

脳情報通信融合研究

～研究の現状と情報通信への展開～

データの通信からこころも伝える脳コミュニケーションへ

大岩 和弘

情報通信研究機構 神戸研究所

未来ICT研究センター

脳科学の全体像

脳(神経)科学は 様々な科学分野が複合・融合した横断的研究分野

基礎・基盤・学術的

【基礎研究】

- ・脳の構造の解明
- ・認知・情動等心のメカニズムの解明
- ・脳の発生・発達の原理解明
- ・etc

【基盤技術開発】

- ・実験用モデル動物の開発
- ・脳活動の可視化・制御技術
- ・神経情報基盤の整備

応用・社会への貢献・産業利用

【教育・社会活動】

学習過程、社会性の習得過程の研究を通じて、将来的には発達障害の予防・治療等、育児、教育等へ展開

【健康・医療】（脳医学）

認知症発症に伴う機能低下の解明等の研究を通じて、精神・神経疾患の予防、早期診断、治療へ展開

【情報・産業】（脳工学）

- ・人間の嗜好を脳科学的に理解、製品やサービスの開発へ展開
- ・脳の情報処理と動作原理を解明し、脳の構造と機能に適応した安全・安心・快適な情報社会基盤へ展開
(脳情報通信融合研究)

脳のメカニズムの解明やその応用に関する研究分野であり、これまでの科学の枠組みを変える新たな「人間の科学」の創出や医療、教育、情報通信など幅広い領域で革新的な進歩をもたらすことが期待される

脳情報通信融合研究のめざすもの

● 脳情報通信融合研究とは

脳のメカニズムの解明とその応用を通じて
ICTの革新的な発展に貢献する研究開発を
工学、医学のみならず、心理学、認知科学等様々な分野の知見を結集させ
融合的に行うもの

1 脳に学ぶ情報通信技術

膨大な神経細胞からなる巨大・複雑ネットワーク
である脳に 情報制御等のメカニズムを学び
情報通信システム等に応用

Brain-Function installed
Information Network

巨大化する情報通信ネットワークの効率化(低消費電力化等)や
自律性(自己修復機能等)賦与の可能性

脳情報通信融合研究のめざすもの

● 脳情報通信融合研究とは

脳のメカニズムの解明とその応用を通じて
ICTの革新的な発展に貢献する研究開発を
工学、医学のみならず、心理学、認知科学等様々な分野の知見を結集させ
融合的に行うもの

2 インタフェース技術としての脳情報通信技術
知覚、認識、感情、運動意図等に対応する
脳活動の計測を応用

Brain-Machine
Interface

3 情報のわかりや情動など 人と人との
コミュニケーションを脳機能から研究

Heart to Heart Science

視覚、聴覚等を介さない新たな情報通信インタフェースの可能性
真に伝えたいことを伝えることができるように 情報通信の質に注目した技術

脳情報通信融合研究の研究テーマ

BMI

脳と機械が通信する
Brain-Machine Interface

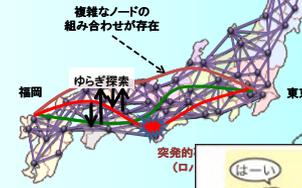


自動運転システム
危険察知システム
テーラーメイドICT



BFI network

脳・生体機能で
ネットワークを飛躍的に
高度化する
Brain-Function Installed
Information Network

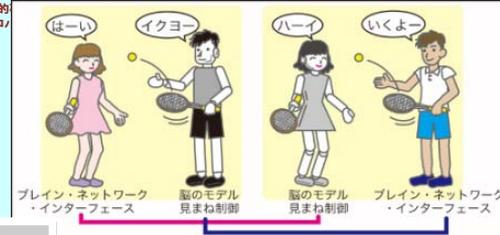


HHS

伝えたい・知りたいを
伝える以心伝心
コミュニケーション
Heart to Heart Science



心象イメージイラストレータ
内語タイプライタ



脳機能計測技術の高精度化・高機能化・小型化

現在

5年後

10年後

15年後

20年後

The logo consists of the letters "HHS" in a bold, orange, sans-serif font, centered within a thin orange circular border.

