研究概要・研究室紹介

Chaos&Fractals Informatics Lab.

カオス・フラクタル情報数理工学研究室

Nagaoka University of Technology

Contents

3 Introduction
4 高次脳機能計測
5 高次感性計測を用いた製品評価・開発
10 脳波による香り感性診断に関する研究
14 脳波のフラクタル解析を用いた多機能電話の操作性評価に関する研究
15 衣服着衣時の感性計測に関する研究
16 超可聴帯域の音再生に関する感性計測
18 脳波解析に基づいた超可聴音源の感性計測
19 脳計測による咀嚼効果の定量化
20 脳波のフラクタル解析に基づいた飲料の感性
25 マウステープによる集中度への効果
29 脳波のカオス・フラクタル性に基づいた認知状態・脳機能計測
30 近赤外分光法を用いた脳機能計測
31 食事摂取時における生体信号のカオス・フラクタル解析
32 アフェクティブロボットの実現を目指したBCI技術に関する研究
33 ブレインアフェクティブインターフェースを用いた車椅子制御に関する研究
34 スマートセンシングを用いた感性計測装置に関する研究
38 紙面が感性に与える影響に関する研究
41 脳波のフラクタル解析を用いた味覚の感性評価に関する研究
42 脳波のフラクタル性に基づいた木製パズル組み立て時の感性評価
50 生体情報解析
51 フラクタルを用いた肌表面形状の定量的評価手法
54 フラクタル次元を指標とした疲労度の定量化
56 心電図逆問題に関する研究
59 カオス・フラクタル理論に基づいた新規バイオアッセイ技術
61 カオス・フラクタル応用研究
62 フラクタル画像符号化
65 カオスニューラルネットワークによる環境時系列の学習・予測
67 研究成果に関する新聞記事
113 研究成果に関する雑誌資料
143 研究成果に関する教材資料
144 研究成果に関する特許資料
148 研究成果に関するＴＶ取材
174 研究成果に関するラジオ出演
175 研究成果に関するWebの記事
187 大学広報誌「VOS」
191 にいがた創業アワード優秀賞
192 文部科学大臣表彰　科学技術賞
193 長岡イノベーションアワード2019　イノベーションアワード受賞
194 これまでの主な受賞
195 北海道医療大学との学術交流協定
196 夢ナビライブ2012
197 大学HPの「研究室紹介ビデオ」に出演
198 書籍紹介
199 指導教員紹介・Access

Introduction

産業革命以来，人類を取り巻く科学技術の進歩により高度な物質開発システムが生産され，その結果大量生産大量消費型産業社会が創り出され，多くの人々がその技術革新の恩恵に浴してきた．しかしながら，直面するエネルギー・環境問題の克服と共に，成熟した安全・安心・快適な持続型社会を実現するため，“脳機能ダイナミズムの解明（自然科学）”と“感性豊かで快適な持続可能社会（人文社会科学）”の有機的融合技術の創造は，21世紀の科学者が取り組むべき重要な異分野融合型研究課題の1つである．さらに，ここ10年来，感性と工学における創造性の密接な関係が注目され，独創力を醸成する工学教育の実現に向けて，有識者の間で熱心に論じられるようになった．すなわち，豊かな感性に根差した統合力を育んだ実践的技術研究者の育成が，21世紀を支える創造的技術フロンティアの開拓にとって極めて重要で必要不可欠であり，感覚的認識力を研鑽する大学教育が渇望されている．しかしながら，豊かな感性を刺激する工業製品を創出するための基盤技術確立に関しては，まだまだ船出の途についたばかりであり，グローバル化に埋没しない新規付加価値を創製するために産業社会的から渇望されているにも拘わらず，まだまだ萌芽的段階にあるのが実情である．

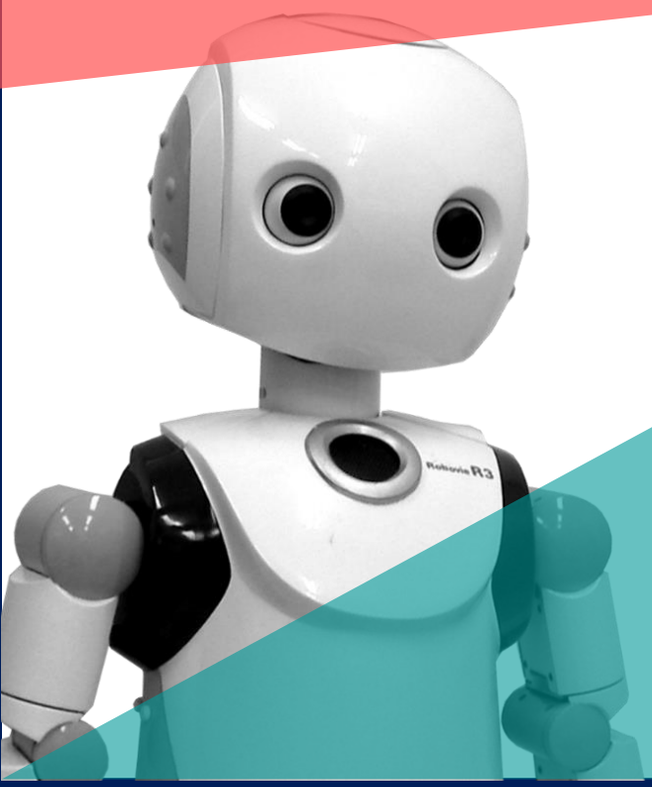
一方，自然や生体にみられる複雑系の理解に向けられたカオス・フラクタル理論は，気象学者Lorenzや計算数学者Mandelbrot等の多くの先駆者による萌芽以来，非線形物理学のみならず，物性，生命，地球環境に至る学際的な分野において30余年に亘り，国内外で多くの先駆的な研究者により精力的に研究されており，基礎科学や実践的工学の分野で多く技術を具現化し結実してきた．特に，生体現象に係る複雑性をカオス・フラクタル理論でとらえることにより特徴量を抽出し，計測や制御に適用することは，ブレインマシンインターフェースや未来の技術であるアフェクティブインターフェースの具現化技術として注目されており，ロボット制御のみならず医用・介護・福祉に対する基盤技術としても非常に興味深い先端的研究課題である．また，最近の生体計測機器の技術革新に伴い，より高精度に，より簡便に生体情報が計測可能となり，このような生体のもつ高度・高次機能に学び，それを工学的に模倣・具現化するバイオミメティクス，バイオメカトロニクス等々に関連した融合分野へのチャレンジもこれからの21世紀を担う研究者に託された重要な研究課題である．

上述のような観点から，当研究室では，カオス・フラクタル理論を基軸とし，情報数理工学や感性情報工学の技術基盤や周辺理論を創生すると共に，そのような技術に基づいた開発研究を推進している．また，感性計測においては，生体信号，特に，脳波と近赤外分光計測信号をカオス・フラクタル解析することにより，ヒトの感性を客観的に定量的に計測する新規手法の紹介を通じて，その背景にあるカオス・フラクタル理論を系統的に体系化し，感性を付加価値とした製品開発に向けた基盤技術の創生に挑戦している．

カオス・フラクタル情報数理工学研究室　研究基軸

Measurement of Higher Brain function

高次脳機能計測



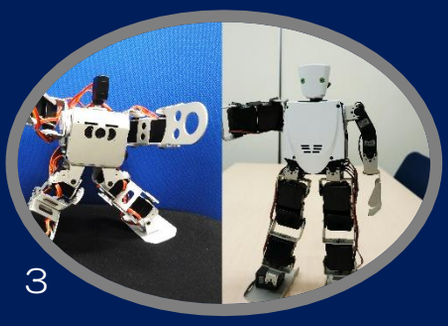
ヒトの脳は数百億個もの神経細胞から構成されている．これらの神経細胞全体は複雑なネットワークを構成しており，思考・感情・その他複雑な精神活動を統制する役割を担っている．

ヒトが持つ脳機能を解明することは，人類の“Final Frontiers”であるといわれており，国内外の多くの研究者が取り組んでいるテーマである．

本研究室では，生体信号が有するカオス・フラクタル性に基づいた脳機能計測手法を提案しており，新規な脳機能計測技術やBCI（Brain Computer Interface）技術を研究している．

1

2



3

4

5

6

1．ウェアラブル光トポグラフィ装置：
WOT-220
／（株）日立製作所

2．光トポグラフィ装置：
LABNIRS(ラボニルス)
／島津製作所（株）

3．小型二足歩行ロボット:
左…Robovie-nano（ロボビー・ナノ）
右…Robovie-X（ロボビー・エックス）
／Vstone(株)

4．車輪型プラットフォームロボット:
Robovie-R3(ロボビーアールスリー)
／Vstone(株)

5．ワイヤレス生体計測装置：
PolymateMini108
／（株）ミユキ技研

6．大型二足歩行ロボット(指可動型):
Vstone Tichno（ヴイストンティクノ）
／Vstone(株)

高次感性計測を用いた製品評価・開発

研究の意義・目的

研究背景・目的

現在，産業の生産拠点が外国に転移しつつある．それに伴い，国内の技術が流出し，従来の価値軸（価格，性能，信頼性）では，海外製製品との優位性に欠けてきている．そこで，第4の価値軸としての感性価値が注目され，消費者の感性に訴えかけるようなものづくりが国内外で精力的に取り組まれている．

新規性

感性の計測には，SD法（Semantic Differential Method）やモニターアンケートが主に用いられる．しかし，これらの計測法では，「評価語が曖昧な概念」，「対象者の主観に強く依存する」，「言葉で表現できない感性は評価不能」，「製品使用時の感性は評価困難」といった問題がある．その問題を解決するために，脳波のフラクタル次元値を特徴量とした感性フラクタル次元解析手法（EFAM：Emotion Fractal Analysis Method）を製品使用時の脳波に適用することにより，製品使用時の感性を定量的且つ客観的に評価する．

【特許】
特許第3933568号，脳機能計測装置，発明者：中川匡弘
特許第4590555号，感性状態判別方法及び装置，発明者：中川匡弘

Keywords

脳波，フラクタル次元，分散のスケーリング特性を用いたフラクタル次元推定（SPV：Scalling Property of Variance），感性フラクタル次元解析手法（EFAM），独立成分分析（ICA：Independent Component Analysis），多変量解析

57～60,62～66,69～73,75,78,87 ページに関連記事あり

手法

解析手法

フラクタル性の指標：　1.分散のスケーリング特性を用いたフラクタル次元推定手法（SPV）
　　2.相関次元（ゼロクロスポイント法）

感性フラクタル次元解析手法，独立成分分析，多変量解析，等々．

成果1（テニスラケット）

テニスラケット5本に対し，打球時の脳波に対して，フラクタル次元推定，感性フラクタル次元解析手法を適用した．打球は5秒に1球づつとし，被験者はテニス上級者（テニスクラブコーチ）である．図3の棒グラフはサンプルごとに感性解析結果の平均値を算出したもので，感性解析結果と主観評価（折れ線グラフ）との間に0.58の相関係数が確認された．主観評価は，数字が大きいほど使いやすい（打ち心地が良い）という評価法である．また，感性解析結果を目的変数とし，ラケットのパラメータを説明変数とした結果の例を図4に示し，実験に協力していただいた被験者全員について纏めたものを表1に示す．表1より，多くの被験者がSW（スイングウェイト）が軽いラケットを好む傾向が見出され，長時間プレイしても体への負担が少ないラケットが好まれる結果となった．

手首に装着した体動センサのフラクタル次元値Dの2からの差$|D-2|$を図5に示す．図3の感性解析結果と照らし合わせると，各センサのフラクタル次元が2に近いほど，感性解析結果，主観評価値が高いという傾向が多くの被験者で見出された．フラクタル次元Dが2になるということは，信号の周波数領域で“1/f揺らぎ”の特性を有することと等価である．本実験の結果を踏まえ，テニスラケットの振動に“1/f揺らぎ”の特性（D=2）を持たせるために，振動の主成分が150[Hz] となるよう設計されたものがV-CON X18/X21である（図6）．

本研究により，第5回モノづくり連携大賞を受賞した．

59,62～65,71～74,87,92,106,165ページに関連記事あり

図1 実験の様子

図2 打球の様子

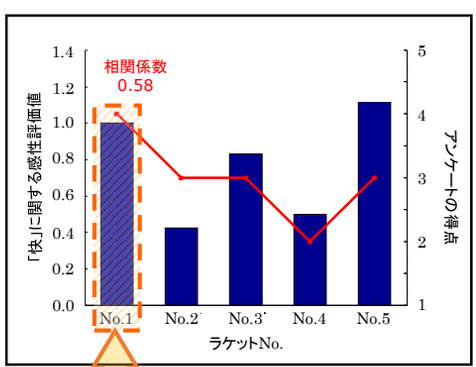


図3「快」についての感性解析結果

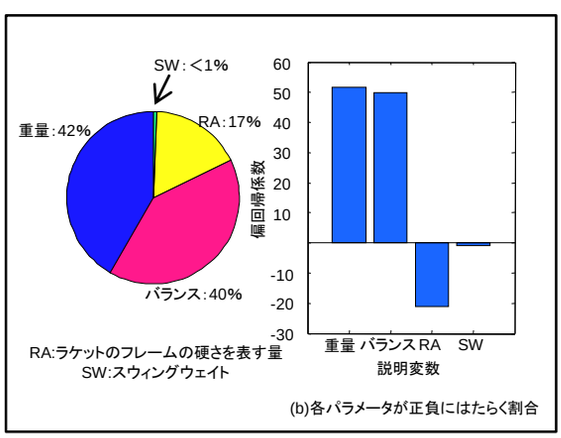


図4 多変量解析結果の例
（目的変数：感性解析結果「快」）

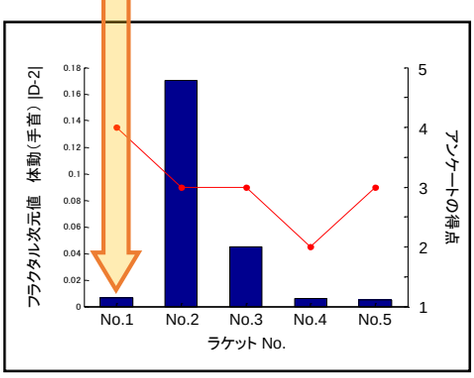
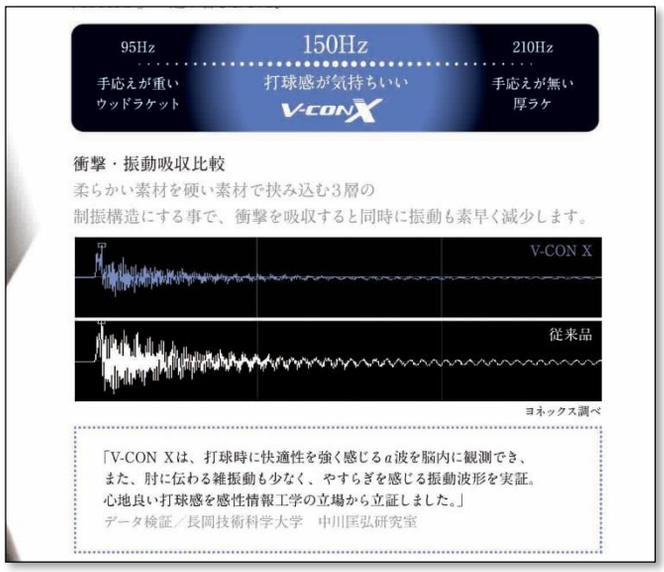


図5 体感センサ（手首）の
フラクタル次元値

表1 全被験者多変量解析結果
（目的変数：感性解析結果「快」）

被験者	重量	バランス	SW	RA
A	-78.05	-76.09	-0.08	32.13
B	-32.55	-32.17	0.80	12.65
C	51.63	49.92	-0.78	-21.22
D	72.23	70.60	-0.96	-30.42
E	-14.07	-14.37	-0.26	6.55
F	16.31	15.72	-0.11	-5.74
G	-6.90	-6.64	0.99	3.02
H	21.73	21.17	-0.64	-9.78

図6 V-CON X18/21



成果2（トニックシャンプー）

現在のシャンプー市場では，メントールを中心とした清涼剤を配合することで，爽快感，清涼感を訴求した爽快系シャンプーの市場が存在しており，根強い支持のあるカテゴリとなっている．その中でもサンスタートニックシャンプー（図7）は1968年に発売され，今なお販売されているロングセラーブランドである．

清涼剤としてメントールが配合された爽快系シャンプーの爽快感を客観的に評価するため，感性フラクタル次元解析手法を適用した．図8は，シャンプーの主要成分が同一で，清涼剤（メントール）の配合量を変化させた時の感性解析結果と主観評価値（それぞれ爽快感）を表している（被験者8名の平均値）．その結果，メントールの配合濃度に依存して爽快感が高まっていることが明らかとなった．また，感性解析結果と主観評価の間には，0.99と非常に強い相関関係が認められた．図9は，上記技術を用いて改良前製品と改良新製品を比較した結果である．改良新製品が処方改良によって，より高い爽快感を実現していることが示された．

59～61,64～66,68～70,74,75,92ページに関連記事あり

図7 サンスタートニックシャンプー

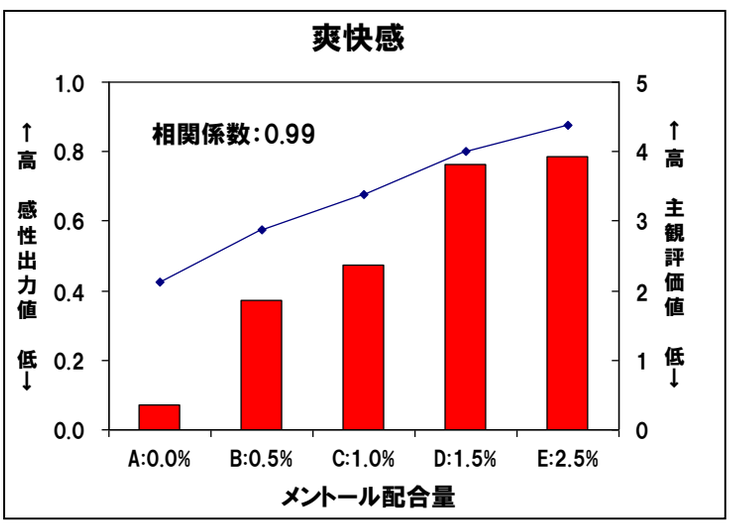


図8 メントール配合シャンプーの感性評価
（■感性出力値 ◇主観評価値）

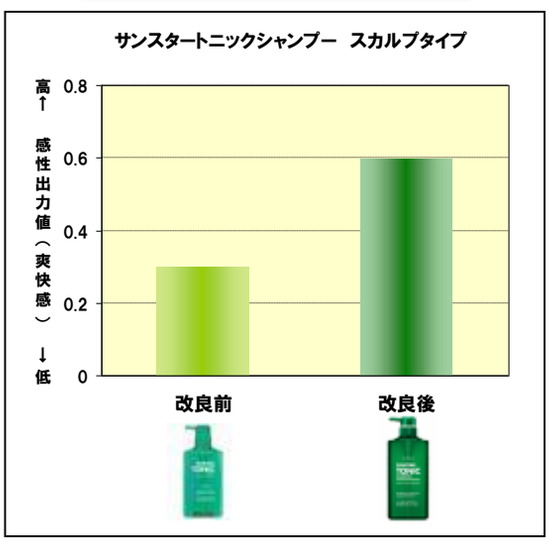


図9 製品系での評価（爽快感）

成果3（電車でGO!）

（1） 感性解析の応用として，当研究室ではロボットの制御や絵画等を見た時の感性計測に取り組んでいる．さらに，ゲームプレイ時の人間の感性の変動についての研究も行っている．具体的には株式会社タイトーより発売されている『電車でGO!』プレイ時の感性を計測し，電車発着時等における人間が抱く緊張感や走行時から停車等のアナウンスが入った時の感性の変動を解析している．

（2） 図10は，実際にゲームをプレイした際の感性解析結果である．本実験では，「安静」，「楽しい」，「緊張」の3状態の感性解析を試みた．

ゲーム開始

ゲーム開始直後に被験者が知らせ灯確認ミスにより減点を受けていた．その直後「緊張」の感性が上昇した．

通常走行

発車から通常走行に移ると「安静」の感性が上昇し，停車表示のアナウンスが出るまでそれを維持していた．

駅へ進入

停車表示から駅へ進入する課程で「緊張」の感性が急激に上昇し，緩やかに減少した．

オーバーラン

電車の停止位置を超え，オーバーランによる減点を受け，ATSにより強制的に電車は停止した．被験者は緊張の感性が上昇した後，ゲームが終了したことにより気が楽になったのか“楽しい”の感性が上昇した．

図10 電車でGO!（R）（株式会社 TAITO）

採点

ゲームオーバーの画面が出始めてから，「緊張」状態から「安静」状態へと遷移し，採点が始まると再度“緊張”が高まるという結果を得た．このように，EFAMを用いた感性解析によりゲームプレイ時の感性の変動をみることが可能である．これを応用することにより車の運転時にドライバーの緊張状態等を計測することで，休憩や注意喚起を促すことで安全な運転環境を構築することが期待されている．

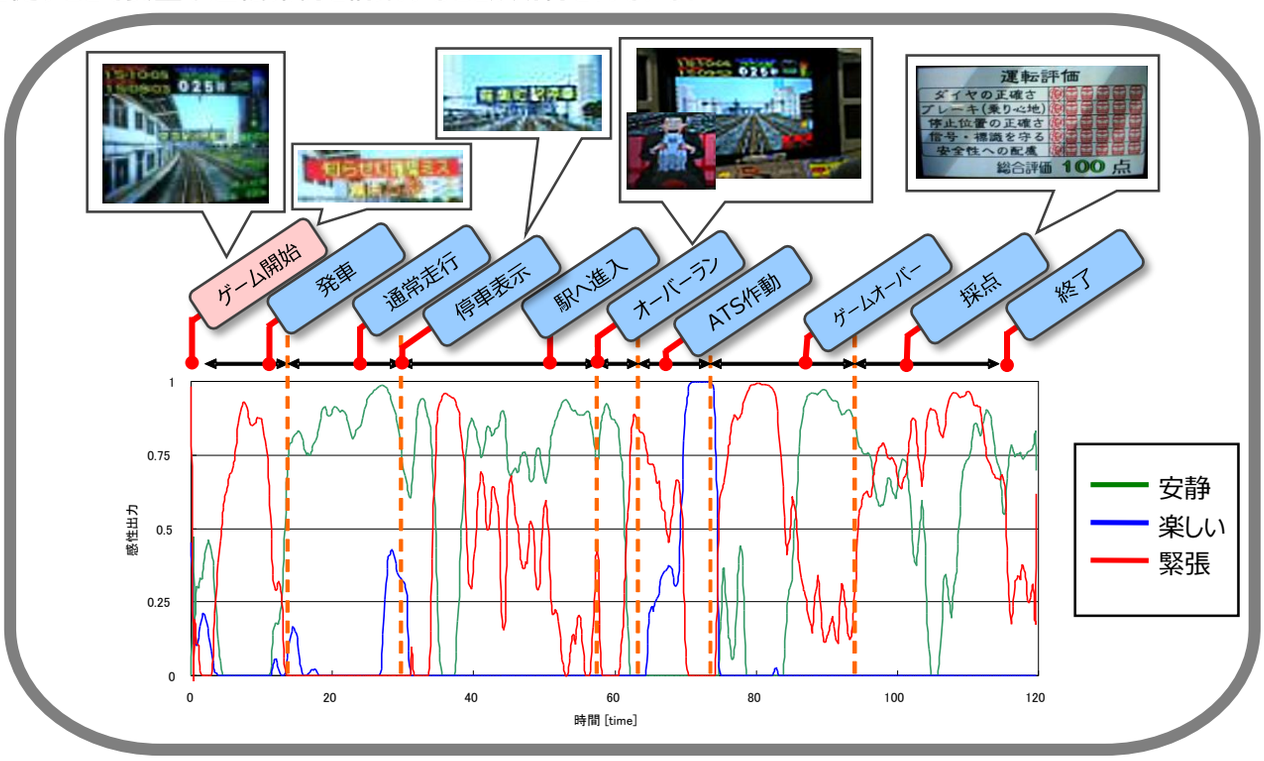


図11 感性解析結果（電車でGO!プレイ時）

成果4（ヒヤリハット解析）

自動車事故の原因の７割はドライバーの判断ミスや注意不足によるものである．自動車の運転時において，急な飛び出しや悪天候での物体の誤認等によるドライバーのヒヤリハット（焦り，緊張，驚き等を含んだ統合的な感性）を検出できれば，自動車事故を効果的に防止できると考えられる．EFAMを用いて，ヒヤリハット動画（自動車技術会のデータベース）を見ているときの感性を計測し，ヒヤリハットの検出を試みた．

１）図12は，道路の左側から自転車が寄ってくる動画を見ているときの感性計測結果である．動画を再生してから10秒の時点(ピンク色の線)では自転車を確認しているが，この後自転車が寄ってきて，自動車は安全のために停車した．その間，ヒヤリハットの感性は大きく上昇し，停車後も持続している事がみてとれる．

２）図13は，物影からの自転車の急な飛び出しが起こったケースについて１）と同様の解析を行った結果である．動画開始後10秒の時点ではまだ安静の感性が優位に現れているが，その後自転車が急に車の前に飛び出してきたときには，ヒヤリハットの感性が急激に上昇していることがみてとれる．

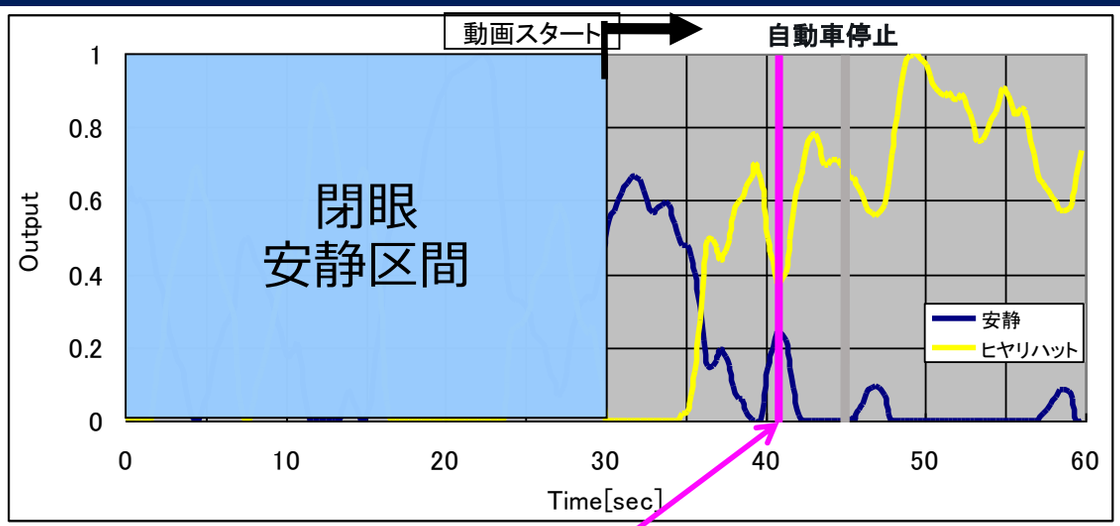


図12　自転車が寄ってくる動画の感性解析結果

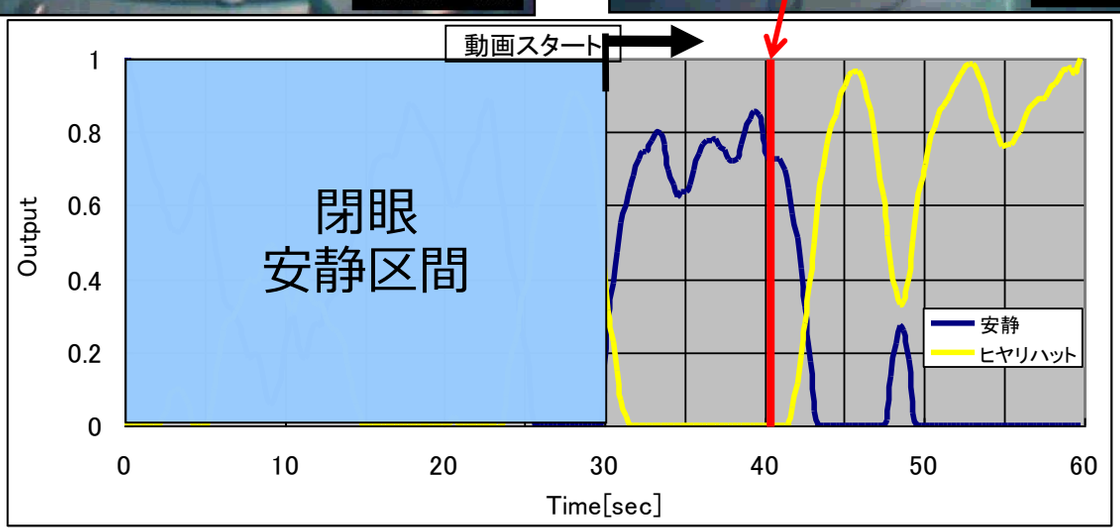


図13　自転車が飛び出してくる動画の感性解析結果

脳波による香り感性診断に関する研究

研究の意義・目的

研究背景・目的

香りを嗅いで，落ち着いたり，スッキリしたり，幸せな気分になったりしたことはないだろうか．近年，香りを追及した柔軟剤や入浴剤などの商品が市場に出回り，日常生活で香りを楽しむ女性も増えている．

そこで，本研究室では独自の解析手法である感性フラクタル次元解析手法を工業的に応用し，「香り」に基づいて消費者の感性に訴えかけるような新たな商品価値の提案を行っている．

今回は，ユニ・チャーム株式会社との共同研究により，女性がパンティライナーに求める香りと，その香りと感性との関連性を調査する．ただ香りの嗜好性が良いというだけでなく，商品に求められる感性を引き起こす香りを選ぶことを目的とする．

新規性

脳波計測に基づいた「香り」と「感性」の関連性の定量評価

手法

解析手法

脳波のフラクタル性の指標：SPV（Scalling Property of Variance）

感性の定量化手法：EFAM（Emotion Fractal Analysis Method）

成果

図1に，10種の感性に対して「パンティライナーの香りとして好きな香り」への影響度を重回帰分析により分析した結果を示す．この分析により，消費者がパンティライナーに求める感性は，「豪華な」「やさしい」「爽快感」であることが明らかになった．4種類の香りサンプルの中からこれら3種の感性を想起させるような香りはどれかを選定するため，EFAM感性出力値で重み付けした結果を図2に示す．これより，商品イメージと合致した香りの選択を可能にした．（図3）

73,74,76,79,80,87,92,108,109,121,126ページに関連記事あり

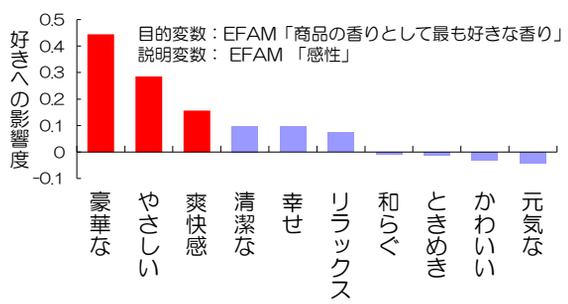


図1 パンティライナーに求められる感性の主要素

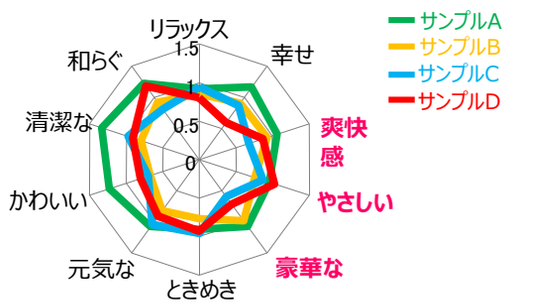


図2 加重平均値によるレーダーチャート

図3 商品化された香り付きパンティライナー

今後の展開

「香り」と「感性」との関連性をより具体的に検討していくことが必要である．今後，「感性価値」を商品開発における新たな価値軸として，様々な商品の香り開発に応用していくことが期待される．

NEWS RELEASE

unicharm NOLA&DOLA

FC20120920-12

2012年9月20日

脳波測定で生まれた『ソフィ Kiyora フレグランス』が
第13回日本感性工学会大会『優秀発表賞』を初受賞

～2012年8月30日（木）東京電機大学 東京千住キャンパスにて授賞式～

ユニ・チャーム株式会社（社長：高原豪久、本社：東京都港区）は、生理用品の『ソフィ Kiyora フレグランス』の商品開発において実施された『脳波による香り感性診断』の研究成果が評価され、第13回日本感性工学会大会の『優秀発表賞』を初受賞しました。

本研究成果は、第13回日本感性工学会（2011年9月3日）で発表され、また、AROMA RESEARCH（No.49 2012年2月28日発行）に論文掲載されました。

『ソフィ Kiyora フレグランス』シリーズ

Sweet（スイート）	Luxury（ラグジュアリー）	Fresh（フレッシュ）

画像データをご要望の方は、右記アドレスまでお問合せください。naomi-ishiguro@unicharm.com

≪本件に関するお問い合わせ先≫

一般メディアの方は、	ユニ・チャーム(株)ﾒﾃﾞｨｱG(商品広報)石黒・別所	TEL:03-6722-1067
流通業界紙・誌の方は、	ユニ・チャーム(株)営業企画部	TEL:03-6722-1007
消費者の方は、	ユニ・チャーム(株)お客様相談センター	TEL:0120-423-001

ユニ・チャーム株式会社　ホームページアドレス　http://www.unicharm.co.jp/

■受賞の背景と成果

近年、アロマテラピーや香水など香りを身につけることを楽しむ女性が増え、洗濯用洗剤や消臭剤など日用品分野においても、香りつきの商品が多く販売されています。

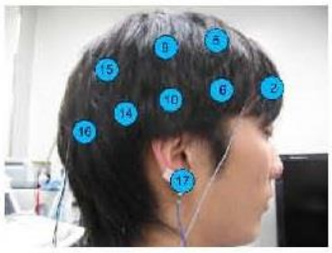
これまでパンティライナーにも、微香タイプという香りつきの商品がありましたが、パンティライナーにふさわしい香りという視点でのラインナップはありませんでした。

そこで、当社は、「パンティライナーとして求められる香りとは何か?」という独自の視点に立ち、長岡技術科学大学 中川匡弘教授と佐瀬巧氏との共同開発で、脳波測定による香り感性診断を活用した研究開発に取り組みました。

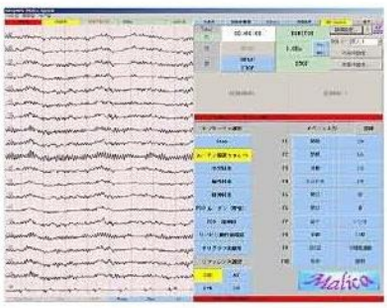
研究の結果、パンティライナーの香りとして引き起こされるべき感性は「豪華な」「やさしい」「爽快感」であることを突き止め、それぞれの感性を高める香りを選択することが可能になりました。

その研究成果をもとに、新たな香りつきパンティライナー『ソフィ Kiyora フレグランス』シリーズを 2011 年９月に発売しました。

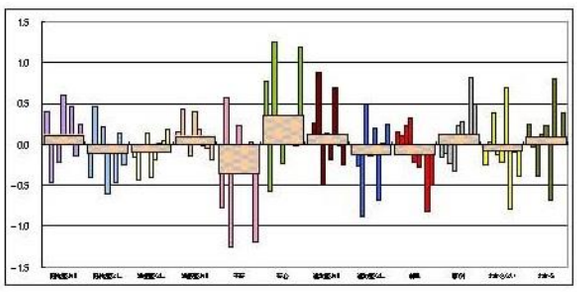
《電極装着の位置と装着完了イメージ》



《解析ソフトのイメージ：リアルタイム画》



《被験者データの平均値を算出、評価サンプルにおける計測した感性の表出傾向を導き出すグラフ》



【長岡技術科学大学 中川匡弘教授のコメント】

商品の性能、価格、品質に次ぐ第４の価値として感性価値が注目されている中、女性向け商品における感性価値の研究開発は、欠かせないテーマです。従来から脳波測定による香りの効果研究は多数行われていますが、今回、商品そのものに求められる香りとは何かを、脳波フラクタル次元解析手法を用いて評価し商品化したことは、前例がなく大変有意義なことだと考えます。

JSKE

2012
日本感性工学会
優秀発表賞

ユニ・チャーム株式会社
土生知恵美 殿

脳波による香り感性診断 (2) ―パンティライナーに求められる香りとは―

貴殿は 2011 年第 13 回日本感性工学会大会において優れた発表をしました。
よってこれを表彰し優秀発表賞を授与します。

平成 24 年 8 月 30 日
日本感性工学会
会長 椎塚久雄

■ **今回の受賞者**
長岡技術科学大学　中川 匡弘教授、佐瀬 巧氏
ユニ・チャーム株式会社　土生 知恵美、山元 ひろみ、宮澤 清

■ **表彰式の日時/場所**
日時：2012 年 8 月 30 日
場所：東京電機大学 東京千住キャンパス（東京都足立区千住旭町 5 番）

《表彰式の受賞シーン》

■ **ご参考**
「日本感性工学会」について
1998 年 10 月 9 日設立、従来の人文科学・社会科学・自然科学といった枠にとらわれることなく、幅広い学問領域を融合して、感性工学という新しい科学技術を立ち上げ、活動しています。

＊データは全てユニ・チャーム調べ

2011年第13回日本感性工学会大会においてユニ・チャーム株式会社の土生知恵美様が本研究室との共同研究の成果を発表し、「日本感性工学会優秀発表賞」を受賞しました。

「脳波による香り感性診断（2）―パンティライナーに求められる香りとは―」
土生知恵美、山元ひろみ、宮澤清（ユニ・チャーム（株））
佐瀬巧、中川匡弘（長岡技術科学大学）

脳波のフラクタル解析を用いた多機能電話の操作性評価に関する研究

研究の意義・目的

研究背景・目的

現在，平成20年6月から聴覚に障害がある方の運転免許取得が可能となったことにより聴覚障害者の高速道路利用が増加し，そして高速道路の非常電話機の利用機会も増加している．しかし現在の非常電話機を聴覚障害者が利用する場合，受話器による音声通話が困難であり非常通報用押しボタンでの通報も反応が無い仕様のため，道路管制センターへ通報が行えたか確認出来ないなど聴覚障害者にとって利用しづらいものとなっている．そのため新たに会話の不自由な利用者のためタッチパネルによる双方向文字通信機能を搭載した非常電話機が開発された．そこで本研究では，開発機が現行機と同等の操作感といえるか，定量的評価方法としてヒトの脳波を測定し，感性フラクタル次元解析手法を用いて非常電話機の使用感を評価する．また，問題点として挙がったタッチパネル部分の表記に改良を加え，再度評価を行った．

新規性

非常電話機の操作感を感性フラクタル次元解析手法を用いることでリアルタイムかつ定量的に評価する．

Keywords

脳波，フラクタル次元，感性評価

手法

解析手法

脳波のフラクタル性の指標：SPV（Scalling Property of Variance）

感性の定量化手法：EFAM（Emotion Fractal Analysis Method）

成果

非常電話機使用時の感性評価値を図1に示す．このグラフから，聴覚障害者は開発機のほうが不快でなく，また多少のストレスを感じていることがわかる．被験者全体としては使用感に殆ど差がないと感じていることがわかる．ここでタッチパネル部分に操作の際紛らわしい表記があったため改良し，再度評価を行った．

表1に改良前後の感性評価結果を示す．改良前は紛らわしさがあり不快感が多く出力されていたが，改良後は全体として不快が軽減されていることが明らかになった．

今後の展開

今後は，製品の具体的な改善点を見出せることを利用し更に使用しやすい非常用電話機を検討していく．

77,78,92,123-127ページに関連記事あり

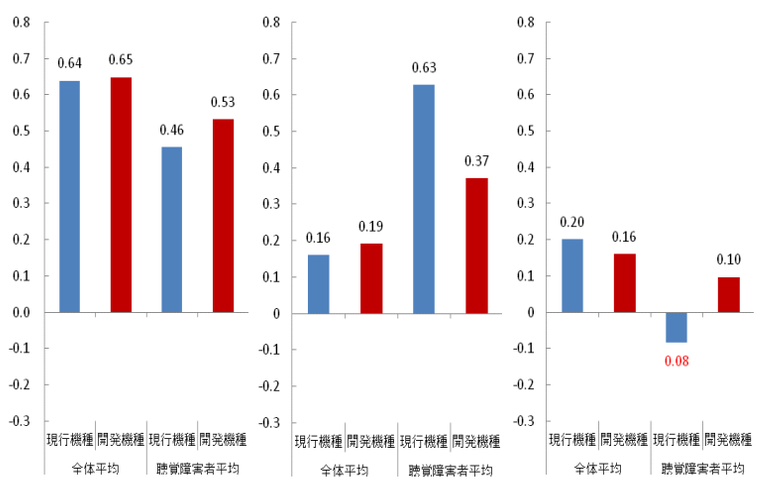


図1 非常電話機使用時の感性評価(快，不快，ストレス)

表1 非常電話機改良時の感性評価比較

感性出力値 平均	快適感		不快感		ストレス感	
	全体平均	聴覚障害者平均	全体平均	聴覚障害者平均	全体平均	聴覚障害者平均
改良前	0.6	0.7	0.3	0.2	0.1	0.0
改良後	0.65	0.53	0.19	0.37	0.16	0.10

衣服着衣時の感性計測に関する研究

研究の意義・目的

研究背景・目的

感性とはヒトが物事を心に深く感じ取る精神活動であり，脳の活動状態と密接に関わっていると考えられ，脳の活動状態は脳波の特徴によって定量化することが可能である．そのため，ヒトの脳波を解析することによりヒトの感性を定量化することができると考えられる．そこで本研究では，定量的評価方法として，ヒトの脳波を測定し，感性フラクタル次元解析手法を用いて，ストループ試験中に無着衣から着衣時の着心地を感性フラクタル次元解析手法により評価する．具体的には，3種類の素材（「ソフィスタ」，「コットン」，「ポリエステル」）の衣服（デザインは全て同一のもの）の着心地を「安心感」，「軽快感」，「清涼感」，「ストレス」の4感性で定量的に評価．

新規性

無着衣時と着衣時の着心地を感性フラクタル次元解析手法を用いることで評価し，各感性とストループ試験のスコアとの相関関係を定量的に評価することが可能である．

Keywords

脳波，フラクタル次元，感性評価，ストループ試験

手法

解析手法

脳波のフラクタル性の指標：SPV（Scalling Property of Variance）
感性の定量化手法：EFAM（Emotion Fractal Analysis Method）

成果

各素材着用時の感性評価値を図1に示す．このグラフから，ソフィスタは清涼感が上がり，ストレスが下がる素材であり，他の2種類の素材はソフィスタと逆の傾向を有する素材であることがわかる．

表1に，ストループ試験のスコアと感性出力の相関係数を示す．ソフィスタの場合，ストループ試験のスコアと感性出力の相関係数は，清涼感，ストレスのそれぞれに対し，0.76，-0.82 となっており，感性出力とストループ試験のスコアの間にそれぞれ正と負の相関関係があることが示唆された．

今後の展開

今後は，服のフラクタル次元と被験者の肌のフラクタル次元の関連性を検討していく．

57,92ページに関連記事あり

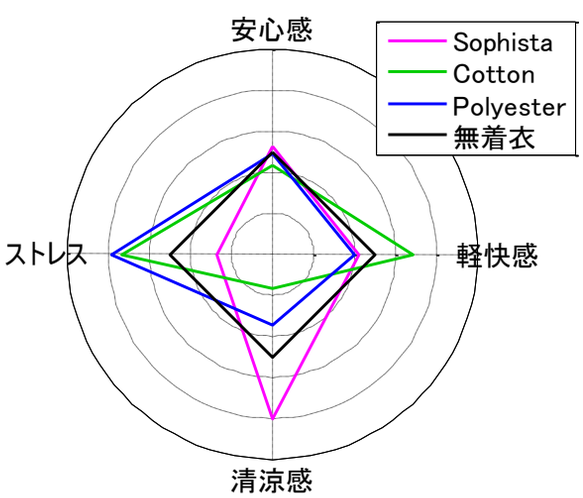


図1 ストループ試験中の感性状態の計測結果

表1 無着衣でのストループ試験から着衣時のストループ試験のスコアと感性の相関係数

感性 / 服	安心感	軽快感	清涼感	ストレス
Sophista	0.37	-0.54	0.76	-0.82
Cotton	0.21	-0.082	0.057	-0.093
Polyester	0.13	0.14	0.17	-0.33

