを活用した医療意思決定においては、信頼性が極めて重要です。この進化における大きな課題は、AIによる意思決定に対する信頼性と透明性の構築です。こうした課題に対応するため、ストーリーテリング型の説明可能なAI (XAI) が有望な進展を見せています¹。スマートホーム環境からe-ヘルスのインターフェースまで、ユーザーに理解しやすい説明を提供することで、HMUへの信頼を高め、医療従事者や患者の多様なニーズに応えることが期待されています。

センシングとモニタリング技術も、データ主導の進化を遂げている領域です。AI搭載システムには、外科手技の中で行われる手や指の動きを94%の精度で認識するトランスフォーマーモデルが含まれるようになってきました²。また、デジタルツインシステムは、センサー、デバイス、システムからのデータを統合し、臨床および非臨床の業務を最適化するためにリアルタイムのモニタリングを可能にします³。

産業分野におけるチーム運営と自律性

Industry 4.0が自動化を中心に進化してきたのに対し、Industry 5.0では、人と機械の関係が単なる操作から「協働」へとシフトしていきます。新たなテクノロジーの登場により、人間と機械の関係はより深く、パートナーシップ型へと変化しています。

協働ロボット(コボット)は、機械的な柔軟性や安全機能を備え、人と同じ作業空間で協力できる点が特徴です。実際、米国の金属加工企業[Raymath社](#)では、コボット導入により生産性が6倍に向上し、従業員は新たな顧客ニーズへの対応に集中できるようになりました。

1. Dubey, Akshat, Zewen Yang, and Georges Hattab. "AI Readiness in Healthcare through Storytelling XAI." arXiv preprint arXiv:2410.18725 (2024).

2. Chen, Ketai, D. S. V. Bandara, and Jumpei Arata. "A real-time approach for surgical activity recognition and prediction based on transformer models in robot-assisted surgery." International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery (2025): 1-10.

3. Han, Yilong, et al. "Digital twinning for smart hospital operations: Framework and proof of concept." Technology in Society 74 (2023): 102317.

AIと機械学習の進化により、ロボットは動的な環境やタスクへの適応力を着実に高めています。適応型インテリジェンスと自己学習機能の統合によって、ロボットは人間と協働しながら、より複雑な状況に対応できるようになり、パターン認識やリアルタイムでの変化への対応が可能になっています。スペインの病院で試験導入された半自律型の清掃ロボットは、メンタルモデルの共有や状況認識フレームワークの進展により、設定されたルートを維持しながら人を避けて移動することが可能です⁴。

製造業の需要、特に人材不足やスキルギャップが、導入を加速させています。[Bison Gear and Engineering社の事例](#)は、効果的な実装を示しています。従来はシフトごとに2名の専任オペレーターを必要としていた工程を、複数のシステムを1名で管理しながら生産性を維持する体制へ移行しました。この事例は、ターゲットを絞った自動化と、人材の戦略的な再配置を組み合わせることで、実装の成功につながることを示しています。

コンシューマ分野における適応型体験

コンシューマ分野では、人とテクノロジーの協働がおそらく最も目に見える形で進化しています。

LLMを活用したツールの進歩が、パーソナライズされた体験へのシフトを後押ししています。調査によると、約25%の消費者がショッピングに生成AIを利用しており⁵、こうしたAI対応の進展は、人と機械の協働のあり方を変え、相互の意思決定や行動に影響を与えています。

さらに、仮想現実 (VR) や複合現実 (MR) といった新たなテクノロジーも、顧客体験の開発に活用されています。小売業でのバーチャル試着から、ユーザーの行動に基づいてサポートを提供する健康アプリまで、データとテクノロジーを人とのインタラクションに統合することで、企業は豊かなユーザー体験を創出しています。具体例として、プレイヤーの感情に応じて変化する最新のゲーム体験⁶、来場者の反応に合わせて演出を調整するテーマパークのアトラクション、⁷ユーザーの行動パターンに基づいてサポート内容を変えるメンタルヘルスアプリ⁸などが挙げられます。

しかし、AIによる意思決定の透明性を確保しながら、スムーズな顧客体験を維持することは非常に繊細なバランスを要します。コンシューマ向けビジネスは、コア機能を維持しながら、ハイパー・パーソナライゼーションを実現するために、高度なエンジニアリング技術とユーザー中心設計に注力する必要があります。

このバランスの実現は容易ではありません。コンシューマ分野では技術要件が常に変化し、昨日の最先端機能は明日の常識になるからです。HMUを前提としたソリューションは、俊敏性と適応力を備え、新しいインタラクション手法を取り込める設計が求められます。

4. Aldridge, Audrey L., and Cindy L. Bethel. "M-oat shared meta-model framework for effective collaborative human-autonomy teaming." Companion of the 2023 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction. 2023.

