

ミクロ世界と身体を つなぐインターフェイス

大伏仙泰 (東京大学)

東京大学 VR教育研究センター ドクトラルシンポジウム / 2021年7月16日

おおぶし のりやす

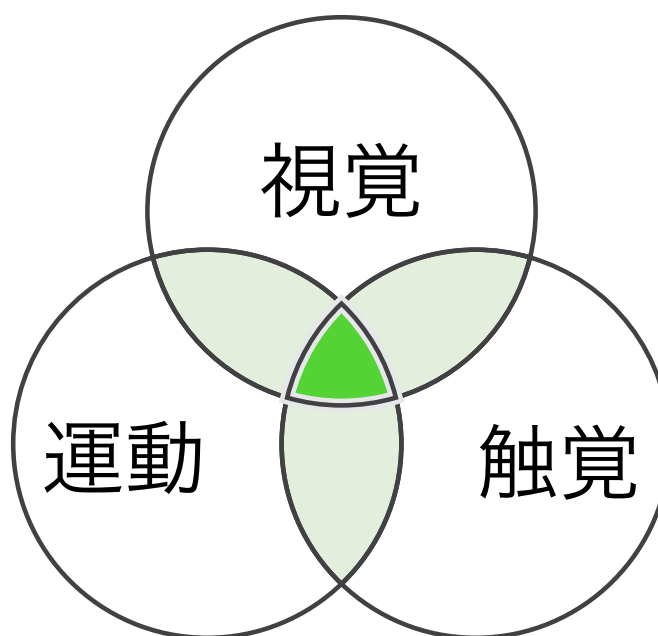
大伏 仙泰

東京大学 先端科学技術研究センター 身体情報学研究室

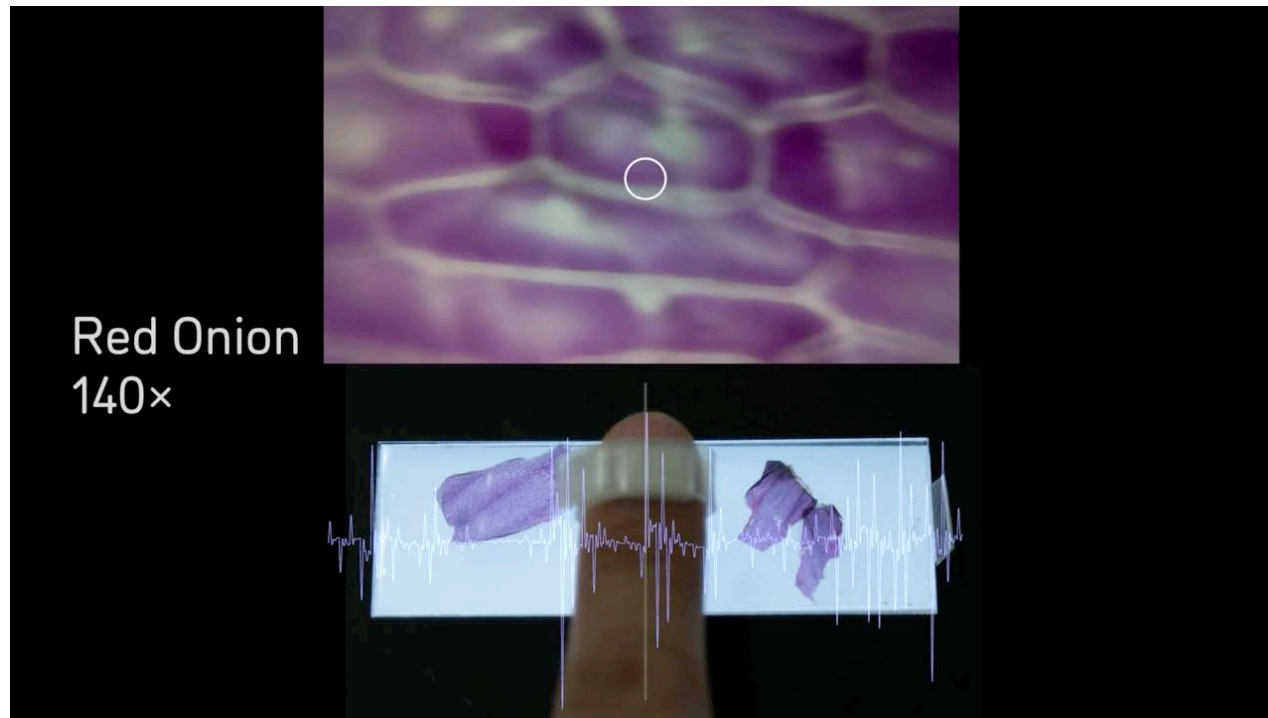
博士後期課程2年 / 日本学術振興会特別研究員 (DC1)