こころとこころをつなぐ科学

真に伝えたいことを伝えることができる 情報通信の質に着目した研究開発

情報通信技術の顕在化してきたコミュニケーション課題

膨大なデータ
ユーザのストレス発生

知りたいことが手に入らない
情報ストレス



伝えたいことが
伝わりにくい

コミュニケーションの巧拙
手段の制約・様々な課題

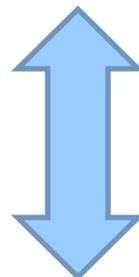
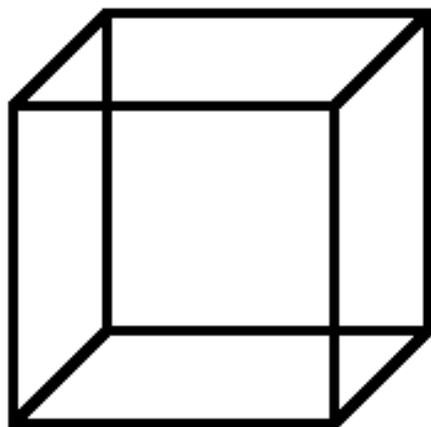


“知らせたい”ことを送り、“知りたいこと”だけを受け取る“真”の情報通信の実現
情報(データ)氾濫や消費エネルギーの問題を解決するために不可欠

- 人間のコミュニケーション能力が本質的に抱える課題を解消する技術