5. Capgemini Research Institute. "What matters to today's consumer: 2025 consumer behavior tracker for the consumer product and retail industries". 2025

6. Lobel, Adam, et al. "Designing and utilizing biofeedback games for emotion regulation: The case of nevermind." Proceedings of the 2016 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems. 2016.

7. Neil Sahota. "The Magic Of Tomorrow: How AI Is Transforming Amusement Parks." Forbes. 2024.

8. Torous, John, et al. "The growing field of digital psychiatry: current evidence and the future of apps, social media, chatbots, and virtual reality." World Psychiatry 20.3 (2021): 318-335.



ヒューマノイドの優位性：人間の空間に適した設計

近年のヒューマノイドロボットの急速な普及は、HMUの原理の具体的な応用例です。従来の産業用ロボットが専用の自動化空間向けに設計されていたのに対し、ヒューマノイドは人間中心の環境に適応することを目的に開発されています。[Figure社](#)などはこのビジョンを推進しており、[2025年](#)にはヒューマノイドロボットのアルファテストを家庭で開始する計画を発表しています。

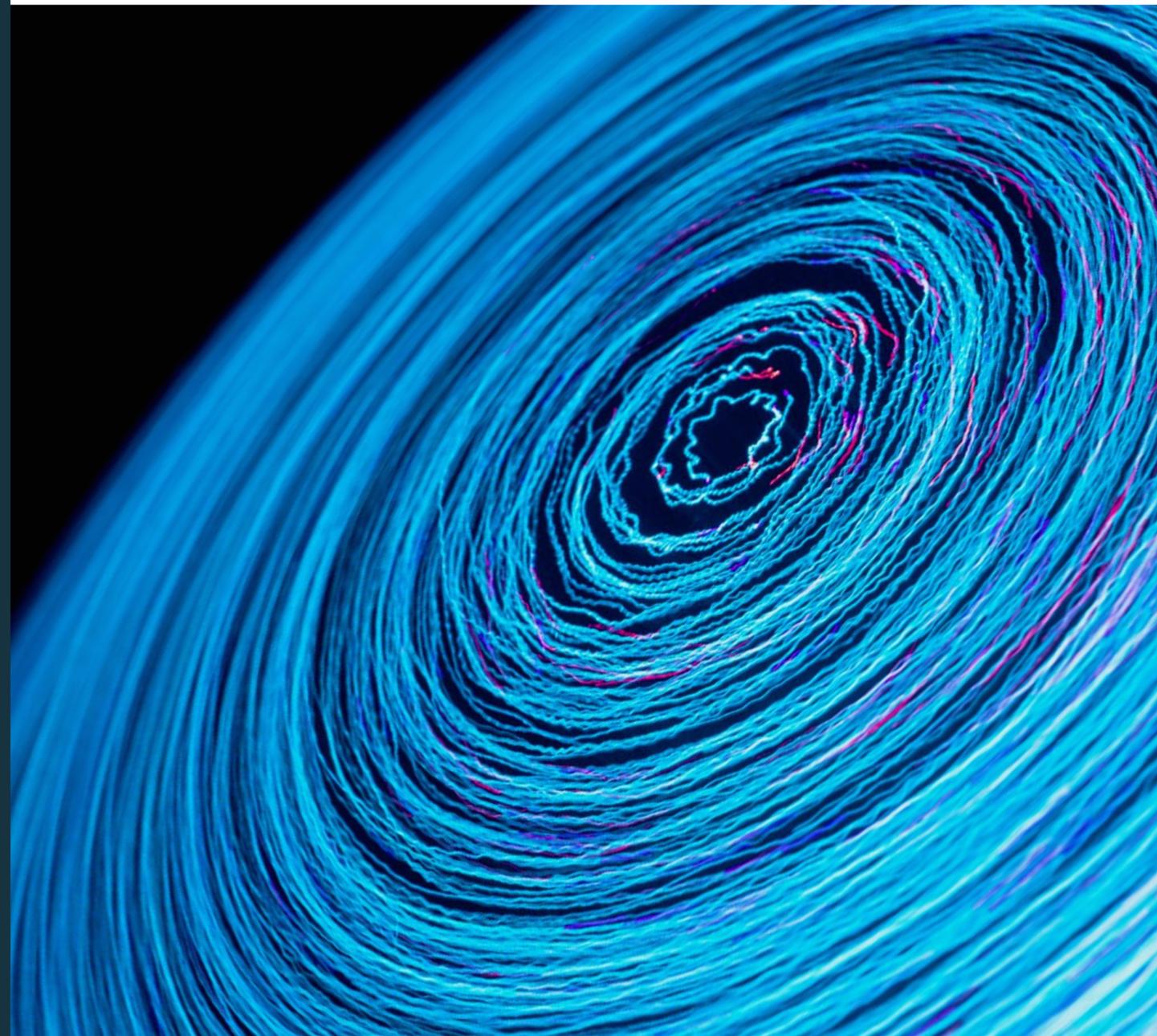
この戦略は合理的です。家庭、病院、介護施設といった空間は、今後も本質的に人間中心であり続けます。ロボットの制約に合わせて環境を再設計するのではなく、人間に近い形態と動作を備えたヒューマノイドが、既存のワークフローや空間に自然に組み込まれます。