超可聴帯域の音再生に関する感性計測

研究の意義・目的

研究背景・目的

可超周波数帯域を超えた音が人体に対して良い影響を及ぼすことを確認することを目的とし研究を行った．生楽器の曲の聴取時は，40kHz程度の音を再現可能な「凛舟」では「快」が増加し，「不快」が減少した．一方，打ち込みの曲では，「怒り」が増加し，「喜び」が減少した．これらから，生楽器の曲には高周波成分の音が多く含まれており，高周波成分の再生能力が高い「凛舟」を使用することで，人体に心地よさを与えたと考えられる．また，被験者の曲の好みによる音源の違いが，感性に大きな影響を及ぼす可能性が考えられる．超高周波成分の音は，負の感情を和らげる効果があり，従来のスピーカとは異なる横波生成型スピーカの「凛舟」は，その音を生成できると報告されている．本研究では，脳の活動の状態を脳波によって測定し，音楽を聴取時の感性を解析することにより「凛舟」と縦波生成型スピーカとの比較を試みた．

新規性

可聴周波数を超えた音刺激が，ヒトの感性（快適（心地よさ），不快，喜び，怒り）にどのように影響するかについて，脳波の複雑性をフラクタルでとらえることにより明らかにした．

Keywords

超可聴帯域刺激，脳波，フラクタル，感性

手法

解析手法

脳波を多チャンネル計測することにより，そのフラクタル次元の時空間的特徴をクラスタリングすることにより，音刺激がヒトの感性に及ぼす影響を定量化した．

成果

生楽器の曲では「快（心地よさ）」の感性変動率が30[%]程度増加し，「不快」の感性変動率が2[%]および50[%]程度減少した．これより，高周波成分の音を多く含む生楽器の曲では，超可聴帯域を再生可能な再生機器である「凛舟」を使用することで，人体に心地よい影響を与えることができることが，脳活動のフラクタル性に基づき明らかにされた．

今後の展開

医用・福祉への応用に向けて，臨床実験を重ねるとともに，普及に向けた改良を進める．

85,86ページに関連記事あり

図1ジェム・インパクト社の「凛舟」(横波スピーカ)

図2 超可聴帯域の音再生に関する感性計測のようす

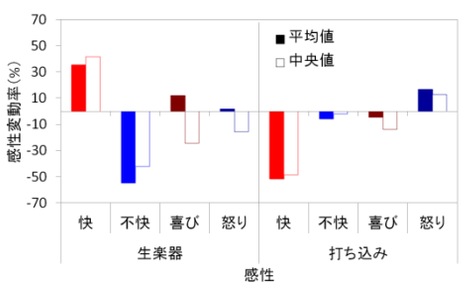


図3 感性変動率の平均と中央値「安静」と「その他の感性」の識別

第2回健康科学ビジネスベストセレクションズ（製品・サービス部門）に、日比野音療研究所との共同研究の成果である振動・音響発生装置「凛舟」が入選しました。

脳波解析に基づいた超可聴音源の感性計測

研究の意義・目的

研究背景・目的

一般的にヒトの可聴帯域は20kHzの周波数までと報告されているが，近年可聴帯域を超える周波数帯の音も含む「ハイレゾリューションサウンド」が普及しつつあり，ヒトの脳活動に影響を及ぼす可能性が確認されている．

圧縮音源に対して，超可聴音源がヒトの感情にどのような効果をもたらすかを目的とし，研究を行った．脳波信号を感性解析することにより，快や安心といった正の感情の喚起に加え，不快や不安といった負の感情を和らげる効果を確認することを目的とする．

新規性

可聴帯域以上の周波数を含む曲を聴取時に，ヒトの感性に対してどのような影響を及ぼすかについて，脳波のフラクタル性に着目して明らかにした．

Keywords

超可聴音源，脳波，フラクタル，感性解析

手法

解析手法

脳波のフラクタル性に着目し，複雑性の指標となるフラクタル次元値を算出する。それらを特徴量として，線形分離することにより，時々刻々としたヒトの感性を定量化する．

成果

曲 1 を聴取時は，「快」と「安心」の感性変動率が23.0[%]，194.6[%]増加し，「不快」と「不安」の感性変動率が42.2[%]，29.2[%]減少した．また，曲2を聴取時は「快」と「安心」が35.4[%]，15.2[%]増加し，「不快」が108.5[%]減少した．これより，可聴帯域以上の周波数成分の音を含む曲は，従来の圧縮音源に比べて「快」や「安心」といったポジティブな感性をより喚起し，ネガティブな感性を和らげる効果があると明らかにされた．

今後の展開

主流になりつつある高齢者への音楽療法の有効性を示すことを目指す．

86,87,93ページに関連記事あり

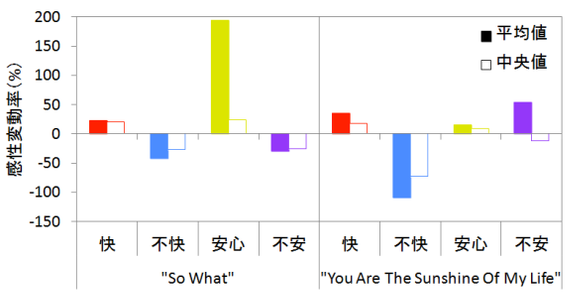


図1 超可聴音源聴取時の感性変動率

図2 研究成果により開発された製品 NW-ZX2 (SONY)

図 3 開発の際に使用した機器

引用元 http://www.sony.jp/walkman/

脳計測による咀嚼効果の定量化

研究の意義・目的

研究背景・目的

咀嚼は歯や顎を動かす単純な随意運動ではなく，脳において高度な統合機能が関与して成立する運動であるといわれている．また，咀嚼による2次的な作用として，脳の活性化や咀嚼中に生じる顎口腔感覚による脳内快感物質分泌による安全感や多幸感の喚起などの統合的作用も発揮する．つまり，咀嚼は，単に口腔内における消化作用のみならず，脳機能・脳活動においても広範な作用を持っていることが知られている．

本研究では，ガムを咀嚼することがヒトの集中力にどのような効果があるのかについて，脳波計測による実験，およびフラクタル解析に基づき検討を行った．実験タスクとして，集中力がベースとなっている4つのタスク（記憶力，計算力，即応力，論理力）を取り上げた．また，『集中』の評価には，脳波のフラクタル性をに基づいた感性解析手法を用いた．なお，独立成分分析によって咀嚼による筋電の除去を行った．

新規性

咀嚼の効果を脳の活動状態をフラクタルでとらえることにより，客観的に定量化することに初めて成功した．

Keywords

咀嚼，集中力，脳波，フラクタル，感性

手法

脳波と咀嚼に伴う筋電信号を同時に計測し，独立成分分析により，筋電信号を除去した後，脳波信号を解析し，そのフラクタル的動態から，感性を計測する．

成果

咀嚼していない状態を基準とした場合，ガム咀嚼時には『集中』が約38%程度上昇することが示された．『集中』の感性変動率にのみ注目をした場合の分布の平均値を，全体，性別，ガム摂取頻度別に解析した結果を示す．縦軸は感性変動率（平均値）であり，横軸は解析対象の種類である．男性，女性については，4つのタスクの解析結果を平均した場合，およそ38[%]程度と全体での解析結果とほぼ同レベルとなる．このことから，ガム咀嚼による集中への効果は，性別で大きな差はないと考えられる．しかし，ガムを摂取する頻度別みた場合では，ガムを毎日摂取する人に比べて，ガムを普段摂取しない人の方が，『集中』の感性変動率は約2.78倍大きくなるという結果となった．これは，ガムを普段あまり摂取しない人にとっては，ガム咀嚼行為自体が脳への刺激となって，集中について大きく影響すると推測できる．

今後の展開

認知症の予防の効果の臨床実験や食育への展開も視野に入れ研究を進める．

81,82,92ページに関連記事あり

図1 実験に用いたガム

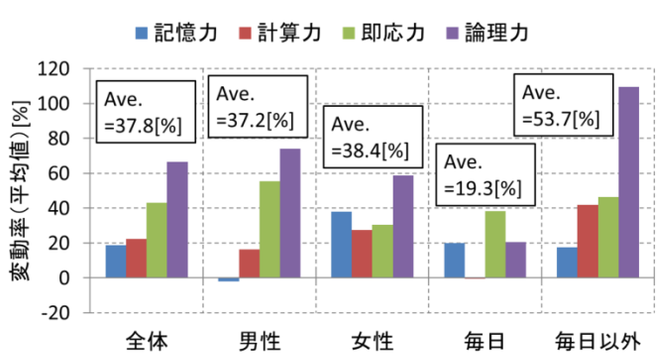


図2感性変動率の平均値
（全体，性別，ガム摂取頻度別）

脳波のフラクタル解析に基づいた飲料の感性

研究の意義・目的

研究背景・目的

近年，技術の進歩により，従来の価値軸(性能，信頼性，価格)では製品の価値の違いが生まれにくくなっていることから，新たな第4の価値軸として，消費者の感性に働きかける感性価値を商品に付加しようという動きが広まっている．食品においても同様に，人の嗜好など食に対する感性を定量化し評価する研究が行われている.本研究では，飲料の香りを嗅ぐ，飲料を飲むという2つのタスクを課しているときの脳波を計測し解析を行うことで，飲料の香りや味が人の感性にどのような影響を与えているのかを定量的に評価することを目的とする．

新規性

飲料の香りを嗅ぐ・飲料を飲むことによる感性への影響を，脳の活動状態をフラクタルでとらえることにより，客観的に定量化することに成功した．

Keywords

脳波，フラクタル，感性

手法

解析手法

紅茶,緑茶,水の3種類の飲料に対して，飲料の香り嗅いだ時，飲料を飲んだ時の脳波とその動作に伴う筋電信号を同時に測定し，独立成分分析により，筋電信号を除去した後，脳波信号を解析し，そのフラクタル的動態から感性を計測する．

成果

水を飲んでいるときを基準とし，緑茶と紅茶に対して感性の変動率を調査した結果，紅茶は緑茶に比べて香りを嗅いだ時，飲んだ時に，ときめきの感性を強く感じていることが分かった．
また，香りを嗅いでいるときの脳波をフラクタル次元を用いて観察したところ，紅茶の香りを嗅いでいるときは，緑茶の香りを嗅いでいるときより脳波のフラクタル次元が高くなっていることが分かった．

今後の展開

感性価値を付加させた飲料開発への応用を目指し，年齢や性別による違いに関して臨床実験を重ねるなど改良をすすめる．

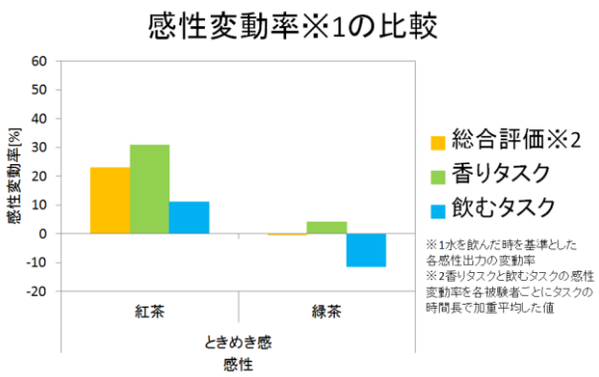


図1 ときめき感の感性変動率の比較

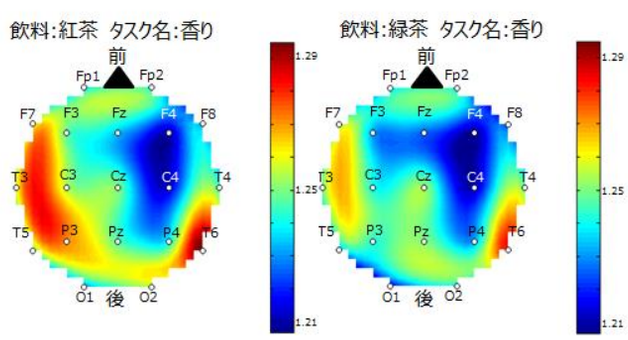
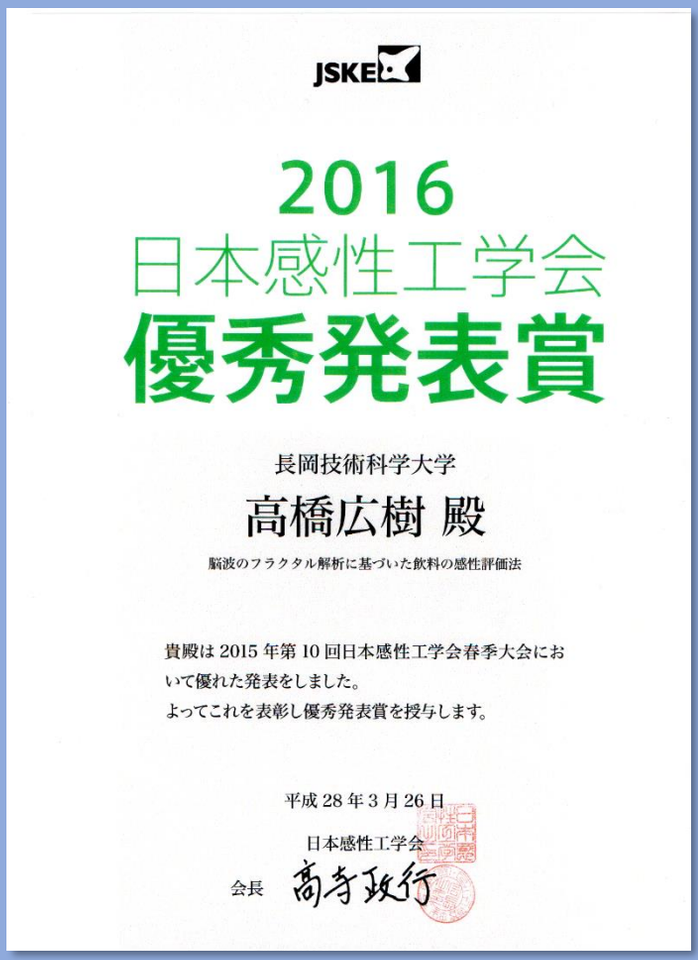


図2 香りタスク時の脳の各部位のフラクタル次元



JSKE

2016
日本感性工学会
優秀発表賞

長岡技術科学大学

高橋広樹 殿

脳波のフラクタル解析に基づいた飲料の感性評価法

貴殿は 2015 年第 10 回日本感性工学会春季大会において優れた発表をしました。
よってこれを表彰し優秀発表賞を授与します。

平成 28 年 3 月 26 日

日本感性工学会

会長 高寺政行

2015年第10回日本感性工学会春季大会において研究成果について発表をした本研究室の学生が「日本感性工学会優秀発表賞」を受賞しました。

「脳波のフラクタル解析に基づいた飲料の感性評価法」
高橋広樹、多田周作、ウォンキンイン、中川匡弘（長岡技術科学大学）、
岡田和也（キリン株式会社 技術統括部）、
栗原信、戸倉藍（キリン株式会社 飲料技術研究所）

KIRIN

紅茶と暮らし研究所

2015年4月15日

【報道関係各位】

キリンビバレッジ株式会社

紅茶によってときめき感が最大約30%アップ！
出会いの季節、気になる人とのカフェタイムは紅茶を選ぶべし！

紅茶と暮らし研究所×長岡技術科学大学
ときめき脳波測定実験

キリンビバレッジ株式会社(社長 佐藤章、以下キリンビバレッジ) が展開する、紅茶にまつわるさまざまな調査・研究を行うための専門組織「紅茶と暮らし研究所」は、国立大学法人長岡技術科学大学(学長 新原晧一、以下 長岡技術科学大学)と共同で「ときめき脳波測定実験」を実施。緑茶に比べて紅茶が、異性に対するときめき感を強く誘発するという結果がわかりました。

1986年、それまで缶製品しか存在していなかった紅茶市場に、初めてのペットボトル入り紅茶として誕生したのが、キリンビバレッジを代表するブランド「午後の紅茶」です。「午後の紅茶」は日本初の「濁らず透明で本格的な味わい」のペット紅茶を実現したもので、以降もお客様のニーズに答えながら研究・開発を重ね、様々な新商品を発売するなどブランドの拡大に努めています。
キリンビバレッジでは、2013年より「紅茶と暮らし研究所(http://www.gogoken.jp)」を発足し、日焼けと紅茶の関係やアンチエイジングと紅茶の関係など、紅茶の力で暮らしをより深く、豊かにする調査や活動を行っております。

この度、長岡技術科学大学と共同で、紅茶がもたらす脳波への影響を調査。紅茶にときめき感を強める効果があるということがわかりました。本調査結果を是非ご活用いただけますと幸いです。

＝　調査結果ダイジェスト　＝

紅茶はときめき感を生む

ときめきを強める力が紅茶にアリ！
飲まずとも、香りだけで緑茶の約8倍の効果！

＝　調査概要　＝

■調査方法	：脳波測定調査
■調査機関	：長岡技術科学大学
■調査期間	：2014年11月25日(火)～2015年1月30日(金)
■調査対象者	：20～35歳の男性16名

※本リリース内容の掲載にあたりましては、
出典として「キリン 紅茶と暮らし研究所調べ」と記載ください。

<本件に関する報道関係のみなさまからのお問い合わせ先・掲載不可>
紅茶と暮らし研究所 PR事務局　有田　TEL:03-5572-6064　MAIL：gogoken@vectorinc.co.jp
<商品に関するお客様からのお問い合わせ先>
キリンビバレッジ　お客様相談室（フリーダイヤル）TEL:0120-595-955

調査フロー

本調査では、まず“ときめく“という状態がどのような脳波になるのか、どのようなフラクタル次元の空間分布になるのかをそれぞれの被験者ごとに調査しました。
早春の息吹にイメージされるような、やさしさに包まれわくわく・どきどきするような画像を提示した際の被験者個々の脳波とそのフラクタル次元を計測し、ときめき基準脳波を測定。その後、水・緑茶・紅茶のそれぞれの香りを嗅いだ際、飲んだ際の脳波を測定し、ときめき基準脳波と比較し、どの程度変動しているかを解析しました。

1．ときめきを感じる画像を見た際の脳波とフラクタル次元を測定し、基準となるときめき脳波を測定

ときめき画像1

ときめき画像2

※被験者が自身のときめき感情と合致する画像を選択(実験で使用したものとは異なります)

2．水の香りを嗅ぐ・飲むという2つの行動を行った際の脳波を測定
3．緑茶の香りを嗅ぐ・飲むという2つの行動を行った際の脳波を測定
4．紅茶の香りを嗅ぐ・飲むという2つの行動を行った際の脳波を測定

5．水・緑茶・紅茶と基準脳波の変動・フラクタル次元の変動をそれぞれ比較

ときめき脳波とは？

ときめきとは、期待や喜びで胸躍る状態です。
人がときめきを感じている、と判断するには、脳の感情中枢である視床下部での情報処理が活性化され、脳表層で捉えられるチャンネル毎の脳波の複雑性が変動し、結果としてフラクタル次元の空間分布の特徴から判断します。今回の解析では、そのフラクタル性の特徴を検出して、ときめきの度合いを数値化しました。

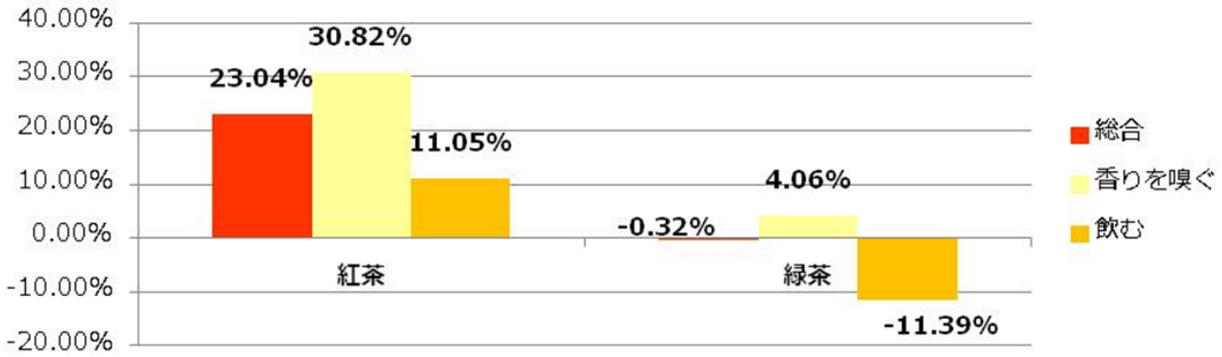
長岡技術科学大学　工学部
中川 匡弘教授

2

調査結果

1．ときめき感性の変動率が紅茶は最大約30%UP！

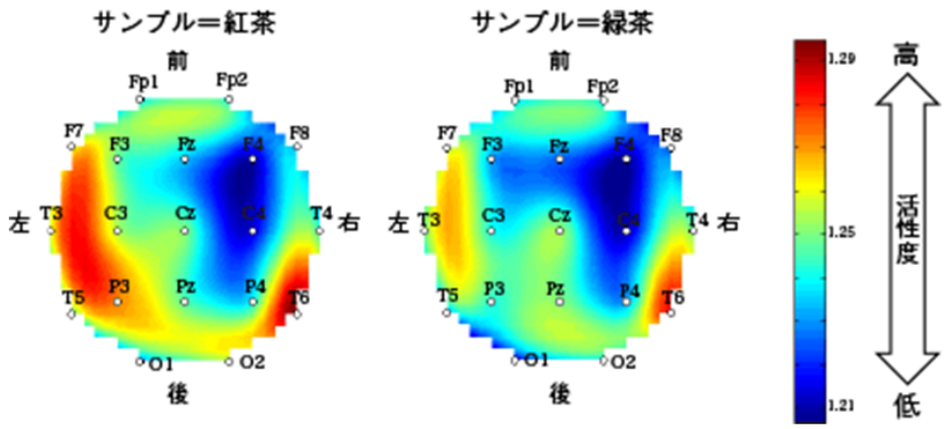
水を飲んだ時を基準とすると、紅茶の香りを嗅いだ際は約30%、紅茶を飲んだ際は約11%、総合的には約23%ときめき感性変動率が増加しました。一方、緑茶では、香りを嗅いだときに約4%の増加しかみられませんでした。
ここで、ときめき感性を抱くということは、先述のときめき画像をみてイメージしている状態での脳活動に近づいているということになります。すなわち、ときめきというのは、特有の脳活動のフラクタルパターンを有しており、そのパターンにどの程度近づいているかで、客観的な感性評価が可能となります。



ときめき感の感性変動率,水を基準とした際の紅茶と緑茶の変動率(%,n=13)

2．香りを嗅いでいる時の脳活動、紅茶の場合は約30%増で活性化！

飲む行為よりも嗅ぐ行為のほうがときめき感性がアップするのはなぜでしょうか。カオス・フラクタルという情報数理工学的な観点から調査を行った所、香りを嗅いだ際、緑茶に比べて紅茶の場合には特に側頭葉が活性化することがわかりました。側頭葉は嗅覚の中枢なので、脳神経細胞がより活発に情報伝送・処理を行っているということです。



総じて、紅茶は水や緑茶に比べ、ときめき感を強く誘発することが判明

飲むこともちろんですが、香りを嗅ぐことで効果が現れることが上記よりわかりました。
４月の新生活時期、新たな出会いもあるでしょう。女性は気になる男性とのカフェタイムには、紅茶を飲んで男性を“ときめかせる”もよし、自分が“ときめく”もよしです。紅茶の効果を活用して、新たな恋をゲットしてみてはいかがでしょうか？

2

マウステープによる集中度への効果

研究の意義・目的

研究背景・目的

ヒトが考えるときの動作の一つとして口や唇に手を当てることがあることに注目し、唇にマウステープを横向きに貼るというX型マウステープの集中度への効果について研究を行う。

マウステープの有無の状態を比較し、集中力の度合いを定量的に評価することを目的として研究を行った.

新規性

マウステープの有無により、ヒトの集中力に対してどのような変化を及ぼすのかを脳波解析により定量的に評価した.

Keywords

マウステープ，脳波，フラクタル，感性解析

手法

解析手法

計測した脳波信号をフラクタル解析し、タスク前の学習データを機械学習し、タスクのデータを識別器にかけることで、感性を定量化する。また、マウステープの有無を相対的に比較するために、感性変動率の値を求める.

成果

今回、計算のタスクとして記憶力・計算力・即応力・論理力の4種類の計算問題を行った.

その結果マウステープを装着すると、未装着の場合と比較により記憶力・計算力・論理力の3つのタスクで集中度の感性変動率の値が増加した.

記憶力が11.6%、計算力が3.4%、論理力が1.0%上昇するという結果となり、マウステープを装着することによって集中度の増加が明らかにされた.

今後の展開

普段から装着している被験者とそうでない被験者で集中力への効果の差異を示す.

90,92ページに関連記事あり

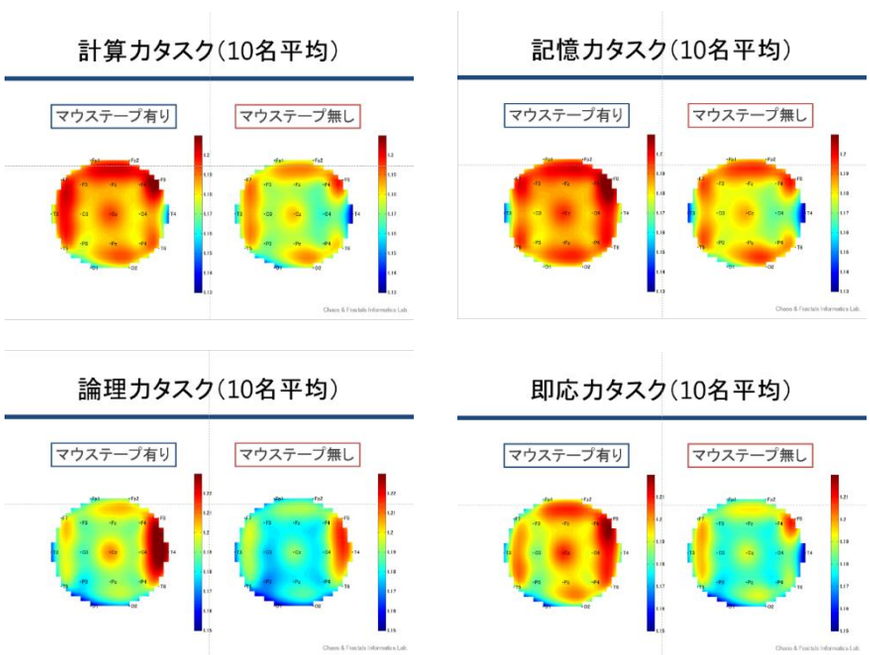


図1 マウステープ装着時と未装着時の脳波の違い

研究成果により開発された商品
マウステープ

長岡技術科学大学
Nagaoka University of Technology

報道資料

平成２７年１１月１０日

報道機関各位

長岡技術科学大学

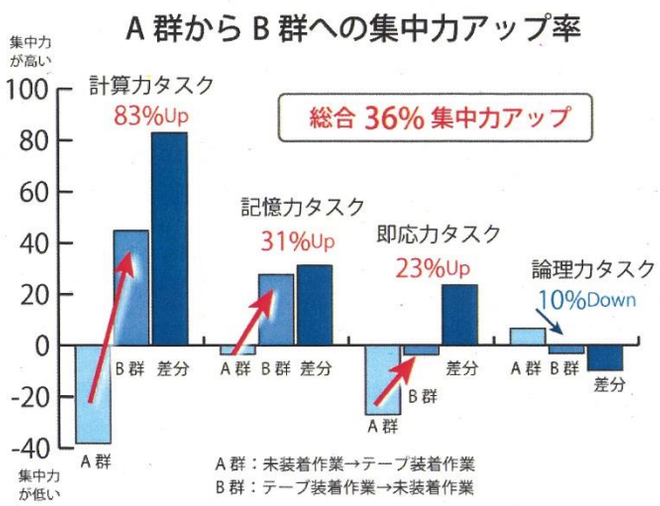
「考える人」のように、テープ感触で集中力向上

～ 集中力総合 36%向上、計算力タスクは 83%。特に効果の高い被験者では 120%以上 ～

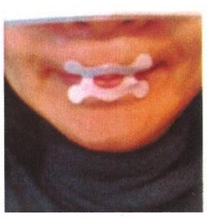
長岡技術科学大学 中川匡弘教授は、相模原市のベンチャーBA 合同会社との共同研究としてカオス・フラクタル理論による脳波の感性診断により、口に貼る新型マウステープが集中力アップに有効であることを検証しました。

人が考える時の動作の一つとして口に手を当てることがあります。最近ではマスク着用による集中力アップがネット上で話題になっています。これらの効果に注目し、触覚の感度が高い唇に貼るＸ型マウステープが開発されましたが、効果を捉えることが困難でした。そのため、人が感じる心の動き「リアルタイム感性」を数値で判定できる感性フラクタル解析による集中力に関する検証を実施しました。

実験では独自の感性診断指針から「記憶力」「計算力」「即応力」「論理力」について百マス計算などの設問を準備し、被験者が問題を解いている時間帯について脳波帯域 2kHz でサンプリングした後、脳神経からのフラクタル性のある信号を抽出することでリアルタイム感性解析をしました。被験者は 10 名で、テープ装着の感触で全員の脳波が活性化しました。活性化項目の集中力についてはテープ未装着とテープ装着の順番について比較テストを実施した結果、相対比較率の総合で 36%集中力が向上しました。その際に計算力タスクは 83%向上となり、左脳で計算の細かな注意を要する仕事で特に集中度が上がることも確認しました。グラフはテープ未装着での作業後にテープ装着作業を実施した A 群と、テープ装着作業後に未装着での作業をした B 群と、A 群 B 群の差分を示します。



今回、最も効果の高い被験者は 120%以上の集中力アップがあり、個人によって感性度の違いに幅がある商品であることも判明しました。今後も感性診断が多様な新商品の有効性の検証に役立つことが想定されます。



Ｘ型マウステープ装着

長岡技術科学大学
Nagaoka University of Technology
940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1
Nagaoka, Japan 940-2188

図 1. 右脳での記憶力タスク "イメージを記憶する集中力"
(被験者 10 名の平均値)

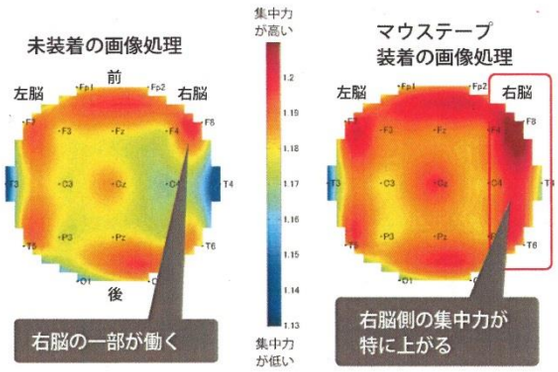
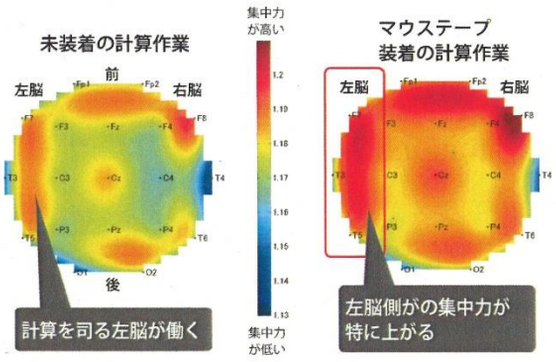


図 2. 左脳での計算力タスク "100 マス計算中の集中力"
(被験者 10 名の平均値)



脳波は α 波（8～13Hz）、β 波（13～30Hz）で表現されることがありますが、これは低周波帯域です。今回は脳の活性度を高周波帯 2kHz、13 チャンネルのセンサーで収集した後、フラクラル性からリアルタイムでの感性解析をおこない、X型マウステープ装着時の感性の様々な特徴が明確になりました。

右脳は画像処理など非言語系、左脳は計算など言語系の役割りを担っています。今回、記憶タスクの設問を被験者が画像イメージで記憶している時の脳は、図 1 のように右脳が働き、テープ装着時には右上側を中心にさらに赤色が強くなり、右脳での集中力が高まりました。

図 2 での計算力タスク解決時の脳は百マス計算で左脳が働きます。テープ装着時には左側の赤色の範囲がさらに濃くなり、左脳での集中力が高まり、皮膚の触覚と集中力との関係をビジュアルに把握することもできました。

この未来テクノロジー、カオス・フラクタル解析では、この感性や感情をリアルタイムで数値化し動作させる電動車椅子やロボットの制御も研究中です。考えることで機器の操作ができるインタフェースが生活の近くまで来ています。

■ マスクインマウステープ™ ■

マスク内に装着するX型マウステープとして 2015 年 12 月発売。※特許／商標出願中。

(1)うさちゃんX：お口 TAPE うさ chanX

中学生／高校生向け簡易パッケージ、ネット／雑貨店販売。

オープン価格　※6 枚入り 330 円を想定。

(2)オクチーノ：Oxchinno

OL/ビジネスマン向けハードパッケージ、ドラッグストア販売。

オープン価格　※12 枚入り 660 円を想定。

＜ 会社概要 BA 合同会社（ballc）＞
2015 年 3 月、神奈川県相模原市、さがみはら産業創造センターにて創業。ヘルスケア器具企画、開発、販売のファブレスメーカー。
http://www.ballc.jp/

＜ お問い合わせ先 ＞
BA 合同会社
広報担当：服部
TEL 080-3026-6298
E-mail：support@ballc.jp

脳波のカオス・フラクタル性に基づいた認知状態・脳機能計測

研究の意義・目的

研究背景・目的

ヒトが問題解決を行う過程では，解を出す瞬間が存在する．この解を認知した状態の脳活動を計測する方法として，脳磁計による計測が行われてきた．しかし，従来使用されてきた脳磁計では神経細胞の種類や数に条件があるため，計測できる部位や空間分解能が限定される．そこで本研究では高サンプリング周波数を有する脳波計による脳電位を計測し，脳波の複雑さをフラクタル次元で定量化することによって，認知状態の定量化，及び脳内の賦活状態を解析した．具体的には，脳波計測時には推論が必要なゲーム（洞察ありゲーム）と推論が必要ないゲーム（洞察なしゲーム）を行ってもらうことによって，フラクタル解析での差異を検証した．

新規性

ヒトのひらめきに係る脳波の複雑性の定量化を実現し，数mSの時間分解で計測することに成功した．

Keywords

認知，脳波，フラクタル，ひらめき

手法

解析手法

多Chの電極により，脳波を計測し，フラクタル次元の変動を解析することにより，ひらめきの動態を定量的に検知した．さらに，新規な３次元動的フラクタル逆推定法により，m秒単位で時々刻々と変化するひらめきに係る活動部位を可視化した．

成果

認知状態の定量化では洞察ありゲームを行うと認知状態が比較的長く持続することが確認できた．賦活状態の結果では，帯状回前部において洞察ゲームをした方が，賦活状態が高くなる傾向が見られた．これらの結果より，脳波をフラクタル解析することによって，人の認知状態を計測できる可能性が示唆された．本研究により，ヒトのひらめきが，脳波の複雑性の同期現象として説明され，その動態の特徴から，時々刻々と変動する認知状態の計測手法に，新しい手法を確立することに成功した．

今後の展開

ヒトのひらめき（Aha体験）を定量的に計測する手法を確立することにより，想像力の誘発を可能とする装置や高齢化社会に向けた福祉支援装置等の開発に向けた展開が期待される．

60ページに関連記事あり

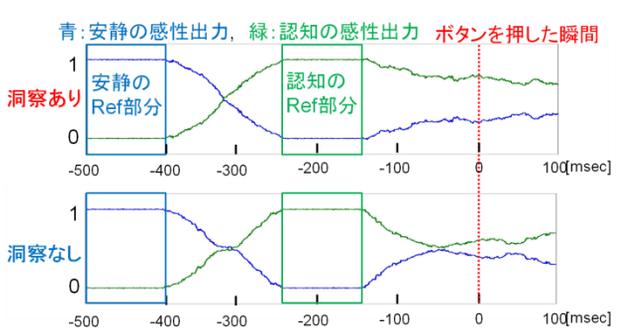


図1 感性解析結果

横軸時間で，左の枠は安静状態，右の枠はひらめきの瞬間を表す．上図は洞察有りで，下図は洞察無しの場合である．

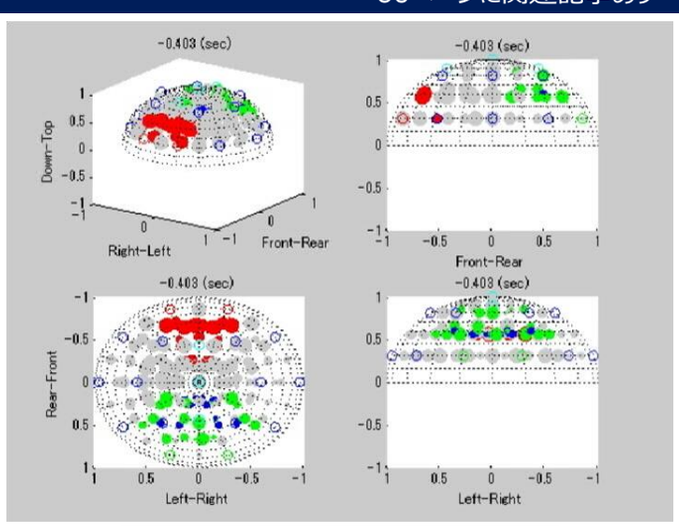


図2 ３次元フラクタル逆推定例

●印のサイズは，フラクタル次元の値に比例する．

近赤外分光法を用いた脳機能計測

研究の意義・目的

研究背景・目的

近赤外分光法（NIRS:Near Infra-Red Spectroscopy）を用いた脳機能計測は，分光学的な手法を用いて生体内のヘモグロビンを算出する．1990年半ばに近赤外計測のセンサを多チャンネル化し，計測結果を1秒に1枚以上で画像表示することを実現した装置の登場，そしてNIRS計測装置は脳機能研究の現場に急速に普及した．

新規性

NIRS計測装置には，計測原理から生じる光路長由来の問題がある．その問題を解決するために光路長に無影響な相互相関係数を特徴量とした感性近赤外光解析法（ENIAS:Emotion Near. Infrared-rays Analysis System）を用いて感性を定量的かつ客観的に評価する．

Keywords

近赤外光，NIRS，脳活動計測，脳機能マッピング，相互相関係数，ENIAS

手法

図1の計測原理で計測されるNIRS装置の各チャンネル計測値の相互相関係数$C_{i,j}$を算出する（次式）

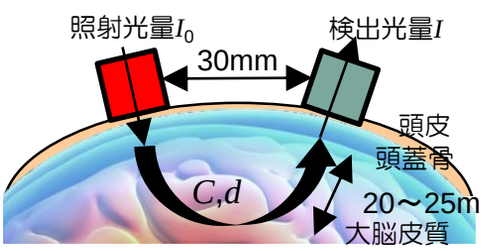
$$C_{i,j} = \frac{\overline{x_i(t)d_i x_j(t)d_j}}{\sqrt{\overline{\left[x_i(t)d_i\right]^2}}\sqrt{\overline{\left[x_j(t)d_j\right]^2}}}$$

$x_i(t), x_j(t)$：ヘモグロビンの濃度変化信号
d_i，d_j：近赤外光の光路長（未知数）
$\overline{x(t)}$：信号 $x(t)$ の時間平均

光路長の影響がない相互相関係数 $C_{i,j}$ を特徴量としてパターン分類技術を援用し感性状態を判別する．図2にENIASとEFAM ，ESAMの感性認識率の比較を示す．平均感性認識率はENIASが最も高い結果となった．

59,67,69,75,102,103,106,107,110,166ページに関連記事あり

ヒト脳へのLambert-Beer則の適用

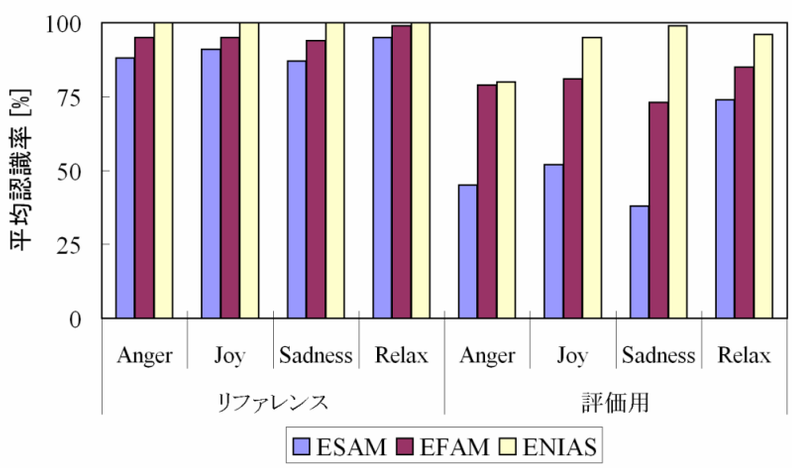


計測値　$\Delta C\,d$　$= (C' - C)d$

C'：脳賦活後のヘモグロビンの濃度
C ：脳賦活前のヘモグロビンの濃度
d ：近赤外光の光路長（未知数）

※計測値に光路長がかかってることが問題

図1 NIRS計測原理



ESAM:　脳波の周波数スペクトルを用いた，感情の認識手法

EFAM:　脳波信号のフラクタル次元を用いた，感情の認識手法

ENIAS:　血中ヘモグロビン量を用いた，感情の認識手法

※EFAM，ENIASは本研究室が開発した手法

図2 ENIAS計測の成果

食事摂取時における生体信号のカオス・フラクタル解析

研究の意義・目的

研究背景・目的

安心・安全な社会の実現に向けて，自動車・ドライバーの安全性の向上が求められている．運転中のドライバーの脇見や飲酒運転などを検出することができれば，事故を未然に防ぐことができると考えられる．本研究では，脳波のカオス・フラクタル性に注目し，ドライバーの感性状態を推定する．

新規性

従来の手法では，摂取時の身体反応が酷似しているアルコール摂取時と香辛料摂取時の分離を行うことが困難であったが，脳波及び心電信号のカオス・フラクタル性に着目することで，アルコール摂取時の状態と香辛料摂取時の状態を分離することが可能になった．

Keywords

脳波，心電信号（ECG），Lyapunov指数，フラクタル次元

手法

解析手法

心電信号のカオス性の指標：Lyapunov指数（Sano-Sawadaの方法）

脳波のフラクタル性の指標：相関次元（ゼロクロスポイント法）

成果

カオス性を表す指標である最大Lyapunov指数に注目すると，アルコールを摂取した場合には，香辛料を摂取した場合と比較して，Lyapunov指数が急激に上昇することがわかる（表1）．

フラクタル性の指標となる相関次元の時間平均に注目すると，香辛料摂取後では40分後には相関次元が増加するのに対し，アルコール摂取後の場合は，摂取後は常に減少していくことが確認できる．この性質から，相関次元の経時的な変化を見ることで香辛料とアルコールの判別を行うことが可能であることが示唆された　（図1，表2）．