- コミュニケーション能力を拡張する技術

「人にとっての情報」の研究

「見たもの」と「見えたもの」の間をつなぐ脳システムの特徴



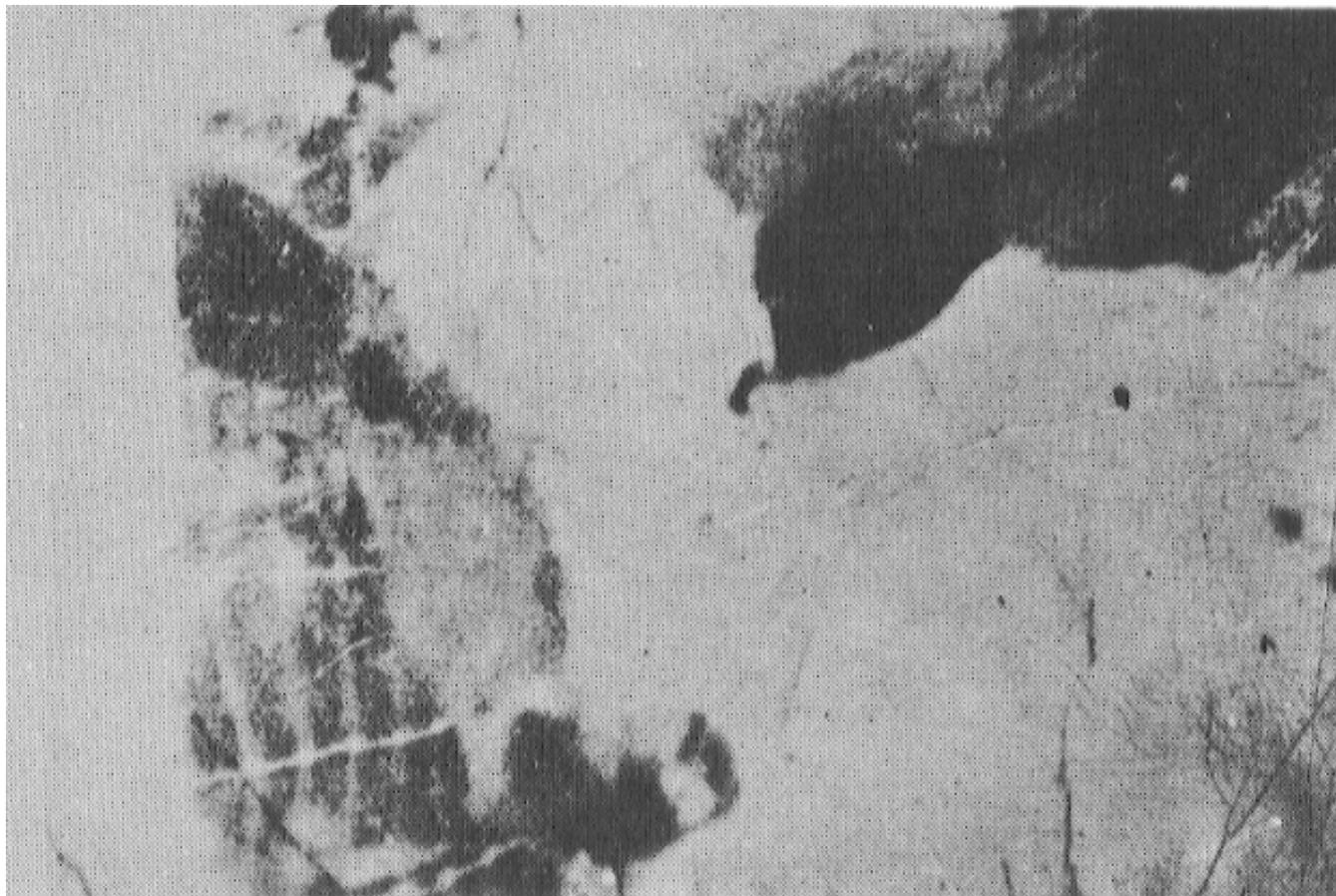
シリーズ 五感の迷宮 |
錯覚から迫る視覚の謎



同じ感覚データから、複数の意味を
解釈できる

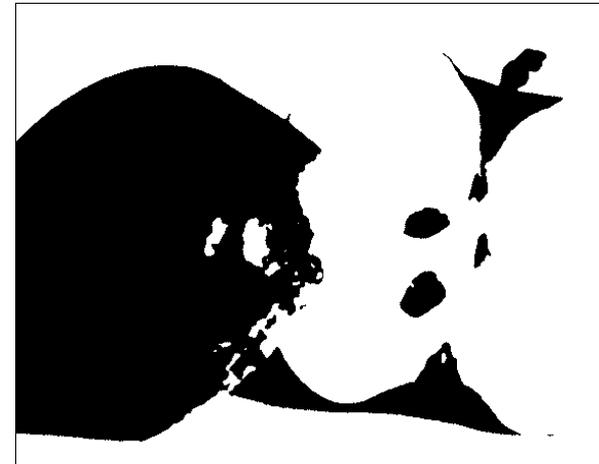
「人にとっての情報」の研究

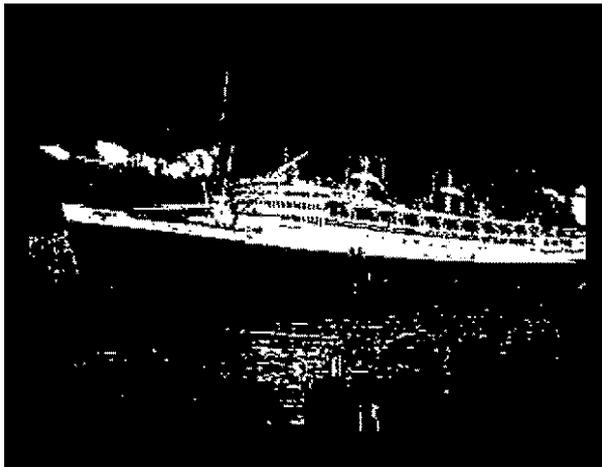
「見たもの」と「見えたもの」の間をつなぐ脳システムの特異性



不十分な情報から
意味のある対象を柔軟に見つけ出すことができる

人間らしい情報解釈 脳の柔軟な認識

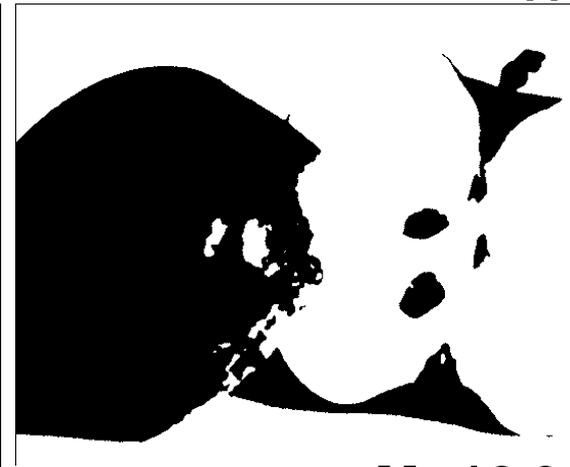




