

人間機械統合システムにおける 運動介入の透明性設計

自分自身の能力が向上したと感じるシステムの構築に向けて

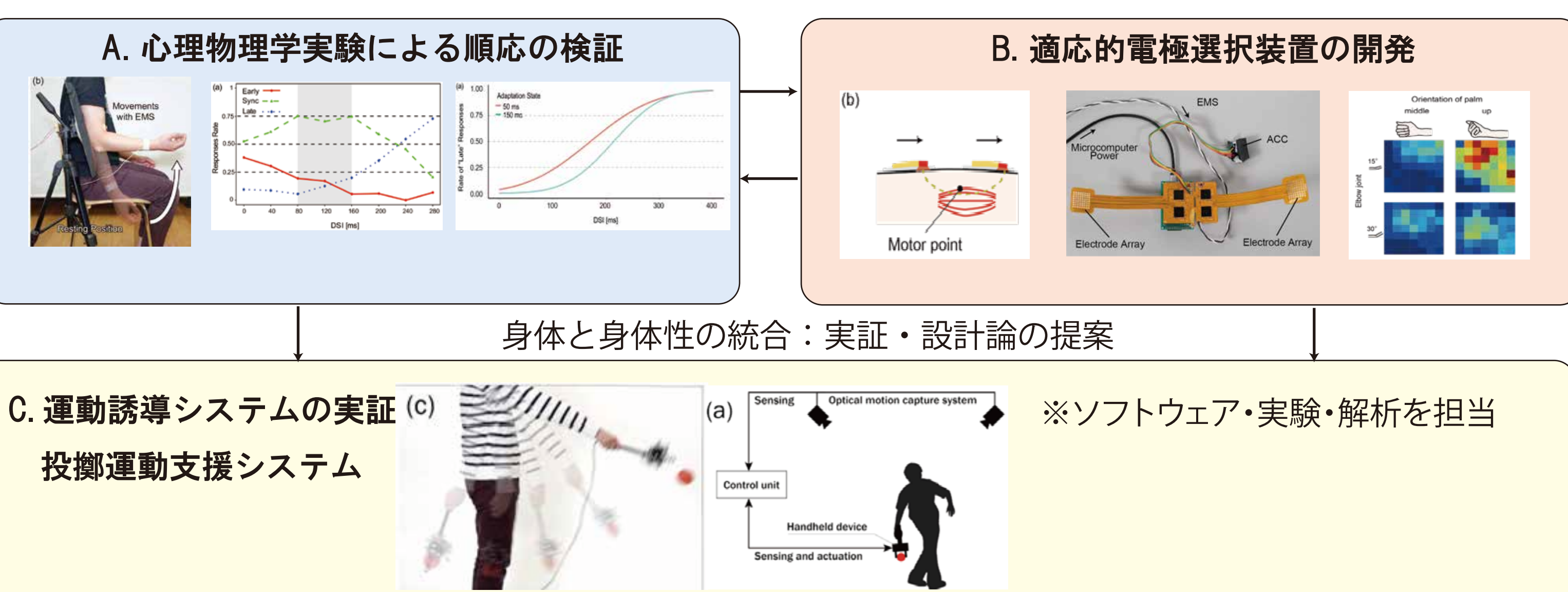
背景

- 人間の身体機能を補綴・向上させるための
人間と機械の運動合成
- 運動に機械が介入すると、
その機械の介入を強く感じてしまう
- **人間の動作に合わせて機械を動作**させる必要
- 例：) 右足を出そうとしたときに左足をアシスト
- 補助の遅れや不適切なアシスト -> 転倒の危険性
- 最終的には補助を意識しなくなるようにしたい
- **機械の感じ方（透明性）の制御の実現**
- 機械を使用しながら他の動作を行う（透明性：高）
- VRで握手をする（透明性：低）
- リハビリテーション（最終的に補助を外す）

