

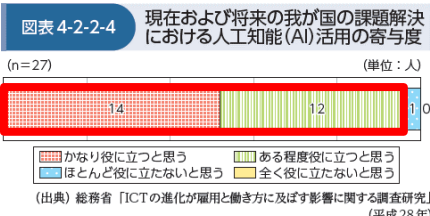
# 人工知能の教育分野への 応用可能性

富山大学学術研究部工学系

准教授 参沢 匡将

# はじめに (1)

かなり、  
ある程度役立つ



図表 4-2-1-5 人工知能 (AI) の歴史

| 人工知能の置かれた状況 | 主な技術等   | 人工知能に関する出来事   |
|-------------|---|---|
| 1950年代      |   | チューリングテストの提唱 (1950年)  |
| 1960年代      | <ul style="list-style-type: none"> <li>探索、推論</li> <li>自然言語処理</li> <li>ニューラルネットワーク</li> <li>遺伝的アルゴリズム</li> </ul> | ダートマス会議にて「人工知能」という言葉が登場 (1956年)<br>ニューラルネットワークのパーセプトロン開発 (1958年)<br>人工対話システムELIZA開発 (1964年) |
| 1970年代      | <ul style="list-style-type: none"> <li>エキスパートシステム</li> </ul>  | 初のエキスパートシステムMYCIN開発 (1972年)<br>MYCINの知識表現と推論を一般化したEMYCIN開発 (1979年)                          |
| 1980年代      | <ul style="list-style-type: none"> <li>知識ベース</li> <li>音声認識</li> </ul>   | 第五世代コンピュータプロジェクト (1982~92年)<br>知識記述のサイクプロジェクト開始 (1984年)<br>誤差逆伝播法の発表 (1986年)                |
| 1990年代      | <ul style="list-style-type: none"> <li>データマイニング</li> <li>オントロジー</li> </ul>                                      |   |
| 2000年代      | <ul style="list-style-type: none"> <li>統計的自然言語処理</li> </ul>   | ディープラーニングの提唱 (2006年)  |
| 2010年代      | <ul style="list-style-type: none"> <li>ディープラーニング</li> </ul>   | ディープラーニング技術を画像認識コンテストに適用 (2012年)  |

(出典) 総務省「ICTの進化が雇用と働き方に及ぼす影響に関する調査研究」(平成28年)

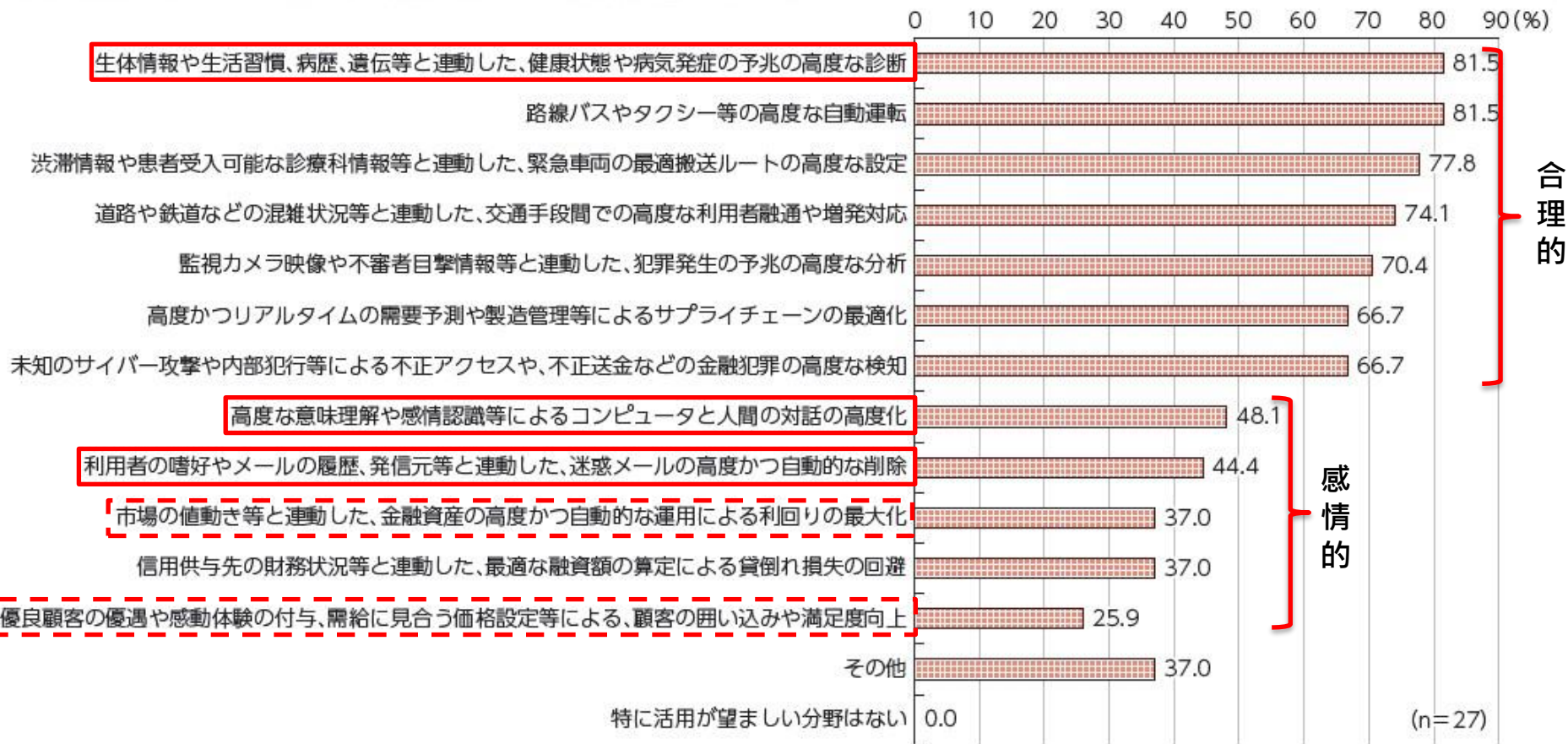
社会が人工知能に対する期待する水準が上回っており、その乖離が明らかになることでブームが終わった。

実際の商品・サービスとして社会に浸透するためには実用化のための開発であったり社会環境の整備であったりといった取り組みが必要である。

どのような分野でどのように使用するか、あるいはしないかは、あくまでも人間が設定するものである。

# はじめに (2)

図表 4-2-2-5 人工知能 (AI) の利活用が望ましい分野



(出典) 総務省「ICTの進化が雇用と働き方に及ぼす影響に関する調査研究」(平成28年)

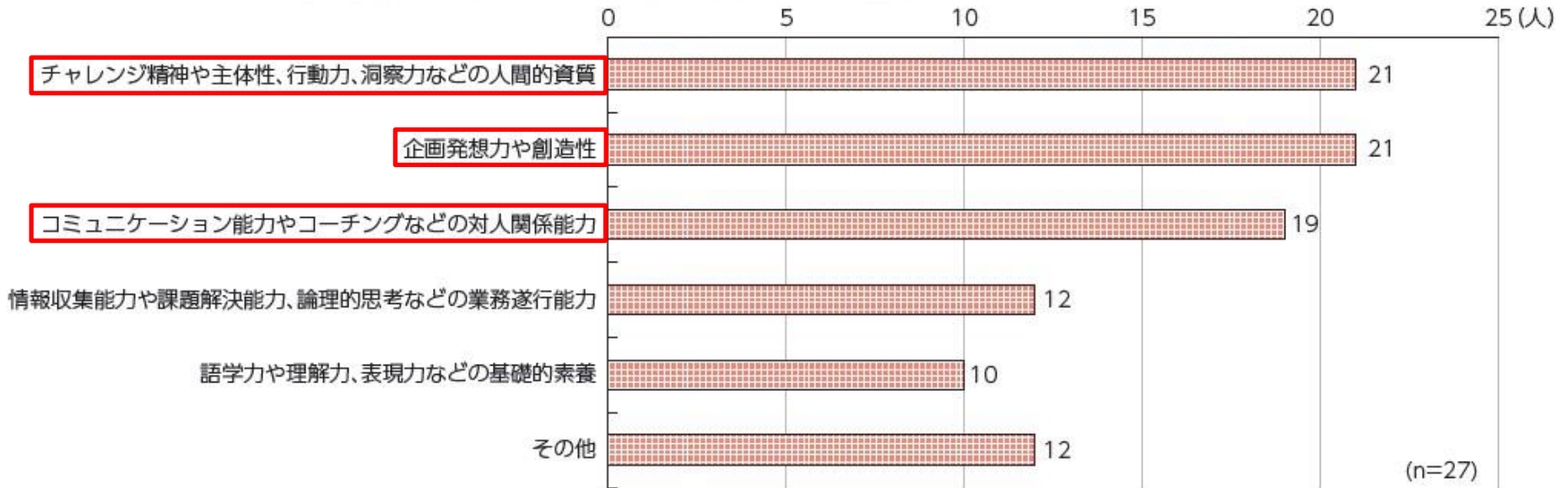
生体情報や生活習慣、病歴、遺伝などと連動した、健康状態や病気発症の予兆の高度な診断

高度な意味理解や感情認識などによるコンピュータと人間の対話の高度化

利用者の嗜好やメールの履歴、発信元等と連動した、迷惑メールの高度かつ自動的な削除

# はじめに (3)

図表4-4-1-1 人工知能 (AI) の活用が一般化する時代における重要な能力



(出典) 総務省「ICTの進化が雇用と働き方に及ぼす影響に関する調査研究」(平成28年)