M : (客観)難度 $M= 1.9$



$M= 4.7$



$M= 12.9$

視覚的ひらめき認識速度の実験式

$$v = 1/t = C \exp(-M/S)$$

S : 脳の認知的温度

M : 絶対難度

M

隠し絵難度 \Leftrightarrow 活性化エネルギー

S

個人能力スコア \Leftrightarrow

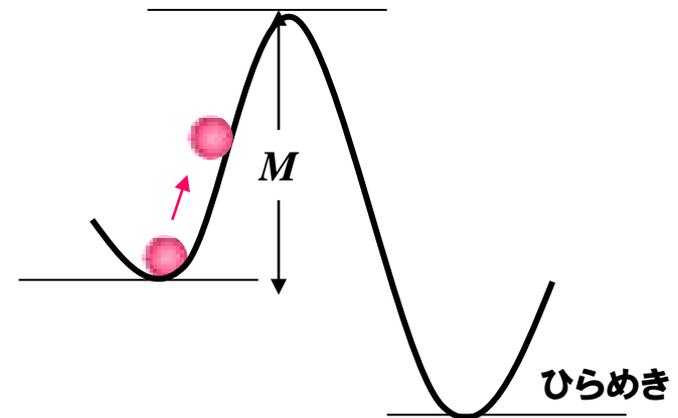
E

$k_B T$

温度

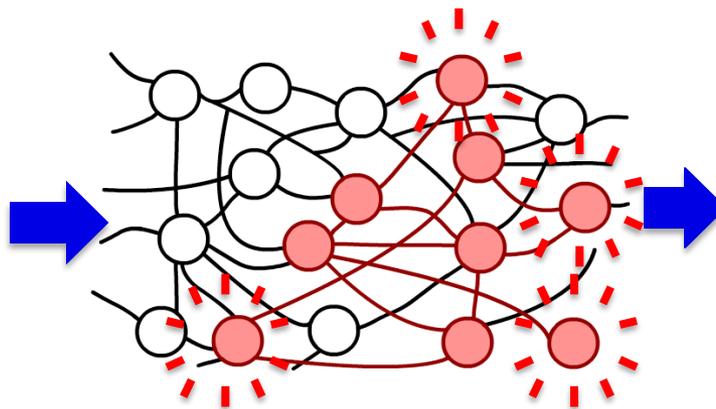
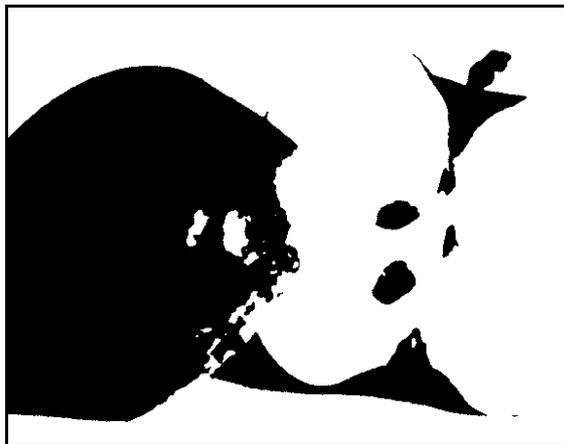
Arrhenius の式(化学反応速度)