目的：透明な運動誘導の実現

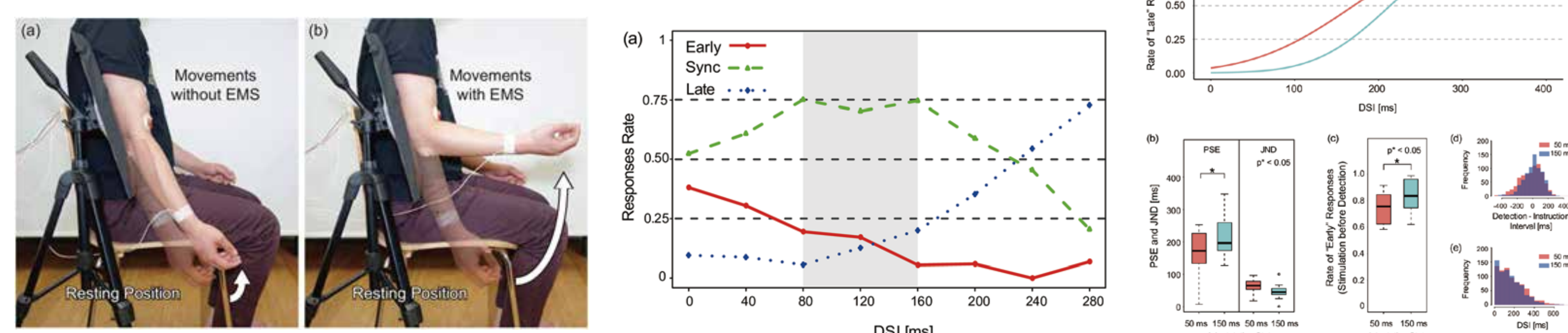
- **随意運動中に運動介入を感じにくいシステム（運動誘導）**
- 意図に反さない（透明な）運動介入
 - 一> 人間の予測にあった介入
- 意図に反する・痛み・不快感
- 正確な運動介入 一> 精密な運動結果の制御
 - 目的動作の達成・運動介入の正確性
- **筋電気刺激・運動中の課題**
- **筋電気刺激が随意運動中の
人間知覚に与える影響は未説明（運動の予測）**
- タイミング・力発揮量に関して数理モデルを構築し、
人間の知覚特性を解明する
- タイミングによる透明性制御手法の提案
- **筋肉と皮膚の位置関係がずれてしまうため、
正確な運動介入は困難（運動結果）**
- 運動点（筋電気刺激に最適な部位）を運動中にも
正確に刺激ができる装置を開発する
- 介入装置 → 運動計測一介入のループを作る
インタラクティブデバイスの開発