ヒューマノイドの導入戦略は、明確な段階を踏んで進みます。初期の商用利用は、既存設備と人員が整ったブラウンフィールド型の製造現場に焦点を当てています。既存の施設で、追加のインフラ投資を最小限に抑えながら、人とロボットの協働によって即時に価値を生み出せます。テクノロジー

が成熟し、コストが低下するにつれて、医療やコンシューマ市場への拡大が見込まれます。家庭、病院、介護施設といった人間中心に設計された空間では、ヒューマノイドの形態が特に有利に働くためです。

ロボットが人間と協働するために、より高度な世界モデルを開発する過程で、こうしたモデルが人間の認知やそれに基づく行動とどのように連携するかを理解することは極めて重要です。HMUは、このギャップを埋めるためのテクノロジーであり、機械が人間の目的、意図、推論を感知・解釈できるようにすることで、適応的かつリアルタイムな協働を可能にします。人間同士が互いの動きを予測し、協調するのと同様に、HMUを備えたロボットは、ユーザーの行動・認知状態・状況に応じたフィードバックをもとに応答を洗練させることができます。

これは産業分野において特に重要です。効果的な人間と機械の協働には、単なる自動化ではなく、相互理解が求められるからです。



HMUが実現する未来のビジョン

これまで、私たちはデータとAIの進化が人間と機械の関係をより緊密にし、両者が協働して望ましい成果を生み出す姿を見てきました。今後10年で、仮想エージェントや自律型エージェント、ロボティクス、拡張現実といった関連技術の進歩とともに、HMUに対応したシステムのイノベーションが収束し、新たな能力を生み出すでしょう。では、こうしたHMU対応システムはユーザーに何をもたらすのでしょうか。ここでは、医療、製造業、コンシューマ領域における3つの未来シナリオを紹介します。



医療：ある医師の一日

ロンドンの病院で勤務するスー・ジンフェイ医師は、シフト開始時にニューリンクを調整します。彼女がCalと呼ぶ臨床支援システム (Clinical Companion System: CCS) は、信頼できるパートナーのような存在です。数千件に及ぶ症例データを基に構築されたCalは、スーの残留ストレスを検知して環境を調整し、その日のスケジュールを提示。さらに、過去の手術データとスムーズに連携し、パーソナライズされた洞察を提供します。

回診中、スーとCalは難解な診断に挑みます。いくつもの行き詰まりに直面し、スーの苛立ちを検知したCalは、データストリームを簡略化し、異常値を特定、さらに病院のエッジコンピューティングネットワークから関連履歴を取得します。スーとCalの協働は、人間の直感と機械の精密さを融合させたものです。