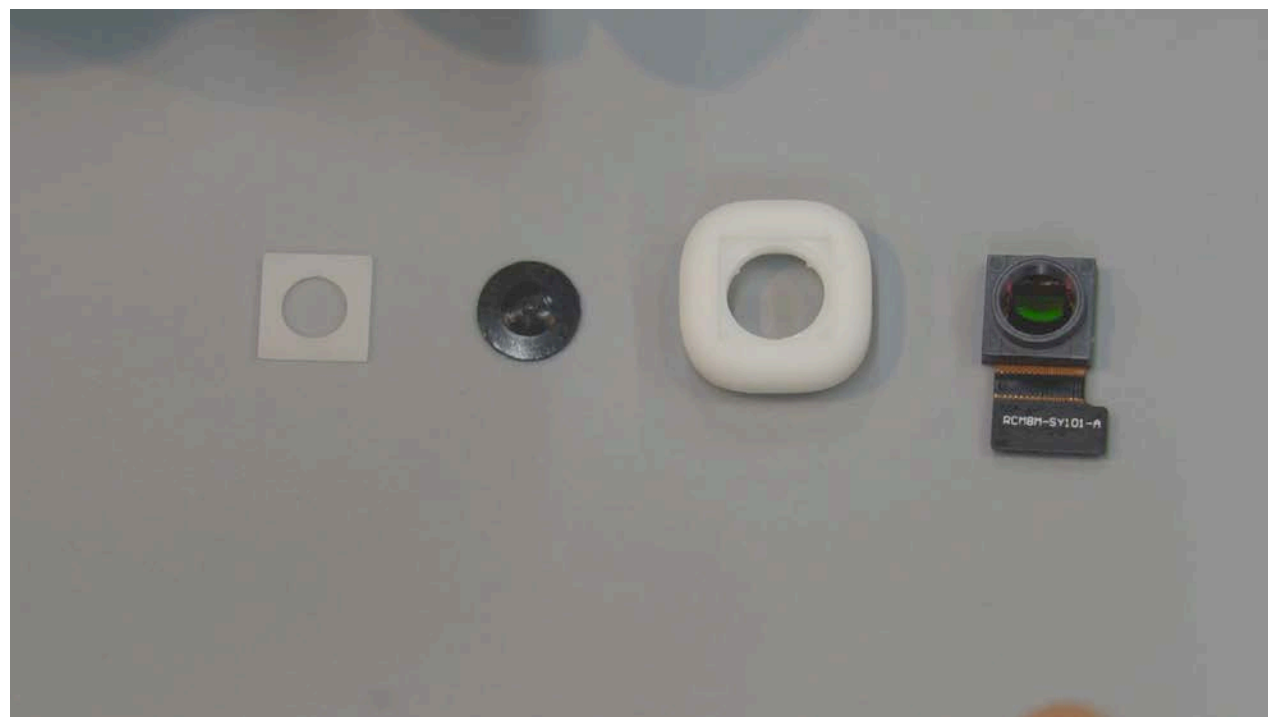
興味：感覚と運動の境界領域における
ヒューマンインターフェイスの設計



指先顕微鏡 MagniFinger

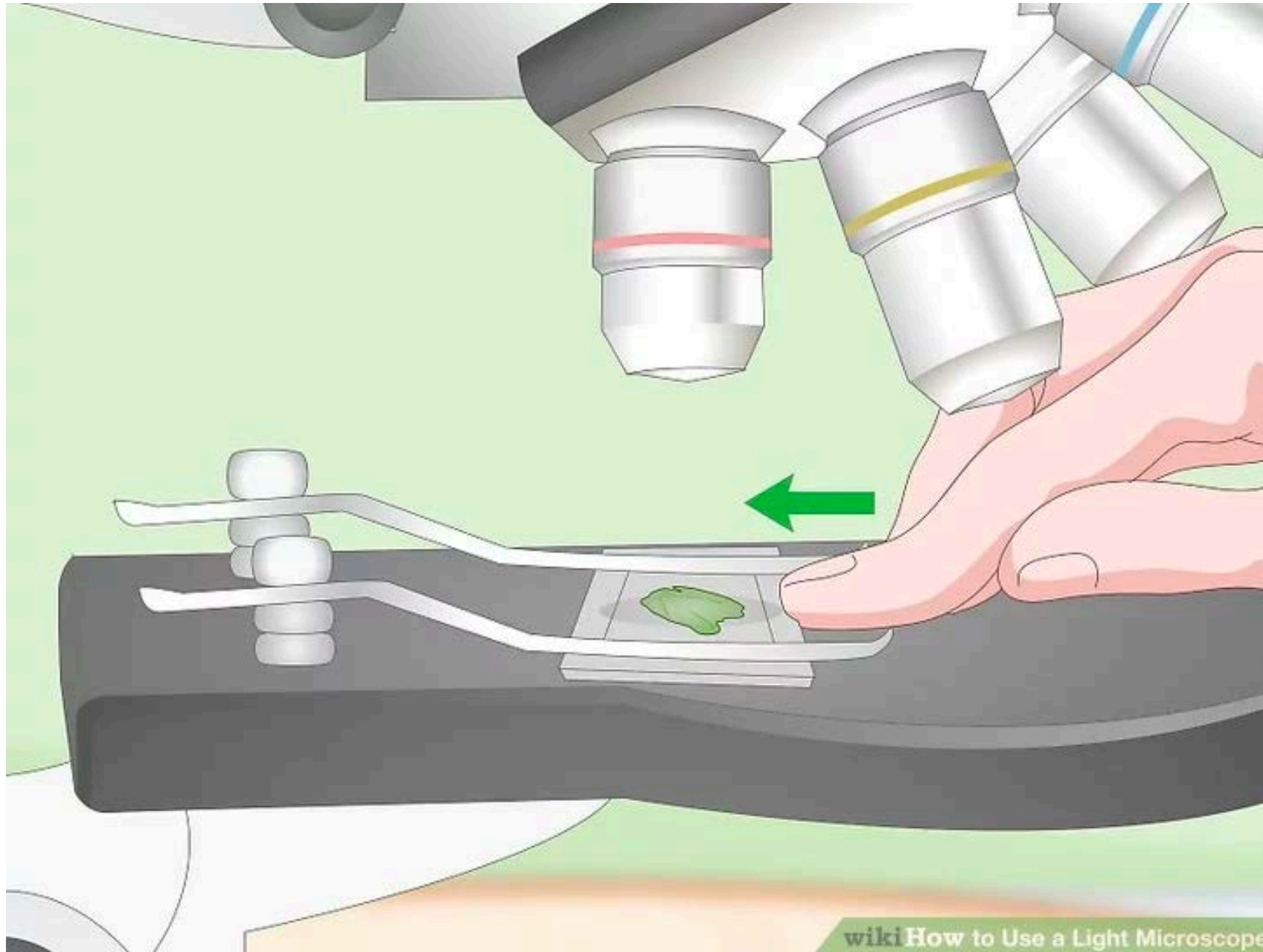


指の巧みな動きを利用



簡単な仕組みで実現

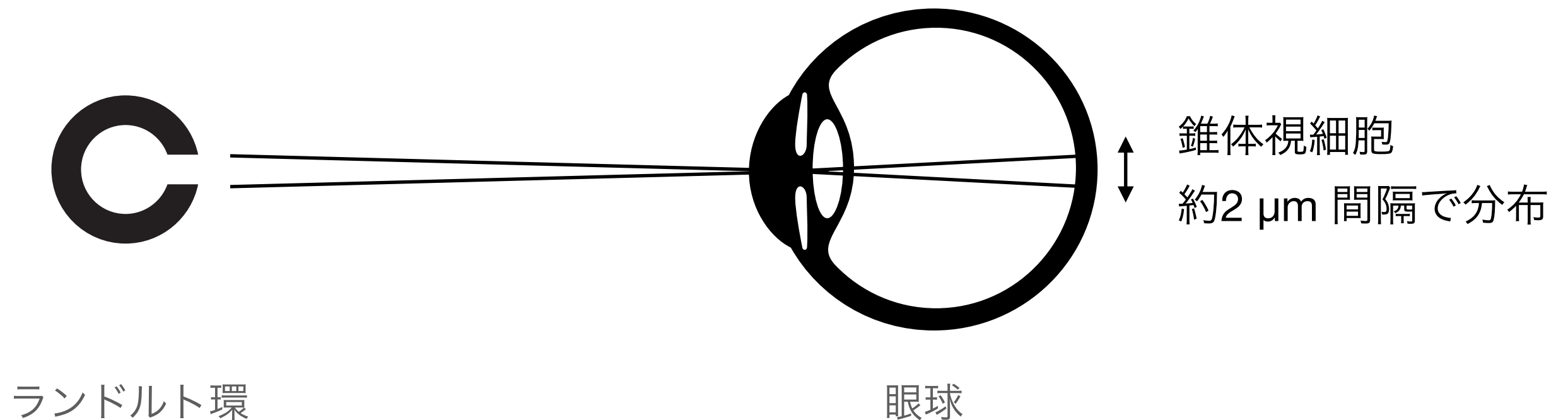
顕微鏡：のぞく位置と試料の位置が一致しない



<https://www.wikihow.com/images/thumb/e/e8/Use-a-Light-Microscope-Step-6.jpg/aid10502497-v4-728px-Use-a-Light-Microscope-Step-6.jpg.webp>

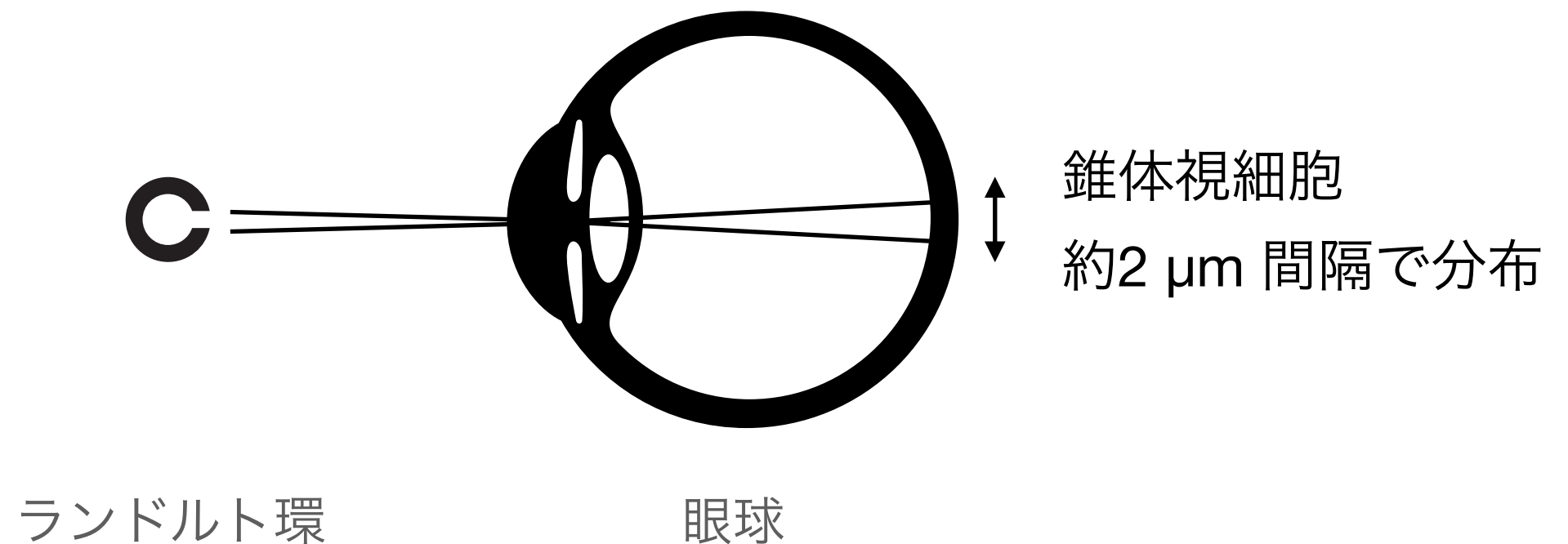
肉眼で小さな物を見る方法には限界がある

- 視力1.0の場合、1分 (1/60度) の隙間を識別可能 (視力の定義)