研究内容



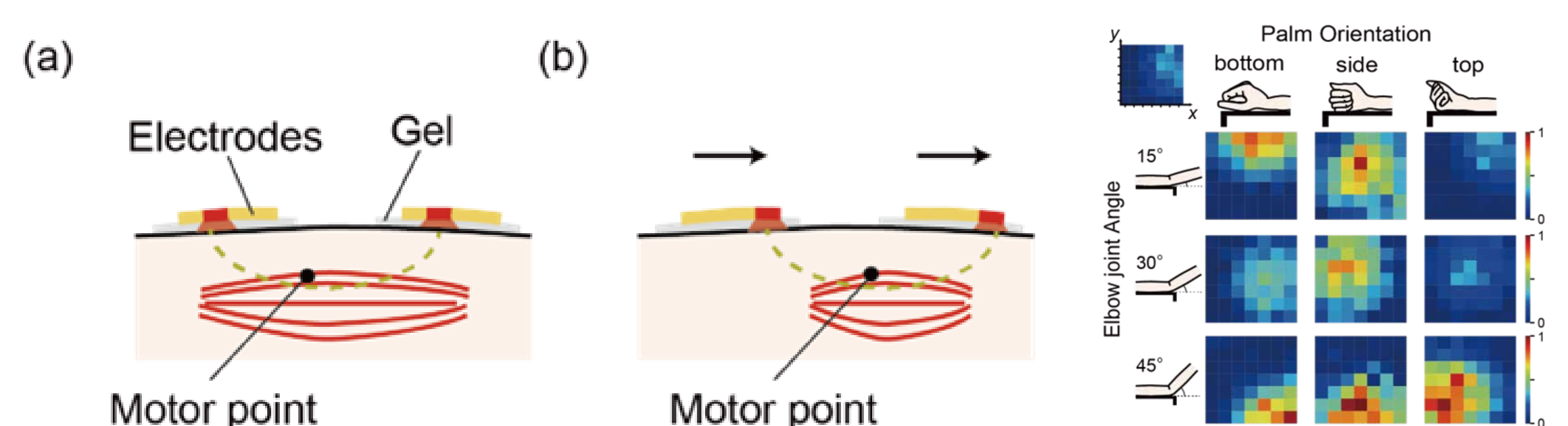
A. 順応の検証

- 人間の意図に沿った運動介入
- 刺激をし続けると、時間差への慣れの影響があるか？
- 筋電位検出から 80-160ms 程度の刺激で同時と感じる
- **慣れの影響を実証**



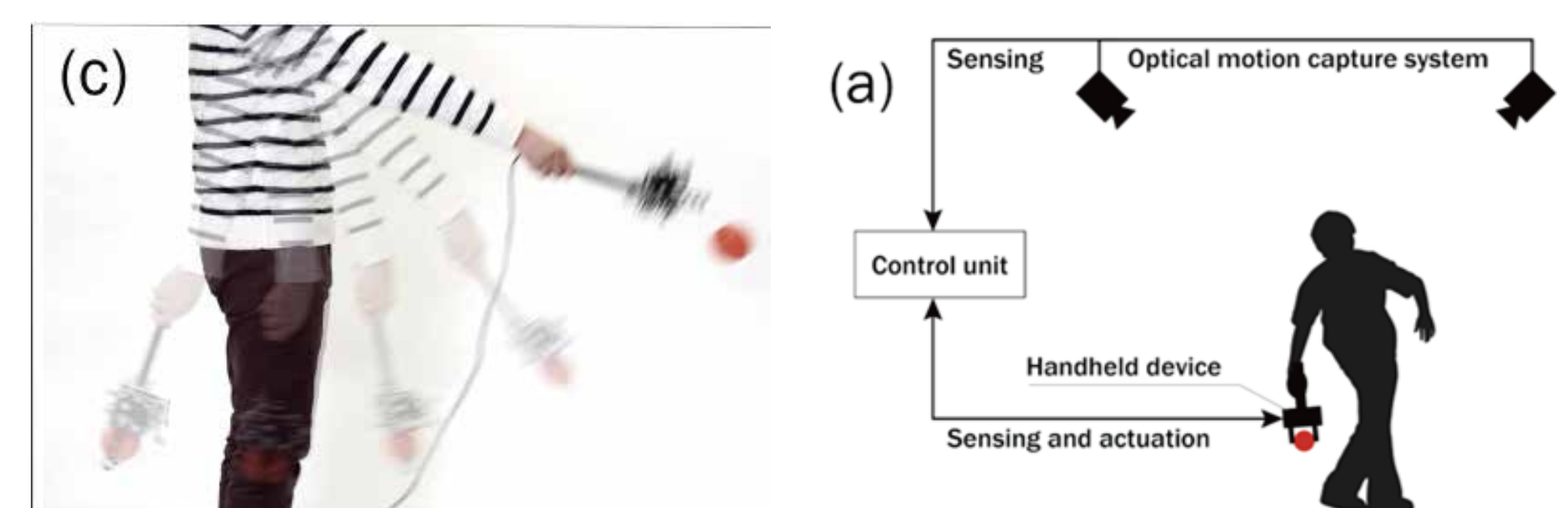
B. 適応的電極選択装置

- 運動介入の「結果」の精密化
- 筋電気刺激には最適な部位（運動点）が存在する
- 小さい電極でピンポイントに刺激：小電流で駆動
- 痛み・不快感の低減、気づかれないキャリブレーション
- 運動点は筋肉の収縮でずれる
- **数 mm 単位で電極位置を選択できる回路を開発**



C. 投擲動作支援

- モーションキャプチャと IMU センサによって
人間の振り動作を取得
- ボールの軌道を計算、**的に当たるタイミングで投擲**



将来展望

随意運動と筋電気刺激の合成運動に関する知覚の解明

- 随意運動中に運動介入をする場合の基礎的知見

実社会への応用

- 補綴工学・リハビリテーション
- 熟達者の身体動作・表現の再現・習得