

身体の自在化と2050年の人間像

XR・人間拡張が拓く「自在」な社会

デジタル技術が信頼できる伴走者となり、誰もが「自在」に生きられる社会

稲見昌彦

東京大学 総長特任補佐 / 先端科学技術研究センター 副所長・教授
2026年5月

総務省「未来社会を見据えた人とデジタルの関係の在り方に関する研究会」第3回

身体情報学研究室 自在化の実験と実践



稲見 昌彦 / Masahiko Inami
東大先端研 教授
Human augmentation
Biological information measurement
Behavior modification
Inclusive



Nintendo Switch に活用されている触覚提示技術, 特許第6361872号



眼電位計測メガネ JINS MEME, 2014



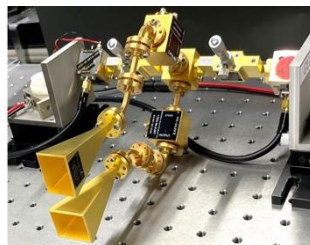
第3・第4の腕, Augmented Humans Conference 2021



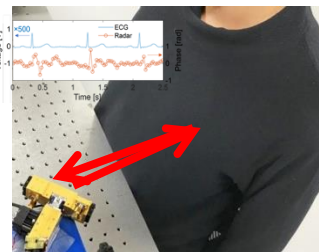
光学迷彩, TIME誌 Coolest inventions of the year 2003



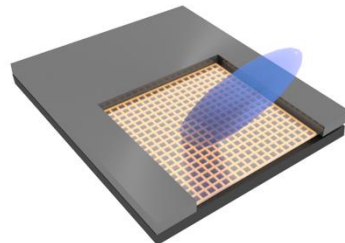
門内 靖明 / Yasuaki Monnai
東大先端研 准教授
Wireless interaction
Non-destructive measurement
Terahertz waves
Ultrasound



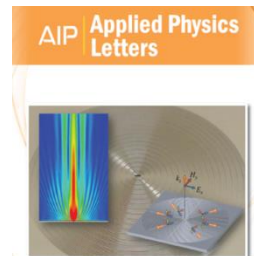
結合共振に基づくTHz偏波制御
IEEE Trans. TST. 2022



THz レーダによる非接触聴診
Nature Electronics 2020



2次元漏れ波ビーム走査
IEEE Trans. TST. 2021



ベッセルビームフォーマ
Appl. Phys. Lett. 2015

JST ERATO 稲見自在化身体プロジェクト

超感覚



超身体



幽体離脱・
変身



分身



合体



自在肢 / JIZAI Arms

Ars Electronica Opening Ceremony
Sep.8th 2023



Dancing cyborgs: Japanese researchers develop robot arms to 'unlock creativity'

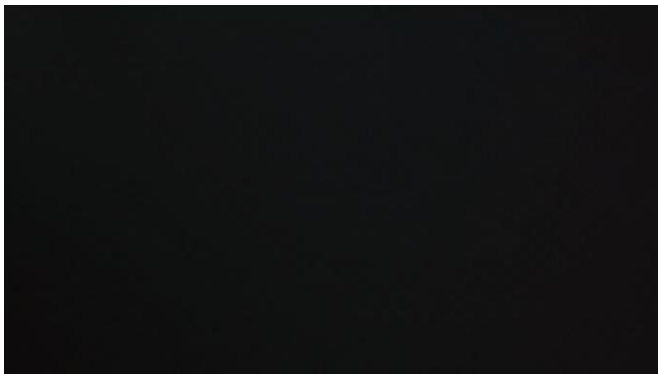
Reuters June 27, 2023

<https://www.reuters.com/technology/dancing-cyborgs-japanese-researchers-develop-robot-arms-unlock-creativity-2023-06-27/>