人間

チャレンジ精神や主体性、行動力、洞察力などの人間的資質  
企画発想力や創造性  
コミュニケーション能力やコーチングなどの対人関係能力



学習者の心理状態に応じた適切なアドバイスによる学習

コンピュータ

人工知能 (機械学習) による最適化



感情、メンタルなど潜在的意識の推定

# はじめに (4)

ベイズの定理：最初適当に決めた確率（事前確率）をある種の実験，観測，測定等によって，より正確な確率（事後確率）へと改良する

⇒固定的なルールに従うAIよりも柔軟に対応可能

大量のデータが集まるに伴い，物事の因果関係や相関関係などを記述する確率が改良されていく ⇒現在の主流

1980年代半ば

統計・確率的なAI

今後

ルールベースのAI

現在

脳科学の成果に基づくAI

専門分野で養った深くて広い学識は，各種の記号とルールを使って表現可能？

⇒実践的な人工知能を実現するうえで最も手っ取り早い？

#エキスパートシステム

医者に代わって患者を診断

⇒使い物にならなかった

#現実世界は無数の例外や微妙なニュアンスに満ち溢れている

統計・確率的なAIは真に物事を理解しているか？

#単なる数値計算から割り出した対象関係や統計的パターンを認識しているだけ？

⇒脳科学の成果をAIに導入

人間と同じような認識や理解の仕方に近づく？

⇒より実践的なAIの実用化へ

# 脳機能計測

## 非侵襲的脳機能計測装置の開発

⇒ 認知的活動を行っている際の脳の状態を計測し、どの部位でその認知的活動が行われているかを解明する



fmRI

<https://www.ndcn.ox.ac.uk/divisions/fmrib/what-is-fmri/introduction-to-fmri>



NIRS

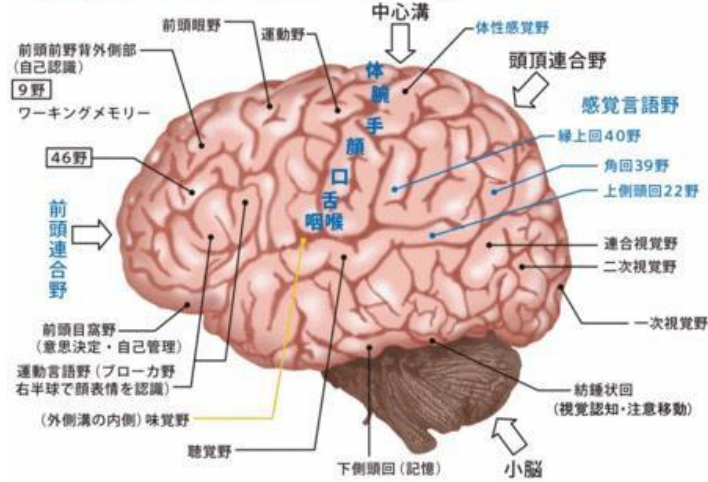
[https://www.an.shimadzu.co.jp/bio/nirs/nirs\\_top.htm](https://www.an.shimadzu.co.jp/bio/nirs/nirs_top.htm)



EEG

<https://www.fukuishibun.co.jp/articles/-/786520>

大脳機能マップ (左脳の外側面)



<https://www.blog.crn.or.jp/report/04/48.html>



Mindflex

<https://store.neurosky.com/collections/hardware/products/mindflex>



MindSet

Application of Artificial Neural Networks in Modeling Direction Wheelchairs Using Neurosky Mindset Mobile (EEG) Device



necomimi

<https://www.blog.crn.or.jp/report/04/48.html>



Emotiv EPOC

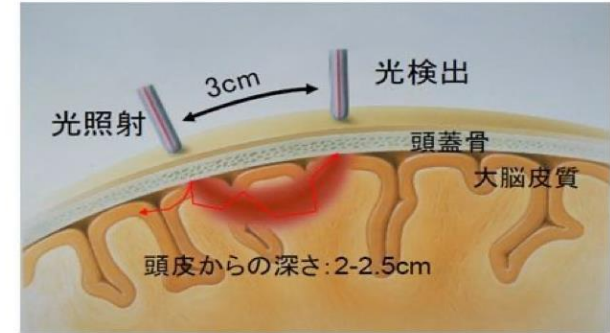
<https://www.emotiv.com/product/refurbished-epoc-14-channel-mobile-brainwear/>

# 利用機器

## 近赤外分光法 (NIRS)

近赤外光を用いて脳の表面の活動を計測する

活動している部分では酸素を含む血液が流れる

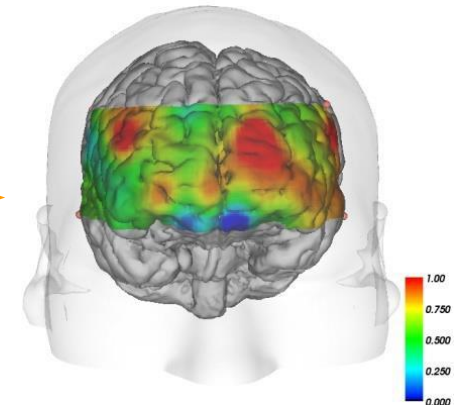


脳活動に伴う大脳皮質内の血中ヘモグロビン濃度変化を計測

<http://www.oita-nhs.ac.jp/news/detail/610>



認知的活動



計測部位: 前頭前野  
※頭髪の影響がない

光イメージング脳機能測定装置 (Spectratech OEG-16)

<https://www.spectratech.co.jp/product/productOeg16.html>

# 利用技術 (1)

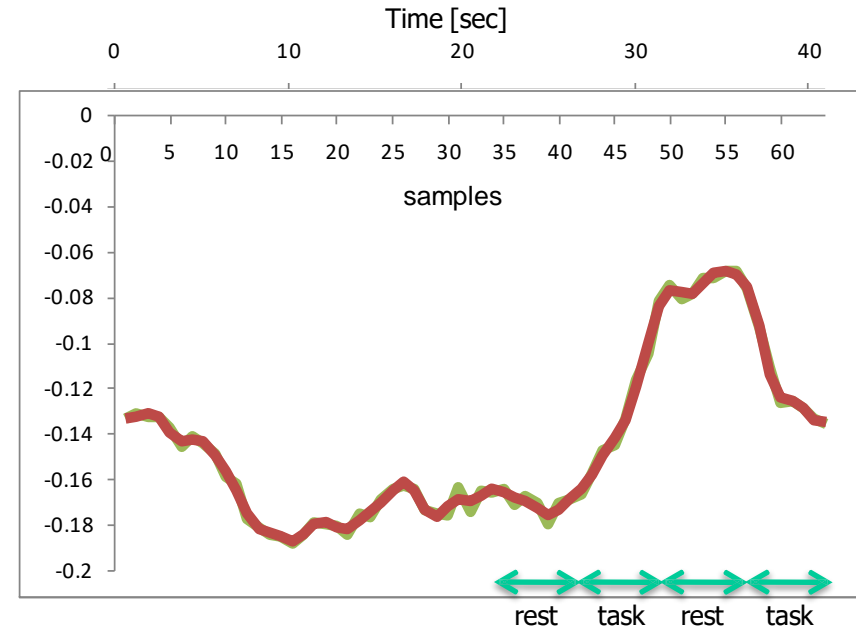
## ノイズ除去

時間領域

Savitzky-Golay Smoothing  
Filters

周波数領域

Low-pass filter

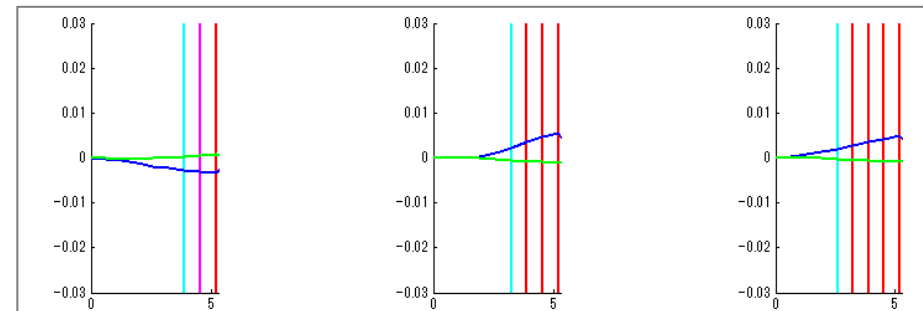


## データ分析

t検定など

※ 1次元では有意な差があっても  
多次元ではない場合もある  
(逆も考えられる)

全ての測定部位



※ t検定の結果(有意差)

