

触感コンテンツの現状と課題

電気通信大学

梶本裕之

kajimoto@kaji-lab.jp

<http://kaji-lab.jp>

あらゆる人工物は触感コンテンツである



Something to wear (衣)



Something to live (住)



Something to manipulate (食)



Something to play (遊)

タッチパネルの普及は、触る価値を再認識させた



iPod 2001



iPhone 2007



iPad 2010



AppleWatch 2015

一方で触感だけが持つ価値、触ることによって初めて可能となる新しい応用の形は未だ明確ではない。

今後やるべきこと

Science (なぜ, どのように)

- ・「触覚テレビ」はどうすれば出来るか
 - 1ピクセルの話: 触覚における「**原色**」の構築
 - 広がった話: 皮膚上の時空間分布による「**触感**」の構築

Application (なんのために) 本日はこちら

- ・触覚は我々の生活をどう変えるか

最近の研究から見る応用分野の傾向

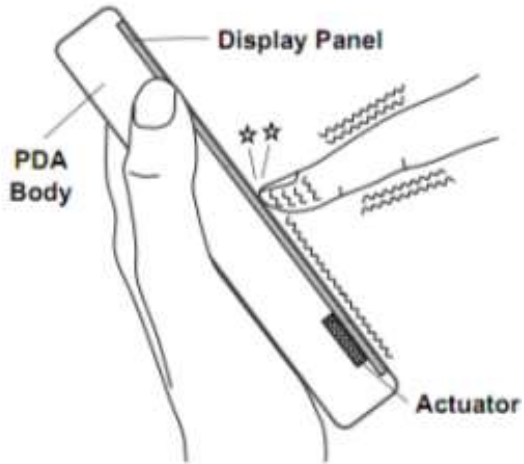
- ・ **Touch Panel**
 - なにはともあれタッチパネル。市場が巨大かつ喫緊
- ・ **Emotion, Affection**
 - 触覚は驚きから愛情まで、幅広い情動へ働きかけることが出来る
- ・ **Navigation, Instruction**
 - 触覚は身体座標に直接提示できる。また無意識の運動も誘導できる
- ・ **Reality, Multimodal**
 - 触覚が視聴覚に加わることでコンテンツの現実感をあげることが出来る
- ・ **The Whole Body**
 - 身体全体への触覚提示により、触覚にも「臨場感」が生じる

TouchPanel: 問題点

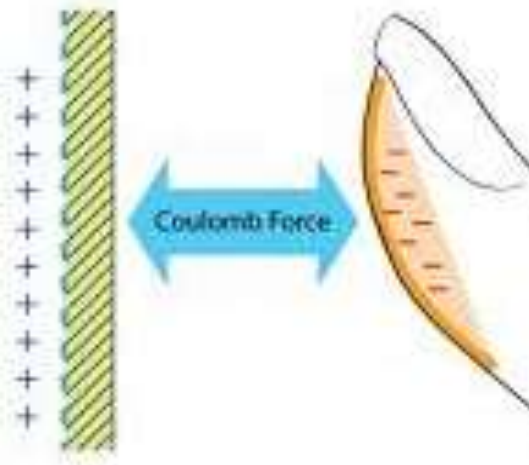


文房具(入力装置)として未熟

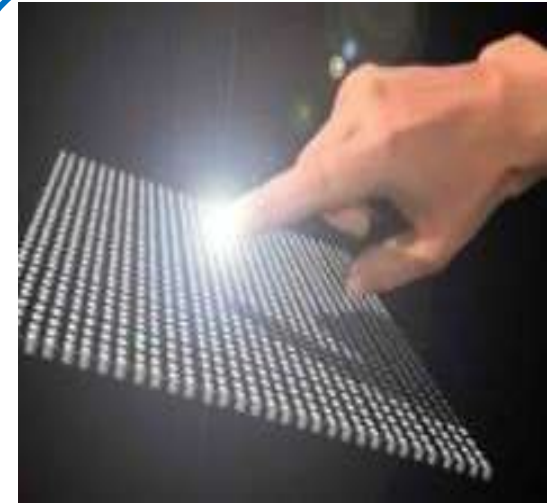
タッチパネルに触感を付与する



Active Click
(Fukumoto, CHI2001)



TeslaTouch
(Bau, UIST2010)



Skeletouch
(Kajimoto, 2012)