今後の展開

被験者数・実験回数を増加させ，カオス・フラクタル性の変動の個人差・被験者間の差異を調査する．

これにより，実用的なアルコール摂取状態の検出方法を検討していく．

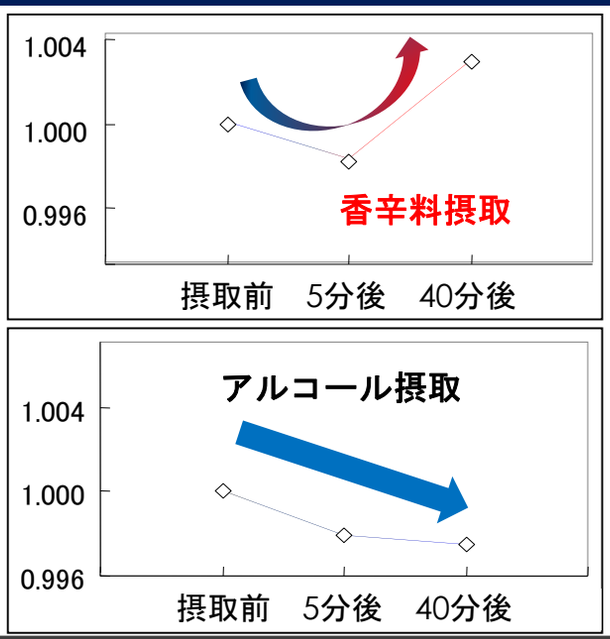


図1 相関次元の経時変化（摂取前の値で正規化）

表1 飲食物摂取前後の最大Lyapunov指数

	摂取前 →	摂取後
香辛料	24.3 →	34.0
アルコール	15.5	64.7

表2 相関次元平均値の経時変化

	5分後	40分後
香辛料摂取後	減少	増加
アルコール摂取後	減少	

アフェクティブロボットの実現を目指した BCI技術に関する研究

研究の意義・目的

研究背景・目的

近年，ロボット制御技術の発展に伴い，人間に近い動作を行うことができるヒューマノイドロボットが数多く誕生している．また，複雑かつ精密な制御を実現するために，操縦者の意図した動作を的確に伝達するためのインターフェイスの実現が求められている．我々は感性フラクタル次元感性解析手法（EFAM）を用いたBCI（Brain Computer Interface）技術を利用して，ヒトの脳波を用いてロボットを制御する事に成功している．本研究では，手足が不自由な方の支援や，高齢化社会における介護支援等の応用を目的としている．

新規性

本研究では脳波のフラクタル性に着目した感性フラクタル次元感性解析手法（EFAM）を用いてヒトの意思情報（主に動作指令）と感性情報（嬉しい，悲しい，etc）を取得する．これにより，ロボットの手足の制御に加えて，ヒトの感性に応じた制御を実現する事ができる．

Keywords

BCI， 脳波（EEG），フラクタル次元，BAI（Brain Affective Interface）

手法

解析手法

脳波の解析には，フラクタル性の指標であるフラクタル次元を利用し，フラクタル次元の算出手法として，分散のスケーリング特性に基づいたフラクタル次元推定手法（SPV）を用いた．また，感性の解析手法としては，EFAM（Emotion Fractal Analysis Method）を用いた．

成果

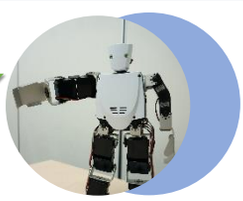
被験者が 右手動作・左手動作 とイメージすることによって，ロボットの各腕を制御する事に成功している．また，喜び・怒りのイメージと連動して，ロボットに対応する動作をさせるように制御する事にも成功した

今後の展開

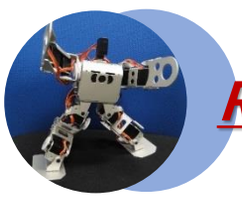
被験者数・実験回数を増加させ，フラクタル性の変動の個人差・被験者間の差異を調査する．これにより，実用的なBCI技術を検討していく．

57,59,61,62,65,67,73,76～78,83,128ページに関連記事あり

感性による
Robovie-R3の操作



Robovie-X



Robovie-nano

Robovie-R3

Tichno“AVIOS”

ブレインアフェクティブインターフェースを用いた車椅子制御に関する研究

研究の意義・目的

研究背景・目的

近年，BCI（Brain Computer Interface）は人間の運動器官（手，足など）を利用しないインターフェースとして注目されている．さらに本研究室では，感性情報を計測する手法であるEFAMを援用して，意思情報（動作指令など）と感性情報を統合した，BAI（Brain Affective Interface）を提案している．これらを，高齢者や身体が不自由な方のためのインターフェースとして利用することは，QoL（Quality of Life）の向上にも繋がると考えられる．

新規性

従来研究として，ブラインド信号分離や空間-周波数フィルタなどを用いた車椅子制御がある．ただし，このシステムでは1週間程度のトレーニングが必要である．本研究では脳波のフラクタル次元を特徴量として用いることでヒトの意思情報を取得し，車椅子の制御を行う．

Keywords

BCI， 脳波（EEG），フラクタル次元，BAI

手法

解析手法

脳波の解析には，フラクタル性の指標であるフラクタル次元を利用し，フラクタル次元の算出手法として，分散のスケーリング特性に基づいたSPV（Scalling Property of Variance）を用いた．また，感性の解析手法としては，EFAM（Emotion Fractal Analysis Method）を用いた．

成果

廊下の十字路を (1)直進 (2)右折 (3)左折 することを想定し，図1のようなコースを作成して動作実験を行った．図2に，車椅子の移動軌跡を示す．水色の丸がスタート地点，赤丸がゴール地点であり，緑色の線が車椅子が通った経路である．どの場合でも，直進，右折，左折を適切に行えている．

66,69,73～75,107,110,164,166ページに関連記事あり

今後の展開

感性情報を車椅子の制御に反映させ，人に優しいインターフェースの構築を目指す．例えば，焦り，緊張を感じているときは減速し，安心・安全な制御を実現する．また，環境とのインタラクションを考慮し，スロープや路面状況に応じた対応を実現する．

株式会社 今仙技術研究所
電動車椅子 MS EMC-130

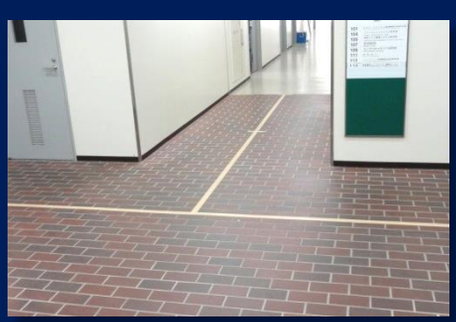


図1 実験用コース（テープが目印）

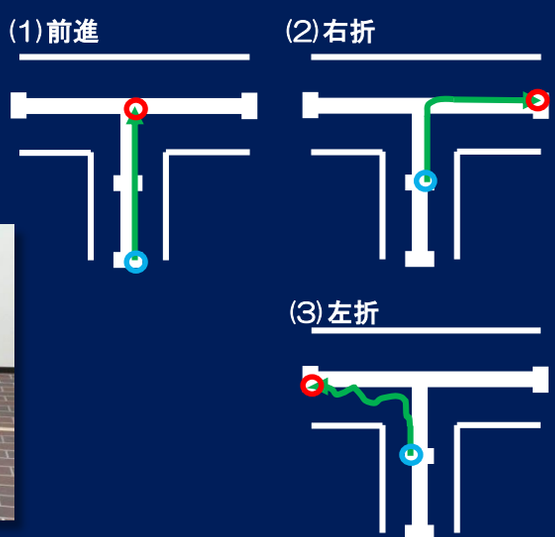


図2 車椅子移動軌跡

スマートセンシングを用いた感性計測装置に関する研究

研究の意義・目的

研究背景・目的

近年脳活動の解析に利用される計測方法は、主に脳波計測と、近赤外分光法によるヘモダイナミズムの計測の２つである．しかし脳波計測は不均一容積導体による信号拡散のために空間分解能が低く、 また電磁ノイズに大きな影響を受ける．近赤外分光法は脳活動後の二次的反応を計測するため時間分解能が低い．双方の同時計測により両計測方法の短所を補完しながら解析を行う試みがなされているが、多くの場合同時計測用の装置は大型で大重量となるので日常環境下での利用に適さない．そこで本研究では小型・軽量の光電融合型スマートセンシング装置の開発を行った．

新規性

簡便な脳活動計測技術を確立することで、日常生活下において装着者の感性を解析し、心地よさを追及した機器の自動制御が可能となる．

Keywords

脳波，ヘモダイナミズム，光電融合型スマートセンシング

手法

解析手法

生体信号の解析には，フラクタル性の指標であるフラクタル次元を利用し，フラクタル次元の算出手法として，分散のスケーリング特性に基づいたSPV（Scalling Property of Variance）を用いた．また，感性の解析手法としては，EFAM（Emotion Fractal Analysis Method）を用いた．

成果1（光電融合型感性計測システムの開発）

- 脳波（電気）とヘモダイナミズム（光）を同時にマルチフラクタル解析することにより、それぞれ単独の場合に比して認識率の向上が認められたことから、光電融合型センシングの優位性を確認した。
- 高い計測精度を有する機器を導入する事によって、詳細な脳活動データを取得可能とした。（脳波計測には小型の脳波計測装置（AP108ミユキ技研）を新たに導入し、また、小型近赤外分光計測装置（HOT121B、日立製作所）を活用した。）
- スマートセンシングを実現するため所有する知財（US Patent US 8571646 B2「EMOTIONAL STATE DETERMINING APPARATUS」、特許第5448199号「感性状態判定装置」）を実施し、マルチフラクタル解析を適用することにより、より少ないチャンネルで高精度な感性計測用スマートセンサーを実現した。
- 計測箇所は前頭部のみとし、脳波・ヘモダイナミズムは4chの計測、計測装置からデータ処理を行うコンピュータへのデータ転送は一部Bluetoothによる無線データ送受信が可能である。

本計測装置を用いて感性計測を実施した結果、研究開発目標段階では、安静、集中、怒り、喜び、の４感性に対し、それぞれ100、98.4、70.0、86.8%の感性認識（被験者1人）であったのに対し、成人被験者20名に対して、平均して73～99%程度の高い感性認識率が得られた。このことは、本システムが汎用的であり、且つ、高い信頼性を有していることを示している。

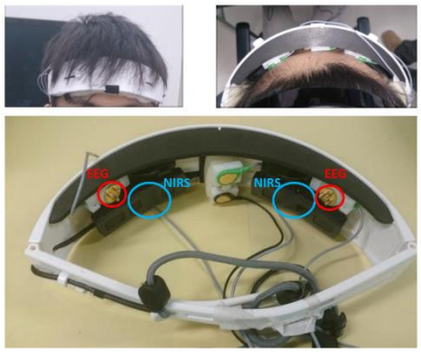


図1　開発した光電融合型感性計測システム

成果2（感性計測を容易にするヘッドバンド・ヘッドギア開発）

キーエンス社の3Dプリンタを用いて、図2に示すようなヘッドバンド・ヘッドギアを作成した。これをアクティブニューロウエア（Active Neuro-Ware）と呼ぶ。

- 本ヘッドギアは前頭部に電極を配置し、電極から脳波を計測する。
- 脳波を処理し、コンピュータに脳波データを無線にて送信するためのLSI基盤がフレームサイドのポケットに収納されており、ヘッドギアにハードウェアが搭載された一体型となっている。
- さらに、脳波を解析処理するコンピュータを小型のタブレットに置き換えることで、装置全体の小型化・軽量化が同時に達成された。
- 脳波の計測箇所にはドライ型のアクティブ電極を用いることにより、ノンペーストを実現した。これにより、計測準備に要する時間が大幅に短縮され、計測時の被験者の不快感を軽減する事に成功した。

91～94ページに関連記事あり

図2 アクティブニューロウェア

今後の展開

このようなスマートセンサーが今後ニューロマーケティングにおいて広く活用されると期待され、引き続き精力的な開発が渇望される。また、産業界へのこのような先端技術の普及が性能・価格・品質に継ぐ第4の価値としての感性価値を有し、グローバル化に埋没しない高い競争力を備えた高付加価値な商品の開発を牽引し、モノづくりにイノベーションをもたらすことを期待する。

Active Neuro-Ware

“ 今、何を感じているか ” をリアルタイムで読み取る
カチューシャ型感性計測装置

～10人程度の調査で、1000人規模のアンケートと同等な分析が可能です～

■スタイリッシュに
研究を重ね、「小型・軽量・無線化」に成功しました。

■より精確に
前頭葉4chのみの少ないch数で、精度の高い感性識別が可能です。

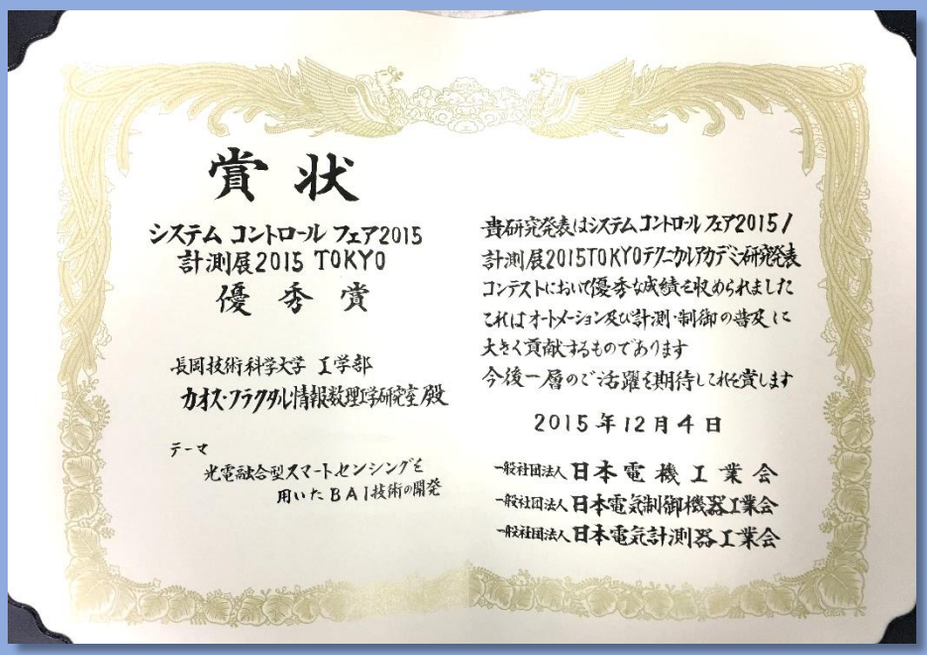
■より抵コストに
操作がシンプルで簡便に計測可能であり、測定コストを抑えることができます。

■よりスピーディーに
リアルタイムに計測結果の取得が可能です。

■操作がより簡単に
ペースト不用のため髪を汚さず計測可能です。
センシングウエアを装着するだけで、計測場所を選ばず広い分野で利用可能です。

購入のご依頼、リース契約も承っております。
活用事例、導入のご相談など、お気軽にご相談ください。

お問い合わせ先：株式会社TOFFEE
URL: http://www.toffee.jp　Email: contact@toffee.jp



賞状

システム コントロール フェア2015
計測展2015 TOKYO
優秀賞

長岡技術科学大学 工学部
カオス・フラクタル情報数理工学研究室 殿

テーマ
光電融合型スマートセンシングを
用いたBAI技術の開発

貴研究発表はシステムコントロールフェア2015/
計測展2015TOKYOテクニカルアカデミー研究発表
コンテストにおいて優秀な成績を収められました
これはオートメーション及び計測・制御の普及に
大きく貢献するものであります
今後一層のご活躍を期待して祝賀します

2015年12月4日

一般社団法人 日本電機工業会
一般社団法人 日本電気制御機器工業会
一般社団法人 日本電気計測器工業会

システムコントロールフェア2015/計測展2015TOKYOテクニカルアカデミー研究発表コンテストにおいて本研究室の学生の発表が「優秀賞」をいただきました。

「光電融合型スマートセンシングを用いたBAI技術の開発」
長岡技術科学大学　工学部
カオス・フラクタル情報数理工学研究室

紙面が感性に与える影響に関する研究

研究の意義・目的

研究背景・目的

手書きが学習や記憶の定着に効果的であることが数多くの研究結果により報告されている．書く行為は，脳幹の網様体賦活系(RAS)にある多くの細胞を刺激する．RASは脳が処理しなければならないあらゆるものの中で，その瞬間に積極的に注意を向けているものを，より重要視するフィルターとして働く．つまり，手書き時には人の集中力が向上することが確認されている．本研究では人の問題解答時において人の集中力を定量化し，集中力が最も向上する紙面状態(紙面の色，平滑度，厚さ)を明らかにすることを目的としている．

新規性

問題解答時に人の集中力が向上する紙面状態(色，平滑度，坪量≒厚さ)について明らかにした．

Keywords

紙，書き心地，脳波，フラクタル，感性解析

手法

解析手法

脳波のフラクタル性を基に複雑性の指標となるフラクタル次元値を算出する．それを特徴量として，線形分離することにより，時々刻々変化する人の感性を定量化する．

成果

実験は全部で4回行った．

1回目の実験では紙面の色に着目し，結果として青色の用紙が白色の用紙と比較して約9%集中力を向上させることが判明した．

2回目の実験では紙面の平滑度(滑らかさ)に着目し，適度にザラザラした紙面が集中力を約25%向上させることが判明した．

3回目の実験では紙の密度に着目し，密度が低い(≒紙が厚い)紙面が集中力を約7.5%向上させる事が判明した．

4回目の実験では紙の厚みと色の2点に着目し，厚みのある紙面が集中力を向上させることが判明した．

計4回の実験結果より、表面にある程度凹凸があり，青色で密度の高い(紙が厚い)用紙が手書き計算解答時の集中力を向上させることが分かった．

96,97,167~171ページに関連記事あり

今後の展開

・坪量をパラメータとして考慮した時の結果について検討

・全4回の結果を基に学習ノートとして発売予定．

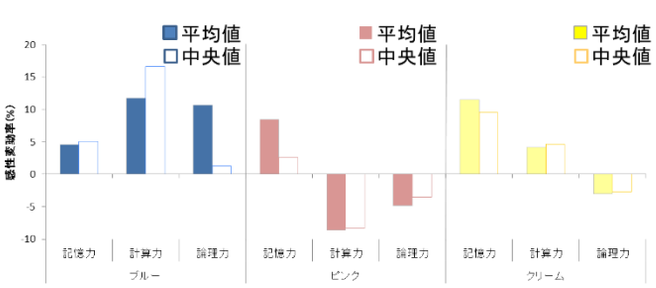


図1　紙面の色による集中力の感性変動率

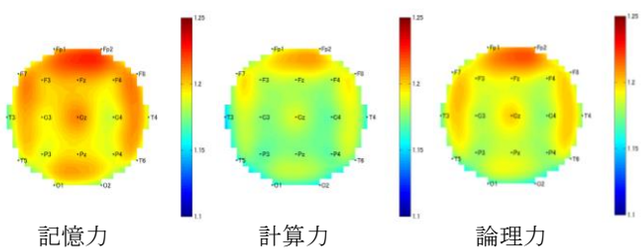


図2　用紙ブルーにおける記憶，計算，論理力タスクのフラクタル次元トポグラフィ表示（被験者間平均）

長岡技術科学大学
Nagaoka University of Technology

報道資料

平成３０年９月１３日

報道機関各位

長岡技術科学大学
電気系　教授　中川匡弘

脳を刺激する紙の学習ノートが発売されました！

長岡技術科学大学、株式会社 TOFFEE 社及び、王子ホールディングス株式会社が共同研究し、王子エフテックス株式会社が開発した、脳を刺激する紙「OK シナプス®」を本文用紙に採用した、学習ノート『集中力 UP ドリルノート』がアピカ株式会社より発売されましたので、お知らせいたします。

短時間学習で脳のウォーミングアップ

研究結果から、凹凸のある青い紙に書くことで、一般的な白い紙に書く場合と比較して、 集中力を高める特徴がみられることから、学習効果と効率アップが期待できます。小学校で広く取り入れられる、短時間の朝学習やモジュール学習での使用により、学習前の脳のウォーミングアップとして、活用いただくことを想定しています。

商品ラインナップは4種類

漢字罫 2 種（104 字及び 150 字）、方眼罫 2 種（表紙デザイン違い）の計 4 種のラインナップです。

シリーズ名	School Kizoo（スクールキッズ）
商品名	集中力UPドリルノート
規格	セミB5サイズ：H252×W179mm
罫内容	漢字練習罫 104字（16.5×15mmマス 13×8）表紙：イルカ（背景色＝黄色） 漢字練習罫 150字（14×12.5mmマス 15×10）表紙：チンパンジー（背景色＝青） 5mm方眼罫（10mm実線入り） 15×22 表紙：ゴリラ（背景色＝緑）、シャチ（背景色＝赤）
製本	糸綴じ
枚数	24枚
希望小売価格	220円+税

長岡技術科学大学
Nagaoka University of Technology
940-2188　新潟県長岡市上富岡町 1603-1
Nagaoka, Japan　940-2188

（参考資料）

平成 30 年1月 10 日発表「脳を刺激する紙についての研究成果報告」より抜粋

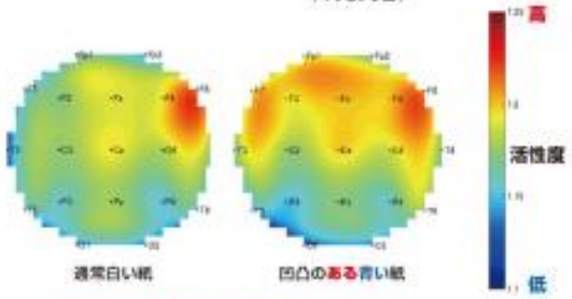
青い凹凸のある紙について

筆記時の脳波を測定、解析したところ、青い色や表面の凹凸がある紙では一般的な白い紙と比較して、集中力を高める特徴がみられ(図 1)、脳を活性化させていることがわかりました(図 2)。

図1：筆記時における集中力への効果
（集中力の相対比）

青い凹凸の紙に筆記をしている時が最も集中していることがわかります。

図2：筆記時における脳波チェック
（マッピング図）



青い凹凸の紙に筆記をしている方が脳が活性していることがわかります。

※いずれも株式会社 TOFFEE、及び、長岡技術科学大学で測定・解析
※あくまでも測定値に付き、結果には個人差があります。

（協力：王子ホールディングス株式会社）

「集中力 UP ドリルノート」に関するお問い合わせ先

アピカ株式会社
〒343-0025 埼玉県越谷市大沢 3174 番地
商品開発本部 商品開発一部
TEL：048-963-0114　FAX：048-963-1194
担当：八木 浩史
e-mail：h-yagi@apica.co.jp

■ 中川匡弘 教授 ｜ 株式会社 TOFFEE、及び、長岡技術科学大学

脳波計や光トポグラフィを活用し、独自手法の「感性フラクタル次元解析手法」により感性を数値化する脳ダイナミズム・脳科学研究の第一人者。これまでに、香りつき生理用品の開発や、“ハイレゾ音源”が与える感性効果の証明等を実現。著書に『カオス・フラクタル感性情報工学』（日刊工業新聞社）等。また、文部科学大臣表彰／科学技術賞(2017)等、受賞歴多数。2016 年に大学発ベンチャー企業（株式会社 TOFFEE）を立ち上げ、代表取締役に就任。

脳波のフラクタル解析を用いた味覚の感性評価に関する研究

研究の意義・目的

研究背景・目的

食品とは栄養素を取得し，生命を維持する目的を達成する為に摂取する．その際においしさが重要であり，おいしさを構成する要因として味が最も重要だと考えられている．味を評価する手法として味覚センサーなどが開発されているが，味覚と官能評価との相関性が低いという問題点がある．現在脳波を利用した感性解析を用いてシャンプーの爽快感やテニスラケットの打球感を定量化し，製品開発が進められている．本研究では，脳波のフラクタル解析を用いてヒトの味覚感性(美味しさ，高級感，満足感)を定量化することを目的としている．

新規性

食品開発におけるSD法や味覚センサーなどに代わる官能評価手法の提案．

Keywords

食品，味覚，官能評価，脳波，フラクタル，感性解析

手法

解析手法

脳波のフラクタル性を基に複雑性の指標となるフラクタル次元値を算出する．それを特徴量として，線形分離することにより，時々刻々変化する人の感性を定量化する．

成果

被検者45名(男性学生15名・男性社会人15名・女性社会人15名)を対象に実験を行った．実験内容としては食事の一連の過程(見る，食べる，浸る)での美味しさ・高級感・満足感の感性を測定した．摂取対象物はサンプルA(チョコ生地がコーティングされており，しっとりとした食感)とサンプルB(クッキーとビスケットのザクザクとした食感)である．　全被験者の総合評価値(各感性の感性変動率の平均値)はサンプルAがサンプルBに比べて，美味しさは2.47%優位，高級感は2.27%優位，満足感は4.97%劣位な結果となった．また，被験者の属性ごとに感性誘発傾向が異なることから，感性解析が製品開発における顧客ターゲットの明確化に有効であることを確認できた．

84ページに関連記事あり

今後の展開

・アイトラッカーを用いた商品のパッケージ評価
・食事時間帯の違いによる感性誘発傾向の調査
・アンケート結果との比較検討

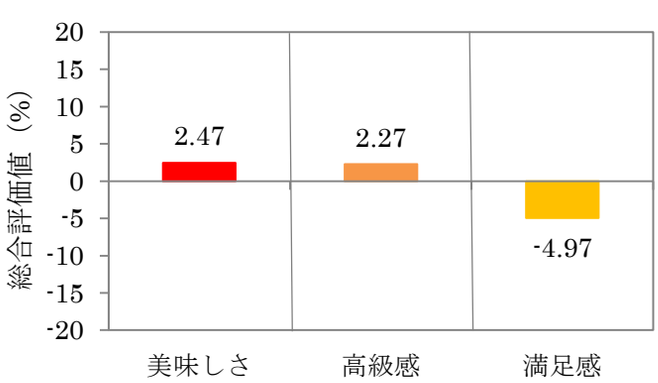


図1　総合評価値
(各感性の感性変動率の平均値)

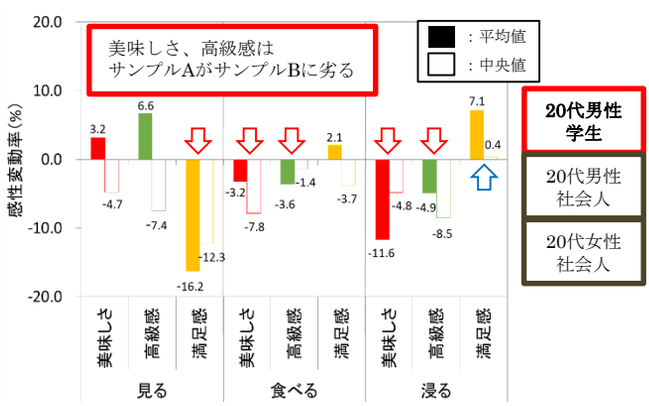


図2　20代男性学生の感性誘発傾向

脳波のフラクタル性に基づいた木製パズル組み立て時の感性評価

研究の意義・目的

研究背景・目的

高齢化社会における認知症予防の対策として，動物によって癒しを与えてストレスを減らすことや，読書や運動といった趣味によって楽しさや心地良さを感じることなど，感情を刺激する方法が挙げられる．

本研究では，木製パズル組み立て時における感性計測を取り上げ，脳波のフラクタル性に基づいた感性計測の観点からそれぞれの特徴を定量化することを試みる．とりわけ，福祉関係への展開を見据えて，65歳から80歳の高齢者を被験者とし，組み立て時における幸福感の感性計測を行い，組み立て作業がヒトの感性にどの程度影響を与えるのかを定量化することを目的とする．

新規性

木製パズルの組み立てにより，約0.338 の幸福感の上昇が認められた．

Keywords

脳波，フラクタル，感性，時空間特性，木製パズル，幸福感

手法

解析手法

脳波のフラクタル性を基に複雑性の指標となるフラクタル次元値を算出する．それを特徴量として，線形分離することにより，時々刻々変化する人の感性を定量化する．

成果

木製パズルの組み立てが高齢者の幸福感に及ぼす効果を脳波のフラクタル性に基づいた解析を行った．

その結果，被験者に亘り効果の大小は認められたが，５名の被験者に対して，優位水準５％検定を施した結果，幸福感の上昇が認められた．このことから，このような木製パズルの組み立てが，高齢者の脳活動を活性化し，認知能力の低下を抑制する効果が期待される．この点については，今後の更なる研究が期待されるところであり，より幅広い世代，性差，年代毎の特徴ついての分析・調査が挙げられる．

今後の展開

・坪量をパラメータとして考慮した時の結果について検討

・全4回の結果を基に学習ノートとして発売予定．

表1　各被験者の幸福感の時間平均値

被験者	<幸福感>
1	0.19668
2	0.48446
3	0.071211
4	0.21103
5	0.72848

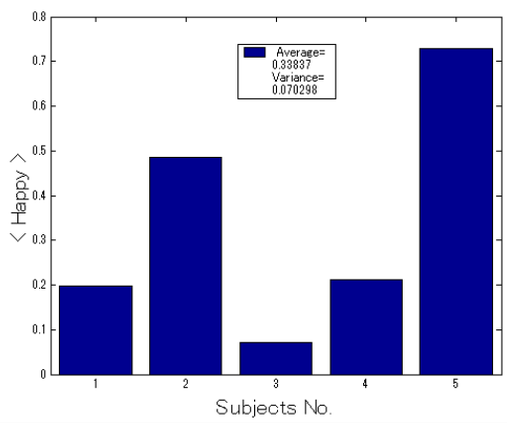


図1　各被験者に対する幸福感の時間平均値

報道資料

令和３年３月１８日

報道機関各位

長岡技術科学大学
技術科学イノベーション専攻　教授　中川匡弘

ki-gu-mi Lite の組立行為が脳の活性化に影響を与えるかを『脳波分析』

長岡技術科学大学は、株式会社エーゾーン（住所：東京都港区）が展開する木製パズルの新たなブランド『ki-gu-mi Lite（きぐみ らいと）』について、その組立行為が脳の活性化に影響を与えるのか、受託研究の依頼を受け、『脳波』を用いて検証し、その結果を共同でまとめました。

老人ホームや介護施設等では、認知症予防や認知症の進行を抑える目的で様々な取り組みがされています。例えば、コミュニケーションを伴うカラオケや折り紙を楽しんだり、リハビリケーションとしての簡単な遊具で体を動かしたりして心身の機能維持につなげる取り組みがあります。また、脳の機能維持は、心身の機能維持にもつながる大事な点だと考えています。

今回の検証に使用する商品は、元々、『ki-gu-mi（きぐみ）』が持つ次の特徴を継承し高齢者でも比較的簡単に組立作業ができるように工夫した商品となっています。

●『ki-gu-mi』の特徴

・素材が木製であり樹脂材などと指ざわりが違い指先からの触覚刺激が期待できる
・組立図を目視しながら完成像を想像する
・組立図から想像して立体キャラクタを組立てる思考による脳刺激が期待できる
・組み上がった立体キャラクタに好みの色を付ける過程で完成像を想像する
・接着剤やハサミなどの道具が不要で煩わしさが無い
・一人だけでなくグループワークによる教えたり教わったりのコミュニケーションが図れる
・組立完成品を孫のプレゼントにしたりされたりコミュニケーションツールにできる
・ピース数の多いキャラクタにチャレンジすることで向上意欲に期待が持てる

※折り紙との違い

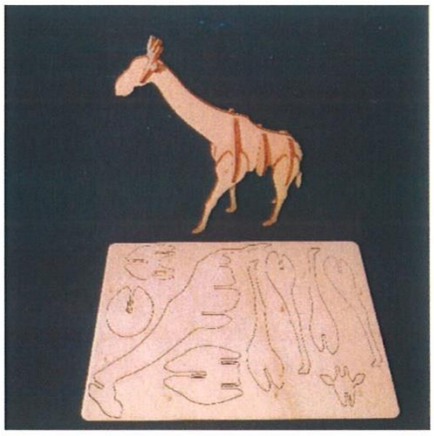
・細かな作業が無く折り方や手順を覚える必要が無い

●検証概要・方法

65 歳以上の健常者数名に対し、『ki-gu-mi Lite』の“組立前”と“組立中”における、脳波の変化を計測しました。計測の結果から、有効な効果が得られるかどうかについて解析を実施しました。

【使用するもの】

・『ki-gu-mi Lite』キリン（図１）
・脳波計（株式会社 TOFFEE 提供 Active Neuro-Ware）（図２）



『ki-gu-mi Lite』キリン（図 1）

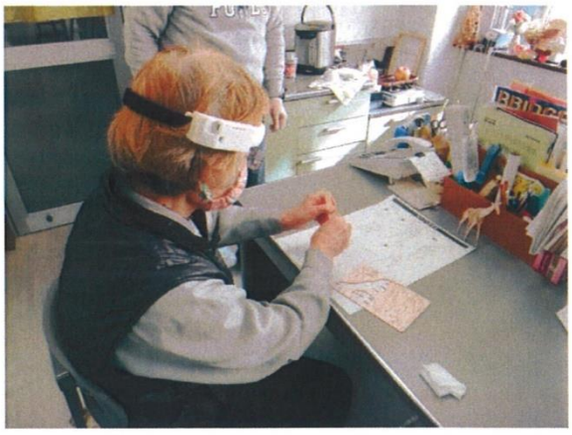
脳波計（図 2）

【検証フロー】

以下の手順で脳波計を装着し、計測しました。

・対象者に脳波計を装着（被験者数= 5 名）
・組立前のリラックス状態を計測（約 1 分）（図 3）
・組立始めから完成させるまでの取り組み状態を計測（約 2 分）（図 4）
・完成後のリラックス状態を計測（約 1 分）

組立前風景（図 3）



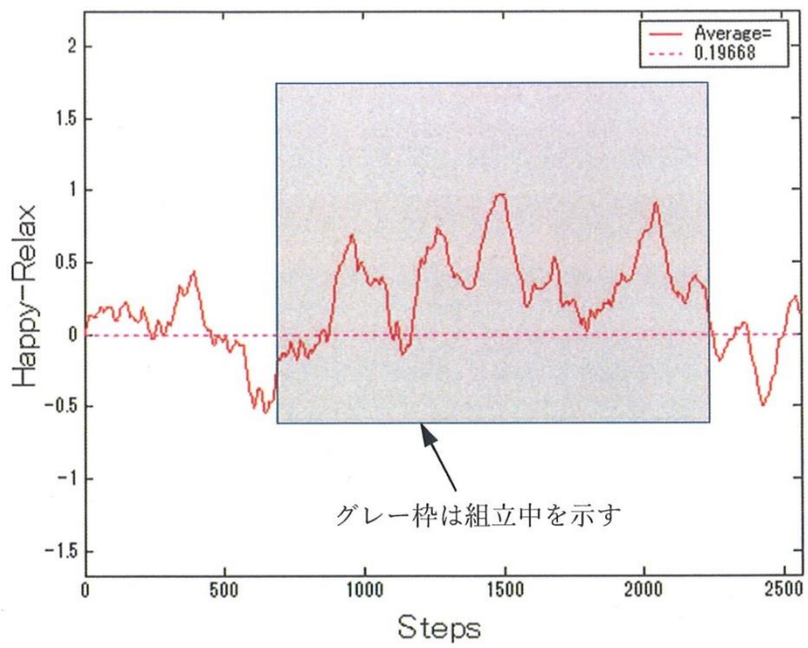
組立中風景（図 4）

以上の写真の様に、被験者の脳波計に装備された電極より得られる脳波信号を感性解析手法として用いられるフラクタル次元解析で感性変化を計算し、信号の特徴量を算出します。この算出値を横軸に時間、縦軸に幸福度（Happy）としてグラフに表します。

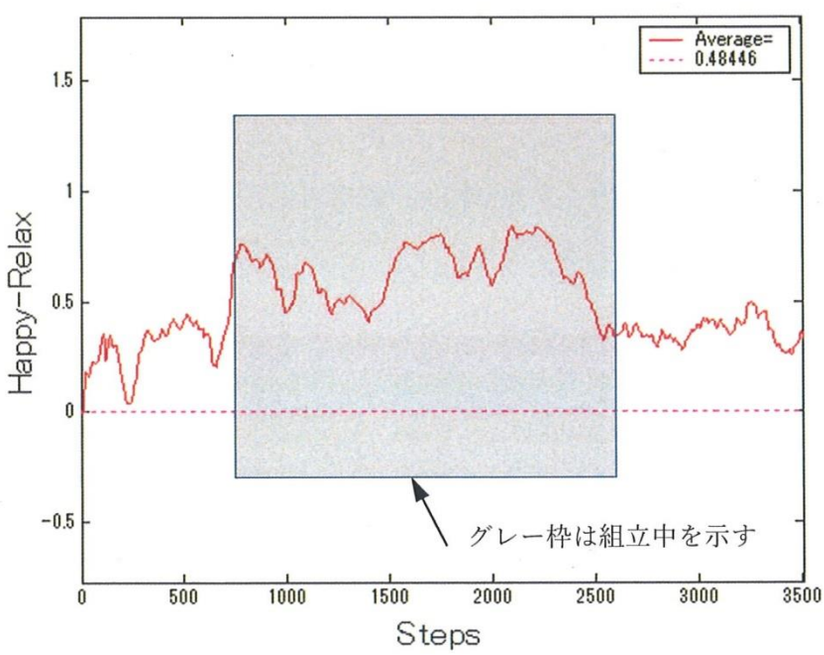
各被験者の計測値をグラフ化したものを次項に記載します。

【検証結果】

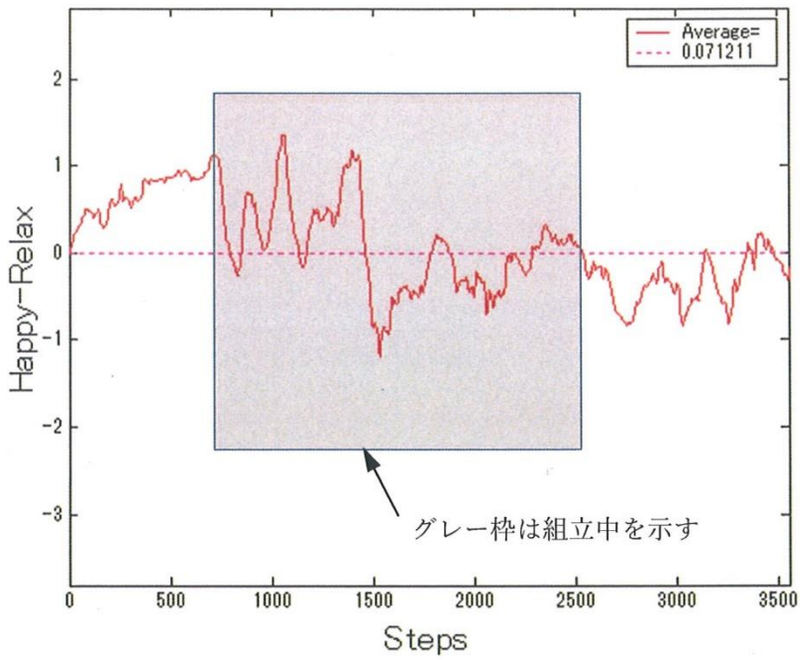
各被験者に対する計測値のグラフより、全体的にプラス方向に変化が見られ、この変化量が大きい場合は、感性が大きく変動し脳が活性化している量と捉えることが出来ます。よって、『ki-gu-mi Lite』の組立行為は、脳の活性に効果があることが示され、脳の活性に効果があるなら認知症の進行を抑制できる効果もあると考えることが出来ます。



グラフ 1
被験者 No. 1 ＝80 歳男性
平均幸福度＝0.19668
組立中から幸福度が上昇

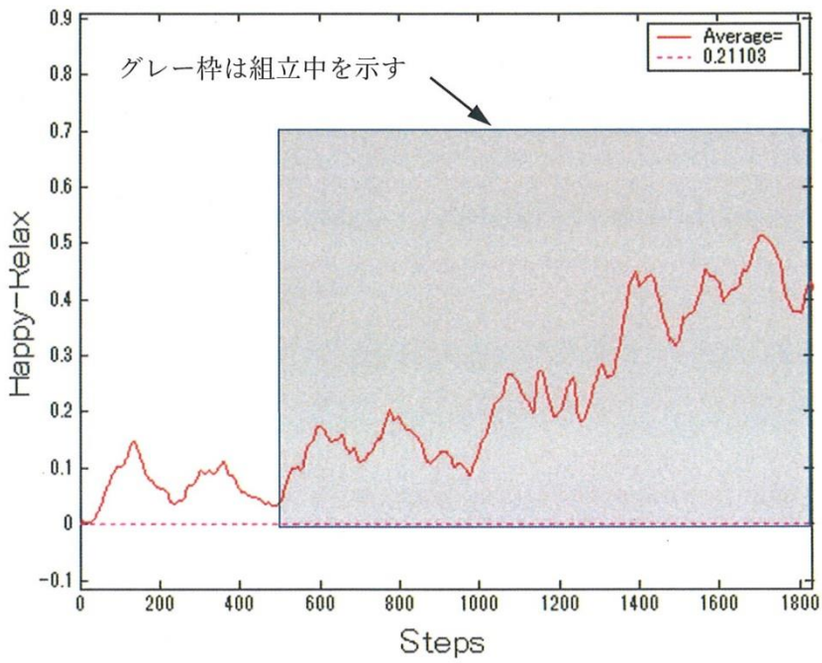


グラフ 2
被験者 No. 2 ＝75 歳男性
平均幸福度＝0.48446
組立中から幸福度が上昇

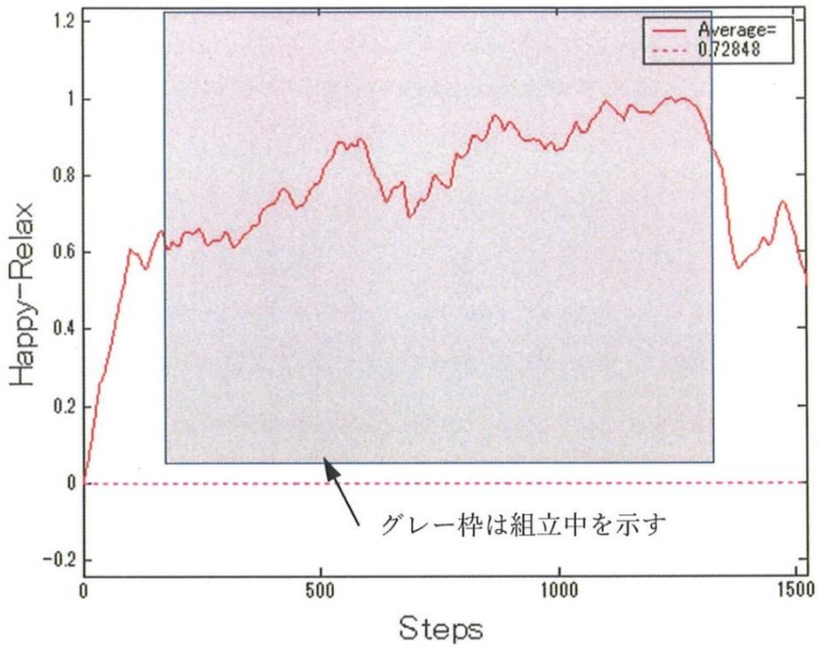


グラフ 3
被験者 No. 3 ＝73 歳女性
平均幸福度＝0.071211
組立直後は幸福度が一旦上昇するが途中で急激に下降

左図において幸福度の急激な下降は、組立中に組立ピースを折ってしまい、その時の落込んだ気持ちが後々まで継続してしまったと推測される

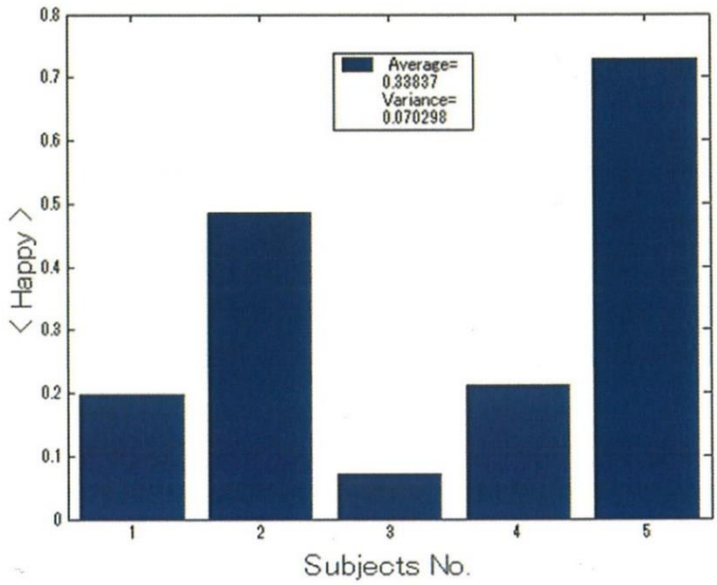


グラフ 4
被験者 No. 4 ＝68 歳女性
平均幸福度＝0.21103
組立開始と共に幸福度が上昇し、組立後もこの幸福度が維持



グラフ 5
被験者 No. 5 ＝65 歳男性
平均幸福度＝0.72848
組立開始と共に幸福度が上昇

以上の被験者 5 名（No.1～5）の計測された幸福度の時間平均値を棒グラフにまとめました。これらの平均値より片側 t 検定し計測値の有効性を求めると、



p (片側 t 検定)＝0.023119＜0.05

となり、有効なデータであり、『ki-gu-mi Lite』の組立行為は、脳の活性に効果があることが示されました。

●補足：主観評価

令和元年 11 月に東京都港区の区立介護予防総合センターにて、『介護予防フェスティバル』が開催され、株式会社エーゾーンも参加し『ki-gu-mi Lite』を使用したワークショップを実施しました。