1%・・・赤、2%・・・ピンク、5%・・・水色



# 利用技術 (2)

## 学習・判別

線形判別分析  
隠れマルコフモデル  
サポート・ベクター・マシン

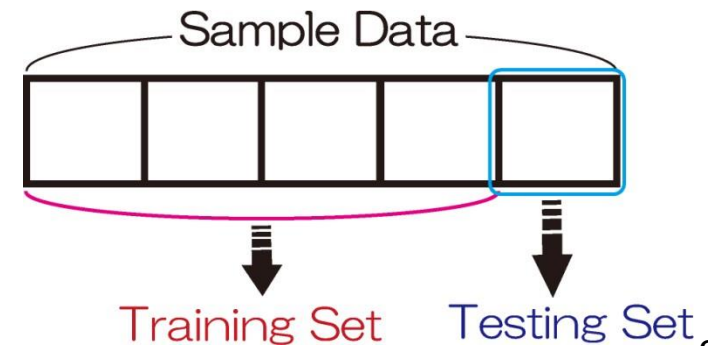
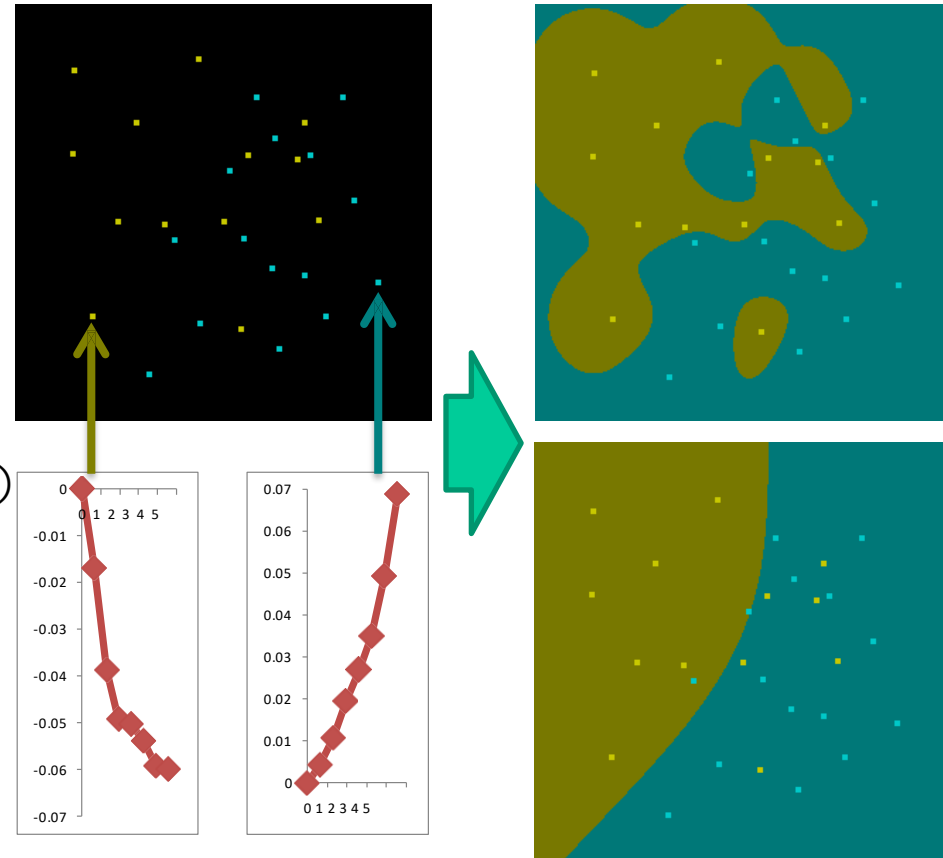
※過学習 (オーバーフィッティング)  
にならないように注意が必要



## 検証

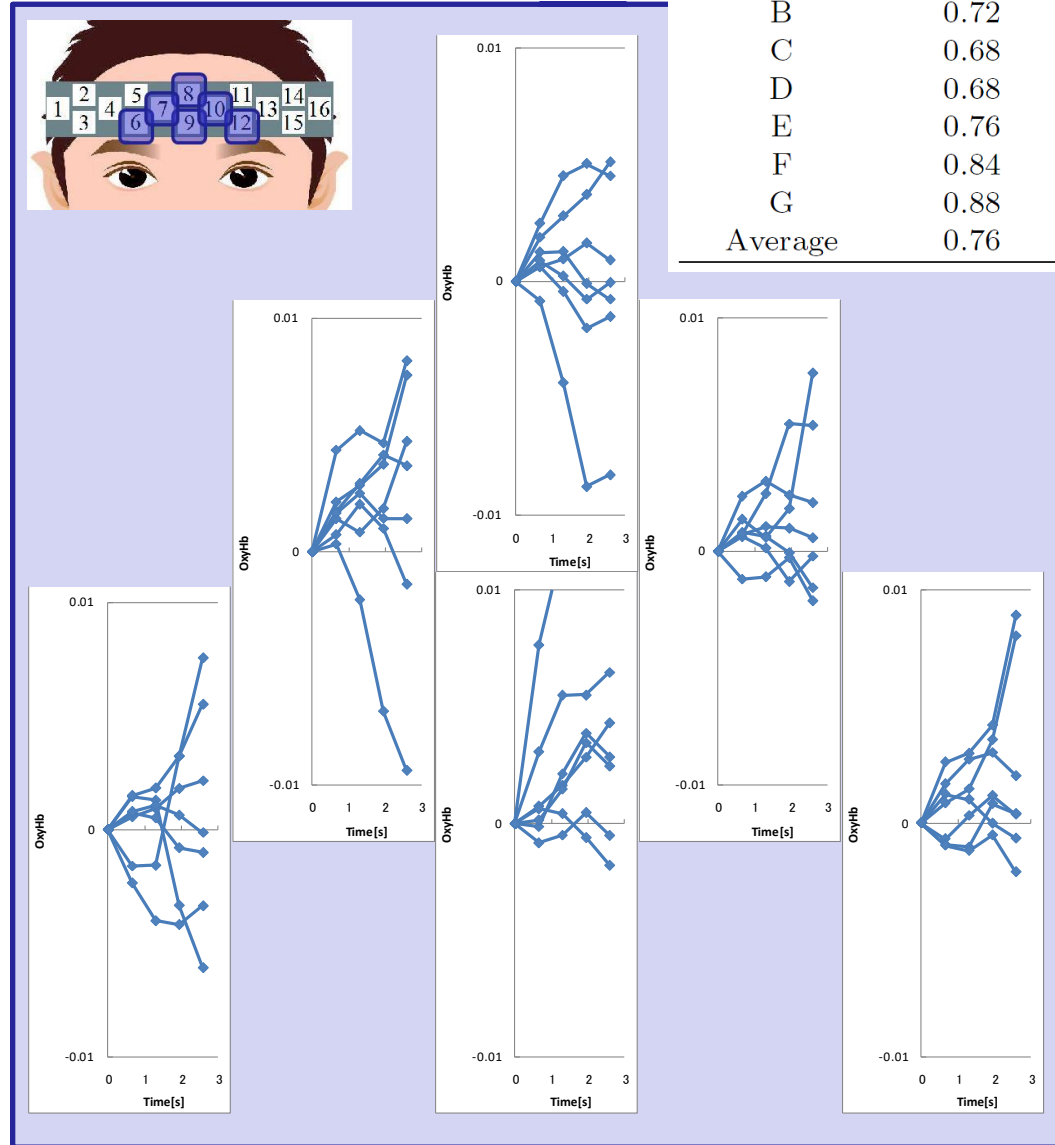
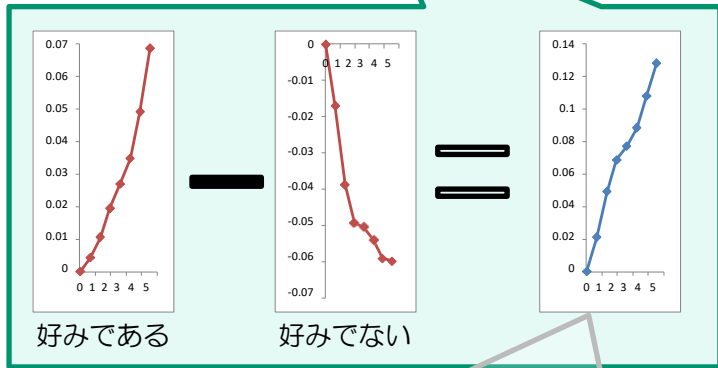
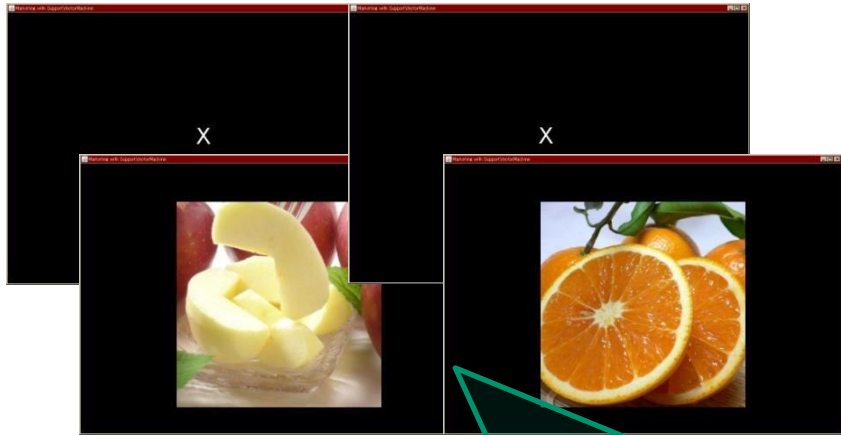
交差検定 (Cross validation)

学習データとテストデータ  
を入れ替えた複数パターン  
により精度を検証



# 脳活動による認知活動の計測 (1)

## 選好



| Participant | Accuracy |
|-------------|----------|
| A           | 0.76     |
| B           | 0.72     |
| C           | 0.68     |
| D           | 0.68     |
| E           | 0.76     |
| F           | 0.84     |
| G           | 0.88     |
| Average     | 0.76     |