「透明」という制約のため、可能な手法は限定

- ✓ 振動子による全面振動
- ✓ 静電場による摩擦制御
- ✓ 電気刺激による神経駆動

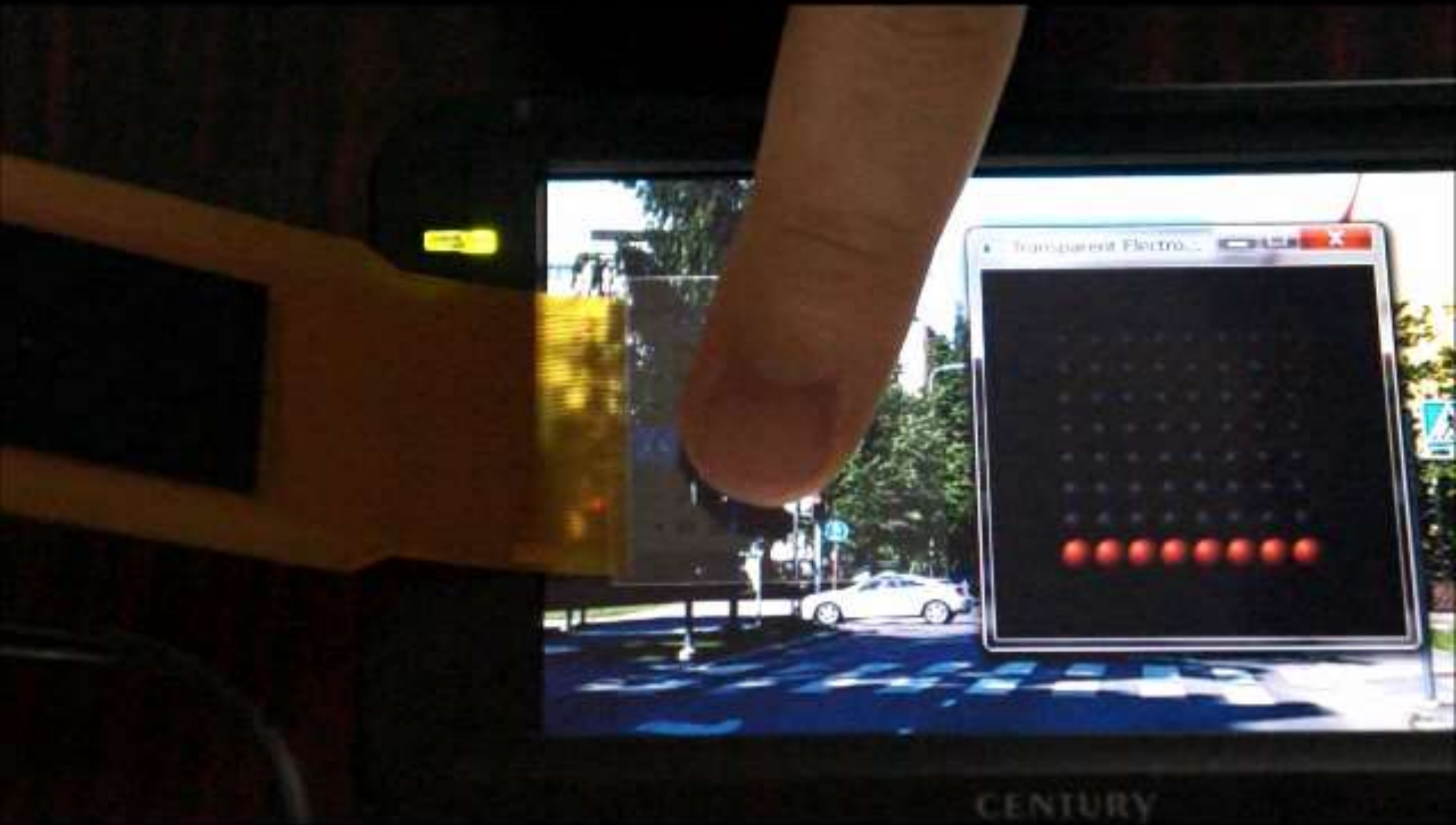
← 原理的には最も制約少

透明電極



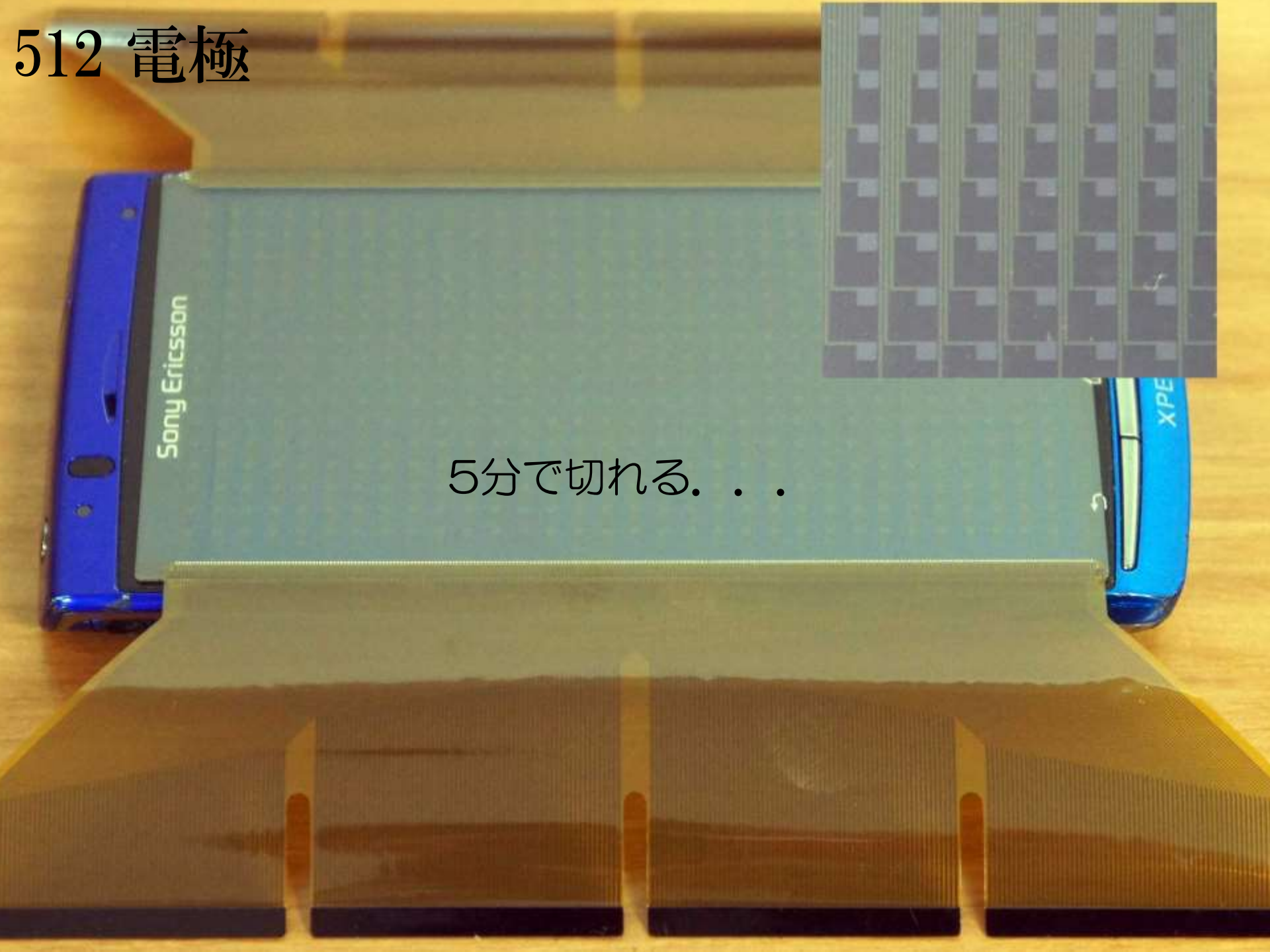
64 transparent electrodes are made of ITO
(Indium, Tin, Oxide)

刺激と計測



あらかじめタッチパネルの機能を備える

512 電極

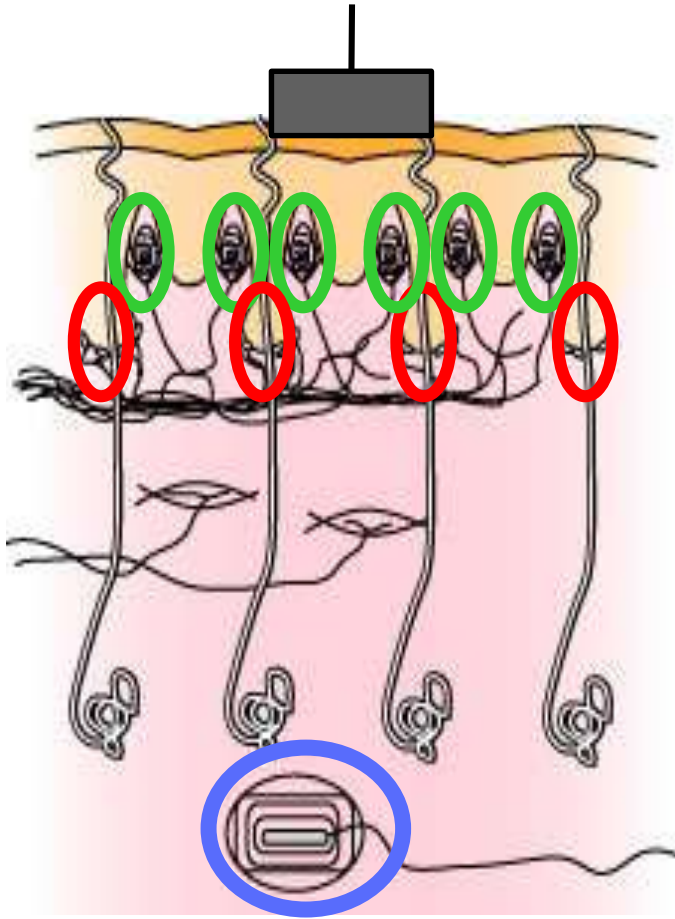


5分で切れる. . .

Demonstration



(電気刺激で)どのように触感を再現するか



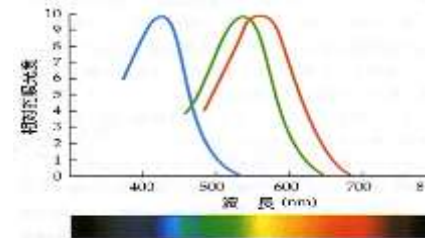
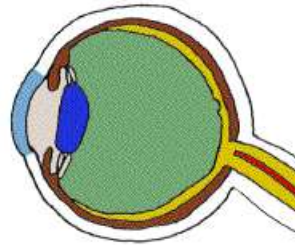
浅部受容器