【ワークショップの概要】

・日時：令和元年 11 月 13 日 10:15～16:30
・場所：東京都港区　介護予防総合センター
・イベント：港区介護予防フェスティバル
・参加者：204 名（70 歳以上の男女）
・実施内容：『ki-gu-mi Lite』5 種類から好きなキャラクタの組立と色付け

【開催時の会場風景と完成品例】

参加者が組立に取り組んでいる会場風景と完成品例、使用した『ki-gu-mi Lite』の種類を以下に掲載します。

写真 1 ：会場風景

写真 2 ：会場風景

写真 3 ：組立完成と色付け

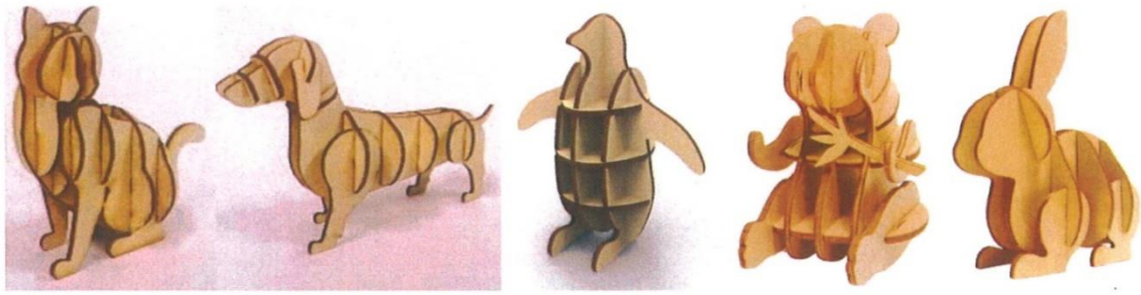


写真４：ワークショップで使用した５種類のキャラクタ（ネコ/イヌ/ペンギン/パンダ/ウサギ）

【ワークショップ実施後のヒヤリング】

アンケートによる集計などは実施していませんが、総じて参加者は楽しく取組んでおり、分からない時はスタッフに訪ねながら、また、作業机に複数名座りお互い声掛けしながら取組んでいました。

ヒヤリングでは、『楽しい』、『また、やりたい』との声が多く、『脳の活性化に繋がる』と言われる参加者もいました。

以上より、脳波計による計測数値とワークショップによるヒヤリング内容に相関が取れたと言えます。

【今後について】

今回のデータ分析で、脳の活性に認知予防効果があることが確認されましたが、今後は、介護施設で試験的に『ki-gu-mi Lite』の組立時間を定期的に実施できるような環境を整え、長く利用した場合に、さらなる脳の活性や認知予防に対して、どう影響し、どう変化していくのかデータ取得を継続して行うことが出来れば、本当の認知予防や進行抑制に効果があることが明示されると考えます。

Biological information analysis

生体情報解析

生体信号には，揺らぎがあることが古くから知られている．揺らぎ成分には，生体活動の本質に関わる情報が含まれているのではないかと期待されている．

揺らぎ成分は，決定論的なダイナミクスによって生じるカオス成分と，フラクタル的に振舞う確率論的な成分の2種類から構成され，それぞれ，カオス解析，フラクタル解析によって定量的に評価可能である．

1

2

3

4

5

6

1. 疲労度計測のための筋電図計測
2. 筋音計
   MPS110 ／（株）メディセンス
3. 3 D超音波診断装置:
   SONOS-7500 ／PHILIPS（株）
4. アイトラッカー
   Tobiiグラスアイトラッカー／
   トビー・テクノロジー・ジャパン(株)
5. モーションキャプチャによる動作確認
6. データグローブによる手指の曲げ動作の計測

フラクタルを用いた肌表面形状の定量的評価手法

研究の意義・目的

研究背景・目的

我々は視覚から肌表面の特徴を明確に捉えることが出来るが，人間の視覚による評価は独自の価値観で行われる主観的・定性的なもので，肌表面の状態を共通の考えで知るには適切なものとはいえない．一方定量評価への試みは既に粗さパラメータ等の評価手法が提案されているが，従来の研究では美容技士など肌評価の専門家による主観評価に依存してしまう．

上記を鑑み本研究では，肌の美しさ等の視覚的特性の客観的な評価を実現することで特定の個人の評価に依らない定量的な評価手法を提案する．

新規性

肌表面のキメ細かさを定量化するためにフラクタル次元を使用した．フラクタル次元を用いて評価することで，主観評価との相関について，他のパラメータ（標準偏差，Rmr）よりも高い相関が得られた．

Keywords

フラクタル次元，エントロピー，多変量解析

92ページに関連記事あり

手法

解析手法

標準偏差を用いたBox-counting法

（ボックス数の計算に標準偏差を用いて解析精度・速度の向上を実現した手法）

成果1

主観評価・被験者年齢と肌のフラクタル次元の関係（図2，図3）

【対主観評価】主観評価が粗い（視認できるスケールでの凹凸が多い）場合，次元が低くなる．

【対年齢】肌表面の複雑性が加齢によって損なわれる為，全体として加齢と共に次元は低くなる．

多変量解析によるパラメータ評価（図4）

主観評価値を目標値とした場合，各係数は表1のようになった．主観評価値に対して，フラクタル次元やエントロピーは，粗さパラメータ（Rmr）の約200倍，との寄与の高さから，フラクタル次元やエントロピーなどの定量的な値が，ヒトの主観を加味した評価値であることがいえる．

今後の展開

実際に肌の評価に用いられる各評価手法との比較検討

表1 主観評価値を目標値とした場合の多変量解析の各パラメータの係数

	フラクタル次元	エントロピー	標準偏差	粗さパラメータ(Rmr)	年齢
係数	-5.02	5.22	-1.27	-0.03	0.06

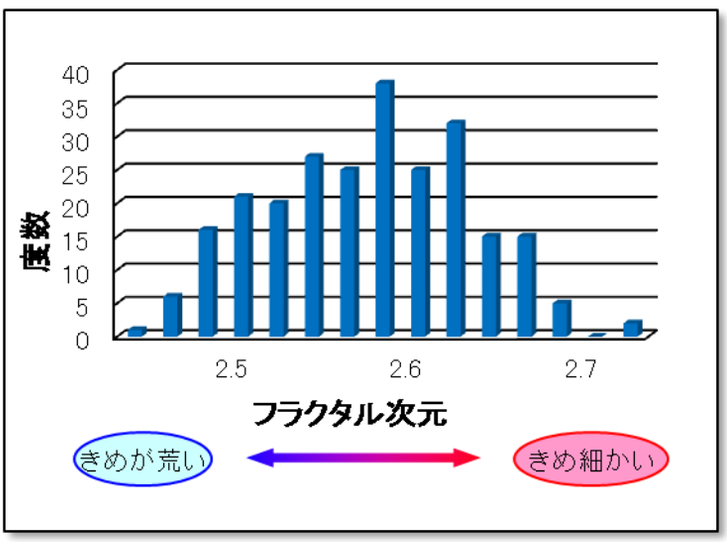


図1 フラクタル次元の度数分布

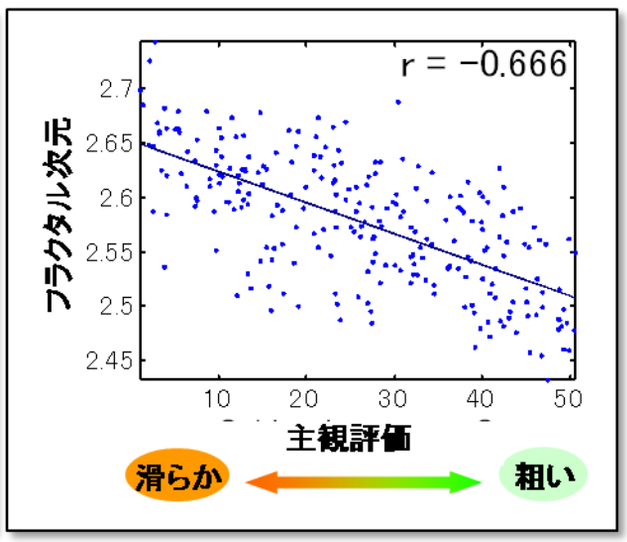


図2 主観評価との関係

主観評価値は，5人の化粧品技術者による肌画像の評価の平均で，1が滑らかで，50が粗い肌となるよう評価したもの．

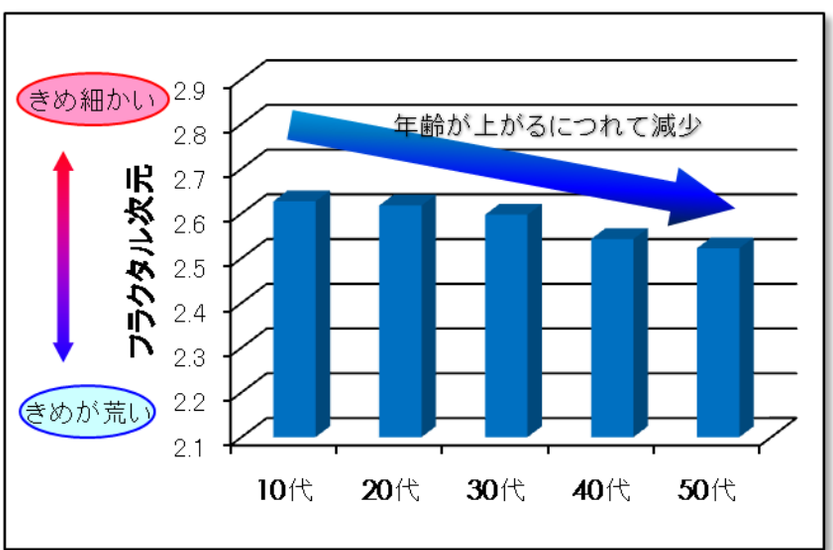


図3 被験者年齢との関係

各世代が均等になるようにサンプルした248名分の被験者の肌画像に対し，求めたフラクタル次元を世代別にまとめたもの．

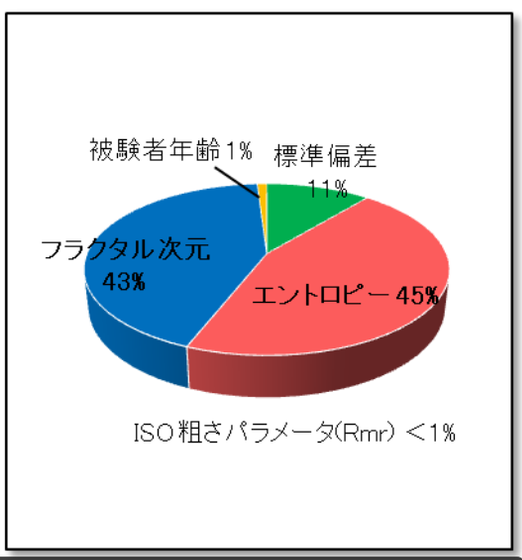


図4 主観評価へ寄与するパラメータの割合

多変量解析により主観評価を各パラメータの和で推定した際の各パラメータの寄与．

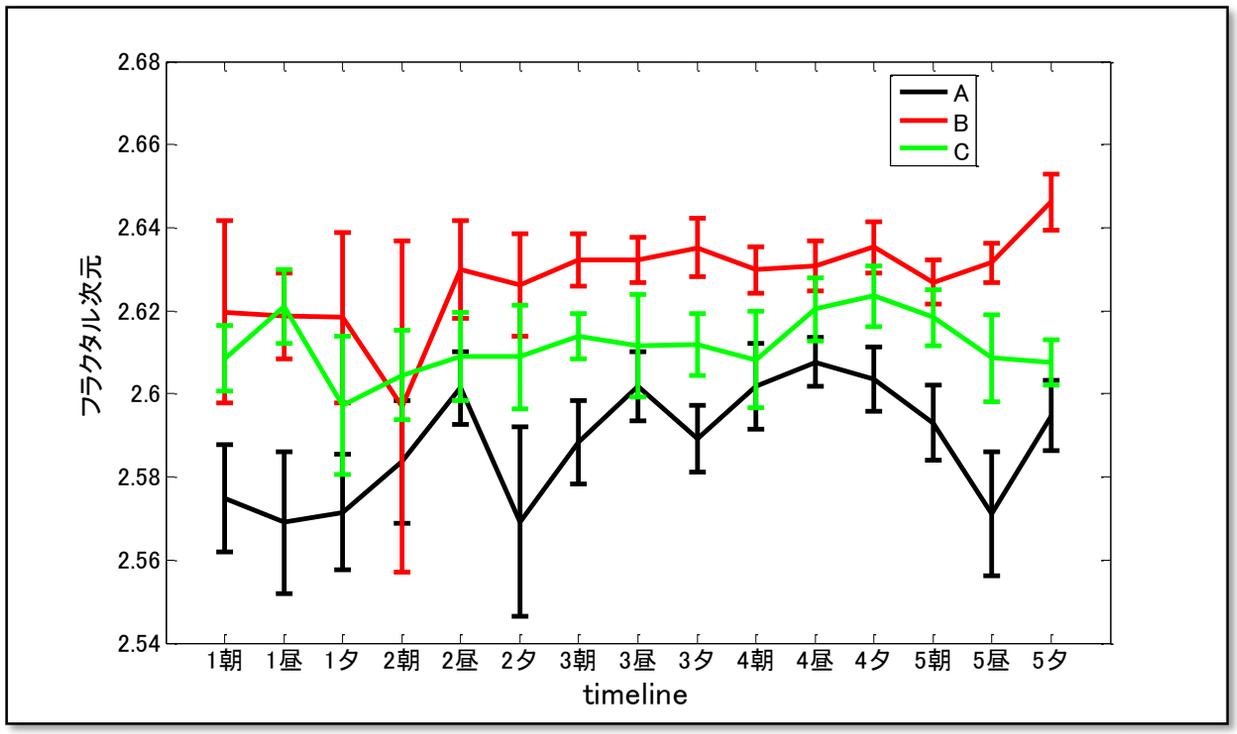


図5 フラクタル次元の経時変化　（被験者3名（A-C），5日間･3時間帯表示）

成果2

フラクタル次元の経時変化（図5）

朝昼夕方の3つの時間帯にフラクタル次元を計測した．被験者は3名で，各時間帯で被験者間の次元値の大小関係は，ほぼ維持されていた．

「なめらか」に見える肌

起伏構造に自己相似性

ポーラ化粧品研など確認

高いほど美しく

ポーラ化粧品研究所は、長岡技術科学大学カオス・フラクタル情報数理工学研究室の中川匡弘教授グループとの共同研究で、「なめらか」に見える肌の構造を発見した。「なめらかで美しい」と見える肌には、肌の起伏構造のなかに高いフラクタル（自己相似性を有する図形）性が存在することを確認したもの。

肌は非常に多くの角層細胞からなる複雑な高次元構造を持ち、この複雑さが見た目の肌の印象に重要であると考えられている。

両者は、この肌の構造を計測する方法として今回、「フラクタル」と呼ばれる自己相似性（図形の一部を切り出して拡大した時に元の図形と同じ形をとる性質）の指標を用いた。

フラクタルとは、幾何学的に自己相似性を有する図形のことで、雲など複雑な形状を見た時に、この構造があると「自然で美しい」と感じることが近年明らかになっている。

両者は女性一百四十八人を対象に、ほお部の肌起伏構造についてフラクタル解析を行うとともに、見た目のなめらかさの印象をスコア化し、その相関をみた。

その結果、人の肌のフラクタル値は単一なものでなく、個々人によってさまざまな値をとることがわかった。

また肌の起伏構造のフラクタル性と、見た目の肌の印象との間に非常に高い相関があることを確認した。フラクタル性が高いほど（肌の起伏構造の自己相似性が高いほど）「なめらか」と感じる値が上がることを確認した。

今後、両者は肌の起伏構造以外にも肌の色味など、さまざまな肌の要素に対してフラクタル技術を活用した解析を行い、肌の印象とフラクタル性の関連性について研究を進める。

今回の研究成果は、きょう十六日から大阪で開催される国際化粧品技術者会連盟（IFSCC）学術本大会で発表する予定。

平成18年10月16日
化学工業日報

脳波分析したデータをコンピューター処理する中川匡弘教授（左）ら＝長岡市の長岡技科大

長岡技術科学大学と大手化粧品メーカー・ポーラは、本人にとって好ましい肌質を数値化する新技術を共同で確立した。従来、色彩や化粧品の専門家による分析に頼っていた肌質判断について脳波の分析技術を使い、コンピューター処理できるようにした。化粧品の開発コスト削減などの利点があり、既に実用化に入っている。

同大工学部電気系の中川匡弘教授を中心に三年かけ研究した。

同教授によると、新技術はまず、自分に合った化粧品を探している人などに肌のサンプル画像を脳波を計測し、データを「フラクタル次元推定手法」という特殊な計算式を使いコンピューター処理。見せられた肌の色やきめを本人がどの程度「好ましい」と感じたのか数値化し、判定する。

判定結果は、化粧品研究者が、同じ人にどんな化粧品が好ましいか行った肌質判断と比べても矛盾しなかったという。

化粧品の中でも、特にファンデーションは肌の色や質感を直接表現するため、商品開発に新技術を活用することが期待される。脳波のデータを集めれば、どのような色、質感のファンデーションが多くの人に好ましく見られるかが分かり、商品開発の参考になる。

また、オーダーメードで化粧品を受注した場合、発注者の脳波を計測すれば、「透明感を」「ふっくらとした感じに」といった細かい希望の聞き取りをしなくても、好みに合った色に調合できるという。中川教授は「と」のような感覚を『華やか』『渋い』と（言葉で）表現するのかは、人により違いがあるので、脳波を元に数値化すれば客観的に見ることができる。化粧品だけでなく、商品陳列方法の研究などでも、この技術を生かせるのではないか」と説明している。

長岡技科大とポーラ 共同研究

化粧品 脳波で"相性"判断

肌質を数値化

商品開発コスト削減

平成20年9月4日
新潟日報

フラクタル次元を指標とした疲労度の定量化

研究の意義・目的

研究背景・目的

最近，健康志向の高まりから，定期的な運動をする人が増加している．適度な運動は，新陳代謝の活性化や，メンタル面でのリフレッシュなど，健康を維持する上で重要な要素である．しかし，過度の運動は逆効果であり，適切な運動負荷の下で効果的な運動を行うことが望ましいとされている．適切な運動負荷を推定するためには，疲労度の定量的な把握が必要である．従来手法としては，筋電信号の平均周波数を指標とする手法が挙げられるが，推定精度が低い等の問題もある．本研究では，筋電信号のフラクタル性に基づいて疲労度の定量化を行う．これにより，従来よりも高い推定精度を実現することが可能となった．

新規性

生体信号にはフラクタル性があることが古くから報告されており，筋電信号もフラクタル性を有する．そこで，フラクタル次元を疲労度の指標とすることで，より高い推定精度を実現する．

Keywords

EMG，フラクタル次元

手法

解析手法

標準偏差を用いたフラクタル次元推定手法

Improved Description of Skin Smoothness by Applying Fractal Geometry and ISO parameters

Koji Mizukoshi, Midori Oyobikawa, Katsuo Matsumoto, Yasutaka Kurita and M.Nakagawa

Paper Issue of IFSCC(Integration of Cosmetic Science)(Osaka), 18A-28,pp.1-10

成果

上腕屈伸運動をしている場合のフラクタル次元の経時変化を図1に示す．横軸に実験時間，縦軸はフラクタル次元を示している．赤丸は腕を上げようとしている1秒間の平均，緑丸は腕を下げようとしている時の平均，青の実線はこれらの平均を示している．これを見ると，負荷をかけたタスク時には赤のプロット，緑のプロットがはっきりと分かれており，下降傾向を示していることがわかる．

一方，負荷がない場合には両者が混ざっており次元値に変化がないことがわかる．これにより，上腕への負荷の状況や，筋肉の疲労過程をフラクタル次元によって定量的に把握することが可能となる（図2）．

運動中のフラクタル次元変化についてより細かく考察する．図2に，図1の30～60秒区間の拡大図を示す．図下部の矩形波は，腕の上下に対応している．平均周波数を用いる従来手法とフラクタル次元解析手法を比較すると，フラクタル次元を用いた場合の方がより明確に運動状態に追従していることがわかる．定量的には，運動状態を表す矩形波との相関係数を求めると，フラクタル次元解析の場合は，0.62となり，平均周波数の場合の0.35より高い値となる．このことから，フラクタル次元解析を用いることで，運動の状態をより忠実に把握することが可能である（図2）．

今後の展開

計測の被験者の数を増加させたり，あるいは，運動の種類や，負荷の部位を変更するなどして，フラクタル次元の経時変化の傾向を把握する．また，筋音図などの他の生体信号の情報も用いることで，疲労度計測の推定精度の向上を目指す．

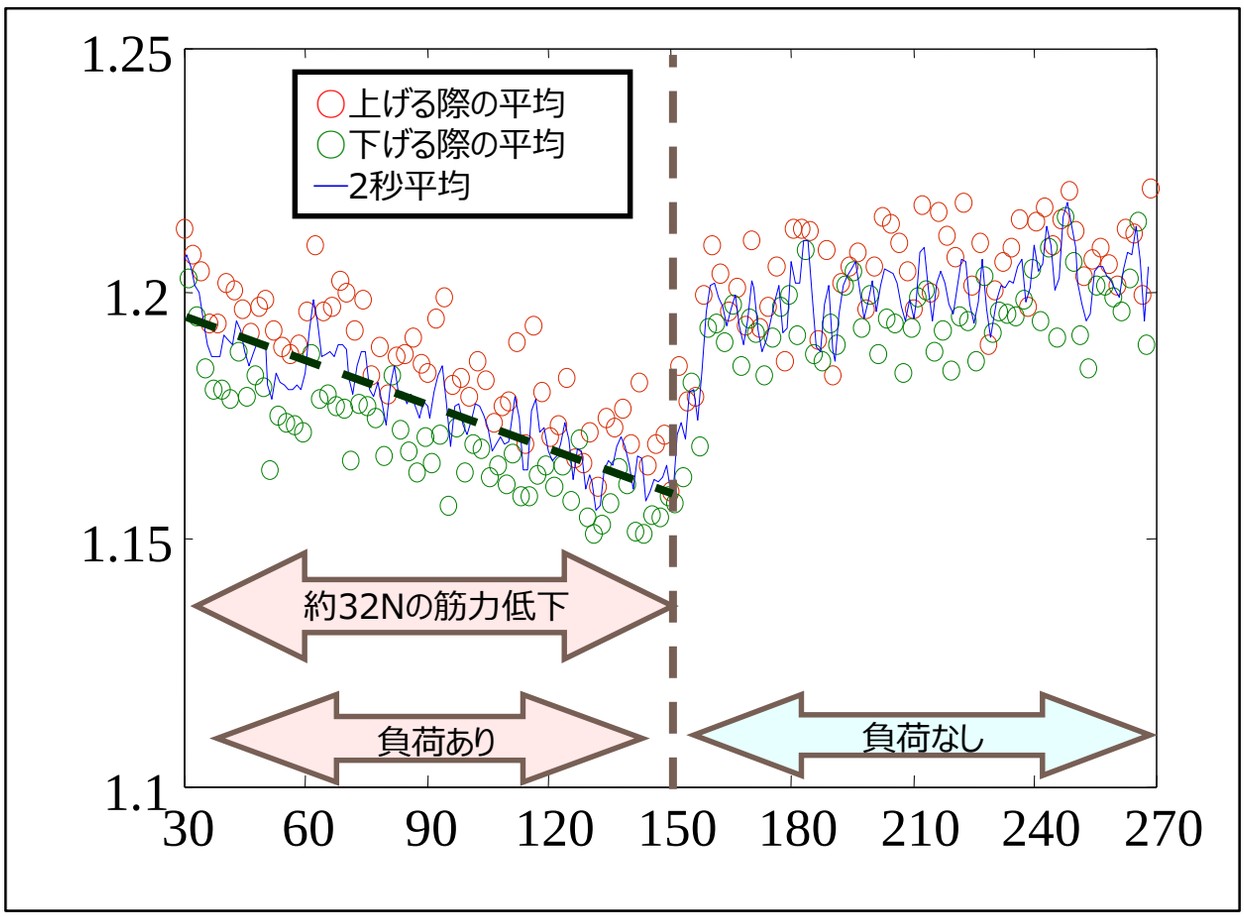


図1 上腕屈伸運動時のフラクタル次元の経時変化

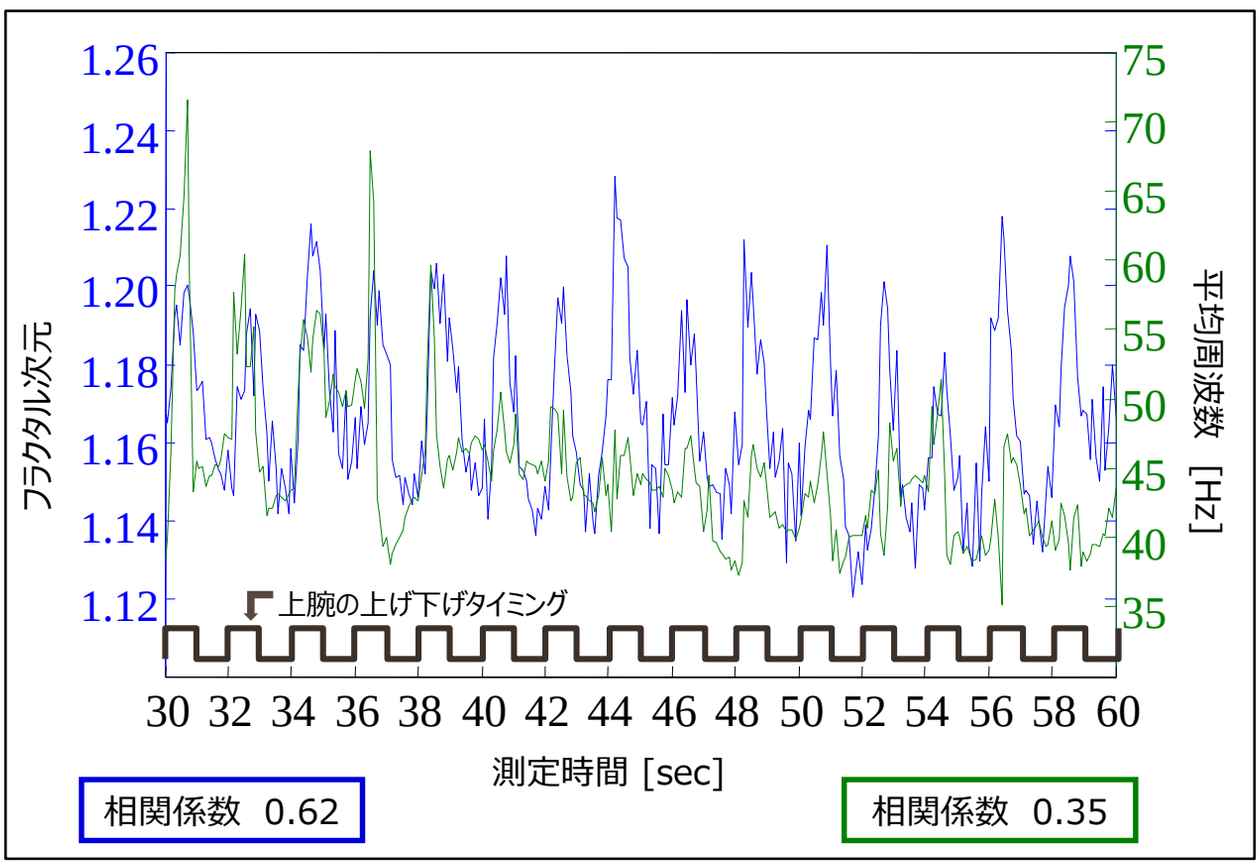


図2 図1の30～60秒区間の拡大図

心電図逆問題に関する研究

研究の意義・目的

研究背景・目的

日本人の3大死因として，ガン，心疾患，脳血管疾患が挙げられ，全死因の半分以上を占めている（図1）．これらの疾患による死亡を防ぐには，早期の発見・予防が重要な鍵となる．本研究では，心電図逆問題を取り扱う．心電図逆問題とは，体表面電位から心臓内部の電気現象を推定するという逆問題である．心電図逆問題では，心臓内の局所的な電気現象を逆推定できるので，大域的な診断しかできない心電図計測の欠点を補うことが可能である．

新規性

従来の手法では，逆問題を一意に解くために，有限要素解析のための胸部モデルのメッシュに制約を設けることが不可避であった．このため，心臓内のメッシュが不自然なものとなり，良好な解析を行うことができなかった．本研究では，制約条件を課すことなく，遺伝的アルゴリズムを利用することで逆問題を解く．そのため，胸部を自然に表現できるように自由にメッシュを作成することで，より現実的な解を求めることが可能になった．

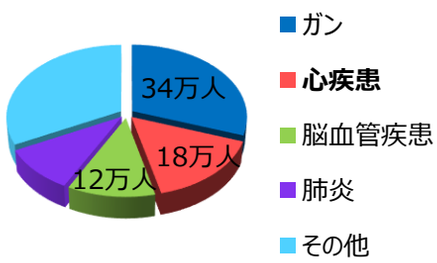


図1 平成21年度　死亡原因別　死亡数
（厚生労働省　http://www.mhlw.go.jp/）

Keywords
心電図逆問題，有限要素法，遺伝的アルゴリズム

手法

解析手法

心臓内の信号源の定式化：等価的な分極ベクトルの時間微分（心電双極子と呼ぶ）

心電双極子：位置 (x, y, z) ，モーメント $(\dot{P}_x, \dot{P}_y, \dot{P}_z)$ の計6成分を持つ

体表面の電位解析：有限要素法（心臓・肺・その他の支持組織毎に導電率を設定したモデル：図3）

逆問題の解法：体表面電位を最も良く表現できる心電双極子を遺伝的アルゴリズムによって探索する．

成果

【既知の心電双極子軌道への適用】位置（x, y, z），モーメント$(\dot{P}_x, \dot{P}_y, \dot{P}_z)$の計6成分を，図2の赤線のように設定し，その時の体表面電位を有限要素法でシミュレーションし，それに対して本手法を適用した．結果は，図2の青丸であり，定性的に良く符合しており，本手法で十分に逆推定が行えることが示唆された．

【実際の心電図への適用】健康な20代男性の心電図波形を元に，本手法を適用し，心電双極子の逆推定を行った．次ページの図4に位置（x, y, z）の逆推定結果を示す．通常の心電図波形において見出すことができる心室の興奮を表す波（図4中のQRS波）に対応して，逆推定された心電双極子の位置が上下方向に大きく変動していることがみてとれる．以上から，本手法によって心臓内の電気現象を逆推定することが可能である．

今後の展開

今後は，多数の被験者のデータに本手法を適用し，個人差や日内変動などを調査していく．また，超音波計測装置を用いて，心臓や肺などの臓器形状を精密に求め，有限要素モデルを改善していく．

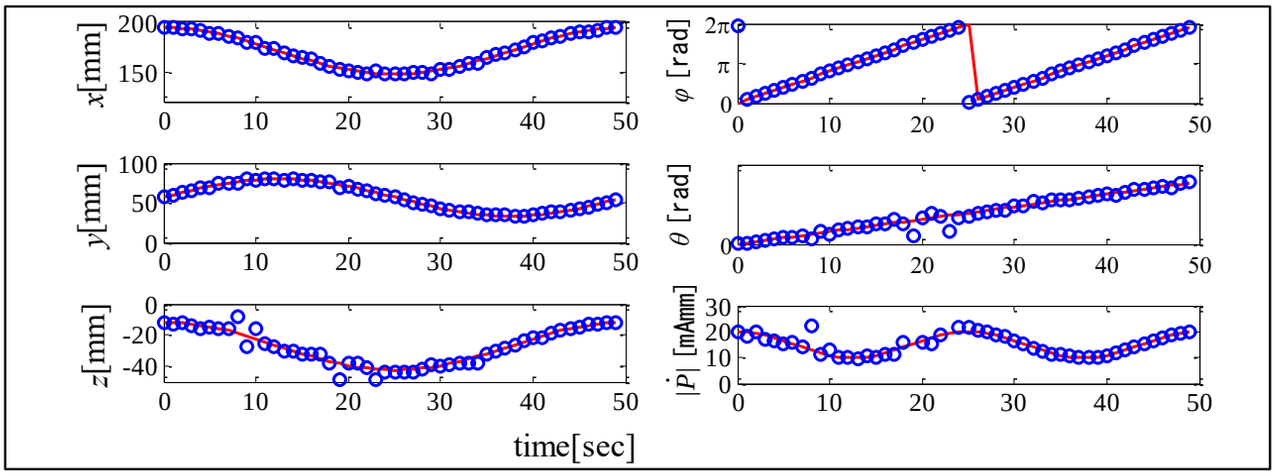


図2 既知の心電双極子軌道の逆推定 （ 赤：設定値 ， 青：逆推定結果 ）

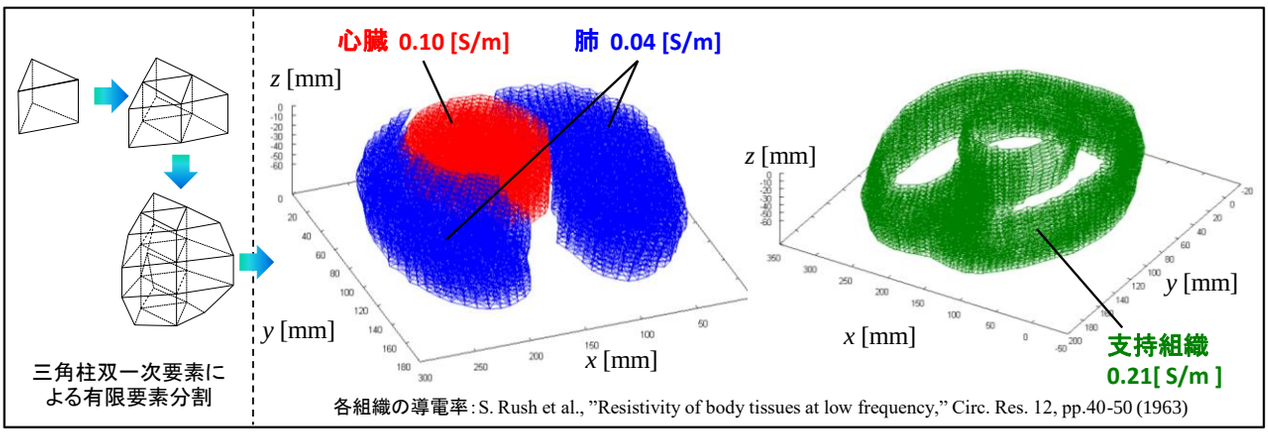


図3 有限要素モデル

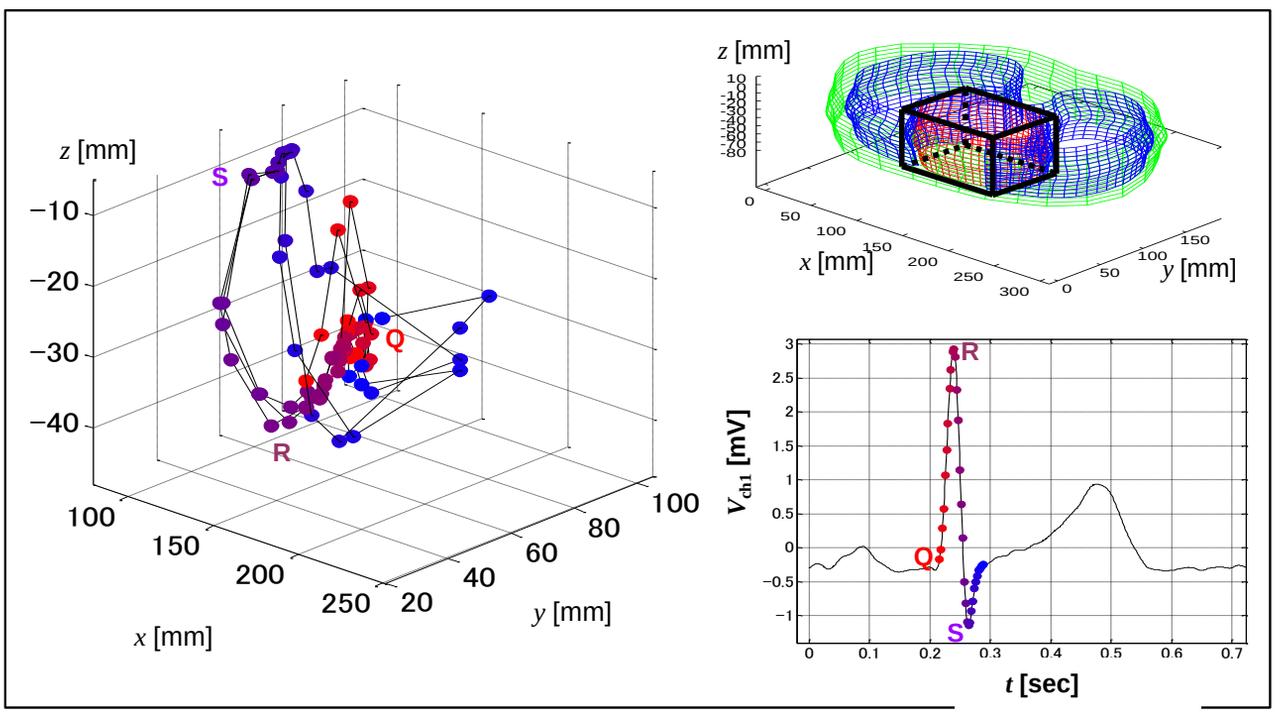


図4 実際の心電図データに対する心電双極子逆推定結果

奨励賞

臼井秀行殿
共著者 中川匡弘殿

有限要素法を用いた心電双極子逆推定
（第25回日本シミュレーション学会大会 5-3）

上記の研究発表について日本シミュレーション学会賞の規程による審査の結果頭書の賞に価するものと認められましたのでその業績をたたえ表彰いたします

2007年6月21日

日本シミュレーション学会
会長 矢川元基

2007年6月21日
　第25回日本シミュレーション学会大会で行った研究発表が奨励賞を受賞しました。

「有限要素法を用いた心電双極子逆推定」
臼井秀行、中川匡弘（長岡技術科学大学）、

カオス・フラクタル理論に基づいた新規バイオアッセイ技術

研究の意義・目的

研究背景・目的

近年，有害物質を含む生活排水や工場排水の流出，さらに，テロによる水質汚染の危険性から，ダムや水道局等において，バイオアッセイ等による水質管理の徹底が必要とされている．バイオアッセイとは，生物の変化を指標とした環境評価技術のことであり，生物センサを用いることから，未知の有害物質に対しても評価が可能という利点を有する．ただし，生物に対する致命的な影響の発現による評価を行う場合，致死量以下の環境負荷の毒性評価が困難であるという問題点が挙げられる．

新規性

野口・中川らは，水槽内の魚の泳動軌跡を抽出し，泳動軌跡がカオス・フラクタル性を有することを確認した．さらに，生体情報のカオス・フラクタル性を評価の指標とすることによって，従来法では困難であった，微量の環境負荷による生物の致死量以下の毒性評価が可能であることを見出した．

また，早川・中川らは，魚の活動電位がフラクタル性を有することを示し，活動電位のフラクタル次元を評価の指標に用いることで，毒性に対してより感度の高いバイオアッセイ技術を確立した．

Keywords

魚の活動電位，魚の泳動軌跡，フラクタル次元

手法

解析手法

魚の泳動軌跡のカオス性を定量化するために，Sano，Sawadaによって提案されたJacobi行列推定に基づいたLyapunov指数推定手法を用いた．また，魚の泳動軌跡のフラクタル性の指標となる自己Affineフラクタル次元については，Nakagawaによって提案された臨界指数法（CEM：Critical Exponent Method）を用いた．さらに，魚の活動電位の自己Affineフラクタル次元の算出には，分散のスケーリング特性に基づいたフラクタル次元推定手法（SPV）を用いた．

成果1（泳動軌跡のカオス・フラクタル解析）

泳動軌跡の計測は図1のように2台のカメラを用いて行った．軌跡のx，y，z座標それぞれについて最大Lyapunov指数を求めた結果，図2に示すように負荷濃度に依らず常に正で，負荷濃度に比例して大きくなる傾向が得られた．即ち，環境負荷の上昇によって，元々微弱だったカオス強度が上昇すると考えられる．また，CEMによる自己Affineフラクタル次元の推定値も，負荷濃度に比例して大きくなる傾向がみてとれる．

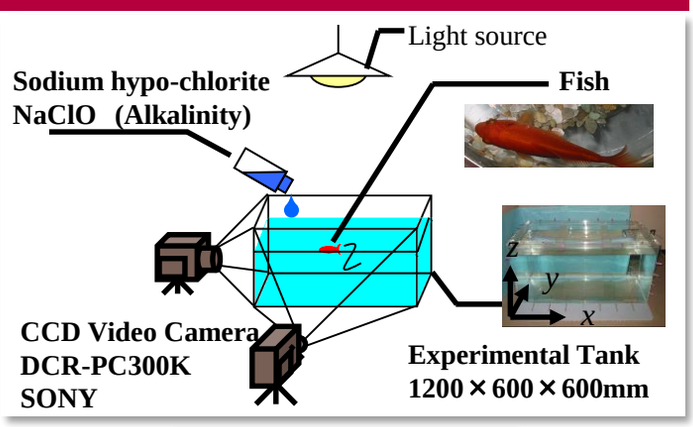
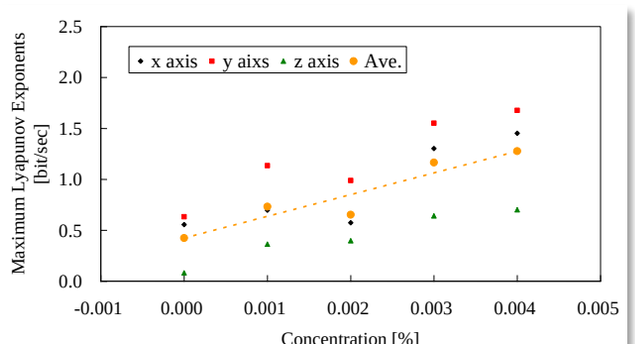
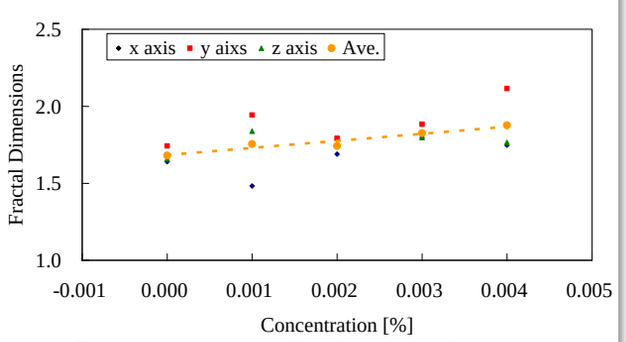