身体を拡張する様々な技術



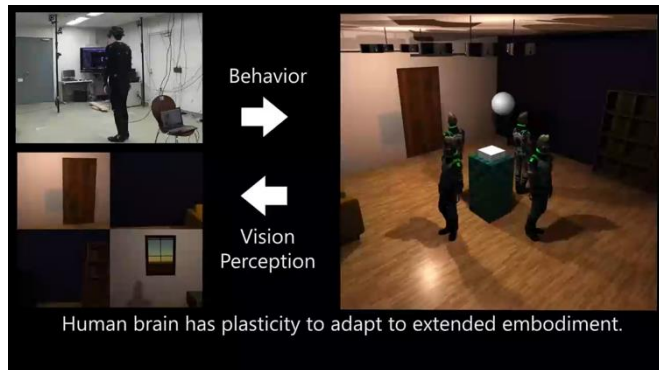
第六の指



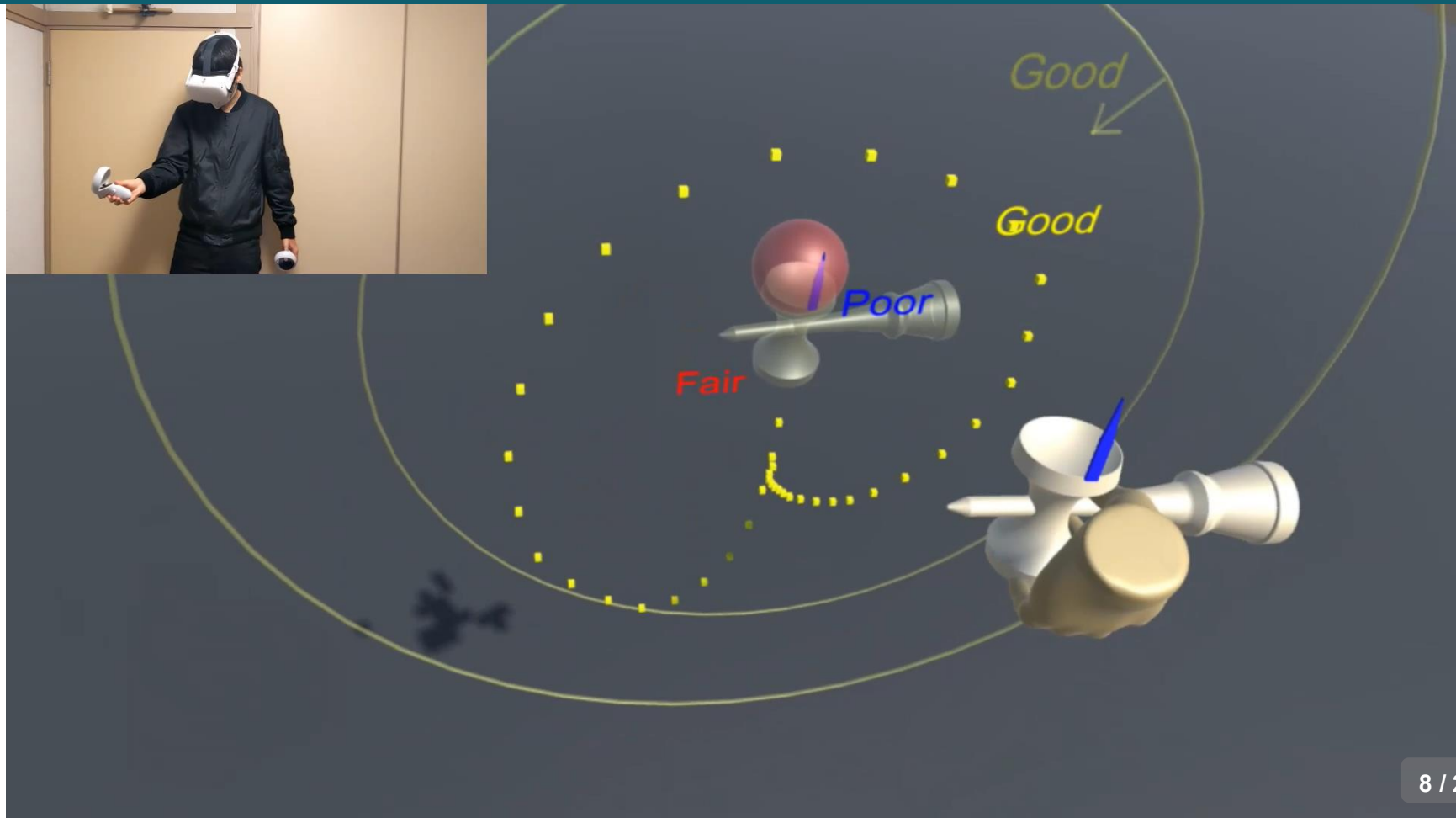
遠隔作業支援



高速スキル学習



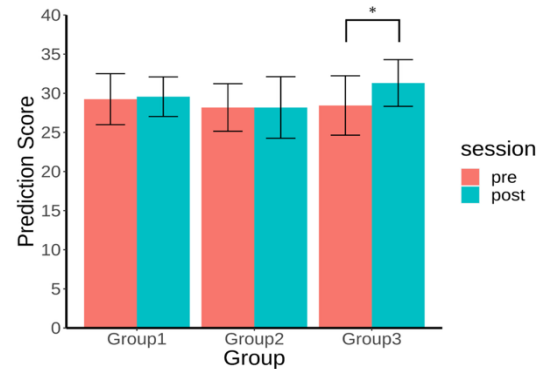
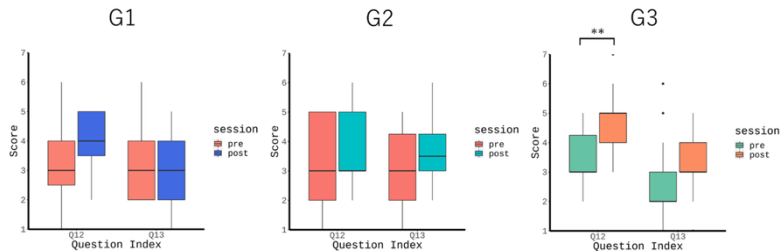
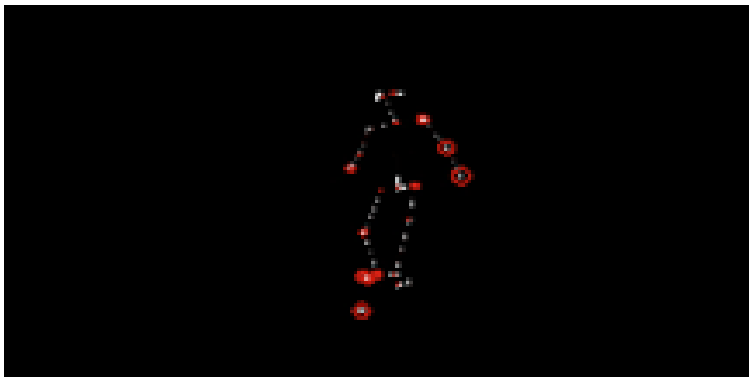
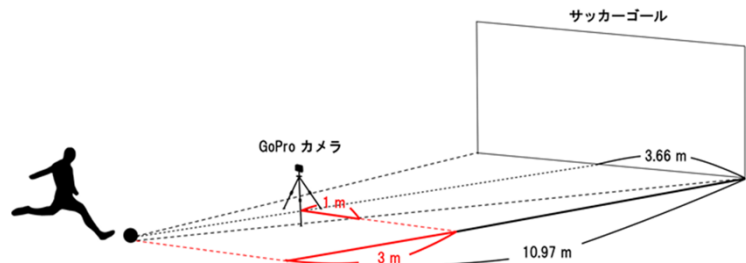
“分身”作業





AIを活用したゴールキーパーのトレーニング

AIを活用したゴールキーパーのトレーニング



自動化と自在化

AIやロボットは人間を代替するのか、人間の可能性を引き出すのか。

自動化 = 人間代替 (ロボット)

やりたくないことを機械にやらせる
危険・高負荷・繰り返し・高信頼作業
例: 自動運転、産業用ロボット

自在化 = 人間拡張 (サイボーグ)

やりたいことを人機一体で支援する
表現・創造・コミュニケーション・承認