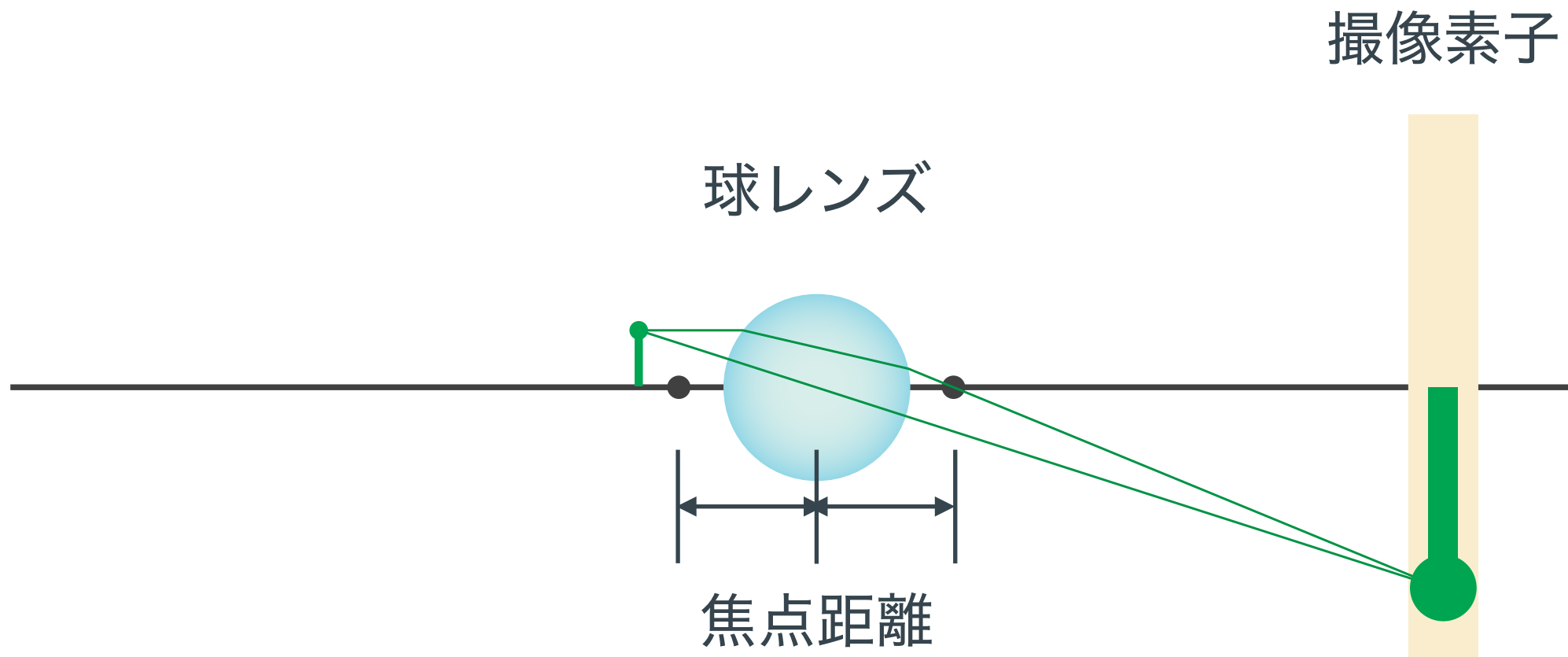
肉眼で小さな物を見る方法には限界がある

- どんなに小さな環でも近づくと細かく見えるが、近づきすぎると次第にぼやけて見える



球レンズを用いることで近距離でもピントが合う

- 球レンズの焦点距離：**直径に比例して小さくなる**
(直径1 mmの場合、焦点距離は 約0.75 mm)
- 焦点距離が十分に短い場合
近距離でもピントが合う：**触るように見る**体験が実現



指先を介した視触覚的観察

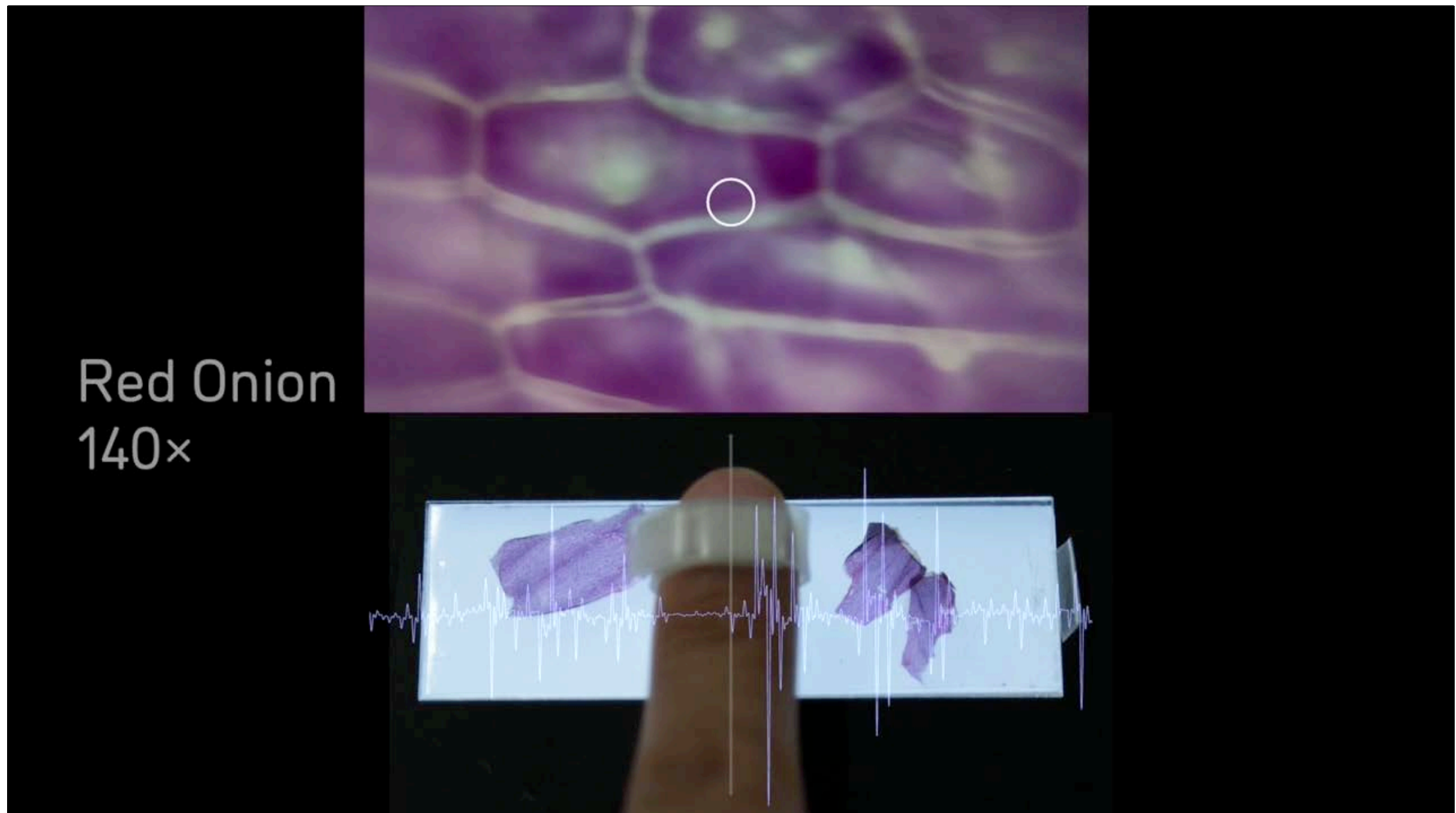
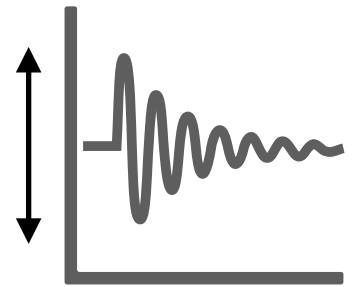
球レンズと
撮像素子