Merkel 細胞(SAI):圧覚

Meissner小体(RA):低周波振動

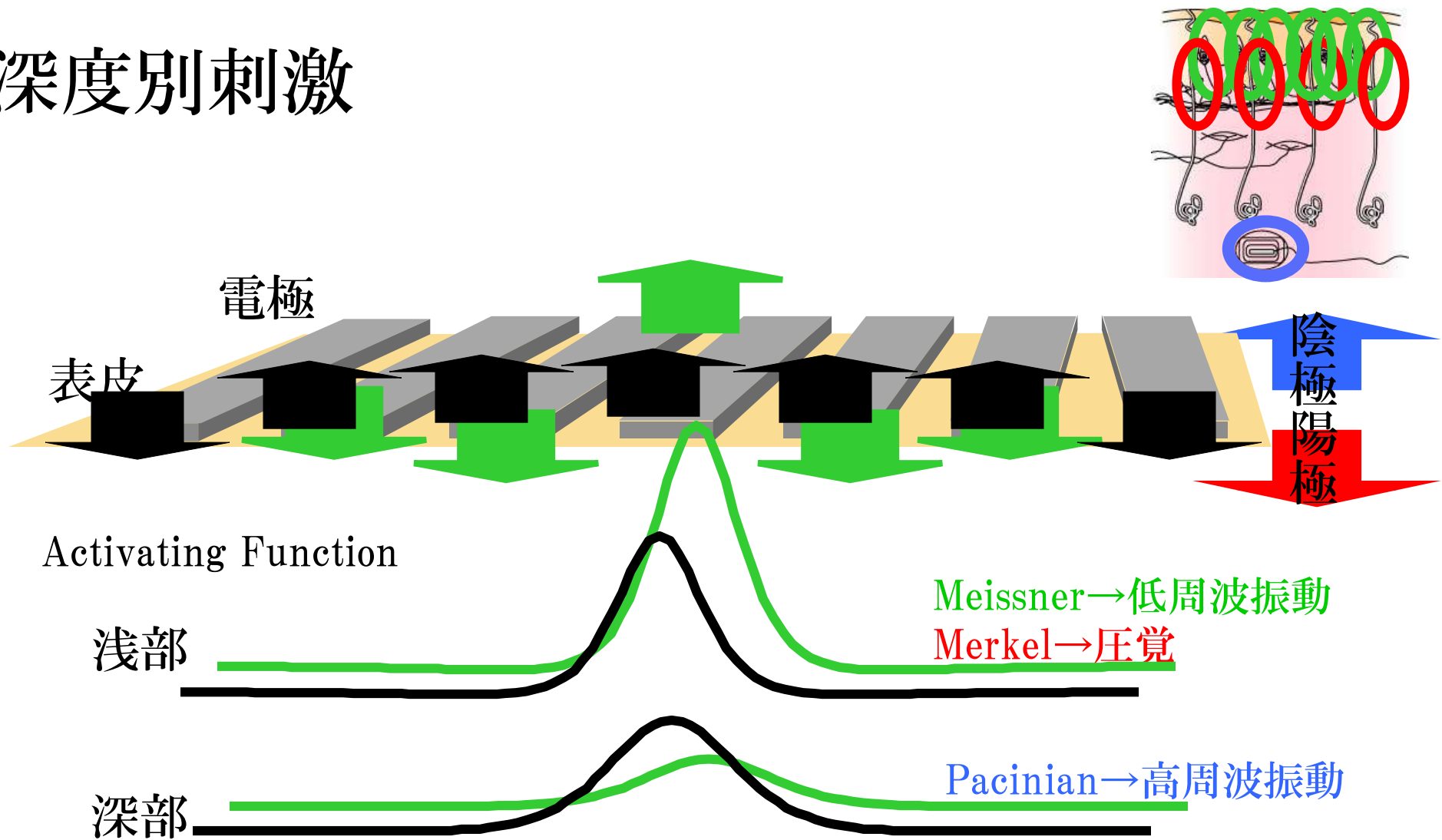
深部受容器

Pacini小体(PC):高周波振動



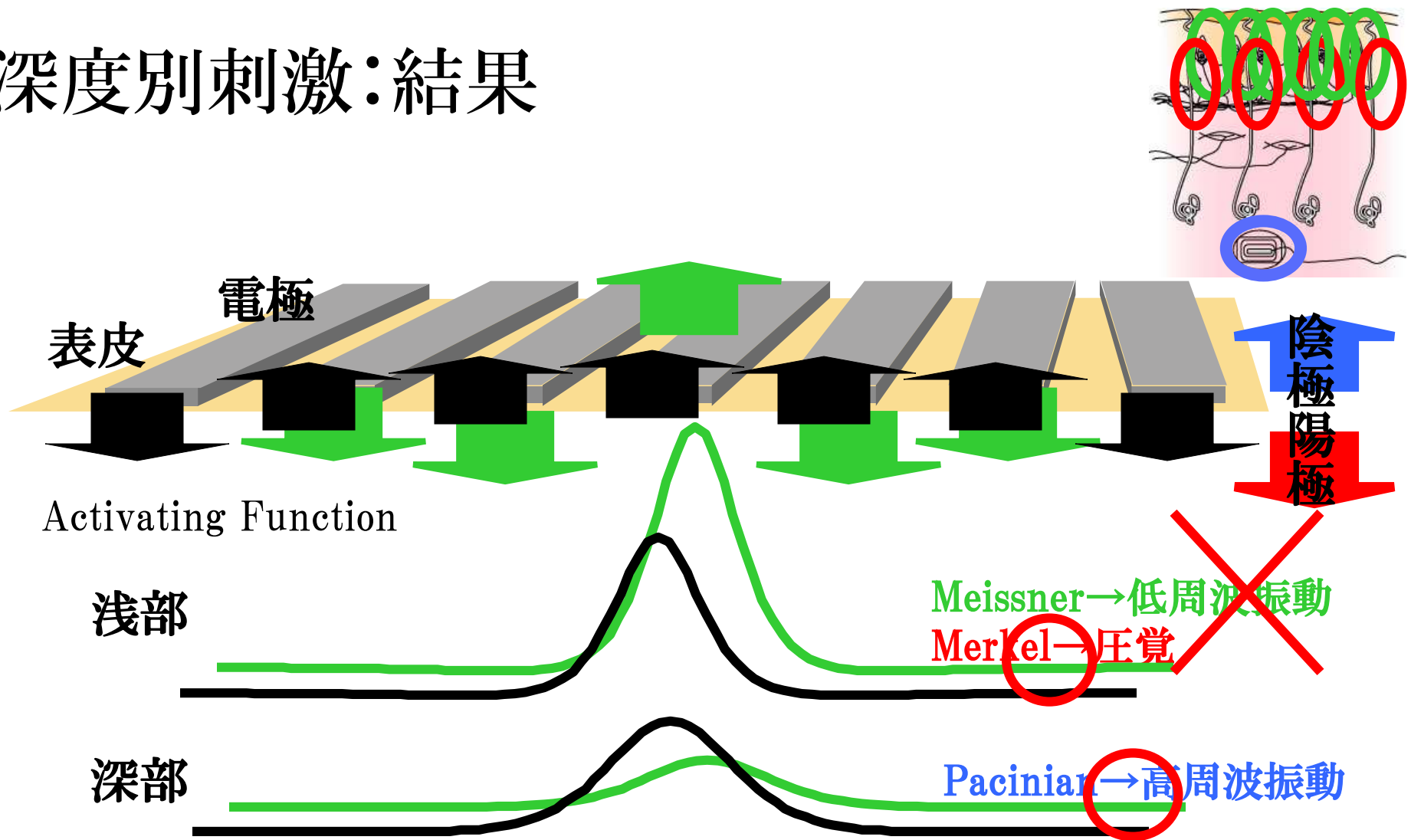
各種受容器を選択刺激できれば、**原色(基底)**として扱える

深度別刺激



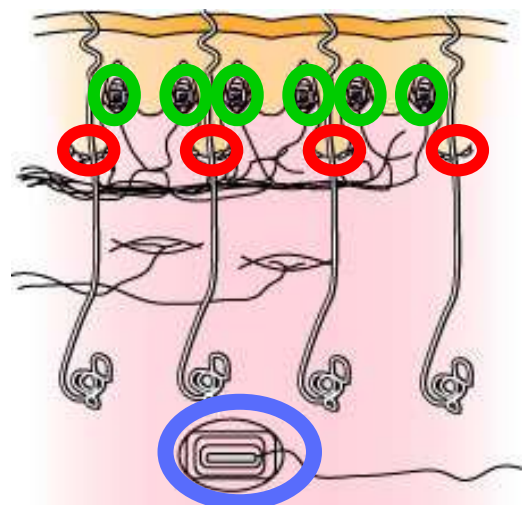
アレイ重み付けによる浅部，深部の選択刺激

深度別刺激：結果

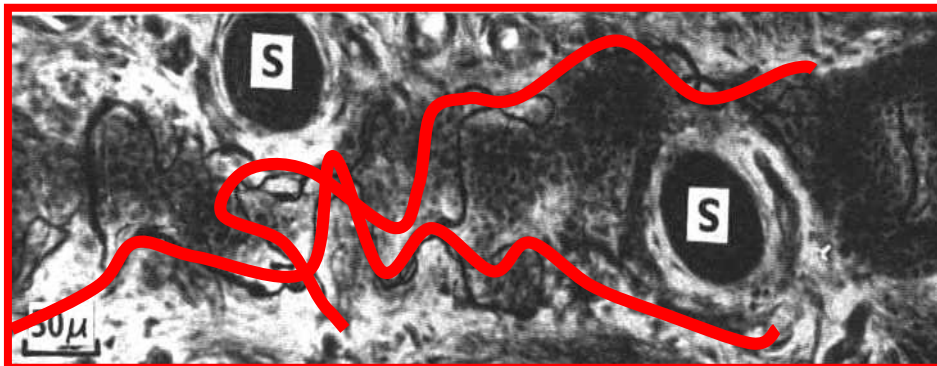


浅部刺激モード内で選択刺激が実現？

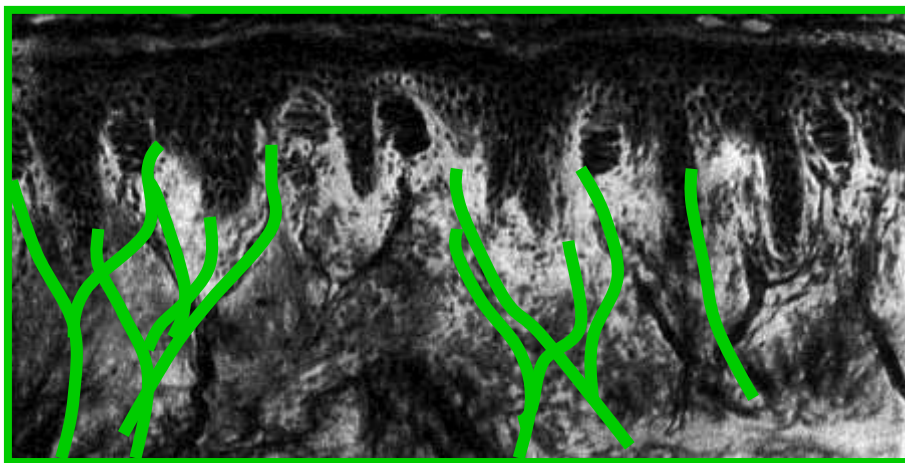
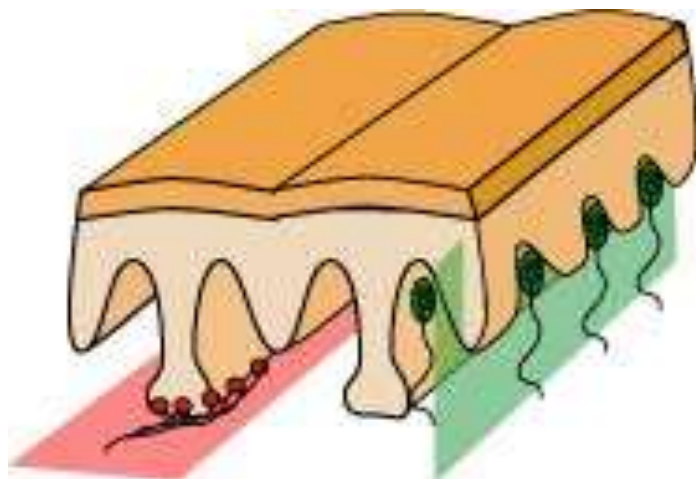
原因：浅部における軸索の走行



Merkel: 皮膚水平に走行

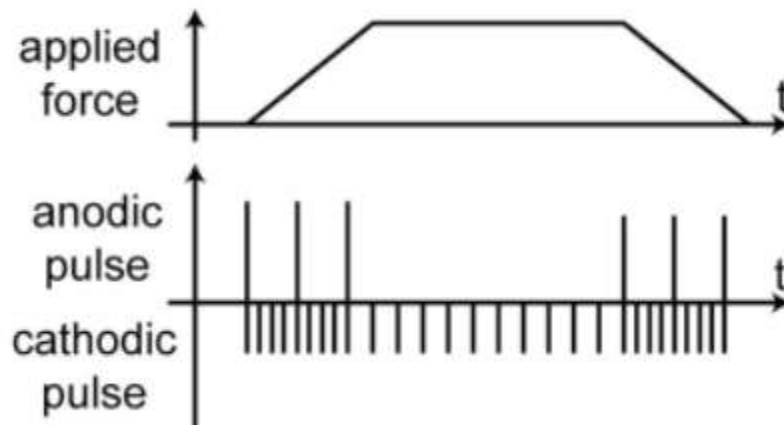
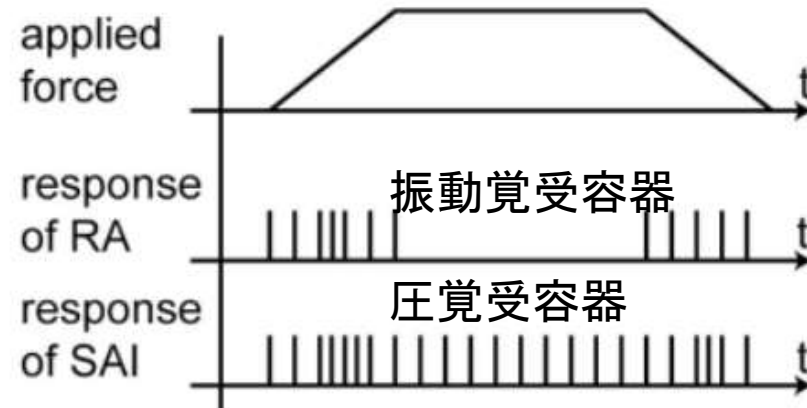
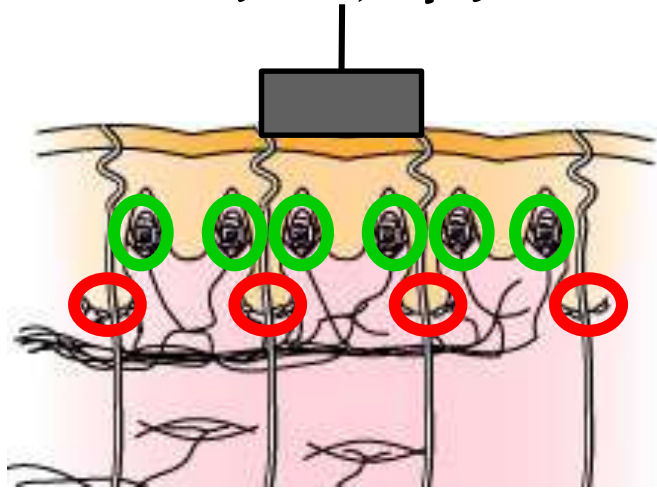