図1 泳動軌跡の計測環境



環境負荷濃度に対する最大Lyapunov指数の変化



環境負荷濃度に対する自己Affine次元推定値の変化

図2 泳動軌跡のカオス・フラクタル特性

成果2（魚の活動電位のフラクタル性と環境負荷濃度の関係）

魚の活動電位の計測は図3のように水槽中に8つの電極を配置して行った．魚の活動電位とは，魚のエラ蓋等に由来して水中に発生する電位である．図3中の電極のうち，Refはリファレンスを，Eはアースをそれぞれ表している．Ch1～6は，計測電極である．それぞれの電極は生体信号増幅器（MEG-6116）に接続されており，サンプリング周波数128Hzで計測を行った．

図4は，環境負荷濃度を総水量に対して0.001%（体積比）ずつ濃くしていったときの各Chの自己Affineフラクタル次元を表しており，図5はCh1～6の平均を示している．このときの環境負荷濃度は，生物が生存できるよう，極めて微量となるように設定した．図4より，全てのChにおいて，程度に差は見られるものの，環境負荷濃度とフラクタル次元値が比例する傾向があることがみてとれる．これらの平均をとった場合，図5に示すように，環境負荷濃度とフラクタル次元値の間には0.956という高い相関関係があることが見出された．即ち，計測されたフラクタル次元値から環境負荷濃度を推定することが可能であり，これにより，極めて微量で生物の致死量以下の環境負荷を検出することが可能であると考えられる．

58,98,99ページに関連記事あり

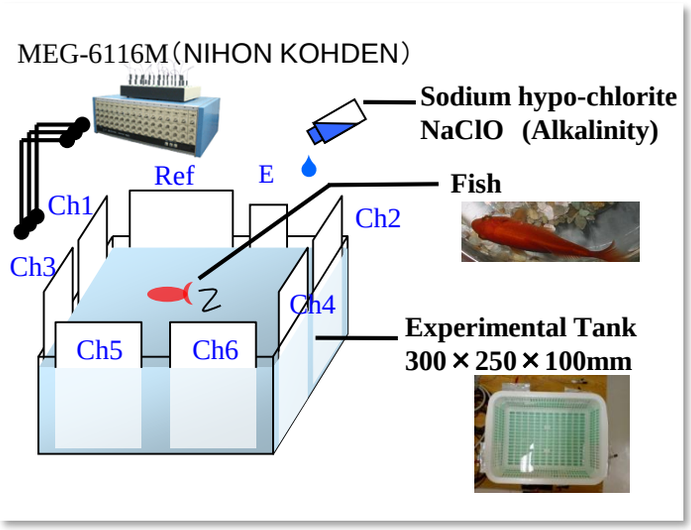


図3 活動電位の計測環境

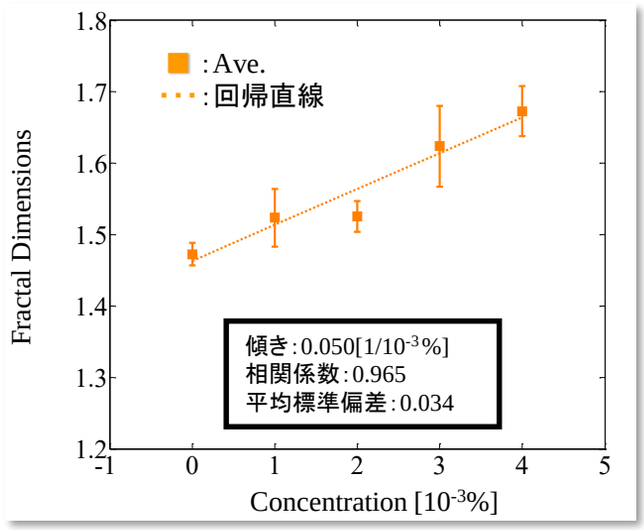


図5 活動電位の自己Affineフラクタル次元

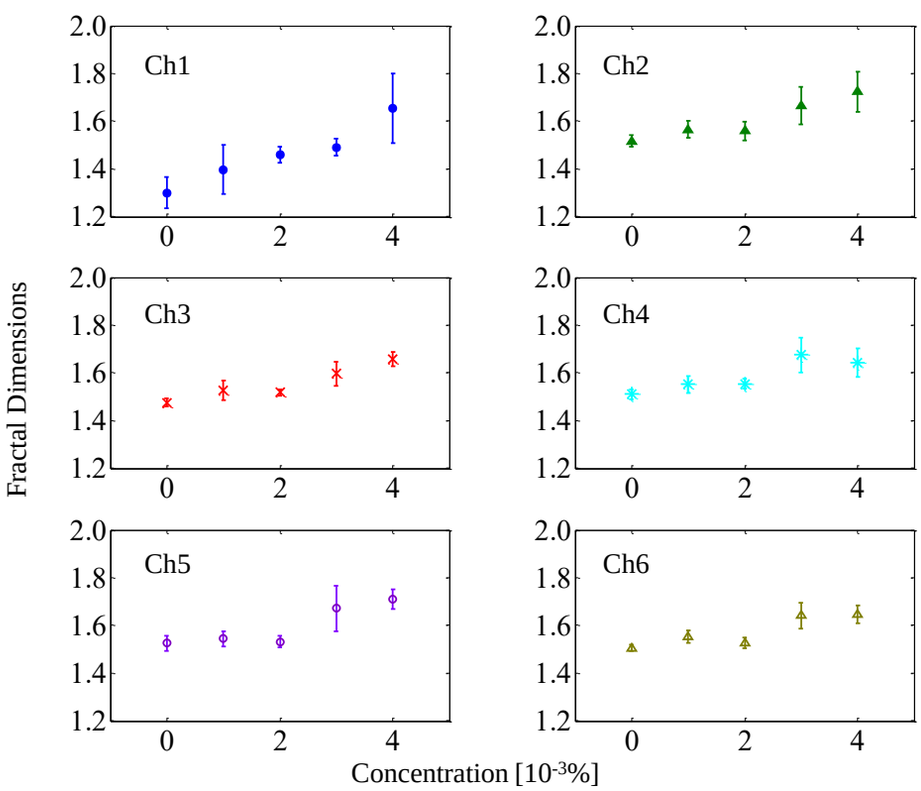


図4 各Chの自己Affineフラクタル次元

Applied research of chaos and fractals

カオス・フラクタル応用研究

【カオス】

気象学者のEdward N. Lorenzは気象現象のシミュレーションの中で，結果が初期値に鋭敏に依存するシステムを発見した（1960年代）．このシステムは比較的少数自由度の非線形微分方程式で表わされているのに対し，その挙動は非常に複雑なものであった．この発見によって，微分方程式のような決定論的な規則で表わされる現象であっても，カオス性を有する系の場合には予測が困難であるということが明らかにされた．

Lorenzが発見した現象は，変数の挙動がシミュレーションの初期条件に鋭敏に依存する傾向があったため，このような性質は初期値鋭敏性と呼ばれるようになった．また，初期値鋭敏性からもわかるように，僅かな攪乱が指数関数的に増加するため，長期予測不能性も併せ持つことになる．このような初期値鋭敏性や長期予測不能性を総じてカオス性と呼び，複雑な挙動を示すシステム（人工物・自然現象問わず）の研究でカオス理論は注目されている．

【フラクタル】

フラクタルであるとは，自己相似性を持つことであり，部分が全体の相似形になっているということである．数学の分野では，自己相似な図形は，Koch曲線やMandelbrot集合などが有名である．

フラクタル性を特徴づける量としては，フラクタル次元があり，通常は自然数で表わされる次元を一般化して非整数にまで拡張したものである．例えば，2次元平面におけるKoch曲線の場合，フラクタル次元値は log4/log3≒1.26となり，1次元の直線よりも複雑であるということが分かる．

自然界におけるフラクタルの例としては，樹木の幹や枝の構造や，墨流し，雲の形状などが挙げられる．これらは，全体の形状と部分の形状の間に相似関係を有している．CGの分野では，フラクタル性を取り入れることによって，より自然な映像を実現することに成功した例も多い．

自己相似性に類似した性質として，自己アフィン性という性質がある．自己アフィン性を特徴付ける量はHurst指数であるが，これはフラクタル次元と密接な関係がある．自己アフィン性を有する生体信号としては，脳波，筋電図，音声などが挙げられる．生体信号におけるフラクタル性は，カオス性と並んで，生体の重要な性質であるといわれている．

自然界におけるフラクタルの例

樹木

墨流し

雲の輪郭

フラクタル画像符号化

研究の意義・目的

研究背景・目的

Jacquinにより提案された濃淡画像に対するフラクタル符号化は，井田・駄竹らが提案した平均値分離法によってブロックひずみの低減および復号の高速化が図られた．近年，古沢・中川らは，マルチドメインを用いた符号化を提案し，従来手法よりも高い近似が得られることを示し，大槻，中川らはブロック領域分割法を提案し符号化性能を向上させるなど，フラクタル符号化の符号化性能の改善が検討されてきた．ドメインを複数用意するマルチドメインフラクタル符号化においては，ドメイン重畳数増加により近似誤差を減少させ，従来のフラクタル符号化にあった非可逆性を改善できる可能性が示されており，本研究では，マルチドメインフラクタル符号化を用いて画像の可逆符号化を試みる．

新規性

従来のフラクタル符号化では困難であった可逆符号化を実現し，画像符号化におけるフラクタル理論の有効性を確認した．

Keywords

フラクタル符号化，画像圧縮，自己相似性

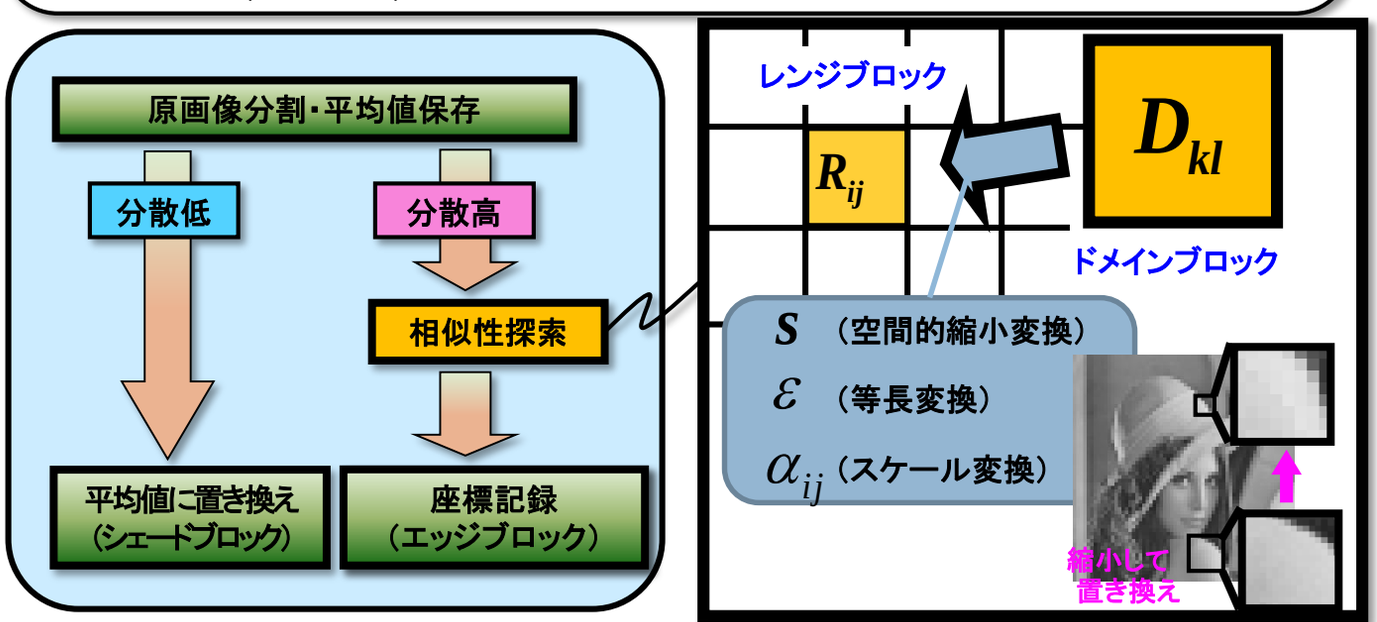


図1 フラクタル符号化の基本原理

$$R_{ij} \cong \alpha_{ij} \cdot \varepsilon\{s(D_{kl}) - D_{ave}\} + R_{ave}$$

フラクタル符号化の基本原理

画像を重なりの無いレンジブロックに分割し，ブロック平均値を保存する．分散が低くブロック平均値のみで原画像を十分近似できるならばシェードブロックとして置き換え，分散が高く近似が不十分ならばレンジブロックを最も近似できるドメインブロックを探索する．ドメインブロックからレンジブロックへの近似は，縮小変換，等長変換，スケール変換の3つで構成される．

マルチドメイン手法の場合，ドメインブロックを複数用意し，成分の重複を防ぐため，直交化を行う．そして，直交化された複数のドメインを足し合わせて1つのドメインを作成し，レンジブロックを近似する．マルチドメイン手法を用いて可逆圧縮を実現する為に，図2のような逆行列型の可逆保証を導入する．16画素で構成されるレンジブロックを16次元のベクトルとして考え，直交化したドメインブロックを16枚重ねる．加えて，小川・中川らは，ドメインブロック行列が正則である場合にレンジブロックの可逆が保証されることを示した．

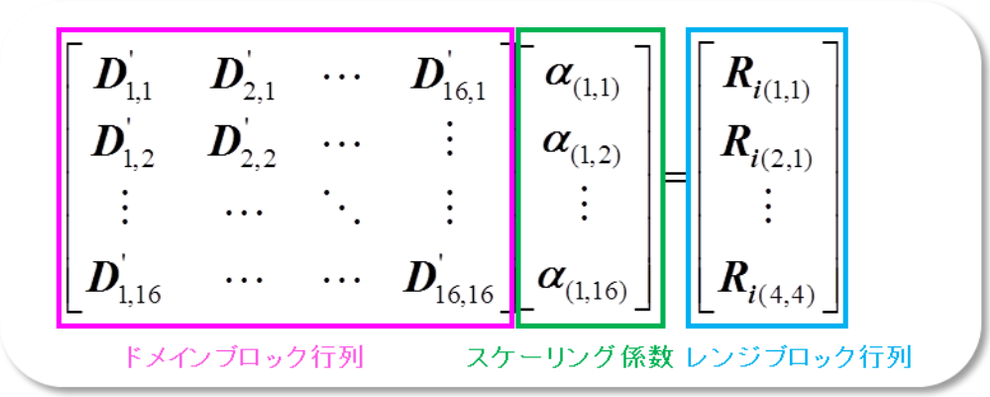


図2 逆行列型可逆保証

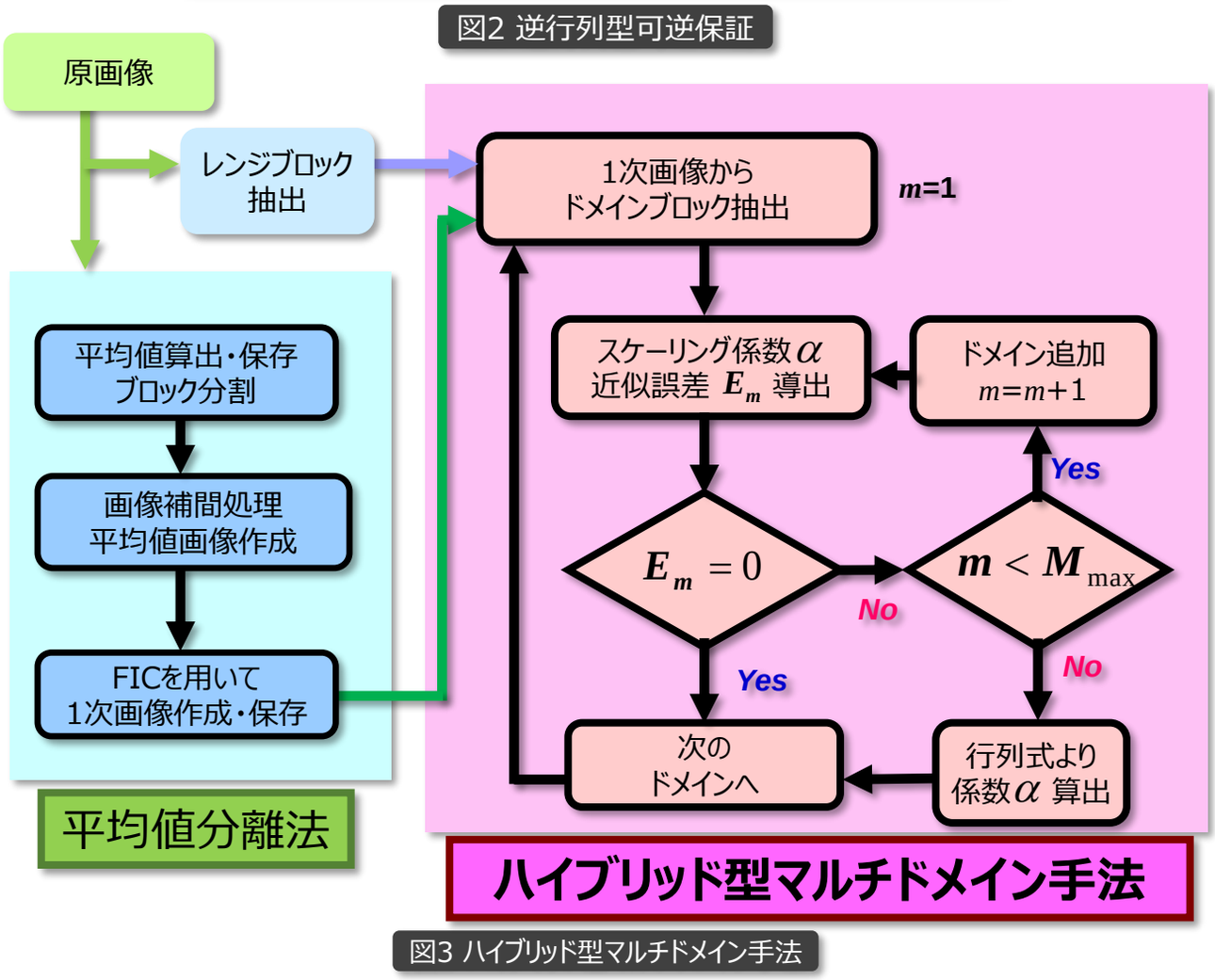


図3 ハイブリッド型マルチドメイン手法

成果

コラージュ定理より示されるフラクタル画像符号化の非可逆性を，マルチドメイン手法の適用および最適位置探索手法と逆行列型可逆保証を併用することで改善し，フラクタル符号化の手法を用いて可逆な符号化が可能であることを確認した．さらに，符号化性能の向上に関しては，探索ステップを増やし符号化を効率的に行えるドメイン位置探索により符号化性能を改善した．これによりフラクタル可逆符号化に成功し，さらに効率的な可逆符号化手法を提案した．

98,99ページに関連記事あり

今後の展開

今後は，符号化効率の向上のために，1次画像符号化へのブロック領域分割適用や，スケーリング係数量子化精度のブロック毎切り替えなどの適用を行う．また，視覚・感性の観点からの画像評価を導入し，視覚・感性の両面からフラクタル符号化の優位性の検証などを行っていく．

標準画像に対する符合化例

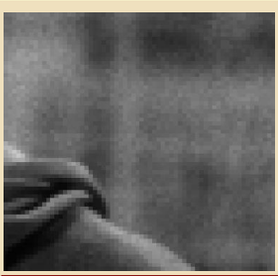
画像符号化の評価に一般的に用いられる標準画像のGirl,Lenna（図4,図5）に対して，フラクタル符号化を行った例を示す．ここでは，マルチドメイン可逆フラクタル符号化をMDFIC，通常のフラクタル符号化をFICと呼ぶ．

標準画像Girl
256×256[pixels]
8 [bits]
グレースケール

図4 標準画像Girl

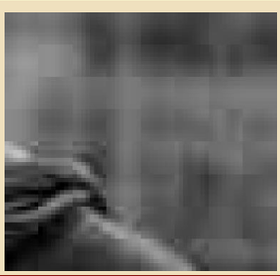
標準画像Lenna
256×256[pixels]
8 [bits]
グレースケール

図5 標準画像Lenna



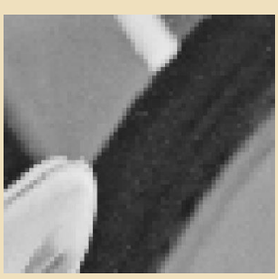
Girl (MDFIC)
可逆
6.01[bits/pixels]

Girl (FIC)
PSNR= 31.73 [dB]
0.53[bits/pixels]

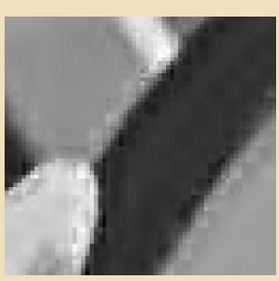


Girl (JPEG)
PSNR= 32.76 [dB]
0.50[bits/pixels]

Girlの符号化結果について
画質の評価指標であるPSNRについては，JPEGと比べてフラクタル符号化は劣るが，図4中の赤枠の領域に注目すると，JPEGでは非常にブロックノイズが目立つのに対し，フラクタル符号化は誤差がランダムであるので，特徴的なノイズが低減され，視覚的に誤差が目立ちにくくなる．



Lenna (MDFIC)
可逆
6.38[bits/pixels]



Lenna (FIC)
PSNR=28.54 [dB]
0.58[bits/pixels]

Lenna (JPEG)
PSNR=28.81 [dB]
0.50[bits/pixels]

Lennaの符号化結果について
画質の評価指標であるPSNRではフラクタル符号化は若干劣るが，図5中の青枠の領域に注目すると，フラクタル符号化はブロックノイズが目立たないことに加えて，斜めのエッジ成分に対しても極端な劣化が起こらないことを確認できる．

復号1回目

復号3回目

復号10回目

復号については，エッジブロックの置き換えを繰り返していくことで可能となる．

カオスニューラルネットワークによる環境時系列の学習・予測

研究の意義・目的

研究背景・目的

気象現象・生体信号などに代表される，カオス性を有する時系列は初期値鋭敏性のために本質的に長期的な予測を行うことは不可能である．しかし，カオス時系列を出来得る限り長期に渡り高精度で予測を行うという試みは従前より行われている．本研究では，カオスニューラルネットワークを用いることで，カオス性を有する時系列の学習・予測を行うことを目的とする．

新規性

従来のカオスニューラルネットワーク（Aihara,1988）においては，カオス性の制御が困難であり，また，ニューロン出力の分布に偏りがあった．本研究では，活性化関数として周期関数を用いたカオスニューラルネットワーク（Nakagawa,1995）を用い，時系列予測を行う．このカオスニューラルネットワークはカオス性の制御が容易であり，さらに，ニューロン出力の分布に対称性があることから，より効果的なカオス時系列の学習・予測を行うことができる．

特許第5023325号，リカレントニュートラルネットワークを用いた不規則時系列データの学習・予測方法，
発明者：中川匡弘

Keywords

リカレントニューラルネットワーク，周期カオスニューロン，時系列予測

周期型カオスニューロン　（Periodic Chaos Neuron：PCN）

$$\sigma_{pi}^{(L)}(n+1) = k\sigma_{pi}^{(L)}(n) + \sum_{j=0}^{N^{(L-1)}-1} w_{ij}^{(L)}(n)\, s_{pi}^{(L-1)}(n) + \theta_i^{(L)}(n)$$

$$s_{pi}^{(L)}(n) = f\left(\sigma_{pi}^{(L)}(n)\right) = \sin\left(\frac{\pi}{2}\frac{1}{\tau(n)}\sigma_{pi}^{(L)}(n)\right)$$

k：記憶定数　　τ：カオス制御パラメータ

第L層について

$\sigma_{pi}^{(L)}$：内部状態

$s_{pi}^{(L)}$：出力

$w_{ij}^{(L)}$：結合荷重

$\theta_i^{(L)}$：しきい値

※更新は誤差逆伝搬法に基づく

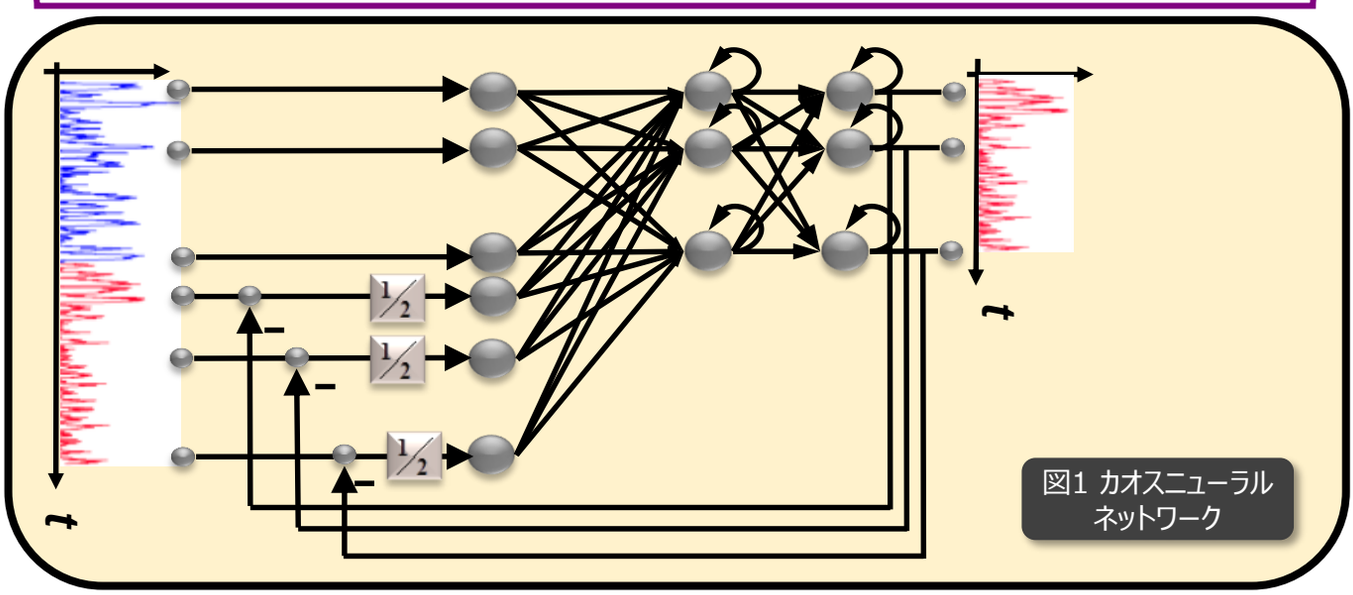


図1 カオスニューラルネットワーク

研究の意義・目的

ネットワーク構成と学習・予測

ネットワーク構成は図1のようになっており，3層のJordan型リカレントニューラルネットワークである．ネットワークの学習は誤差逆伝搬法によって行われるため，まず，学習区間から，取り出したパターンを入力層の前半部分に入力し，そのパターンに続く時系列を，教師信号として入力層の後半部分に入力し，学習を行う．そして，複数のパターンについて，出力と教師信号の差が0になるように学習を繰り返し行う．

予測の際には，ネットワークの前半部に時系列を入力し，また，後半部分には入力層に直接0データを入力することによって，それに続く部分の予測を行う．

成果

図2に，カオスリカレントニューラルネットワーク（CRNN）を用いた予測結果を示す．積雪量時系列においては，トレンド成分は主にカオス性を有し，揺らぎ成分はフラクタル的に振舞う確率論的性質を持つことから，トレンド成分と揺らぎ成分に分離してそれぞれ別のネットワークを用いて予測を行うことで，積雪量の高精度な予測を実現することができた．具体的な予測精度としては，1か月先の予測誤差が±7 [cm]程度となった．

58,98,99ページに関連記事あり

今後の展開

今後は，さらなる予測精度の向上に努めるとともに，カオス性を有する予測不能な時系列のうち，風力・風向や電力需要といった，発電や省エネ技術の応用に活用できそうな研究を行っていく．

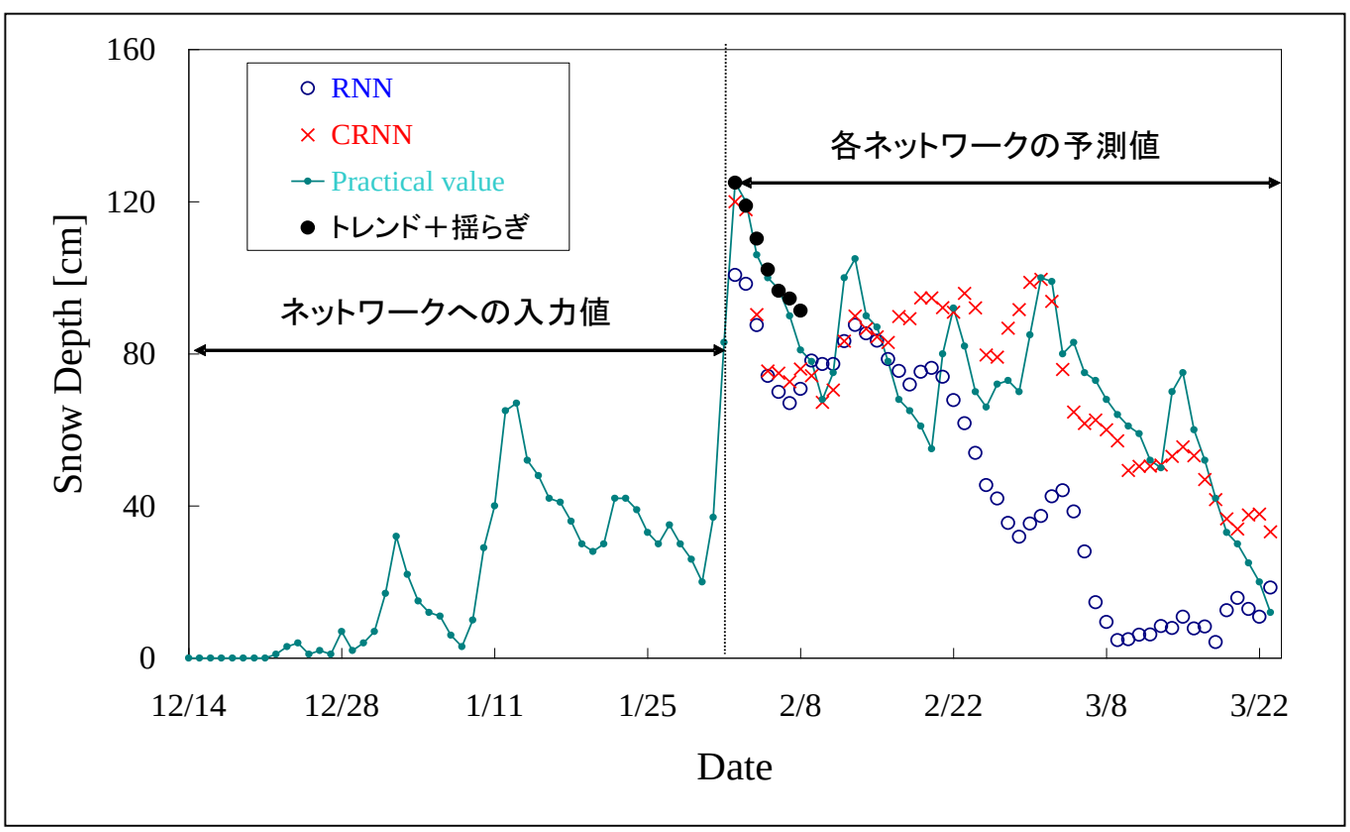
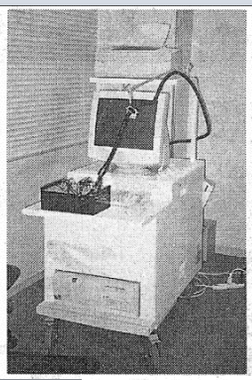


図2 2005年2月に対する予測結果

研究成果に関する新聞記事

2004 産学官 技術交流フェア
●出展企業・紙上プレビュー

長岡技術科学大学



研究に使用する光トポグラフィー装置

「あの人は今困っている」「あの人は今喜んでいる」といった人間の心の中を遠く離れたところから予測できるとしたら？そんな研究成果を長岡技術科学大学（新潟県長岡市、小島陽学長）の中川匡弘教授が産学官交流フェアで紹介する。

中川教授が研究しているのは「カオス・フラクタルの情報数理工学に基づいた応用技術」。カオスは予測が不可能な現象のことで、フラクタルとは部分と全体に共通したものの総称だ。4年前から情報を基軸とした工学的応用と医療分野への適用を研究してきた。

03年度の21世紀COEにも採択され、正確な天気予報を行う実験も続けている。「長岡市に何センチの雪が積もるか、1カ月前に予測できる」と中川教授は説明する。

▽連絡先＝中川研究室（0258・47・1611）

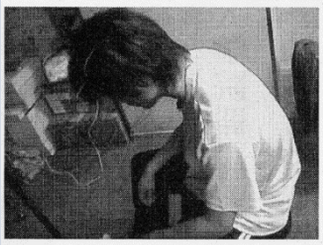
9月29日―10月1日・東京ビッグサイト 本社主催 http://www.nikkan.co.jp/j-forum/04sangaku

平成16年8月19日
日刊工業新聞（全国版）
（3ページに関連研究記事）

服の着心地 脳波で判定

長岡技科大が評価手法

時系列データの相似性に着目



開発した評価法は触覚による脳波の変化を読み取って解析する感性評価法の一種。脳波の時系列データのグラフに含まれる相似性に注目するフラクタル理論を用いて解析する。同理論は一部の脳波のみで行われることが多いという。また、衣服の着心地を評価するには複数の人に実際に着た感想を聞いて集計することが多かったという。

【新潟】長岡技術科学大学工学部の中川匡弘教授は、衣服の着心地を着用時の脳波を測定・解析して数値で評価する方法を開発した。着ていない状態から着替え中、着用中の脳波を測定して安心感、軽快感、清涼感、ストレスの4項目を相対的に評価する。衣料用の素材開発や衣服のデザイン開発に生かせるほか、開発した衣服の客観的機能評価にも使えるという。

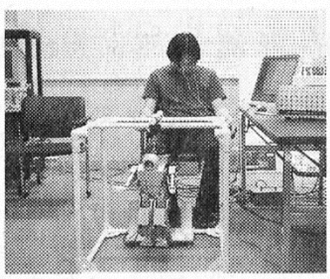
周波を含む全体の脳波を読み取って解析することが可能になる。一人の評価結果から一般的に通じる結果も得られるという。

従来、脳波の測定による感性の評価は一部の脳波のみで行われることが多いという。また、衣服の着心地を評価するには複数の人に実際に着た感想を聞いて集計することが多かったという。

平成18年6月27日
日刊工業新聞（全国版）
（13ページに関連研究記事）

2006 産学官 技術交流フェア
●出展企業・紙上プレビュー

長岡技術科学大学・中川研究室



生体信号で制御するロボット

長岡技術科学大学工学部の中川匡弘研究室は、脳波などの生体信号をカオス・フラクタル理論で解析して評価や制御に用いる研究を紹介する。具体的には頭に取り付けた測定端末とロボットをつないで「脳直結型制御」と呼ぶ操作法でロボットを動かす実験を動画で見せる。また、触覚など五感による脳波の変化を解析する感性評価法を説明する。この評価法により衣服の着心地や身に付けるものの付け心地を数値で評価している。

人に対する好感度のほか教育や人材育成の効果を数値で表す研究のこれまでの成果を紹介する。同理論による評価では水質汚染の程度を従来の方法とは違った尺度で表す研究も行っている。

▽連絡先＝長岡技術科学大学工学部中川匡弘研究室（0258・47・9535）。

平成18年9月22日
日刊工業新聞（全国版）
（13,30ページに関連研究記事）

平成17年10月31日
日刊工業新聞（全国版）
（55ページに関連研究記事）

1カ月後の積雪量予測

長岡技科大がカオス理論応用

過去のデータ入力、誤差7cm

長岡技術科学大学の中川匡弘（まさひろ）教授らはカオス（混沌（こんとん））理論を用いた新たな解析技術を開発した。これを用い、1カ月後の積雪量予測実験を行い、わずか7㌢の誤差だったなど、良好な結果を得た。また脳波などを計測し、発話や身ぶり手ぶりができない人の喜怒哀楽を予測するなど、予測自体が難しい解析に広く応用できるという。

この解析技術は「リカレントニューラルネットワークを用いた不規則時系列データの予測法」と呼び、特許出願済み。カオスは比較的簡単な決定論に従う予測不可能な現象。このカオス性をニューラルネットワークを活用して解析する。この解析技術に国土交通省の過去44年間の積雪データを入力し、新潟県長岡地区の積雪量を予測したところ、誤差はわずか7㌢以内に納まったという。

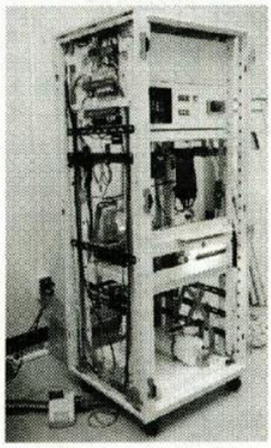
また脳波計測や脳の血流量を計測する光トポグラフィーの計測結果をもとに、発話しない人の「イエス、ノー」や「喜怒哀楽」といった感情表現に関した情報も得られたという。寝たきり老人の感情などの把握に活用できるという。

冬の気候次第で売り上げに影響する石油ストーブメーカーや新規事業を模索している中小企業などがこの解析技術に関心を寄せているといい、共同研究の申し入れも数件あるという。

平成19年11月15日
日刊工業新聞（全国版）
（49ページに関連研究記事）

長岡技術科学大学

長岡技術科学大学工学部の中川匡弘研究室は、魚の心臓の動きなどから生体信号をとらえ、その信号をカオス・フラクタル理論で解析して水質を調べる研究をパネルで紹介する。この方法は水の濁りで魚の動きが分からなくても水質検査ができるほか、水質検査装置の小型化にもつながるという。ダムなどでの利用を見込んでいる。また、人間が見たり触ったりしたものを、その人がどのように評価したかを知る感性評価法も紹介する。これは触覚など五感による脳波の変化をカオス・フラクタル理論で解析するもの。肌の状態を人がどのように見ているかの研究を行っており、化粧品や洗顔料などの開発につながる。

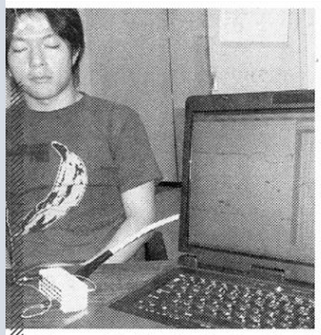


魚の生体信号で水質を調べる検査装置

▽連絡先＝長岡技術科学大学工学部中川匡弘研究室（0258・47・9535）

長岡技術科学大学・中川研究室

長岡技術科学大学工学部の中川匡弘研究室は人間の肌情報や感性などをカオス・フラクタル理論によって解析、計測を行うシステムを紹介する。同理論を用いれば今まで難しかった、肌の「滑らかさ」といったものの定量化が可能になる。まず肌をデジタルカメラで撮影。その肌画像を自己相似性に着目するフラクタル解析によって数値化する。来場者の体験展示も予定している。



脳波から感性を計測するシステム

▽連絡先＝長岡技術科学大学工学部中川匡弘研究室（0258・47・9535）（中川研究室）

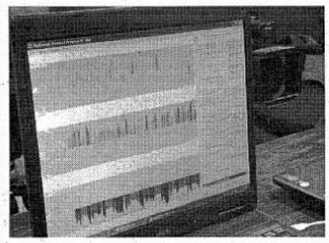
また脳波から「好き」「嫌い」といった感性を同理論によりリアルタイムで計測するシステムも展示する。商品を見たときに人がどのように感じるかなどが即座にわかり、今後、各種製品への応用が期待されている。10月2日には研究内容を紹介する講演も行われる。

平成20年9月12日
日刊工業新聞（全国版）
（3ページに関連研究記事）

「好き」「嫌い」脳波キャッチ

感性を即時計測

長岡技科大 消費者の好み判定



【新潟】長岡技術科学大学工学部の中川匡弘教授は、脳波から人間の感性をリアルタイムで計測するシステムを開発した。人間が「好き」「嫌い」といった感性を持った時に発する脳波の変化を読み取り解析する。この技術を利用すれば消費者の好みなどが的確に判定でき、各種工業製品のデザイン評価や高付加価値製品の開発など幅広い分野での応用が期待できる。

測定は通常のパソコンと脳波計で行う。まず、被験者に脳波計を取り付け「好き」「嫌い」といった感性のイメージを頭の中で思い浮かべてもらう。その時の脳波の複雑性を「フラクタル次元解析」という手法で解析、データ化し対応する感性を見た時の感性の違いや変化がすぐに認識できる。

次に被験者に複数の異なる写真や物を見てもらう。被験者の脳波を測定し、事前に採取したデータと照らし合わせ、「好き」「嫌い」などを測定する。測定内容はリアルタイムでパソコンのディスプレー上に表示され、異なるものを

▲……測定内容はリアルタイムでディスプレーに表示

このほかにも「高級感」「おいしそう」といったさまざまな感性を測定可能。

また、「○」や「△」などの図形の測定もできるという。

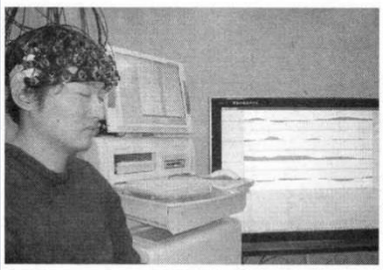
今後、自動車、食品、ゲーム業界などあらゆる分野で、消費者の感性に基づく新たな製品作りに生かされることになりそうだ。

平成20年5月15日
日刊工業新聞（全国版）
（3ページに関連研究記事）

光使い〝感性〟計測

長岡技科大がシステム

福祉・ロボ・ゲームに応用



【新潟】長岡技術科学大学工学部の中川匡弘教授は、光を用いて人間の「怒り」や「喜び」といった感性をリアルタイムで計測するシステムを開発した。同教授はすでに脳波から感性を計測するシステムを開発済みだが、今回は光を使用するため電波ノイズによる影響が少ないのが特徴。ゲーム業界や福祉関連、人間の感性を理解できるロボットの開発など応用が期待される。

感性の計測には、近赤外光を用いて血液中の酸化濃度の状態変化を画像化する光トポグラフィー装置と感性解析を行うパソコンを使用する。

光トポグラフィー装置では近赤外光を頭皮から照射、頭皮下20ミリ―25ミリの大脳皮質を通過した光を検出し、血液中の酸化ヘモグロビンと還元ヘモグロビンの濃度変化を調べる。パソコンでは濃度変化のデータを元にして、怒り、喜び、といった感性を

▲……「怒り」や「喜び」をリアルタイムで計測

もった時の濃度変化の類似性を計算、解析し感性結果を出力する。結果はモニター上でリアルタイムに波形表示できる。現在の認識率は80％ほどだという。

脳波から感性を計測する場合は周囲で発生するノイズに影響されることもあるが、今回は光で計測するため、そういった影響を受けにくい。

今後、体が不自由な人向けの支援装置や人間の感性を理解できるロボットの基盤技術としての応用が期待される。

平成20年11月21日
日刊工業新聞（全国版）
（28,30ページに関連研究記事）

2009 産学官ビジネスフェア ●出展企業・紙上プレビュー ❸

長岡技術科学大学 カオス・フラクタル情報数理工学研究室

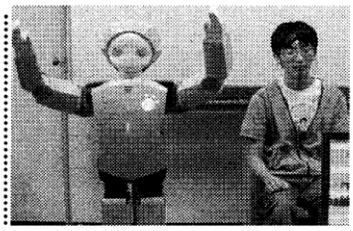
長岡技術科学大学工学部のカオス・フラクタル情報数理工学研究室（中川匡弘研究室）は、脳波などから「喜び」や「怒り」といった人間の感性を数値化できるフラクタル次元解析という手法を利用し、開発された製品の事例などを紹介する。

サンスター（大阪府高槻市）と共同で開発したのは、従来より爽快感（そうかいかん）を2倍程度高めたトニックシャンプー。被験者の脳波を計測し「爽快感」などを数値化、清涼成分の配合割合など改良を重ねた。ヨネックスとは、同解析を用い、球の打ち心地の良さを追求したテニスラケットを開発した。