正の反応：  
 好みである場合、OxyHb濃度増加  
 負の反応：  
 好みでない場合、OxyHb濃度増加

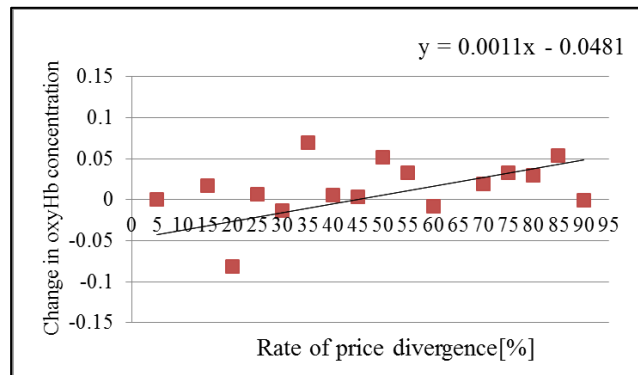
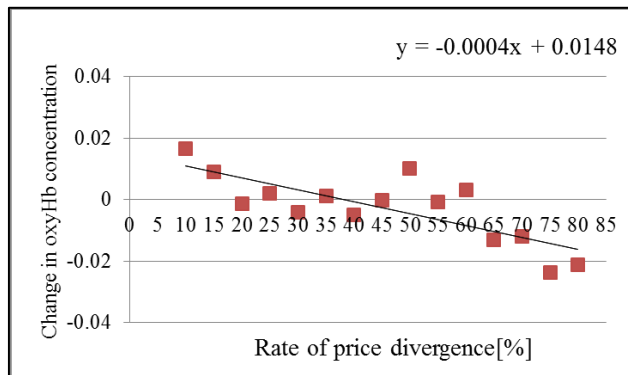
# 脳活動による認知活動の計測 (2)

## 価格

製品価格を脳活動から評価する

| Subject | Best accuracy(%)<br>(channel non-select) | Best accuracy(%)<br>(channel select) |
|---------|--|--------------------------------------|
| A       | 80.0                                     | 81.8                                 |
| B       | 70.9                                     | 74.5                                 |
| C       | 83.6                                     | 87.2                                 |
| D       | 72.7                                     | 85.4                                 |
| E       | 61.8                                     | 74.5                                 |
| Average | 73.8                                     | 80.7                                 |

高いまたは安い  
の判別  
⇒約80%の精度



提示した価格が被験者が予想した価格とどの程度乖離しているか⇒脳活動と相関がみられる

# 脳活動による認知活動の計測 (3)

## 感情認識



感情的な音声（4種（[平静](#)、[怒り](#)、[悲しみ](#)、[喜び](#)））を聞いている時の脳活動を計測し、想起された感情を判別

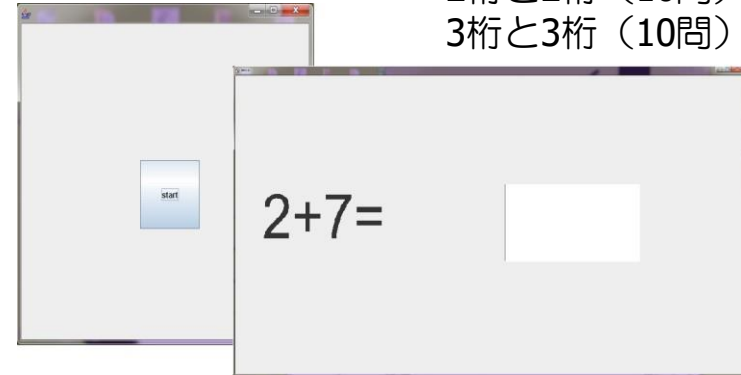
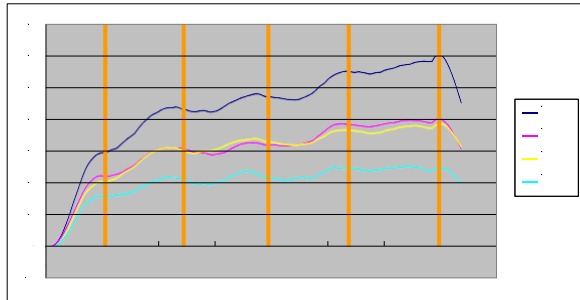
|            | Anger-Happiness | Anger-Sadness | Calm-Anger    | Calm-Happiness | Calm-Sadness  | Sadness-Happiness |
|------------|-----------------|---------------|---------------|----------------|---------------|-------------------|
| A          | 95.69%          | 90.09%        | 74.72%        | 86.39%         | 95.26%        | 97.41%            |
| B          | 93.68%          | 93.82%        | 75.14%        | 87.08%         | 90.69%        | 99.31%            |
| C          | 81.39%          | 90.00%        | 77.22%        | 80.14%         | 88.06%        | 95.56%            |
| D          | 83.05%          | 82.61%        | 77.87%        | 89.31%         | 93.19%        | 87.36%            |
| E          | 78.75%          | 91.94%        | 80.97%        | 77.50%         | 92.22%        | 94.44%            |
| F          | 82.78%          | 90.23%        | 77.50%        | 78.06%         | 93.39%        | 92.39%            |
| G          | 76.25%          | 92.36%        | 76.39%        | 75.00%         | 89.44%        | 90.14%            |
| H          | 86.25%          | 86.94%        | 64.86%        | 79.03%         | 89.72%        | 87.50%            |
| I          | 84.17%          | 88.75%        | 77.59%        | 77.30%         | 89.08%        | 85.69%            |
| J          | 82.08%          | 78.19%        | 71.94%        | 84.17%         | 85.28%        | 89.58%            |
| K          | 81.81%          | 89.86%        | 66.81%        | 74.72%         | 88.75%        | 92.64%            |
| L          | 72.22%          | 87.64%        | 79.03%        | 77.64%         | 89.94%        | 88.65%            |
| M          | 78.89%          | 79.86%        | 71.39%        | 84.72%         | 92.92%        | 92.64%            |
| N          | 87.36%          | 89.17%        | 75.56%        | 86.53%         | 87.92%        | 90.00%            |
| O          | 83.33%          | 89.44%        | 70.28%        | 80.00%         | 91.25%        | 91.67%            |
| P          | 78.47%          | 86.94%        | 70.00%        | 76.53%         | 84.31%        | 81.94%            |
| <b>Ave</b> | <b>82.89%</b>   | <b>87.99%</b> | <b>74.20%</b> | <b>80.88%</b>  | <b>90.09%</b> | <b>91.06%</b>     |

# 脳活動による認知活動の計測 (4)

## 計算課題

難易度の異なる計算を行っている時の脳活動を計測する

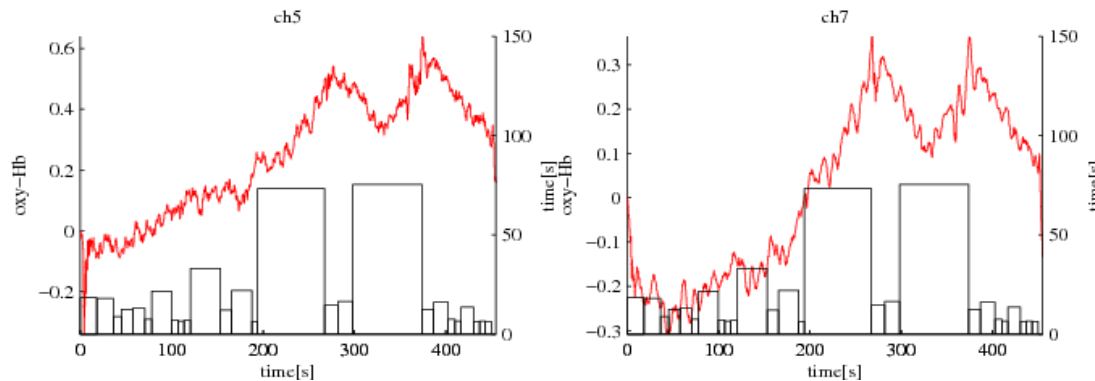
- 1桁と1桁 (20問)
- 2桁と2桁 (20問)
- 2桁と2桁 (20問)
- 2桁と2桁 (10問)
- 3桁と3桁 (10問)