例: JIZAI ARMS、Fusion、BCI

支援量 = 人がして欲しいこと - その人ができること $\pm \delta$ (※金出武雄先生)

+ δ で便利に、- δ でトレーニング支援に。デジタル技術を「信頼できる伴走者」に仕立てるための設計変数。

支援ツールの3類型 (※中小路久美代先生)

(a)ダンベル型、(b)ランニングシューズ型、(c)スキー板型

ムーンショット目標（1）

（参考：目指すべき未来像）

2050年までに、人が身体、脳、空間、時間の制約から解放された社会を実現

<ターゲット>

【誰もが多様な社会活動に参画できるサイバネティック・アバター*1基盤】

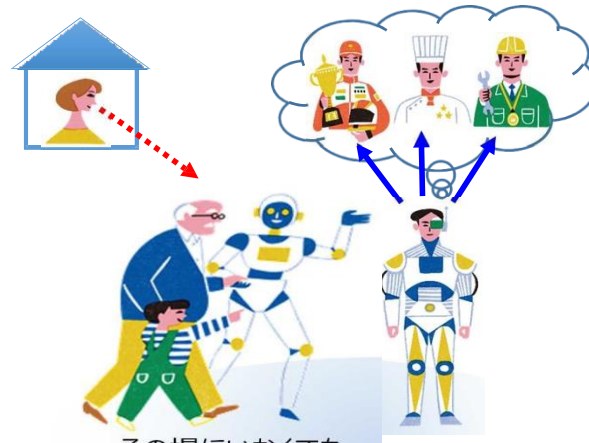
- 2050年までに、複数の人が遠隔操作する多数のアバターとロボットを組み合わせるによって、大規模で複雑なタスクを実行するための技術を開発し、その運用等に必要な基盤を構築する。
- 2030年までに、1つのタスクに対して、1人で10体以上のアバターを、アバター1体の場合と同等の速度、精度で操作できる技術を開発し、その運用等に必要 な基盤を構築する。