当日は現物を展示する。

また、人間が「喜び」などを想起すると、それに対応した動きをするロボットをビデオ展示で紹介する。

▽連絡先＝同研究室（0258・47・9535）



感性の想起で動くロボット

平成21年11月13日
日刊工業新聞（全国版）
（3～5,30ページに関連研究記事）

平成21年4月3日
新潟日報
（3～5ページに関連研究記事）

脳波解析 爽快感を数値化

シャンプーへ応用 発売

長岡技科大とサンスター

デモンストレーションで技術を説明する中川匡弘教授。試作品を使った人（右から2人目）の脳波を測り、観測者（右）がコンピューターで処理、分析する＝長岡技科大

長岡技術科学大学の研究グループとサンスター（大阪府）はこのほど、洗髪時の脳波をコンピューター処理し、爽快感を数値化する技術を共同研究で実用化した。従来は多数の試用者のアンケート調査を繰り返して商品開発を進めてきたが、脳波解析の利用によって低コストで開発できるという。同社はこの技術を利用して改良したトニックシャンプーを先月、全国で発売した。

化粧品開発に脳波解析を利用する技術の実用化で実績のある中川匡弘教授が中心になり、約一年間かけて共同研究。トニックシャンプー二種類を改良した。

中川教授によると、シャンプー類の商品改良は、千人規模の試用者を募って「さわやかだったか」「すっきりしたか」などの評価を聞き、爽快感の向上を目指す方法が一般的だという。

これに対し、今回の改良では、試用者は同大の大学院生や同社社員など約十人だけ。「感性フラクタル次元解析法」という特殊な方法で脳波をコンピューター処理した。

まず爽快に感じるものを思い浮かべてもらい、脳波を計測。続いて試作品で洗髪してもらい、脳波を測った。最初の計測結果と同じような脳波が見られた試作品は、爽快感が高いと評価。その結果、ジンジャーエキスを配合するなどした。

先入観や気分で回答が左右されるアンケート調査と比べ、爽快感を表す脳波の形はばらつきが少ない。このため、試用者が少なくても正確な分析ができたという。

中川教授は「性能、価格、品質に加え、人間の感性にどう訴えるかを重視した商品開発は今後ますます重要になる。この技術はさまざまな開発場面に生かせるはずだ」と話した。

脳波から認知状態判別

感情など客観的に把握

長岡技科大とジェック

▲…脳波を計測している様子

【新潟】長岡技術科学大学工学部の中川匡弘教授らとジェック（東京都豊島区）は共同で、脳波から人間の認知状態を判別することに成功した。自分自身の認知活動を認知する「メタ認知」ができているかを、脳波の複雑性の変化から読み取るフラクタル次元解析と呼ばれる手法で判別する。今後、自分の認知状態をチェックできるシステムなどの製品化を目指す。

メタ認知とは自身の思考プロセスや感情などを客観的に把握することをいい、自己学習能力向上のポイントとして、教育分野において注目されているという。

被験者の頭部に12の電極を取り付け、電極間の差分信号をフラクタル次元解析し、メタ認知ができているかを判別する。実験では被験者に安静、メタ認知など、認知状態を切り替えてもらい、脳波を計測したところ、認知状態の変化に伴って、脳波のフラクタル次元にも変化が現れることを確認できた。

ジェックは経営者、新入社員などの企業人教育業務が主力。同社では今後、メタ認知ができているかを自分自身でチェックできるシステムや、指導者向けのシステムの製品化を目指していく。

平成21年4月9日
日刊工業新聞（全国版）
（27ページに関連研究記事）

感性の数値化技術活用

シャンプー 爽快感2倍に

長岡技科大 サンスターと開発

【新潟】長岡技術科学大学工学部の中川匡弘教授とサンスター（大阪府高槻市）は共同で、人間の感性を数値化する技術「感性フラクタル次元解析」を用い、従来品より爽快感を2倍程度に高めた「サンスタートニックシャンプー＝写真」を完成させ、サンスターが発売した。価格は788円。

感性フラクタル次元解析は同教授が開発した技術で、人間の脳波から「好き」「嫌い」といった感性を数値化できる。

今回は被験者10人にシャンプーを使用してもらい、その時の脳波を測定し爽快感、清涼感などを数値化、清涼成分の配合割合など改良を重ね、爽快感の高いシャンプーを完成させた。これまでは爽快感といった感性はアンケートなどによる主観的な評価方法が主だった。

シャンプーは、清涼持続成分であるジンジャーエキスを新配合。かんきつ系のさわやかな香り。容量は520ミリリットル。

平成21年3月10日
日刊工業新聞（全国版）
（3～5ページに関連研究記事）

ファッション&リビング

戦略拠点あずを拓く

サンスター 土室事業所

開発の種求め外部連携

国内の口腔（こうくう）ケア市場で大きなシェアを持つサンスターが化粧品や栄養食品など健康・美容事業を開拓している。二〇〇五年の発売以来、順調に売り上げを伸ばす美白化粧品「エクイタンス」などヒット商品も生まれた。その研究開発を一手に担うのが大阪府高槻市にある土室事業所だ。

同社が抱える健康・美容分野の研究員は五十人程度。規模の面では大手化粧品メーカーに比べると見劣りする。対抗するため、同事業所は大学など外部の研究機関との連携と、長期的な視野での基礎研究を重視している。

例えばエクイタンスの開発は大学との共同研究で得た成果がもとになっている。素材の選定、基礎研究から臨床実験、効果が生じるメカニズムの分析など、開発過程では大学を中心に十数施設と協力。十八年をかけて商品化にこぎつけた。

昨年発売したエクイタンスの新シリーズ「ヴァイトロジー」で使用した素材も奈良先端科学技術大学院大学との共同研究で開発したもの。陣容が限られる同社の開発部隊にとっては外部との連携が生命線。他の研究機関の情報収集には特に力を入れている。生化学など素材関連はもちろん、電気機器や心理学系の学会、研究発表会にまで足を運び、開発の種を探す。

清涼剤配合の男性用シャンプー「トニックシャンプー」の開発過程では、人間の感性を扱う分野で長岡技術科学大学と共同研究を実施した。脳波測定により同商品の特長である壮快感を客観的に評価する解析方法などを開発。ここで得られたデータをもとに商品開発を進め、今年三月に改良品を発売した。

化粧品の開発では「効能があるから商品をじっくりと作り込むことが重要」（山本和司・H&B事業ユニット研究開発部長）と基礎研究にも力を入れる。エクイタンスの開発過程では、美白効果をもつ素材の評価手法を開発するところから始めた。

従来、美白化粧品の開発ではシミが発生する過程をいくつかの段階に分けて、ある素材が効果を持つかどうかを評価していた。しかし「実験上は美白効果があるる素材でも、実際に商品化されると効果がないケースも多い」（山本部長）。

そこで同商品では細胞中でシミが生まれる過程すべてを通過させた上で、効果があるかを判定する手法で効果を実感できると言ってもらえるのは、この手法で「有効性をしっかり検証できたから」という。着実な研究開発がエクイタンスのヒットを生んだと言えそうだ。

サンスターは売上高のお よそ八割を口腔ケア事業に依存する。一本足の収益構造から脱却するためには、市場規模の伸びしろが大きい健康・美容分野の売り上げを伸ばす必要がある。急成長するエクイタンスに続く二の矢、三の矢を放てるかが、土室事業所を飛び出して各地の大学と共同で行う研究開発がそのカギを握る。

（佐藤洋輔）

土室事業所を中心に各地の研究機関と連携して研究開発を進める（大阪府高槻市）

サンスター 土室事業所の概要
▽設立年 1958年8月
▽所在地 大阪府高槻市上土室5―30―1
▽研究員数 130人
▽ポイント
①外部研究機関との積極的な連携
②長期的な基礎研究の重視
③効能を重視した商品作り

平成21年5月20日
日経流通新聞
（5ページに関連研究記事）

聞く

脳波から人の感情読み取り行動

介護ロボットの研究に取り組む

中川 匡弘さん（長岡技科大教授・51歳）

寝たきりのお年寄りが「新聞が読みたい」と考える。するとその思考を脳波で読み取ったロボットがやって来て、お年寄りを優しく抱き起こし、新聞と老眼鏡を差し出す―。SF漫画のワンシーンのようだが、そんな行動が取れる「気配り介護ロボット」の制御に取り組む研究者が長岡技科大工学部にいる。カオス・フラクタル情報数理工学研究室の中川匡弘教授（五一）＝長岡市＝だ。「心を持つロボットをつくりたい」と語る中川さんに、研究の最前線を聞いた。

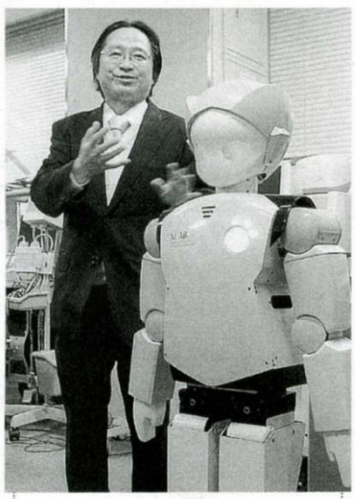
（編集委員・森沢真理）

■経済産業省が介護・福祉ロボットの実用化を盛った報告書をまとめました。いま注目が集まっている分野ですね。

高齢化が進み、介護支援へのニーズが高まっていることが背景にあるのでしょう。ロボットを頭の中でイメージした通りに動かす研究を始めたのは、五年前からです。腕が上がる、足が動くなどの基本動作については、80％以上の割合で制御できるようになった。うち の研究室では、単に動作をさせるのではなく、ロボットが人間の気持ちを読み取り、それに対応して自律的に動いていくという「多重連想型感性介護ロボット」を目指しています。

■人の心を読み、自分で考えて行動する。そんなことがなぜ可能なのでしょう。

人の気持ちを脳波の変化によって解析する研究が進んできたからです。いわば「心の定量化」ですね。脳波を計測し、「フラクタル次元解析」という手法でデータ化する。これをロボット制御用の信号に変えて送るわけです。楽しい、悲しいなどの基本的な感情だけでなく、好き嫌いなど感性の部分まで計測できるようになりました。



なかがわ・まさひろ　1958年、京都生まれ。長岡技科大大学院修士課程修了。工学博士。89年に技科大工学部電気系助教授、2001年から現職。05年から情報処理センター長。

ここで開発した脳機能計測装置は特許を取得しています。国内に三百万以上ある特許のうち、上位3％以内、Aクラスの技術であるというお墨付きをもらっています。

■元々は核融合の研究をされていたとか。なぜ人の脳という分野に踏み込んだのでしょう。

一九八年から八九年にかけてイギリスに研究員として滞在し、フラクタル（自己相似）理論に出合ったのがきっかけです。フラクタルとは拡大、縮小しても形が似る性質のことですが、この理論はコンピュータグラフィクス（CG）を飛躍的に発達させました。これを応用して脳波の複雑性の変化を読み解き、人の感性を定量化できたら面白いな、と考えた。長岡技科大で特色のある研究を築きたいという気持ちもありました。

■感性を客観的に計るという研究だけに、消費者のニーズを探るメーカーからも注目されていますね。

化粧品やシャンプーの使用感に対する好みを判定する研究も行っています。通常はアンケートで市場調査を行うわけですが、不確定要素が多い。メーカーの商品開発に役立つ。実は喜怒哀楽などの比較的はっきりした感情よりも、微妙な感性の方が計測は難しい。「ふっくら」「爽快感がある」などの感性をどうデータ化するかが工夫のしどころでした。

■さまざまな分野で活用できる研究だと思いますが、心を読むという技術が悪用されると大変ですね。介護ロボットにしても、どう使うかが重要になる。

先進的な技術の活用には高い倫理観が求められる。考えただけで動かせるロボットは、危険な場所に行くことが多い軍事関係からも関心が高い。だが日本では平和利用が基本です。悪用防止には法整備が必要でしょう。介護ロボットがいるから、お年寄りは任せきりにしておけばいいんだとなるのでは本末転倒。科学技術は生活の質を高めるためにある。弱肉強食ではなく、お互いに助け合って新たなものをつくる「協創社会」を築くためのものなのです。

インタビューを終えて

実は長岡技科大の一期生なのだという。「奈良高専の生徒だったのですが、先生から新潟にこんな学校ができるから行かないか、といわれて。三十年以上、技科大と一緒に歩いてきました」

それだけに「長岡から独自性のある、質の高い研究を発信したい」という思いは強い。

研究室では、発注して届いたばかりという実験用ロボット「AVIOS君」を見せてもらった。子どもくらいの大きさで、鉄腕アトムに似ている。「技科大のお茶の水博士」の活躍が楽しみだ。

平成21年4月18日
新潟日報
（30ページに関連研究記事）

人の感情 表すロボット

長岡技科大 脳波、制御信号に変換

ロボットテクノロジー

【新潟】長岡技術科学大学工学部の中川匡弘教授らは、人間が感情を想起しただけで動くロボットを開発した。人間が「怒り」や「喜び」といった感情を持った時の脳波の変化を計測し解析。制御信号に変換しロボットへ送るとロボットがその感情に対応した動きをする。感情を想起してから0・1秒程度で動く。今後、医療や福祉現場で体の不自由な人を介護するロボットの開発などに応用が期待できる。

被験者の頭部に16個の電極を取り付け、「怒り」や「喜び」といった感情を想起してもらい脳波を計測する。その時の脳波の変化を「フラクタル次元解析」という手法により数値化し、ロボットへ制御信号を送る。

そうすると、例えば、被験者が「喜び」を想起した場合、ロボットが両手を上げて喜ぶ動作をする。想起により、ロボットへ四つ程度の行動をさせる場合、その認識率は約95%だという。ロボットを動かす前の準備として、被験者が感情を想起した時の脳波のデータを採取しなければならないが、一つの想起につき30秒ほどと、短時間で済む。

中川教授は2006年に、人間が右手や左手の動きを想起しただけで、ロボットの右手や左手を動かす制御に成功している。

▲……感情の想起で動くロボット

平成21年7月20日
日刊工業新聞
（30ページに関連研究記事）

感性の数値化 簡易に

長岡技科大 「マルチフラクタル解析」利用

2電極で脳波計測

感性計測の様子

【新潟】長岡技術科学大学工学部の中川匡弘教授とその研究グループは、頭部に付けた二つの電極から脳波を計測し、「好き」「嫌い」といった人間の感性を数値化できる技術を開発した。これまでは16個の電極を付けて計測していたが、新しい解析手法を用いることで、電極の数を大幅に減らすことに成功した。電極が少なくすむため、感性計測がより簡易にできるようになった。

中川教授は、人間が「好き」「嫌い」といった感性をもった時に生じる脳波の変化をカオス・フラクタル理論により解析し、数値化できる技術を持っている。これまではより多くの情報を得るために被験者の頭部に16個の電極を付け脳波を計測していた。

今回は新たに「マルチフラクタル解析」と呼ばれる手法を用い、二つの電極から得られる脳波の変化を解析するだけで、これまでと同様に感性を数値化できるようになった。

多くの電極を頭部に取り付けなければならなかった従来法に比べ計測の際の煩わしさが大幅に軽減でき、より手軽に感性計測ができるようになった。今後、この技術を生かしたゲームや、老人介護用機器などさまざまな製品への応用に弾みがつきそうだ。

平成21年3月20日
日刊工業新聞（全国版）
（3ページに関連研究記事）

ヨネックス ラケット共同開発 長岡技科大

脳波を解析 プレー快適

打球感のよさ追求

脳波や腕の筋肉の振動を計測、分析しながら、球を打った時の手応えが心地よいラケットを開発した＝長岡市の長岡技科大

長岡市に開発・生産拠点があるヨネックス（東京）は、長岡技術科学大学の研究グループと共同開発したテニスラケットを発売した。球を打ったときの心地よさ（打球感）を科学的な分析で追求。少子化で部活動向けの需要減少が見込まれる中、幅広い年代から支持を集める商品を目指した。

開発のパートナーになったのは、脳波の解析技術を利用しシャンプーの爽快感を数値化した産学連携研究などの実績がある同大の中川匡弘教授のグループ。

新商品は、この解析技術を生かして開発。レジャーとしてテニスを始める人向けに、快適にプレーできる打球感を重視した。

テニスのコーチや研究グループの学生などに協力してもらい、腕の筋肉の振動と脳波を測定し、快感と認識される振動（周波数）を分析。体型や性別が違っても、おおむね同じ周波数を快感と認識することが分かった。

この周波数の振動が出るようラケットの材料を選び、高弾性カーボンなど複数の素材を重ね合わせた。

商品は、百十平方㌢の「V-CON X21」（三万六千七百五十円）、百平方㌢の「V-CON X18」（三万五千七百円）の二種類。

同社は「使用感の良さを打ち出せた。差別化ができたのではないか」と話している。

平成21年5月28日
新潟日報
（3～5ページに関連研究記事）

新潟日報　第3種郵便物認可

歩く

店頭に並ぶテニスラケットの生産国を探すとChinaと小さく書かれた製品が多い中、やや大きめの「MADE IN JAPAN」の表示を見つけた。その産地は長岡市塚野山。同所に工場を構えるヨネックス新潟生産本部を訪ねた。併せてラケットの科学に詳しい川副嘉彦埼玉工業大教授に聞いた。（編集委員・宮下昌幸）

国産 独自形状守る

ヨネックス（長岡）のテニスラケット

打ちやすさに活路

使用時の脳波を数値化

同本部はこのほかソフトテニスラケット、バドミントンラケット、スノーボード、ゴルフクラブを生産する。「テニスラケットの国内生産は恐らく当社だけ」と小林和夫同本部長。塗装などの仕上げをはじめ国産へのユーザーの要求水準は高く生産コストも割高だが「国内にいることで現場の情報が得やすく、機敏に応えられる点はメリット」と小林氏。生産ノウハウ流出を防ぐ狙いもある。

現在、ジュニア用も含め20種類以上のテニスラケットを生産。大人向けは面積が93平方㌢から112平方㌢まであるが、中心は100平方㌢前後で他社の主力商品もここに集中。この傾向を小林氏は「操作性の良さや、骨格素材のカーボンの進歩でフレームを大きく厚くしなくても反発やスピン（回転）性能を出せるため、トータルバランスとしてこの辺りに集約されているのでは」と見る。

■　■

同社はユーザー層を社会人や学生らの「競技志向層」と「一般・中高年・婦人層」に分けるが、競技志向の婦人層やパワーを望む中高年もおり「反発・スピン性能をこなした上で振動対策を施している」と小林氏。

これと別に「心地よい打球感」を追求したV-CONシリーズ2代目が今春、登場。素材の組み合わせなどで「心地よさを感じる振動だけを手に伝える」ことが初代（2001年誕生）以来の眼目だ。今回は自らが確立した感性フラクタル解析法で企業などと研究開発を行う中川匡弘長岡技科大教授の協力を仰いだ。

同解析は脳波の細かい揺らぎ成分の信号の分析から快、不快はじめ客観化が難しかった感性にかかわる脳の反応を数値化して評価する。

開発では従来は行えなかった実際の打球時の快や不快の脳波も現場で測定。打球時に手首とひじが受ける振動、打球音やラケット振動も測った。これらデータを解析して打球時、ひじに振動が少なく心地よいと感じるラケット振動数を120－170㌶と特定。打球感もソフトで使いやすい完成作はユーザーの反応も上々だという。

■　■

長方形の四辺を曲線で構成したアイソメトリックと呼ぶ同社独特の形状は反発の良いスイートエリアが広いことなどが特長だという。アルミ製でスタートし、素材を進化させながら30年近く守り続けてきた同形状は今後も維持していく。

小林氏によれば同社の同形状の新製品が爆発的に売れた80年代初めに100万本あった市場は今やほぼ半減。状況は厳しいが「人に優しいものづくりの視点から商品化したV-CONもそうだが、どう特長を打ち出し、それを実感してもらえるものづくりができるかが鍵」と小林氏は語る。

民間総合調査機関の矢野経済研究所（東京）によれば、健康志向が高まり、ブーム期にテニスを経験した中高年が再び目を向け始めたという。テニス人口の大半はレジャー層で今後は楽に扱えて体に優しいラケットが求められるようになるという。

心地よい打球感を追求した新製品の検品風景。ヨネックスのラケットはここから国内外に送り出されている＝長岡市塚野山の同社新潟生産本部

平成21年8月8日
新潟日報
（3~5ページに関連研究記事）

出動！そこが知り隊

冷やしシャンプーって一体？

涼しさとエコ絡める

視覚触覚も爽快感関係

理容業界の起爆剤狙う

「涼」を演出する冷やしシャンプー。県内で導入する店舗がじわりと増えている＝新潟市西蒲区姥島の「ヘアーサロン天神」

運転していたら、道路分。沿いにはためく「冷やしシャンプー」ののぼり。飲食店の「冷やし中華始めました」と間違いそうだが、何の店かとのぞいてみれば理容店。県内でも近年、じわりと広がっているらしい。一体どんなシャンプーなのだろう。

県内でも卓分けという「ヘアーサロン天神」（新潟市西蒲区姥島）に、流れる汗をふきながら入ってみた。

いすに座るとまず目に止まったのは、洗髪台の前にある氷を敷き詰めた容器だ。まるでワインクーラーのようだが、その中にシャンプーやトニックが並ぶ。

シャンプーの心地よい冷たさを地肌に感じながら、泡立ち始めると清涼感のあるライムの香りがただよう。

洗い流した後は「冷やしトニック」が登場。強いメントールが頭皮を刺激する。ドライヤーで乾かした後もさっぱり感が続き、頭が軽くなった気分。

松行雄さん（55）＝東根市＝は「3年前に山形市の理容店がシャンプーを冷やしたのが始まり。5年前に、山形名物『冷やしラーメン』にあやかってこの名前にしたらヒットした」と語る。

本県でも近年、そのユニークなネーミングが受け、サービスを始める店舗数が増えている。昨年から始めた「理容アクア」＝長岡市東宮内＝の脳波から「爽快感」を数値化し、メーカーとシャンプーの共同研究を手掛ける長岡技術科学大学の中川匡弘教授は「確かに爽快感は『格安を看板にした理容店との競合もあって、サービスの差別化が関係する」と話す。

だメントールが強すぎたり、冷たすぎたりするのは気持ちよさにはつながらず、むしろマイナス効果」と指摘する。

全国理容生活衛生同業組合連合会（全理連）は2007年から環境省とタイアップし、夏を涼しく過ごせるようにと冷やしシャンプーの推進を始めた。

県理容生活衛生同業組合は実施店舗に室温を28度に設定するよう呼び掛け、気温もぐんぐん上昇する時期。でもシャンプーで本当に涼しくなるのか？

これから夏本番を迎え、気温もぐんぐん上昇する時期。でもシャンプーで本当に涼しくなるのか？

あの手この手で「涼」を演出する店も出現している。中には店内にすだれや風鈴、スイカをディスプレーする店もある。

背景にあるのは理容業界の先細りだ。美容室を利用する男性や子どもが増えて「理容店離れ」が進む。同組合の藤田文雄事務局長は「格安を看板にした理容店との競合もあって、サービスの差別化が迫られている」と危機感を隠さない。

若手理容師の育成に当たる全理連講師でもある大石さんは「多くの店舗で店主の高齢化が進み、活性化が求められている。冷やしシャンプーはその起爆剤となりうる」と言葉に力を込める。県内の講習会では、必ず導入を訴えているという。

美容室や格安店との競合に悩む理容業界。温暖化する地球とともに過熱気味の競争をクールダウンする救世主となるか。（長岡支社・長野清隆）＝土曜日付で随時掲載＝

取材メモ

冷やしシャンプー　山形県理容生活衛生同業組合によると、発祥の地・山形では、共通ののぼりやマニュアルを作成したり実施期間を決めたりして、「ご当地色」を強めるために地域を挙げて取り組んでいる。シャンプー自体を凍らせてシャーベット状にするなどバリエーションも増え、海外のテレビ局からも取材を受けるという。同組合では1400店中300店以上が実施する。約2700店が加盟する本県の組合でも実施店が増えてはいるが、その店舗数は集計しておらず「不明」。全国的な広がりを受けて、化粧品メーカーがメントール成分を増やした業務用「冷やシャンプー」も販売している。

本県でも提供店増加

オーナー、岩井秀勝さん（38）は「マッサージで血行も良くなるので育毛効果もありますよ」と説明する。

「お隣の山形県生まれと聞きます」と同県で冷やしシャンプーを提供するとともに、地球温暖化防止と絡めて売り出したい」と、環境問題への意識の向上を背景にあるのは理容業界の先細りだ。美容室を利用する男性や子どもが増えて「理容店離れ」が進む。同組合の藤田文雄事務局長は「格安を看板にした理容店との競合もあって、サービスの差別化が迫られている」と危機感を隠さない。

若手理容師の育成に当たる全理連講師でもある大石さんは「多くの店舗で店主の高齢化が進み、活性化が求められている。冷やしシャンプーはその起爆剤となりうる」と言葉に力を込める。県内の講習会では、必ず導入を訴えているという。

美容室や格安店との競合に悩む理容業界。温暖化する地球とともに過熱気味の競争をクールダウンする救世主となるか。（長岡支社・長野清隆）＝土曜日付で随時掲載＝

平成21年7月11日
新潟日報（夕刊）
（3~5ページに関連研究記事）

新技術に挑戦

脳波解析技術で製品開発

長岡技術科学大学

ヨネックスと共同開発したテニスラケット

長岡技術科学大学の中川匡弘教授は、脳波解析技術を利用した製品開発を企業と協力して取り組んでいる。これまでに、スポーツ用品メーカー「ヨネックス」と共同開発したテニスラケットや日用品メーカー「サンスター」と共同開発したトニックシャンプーの製品化に成功しており、消費者からも好評を得ているという。中川教授は「人間の感性に訴えた、すべての人が満足できる商品を開発したい」と意気込んでいる。

中川教授の脳波解析技術では、従来計測することが困難とされていた人間の感性を数値化して計測することが可能という。人間が、「好き」「嫌い」などの感性を持った時に生じる脳波の変化を解析して数値化するという。計測では被験者の頭に電極を取り付けた後、「喜び」「怒り」「リラックス」「快感」「不快」などを計測したい感情の脳波を計測器に記録させる。被験者の行動に応じた脳波が画面に瞬時に表示されるので、被験者が行動に対してどう感じているかがその場ですぐに分かるという。

脳波を解析して感性を数値化

同技術は、中川教授が20年ほど前から研究を始め、2002年ごろに完成し特許を申請。07年には特許を取得した。特許査定会社「アイ・ピー・ビー」による特許調査では、国内300万件の特許のうち上位3%のAクラスに選ばれている。

同技術によって、商品を使用している人間がどう感じているかを客観的に知ることができるようになり、製品開発に生かされている。これまでは、製品を使用したモニターに意見を聞き、統計的に製品開発していたが、主観的な意見を多数、集約しなければならないため時間と経費がかかっていた。同技術を利用することで、客観的なデータを得ることができるため、脳波を計測するだけで製品開発を進められ、経費削減にもつながるという。

快適な打球感を伝えるテニスラケットを開発

同技術を利用して05年には、ヨネックスとテニスラケットの共同開発を開始。製品に新しい付加価値を付けたいと考えていた同社から、中川教授に申し入れがあり共同開発することになったという。

開発では、球を打った時の心地よさを重視し、脳波を計測して製品の「硬度」「バランス」「重量」などが感性に、どう影響を与えるかを実験して製品の素材や形状を決定。この結果、球を打った時の不快な振動のみを取り除き、快適な打球感を伝えるラケットが完成したという。

このほか、これまでの製品の2倍の爽快感を感じることができるシャンプーの商品化にも成功している。

同技術を利用すれば、視覚情報や聴覚情報に訴える製品開発も可能だという。中川教授は「日本は品質的には、中国など急成長している国にいつかは追いつかれる。これからは日本ならではの新しい技術が必要。この技術で新しい付加価値を付け、人の心を豊かにする製品開発をしていきたい」と話している。

平成21年9月26日
長岡新聞
（3~5ページに関連研究記事）

故郷に技あり！ ⑦

脳波計測「感性」を数値化

感情解析

商品開発に引く手あまた

「じゃあ、喜んでみようか」。長岡技術科学大学工学部（長岡市上富岡町）の中川匡弘教授（51）の研究室。脳波の計測装置を頭に付けた学生に、中川教授が喜びの感情を抱くよう指示すると、パソコンを介して計測装置とつながれたロボットは、両手を万歳して〝喜び〟を表現した。

◇

中川教授は、脳波が示す「複雑性」を分析することにより、人間の感情、感性を識別する研究の第一人者として知られる。脳波は、雪の結晶のように、拡大縮小しても全体が似た形になるというフラクタル（自己相似）な性質を有している。これを利用して、瞬間ごとの複雑性の度合いを独自の計算式で定量化。特定の感情の強弱を数値で表すことに成功した。

従来の、「α波」や「β波」など脳波の周波数成分の高低で感情を読み取ろうとする手法に比べ、高周波の脳波を分析対象とし、はるかに高精度。「これまで脳波のノイズ（不要な情報）と思われていた部分に、人の感性を読み解く情報が秘められていた」と語る。

フラクタル理論を応用したことから「感性フラクタル解析手法」と名付けたこの新技術を2002年に確立、07年には特許を取得し、現在も研究を進めている。

◇

研究成果は、企業の商品開発担当者から大きな注目を集めた。「喜怒哀楽」では分類し切れない、あらゆる感情、感性の数値化が可能となるからだ。昨年3月にサンスター（本社・大阪）が改良新発売した「トニックシャンプー」もその一例。中川教授の研究グループが清涼成分の配合の異なる数種類のシャンプーを被験者に試し、最も「爽快感」が高かったものが実際に商品化された。同社は「市場全体が落ち込んでいる中、対前年比で売り上げが伸びている」と評価する。

ヨネックス（本社・東京）と共同開発した、打球の「打ち心地がよい」テニスラケットも昨年発売。このほか、自動車の「乗り心地」や洋服の「着心地」、テレビの「見やすさ」など、業界を問わず、これまで延べ30社ほどの商品開発に携わってきた。

「安価で良質な製品が海外で大量生産されるようになり、日本が価格や品質で勝負できる時代は終わった。これからは人間の『感性』に訴えるものづくりが重要になる」と強調する。

◇

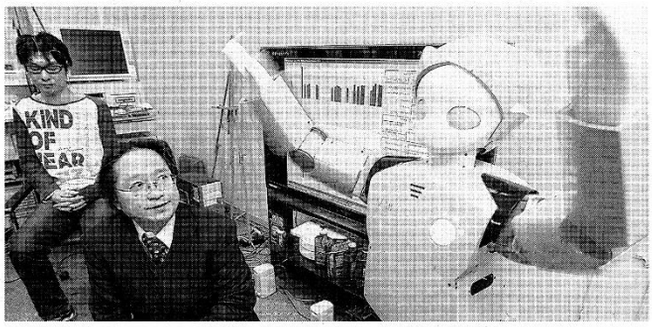
中川教授は、もともとは数理物理が専門。長岡技科大助教授に就任した89年、「新しいことをやってみよう」と、当時コンピューターデザインなどで話題だったフラクタルの研究を始めた。

その後、たまたま神経関係の学会に出席した際、脳波のフラクタル性を感情解析に生かすことを思い付いた。「自分の中にたくさん知識の引き出しを蓄えておくことが重要。それを組み合わせることで、固定観念にとらわれない発想が出来るようになる」と話す。

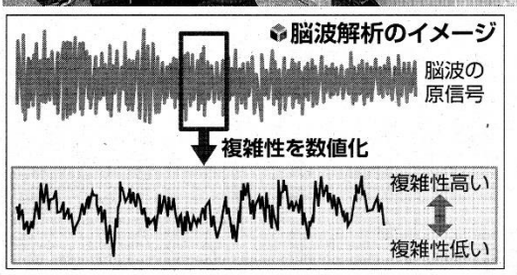
京都府出身で、開学1期生として78年に長岡技科大へ入学。先に理論ありきではなく、ものづくりでの試行錯誤を通じて生まれた技術を理論化する――。そんな大学の理念に共感し、長岡での研究生活は30年を越える。「新潟に来たからこそいまの自分がある。長岡発の光輝く技術をつくりたい」

（この連載は、稲葉洋文、甲斐史子、長田洋典、成海隆行、播磨由紀子が担当しました）

（おわり）



脳波から感情を読み取りロボットを動かす実験を行う中川匡弘教授（長岡市の長岡技術科学大学で）



平成22年1月9日
読売新聞
（3~5,30ページに関連研究記事）

脳波で車いす制御

「怒り」「喜び」信号に

長岡技科大が感情定量化

科学技術・大学

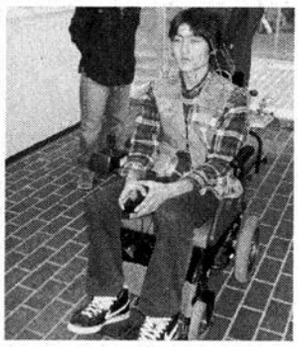
【新潟】長岡技術科学大学工学部の中川匡弘教授らは、人間の脳波を用いて電動車いすを動かすことに成功した。人間の「怒り」や「喜び」といった感情などを定量化できる独自の手法を用い脳波を解析、制御信号に変換して、車いすを動かす。同教授は、この技術の医療、福祉機器分野への応用を期待している。

事前に、被験者に「怒り」や「喜び」といった感情などを想起してもらい、その時の脳波のデータを取る。データ採取にかかる時間は一つの想起につき30秒ほど。

車いすの制御では、例えば「怒り」だったら前進、「喜び」だったら停止というように、各感情に対応する車いすの動きをあらかじめ設定しておく。

被験者の頭部に、16の電極を取り付け、車いすに乗ってもらう。そこで感情を想起してもらい脳波を計測し解析。事前に採取したデータと照らし合わせどの感情かを識別し、車いす側に制御信号を送る。

同教授の解析手法では、感情の識別のほか、図形の識別も可能で、例えば「○」を想起したら前進、といったことも可能だ。



脳波で動く車いす

平成22年3月23日
日刊工業新聞（全国版）
（31ページに関連研究記事）

シャンプーの清涼感計測

サンスター・長岡技科大

脳波使い定量評価

サンスターは長岡技術科学大学工学部の中川匡弘教授らと共同で、脳波をもとにメントール系シャンプーの清涼感や爽快(そうかい)感を定量的に計測する手法を開発した。今後、この手法を製品開発などに活用していく方針だという。

中川教授らが開発した、脳波の信号を用いる「感性フラクタル次元解析手法（EFAM）」を応用した。21～26歳の健康な男性8人にメントールの配合量を変えて清涼感に違いを持たせたシャンプーを使ってもらい、脳波との相関関係を調べると、高い関連性を示すことが分かったという。

従来、清涼感などは主観的にしか評価することができなかった。定量的に評価できれば、アンケート調査などと比べて、調査対象者数を大幅に減らすことなどが可能になるという。

平成22年10月6日
日経産業新聞
（3～5ページに関連研究記事）

科学技術・大学

感性でロボット制御

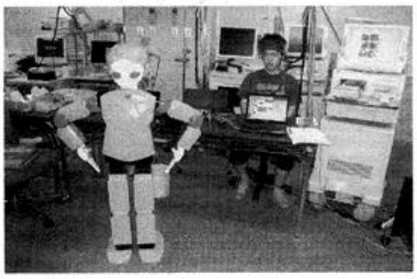
脳の状況 光で計測

長岡技科大が新技術

【新潟】長岡技術科学大学工学部の中川匡弘教授らは、光を用いて人間の「喜び」「怒り」といった感性を計測し、それを基にロボットを制御する技術を開発した。中川教授はすでに、人間の脳波から感性を計測し、ロボットを制御する技術を開発しているが、今回は光を使うため、計測が電気的なノイズに影響されにくい特徴がある。

RT ロボットテクノロジー

感性の計測には近赤外光を用いて脳の活動状況を調べる光トポグラフィー装置を使う。人間が「喜び」「怒り」などの感性を想起した際の血液中の酸化ヘモグロビン、還元ヘモグロビンの濃度を調べる。その濃度変化から、各感性のパターンを読み取りデータ化する。データ取得の時間は一つの感性の想起につき1分ほどで済むという。



▲光で感性を計測し、ロボットを動かしている様子

ロボット側にはあらかじめ「喜び」の場合には手を上げる、「怒り」の時には腰に手をやる、といったように各感性に対応した動きを設定しておく。

被験者がある感性を想起すると、採取したデータを基に「喜び」「怒り」など感性を判定し、ロボット側に信号を送るとロボットは対応した動きをとる。光での感性の計測は、脳波から計測する場合に比べノイズに影響されにくく、また計測器具の着脱が容易といった利点がある。

平成22年8月23日
日刊工業新聞（全国版）
（28,30ページに関連研究記事）

長岡技科大は画面でロボ紹介

産学官ビジネスフェアでは、長岡技術科学大学から3センター・研究室が出展している。ヒューマノイドロボットは、ヒトの脳波をカオス・フラクタクル解析し感性を定量計測する技術により、介護するヒトの感情に反応するインタラクティブ型を打ち出している。

災害救助ロボットは走行用ベルトを持った、がれきに挟まれた被災者の搬送用だ。

がれきの圧迫から急に開放されると発生する、クラッシュ症候群の予防に向けた仕組みを提案している。

平成22年10月15日
日刊工業新聞
（30ページに関連研究記事）

平成22年9月27日
化学工業日報
（3～5ページに関連研究記事）

清涼感の客観評価法確立

脳波変化をフラクタル解析 数値化を可能に

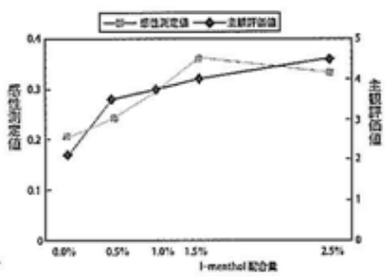
サンスター―長岡技術科学大

サンスターは、長岡技術科学大学工学部の中川匡弘教授グループと共同で、爽快系シャンプー使用時の清涼感を客観的に計測する手法を見いだすことに世界で初めて成功した。中川教授が開発した感性フラクタル次元解析手法（EFAM）を用い、これまで主観的にしか評価できなかった曖昧な特性の数値化が可能になった。サンスターは同手法を活用し、素材・処方開発を行うことで、より爽快感が高く、清涼感が長続きするシャンプーの開発につなげたい考えで、2011年内の製品化を目指す。

来年めど シャンプー新製品開発へ

サンスターは、中川教授が確立した触覚などの五感による脳波の変化を測定し、フラクタル解析することでヒトが感じる感性や感覚を数値で表現する評価技術「EFAM」を用い、爽快系シャンプーを使用した際の清涼感に着目。「脳波の値を見るだけではどのような感性が上昇・下降したかわからないが、EFAMであらかじめ測定した被験者の感性との合致度を数値化することで、清涼感を数値化することができる」（研究開発部ビューティーケア商品グループ・上田俊吾主任研究員）ことから、08年4月に共同研究を開始し、定量的な計測の検討を行ってきた。

皮膚感覚に基づく脳波による清涼感の客観的評価



研究グループは、成人男性8人（21～26歳）を対象に、まず参照値として15度Cの水に手を浸す冷水刺激で「冷たい」と感じた際の脳波を測定。その後、メントール配合量を変えることで、清涼感に違いを持たせたシャンプーを使い、評価用の脳波を測った。測定した脳波に対してEFAMを適用し、清涼感を定量化した感性測定値を取得。あわせて主観評価も行い、EFAMと比較することで妥当性を評価した。

その結果、感性出力値と主観評価値との相関係数は0・86で高い相関が認められ、EFAMを用いた感性計測が清涼感の評価に有用であることが示唆された。感性測定値は、メントール配合濃度に対して依存的に高くなるが、配合量2・5%は同1・5%に比べて低かった。このことは、「2・5%では清涼感以外の刺みなどの感覚が優位に働き、低くなったと推察できる」（同）という。

オーラルケアで知られるサンスターだが、国内売上高の3割を占めるヘルス&ビューティー事業でヘアケア「サンスターテクニックシャンプー」を展開する。1968年から発売するロングセラー商品も、今回の手法を応用した製品開発を加速させることで若年層を中心に裾野を広げ、新規需要を開拓したい考えだ。

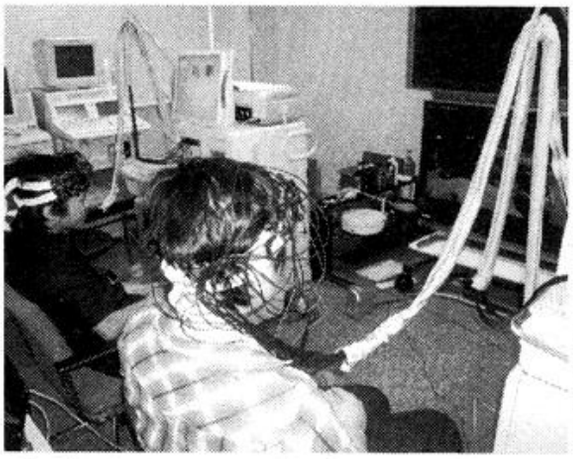
6月新刊書籍

◎カオス・フラクタル感性情報工学
中川匡弘著
3150円

感性情報工学の基礎となるカオス・フラクタル理論と、その理論に基づいた感性計測の基礎と応用について解説する。ヒトの感性を客観的に定量的に計測する手法の紹介を通じて、その背景にあるカオス・フラクタル理論を系統的に述べ、感性を付加価値とした製品開発に対する基盤技術を紹介する。

平成22年6月23日
日刊工業新聞（全国版）

長岡技術科学大学工学部カオス・フラクタル情報数理工学研究室



長岡技術科学大学工学部のカオス・フラクタル情報数理工学研究室は、脳波や光トポグラフィー装置による血中酸化濃度の測定から、人間の「喜び」「怒り」といった感性などを計測、数値化できる技術をPRする。

2人の被験者に同じ映画を見せ、「喜び」「怒り」「悲しみ」といった感性をリアルタイムで計測し、映画の場面ごとに2人の被験者が何を感じているのかを示す実験を動画で紹介する。テレビコマーシャルなどの見せ方の研究に応用が期待できるという。

また、「怒り」を想起したら前進、「喜び」なら停止というように、人間の脳波で電動車いすを動かす技術や、ロボットを制御する技術なども紹介する。

▽連絡先＝同研究室（0258・47・9535）

リアルタイムで感性を計測している様子

平成22年9月28日
日刊工業新聞
（3,28,31ページに関連研究記事）

薬事日報　第10898号　（第三種郵便物認可）

脳波解析技術で清涼感を数値化

サンスター

サンスターは、国立大学法人長岡技術科学大学工学部の中川匡弘教授グループと共同で、客観的に計測することが困難だった爽快感や清涼感について、脳波解析技術を応用し、客観的・定量的な計測方法を検討した結果、爽快系シャンプー使用時の清涼感を計測することに成功した。研究成果は、先にプエノスアイレスで開催された第26回国際化粧品技術者会連盟学術大会で発表された。

清涼感の計測には、中川匡弘教授グループが開発した、脳波の差分信号に対するフラクタル次元を特徴量として認識処理を行う「感性フラクタル次元解析手法（EFAM）」が用いられた。成人男性8人を対象とした検討では、主観的な評価と、EFAMを適用して清涼感を定量化した感性測定値とが、高い相関を示すことが明らかになっている。

これまで主観的にしか評価できなかった清涼感という曖昧な特性を数値化できたことから、同社では今後、この手法を用いて処方開発を行うことで、消費者の感性や感覚への適合性を重視した商品開発を行っていくことにしている。

平成22年10月22日
薬事日報
（3～5ページに関連研究記事）

第63回新潟日報文化賞

第63回（平成22年度）新潟日報文化賞に産業技術、学術、芸術、社会活動の4部門から6件が決まった。ホテルオークラ新潟（新潟市中央区）で11月1日に行われる表彰式を前に、本県の産業や文化などの発展に寄与してきた受賞者の業績を紹介する。