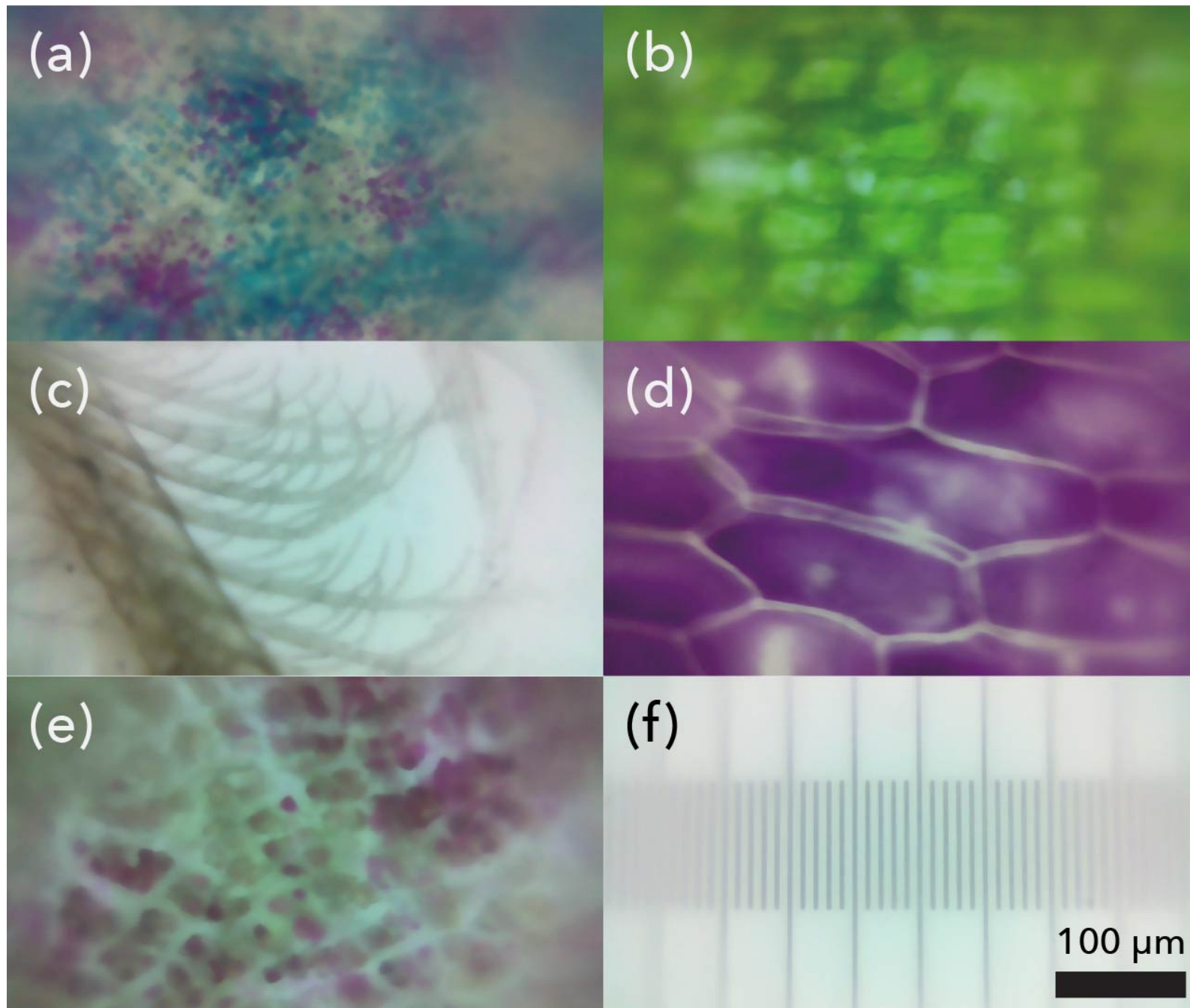
振動子



画面中央の輝度変化 (動画の波形) を振動で表現

- 明暗の変化が大きいほど波形の包絡線の振幅が大きくなる





(a)印刷物	(b)水草
(c)羽	(d)赤玉ねぎ
(e)リンゴの皮	(f) 対物ミクロメーター

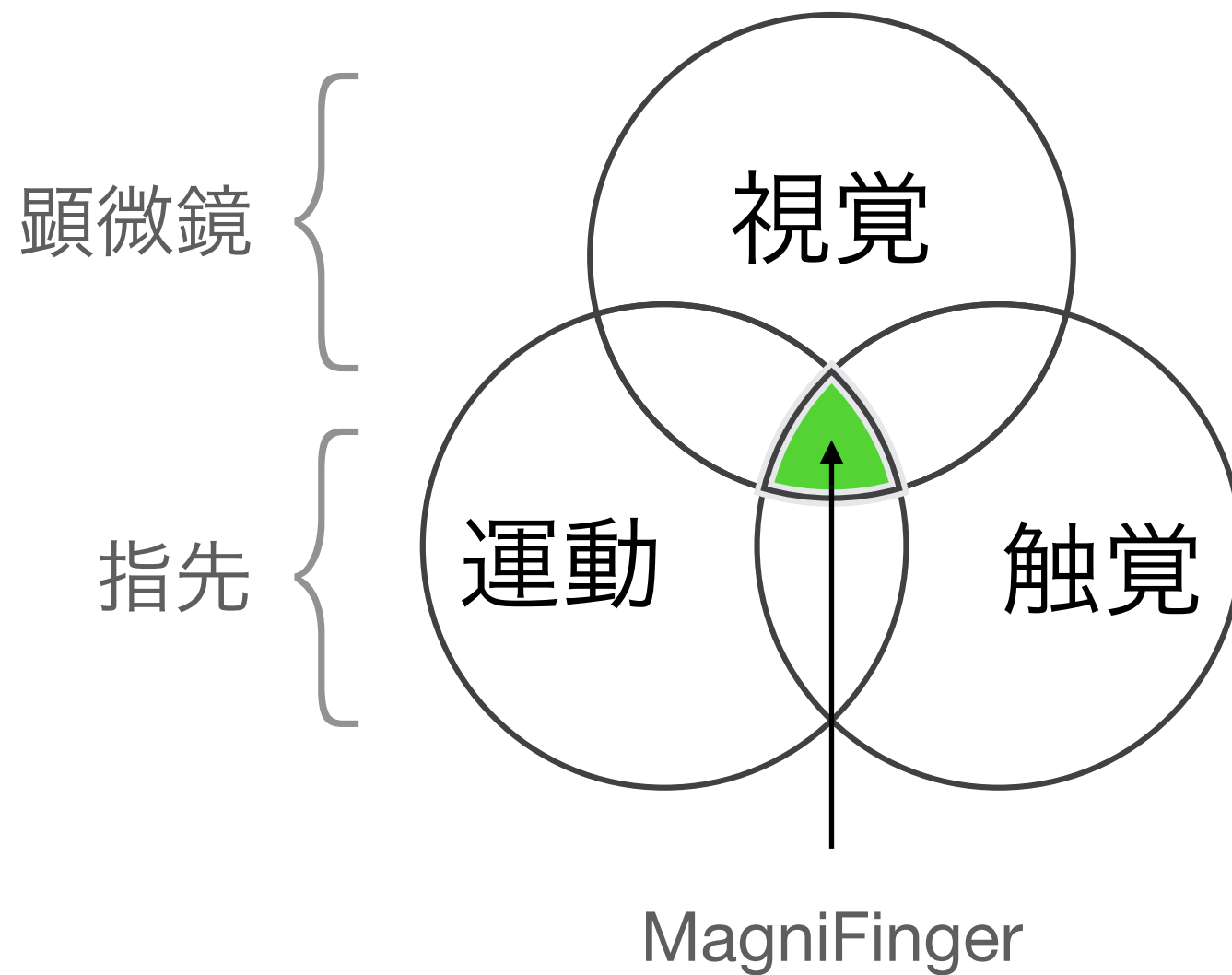
※ 透過照明を使用して撮影



駒場キャンパスで採取したミジンコ

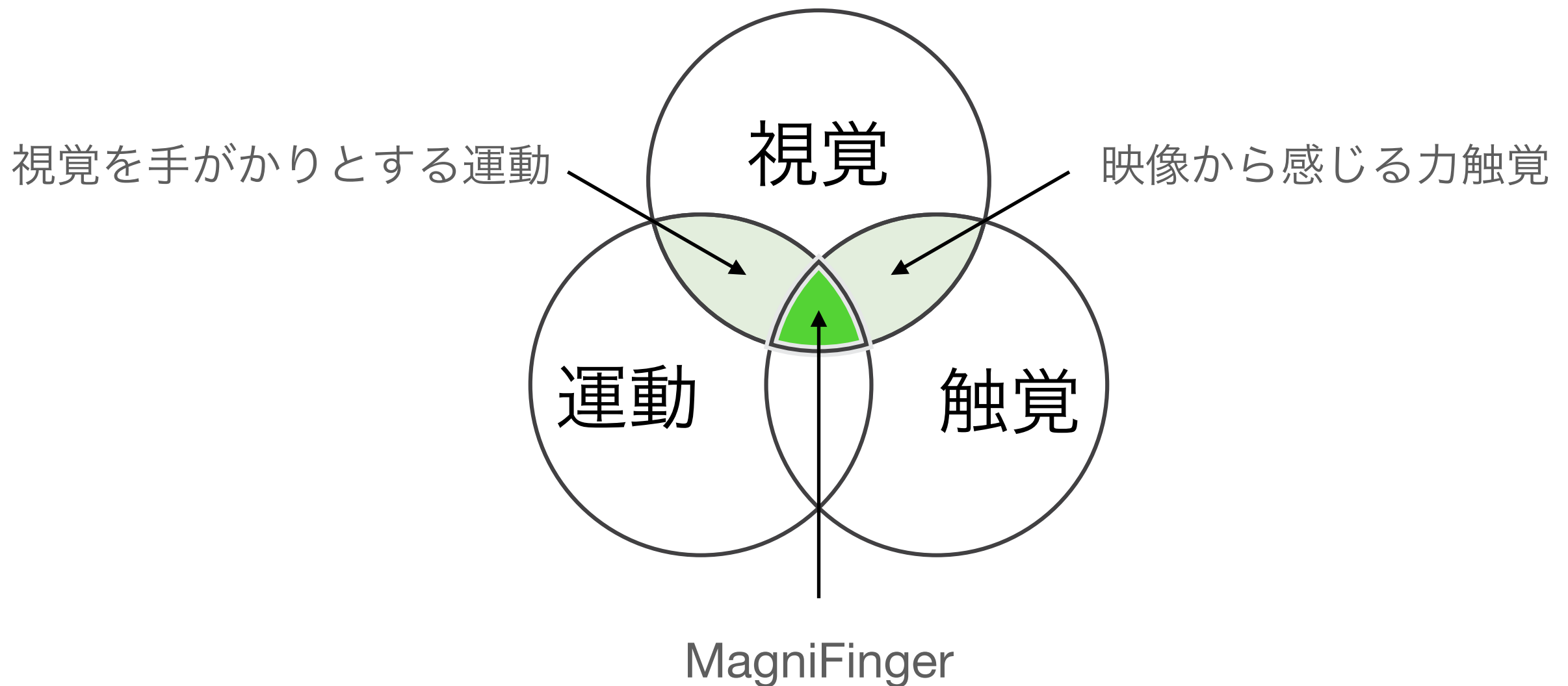