Meissner: 皮膚垂直に走行



(発見) 受容器の種類によって異なる神経走行により、
陰極で**圧覚**，陽極で**振動覚**を生起する

原色の組み合わせによる感覚合成



陽極刺激による振動覚受容器への刺激

陰極刺激による圧覚受容器への刺激

刺激モードの組み合わせにより自然な触覚を合成

最近の研究から見る応用分野の傾向

・ ~~Touch Panel~~

- ~~－ なにはともあれタッチパネル。市場が巨大かつ喫緊~~

・ Emotion, Affection

- － 触覚は驚きから愛情まで、幅広い情動へ働きかけることが出来る

・ Navigation, Instruction

- － 触覚は身体座標に直接提示できる。また無意識の運動も誘導できる

・ Reality, Multimodal

- － 触覚が視聴覚に加わることでコンテンツの現実感をあげることが出来る

・ The Whole Body

- － 身体全体への触覚提示により、触覚にも「臨場感」が生じる

Emotion (情動)

映画鑑賞時に、シーンにあった情動を誘起する振動パターンを提示



(Phillips) Lemmens, P. Cromptvoets, F. Brokken, D. van den Eerenbeemd, J. de Vries, G.-J. , “A body-conforming tactile jacket to enrich movie viewing,” Haptics Symposium 2009.

Affection(愛情、愛着)



Input Device :
Sense hug
and convey
expressions



Mom hugging a c
embedded with sen



Air Actuating Module :
reproduce hugging
feeling on child

Color Changing :
for parents to convey
expressions or mood to child

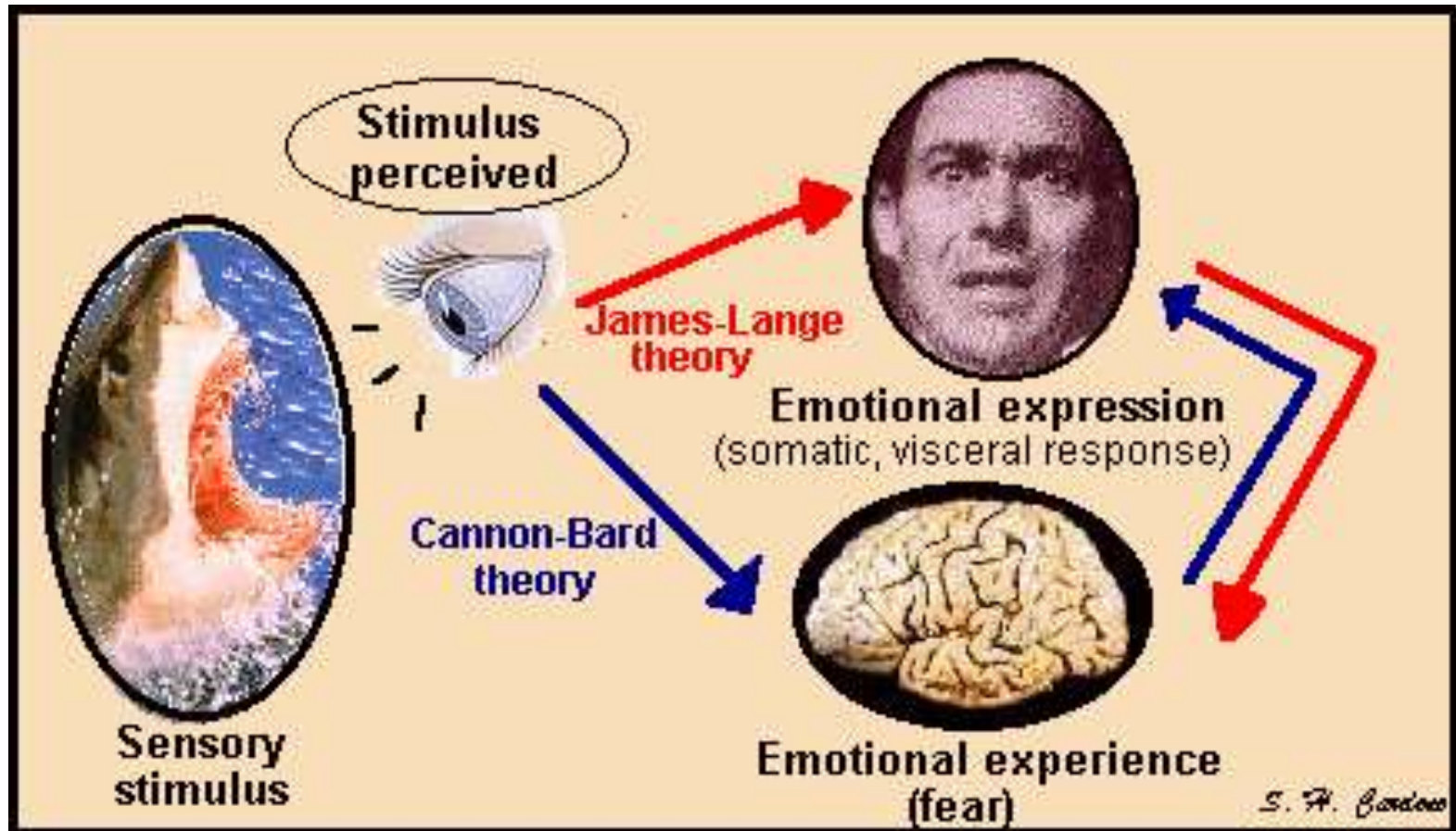
James Th et al., Mobile Impleme
System, Haptics Symposium 2012

he Huggy Pajama

<http://www.mytjacket.com/>

遠隔コミュニケーションから自閉症用ツールへ

心を相手にする:二つの考え



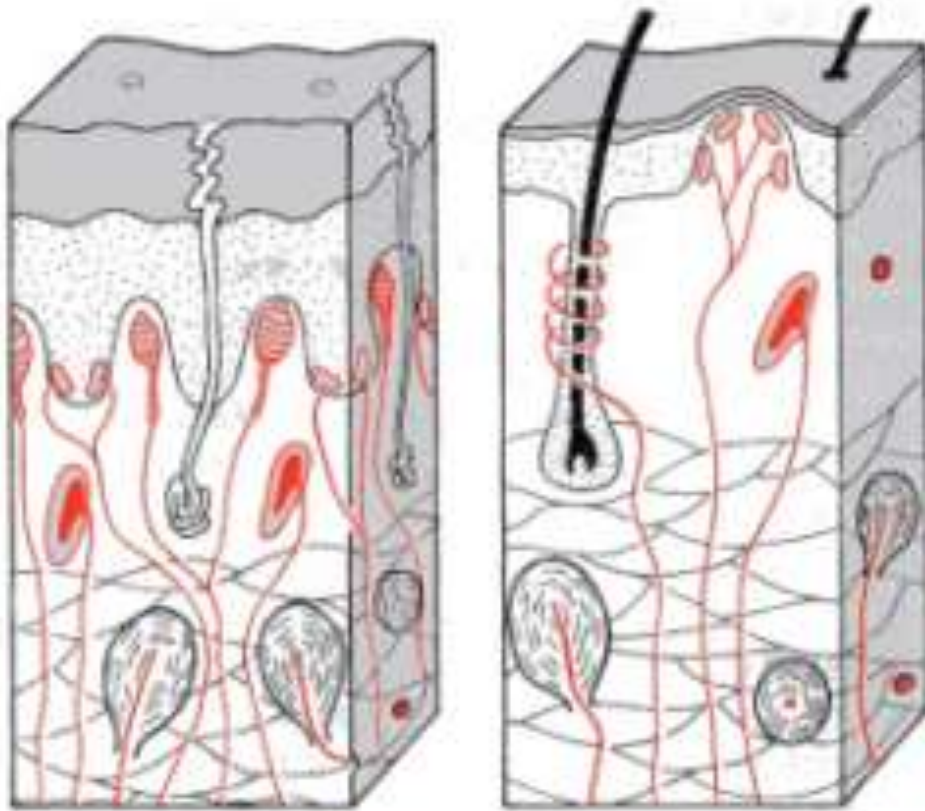
- コンテンツのリアリティ・臨場感を向上させ、それによって情動を増幅する。⇒そのために触覚！
- 情動によって生じる自己の「生理反応」を提示し、それによって情動を誘導する。⇒そのために触覚！

触覚による情動増幅



Hairs are affected not only by surrounding environment (wind and temperature), but also by our own mind. When we drive hairs synchronizing with emotional contents (ex. scary voice), **our emotional reaction is increased.**

有毛部というフロンティア



無毛部

有毛部



- ✓ 身体のほとんどが有毛部(無毛部は手掌部, 足底, 唇のみ)
- ✓ 毛包受容器がある／マイスナー小体がない
- ✓ 日用品の多くは有毛部で触れる, にも関わらず研究の中心は指先