産業技術部門

長岡技術科学大学教授
中川　匡弘氏（52）
＝長岡市＝

カオス・フラクタル理論に基づいた感性・脳機能計測技術の創成と実践

感情 脳波から数値化

人間の「怒り」や「喜び」「心地よさ」などの感性を脳波の変化から計測した。企業との共同研究で計測技術を応用。球を打ったときの心地よさ（打球感）を追求したラケットなど30社以上の製品開発にかかわった。

計測にはフラクタル次元解析法という特殊な方法を用いる。フラクタルとは拡大、縮小しても形が似る性質のことで、映画のコンピューターグラフィックス（CG）などに利用される。研究では脳波データに含まれる相似性に注目して、感情の強弱を読み取った。

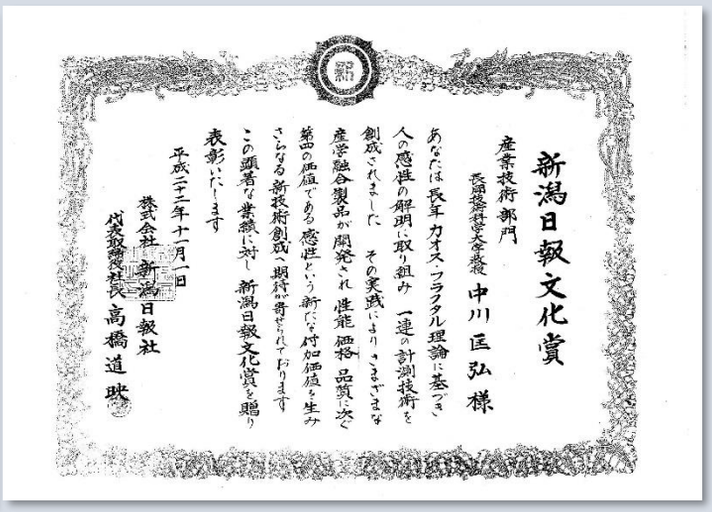
2006年から企業との共同研究を開始。洗い上がりの爽快感を数値化してトニックシャンプーを開発したり、「肌のなめらかさ」を計測して化粧水の製品化につなげたりした。「製品に性能、価格、品質に次ぐ第4の価値として感性を加えれば、国内メーカーの競争力強化につながる」と話す。

京都府出身で、長岡技術科学大学の1期生。「30年以上新潟で研究を続けてきた。地元で評価してもらい、うれしい」と受賞の喜びを語る。

今後は、感性情報通信の分野にチャレンジする。携帯メールの絵文字のように人間の喜怒哀楽を機械を通して第三者に伝えるものだ。「実用化すれば感性のテレポートが可能になる。言葉で伝えられない気持ちを相手に届けることができるだろう」と目を輝かせた。

道究め輝く栄誉

平成22年10月28日
新潟日報
（3～13,28~31ページに関連研究記事）



新潟日報文化賞

産業技術部門

長岡技術科学大学教授

中川匡弘様

あなたは長年、カオス・フラクタル理論に基づき人の感性の解明に取り組み、一連の計測技術を創成されました。その実践により、さまざまな産学融合製品が開発され、性能、価格、品質に次ぐ第4の価値である感性という新たな付加価値を生みだされる新技術創成へ期待が寄せられております。この顕著な業績に対し、新潟日報文化賞を贈り表彰いたします。

平成二十二年十一月一日

株式会社新潟日報社
代表取締役社長　高橋道歌

光る業績に栄誉

新潟日報文化賞 4部門6件表彰

賞状を贈られる工芸家の玉川宣夫さん（右）＝1日、新潟市中央区

第63回（2010年度）新潟日報文化賞の表彰式が1日、新潟市中央区のホテルオークラ新潟で行われた。推薦された22の個人・団体の中から、本県の文化振興や、産業の発展などに貢献した4部門の6個人・団体が表彰された。

受賞者は産業技術部門が長岡技術科学大学の中川匡弘教授。学術部門が同大学の鎌土重晴教授と新潟大学の山本格教授。芸術部門が写真家の天野尚さんと工芸家の玉川宣夫さん。社会活動部門が会津八一記念館（神林恒道館長）。

式では新潟日報社の高橋道映社長が「こつこつと研究やものづくりに励み、それぞれの分野で貢献された」とあいさつ。受賞者一人一人に賞状と、故・三代宮田藍堂氏の遺作となった記念のブロンズ像を手渡した。受賞者を代表し、中川教授が「歴史と栄誉ある賞をいただいた。今後もまた新たな研究に取り組んでいきたい」と晴れやかな表情で語った。同賞は1948年に創設され、今回を含め290の個人、団体を表彰した。

平成22年11月1日
新潟日報

快適な打球感を追求した
感性志向型テニスラケットの開発

テニスの打球時の快感・不快感を、脳波の分析によって定量化し、新製品開発に生かしたユニークな産学共同研究だ。感性という新機軸、新付加価値を備えた次世代のスポーツ用品を生み出している点が興味深い。

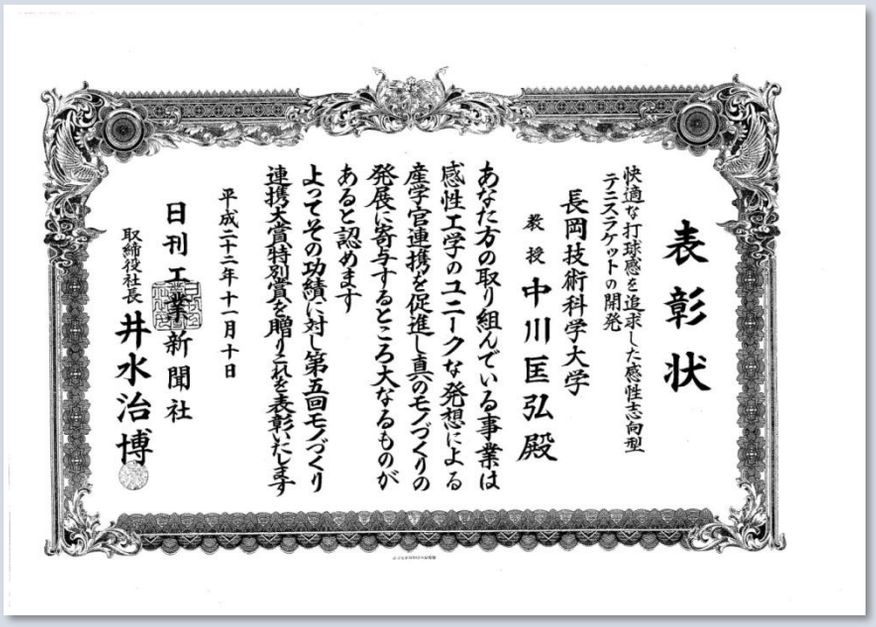
長岡技術科学大学は脳波の複雑性をフラクタル次元としてとらえて解析する感性計測システム、光トポグラフィー装置の光感性計測などの技術をシーズとして持つ。これをYONEXのラケット開発に活用した。まずラケットで発せられる打球音や、手首・ひじに伝わる振動など、感性の領域を客観的に計測。さらに心地よい振動のみを伝えるラケット構造を研究し、実用化した。

平成22年11月9日
日刊工業新聞
（3～5ページに関連研究記事）

第5回 モノづくり連携大賞　受賞者一覧

賞名	受賞案件	受賞対象者
モノづくり連携大賞	医工学連携大学発ベンチャーによる自動車製造技術を横展開した国産の冠動脈用DLCコートステントの開発と事業化	岡山県工業技術センター、トーヨーエイテック（株）、（株）日本ステントテクノロジー、京都大学再生医科学研究所
日刊工業新聞社賞	産学連携によるUV-LED事業化成功モデル	ナイトライド・セミコンダクター（株）、（社）徳島ニュービジネス協議会、徳島大学
新技術開発賞	血液内活性酸素モニタリング用の近赤外化学発光システムの開発	三重大学大学院生物資源学研究科、アトー（株）、（財）三重県産業支援センター、ルミエテラ（合）、三重大学大学院医学系研究科
中小企業部門賞	はままつ発モノづくりと医療の融合 ―世界初の機能を持つ内視鏡手術ナビゲーターの開発―	浜松医科大学、（株）アメリオ、パルステック工業（株）、（株）ゾディアック、（株）エヌエスティー、永島医科器械（株）、（財）浜松地域テクノポリス推進機構、JSTイノベーションサテライト静岡
特別賞	繊維質処理土「ボンテラン」による高含水比泥土の再資源化技術	東北大学大学院環境科学研究科、㈱森環境技術研究所、ボンテラン工法研究会
	無線センサネットワークによる橋梁の健全度診断システムの開発	HMB有限責任事業組合
	薬剤標的タンパク質を効率的に精製・単離できる新規アフィニティ磁性ビーズの創製と薬剤標的タンパク質スクリーニングシステムの事業化	東京工業大学、多摩川精機㈱
	低コスト・短納期・高品質で環境配慮にも対応した織物試作システムの開発	（財）新産業創造研究機構、神戸大学、兵庫県立工業技術センター、（株）片山商店、桑村繊維（株）、村田機械（株）
	産学官連携による地域の技術力を活かした光学機器用小型・高分解能アクチュエータの開発	シグマ光機（株）、ニッコー（株）、石川県工業試験場、東京工業大学、石川県産業創出支援機構、金沢大学、東北大学
	快適な打球感を追求した感性志向型テニスラケットの開発	長岡技術科学大学、YONEX（株）
	複数大学間連携による知財群管理および活用のネットワーク構築	東京理科大学、（株）信州TLO、東京電機大学、筑波大学、千葉大学、芝浦工業大学、三菱化学テクノリサーチ（株）、野村證券（株）
	省エネを目的にした「インテリ・コンセント（開発名：ZIIC）」の開発	ジリオン・ネットワークス（株）、鳥取大学大学院工学研究科

平成22年11月9日
日刊工業新聞
（3～5ページに関連研究記事）



表彰状

快適な打球感を追求した感性志向型テニスラケットの開発

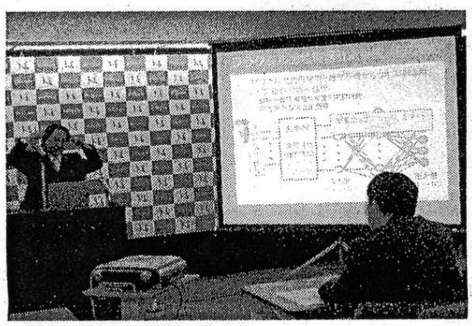
長岡技術科学大学
教授 中川匡弘殿

あなた方の取り組んでいる事業は感性工学のユニークな発想による産学官連携を促進し真のモノづくりの発展に寄与するところ大なるものがあると認めます

よってその功績に対し第五回モノづくり連携大賞特別賞を贈りこれを表彰いたします

平成二十二年十一月十日

日刊工業新聞社
取締役社長 井水治博



感性工学の重要性、脳波が与えるメカニズムなどを解説する中川教授

「日本モノづくり連携大賞」を受賞
中川匡弘教授

また、中川匡弘教授（電機系）が「日本モノづくり連携大賞」を受賞した。

同賞は大学・公的研究機関と企業が加わった産学（官）連携グループで活動し、知的財産の社会的活用にある案件を対象に選定される。とくに、連携の仕組みならびに技術内容の両方が重要な選定基準となっている。

今回の受賞では、ヨネックス㈱との共同研究による感性志向型テニスラケット「V－CON」の開発に係わる産学連携活動での成果が評価されたもの。同開発は、「EFAM」（Emotion Fractal Analysis Method：感性フラクタル解析手法）という特許技術（特許第3933568号）を基盤としている。

同ラケットは、〝感性〟を新しい付加価値と認識し、心地よさを追求したテニスラケット。ウッドとカーボンの中間を目指し開発されたもの。昨年春からの発売では好調な売れ行きを見せている。

今後は、新規付加価値である感性製品の開発のほか、医用・福祉への貢献を目的としたロボット「アクティブロボット」や車いすの開発などをすすめ、新分野である未来の通信技術「感性情報通信」へ取り組む方針。また感性テクノロジーを基軸に「性能・価格・品質」に次ぐ第4の価値軸としたいとする。

平成22年11月18日
長岡新聞
（3～5,30ページ関連研究記事）

術間で

長岡技術科学大学
感性を数値化
商品開発に引く手あまた

「乗り心地」「着心地」「見やすさ」など、ヒトの感情を工業製品に盛り込むことができないものか。中川匡弘長岡技術科学大学教授（52）は「感性の分野で新しい付加価値を付けることが、これから重要になる。心を豊かにする製品開発をしたい」と新しい年への抱負を語っている。

感情の数値化に成功 特許を受けて商品開発へ

ヒトの感情・感性についての研究は、脳波分析による「α波」「β波」などの計測によっていた。しかし、ヒトの脳波は、時間の長短でも情報伝達が行われている（パルス信号）。

同教授は同信号に注目する。「脳波は安静時と行動時の違いは、ほとんどない。だが、フラクタル理論で分析すると、これまで不要な情報と思われていた脳波のノイズ部分に、感性を読み解く情報があった」とする。そこで拡大縮小しても形が似る「フラクタル理論」（自己相似）を応用し、ヒトの感性を数値化・定量化に成功する。

同教授は「喜び」「怒り」「リラックス」「快感」「不快」などの解析手法を「感性フラクタル解析手法」と名付け、2007年に特許を取得した。同特許は国内特許300万件の内上位3％にあたるAクラスに選ばれている（特許査定会社「アイ・ピー・ビー」による特許調査）。

「喜怒哀楽」をはじめ様々な感情、感性の数値化は、〝感情〟を多様な製品に反映できることになり、消費者のニーズをつかんでいく。

ヨネックスと共同開発

同理論は2005年からヨネックスとのテニスラケット共同開発に活かされてきた。球を打った時の心地よさと製品の「硬度」「バランス」「重量」などとの関係を解析し、製品を生み出している。さらに自動車の「乗り心地」や洋服の「着心地」、テレビの「見やすさ」など、すでに30社あまりで製品開発に採用されている。

同解析手法を活用することで、視覚情報や聴覚情報に訴える製品開発を進める。感情を変化させることで作動、停止する車いすも開発し、すでに実験段階では成功した。

脳波から感情を読み取り動く「多重連想型感性介護ロボット」

介護ロボットの開発も

同教授は医療面において介護ロボットも開発し、「五感だけでなく、直感を持ったロボットを作りたい」という。単に手足が動くだけではなく、人間の感情を読み取って行動する「多重連想型感性介護ロボット」は心を癒すに違いない。

同教授は、京都府出身。奈良工業高等専門学校を卒業後、1978年同大学へ第1期生として入学した。「気づいたら、長岡に32年もいました。これからは、地元に少しでも恩返ししたい」と新年の抱負を語った。

平成23年1月1日
長岡新聞
（3～5,30,31ページ関連研究記事）

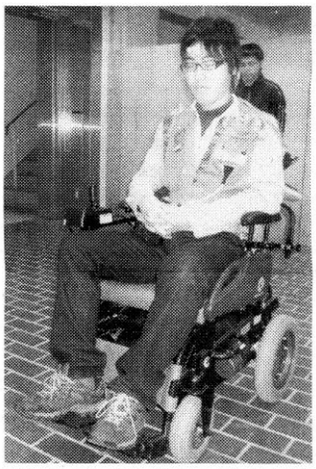
脳波から香り感性計測し商品に応用
長岡技科大とユニ・チャーム

【新潟】長岡技術科学大学の中川匡弘教授らはユニ・チャームと共同で、香りで引き起こされる人間の感性を、脳波から計測することに成功した。ユニ・チャームは研究成果を基に、香りつきの新たなパンティーライナー「ソフィKiyoraフレグランス」を開発、9月中旬に発売する。実勢価格は350円前後。

中川教授は人間の脳波から「喜び」や「怒り」といった感性を計測する技術を持つ。今回はパンティーライナーに求められる香りとはどのようなものかをテーマに研究した。被験者の脳波測定の結果などから、「豪華な」「やさしい」「爽快感」の3種類の感性が引き起こされる香りが、パンティーライナーにとって重要であることを突き止めた。ユニ・チャームではそれらの感性を高めるような香りの選択をした商品を開発した。

平成23年8月9日
日刊工業新聞
（8ページに関連研究記事）

脳波で車いす制御



長岡技科大
思いの強さで速度変化

長岡技術科学大学工学部の中川匡弘教授らは、電動車いすを人間の脳波で制御する研究を進めている。2010年に、脳波制御できる車いすの試作機を製作したが、今回、車いすの前進の動きなどを滑らかにしたタイプ（写真）を作った。

中川教授は、脳波を測定、解析することで「怒り」や「喜び」といった感性などを定量化できる技術を開発しており、車いすの制御はそれを応用したもの。前回の車いすは例えば、被験者の怒りが、あるレベルまで達すれば前進、といったようにオン、オフの制御しかできなかった。

今回は、被験者の思いの強さに応じて、前進速度や、右折・左折の角度を変えられるように改良した。実用化はまだ先だが、中川教授は「自然環境下で安心して使えるものになるよう、改良を続けていきたい」と話している。（新潟）

平成23年3月9日
日刊工業新聞
（31ページに関連研究記事）

特別賞

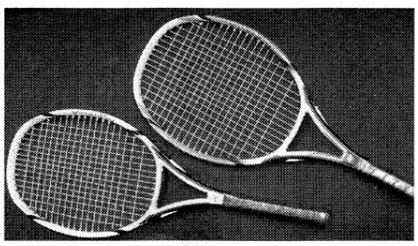
産学官をつなぐ
モノづくり連携
大賞受賞例から ⑨

長岡技科大など

快適性追求したラケット

以前からこの技術を生かして企業と一緒に製品づくりをしたいと考えていた。ある時、大学と企業の結び付け役である産学コーディネーターが、ヨネックスに同教授の技術を紹介、そんなきっかけから2005年に共同研究がスタートした。

テーマは打ち心地の良いテニスラケットの開発だ。「心地よい」などといった感性をアンケートで調査しようとすると、記憶に頼る部分が多く、正確に計りづらい。同教授の手法では、打ったその時の脳波を計測し解析、「快感」「不快感」を読み取る。プロテニスプレーヤーからアマチュアまで被験者になってもらい、計測を繰り返した。そして、ラケット重量、バランス、ガットのテンションなど、心地よいと感じる最適なものに仕上げ、09年にヨネックスから「V-CONX18」、「V-CONX21」（写真）として発売された。中川教授は「感性を製品設計に役立てられた。製品として世の中に出るのは格別の喜び」と話している。



（新潟・阿部正章）

平成22年11月25日
日刊工業新聞
（3～5ページに関連研究記事）

清涼感を高めた男性用シャンプー

サンスター　男性向けシャンプー「サンスタートニックシャンプー」を改良し発売した。新開発の清涼剤「エナジーメントール」を配合。シャンプーの清涼感の評価で、長岡技術科学大学の中川匡弘教授らと共同で研究。人間の脳波を解析して感性を数値化する手法により、従来品より清涼感が向上していることを確認した。香りはかんきつ系がベース。容量520ミリリットルで価格は788円。詰め替え用やリンスインタイプもある。（072・682・6212）

平成23年3月15日
日刊工業新聞
（3～5ページに関連研究記事）

生理用品[ソフィ Kiyora フレグランス]

日本感性工学会大会の優秀発表賞を受賞

ユニ・チャーム

ユニ・チャームは20日、香りつき生理用品の商品開発時に実施された研究成果で、第13回日本感性工学会大会の優秀発表賞を受賞したと発表した。長岡技術科学大学の中川匡弘教授らと共同で脳波による香り感性診断を活用した研究開発に取り組み、商品化につなげた。ユニ・チャームが同賞を受賞するのは今回が初めて。

女性が生理用品の香りとして引き起こされるべき感性は「豪華な」「やさしい」「爽快感」であることを見いだし、それぞれの感性を高める香りの選択を可能にしたことが評価されたという。同成果をベースにユニ・チャームは、香りつきパンティライナー「ソフィ Kiyora フレグランス」シリーズを販売している。

同社ジャパンインサイトリサーチ部の土生知恵美氏は「使う人の視点に立った意味のある香りとして学術的に評価されたことは企業として大切な方向性を示すものであり、今後も研究開発に一層努力していきたい」などと話した。

平成24年9月21日
化学日報
（8ページに関連研究記事）

(5)　昭和21年7月10日第3種郵便物認可

脳波から感性数値化

県産品の価値高める研究会　中川教授が講演

みなべ

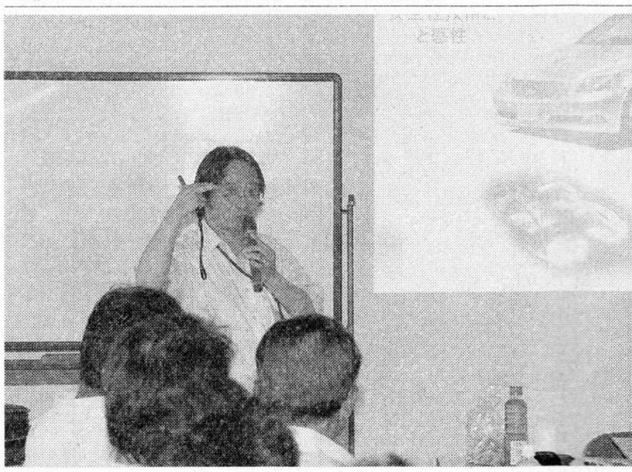
人が感性で捉えている価値を数値化することで産品に付加価値をつけようと取り組んでいる「県特産品への感性価値付与検討研究会」は14日、脳波から人間の感性を読み解く研究をしている、長岡技術科学大学（新潟県長岡市）の中川匡弘教授（53）を講師に招き、みなべ町谷口の町商工会南部川分所で勉強会を開いた。

研究会は、和歌山工業高等専門学校（御坊市名田町）の藤本晶教授が呼び掛け、みなべ町内の梅加工業者らも参加して7月に発足。当面は「梅」をテーマに価値を高めるための可能性を探るとしている。

この日の勉強会には約25人が参加した。中川教授は「カオス・フラクタル理論」という数学理論を応用し、脳波を調べることによって、人の感性を客観的・定量的に数値化する方法を研究。この研究を応用することで、大手メーカーと共同し、爽快感をさらに高めたトニックシャンプーや打ち心地の良いテニスラケットなどの開発に取り組んだことを紹介した。

「人の持つ深い感性を工学的に計測したいと考えて研究に取り組んでいる。感性価値は性能、価格、品質に次ぐ第4の価値。脳は非常に正直であり、感じていることを基軸に物づくりをすると確度が高い。安心感や軽快感、清涼感など感性を基軸とした指標を商品にタグとして付けることもできる」と述べた。

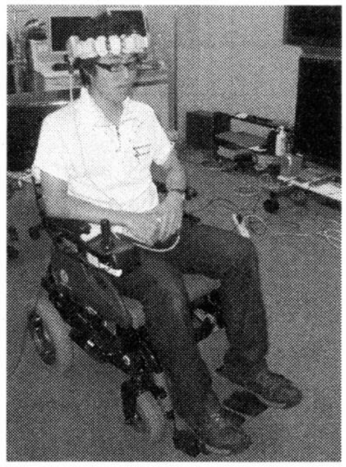
出席者からは「梅に活用できるアイデアはないか」という質問があり、中川教授は「トニックシャンプーの場合は爽快感を追求したが、南高梅についてもそれに匹敵する感性をまず選ぶことができれば、その感性を伸ばす方向で物づくりを進めることができるのではないか」とアドバイスした。



勉強会で講演する中川匡弘教授（みなべ町谷口で）

光で感性計測

電動車いすを制御　長岡技科大が技術



光で感性を計測し、車いすを動かす

【新潟】長岡技術科学大学工学部の中川匡弘教授らは、光を用いて人間が喜びや怒りなど感性を想起した際の脳の変化を計測し、それを基に電動車いすを動かすことに成功した。中川教授はすでに人間の脳波で車いすを動かす技術を開発しているが、光での計測は、脳波計測に比べ、環境ノイズに影響されにくいなどの利点を持つ。同教授は医療、福祉分野などでの応用を期待している。

近赤外光を頭皮から照射して、血液中の酸化ヘモグロビンと還元ヘモグロビンの濃度変化を計測する光トポグラフィー装置を用いる。従来の光トポグラフィー装置は大型だったため、車いすの制御には不向きだったが、小型で携帯できる装置の登場により可能になった。

被験者が、一定の感性を想起した際の脳の変化を同装置で測定する。「光感性フラクタル次元解析」と呼ばれる中川教授独自の手法でリアルタイムで感性を解析、出力し、車いすの駆動系に送る。「怒り」を想起した場合は前進、「喜び」を想起した場合には後進といったように、車いすの動きをあらかじめ設定しておけば、車いすのコントローラーを操作しなくても、想起しただけで動かすことが可能だという。

平成23年9月17日
紀伊民報
（3～5ページに関連研究記事）

平成23年9月20日
日刊工業新聞
（28,31ページに関連研究記事）

ユニ・チャーム 香りの感性研究で受賞 「Ｋｉｙｏｒａ」で商品化

ユニ・チャームは、「ソフィ Ｋｉｙｏｒａフレグランス」の開発での「脳波による香り感性診断」の研究成果が評価され、第13回日本感性工学会大会の優秀発表賞を受賞した。

近年は香りを楽しむ女性が増え、洗濯用洗剤や消臭剤などの日用品分野でも、香りつき商品が多く販売されているが、パンティライナーは微香タイプの展開にとどまり、固有の香りを追求した商品がなかった。

「ソフィ Ｋｉｙｏｒａフレグランス」は研究開発過程で、「パンティライナーに求められる香り」を調べるため、長岡技術科学大学の中川匡弘教授や佐瀬巧氏と協働し、脳波測定による香り感性診断をおこなった。被験者に電極を装着して香りを嗅いでもらい、採取した計測データを研究した結果、パンティライナーの香りによって引き起こされるべき感性は、「豪華」「やさしい」「爽快感」であることを突き止めた。ユニ・チャームはこの成果をもとに、豪華な「ラグジュアリー」のイラン、やさしい「スイート」のローズ、爽快な「フレッシュ」のグリーンという3種類の香りをラインアップした。

表彰式は8月30日に、東京電機大学東京千住キャンパスでおこなわれ、中川教授と佐瀬氏、ユニ・チャームの土生知恵美氏、山元ひろみ氏、宮澤清氏が表彰を受けた。

8月30日に行われた表彰式の模様

平成24年9月24日
流通ジャーナル
（8ページに関連研究記事）

最先端の技術 間近に

まちなかキャンパス 完成控えて体験講座

長岡市内の大学などが中心市街地で市民講座を開く「まちなかキャンパス」の9月オープンを前に、体験講座が15日に同市大手通2のカーネーションプラザで開かれた＝写真＝。同施設の目玉となるカフェ形式の講座を先取りし、参加者は飲み物を手に気軽な雰囲気で最先端技術の説明に耳を傾けた。

同施設は大手通り沿いに建設中の再開発ビルに入居。長岡技術科学大など3大学と長岡高専が、さまざまな市民向けの講座を展開する。特に、開かれたスペースで年間約50回開く予定のカフェ形式講座が売りだ。

今回の体験講座は市街地では初めての開催で、同大情報処理センター長の中川匡弘教授が脳波で人の感性を数値化する「ココロを読む技術」を講義。親子や高齢者ら多世代の約20人が参加した。

中川教授は脳波を感知し、相手が出すじゃんけんの手を読み取る「じゃんけんに負けないロボット」を公開し、「念じるだけで動く車いすなど、幅広い分野で応用できる」と説明。参加者は第一線の研究に間近で接し、「いつ実用化できそう？」などと質問した。

参加した同市本町2の徳力紀久夫さん(75)は「夢のある技術で面白かった。生涯学習のために、カフェ講座は大いに結構。キャンパスの完成に期待している」と話していた。

平成23年5月19日
新潟日報
（30ページに関連研究記事）

新　潟　日　報　　2012年(平成24年)4月10日 (火曜日)

高速道の新型非常電話

聴覚障害者、外国人に対応
パネル操作で詳細通報

東日本高速道路（NEXCO東日本、東京）の子会社で、高速道路上の設備の維持管理を行うネクスコ・エンジニアリング新潟（NE新潟、新潟市中央区）は、聴覚障害者や日本語を話せない外国人でも事故などの詳細を通報できるタッチパネル方式の多機能型非常電話システムを開発した。県内の北陸道、関越道の計6カ所でこのほど、試験運用を始めた。

ネクスコ・エンジニアリング新潟が開発した新型の非常電話。雪が積もらないようカバーのデザインも工夫した＝新潟市中央区の同社

NE新潟が開発
県内6ヵ所 試験運用

2008年の道路交通法改正により重度聴覚障害者も運転免許取得が可能になったことを受け、NE新潟が主体となり、NEXCO東日本新潟支社（同区）と共同開発した。

新潟支社管内の高速道路上は、トンネルなどを除き約1キロごとに非常電話が設置されており、計1775台が設置されている。現在の非常電話は、通話ができるほかは故障、事故、救急、火災の4種類のボタンを選んで押すだけ。通話以外では、事故や故障の具体的な内容はNEXCO東日本の道路管制センターに伝わらなかった。

新システムは、従来型にもある事故、火災などの4種類のボタンを選んだ後、画面が切り替わり、タッチパネルを操作することで車が停車している位置や負傷者数を伝えられる仕組み。また、日本語ができない外国人のために英語、中国語、ロシア語、韓国語にも対応した。

開発には長岡技術科学大学（長岡市）も協力。事故を起こしたドライバーが、気が動転していても操作できるかどうかを検証した。非常電話使用時の脳波を解析し、ストレスや不快感などを調査。NE新潟によると、健常者も含め、多機能化による操作の戸惑いは少なかったという。

NEXCO東日本新潟支社は「試験機を運用しながら、1、2年かけて改善しつつ、導入に向けてさらに検証していきたい」とする。NE新潟は「非常電話の価格を抑えることで、NEXCO東日本管内や全国へも販売を広げていきたい」としている。

平成24年4月10日
新潟日報
（12ページに関連研究記事）

楽しく遊んで科学のおもしろさを体験しよう――。「青少年のための科学の祭典2011 新潟県大会」（同実行委員会、日本科学技術振興財団・科学技術館主催、新潟テレビ21など共催、朝日新聞新潟総局など後援）が11月19、20の両日、新潟市秋葉区東島の新潟薬科大で開かれた。親子連れをはじめ約5400人が訪れ、身近にある物でスライムを作ったり、手作りの簡単な顕微鏡でオオカナダモを見たりして、科学の不思議やおもしろさを体験した。出展した企業や学校の研究者、高校生らによる公開実験や工作コーナーの様子を紹介するとともに、自分そっくりのロボットを作った大阪大学大学院、石黒浩教授に、科学への思い、子どもたちへのメッセージを語ってもらった。

脳波でロボットが動いたら 長岡技術科学大

自分が思うとおりにロボットが動いたら――。頭や耳たぶにセンサーをつけ、「動け」と念じるとロボットが動き、考えるのをやめると止まる。脳波を読み取って出た信号に従って動く。真剣にロボットを見つめる子どもたち、「何も考えないって難しいな」。

平成23年12月23日
朝日新聞
（30ページに関連研究記事）

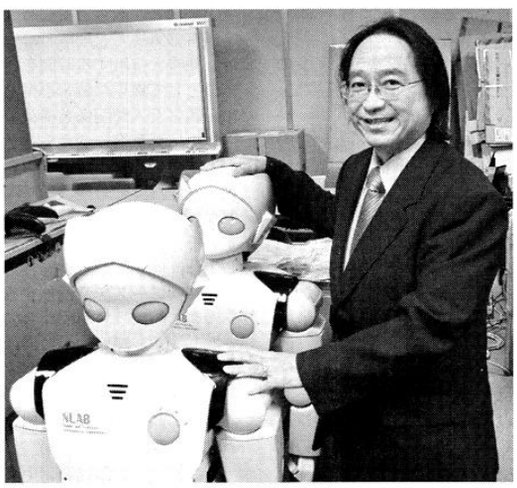
平成24年7月6日
日本金融新聞(全国版)
（3～5,30ページに関連研究記事）

ちょっと一言

カオス・フラクタル理論による〝感性〟の計測などを活用し、約40社と共同で商品を開発してきた。カオスとは、気象のように小さなことで大きく結果が変わる、長期的な予測が難しいもの。フラクタルとは、幹から枝が生え、枝からまた枝が伸びる木のように、一部分と全体とが同じ形式になっている、自然界に見られる幾何学的な構造。コンピューターで画像を作る時に当てはめると、本物らしく見える。「万物はカオスかつフラクタル」。様々な事象がどのような両性質を持つのかを調べてきた。

〝感性〟測り価値創造

成長の種生む企業支援を



長岡技術科学大学教授 中川匡弘（なかがわまさひろ）氏（五四）

代表的な開発品は〝使い心地が良い〟テニスラケットとシャンプー。これまで企業は被験者へのアンケートに頼って開発していたが、同理論に基づいて脳波を解析し、爽快感などをデータ化することに成功。感情の種類や起伏を数値に変え、感性に合う商品を生み出した。脳波の解析技術を応用して作った、操作者が考えるだけで動くロボットAVIOS(アビオス)は、中学校の教科書の題材にも採用された。

「〝感性価値〟は性能、品質、価格に次ぐ第4の価値。新しい価値を作ることが経済成長の種になる。今後は〝安心〟〝安全〟などが第5の価値になるだろう」。

このほか、同理論で特定地域の電力需給量や積雪量を正確に予測したこともある。金融分野でも「一部の大手証券会社は株価の変動など市場動向を見極めるために研究していた」という。

取引先金融機関は大光銀など。大学は第四銀、北越銀、大光銀と連携協定を結んでおり、3月には第四銀の商談会に出展した。金融機関にも「地域で企業を支える環境が整っていない。新しい価値を生む企業を支援してほしい」と期待している。

（新潟）

（文＝橘 綱男、写真＝加藤 英一）

用途 高速道路用非常電話

脳波で使い心地評価

長岡技科大など 聴覚障害者に配慮

【新潟】長岡技術科学大学の中川匡弘教授らは脳波を計測する「感性フラクタル解析」という独自手法で、高速道路用非常電話の使い心地を定量的に評価することに成功した。ネクスコ・エンジニアリング新潟（新潟市中央区）と共同で実施したもので、アンケートでは分かりにくい使用時の快適感、不快感などを把握することで、現行の非常電話と同等の使用感であることを確認した。

2008年6月から重度の聴覚障害者でも運転免許が取得できるようになったことを受け、ネクスコ東日本グループのネクスコ・エンジニアリング新潟と東日本高速道路新潟支社が、聴覚障害者にも使いやすい非常電話の共同開発に着手。そこで課題となったのは製品評価で、開発機はタッチパネル方式で多機能のため、操作に迷いが生じないかなど使用感に問題がないかが焦点となった。

そこで、「快」「不快」などの感性を定量的に測る技術を持つ中川教授と、ネクスコ・エンジニアリング新潟が連携。製品評価実験では、健常者、聴覚障害者、外国人の合計32人に被験者になってもらい、現行電話と新規電話を実際に使用した時の脳波を計測。「快」「不快」「ストレス」という三つの感性について解析をしたところ、新しい非常電話は現行の電話と使用感が同等であることが分かった。

評価対象となった高速道路用非常電話

平成24年8月3日
日刊工業新聞
（12ページに関連研究記事）

平成24年10月8日
週刊粧業
（8ページに関連研究記事）

P3-3

香り付きパンティライナーの研究で優秀賞受賞

ユニ・チャーム

ユニ・チャームはこのほど、香り付きパンティライナー「ソフィKiyoraフレグランス」の商品開発において実施した「脳波による香り感性診断」の研究成果で、第13回日本感性工学大会「優秀発表賞」を受賞した。

近年、香り用品市場が拡大を続けているが、パンティライナーに関しては微香タイプはあるものの、「パンティライナーにふさわしい香り」のラインナップはほとんどなかった。

そこで、同社では「パンティライナーとして求められる香りとは何か?」という独自の視点に立ち、長岡技術科学大学の中川匡弘教授らと共同で、脳波測定による香り感性診断を活用し研究開発に取り組んだという。

その結果、パンティライナーの香りとして引き起こされるべき感性は「豪華な」「やさしい」「爽快感」であることを突き止め、研究成果をもとに新パンティライナーにも新しい価値として香りを付与し、2011年9月、同シリーズを発売するに至った。

研究成果は、昨年9月3日に第13回日本感性工学会で発表され、「AROMA RESEARCH」（2012年2月28日発行）にも論文が掲載されている。

平成24年9月26日
石鹸日用品新報
（8ページに関連研究記事）

ユニ・チャーム

「脳波による香り感性診断」で第13回日本感性工学会大会「優秀発表賞」受賞

ユニ・チャームは、生理用品「ソフィKiyoraフレグランス」の商品開発時に実施した「脳波による香り感性診断」の研究成果が評価され、第13回日本感性工学会大会で「優秀発表賞」を初受賞した。受賞者は長岡技術科学大学の中川匡弘教授と佐瀬巧氏、同社の土生知恵美氏、山元ひろみ氏、宮澤清氏の計5名。表彰式は8月30日、東京電機大学東京千住キャンパスで行われた。

近年、アロマテラピーや香水など、香りを身につけることを楽しむ女性が増え、洗濯用洗剤や消臭剤など日用品分野においても香りつきの商品が多く販売されている。

これまでパンティライナーにも微香タイプという香りつきの商品はあったが、パンティライナーにふさわしい香りという視点でのラインアップはなかった。

そこで同社は、「パンティライナーとして求められる香りとは何か」という独自の視点に立ち、長岡技術科学大学の中川匡弘教授、佐瀬巧氏と共同で、脳波測定による香り感性診断を活用した研究開発に取り組んだ。その結果、パンティライナーの香りとして引き起こされるべき感性は「豪華な」「やさしい」「爽快感」であることを突き止め、それぞれの感性を高める香りを選択することが可能になった。

この研究成果をもとに昨年9月、新たな香りつきパンティライナーとして「ソフィKiyoraフレグランス」シリーズを発売した。

中川匡弘教授は「商品の性能、価格、品質に次ぐ第4の価値として感性価値が注目されている中、女性向け商品における感性価値の研究開発は欠かせないテーマ。従来から脳波測定による香りの効果研究は多数行われているが、今回、商品そのものに求められる香りとは何かを脳波フラクタル次元解析手法を用いて評価し商品化したことは、前例がなく大変有意義なことだと考える」と話している。

表彰式の様子

女性用品の香り「爽快感」重要

長岡技大・中川教授とユニ・チャーム

人の感性、脳波で解析

長岡技術科学大の中川匡弘教授は、衛生用品大手のユニ・チャーム（東京都）と共同で、女性用品の香りから引き起こされる人の感性を脳波により解析した。9月3日から東京都内で開かれる日本感性工学会大会で発表するほか、研究成果を生かした製品が同社から9月に発売される。

中川教授

中川教授は、脳波にある高周波などを測定し、「感性フラクタル解析手法」と呼ばれる独自の計算式で特定の感情の強弱を数値で表すことに成功している。今回、女性用品であるパンティライナーの香りについて、「好き」と感じる場合に重要となる感性の要素を調べた結果、「かわいい」「リラックス」など10項目のうち、「豪華さ」「やさしい」「爽快感」が特に重要であることが判明したという。調査は昨年10月、同種商品を使用している25～29歳の女性29人を対象に実施した。

ユニ・チャームはこれまで香り付きの同種商品を出していなかったが、この調査結果をもとに、それぞれの香りを生かした3種の商品を発売する。

中川教授は「商品そのものに求められる香りを選択する事が可能になり、有意義な成果」としている。

来月、学会で発表

平成23年8月22日
読売新聞
（8ページに関連研究記事）

ユニ・チャームは、整理用品の「ソフィ Kiyoraフレグランス」の商品開発によって実施された「脳波による香り感性診断」（長岡技術科学大学との共同研究）の研究成果が評価され、第13回日本感性工学会大会の「優秀発表賞」を初受賞した。8月30日には東京電機大学東京千住キャンパス（足立区）で表彰式が行われた。

研究成果は、感性工学に基づき、脳波測定による香り感性診断を活用。パンティライナーの香りとして引き起こされるべき感性は「豪華な」「優しい」「爽快感」であることを突き止め、それぞれの感性を高める香りを選択することが可能となった。同社は研究成果をもとに、新たな香りつきパンティライナーの「ソフィ Kiyoraフレグランス」シリーズを昨年9月に発売した。

「パンティライナーとして求められる香りとは何か」という視点に立ち、長岡技術科学大学の中川匡弘教授と佐瀬巧氏と共同で、脳波測定による香り感性診断を活用した研究開発に取り組んだ。

その結果、パンティライナーの香りとして引き起こされるべき感性は「豪華な」「優しい」「爽快感」であることを突き止め、それぞれの感性を高める香りを選択することが可能となった。同社は研究成果をもとに、新たな香りつきパンティライナーの「ソフィ Kiyoraフレグランス」シリーズを昨年9月に発売した。

平成24年10月1日
日本粧業新聞
（8ページに関連研究記事）

ソフィ Kiyoraフレグランスシリーズ

ユニ・チャーム 生理用品で新展開
脳波の感性研究で表彰

ユニ・チャームは、生理用品の「ソフィ Kiyoraフレグランス」の商品開発において実施された「脳波による香り感性診断」の研究成果が評価され、第13回日本感性工学会大会の「優秀発表賞」を初受賞した。

「パンティライナーとして求められる香りとは何か」という視点に立ち、長岡技術科学大学の中川匡弘教授と佐瀬巧氏と共同で、脳波測定による香り感性診断を活用した研究開発に取り組んだ。

その結果、パンティライナーの香りとして引き起こされるべき感性は「豪華な」「優しい」「爽快感」であることを突き止め、それぞれの感性を高める香りを選択することが可能となった。同社は研究成果をもとに、新たな香りつきパンティライナーの「ソフィ Kiyoraフレグランス」シリーズを昨年9月に発売した。

平成24年10月29日
日用品化粧品新聞
（8ページに関連研究記事）

ユニ・チャーム 香り感性診断が優秀発表賞

ユニ・チャームはこのほど、生理用品の「ソフィ Kiyoraフレグランス」の商品開発において実施された「脳波による香り感性診断」の研究成果が評価され、さる9月3日に開かれた「第13回日本感性工学会大会」の優秀発表賞を初受賞したと発表した。

近年、アロマテラピーや香水など、香りを身につけることを楽しむ女性が増え、洗濯用洗剤や消臭剤など日用品分野においても、香りつきの商品が多く販売されている。

これまでパンティライナーにも、微香タイプという香りつきの商品があったが、パンティライナーにふさわしい香りという視点でのラインナップはなかった。

そこで同社は、「パンティライナーとして求められる香りとは何か?」という独自の視点に立ち、長岡技術科学大学中川匡弘教授と佐藤巧氏との共同開発で、脳波測定による香り感性診断を活用した研究開発に取り組んだ。

研究の結果、パンティライナーの香りとして引き起こされるべき感性は「豪華な」「やさしい」「爽快感」であることを突き止め、それぞれの感性を高める香りを選択することが可能となった。

その研究成果をもとに、新たな香りつきパンティライナー「ソフィ Kiyoraフレグランス」シリーズを2011年9月に発売した。

この研究成果について中川教授は、「商品の性能、価格、品質に次ぐ第4の価値として感性価値が注目されている中、女性向け商品における感性価値の研究開発は、欠かせないテーマ。従来から脳波測定による香りの効果研究は多数行われているが、今回、商品そのものに求められる香りとは何かを、脳波フラクタル次元解析手法を用いて評価し商品化したことは、前例がなく大変有意義なこと」とコメントしている。

「ソフィ Kiyora フレグランス」シリーズ

Sweet（スイート）　Luxury（ラグジュアリー）　Fresh（フレッシュ）

平成24年10月15日
東京石鹸商報
（8ページに関連研究記事）

平成25年7月22日
日刊工業日報
（17ページに関連研究記事）

ガム噛めば集中力高まる!?