$$v = v_0 \exp(-E/k_B T)$$



人間らしい情報解釈 脳の柔軟な認識

与えられた情報が不十分であっても、意味のある対象をひらめきで見つけ出すことが可能



不足情報を神経の自発活動で補足

視覚的ひらめき認識速度の実験式

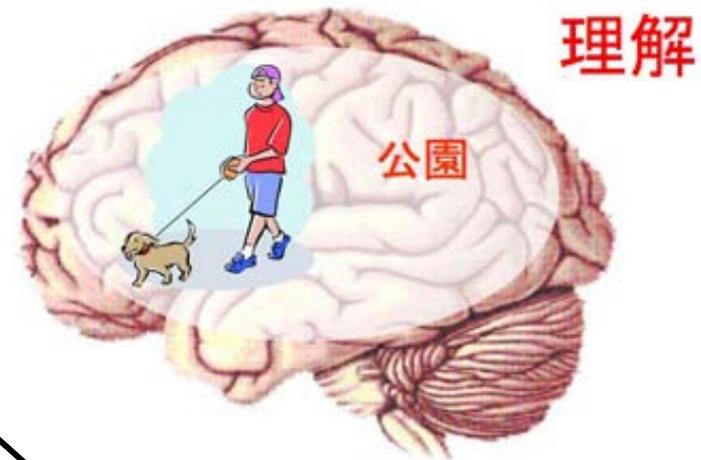
NICT・大阪大学・理化学研究所との共同研究成果

$$v = 1/t = C \exp(-M/S)$$

脳の独特の情報表現の解明で、
人間のコミュニケーション能力が本質的に抱える課題を解消
コミュニケーション能力を拡張

ことばの意味の「わかり」と脳活動

「今日、**こうえん**を 散歩したよ。」



意味頻度(親密度)

こうえん	公園	(6.3)
	公演	(5.8)
	講演	(5.6)
	後援	(5.4)
	好演	(5.1)
	口演	(3.3)
	高遠	(2.9)

親密度7段階中 (天野&近藤, 1999)

文脈

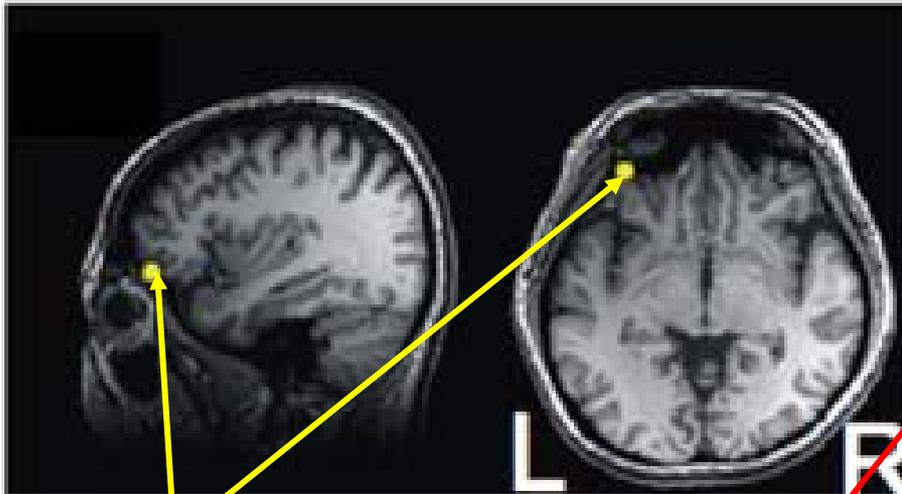
「…散歩した」

曖昧性(多義性)

→意味理解

ことばの意味の「わかり」と脳活動

受け手の脳内ボキャブラリにある様々な意味が活性化



左前頭葉（言語野）

ボキャブラリが豊富なとき
(多義的なとき)

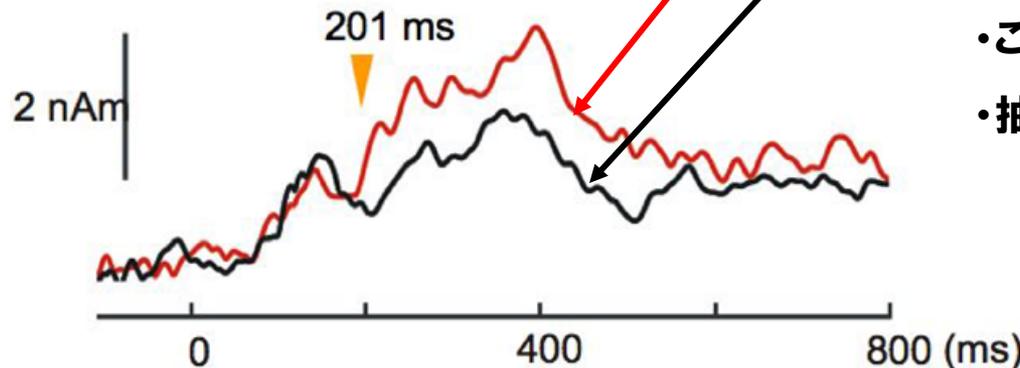
こうえん：
公園？ 講演？ 後援？..