このレベルの拡張には、徹底したテストと改善が不可欠です。スーは、CCS導入初期にプライバシー

ー侵害に関する懸念からプログラムが中断寸前になったことを思い出し、チームに対してHMUに準拠したシステムの強みと限界を理解することが成功の鍵だと強調します。

議論の最中、外傷患者の緊急アラートが入り、スーは即座に対応へ。Calは到着する患者データを過去症例と整合し、差異を強調しながらリアルタイムでプロトコルを起動します。後に病院の理事会でAI指標をレビューする中で、スーは医療教育の進化を振り返ります。現代の医学生は、AIを医療ルーチンに自然に統合するスキルを身につけているのです。

勤務を終えて帰路につくスーに合わせ、Calは疲労度を検知し、不要な情報フィードを減らしながら、緊急アラートは維持します。こうして、スーとCalは、人間の直感と機械知能のバランスをさらに磨く次の日に備えます。



製造業：生産におけるパートナー

シニアオペレーターのクインが工場のフロアに足を踏み入れると、スマート保護具 (PPE) はチーム連携ネットワーク (TCN) と途切れなく同期します。バイOMETリクススキャンでバイタルサインは安定しているものの、姿勢の硬さが検知され、作業ステーションに到達する前にタスク配分が自動で調整されます。

3年来のパートナーであるヒューマノイドロボットのK2は、クインに向かっておなじみの首の傾きで応答します。これは、非言語的な合図を明確にするため、二人で磨き上げてきた動作です。近くでは、新しい人間とロボットのチームが複雑な工程に苦戦しており、TCNはオペレーターの緊張の高まりを検知。クインとK2は、視線を交わすだけで意思疎通を完了。K2は最適化された動作パターンを伝達し、クインはタスクの人間的要素を説明します。このやり取りはネットワークに記録され、今後のトレーニングプロトコル改善に活用されます。

シフトの中盤、荷積みエリアから突然の衝突音が響き、フロア全体のストレスレベルが急上昇。緊急システムが作動します。K2は過去データから、クインが危機対応時に積極的に関与することで最も力を発揮することを理解しています。

「クイン、メンテナンスで私たちの知見が必要です。ラインは私が確保します。」——K2は安心感を与えるよう綿密に調整されたトーンで応答します。クインとK2のスムーズな連携は、人間の適応力と機械の精密性を融合させています。

シフトの終わり、K2は朝の組立作業のホログラム再生を投影します。「ハンドオフ角度を調整してから、右肩の緊張が12%低下しました。」K2はそう伝え、さらに精度を高めるため、スローダウンした実践的の反復を提示。クインが帰宅する前に、K2は共有した学びをまとめます。最適化された動作パターン、問題解決の洞察、緊急対応の記録などが、共有知識ベースに追加され、次のシフトに向けて改善が積み重ねられます。

「じゃあね、クイン。」K2は二人で考案した小さな手振りを添えます。それは、必須でもプログラムされたものでもありません。しかし、その仕草には二人の関係性が凝縮されています。技術的に精密でありながら、静かな思いやりを感じさせる、唯一無二のパートナーシップです。



コンシューマ: 共有体験の未来

バルセロナの朝の光の中を歩くマイケルとアルジュン。二人の動きは、彼らのリズムに合わせて調整された見えないインテリジェンスとスムーズに連動しています。彼らのデジタルコンパニオンは、マイケルの計画性、アルジュンの自発性といった習慣だけでなく、二人が世界をどのように共に体験するかを学習しています。システムは二人のエネルギーの満ち引きを先読みし、導くべき時と背景に溶け込むべき時を判断しながら、干渉することなく可能性を調整します。

二人がにぎわう市場を歩いていると、システムはそれぞれの異なる反応を感知します。アルジュンは胸の高鳴りとともに脈拍が速まり、会話への期待に目を輝かせます。一方、マイケルは人混みの増加に緊張し、肩に力が入ります。こうした違いを捉えたシステムは、マイケルに静かな入口を提案し、アルジュンには市場の売り手たちの軽快なやり取りを翻訳して、会話を楽しめるようサポートします。