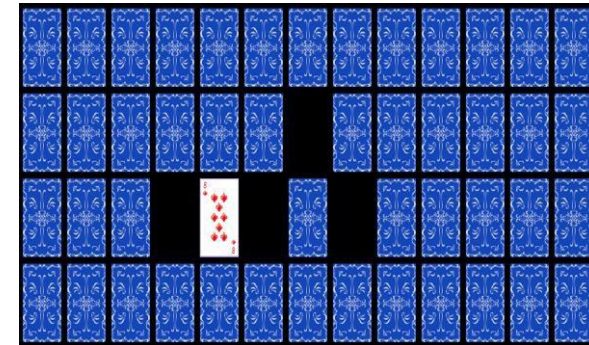
難易度が上がるにつれて脳活動が増加

## 迷い

迷っている時の脳活動を計測する



レスポンスタイムが長いほど、脳活動が大きくなる

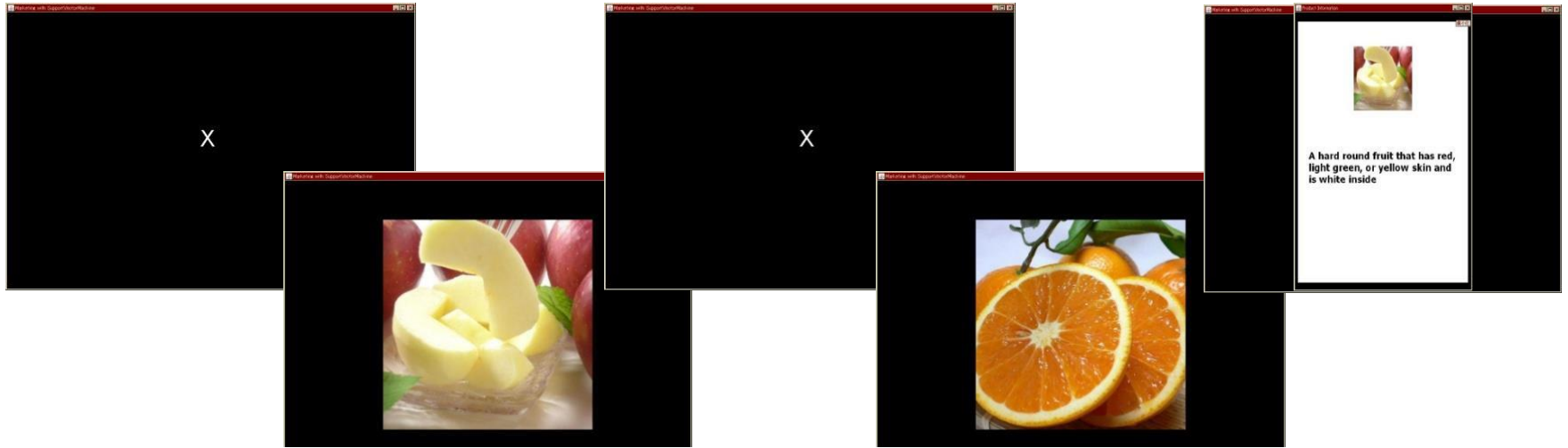


神経衰弱

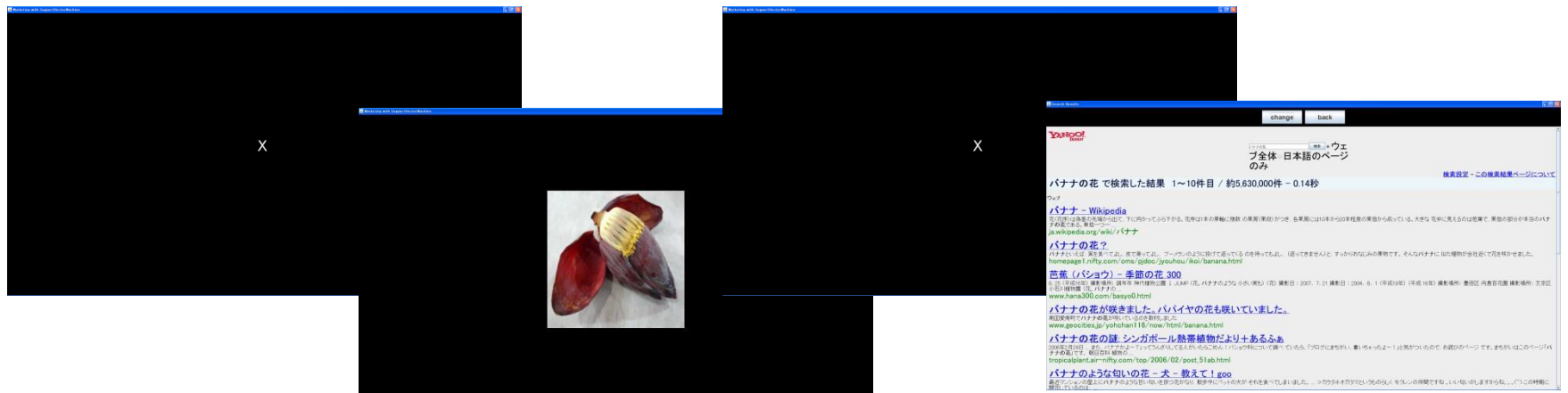
迷いとは.....ここでは、「カードが1ペア成立するまでの時間が長くなればなるほど迷いが生じているものとする」

# 脳活動による認知活動の応用 (1)

## 選好, 未知・既知



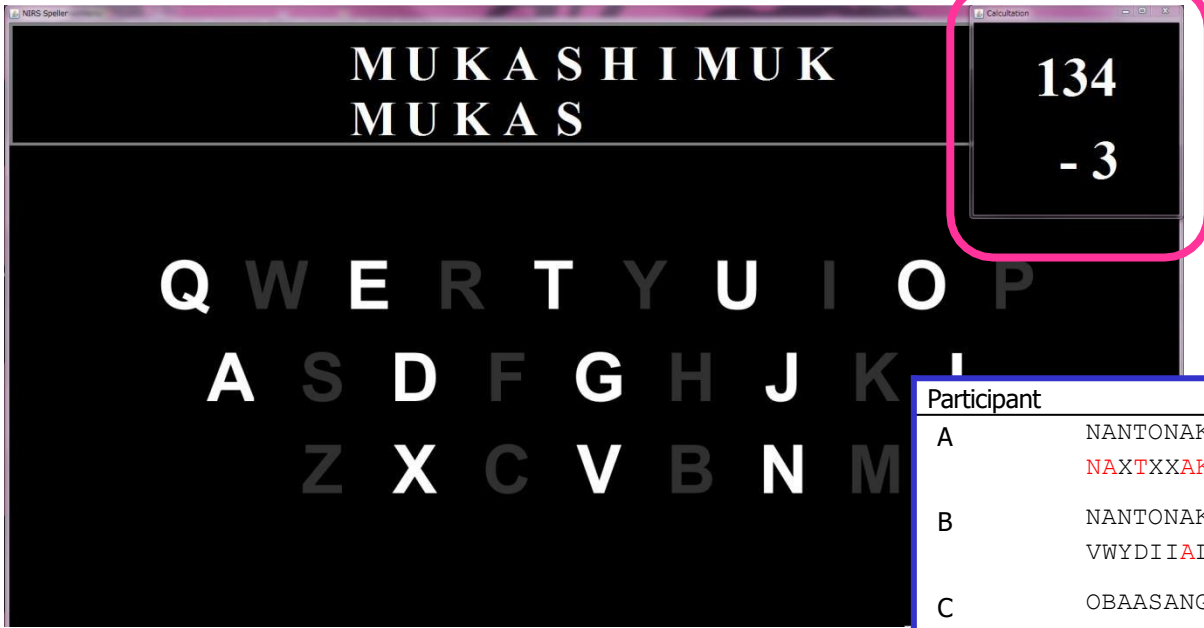
2種類の食べ物を提示し、どちらが好きであることを脳活動から判別する



提示された画像を知っているかを脳活動から判別する

# 脳活動による認知活動の応用 (2)

## 文字入力支援システム



"134" and "-3"

134-3=131,  
131-3=128,  
128-3=125,  
.....

| Participant | Target and Result  | Character | Accuracy(%) |
|-------------|--|-----------|-------------|
| A           | NANTONAKAKARAGENKINOI IOTOKONOA<br>NAXTXXAKAKARAGEXHINOI IOTOKXOA  | 24/30     | 96          |
| B           | NANTONAKAKARAGENKINOI IOTOKONOA<br>VWYDIIALA*RACPI*YGLZZ IZOPHO*GD | 4/30      | 59          |
| C           | OBAASANGAKAWADESENTAKUWOSHITEI<br>IBACSAXHAKA*ANEZLRTAHUPOIHXTAO   | 15/30     | 84          |
| D           | OBAASANGAKAWADESENTAKUWOSHITEI<br>K*ORQUK*OCHMZ*HELJSSCSNDET*UI    | 1/30      | 46          |
| E           | OBAASANHAOOKINAMOMOWOHIROIAGET<br>V*VCI AJLZXVCSJBKOHLLHHPNIQC*SN  | 3/30      | 61          |
| Average     |  | 15.4/30   | 69.2        |

入力したい文字が表示されている時  
暗算を行う (ON)

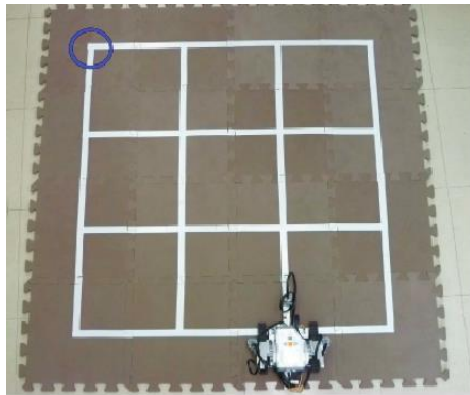
入力したい文字が表示されていない時  
何もしない (OFF)

各文字はON/OFFの組み合わせが決められている

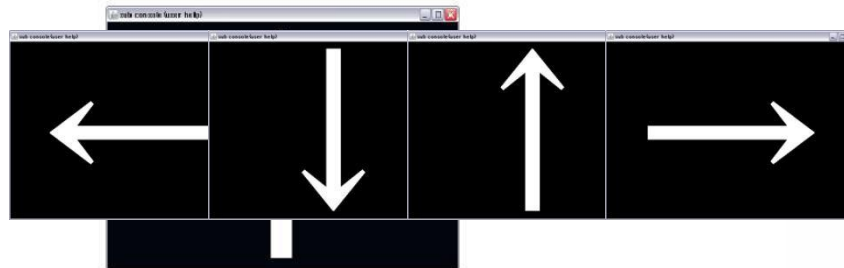
例: A: ON, OFF, ON, OFF, OFF ⇒ 10100

# 脳活動による認知活動の応用 (3)

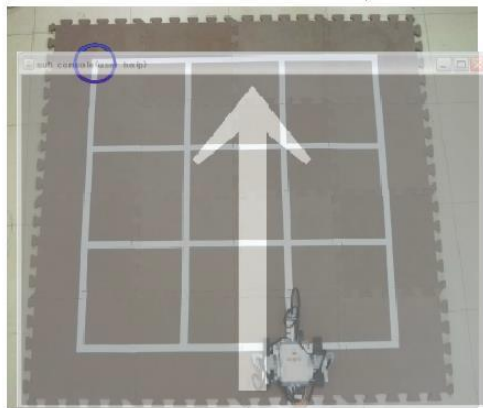
## ロボットコントロール



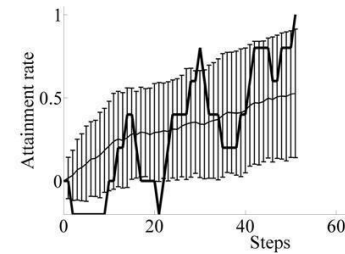
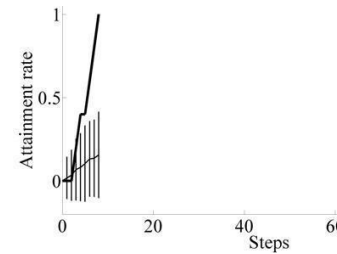
Main