本研究の立ち位置

- 細やかな触知覚と運動能力に顕微鏡で見る視覚的体験を融合



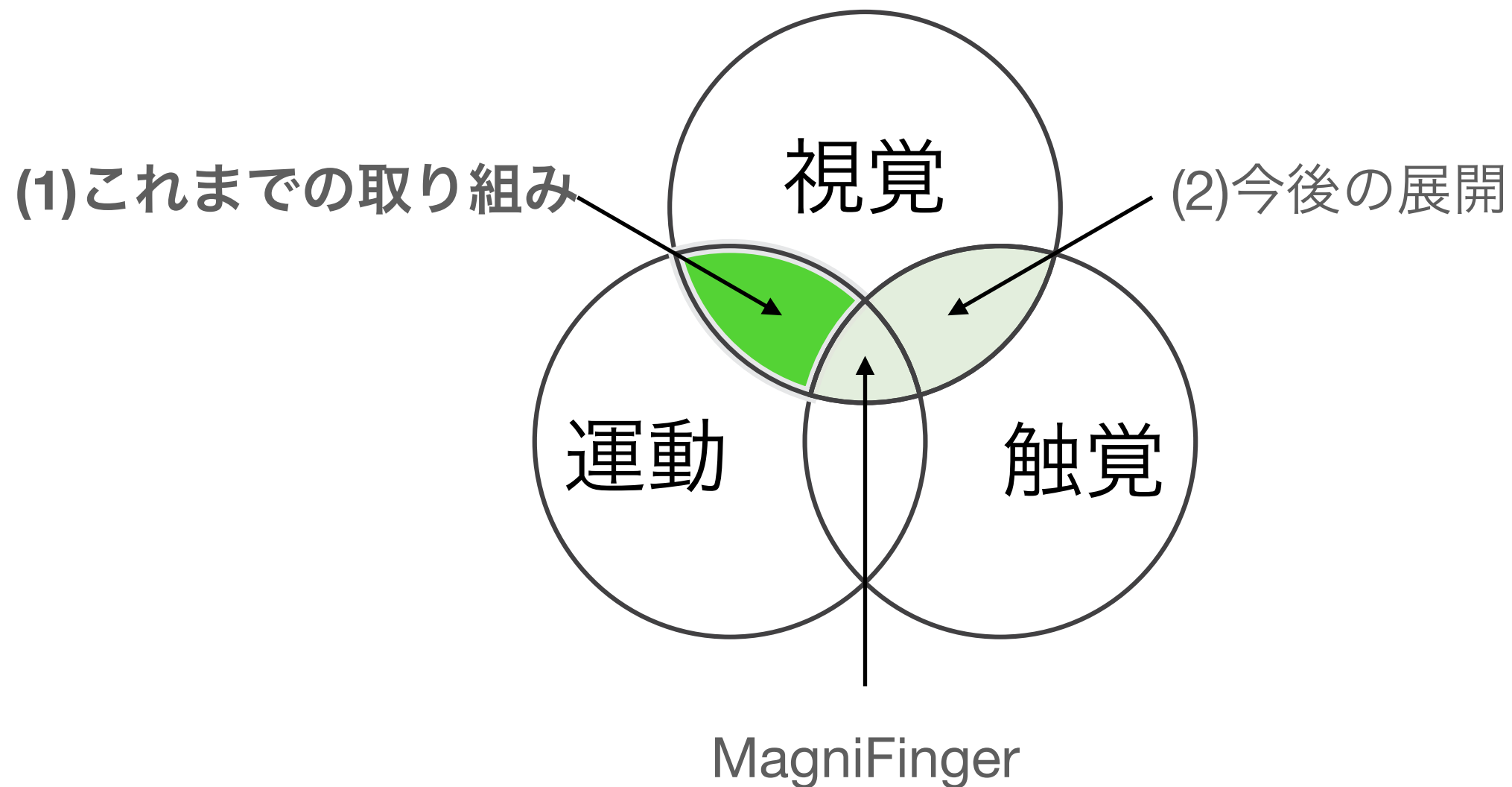
関連領域と領域開拓の方向性

- 関連領域：指を介した視覚と触覚・視覚と運動の相互作用



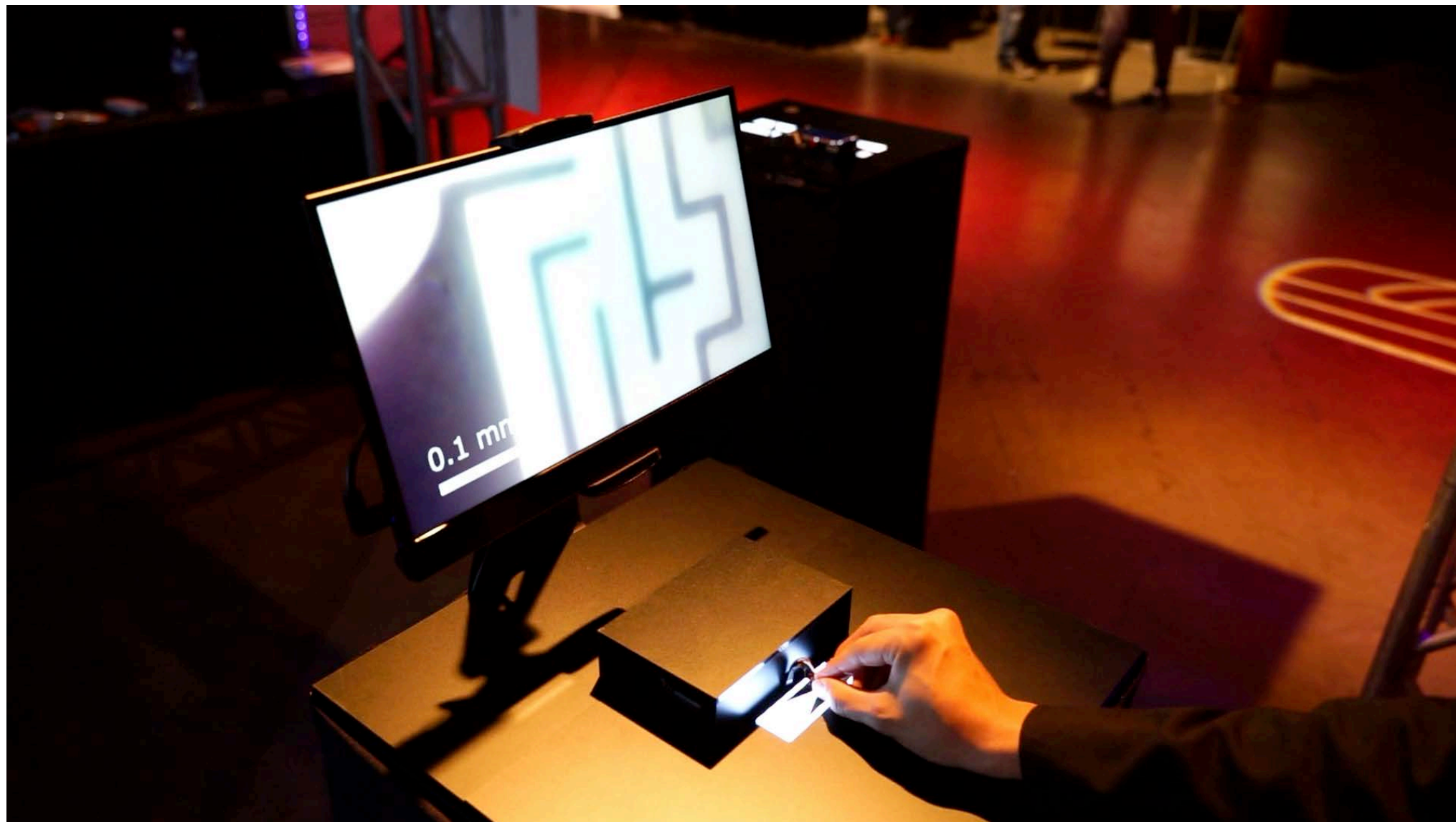
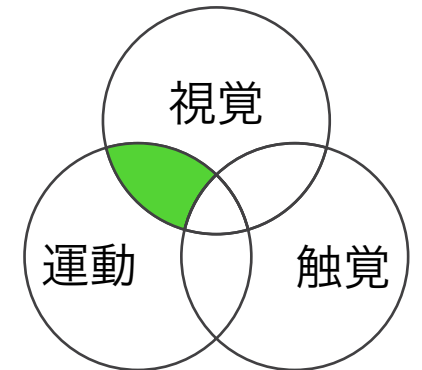
関連領域での (1)これまでの取り組み (2)今後の展開