市場の中では、さりげない働きかけが体験を形作ります。スパイスの香りが過去の料理の記憶を呼び起こし、思いがけない発見が二人の好奇心を共有させます。やがてバイオメトリクスが疲労の兆しを示すと、システムは二人を静かな中庭のレストランへと導きます。そこは親密で、ゆったりとした空間。二人のニーズにぴったりと寄り添う場所です。

ここでのテクノロジーは、単なるインターフェースではなく、つながりを生み出す媒介です。個々の瞬間を紡ぎ、共有の物語へと変えていきます。理解しているのは嗜好だけではありません。言葉にならない関係性のシグナルを感じ取り、喜びを増幅し、摩擦をやわらげながら、決して押し付けない。HMUの本質は、制御ではなく、関係性が育まれる余白をつくることにあります。



ビジョンから現実へ：HMUの実装

これまで描いてきたビジョンは、人と機械が自然に協働する未来像です。次は、その未来をどう現実にするかです。

生成AIやエージェント型AIの先進的な開発は、HMUへの移行を示す顕著な兆候です。しかし、これらのシステムを支えるLLMが大きく進化したにもかかわらず、人間と機械の相互理解を実運用レベルで達成するには、依然として根本的な課題が残っています。生成技術や一部の自動化機械は高度な対話を行うことができますが、コンテキスト、文化的ニュアンス、複雑な心理状態の理解にはまだ苦戦しています。

製造業分野では、現行アプローチの可能性と限界が見えてきます。産業用マニピュレーターからヒューマノイドまで、協働ロボット技術の進展により、構造化された入力への対応範囲は広がっています。しかし、高度なコンテキスト理解は依然として大きな壁です。

コンテキスト・ウェア・コンピューティングは、このギャップを埋める手段として期待されており、センサーやスマートデバイスのネットワークを活用することで、2032⁹年までに1,270億ドル規模の市場になると予測されています。しかし、最大の課題は、人間がやり取りに込める微妙なニュアンスを伴う情報を解釈するシステムを実現することです。

技術的なハードルは依然として大きく、現行のシステムは近接センサーやIoTデバイス、ユーザーの操作パターン、環境信号など、多様な情報源からのデータを統合しながら、標準化や相互運用性の課題に対応する必要があります。

主要なテクノロジー企業は、コンテキスト・アズ・ア・サービス (Context-as-a-Service) の提供や、リアルタイム処理を可能にするエッジ・フォグコンピューティングの統合によって、この課題解決を試みています。さらに、マルチモーダルLLMは、視覚的および言語的理解を組み合わせることで、より豊かなインタラクションを実現する新たな道を開いています。この進化は、カスタマーサービス、製品設計、ユーザー体験の最適化に新しい可能性をもたらします。

次のフロンティアは、行動の理解にあると私たちは考えています。Meta、Apple、[Google](#)といった企業は、複数の情報源からマルチモーダルデータを収集しており、これが次世代モデルの基盤になる可能性があります。その証拠として、ウェアラブルデバイスの普及が挙げられます。スマートフォン、PC、ウェアラブルから収集されるデータは、重大な健康リスクの兆候を検知・予測し、場合によっては介入を開始することさえ可能です。Googleが進める、膨大なウェアラブルデータを言語モデルと組み合わせる研究は、その一例です。

企業がHMUを導入し適応する上で、人的要因は極めて重要です。成功の鍵は、テクノロジーそのものだけでなく、従業員のスキルを向上させ、懸念に対応する能力にあります。人とロボットの協働に関する明確なコミュニケーションは、現場での受け入れに不可欠です。しかし、根本的な課題は依然として残ります。それは、プライバシーへの配慮と規制枠組みの中で、コンテキスト認識を維持できるシステムを構築することです。

9. <https://www.coherentmarketinsights.com/press-release/context-aware-computing-market-4692>



HMUとデータセキュリティ：リスクと対策

HMUは、人間の行動を理解し、パーソナライズされた支援を提供するテクノロジーの基盤です。しかし、こうしたシステムは私たちと深く関わり合いながらニーズを把握します。このレベルの相互作用に伴うリスクは重大です。