Head Mounted Display



User-visible Image



[https://www.nikon.co.jp/news/2008/1007\\_up\\_01.htm](https://www.nikon.co.jp/news/2008/1007_up_01.htm)

HMD上に矢印が表示される

進みたい方向：集中する

進みたいくない方向：集中しない

約90%の成功率

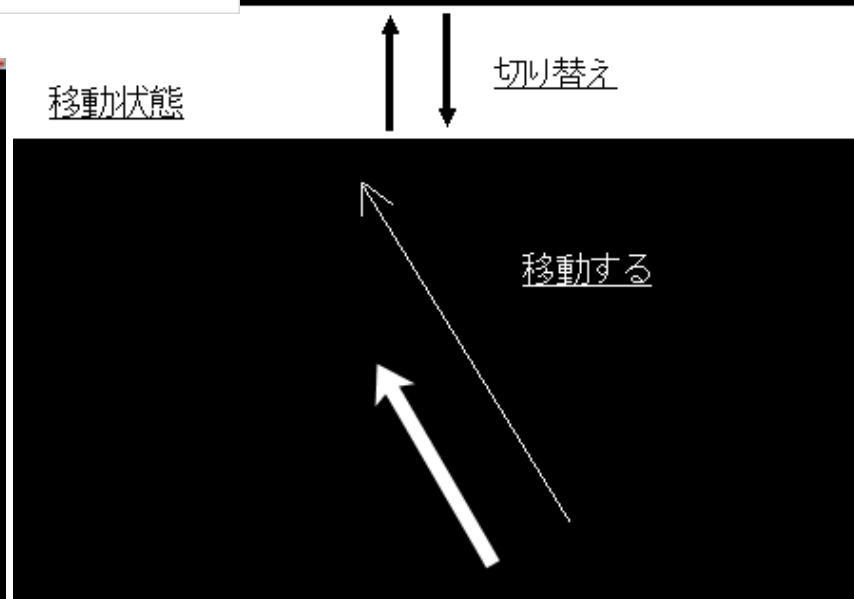
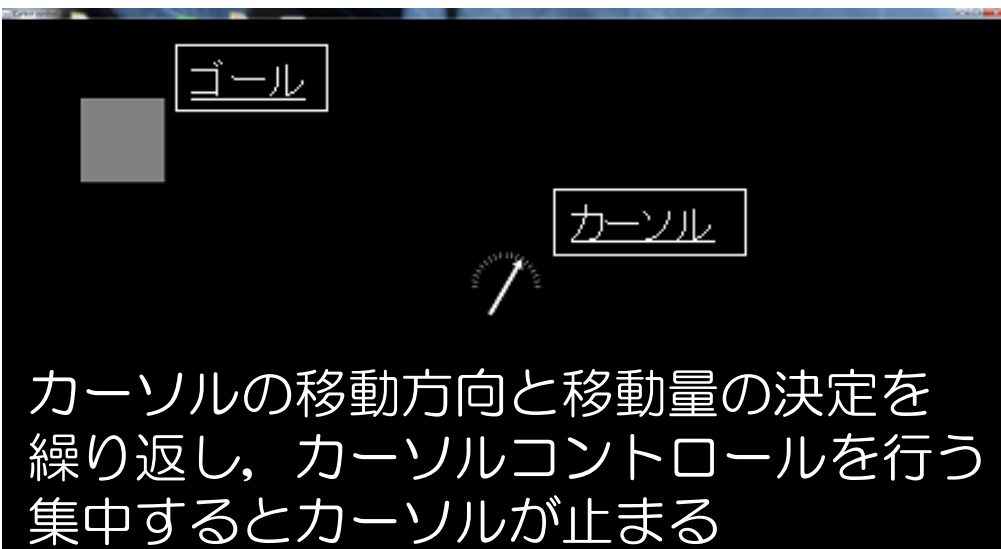
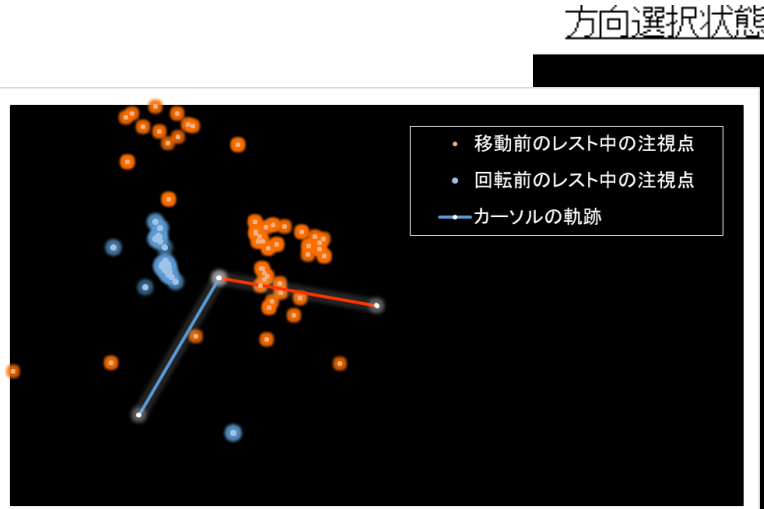
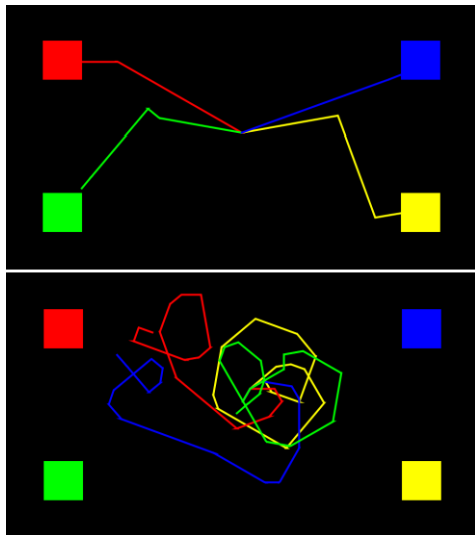
※4回中1回以上成功



# 脳活動による認知活動の応用 (4)

## カーソルコントロール

約85%の成功率  
※8回中1回以上成功



# 脳機能計測応用の課題

## 計測機器

- 常に人間の情報を得るためには、小型で身につけられる機器や非接触で計測できることが望ましい。
- 安価に利用できることが望ましい。



<https://neu-brains.co.jp/service/equipments/hot-2000/>

<https://neu-brains.co.jp/service/equipments/wot-220/>

## 計測環境

- 実環境では安静状態での利用は特殊な場合であるため、動きがある場合でも正確な情報が得られることが望ましい。
  - 体動の影響を除去：血流動態分離法\*

## 脳機能計測以外の生体信号

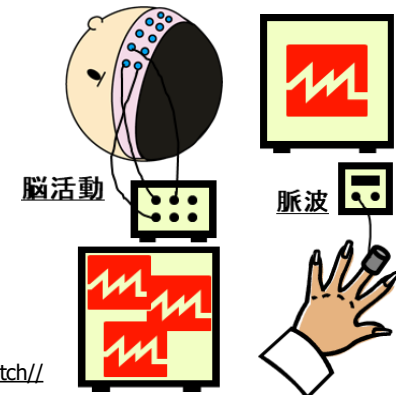
- 脈波：ストレスなどの計測



<https://careajp/>



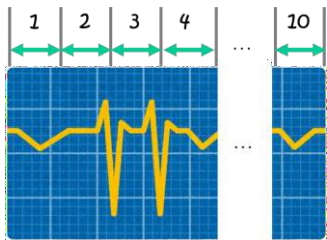
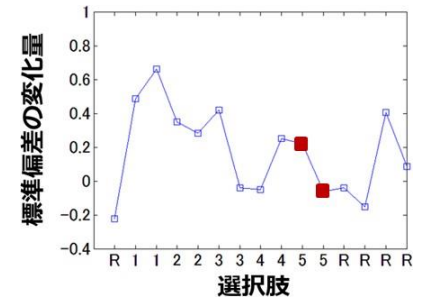
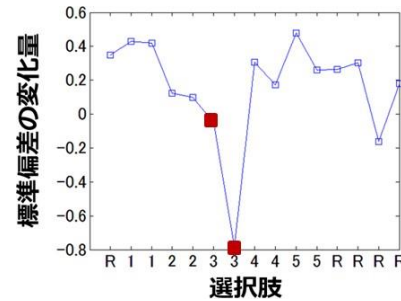
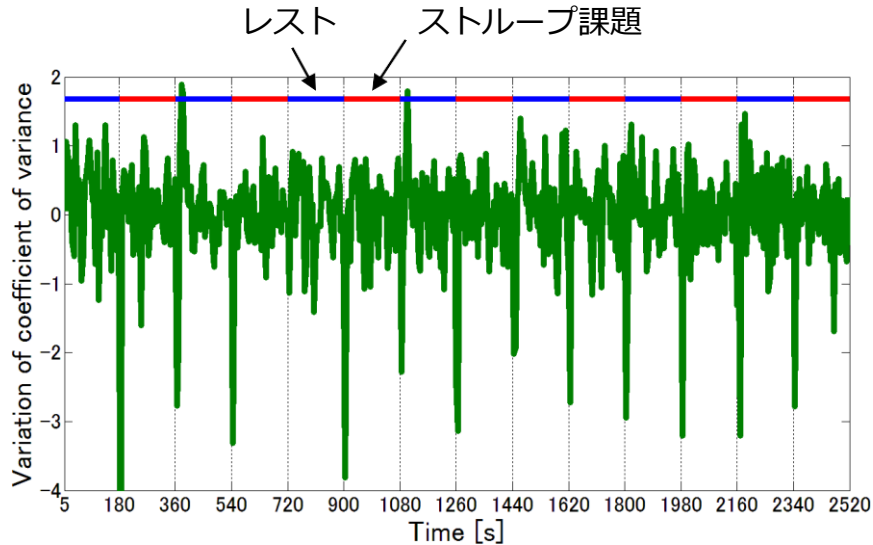
<https://www.apple.com/jp/watch/>