- 関連領域 (1)：拡大した視覚を入力とする細かな運動



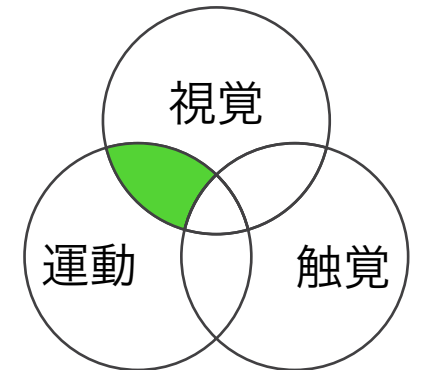
拡大した視覚を入力とする細かな運動：50 μm 幅の迷路

- 体感的には慣れると上達する

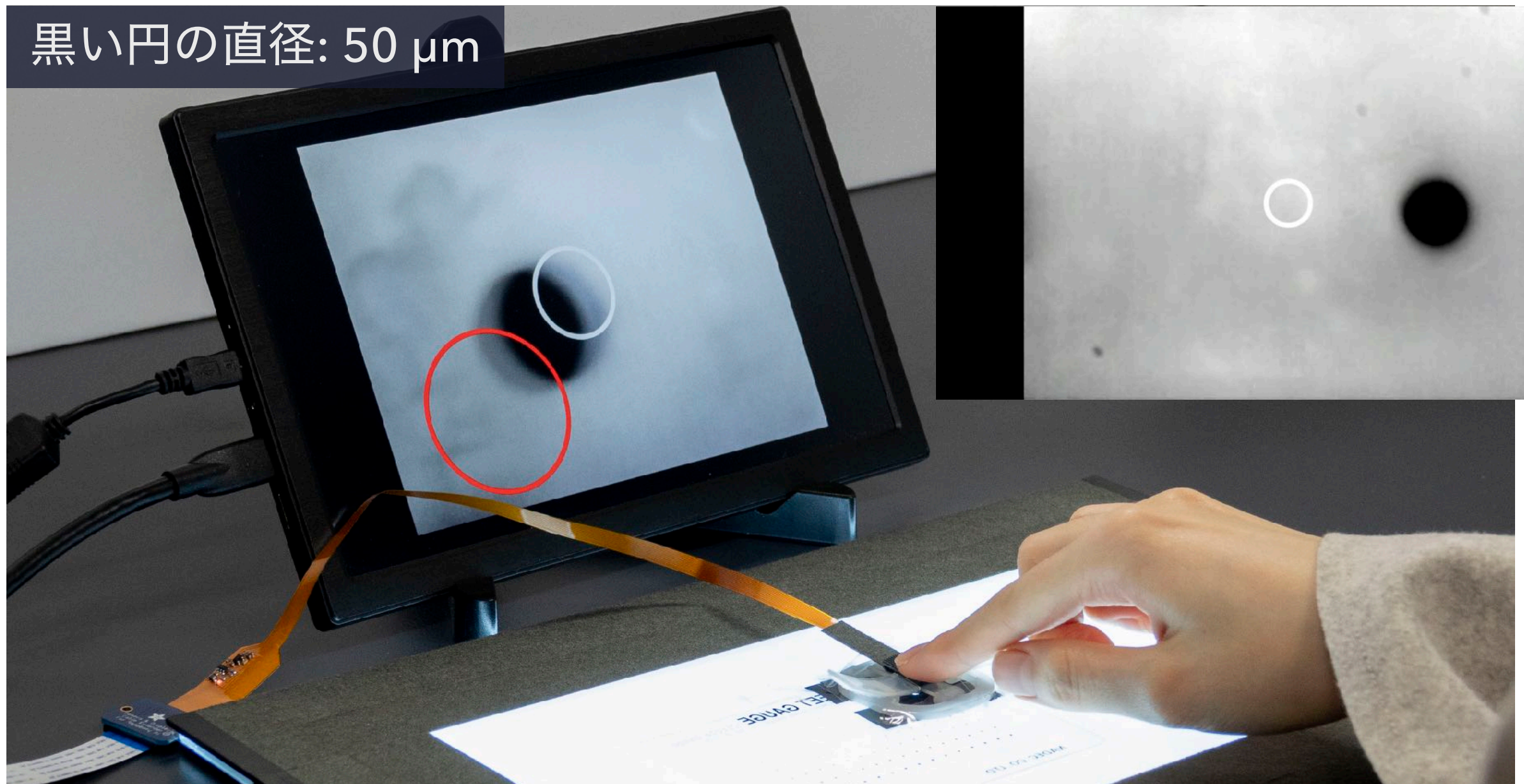


実験：人の器用さは向上するか？

- 黒い円を画面上で移動させる所要時間を計測

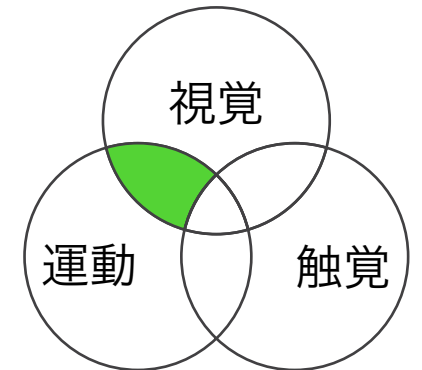


黒い円の直径: 50 μm

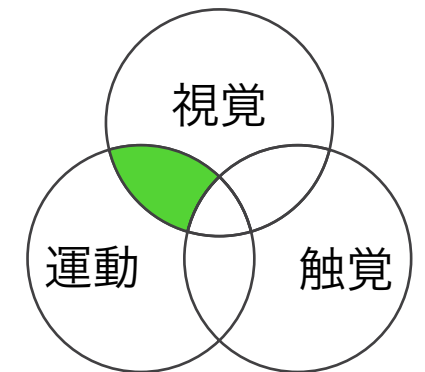


結果：人の器用さは向上するか？

- 個人差が大きいため、今後倍率を変えて検証予定



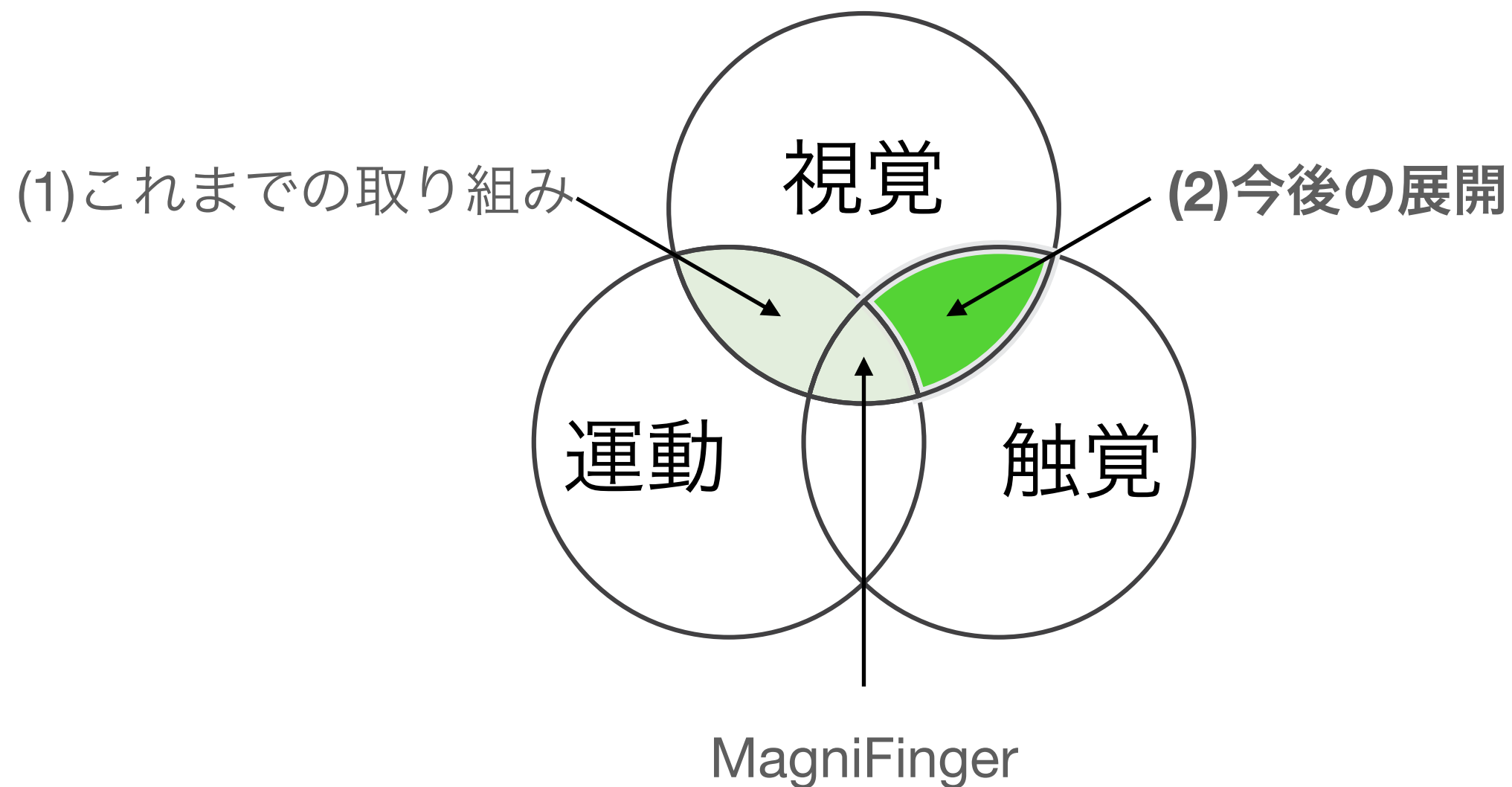