HMU関連技術を開発する企業にとって、最優先事項は、セキュリティのベストプラクティスを徹底することに尽きます。しかし、リスクを管理可能なレベルに抑えることは決して容易ではありません。

6つの重要な検討事項

安全性

設計が不十分なインターフェースは、身体的な障害（筋骨格系や神経系の損傷）、吐き気や乗り物酔い、さらには恐怖や依存といった心理的な悪影響を引き起こす可能性があります。

プライバシー

不公正な運用は、過剰なデータ収集、無断でのデータ共有・販売、操作的な同意取得、透明性の欠如につながる恐れがあります。

コスト

コンプライアンス違反は、開発の遅延、リコール、罰金につながります。体系的なリスク評価を欠けば、設計不良で高コストなシステムにつながる可能性があります。さらに、適切な保護策がなければ、知的財産の流出や盗難のリスクがあります。

セキュリティ

悪意ある攻撃は、意思決定に影響を与え、個人の主体性を損なうだけでなく、その他のリスクシナリオを引き起こす可能性があります。システムのソフトウェアやハードウェアは、個人を特定できる情報 (PII) を確実に保護する仕組みを備えることが不可欠です。

倫理

誠実さや透明性が欠如すると、信頼を損なう操作や誤解を招くフィードバックにつながる可能性があります。また、アルゴリズムに内在するバイアスは、特定の集団の過小評価や不当な判断、さらには有害な偏見の増幅につながる恐れがあります。

規制

企業は、セキュリティやプライバシー関連法、AI関連法（例：EU AI Act）、倫理機関や委員会、そして労働安全衛生法を考慮しなければなりません。

企業や経営層は、HMUシステムと事業場の課題との緊密な連携を確保する必要があります。両者の間に生じる対立、たとえば新サービスが個人のプライバシーを侵害する可能性のある方法でデータ収集を行う場合は、適切に設計されたシステムを構築して解決されなければなりません。しかし、システムの複雑性は増す一方であり、不正利用を完全に防ぐ「完全な保証 (Guarantee)」を提供することは現実的に困難となっています。そこで最も現実的なアプローチは「信頼性の確約 (Assurance)」による信頼性の確保です。

これは、システムに対する高い確信を示し、それを継続的なプロセスで担保する仕組みを指します。信頼性の確約 (Assurance) を確立するためには、次の4つのフェーズを継続的かつ循環的に実施することが求められます。

脅威と危険の特定

不正利用や悪用のケース、脅威モデリング、安全性分析、関連法規の調査

リスク評価

影響度評価と重大リスクの優先順位付け

テストと改善

HMUシステムのテストを行い、管理策や緩和策を実装

モニタリングと報告

調査結果を文書化し、継続的にモニタリング、定期的にレビュー

経営層は、信頼性の確約を常に変化するターゲットとして捉える必要があります。悪意ある個人の行動に加え、規制当局など外部からの圧力も、HMUを導入する企業に対して一層強まっています。たとえば、EU AI Act (EU AI法) への適合性を確保するため、各アプリケーションは慎重に精査する必要があります。





今すぐ取り組むべき7つのアクション： HMUへの構造的アプローチ

HMU技術の進化は、企業にとって大きな機会であると同時に、複雑な課題も伴います。これらを効果的に組織へ統合することは、自動化が進む世界で競争力を維持するための戦略的な必須事項です。経営層は、技術的な能力と人間の経験のバランスを取る、体系的なアプローチを取らなければなりません。

- 1 人間と機械のインターフェース評価：**既存のシステムが最新のHMUの機能に適合しているかを確認し、人間の理解を深めることで性能の向上につながるギャップを特定します。
- 2 強固な技術基盤への投資：**効果的なHMUの統合には、信頼性の高いセンシングとデータパイプライン、スケーラブルなAIモデル、そして適応型システムアーキテクチャを備えた基盤が不可欠です。
- 3 人間中心設計の優先：**ユーザーを理解する機械は、人間のニーズ、認知モデル、使いやすさを考慮して設計されて初めて成功します。
- 4 高付加価値ユースケースの特定：**意思決定支援、業務効率化、労働力の拡張など、人間理解を強化することで最大の価値を提供できる領域を見極めます。
- 5 段階的な統合計画：**システムを一気に刷新するのではなく、HMUの新しい機能を試すパイロットプロジェクトを実施し、より大規模な導入に向けた基盤を整えます。
- 6 倫理的なAI開発へのコミットメント：**AI導入の成功には、信頼と透明性が不可欠です。公平性、説明責任、そして責任あるAIの実践を重視します。
- 7 従業員の変化への対応を支援：**戦略的な人材の適応計画により、従業員がインテリジェントシステムと効果的に協働できる体制を整えます。