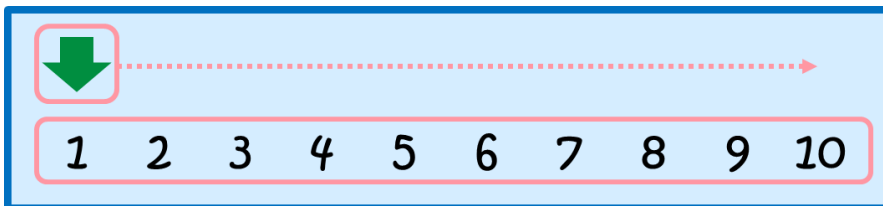
\* Toru Yamada, Shinji Umeyama, and Keiji Matsuda, "separation of fNIRS Signals into Functional and Systemic Components Based on Differences in Hemodynamic Modalities.", PLOS ONE, 7(11), e50271(2012)

# 脈波の応用 (1)

## メンタルストレス時の脈波計測



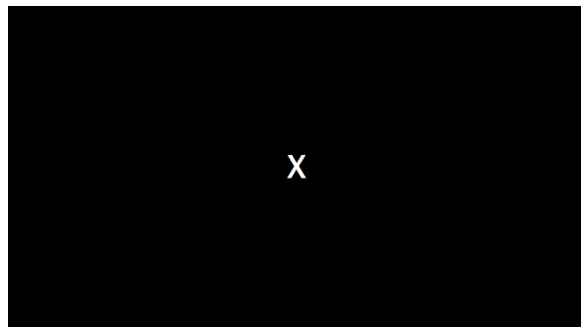
標準偏差の変化量により選択する数字を決める



| 被験者 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 検出率 [%] |
|-----|---|---|---|---|---|---|---------|
| A   |   | ◆ |   | ◆ |   | ◆ | 50      |
| B   |   | ◆ | ◆ |   | ◆ |   | 50      |
| C   | ◆ |   | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | 83      |
| D   |   |   | ◆ |   | ◆ | ◆ | 50      |
| E   |   |   |   | ◆ | ◆ | ◆ | 50      |
| F   | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ |   | 83      |
| G   | ◆ |   | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | 83      |
| H   | ◆ | ◆ |   | ◆ |   | ◆ | 67      |

# 脈波の応用 (2)

## 非接触型バイタルセンサによるメンタル推定 (1)



レスト45秒

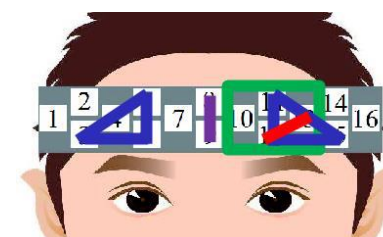
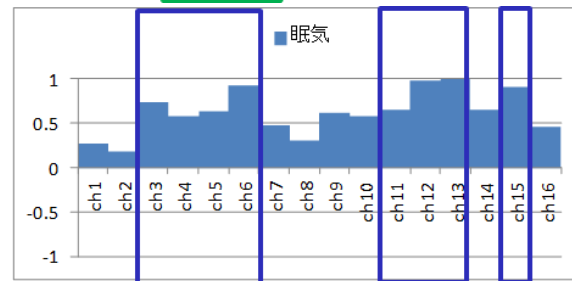
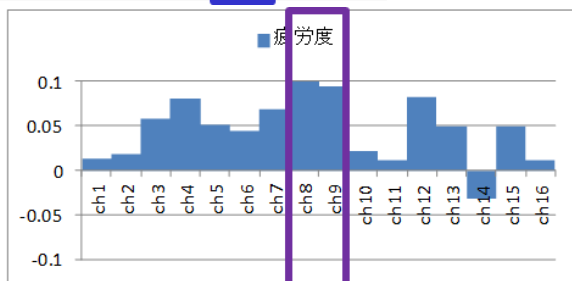
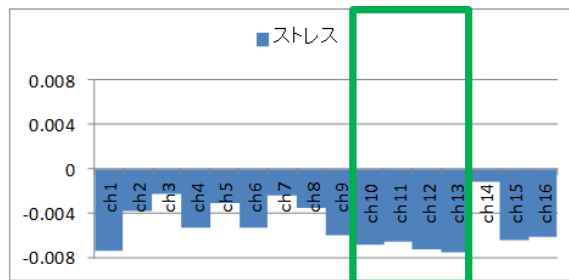
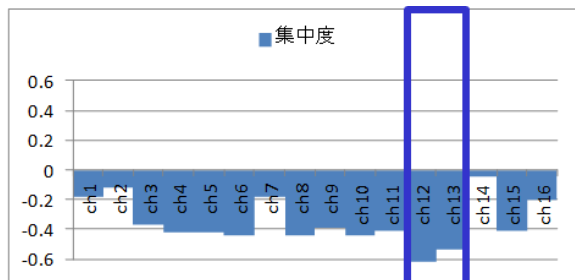


タスク45秒

回答の選択肢は2.3秒間のみ表示  
※2.3秒ごとに自動で問題提示



バイタルセンサ：  
ストレス度、集中度、疲労度、眠気度



# 脈波の応用 (3)

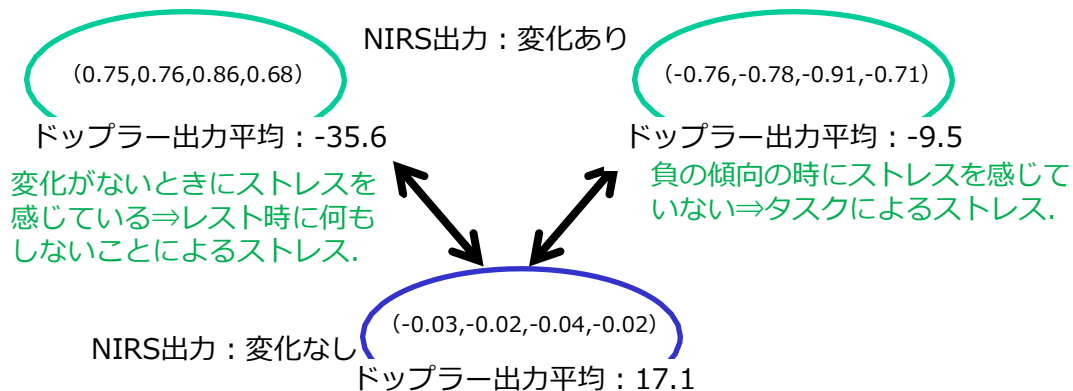


## 非接触型バイタルセンサによるメンタル推定 (2)

### 脳活動との関係

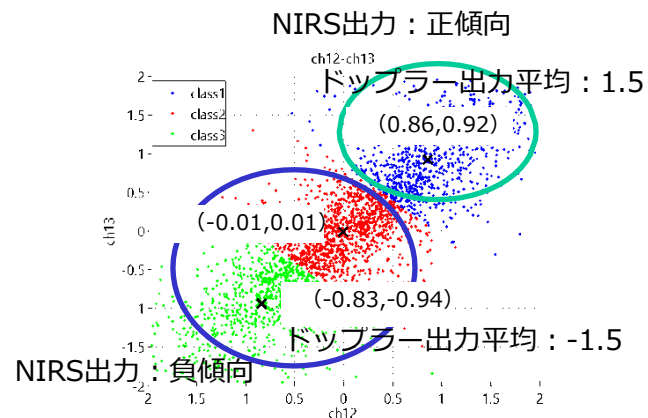
#### ストレス (3class@ch11,12,13,14)

計算などに関する領域の変化がストレスと関係しているが、どのタイミングでストレスを感じるかは個人差がある。



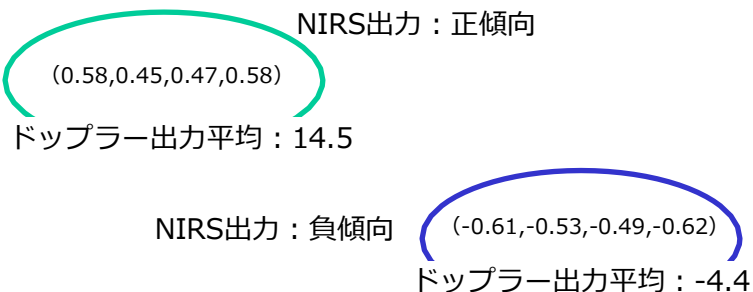
#### 集中度 (3class@ch12,13)