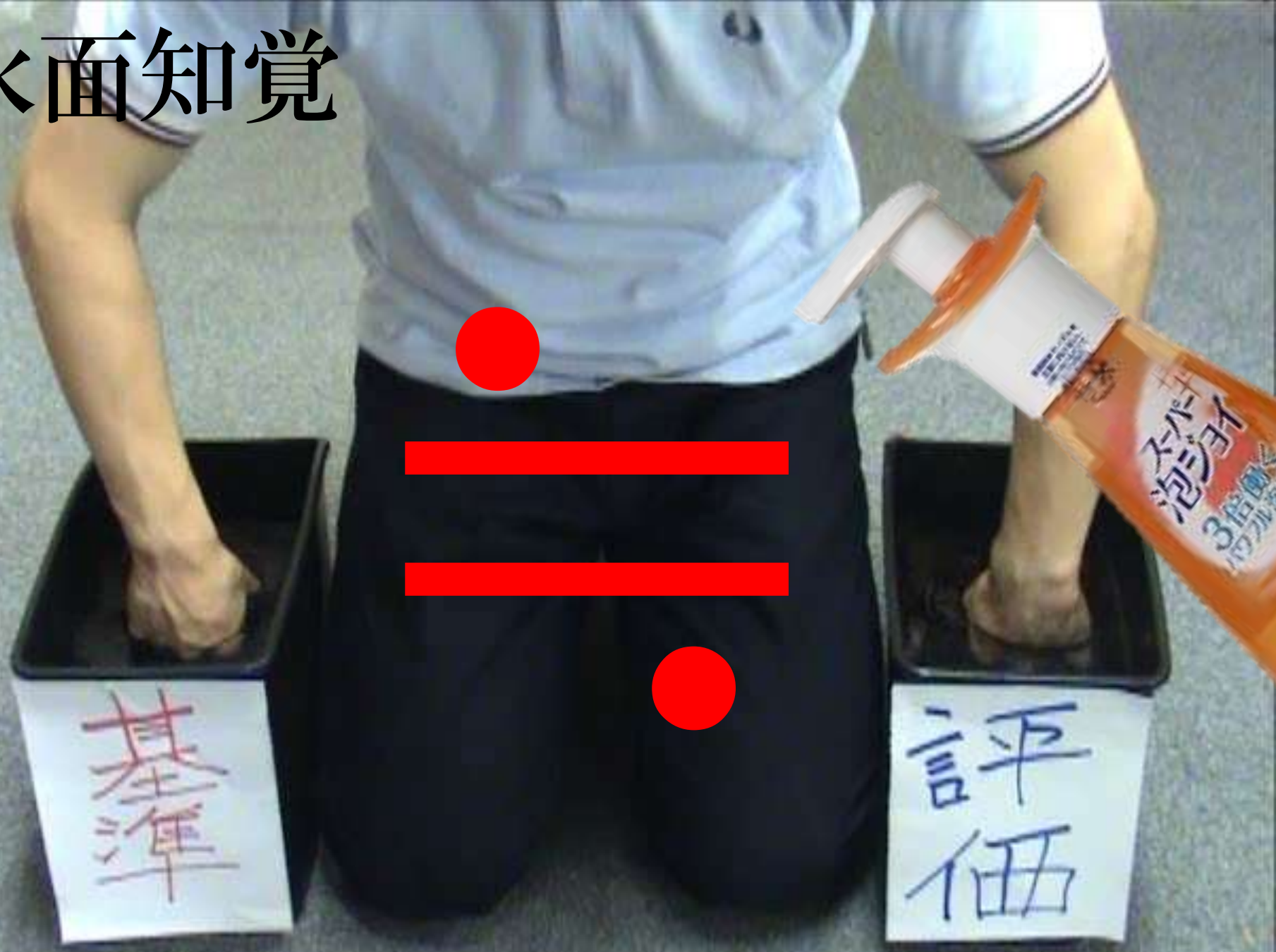
水面知覚

水銀に指を入れると
線を感じる(1859)



Meissner

水面知覚





最近の研究から見る応用分野の傾向

・~~Touch Panel~~

- ~~＝ なにはともあれタッチパネル。市場が巨大かつ喫緊~~

・~~Emotion, Affection~~

- ~~＝ 触覚は驚きから愛情まで、幅広い情動へ働きかけることが出来る~~

・ Navigation, Instruction

- ＝ 触覚は身体座標に直接提示できる。また無意識の運動も誘導できる

・ Reality, Multimodal

- ＝ 触覚が視聴覚に加わることでコンテンツの現実感をあげることが出来る

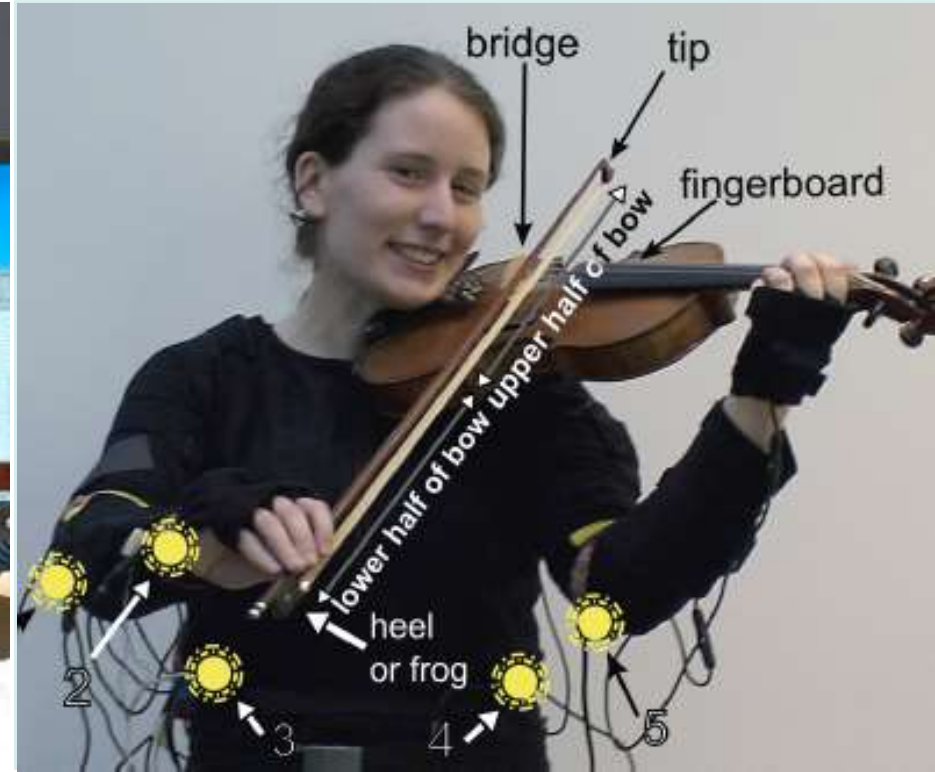
・ The Whole Body

- ＝ 身体全体への触覚提示により、触覚にも「臨場感」が生じる

振動によるナビゲーション



J. B. F. van Erp, EuroHaptics 2006



van der Linden et al., CHI 2011

Teach where to move, when to move, how to move,
and what is wrong.

“Understanding” (=central brain process) is required.