考察：指先顕微鏡を使った「器用さ」の測定



- 人の器用さ = 指先顕微鏡の使いやすさ
- もし使う人が徐々に器用になると？
 - 器用さ向上のためのトレーニングとしての応用

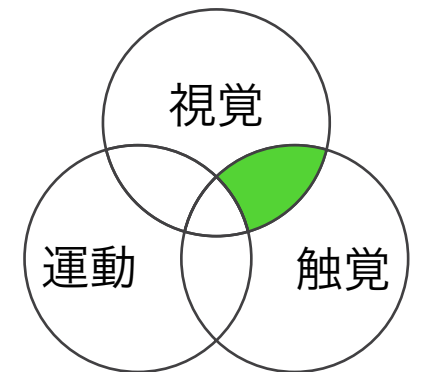
関連領域での (1)これまでの取り組み (2)今後の展開

- 関連領域(2)：視覚から生起される力触覚とその応用



今後の展開：視覚から生起される力触覚とその応用

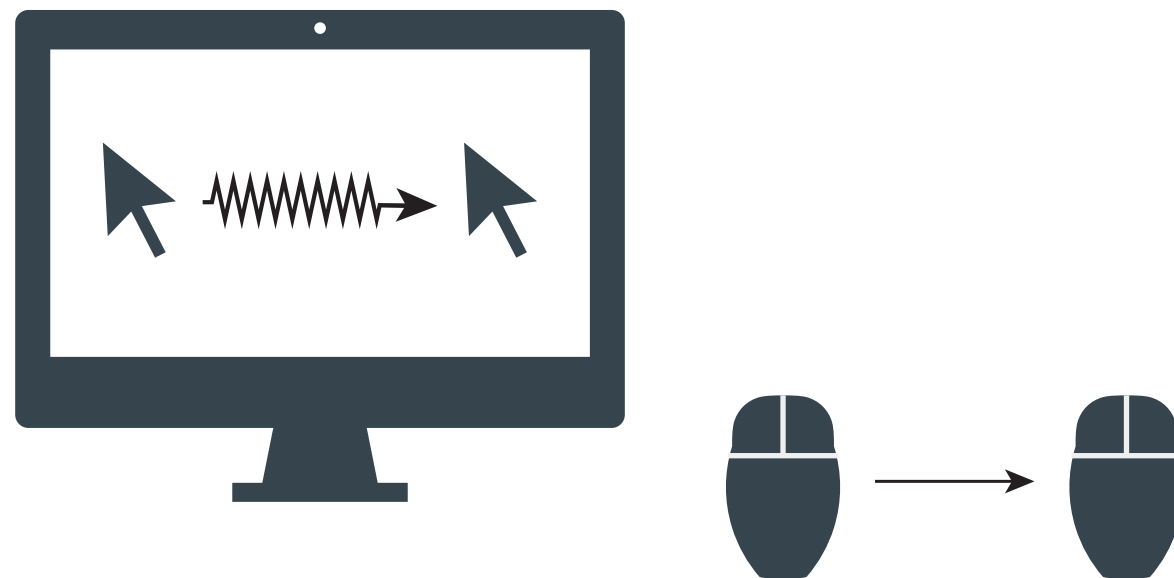
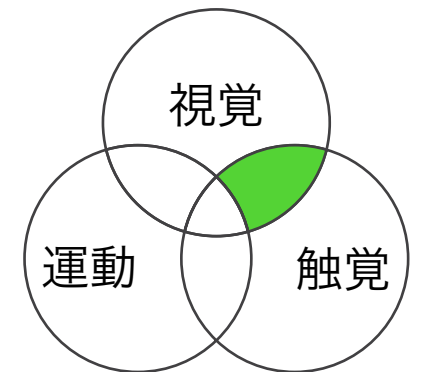
- 顕微鏡を日常的に使う研究者から得たコメント
「顕微鏡を覗きながら作業を行うとき、
道具を介した触覚を感じることもある」
- 拡大時に視覚的な力触覚が生起される条件について要調査