【サイバネティック・アバター生活】

- 2050年までに、望む人は誰でも身体的能力、認知能力及び知覚能力をトップレベルまで拡張できる技術を開発し、社会通念を踏まえた新しい生活様式を普及させる。
- 2030年までに、望む人は誰でも特定のタスクに対して、身体的能力、認知能力及び知覚能力を強化できる技術を開発し、社会通念を踏まえた新しい生活様式を提案する。

誰もが多様な活動に参画できる社会

- 2050年までに、誰もが、場所や能力の制約を超えて社会活動に参画できる技術を開発。



その場になくても必要な能力を身にまわって
誰もが多様な活動に参画できる社会

*1サイバネティック・アバターは、身代わりとしてのロボットや3D映像等を示すアバターに加えて、人の身体的能力、認知能力及び知覚能力を拡張するICT技術やロボット技術を含む概念。Society 5.0時代のサイバー・フィジカル空間で自由自在に活躍するものを目指している。

第三のフロンティア：ボディバース



Outer space / Universe

1957：スプートニク1号
1958：マーキュリー計画開始
1961：ガガーリン有人宇宙飛行
1961：アポロ計画開始
1965：レオーノフ宇宙遊泳
1969：アポロ11号有人月面着陸



Cyber space / Metaverse

1960：リックライダー“Man-Computer Symbiosis”
1963：リックライダー“Intergalactic Computer Network”
1965：サザランド“The Ultimate Display”
1966：テイラー/ロバーツ“ARPANET”
1968：サザランド“HMD”
1968：エンゲルバート“The Demo”



ボディバース: 情報が身体に直接効く・身体を通して「こころ」に働きかける

ボディバース: 宇宙・サイバー空間に続く「第三のフロンティア」

Outer Space (1957-)	Cyber Space (1960-)	Body Space (2020s-)
活動範囲の拡張	認知・情報処理の拡張	身体機能・内臓知性の拡張

情報が認知・行動だけでなく、生理機能に直接介入しうる

- VRで火傷治療中の痛みを有意に低減 (Clinical Journal of Pain 2000)
- 生成AIで偽記憶を埋め込み可能 (CHI 2025)

JST CRONOS「ボディバース」: 体内臓器の状態をエージェント化（「腹の虫」）し、テラヘルツ波などでの非接触計測 → LLMベースのエージェント → 情報サプリメントとしての行動変容
「心のレジリエンス」の生理的基盤としての可能性

生成AIによる記憶への介入



Synthetic Human Memories: AI-Edited Images and Videos Can Implant False Memories and Distort Recollection

Pat Pataranutaporn
MIT Media Lab, Massachusetts
Institute of Technology
Boston, Massachusetts, USA
patpat@media.mit.edu

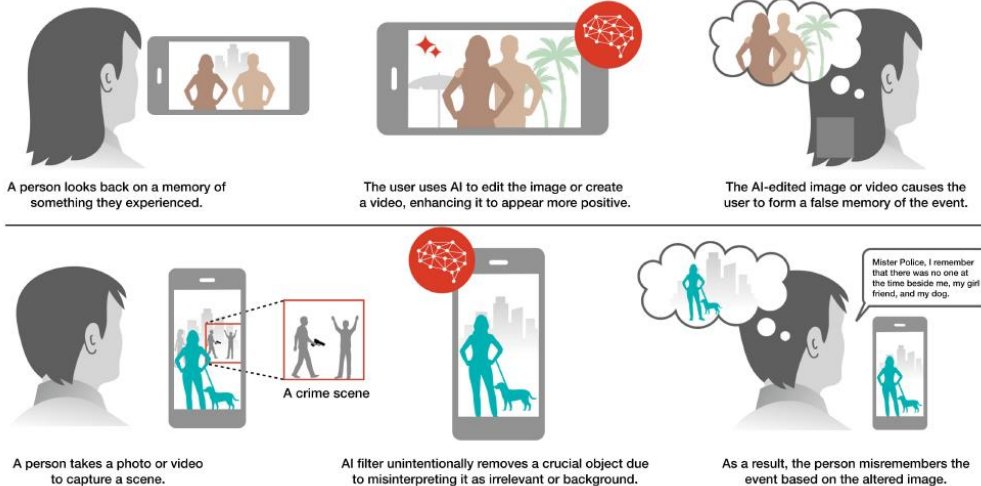
Chayapatr Archiwaranguprok
University of the Thai Chamber of
Commerce
Bangkok, Thailand
chayapatr.arc@gmail.com