成功するHMU導入の鍵は、革新性と実用性のバランスにあります。新しい機能を現場に統合し、業務で確実に価値を発揮させることが重要です。目指すべきは、情報をより効果的に処理する機械を創出し、ビジネスの目標達成に向けた戦略的パートナーとして積極的に位置づけていくことです。

著者



アリ・シャフティ

ケンブリッジコンサルタンツ
(キャップジェミニ・インベント傘下)
HMU部門責任者

寄稿者



アレクサンドル・エンブリー

キャップジェミニ
AI Robotics and Experiences Lab
責任者



カリール・ビーマイア

キャップジェミニ・インベント
CTIO
(最高技術・イノベーション責任者)



ティム・エンソー

ケンブリッジコンサルタンツ
(キャップジェミニ・インベント傘下)
インテリジェントサービス
ビジネスユニット長



マット・ローズ

ケンブリッジコンサルタンツ
(キャップジェミニ・インベント傘下)
シニアアナリスト

キャップジェミニAI Robotics and Experiences Labについて

キャップジェミニのAI Robotics and Experiences Labは、AIやロボティクスをはじめとする先進技術の研究と実践的な応用を通じて、人間と機械の相互理解における新たなフロンティアを探索しています。テクノロジー、機械、ロボティクスの融合によって次世代のオペレーションモデルを設計し、人間の体験をシミュレーションすることで、人と機械が最適に協働する方法を追求しています。さらに、エンボディッドAIやフィジカルAIをスケーラブルな実運用に実装し、イノベーションを確かなビジネス価値へと結びつけています。この取り組みを支えるのは、社内のプロフェッショナルなテクノロジーエキスパートと強固なパートナーエコシステムです。両者が連携し、競争優位性を高めるロードマップやプロトタイプを共創することで、クライアントの変革を加速させています。そして、人間とAIの協働を基盤に、既存のデジタル化を超えた新たな可能性を産業全体に切り拓いています。

ケンブリッジコンサルタンツについて

ケンブリッジコンサルタンツは、キャップジェミニグループにおけるディープテック部門の中核を担っています。ディープテックとは、先端科学とエンジニアリングを駆使し、誰も成し得なかったことを実現するための大胆な戦略と挑戦のマインドセットです。当社は、クライアントが他にはない世界初の製品・サービス・プロセスを自らの資産として手にし、それによって競争優位と業務効率の両面で確かなアドバンテージを獲得できるよう支援します。当社が挑むのは、「まだこの世に存在しないものを現実にする」という、ビジネスにおける究極の課題です。その実現を支えるのは、世界中の750名以上の科学者・エンジニア・デザイナー・コンサルタントによる実践的な知見と、20,000㎡を超える最先端の研究開発施設です。さらに、キャップジェミニ・インベントの一員として、50カ国以上・34万人以上のグローバルネットワークを活かし、あらゆる業界の未来を切り拓いています。

キャップジェミニについて

キャップジェミニは、企業がデジタルで持続可能な世界への同時移行を加速し、ビジネスと社会に具体的な価値をもたらすグローバルなビジネス・テクノロジー変革パートナーです。50カ国以上に35万人の多様な人材を擁し、55年以上の歴史を持つ信頼のブランドとして、テクノロジーの力で企業のあらゆる課題に 대응しています。戦略からデザイン、エンジニアリングまでを網羅する強みを活かし、AI、生成AI、クラウド、データ領域における卓越した専門性と深い業界知見、強力なパートナーエコシステムを組み合わせた包括的なサービスとソリューションを提供しています。2024年のグローバル売上高は221億ユーロを記録しました。

Get the future you want | www.capgemini.com