計算などに関する領域に正の傾向がある⇒タスクを実行し、集中している。



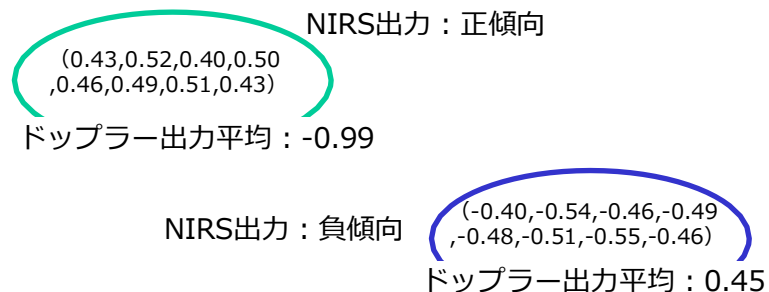
#### 疲労度 (2class@ch7,8,9,10)

報酬に関する領域が正の傾向⇒レスト時に休憩できることにより報酬を得るが、同時にホッとして疲労を感じる。



#### 眠気度 (2class@ch 3,4,5,6,11,12,13,15)

脳活動が正の傾向にある⇒何か行っている⇒眠気は小さい。



# おわりに (1)

## システム例 (情報提示)

グラフの見方

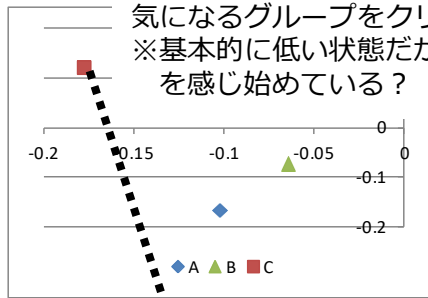
縦軸：現在

正の場合、その指標が増え始めている

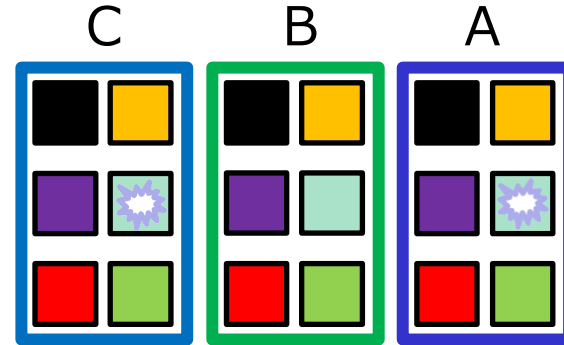
横軸：過去

負の場合、その指標は基本的に低い状態である

各グループの傾向

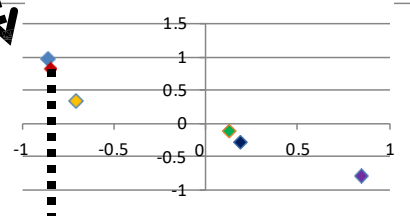


指標の選択  
例：ストレス



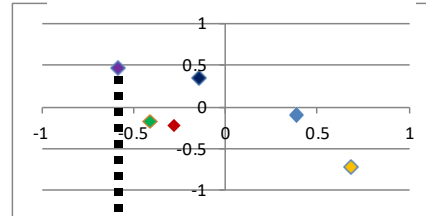
学生全体を  
いくつかの  
グループ化

グループC内の学生の傾向

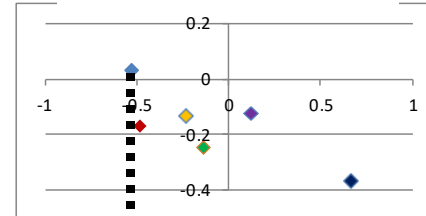


気になる学生  
をクリック

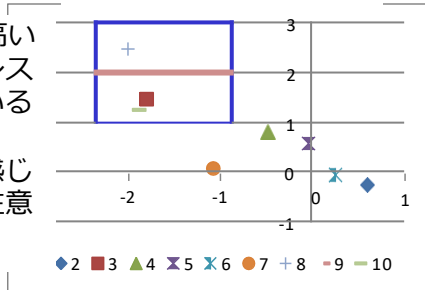
グループB内の学生の傾向



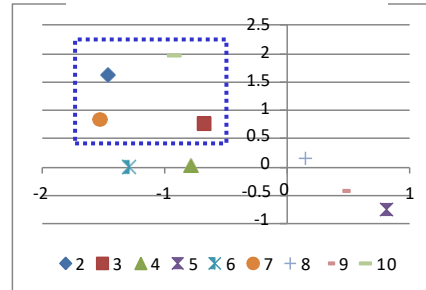
グループA内の学生の傾向



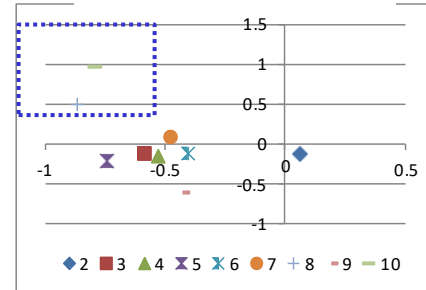
学生の時間変化の傾向



学生の時間変化の傾向



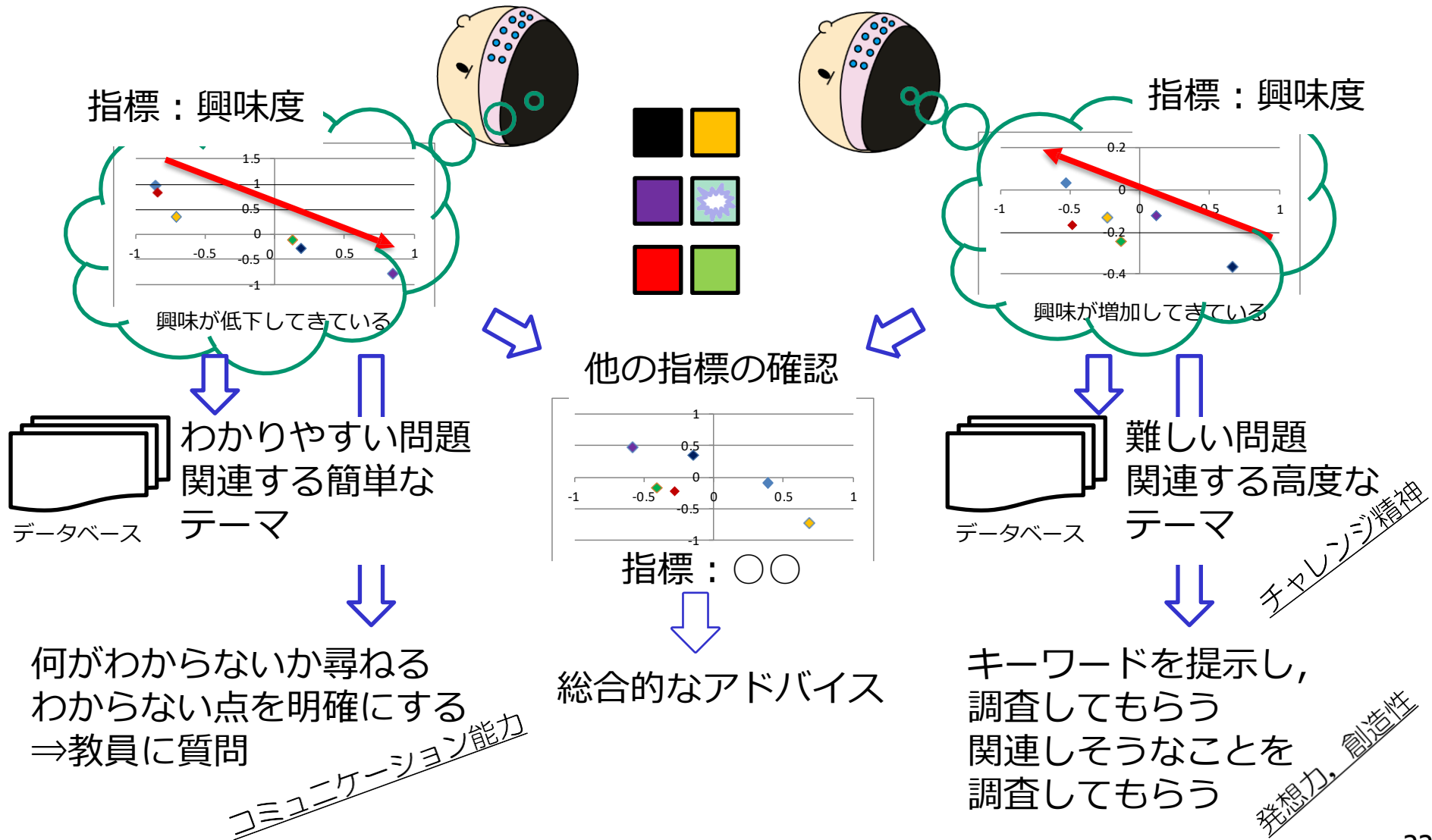
学生の時間変化の傾向



段階的に細くなるように情報を提示していく

# おわりに (2)

## システム例 (学習支援)



# おわりに (3)

## まとめ

- 人工知能の教育分野への応用可能性として、生体信号によるメンタル推定の観点から考察した
- 計測機器、計測環境、精度などの課題があるが、学習者の心理状況に応じた進め方の1つの指標として利用できる可能性がある
- 数十人の学習者に対して教育を行う場合、各学習者の状況に応じた対応ができる可能性がある

## 課題

- 生体信号から得られる情報の取り扱いなど倫理的な問題の整備