一義的なとき えんぴつ：鉛筆

受け手のボキャブラリ(語彙)レベルを評価
それに合った説明の仕方を提供する

- ・こどもにはこども向けの説明を
- ・抽象的議論の好きな人には抽象的説明を

テーラーメイド ICT の基礎技術



協力者1



自然会話

マスクマイク1

マスクマイク2

ヘッドフォン1

ヘッドフォン2

協力者2



自然な会話をする被験者の脳活動と生理信号を同時に計測する

情動音声の機微

明るさ



不安・不満



情動音声に対する被験者の脳活動と生理信号の同時計測

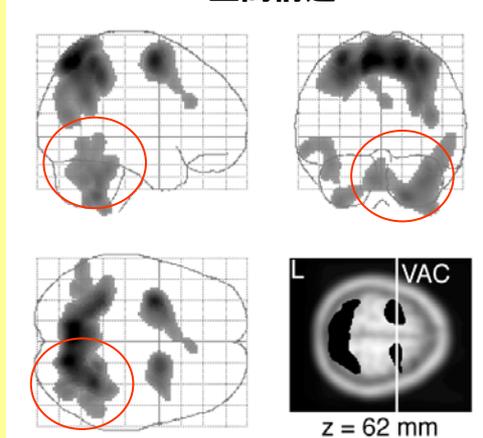
脳活動と生理信号によるコミュニケーション・情動の定量的解析

NICT研究成果

コミュニケーションを脳機能から科学する

多感覚情報から感じる臨場感の知覚認知メカニズムの解析による
臨場感の客観的・定量的な心理・脳評価技術や効果的な情報提示指標の開発

空間構造



心地よさ評価技術
気分の評価・判定技術
効果的な情報提示技術

脳情報を利用した
ユーザーに快適な情報提示



脳情報から
フィードバック



新しいメディア技術や優れたヒューマンインタフェース技術の
評価技術の確立と装置製作のための指標提示

脳情報通信融合による 創造的コミュニケーションの研究

人間的なコミュニケーション

「ボールペンをお持ちですか？」

「はい、どうぞ。」



直接問われていないことまで答えられる

文脈・いきさつ・場を共有する

人間的インテリジェンスの起源

脳情報通信融合研究を支える ヒトの脳活動の非侵襲計測技術

脳計測

ヒトの脳活動の計測技術

非侵襲計測技術

局所的血流量
変化計測
脳活動の盛んな
部位を特定

神経の電氣的活動に
伴って生じる微弱な
磁場変化

fMRI
(機能的磁気共鳴画像法)
高空間分解能 (ミリメートル)

MEG (脳磁界計測法)
高時間分解能 (ミリ秒)



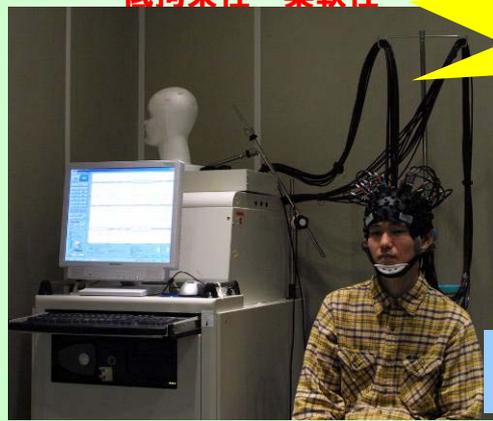
高磁場化による
時空間分解能向上

空間分解能

時間分解能

NIRS (近赤外計測)
低拘束性・柔軟性

EEG (脳波計測法)
低拘束性・高時間分解能



計測データ・
手法の統合

簡易性・可動性

データの通信 から 脳コミュニケーションへ

HHS

Heart to Heart Science

こころとこころをつなぐ科学

脳科学の倫理的側面
人文科学との協力

基礎研究から産業応用へ

未来の研究者・技術者を育成
活躍の舞台を提供

BMI

BFI
network

Brain-Machine Interface

こころを機械に伝える技術

Brain-Function installed
Information Network

脳に学ぶ情報ネットワーク技術

非侵襲脳機能計測技術の高度化・高精度化