解釈を必要としないナビゲーションは可能か



皮膚感覚によって運動を直接生起する現象「ハンガー反射」に着目

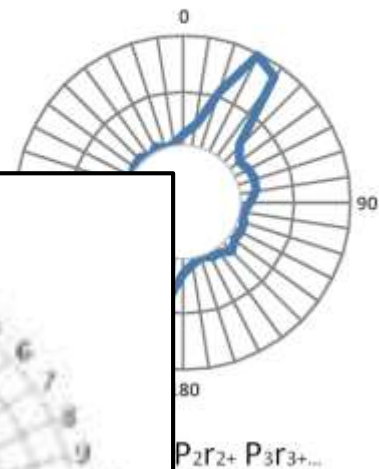
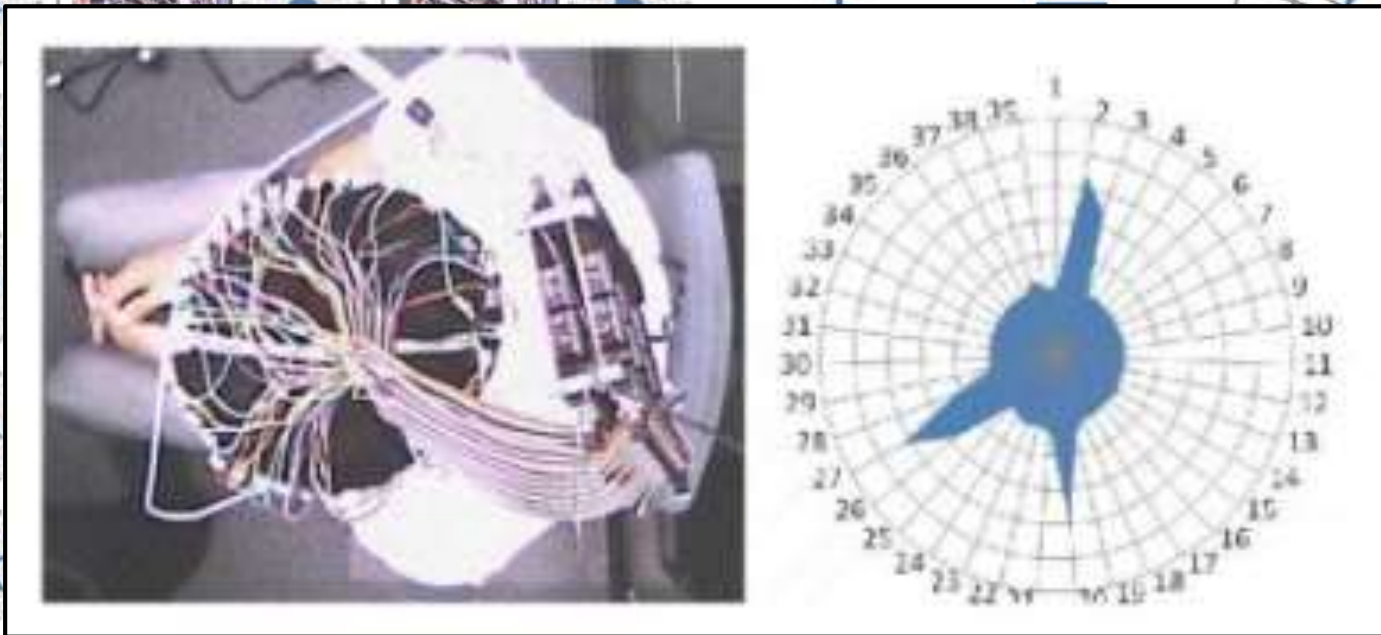
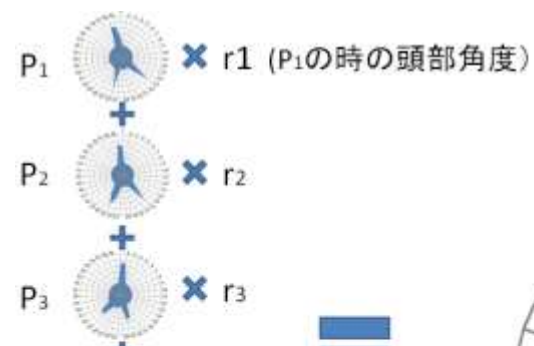
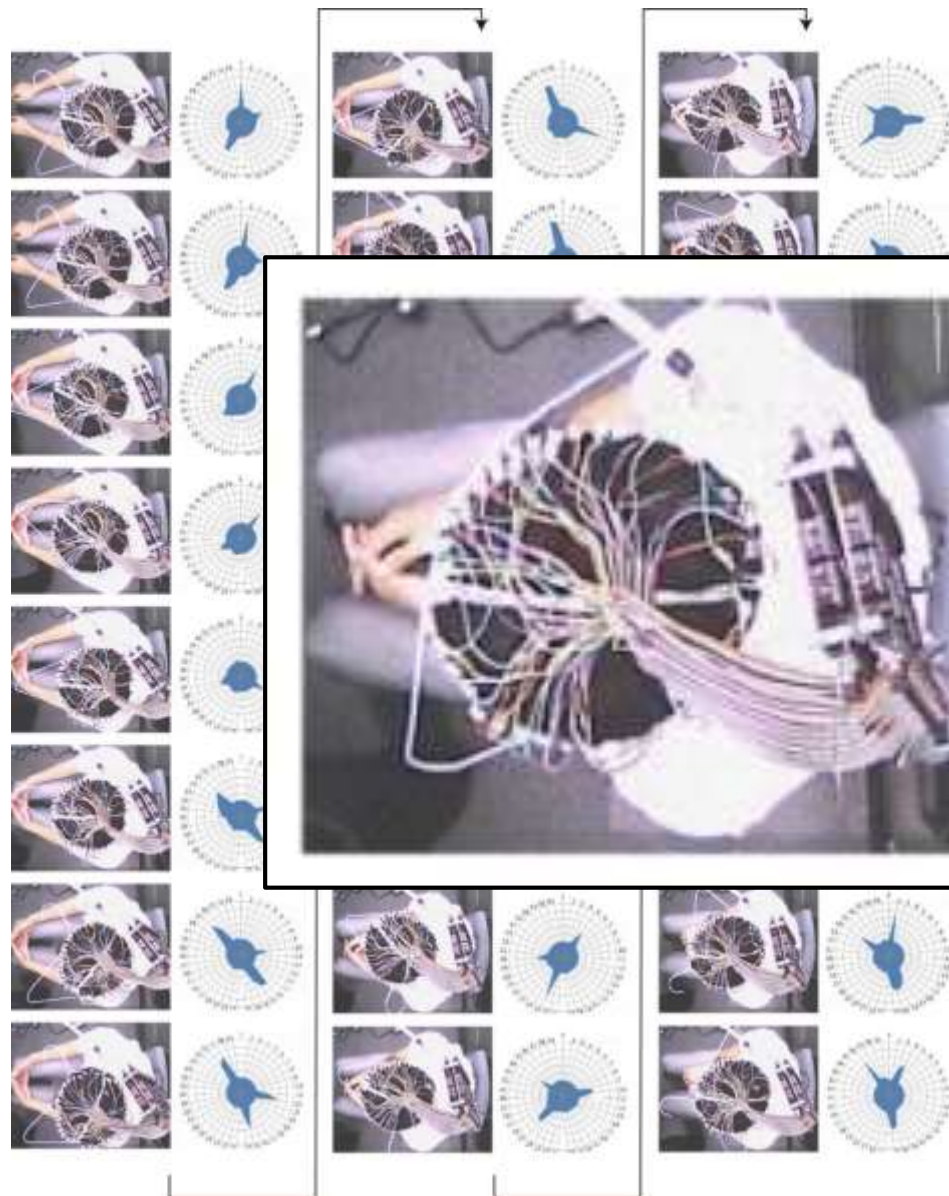
- 側頭部圧迫によって外力を知覚(＝錯触覚)
- 頭部の回旋をも誘発

ツボはどこか

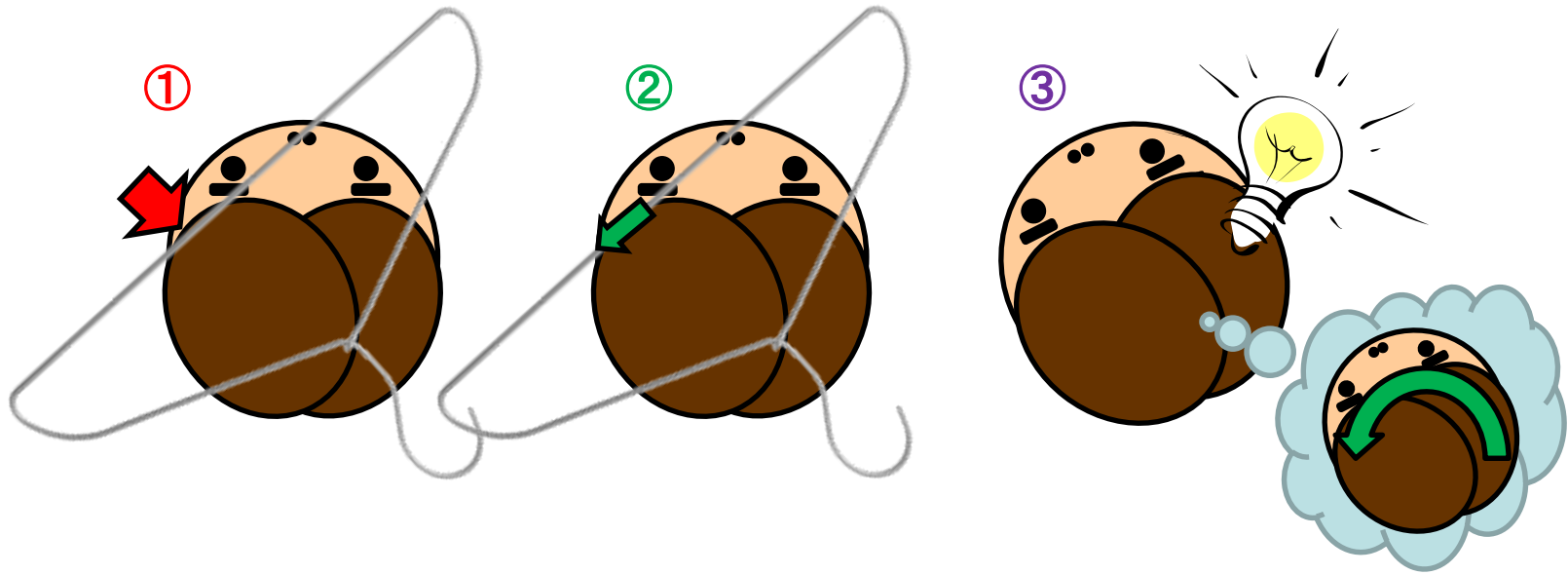


To clarify the details of the HR,
we measured pressure distribution
on the head when the reflex took place,

ツボはどこか



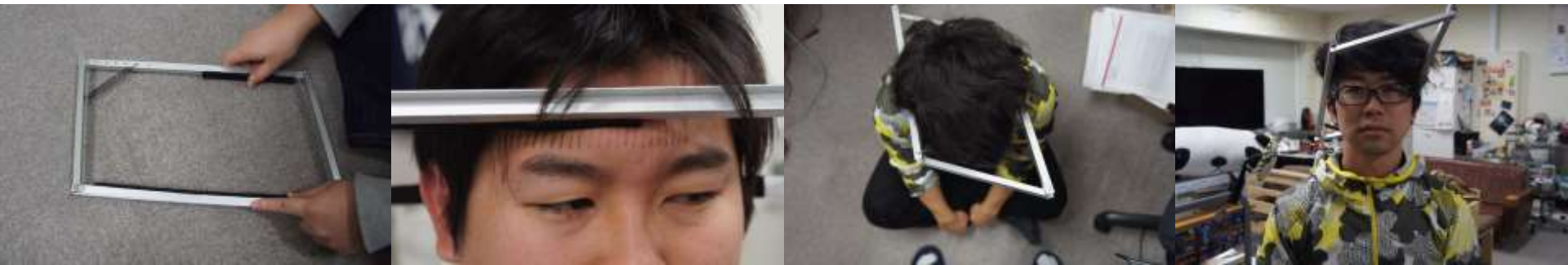
なぜ回るのか：せん断（横ずれ）仮説



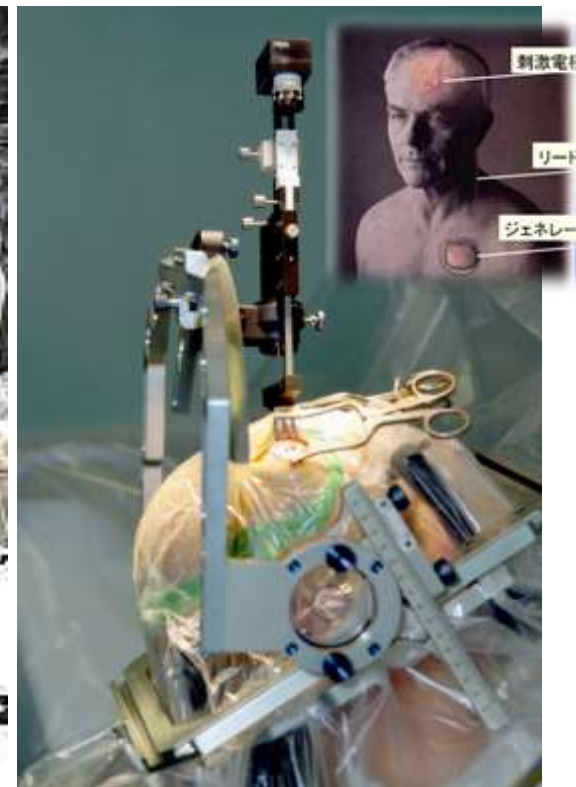
①ハンガー装着時に皮膚を圧迫

②頭部全体の橢円形状と骨の突起により皮膚せん断変形(横ずれ)を生じる

③変形を外力として錯誤し、その外力のとおり動く

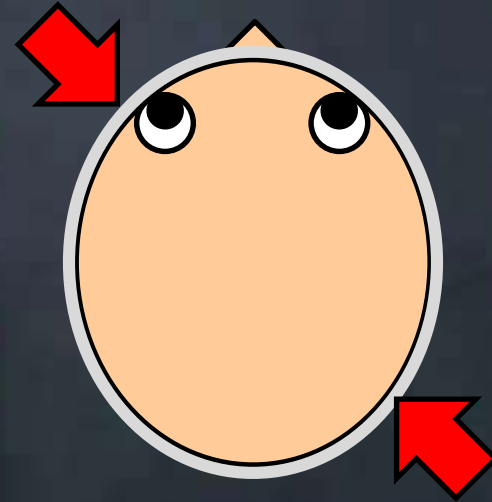


痙性斜頸(Cervical Dystonia)



痙性斜頸：首の運動を伴う運動障害の一種，全国に推定1万人程度
ボツリヌス毒注射，選択的末梢神経の切断，脳深部刺激

痙性斜頸への応用



Asahi et al., Rate of Hanger Reflex Occurrence: Unexpected Head Rotation on Fronto-temporal Head Compression, Neurologia medico-chirurgica, June, 2015.