Samantha W. T. Chan
MIT Media Lab, Massachusetts
Institute of Technology
Cambridge, Massachusetts, USA
swtchan@media.mit.edu

Elizabeth Loftus
UCI School of Social Ecology, UC
Irvine
Irvine, California, USA
eloftus@law.uci.edu

Pattie Maes
MIT Media Lab, Massachusetts
Institute of Technology
Cambridge, Massachusetts, USA
pattie@media.mit.edu

CHI2025



次世代メタバース = 知のバックボーンインフラ

知の循環: 知は社会に蓄積 → 教育で個に転移 → 新たな経験が社会に還流。
AIは社会の知そのもの。 個人と社会、個人間の知やスキルの流通を加速する。

現在

デジタルツイン

殻だけで魂が入っていない。物理世界の形状の複製にとどまる。

進行中

世界モデル

相互作用が入り始めた段階。物理法則や因果を学習する。

2050

世界システム

知と行動のダイナミズムが埋め込まれた人間拡張を橋渡しする「自在化社会」のバックボーン。

語源: ニコラ・テスラの構想、地球全体を結ぶ知と行動のインフラ

メインプレイヤーが人間だけではなくなる

VR・シミュレーション・社会インフラの主ユーザーにAIエージェントが加わる

	人間のための用途	AI/ロボットのための用途
VR	体験・没入する訓練環境	AIが生成・学習・最適化するシミュレーション環境 ※五感・三次元空間といった人間的制約にとらわれない
シミュレーション	人間のスキル訓練・意思決定支援	AIが数十億回試行し自律的に最適化する空間 ※人間にとってはブラックボックスだが最適
都市・交通	人間中心設計の公共空間	人間+AI混在系として自律最適化されるインフラ ※自動車・IoT・ロボット・人間がプローブに

公共空間は「誰の」ためだけでなく「何の」ために最適化されるべきか
人間中心設計を超えた「More-than-Human」な制度設計が2050年の分岐点

身体/スキルの「民主化」：多様性・包摂性の新次元

身体やスキルが「所与」ではなく「選べる」ものになるとき、多様性の意味が変わる。

能力の前提が変わる

第6の指の操作を15分で習得できる。「生まれ持った身体」が能力の上限ではなくなる。障害・加齢・個人差は、技術が埋められる差分に変わる。

ポテンシャルの解放

VRけん玉の「現実歪曲時空間」のように、学習の壁を下げる環境設計が可能に。「できない」から「まだ試していない」への転換。

包摂性のバランス

拡張にアクセスできる人とできない人の格差が生じうる。公的インフラとして誰もが使える形で提供できるか。

ルールは規制だけでなく、適切なルールがあることで皆が活躍する環境ができる（超人スポーツの知見）

人間に求められる新しい能力: 構造に価値を与え説明する力

AI for Science

研究者の置き換え、作業の自動化。既存の科学プロセスをデジタル化するとどまる。

科学のAIトランスフォーメーション (AX)

モデルや理論の「人間原理」を超える。AIが人間の理解形式に縛られない構造を発見する営み。

AGIとラマヌジャンの予想

ラマヌジャン (1887-1920) は多数の「結果」を示したが、証明はほとんどしなかった。証明を与えたのは、ハーディをはじめとする後世の数学者 **証明は人間のための営みだった。** 2050年のAIと人間の関係もこれに近づく。AIが構造や予測を示し、人間がそれに意味を与え、社会につなぐ。

2050年に向けた3つの論点

技術の進展だけでなく、それと社会の関係をどう設計するか。

AI/ICT技術の侵襲性

意思決定

AIが人間の意識・行動を強く変容させるなら、AI利用に飲酒運転と同様の責任論が発生しうる。情報開示+ユーザー選択モデルは実質的にメーカー免責につながる可能性も。

保険・社会保障制度の前提崩壊

公平性

保険は「互いに未来がわからない」ことが前提。AI予測が保険料率を変動させると、公的保険の公平性理念と衝突する。

技術普及速度 > 社会適応速度

ガバナンス

SNSは普及20年でようやく子どもへの影響のコンセンサス形成。AIではさらに加速。社会の学習速度を上げる仕組みが必要。

未来社会とは

デジタル技術が信頼できる伴走者となり、誰もが「自在」に生きられる社会である。

自在化

自動化を超えて、個人のやりたいことを拡張する

伴走者

δ （支援量）を本人が選べる関係性

共振

脳・身体・内臓・環境・AIの全体性としてのウェルビーイング

身体・知・社会が連なる「World System」を、誰もが活躍できる基盤として構築する