今後の展開：視覚から生起される力触覚とその応用

- 擬似触覚 (Pseudo-haptics)

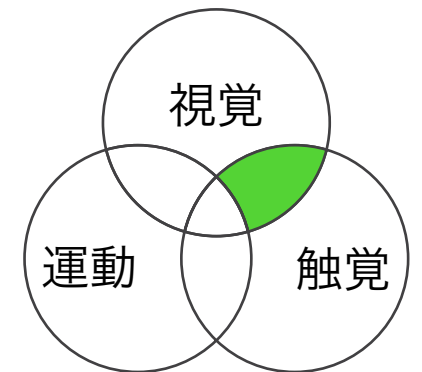
マウスカーソルなど動作の視覚的な表現に対し、位置・速度に関する視覚的な変調を行い、摩擦・外力などを提示



(例) カーソルがギザギザ状に動くとザラザラとした触感を感じる

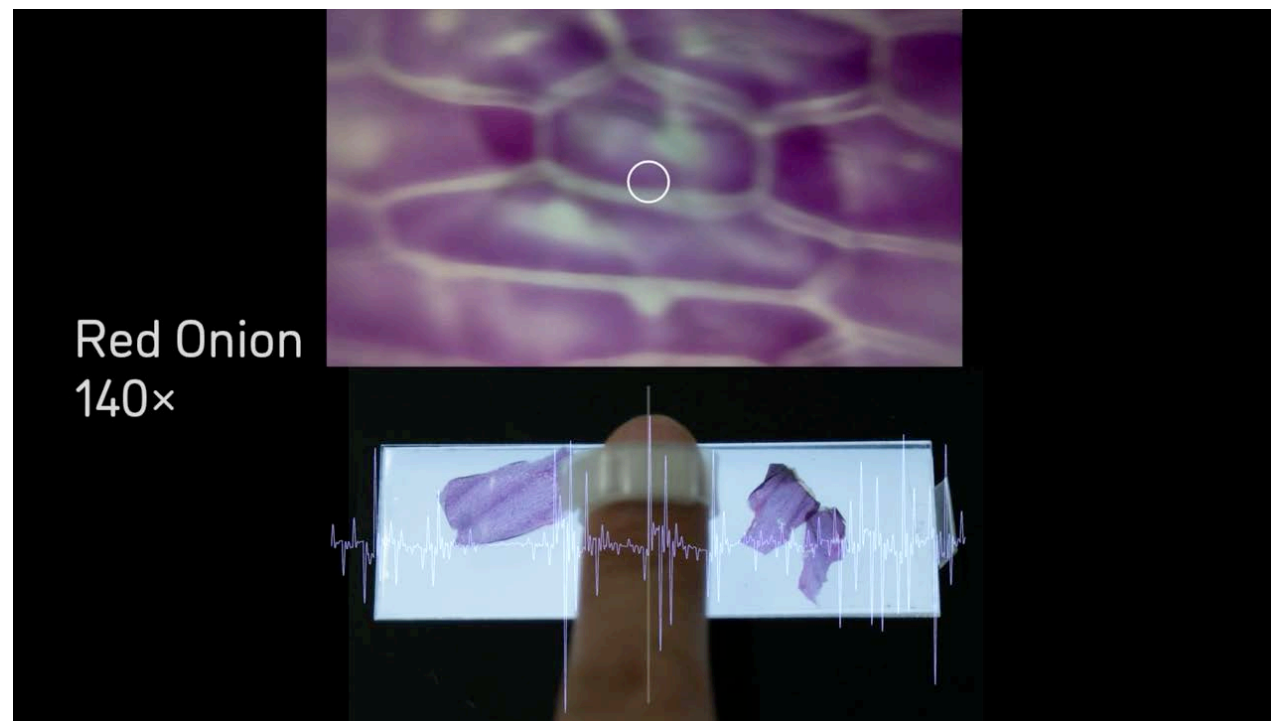
今後の展開：視覚から生起される力触覚とその応用

- 顕微鏡下で精密な作業が要求される手先に対し、物理的身体への介入を伴わない力触覚提示は可能か？
- わずかな振動が問題になる場面において、有効な力触覚提示の手法になる可能性

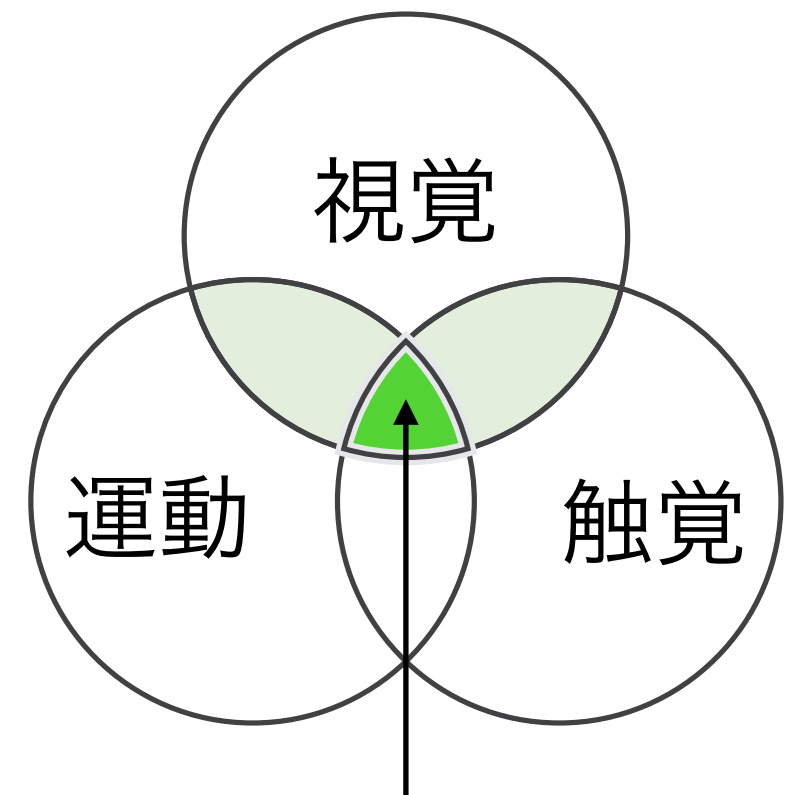


指先顕微鏡 MagniFinger

指先の触知覚・器用な運動能力と顕微鏡による視覚的体験を融合



- 本研究の立ち位置
- 関連領域における
 - (1) これまでの取り組み
 - (2) 今後の展開



MagniFinger

指先顕微鏡の応用

- 空間分解能の高さを利用した**センシング**
 - (例) 画像に基づく微小な指圧のセンシング
- **触覚コンテンツ**

フィルムなどに印刷・再生する仕組みを利用

 - (例) 視認できない細かなパターンに触れることで再生