ハンガー反射の身体の他の部位への適用(前腕, 腰)



腰部ハンガー反射による歩行制御



こっくりさん？



こっくりさんって本当に動くの・・・？

設楽他：観念運動を生起する擬似力覚提示マウス，日本VR学会大会，2015.

最近の研究から見る応用分野の傾向

・~~Touch Panel~~

- ~~＝ なにはともあれタッチパネル。市場が巨大かつ喫緊~~

・~~Emotion, Affection~~

- ~~＝ 触覚は驚きから愛情まで、幅広い情動へ働きかけることが出来る~~

・~~Navigation, Instruction~~

- ~~＝ 触覚は身体座標に直接提示できる。また無意識の運動も誘導できる~~

・ Reality, Multimodal

- ＝ 触覚が視聴覚に加わることでコンテンツの現実感をあげることが出来る

・ The Whole Body

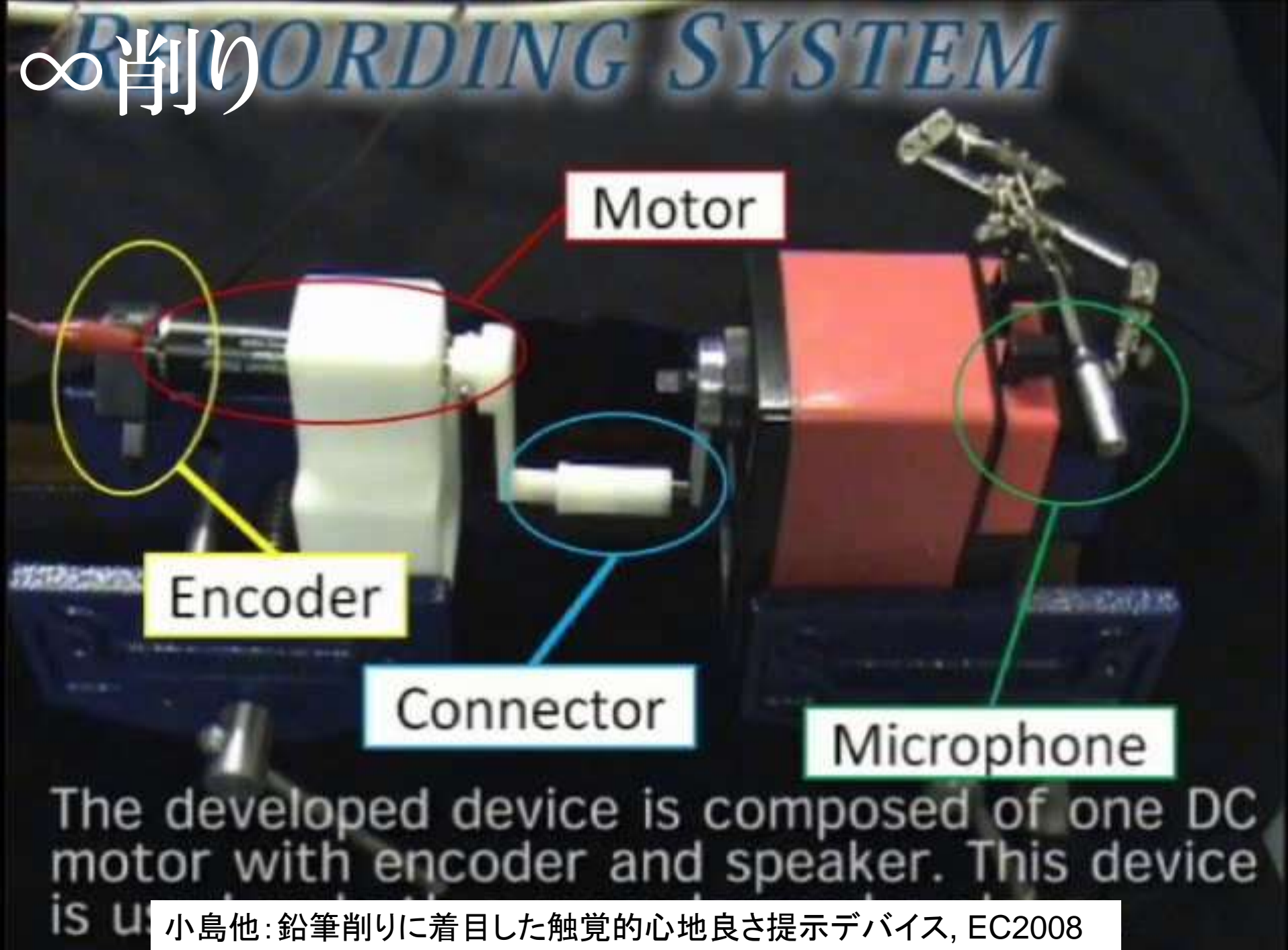
- ＝ 身体全体への触覚提示により、触覚にも「臨場感」が生じる

ブースターとしての触覚



(株)バンダイ ∞プチプチ

∞削り



小島他：鉛筆削りに着目した触覚的心地良さ提示デバイス, EC2008

Techtile Toolkit (仲谷他)

<http://www.techtile.org/>



- ・ 単純な振動の記録と再生を、音領域も含めた幅広いレンジで行なうことで、明瞭な触覚的価値を示した。
- ・ 2012年Good Design 賞受賞

現実感

感覚B

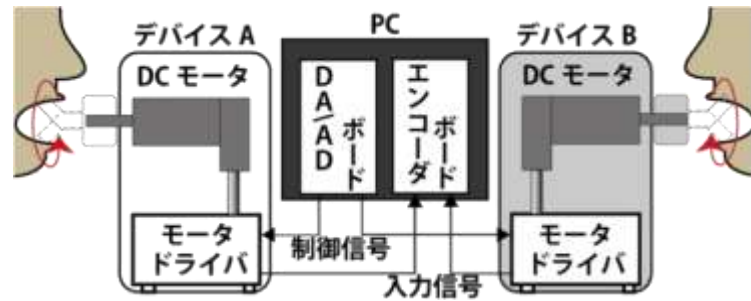
感覚A

≠リアル

複数の感覚が同一の事物から生じていることが納得された時に初めて現実感となる。クロスモーダル(複数感覚統合)による一種の感覚。感覚C

触覚は単純にチャンネルを増やすためだけでも価値がある。

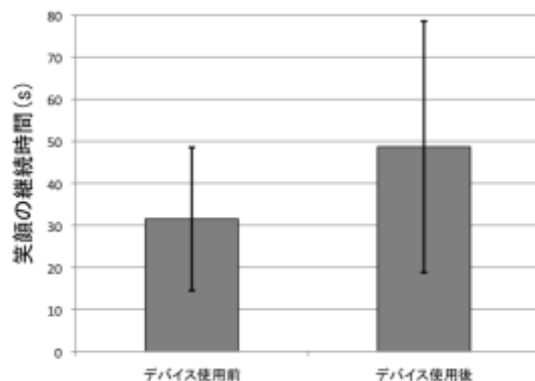
Tongue: Mouth-to-mouth communication



“Kissing” might be an easy next step from “chatting” .

Bilaterally controlled DC motors. Too simple and unrealistic. However, with visual aid (face to face), users suddenly were shocked and blushed.

One example that shows simple tactile cue is enough to boost emotion.



視覚⇒触覚：視覚的くすぐり感



- ・ 単純な筐体の振動と視覚画像の組み合わせにより、「くすぐり感」を生起
- ・ 比較的簡単なシステム構成



最近の研究から見る応用分野の傾向

・~~Touch Panel~~

- ~~＝ なにはともあれタッチパネル。市場が巨大かつ喫緊~~

・~~Emotion, Affection~~

- ~~＝ 触覚は驚きから愛情まで、幅広い情動へ働きかけることが出来る~~

・~~Navigation, Instruction~~

- ~~＝ 触覚は身体座標に直接提示できる。また無意識の運動も誘導できる~~

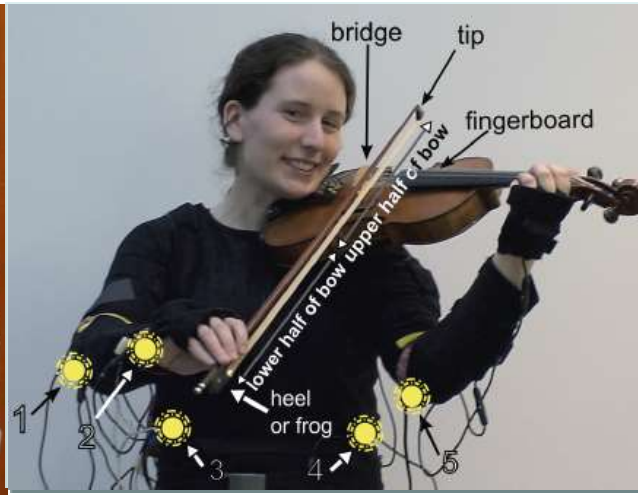
・~~Reality, Multimodal~~

- ~~＝ 触覚が視聴覚に加わることでコンテンツの現実感をあげることが出来る~~

・ The Whole Body

- ＝ 身体全体への触覚提示により、触覚にも「臨場感」が生じる

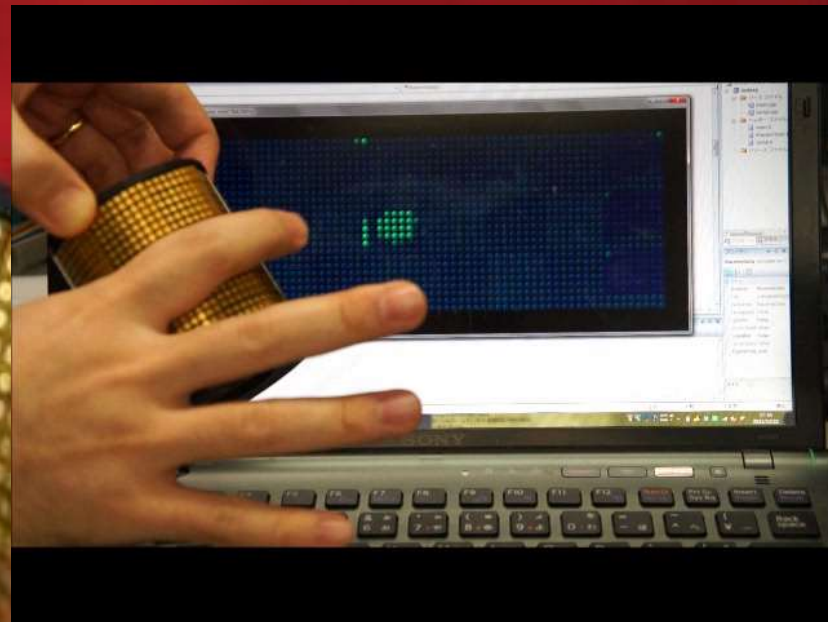
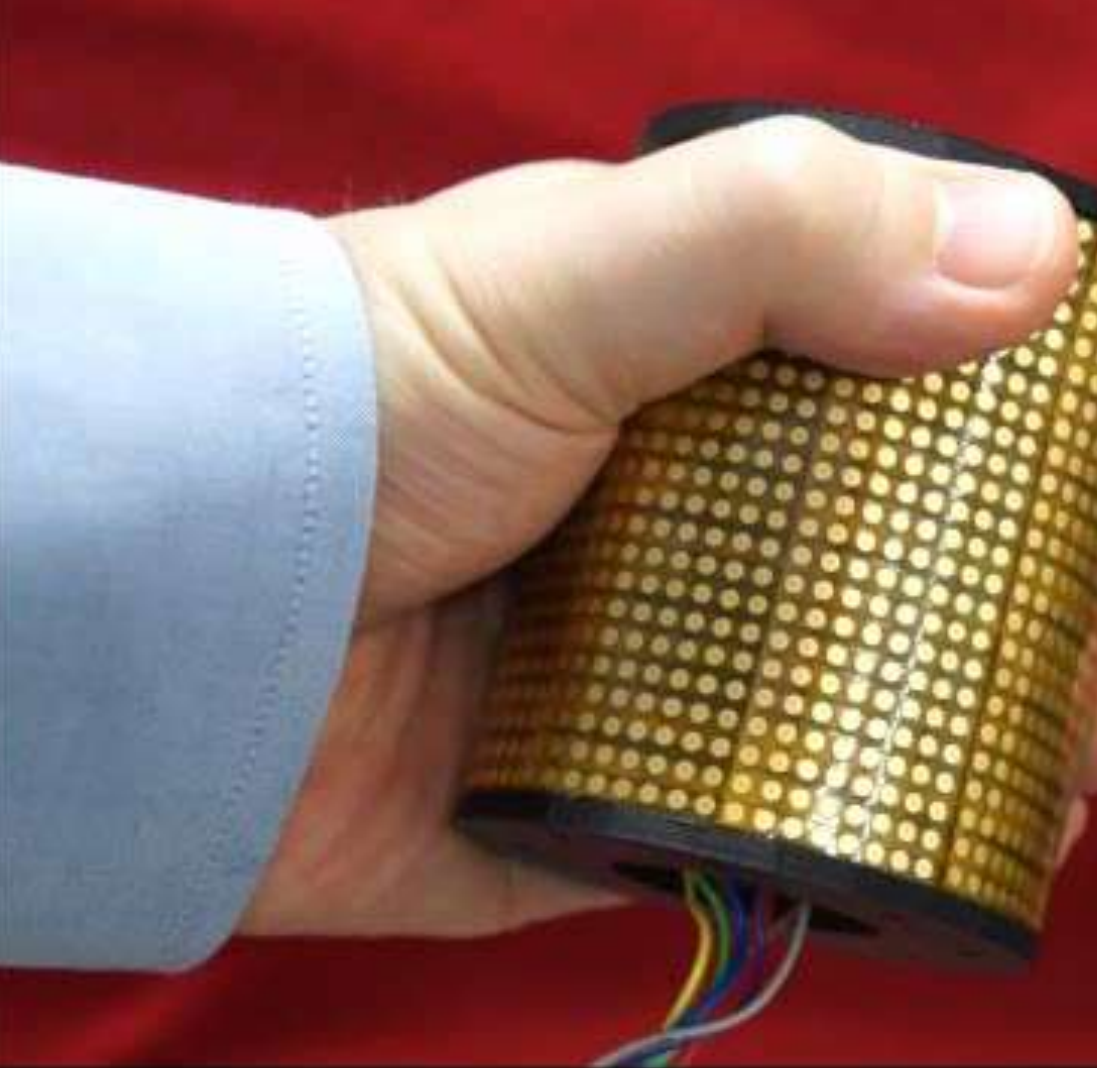
全身性



- ・ 視覚：広視野になると「**臨場感・没入感**」という価値を発
- ・ 触覚：全身提示によって同様の価値が生じる。

すでにここまでの応用事例の多くが「指先」では無い

掌



1536点の電気刺激による手掌部全体への触覚呈示

Kajimoto, "Design of Cylindrical Whole-hand Haptic Interface using Electrocutaneous Display," EuroHaptics2012.

虫How(2007学生プロジェクト)



The ants gather to the hand.

臨場感

≠リアル

「その場」に「私」が「臨んでいる」感覚.

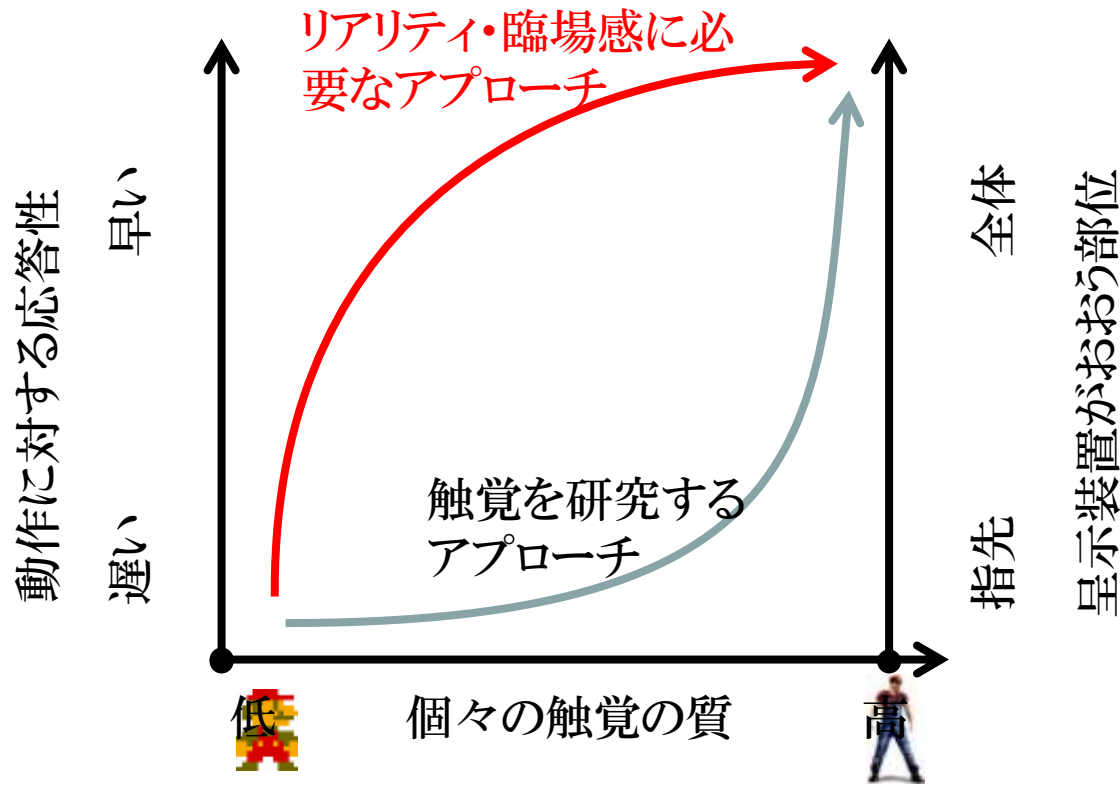
提示されているものと自分との相対関係が納得された時に初めて臨場感となる.

つまり臨場感とは、鑑賞者自身の発見であり、触覚は非常に適している.

日常の臨場感：シャワーによる音楽増強



まとめ



- ・触覚／触感の応用に関する研究開発は着実に進んでおり、その中心は従来の福祉機器から、モバイルデバイス、バーチャルリアリティ用デバイス、に発展している。
- ・個々の触感の質の向上はもとより、クロスモーダルを実現するための高応答性、提示部位の大面積性(全身性)が重要

おわりに：組み合わせの時期

- ・サイエンスにおける手法の組み合わせ
受容器活動の機械学習による解析, など
- ・エンジニアリングにおける手法の組み合わせ
手法の新発明は一段落. 静電場触覚ディスプレイと, 超音波振動触覚ディスプレイの組み合わせ, など
- ・クロスモーダル研究一般
手法の組み合わせでもあり, 組み合わせで生じる現象の発見でもある. より複雑な現実に近づく.
- ・研究スタイル全般
特にCHIのペーパーでは大半が複数機関にまたがる研究