長岡技科大と菓子メーカー
脳波解析で確認

長岡技術科学大学の中川匡弘教授らは菓子メーカーと共同で、ガムを咀嚼（そしゃく）することで集中力が高まることを、脳波の測定・解析により定量的に確かめた。10―20代の被験者30人を対象に実験を行った結果、ガムの咀嚼により集中の度合いが平均で約38％向上したことが分かった。

被験者は記憶力（数字を覚える）、計算力（100マス計算）、集中力（数字を探す）、論理力（式を成立させる）を試す四つの作業について、ガムの咀嚼あり、なしの2パターンで実施。作業中の脳波を測定し、脳波から「喜び」や「怒り」といった人間の感性を数値化できる「感性フラクタル次元解析」と呼ぶ中川教授独自の解析手法を用いて、各作業中における「集中」の感性について測った。

最も差が大きかったのは論理力の作業を行った時で、咀嚼ありの場合、約70％集中が高まったという結果が出た。中川教授は「咀嚼による効果を定量的に評価できたのは意義深い」と話している。

（新潟）

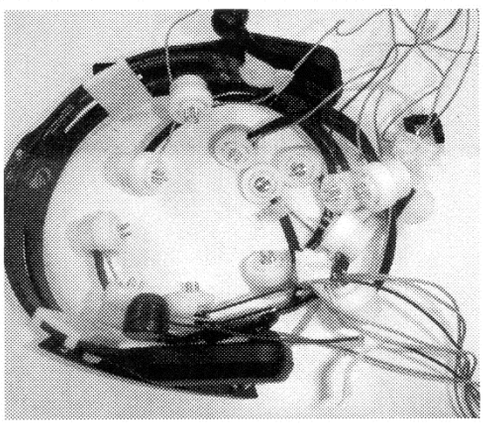
平成25年5月28日
日刊工業新聞

導電性ペースト塗らず

長岡技科大など 簡便に感性脳波計測

【新潟】長岡技術科学大学の中川匡弘教授らは、デジテックス研究所（東京都三鷹市）、ティアックと共同で、電極に導電性ペーストを塗らずに脳波を計測し、「安静」や「集中」といった感性を計測する実験に成功した。髪を汚さずに計測できるため、中川教授は「感性計測が手軽になる。またゲームなどのアミューズメント分野や医療福祉分野などにも応用できる」としている。

実験ではデジテックス研究所が開発した電極と電極に取り付ける電極チップを用いた。電極チップには導電性が高い金メッキが施しており、3本の突起がそれぞれバネで上下に動く。突起が髪の間をすり抜け、頭の形状に沿った形で頭皮に接触し、脳波を測る。



導電性ペーストを使わない電極……

通常、脳波を計測する際は脳波信号を取り出しやすくするため、ペーストを塗って頭に装着する。ただ髪にペーストが残ってしまうため、被験者は電極を取り外した後に洗髪する必要があった。中川教授は脳波を計測、解析して感性を計測する技術を保有している。

長岡技科大・中川教授ら　脳波変動分析で実証

ガムかんで集中力上昇

「ここぞのとき」が効果的

来月、新潟で報告

長岡市の長岡技術科学大の中川匡弘教授(55)＝感性情報学＝らの研究グループは27日までに、ガムなどをそしゃくする（かむ）ことで集中力が増すことを、脳波の変動を分析して科学的に証明する研究成果をまとめた。論理力テストの実験では、かまない場合と比べ、被験者の集中力が平均で7割近くアップした。9月25日に新潟市で開かれる電子情報通信学会の研究会で報告する。

ガムをかむことによる集中力の変化を脳波で読み取る実験＝長岡市上富岡町の長岡技術科学大

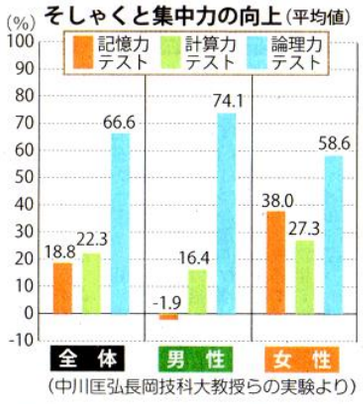
昨年12月から約8カ月かけ、大手製菓会社との共同研究として実施。これまでもガムをかむことで血流がよくなり脳が活性化するなどの研究は進められてきた。技科大によると、人が集中したときの脳波の出方を計測して、かむ行為が脳に影響を与えていることを証明したのは初めてという。

実験には、長岡市内在住の16～29歳の30人が参加した。個々の集中時と安静時の脳波のパターンを確認後、論理力や計算力、記憶力などを問う簡単なテストを、ガムをかむ、かまないの2パターンで実施。テスト中に頭や顔など約20カ所に電極を付けて、電波の一種である脳波の変動を調べた。

計測した脳波を総合的に分析した結果、論理力を試すテストでは、ガムをかんでいる場合の集中力の高さや維持される時間が、かんでいないときよりも平均66・6%アップした。記憶力と計算力を問うテストでも、それぞれ18・8%、22・3%アップした。また、日常的にガムをかむ人より、普段かまない人の方がより効果が高く、「ここぞのときにガムをかむ方がより集中しやすい」ということも分かった。

性別による違いも出た。記憶力テストでは、ガムをかんでも男性の集中力にあまり変化はなかったが、女性は38・0%上昇した。一方、論理力テストでは、ガムをかむことで男性が女性より15・5ポイント高い74・1%と高い集中力を発揮した。

中川教授は「かむ行為が脳の活性化を促す効果があると実証された」と強調。研究成果について「認知症患者の症状の抑制や回復、予防に応用できる可能性もあるので、医療福祉分野との連携につなげていきたい」と話している。



（中川匡弘長岡技科大教授らの実験より）

平成25年8月28日
新潟日報
（17ページに関連研究記事）

平成25年8月30日
日刊工業日報

頭部2カ所で感性解析

長岡技科大 長時間計測の負担軽減

小型の脳血流計測装置を用いて感性解析

【新潟】長岡技術科学大学の中川匡弘教授らは、小型・軽量のヘッドセット型の脳血流計測装置を使用し、頭部2カ所のみの測定で、喜びや怒り、快適や不快といった感性を解析することに成功した。これまでは22カ所を測定する必要があった。中川教授は「長時間装着しても負担が小さいため、感性解析の応用例として空間設計などの居住空間の快適性などを検討する際に役立つ」としている。

中川教授は脳波や脳血流の変化を測定し、人間の感性を数値化する技術を研究している。今回、脳血流計測に用いた装置は日立製作所製の「HOT121B」。2カ所の計測では情報量が少ないため、感性を想起した時の脳血流変化の複雑性を詳しく解析する手法「マルチフラクタル次元解析」を適用した。

22カ所を測定する場合、高額な装置が必要になるが、これに比べてHOT121Bは安価で簡便なため、感性解析の適用のすそ野を広げられる。

脳波で「ロボット動け！」

長岡で科学の祭典・県大会

脳波に反応して動くロボットに「動け！」と念じる参加者＝長岡市大手通1丁目

実験や工作を通じて科学の面白さを体験できる「青少年のための科学の祭典新潟県大会」（朝日新聞新潟総局後援）が1日、長岡市大手通1丁目のアオーレ長岡で始まり、約5200人が集まった。30のブースが設けられ、大学生や教員らが不思議な現象のからくりを説明したり、工作を手伝ったりした。

ロボットを脳波で動かす体験ができるブースは、子どもたちが順番待ちするほど人気だった。「動け！」と念じているときと、リラックスしているときの脳の動きを、額や耳たぶにつけたセンサーで読み取り、もう一度念じるとロボットが動き出す仕組みだ。

将来、ロボットをつくるのが夢という新潟大学付属長岡小学校3年の小林夏樹君は、みけんにしわを寄せて念を送った。ロボットの両腕が上下にパタパタと動くと顔がほころび、「ぼくが大人になったら、人を助けるロボットつくれるかなあ」と話した。

科学の祭典は2日まで。入場無料。（筒井竜平）

平成26年2月2日
朝日新聞
（30ページに関連研究記事）

赤ちゃんが最初に覚える味なんだかわる？

イラスト　ちゃい文々
＝子育てエッセイスト、新潟市在住＝

そうだったの科

お菓子はなぜおいしい？

甘味や油で幸せ気分に

Q　もうすぐクリスマス！　プレゼントも待ち遠しいけれど、ケーキも楽しみ。お菓子ってどうしておいしいんだろう。

A　人間の五感の一つ「味覚」は、いろんなものを食べていくことで、少しずつ覚えていくものなんだ。最初に覚えるのが、甘味。生後2カ月くらいからおいしいと感じるようだ。甘味は、生きるために必要なエネルギー源「糖」。だから感じやすい。代表は砂糖だね。

逆に苦味や酸味は、有害なものや腐ったものの味に似ているので、いろいろな味に慣れていない子どもは反射的に嫌う。人間は、さまざまな味に触れ、安全だと確認していきながら、おいしいと感じるようになる。大人になると好き嫌いが減るのも、いろんな味に慣れていくからなんだ。人間は体のエネルギーを得るために食べるから、おなかが減っているときは、特においしいと感じる。

Q　しょっぱいスナック菓子もおいしいよ。食べ出すととまらない。

A　スナック菓子には、味がいいと感じる「うま味」を凝縮した調味料が入っている。さらに油を使っているものが多い。エネルギー源でもある油を食べると、脳の中で「βエンドルフィン」という幸せな気持ちになる物質が出てくる。

でも、お菓子のおいしさは味だけじゃない。スナック菓子は、口当たりがサクサクしていて食べやすい。ケーキやクッキーだと、バターを使って風味をよくしている。お菓子は味、食感、風味などの要素すべてで「おいしい」と感じるように作られているから、食べ続けてしまうんだ。

Q　糖も油も体のエネルギー源なら、お菓子だけ食べていてもよさそう。

A　ちょっと待って。糖や油は確かに重要だけれど、食べ過ぎると体の調子がおかしくなる。例えば、砂糖の取り過ぎは、骨を作るカルシウムの働きを邪魔するんだ。また、糖や油を多く取ると、血液中の糖の量が増えて、「血糖値」をコントロールしにくくなったり体の調子が崩れる。糖尿病という病気の原因にもなるんだよ。

Q　何だか怖いね。おいしいからって、食べ過ぎないよう気を付けなきゃ。

A　そうだよ。おやつは食事で足りないものを補うと考えて。まずは、朝、昼、晩の三食をバランスよく食べようね。

（県立大学健康栄養学科の佐藤恵美子教授、長岡技術科学大学の中川匡弘教授＝感性情報学＝、長岡市の栄養士、松丸まきさんの話をもとにまとめました）

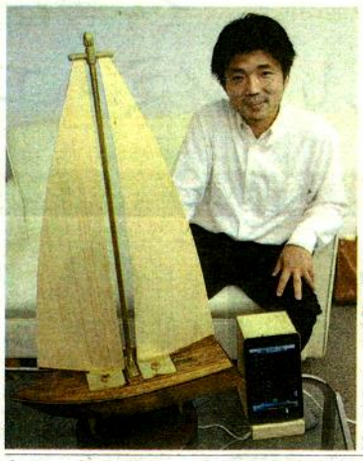
平成25年12月15日
新潟日報
（39ページに関連研究記事）

平成26年8月5日
読売新聞
（14ページに関連研究記事）

高周波音 脳に安らぎ

長岡技科大教授ら証明

専用再生機 医療に活用



帆船の形をした音響機器「凜舟」を紹介する日比野さん

音楽療法を研究している日比野音療研究所（新潟市）は、一般的なスピーカーでは再生できない高周波の音を発する音響機器を開発した。長岡技術科学大（長岡市）の研究グループが、耳では聞き取れない高周波の音に人間が「癒やし」を感じることを証明し、〝お墨付き〟も与えた。9月から売り出し、医療や介護の現場などで活用してもらう考えだ。

同研究所が売り出すのは、帆船の形をした音響機器「凜舟」。外装は、加茂市の桐だんす職人が県産の桐で作った。帆の部分は厚さ1・5～2ミリと薄く、そこから一般的なスピーカーでは再生困難な高周波音を発することができるのが特徴だ。

研究所代表で作曲家の日比野則彦さん（40）が凜舟の開発を手がけるきっかけになったのは、2008年に知人女性が乳がんで亡くなったこと。病状が悪化して、好きだった音楽を聴けなくなるのを目にした。米国のホスピスを訪れ、セラピストがハープで患者を癒やすのを見て高周波音の研究に着手。5年かけて昨年、完成させたという。

日比野さんは1月、完成した凜舟を同大の中川匡弘教授の研究室に持ち込み、実証実験をしてもらった。

20～70歳代の男女26人に、凜舟と一般的なスピーカーからそれぞれ高周波音が多い楽器音などを聞いてもらい、脳波の変化を測定。その結果、スピーカーより凜舟の方が心地よく感じることが証明された。独自の基準である「快」が平均で36％上昇し、「不快」は同55％減少したという。

凜舟は現在、県内2か所の病院で試験的に導入されている。日比野さんは「医療、介護の現場で、音楽によって緩和ケアを手伝いたい。体や心の具合が悪い人を少しでも励ますことができたら」と話す。

中川教授は「効果が証明されたことで、これからは高周波成分の音をキーワードに新しい産業が興るだろう」と期待している。

9月3日に県内と富山県で先行発売され、来年からは全国で販売される予定。1台に約10時間の高周波音の多い音楽が内蔵されており、要望に応じて中身を充実させることができる。価格は40万円（税抜き）。問い合わせは同研究所（025・378・2414）へ。

平成26年8月9日
日本経済新聞
（14ページに関連研究記事）

スピーカーで高周波音

離れた場所でも心地よさ

医療・介護施設向け販売

日比野音療研究所は新会社を設立し、開発したスピーカー「凜舟」を販売する

日比野音療研究所

鼓膜では聞き取れないとされる高周波の音を遠くまで伝えるスピーカーを使ったところ、聞き手が心地よさを感じたという実験結果を、日比野音療研究所（新潟市）と長岡技術科学大学の研究チームがまとめた。日比野研究所は新会社を設立し、医療や介護施設向けに新潟県と富山県限定で9月3日に発売する。2015年からは全国で販売する計画だ。

スピーカーは、作曲家の日比野則彦氏が運営する日比野音療研究所が、海外の緩和ケアなどを参考に開発した。商品名は「凜舟（りんしゅう）」。実験は、長岡科技大の中川匡弘教授のグループが行った。

凜舟はヨットの形をしたスピーカーで、桐を材料にした帆の部分が振動し、高周波まで再生できる。従来型の高級スピーカーに比べ、離れた場所でも高周波の勢いが衰えにくいという。

中川教授の研究室は、実験の参加者に、「快」「不快」「喜び」「怒り」などの感情を呼び起こす写真を見せ、脳のどこが強く活動したかを脳波で調査した。そのうえで凜舟を使った効果を比べたところ、「快」を感じると活性化する部分の活動が目立った。

人生の途中で病気などの理由により、聴覚障害になった人を対象にした実験でも、同じ効果を確認できたという。

耳では聞こえない周波数の影響についての実験は過去にもあったが、スピーカーという音の伝達方法に関して調べたのは初めて」（中川教授）。今回の実験で高周波の音が快適性にもたらす影響を数値化して示すことができたという。

日比野氏によると、帆のような曲面を描く形状がスピーカーの音を遠くまで伝達させるとみられており、そうした工夫については特許を取得している。1台設置すればかなり遠方まで音が聞こえるため、大きな施設でも限られた台数で効果が期待できるそうだ。

日比野音療研究所では今後、凜舟の製造販売会社を設立。スピーカーだけでなく、生演奏の音源10時間分と再生装置、アンプも合わせて新潟県と富山県で売り出す。

販売価格は40万円（税抜き）で、まずは年内に2県で約50台の販売を目指す。

平成26年8月31日
新潟日報
（14ページに関連研究記事）

"帆船"から心安らぐ音色

作曲家 日比野さん 再生装置を開発

人間が聞き取れない超高音域も再現できる帆船形の音楽再生装置を、音楽療法を研究する新潟市の日比野音療研究所代表で作曲家の日比野則彦さんが開発した。音色は健常者のみならず、聴覚障害者にも癒やしを与えることを長岡技術科学大の中川匡弘教授が証明。響きを生む帆の部分は国産の桐を用い、加工は加茂の桐だんす職人が手掛けた。

超高音域の音を含んだ、心を癒やす音色を再現できる音楽再生装置「凛舟」＝長岡市

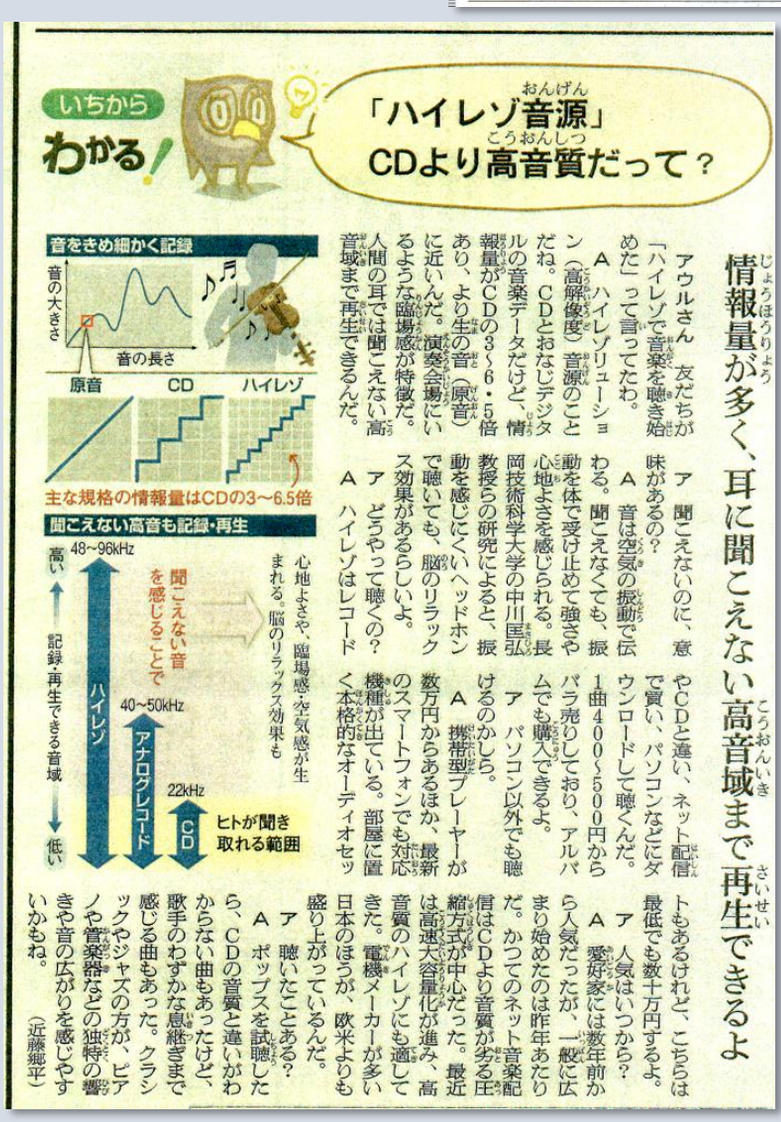
聴覚障害者にも効果

再生装置の名称は「凛舟」。闘病中の知人が大好きな音楽を聞くことさえ苦痛に感じている様子を見た日比野さんが、「安らぎを与えられる音作りをしたい」と研究を始めた。その中で日比野さんは、ハープの演奏で患者の呼吸を落ち着かせるセラピーを見学。「楽器の生演奏には超高音域も含まれている。それが癒やしの効果をもたらしたのではないか」と考えた。生演奏に近い響きを再現しようと、音を増幅するスピーカー部分には琴などに使われる桐を採用。加茂の桐だんす職人が船の帆の形状に加工した。

無意識下の脳波の変化を基に安らぎや不安などを計測している中川教授が、音色の効果を検証したところ、従来の高級スピーカーと比較して安らぎを感じる割合は35％向上し、逆に不安を感じる割合は55％減少した。同様の効果は聴覚障害者にも見られた。

凛舟は県内の医療機関で既に試験導入されている。3日に発売し、医療福祉施設を中心に普及を進める予定で、日比野さんは「在宅介護の人や介護者も利用して、心の安定に役立ててほしい」と呼び掛けている。

音源とスピーカーなどセットで40万円（税別）。法人対象の有料リースも行う。県内3カ所で体験会を開く。いずれも午後7時から、3日は新潟市民芸術文化会館、24日は上越市民プラザ、10月2日はアオーレ長岡。無料、要予約。問い合わせは日比野音療研究所、025（378）2414。



情報量が多く、耳に聞こえない高音域まで再生できるよ

アウルさん　友だちが「ハイレゾで音楽を聴き始めた」って言ってたわ。

A　ハイレゾリューション（高解像度）音源のことだね。CDとおなじデジタルの音楽データだけど、情報量がCDの3～6・5倍あり、より生の音（原音）に近いんだ。演奏会場にいるような臨場感が特徴だ。人間の耳では聞こえない高音域まで再生できるんだ。

ア　聞こえないのに、意味があるの？

A　音は空気の振動で伝わる。聞こえなくても、振動を体で受け止めて強さや心地よさを感じられる。長岡技術科学大学の中川匡弘教授らの研究によると、振動を感じにくいヘッドホンで聴いても、脳のリラックス効果があるらしいよ。

ア　どうやって聴くの？

A　ハイレゾはレコードやCDと違い、ネット配信で買い、パソコンなどにダウンロードして聴くんだ。1曲400～500円からバラ売りしており、アルバムでも購入できるよ。

ア　パソコン以外でも聴けるのかしら。

A　携帯型プレーヤーが数万円からあるほか、最新のスマートフォンでも対応機種が出ている。部屋に置く本格的なオーディオセットもあるけれど、こちらは最低でも数十万円するよ。

ア　人気はいつから？

A　愛好家には数年前から人気だったが、一般に広まり始めたのは昨年あたりだ。かつてのネット音楽配信はCDより音質が劣る圧縮方式が中心だった。最近は高速大容量化が進み、高音質のハイレゾにも適してきた。電機メーカーが多い日本のほうが、欧米よりも盛り上がっているんだ。

ア　聴いたことある？

A　ポップスを試聴したら、CDの音質と違いがわからない曲もあったけど、歌手のわずかな息継ぎまで感じる曲もあった。クラシックやジャズの方が、ピアノや管楽器などの独特の響きや音の広がりを感じやすいかもね。

（近藤郷平）

平成26年10月31日
朝日新聞
（16ページに関連研究記事）

第3種郵便物認可　朝日新聞　2015年

資金と技術と 産学連携加速

大学と企業が急接近している。大学は企業から研究費をもらう。企業は最新研究を生かした商品を開発する。国からの交付金が減る中、大学の生き残りをかけた「企業マネー獲得合戦」は今後も過熱しそうだ。

教育 2015

長岡技科大「心読む技術」人気

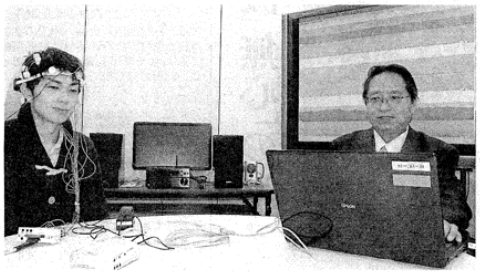
長岡市中心部から車で約20分の長岡技術科学大学（長岡市上富岡町）に、県内有数の産学連携の実績を持つ研究室がある。

中川匡弘教授(57)の「カオス・フラクタル情報数理工学研究室」だ。

実験室に入った。物音一つしない。1人の学生が座っていた。頭に20個ほどの電極を付けている。後ろに設置されたモニター画面に、電極で計測した三つの波形が映し出されていた。上から「快感」「不快感」「安心感」を表す波形なのだという。

スピーカーから音楽が流れ始めると、上と下の波形が大きくなった。逆に真ん中の波形は小さくなった。快感と安心感が2～3割増え、不快感が3～4割減ったのが一目瞭然だ。

「簡単に言うと、人の心を読み取る技術です」と中川教授は話す。中川教授は脳波をもとに人間の感じる快感・不快といった感性や怒り・悲しみなど感情の強弱をリアルタイムで数値化する技術を開発し、2002年以降、国内外で特許を取得した。



スピーカー（中央奥）から流れる音楽を聴いた被験者の感情を独自の手法で分析する中川教授（右）＝長岡技術科学大学

企業はこの技術に目をつけた。この10年間で、中川教授が商品開発をサポートした国内メーカーは約30にのぼる。

04年、大手スポーツ用品メーカーとテニスラケットをつくり始めた。テーマは「心地よい打球感」。商品化まで4年かかった。

このメーカーはこれまで、試作品を使ったテニス選手に使用感をアンケートして新商品を開発してきた。だが、担当者は「人の判断には主観が入るので、最も心地よく打てるラケットの重さは何グラムなのか、素材の硬さはどの程度なのかを把握するのは困難だった」と話す。

今回の開発では、2グラム刻みで重さを変えたラケットを選手や愛好家らに順番に使ってもらい、脳波をとった。中川教授は「人は本当に感じたことをそのまま開発担当者に言わないこともある」としたうえで、こう言った。「脳はうそをつかない」

中川教授との共同研究で培った心地よい打球感を生み出す技術は、プロテニスプレーヤーのクルム伊達公子選手(44)が使うラケットにも生かされた。

競争相手が先行していた分野で発売され、業界首位の売り上げになった商品もある。ユニ・チャーム（本社・東京都）の香り付き生理用品の「ソフィKiyora フレグランス」シリーズをはじめ、中川研究室からはシャンプーなど様々な商品が生み出された。

最近の事例では、大手電器メーカーの関連会社からの依頼で「ハイレゾ音源は通常音源より、聴いた人に快感を与えるのか」というテーマで共同研究した。

ハイレゾ音源とはハイレゾリューション（高解像度）音源の略で、人の聴覚では聞き取れない高音域のデータも含まれている音源だ。

中川教授は県内の男女10人を集めて実験した。脳波の動きから、ハイレゾ音源は通常音源より快感が2～3割増え、不安感や不快感が4割減ることがわかった。結果を受け、電器メーカーは昨年11月にハイレゾ音源対応の携帯型音楽プレーヤーを発売、人気を博した。

新大は減少傾向

民間企業からの研究資金

2004年の法人化以降、国立大の運営は文科省からの「運営費交付金」など国からの補助金と「外部資金」、「授業料・受験料収入」の三つでまかなわれている。財政難や少子化の中で、運営費交付金と授業料・受験料の減少は止められない。各大学は外部資金の獲得を狙う。

文科省によると、全国の国公私立大学などが民間企業から得た研究資金は、2013年度約390億円で過去最高。トップは京都大の約45億円（共同研究案件数871件）だった。

県内トップは長岡技科大の約2億2400万円（134件）で、新潟大の約1億2200万円（同）が続く。新潟大は09年度の約1億5700万円（126件）と比べて約3500万円減った。同大の担当者は「民間企業は景気の浮き沈みで研究資金が上下する。最近では企業から研究資金の提供がない『0円契約』も増えている印象だ」と話した。

■受け入れ資金額（民間企業との共同研究件数）

	2009年度	2010年度	2011年度	2012年度	2013年度
新潟大学	約1億5700万円（126件）	約1億4100万円（133件）	約1億4500万円（123件）	約1億900万円（113件）	約1億2200万円（134件）
長岡技術科学大学	約1億5600万円（117件）	約2億7700万円（134件）	約3億5300万円（133件）	約2億8500万円（142件）	約2億2400万円（134件）
上越教育大学	100万円（1件）	100万円（1件）	回答なし	回答なし	回答なし
新潟県立大学	30万円（1件）	受け入れ資金なし（0件）	受け入れ資金なし（1件）	受け入れ資金なし（0件）	受け入れ資金なし（0件）

国の予算 獲得難しく

中川教授の専門は「カオス・フラクタル理論」。気象データのような複雑で規則性や特徴を見いだしにくいものを分析し、規則性や特徴を数値化する「理論屋」だった。ただ、ものづくりを発展させる科学教育・研究施設として1976年に設立された長岡技術科学大学の第1期卒業生だったこともあり、「いつかはものづくりに貢献したい」と考えていた。

92年ごろ、研究室の大学院生と話し合っていたとき、「理論を脳波の分析に応用すれば、人の感性や感情を数値化できるのではないか」と思いついた。

目の前の大学院生の頭に電極をつけた。大学院生が持っていた芥川龍之介著「羅生門」を黙読させ、目を閉じて平常心を保った状態の脳波と比べた。思いつきは当たっていた。

長岡技科大で研究を続けて30年以上。「人を幸せにする技術を長岡から発信したい」と、企業との共同研究をしてきた。メリットは二つあると思っている。

一つは資金面。研究用機械の中には億単位の価格のものもある。だが、国の審査が必要な科学研究費ではそう簡単に予算を獲得できない。もう一つは、自分も研究室の学生も磨かれることだという。

「企業は厳しい競争に勝つため10年先を見据えた技術を要求してくる。要求に応えようとする過程で、技術レベルが上がる。学生も企業と打ち合わせを重ねる中で責任感や振る舞い方を身につけていく。自分が開発に関わった製品が社会に売り出されることで自信も得られる」　（古田寛也）

平成27年4月23日
朝日新聞
（3~5,8,16ページに関連研究記事）

「産学官金」地方創生で注目

野村証券

野村証券が仲介役として注力する、事業会社ニーズと大学・研究機関シーズのマッチングが顕著な成果を上げている。一つは昨年秋に導入したその仕組みにある。最初に企業ニーズをヒアリングし、野村証券が有する全国の大学・研究機関とのネットワークを使って合致する技術シーズを探し当てる。提携先は約200機関、研究者数にすると数万人にのぼるため、高い確率でヒットするというわけだ。

企業のニーズは多岐にわたる。なかでも知的財産化される前のシーズに興味を示すケースが多いという。金融公共公益法人部の小南欽一郎・公共公益法人課長は「大学・研究機関にとっても利点がある」と指摘する。知財化される前のシーズは膨大。そのなかから新な研究テーマを発見できるといった、研究者にとっても有益とみられるからだ。

野村証券のネットワークを通じて得た企業ニーズと大学・研究機関の事業化を想定したものや有望なシーズの蓄積データには、市場調査や将来予測なども加味され、データ量もさることながら、高い精度を誇っている。これに連携する科学技術振興機構（JST）の新産業創出プログラム、文部科学省の「大学発新産業創出拠点プロジェクト」（START）で5件の事業プロモーターを務める知見が加わる。

このような野村証券の産学連携は地域金融機関や自治体とも組んだ「産学官金」へと幅を広げている。折しも、政府は日本経済の再生向けて地方創生が掲げられ、この産学官金連携の重要性がうたわれている。科学技術の一層の発展と、その社会実装が強く求められる状況にある。

膨大データで「仲介」

「宇宙用下着を熱中症対策へ」と講演したJAXAの担当者

そこで、野村証券は、「学」の研究シーズの事業化に向けた具体的な取り組みを紹介し、研究シーズの活用と産学官金連携の参考にしてもらうため、5月28日に都内で初の「オープンイノベーションセミナー」を主催した。事業会社などから約130人が出席、そのうち約20人は金融機関からだった。

セミナーは▽「脳波を用いた感性計測を利用した売れる新商品開発」（中川匡宏・長岡技術科学大教授）▽「汚れ防止に有用な表面改質技術」（切通義弘・東大研究員）▽「竜巻・ゲリラ豪雨の予兆をとらえる革新的気象予測装置」（田島治・高エネルギー加速器研究機構准教授）――など、計5つのSTARTプロジェクトを紹介。

続いて、「あなたのビジネスにJAXAを使いませんか?」のテーマで、宇宙航空研究開発機構（JAXA）の担当者が講演する、盛りだくさんの内容となった。

産学連携の重要性が叫ばれて10年以上が経つ。これまで大学発ベンチャーとして新規公開株（IPO）も出てきた。野村証券の山口英一郎・常務執行役員は「研究者と企業の開発担当者との接点は少ない。この間を取り持つのが、われわれの役目だ。産学連携支援で日本経済の活性化に貢献したい」と話す。

平成27年6月8日
金融経済新聞

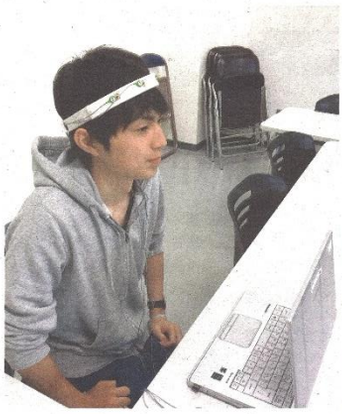
Fuji Sankei Business i.
昭和33年1月27日　第三種郵便物認可
日曜休刊
2015(平成27)年
6|5[金]
＜日刊20927号＞
※フジサンケイビジネスアイ

水素の時代をお届けします
Iwatani

先端技術ベンチャー 宝の山

金融機関 ロボ、バイオなどの投融資相次ぐ

金融機関の間で、医療関連など次世代先端技術の開発に携わる大学や研究機関、ベンチャー企業を支援する動きが相次いでいる。野村証券は企業、大学、地域金融機関の本格的なビジネスマッチング活動に着手。SMBC日興証券はベンチャーキャピタルファンドを立ち上げ、三菱東京UFJ銀行と日本政策金融公庫は提携し協調融資を始める。ロボットやバイオなど先端技術で市場開拓に挑むベンチャーは、事業が軌道に乗るまで時間がかかりリスクも大きいため、支援者はIT関連に注目しがちだ。こうした中、金融機関の雄が相次いで支援に名乗りを上げたことから、先端技術型ベンチャーが投融資先の主役に躍り出る可能性も出てきた。



長岡技術科学大は、脳波を解析した感性計測を活用した新商品を提唱

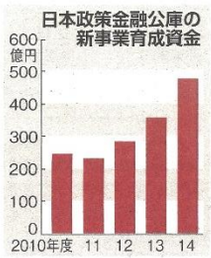
大学発ベンチャーの代表格、サイバーダインが開発した介護支援用ロボット

脳波で感性数値化

人間の脳波を解析して感性を数値化―。長岡技術科学大工学部の中川匡弘教授が研究を進める技術で、爽快感を高めたシャンプーや打球感が気持ちいいテニスラケットなどが開発されている。

続いて大学の教授・研究員らが登壇し、自ら取り組む最先端技術を紹介。「どういった領域の商品開発に結びつくのか」といった点をアピールした。野村証券が5月28日に開催した「野村オープンイノベーションセミナー」の一こまだ。

同社を傘下に置く野村ホールディングスは、科学技術振興機構が進める「大学発新産業創出プログラム」に参加している。大学発ベンチャーの起業前段階から政府資金と民間企業の事業化ノウハウを組み合わせ、新技術の事業化を後押しする取り組みで、原則として3年以内でのベンチャー立ち上げを目指す。野村が支援するのは5つのプロジェクトだ。



この日、セミナー会場に集まったのは約100人。先端技術の導入に意欲的な企業や地域金融機関などの関係者だ。野村が目指すのは産学官に金融を加えた連携。地域密着の金融機関が構築したネットワークを活用すれば、事業化への道筋がより明確になるとの判断に基づく。

登壇者はこれまでの実績を踏まえ今後の事業計画を発表、参加者も熱心に耳を傾けた。野村証券の小澤育夫・公共公益法人課主任研究員は「マッチングが進み、結果として地域経済の活性化に発展することを期待したい」と語る。

大学発に再び注目

2005年をピークに大学発ベンチャーの設立数は減少に転じた。しかし、ここにきて再び注目度が高まっている。東大発でミドリムシを使った栄養食を開発するユーグレナや、筑波大発でロボットスーツを製品化したサイバーダインといった先端技術型ベンチャーが新興市場に上場し、投資家から高い評価を得ているからだ。

両社の上場支援に携わったSMBC日興証券は4月、「次世代日本先端技術育成ファンド」を設立した。ベンチャー投資の比重はIT系に偏りすぎており先端技術型への支援は少ない。こうした現状を踏まえ「技術立国である日本の存在価値を際立たせたい」（折田中・ホールセール企画部第二業務課長）という理由で立ち上げた。出資者は日本たばこ産業や三井不動産、ロート製薬、吉野家ホールディングスなど多彩。資金だけではなく、経営ノウハウや施設・設備の提供、人材の支援を行う。

メンバーにはユーグレナも名を連ねる。同社の出雲充社長は起業後、伊藤忠商事での扱いが決まるまで営業に行った500社全てに断られた経験を持つ。どん底の状態からいかに上昇したのか―。その経験値に対するベンチャーの期待度は大きい。

▶ 3面に続く

平成27年6月5日
フジサンケイビジネスアイ

息づく創業の精神 野村の90年

産学連携支援 新産業輩出し雇用創出

人口の首都圏一極集中と地方経済衰退の解決は、日本経済の健全な発展のための大きな課題だ。地方活性化の鍵は雇用機会の創出。そのためには地方発のビジネス開拓や起業をバックアップする仕組みが不可欠になる。野村ホールディングス（HD）は、大学や研究機関に眠る知的財産や技術とビジネスのマッチング事業とともに、科学技術振興機構（JST）の補助金事業に事業プロモーターとして参加するなど産学連携活動を活発化している。

産学連携の取り組みは社会から認知されつつあるが、それがビジネスにつながったケースや大学発ベンチャーがIPO（新規株式公開）するまでに成長したケースとなると、ごく少数に限られるのが実情だろう。それほど大学や研究機関発のシーズと企業ニーズをマッチングさせて、事業として成立させるのは難しいとも言える。

大学知財の事業化支援

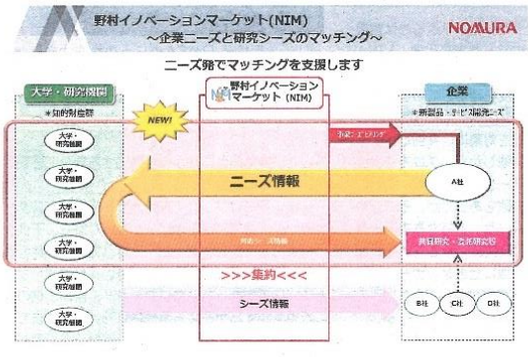
野村証券は遺伝子医薬の実用化を目指していた大阪大学発ベンチャー、アンジェスMG（大阪府）のIPOを支援した経験から、大学の持つ知財活用にいち早く着目し、2003年に公益法人サポート室を設置、事業化に向けた支援を行ってきた。

その後、04年に国立大学法人化が始まると、国立大学は財務の健全化を迫られ、保有する特許などの知財を大学経営に生かすことが急務となった。太野敦幸・金融公共公益法人部長は「当社は全国の営業店を通して各地の大学とのネットワークがある。大学と産業界との接点を作り知財のビジネス化に向けて支援してきたノウハウと知見を生かすことで、将来のIPOなども見据えて一貫したサポートを行うことができる」と話す。

世の中に新しい企業を輩出していくことは地方創生の観点からも重要だ。雇用の受け皿となり、事業の継続・拡大を通じて地域を活性化する。野村は全国で産学の懸け橋として地域の経済発展に貢献しようとしている。

その一環として、大学や研究機関が持つ研究シーズと企業ニーズの橋渡しを行うプラットホーム「野村イノベーションマーケット・ウェブ（NIM―web）」を開設している。「大学の特許情報は権利保護などが目的なので専門用語が多く、専門家でなければ理解が難しい。当社が目利きとなって、平易な表現に『翻訳』し約1400件の知財情報を掲載、ビジネスサイドにつなげている」（太野部長）。野村証券は約200の大学や研究機関と定期的にコンタクトすることで数万人の研究者につながるネットワークを有する。さらに、多様化する企業の新製品・サービス開発ニーズも把握している。「企業ニーズを起点に有望なシーズを絞り込みマッチングを図ることでビジネスの芽はたくさん出てくる」と太野部長は期待している。

長岡技術科学大の中川研究室による感性計測ギアのデモ



産学連携の要となるＮＩＭのイメージ（野村証券の資料より）

長期育成方針に評価

もうひとつの産学連携活動は「大学発新産業創出プログラム（START）」への参画。野村HDは、13年度に事業化ノウハウを持つ機関である「事業プロモーター」に採択され、以下の５件の事業化案件を手掛けている。

東京大学大学院・石原一彦教授「たんぱく質が付着しない医療機器表面のコーティング」▷鳥取大学大学院・汐田剛史教授「低分子化合物による体内での肝臓再生」▷長岡技術科学大学・中川匡弘教授「脳波の解析による感性計測装置」▷高エネルギー加速器研究機構・田島治准教授「電波観測技術の応用による超早期の異常気象予報」▷筑波大学・西川博昭教授「超低消費電力プロセッサによる長寿命・高信頼センサーシステム」

START事業担当の濵田隆徳・金融公共公益法人部次長は「当社は事業プロモーターでは唯一の証券会社として長期の視点で事業化をサポートし、IPOやM&A（企業の合併・買収）までつなげていく」と言う。長期育成という方針が評価され大学・研究機関からは事業プロモーターに野村を指名するケースも多い。

今年５月に野村HDは、第１回の「オープンイノベーションセミナー」を開催し、先に挙げたSTART事業案件について説明を行った。事業会社を中心に予想を上回る盛況で「個別に相談を希望する参加者もいて関心は高かった」と太野部長は手応えを感じている。13年度採択案件は今年度で補助事業が終了する。「年度末までには、ベンチャー企業を立ち上げる予定」と計画は着実に進んでいる。

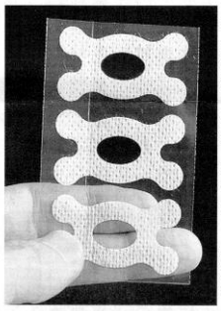
平成27年9月18日
フジサンケイビジネスアイ

唇にテープ貼り 集中力アップ

岡山大 長岡技術科学大 中川教授が検証

唇にテープを貼ることで、勉強や仕事への集中力がアップするかどうかを検証する実験を長岡技術科学大の中川匡弘教授（感性情報学）が行い、記憶をする際などに効果があることを数値で証明した。神奈川県相模原市の健康機器会社「BA合同会社」が考案した商品「マスクインマウステープ」の実験結果として発表した。中川教授が手掛ける脳波の感性診断により、10人の被験者がテープを貼った場合と貼らない場合で脳波の状況を解析。百マス計算などの問題を解かせたところ、テープを貼った場合には記憶力が平均11・6％高まり、計算力も3・4％高くなった。逆に素早さを求める即応力は15・3％低下した。個人によるばらつきはあるが、脳波は全員が活性化したという。

テープは中川教授が2年前に発表したガムをかむことで集中力が高まる研究をヒントに同社が考案した。幅4㌢のポリエステル不織布で、合わせた唇が開かないように貼る。中川教授は「テープを貼ることで唇に若干の刺激を与え、集中力アップにつながっている」と説明した。【金沢衛】



検証に使用したテープ商品＝長岡市で

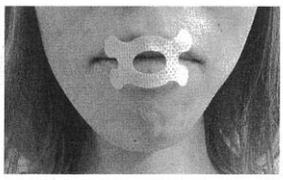
平成27年11月18日
毎日新聞
（23ページに関連研究記事）

口にテープ、集中力アップ

長岡技科大、ＶＢと開発

長岡技術科学大学（長岡市）の中川匡弘教授は、ヘルスケア器具開発のベンチャー、BA（相模原市）と共同で口に貼って集中力を高められるテープ＝写真＝を開発した。同大の脳波試験によるとテープを貼らない場合と比べ、記憶力テストでは12％、計算力テストで3％集中力が上がったという。

中川教授は人の心の動き「リアルタイム感性」を数値で判断する手法を研究する。BAが開発したテープ感のない最適な形状や粘着法を助言した。



オープン価格で6枚入り330円（税抜き）を想定する。ネットや雑貨店、ドラッグストアで12月から販売を始める。

職場や学校でストレスが高まると集中力が低下する。仕事や受験勉強での需要を見込む。マスクを上から付ければ目立たないという。

平成27年11月12日
日本経済新聞
（23ページに関連研究記事）

2015年（平成27年）12月3日（木曜日） 社会 28

口にテープ 記憶力向上

神奈川の企業開発

長岡技科大 中川教授検証 脳波解析、1割伸びる

あす発売

口にテープで記憶力アップ。長岡技術科学大学の中川匡弘教授（57）＝感性情報工学＝は2日までに、神奈川県の企業が開発したマスクインマウステープについて、記憶力や集中力が高まる効果があるとする検証結果をまとめた。脳波の変化を解析すると、貼らない場合と比べ、平均で記憶力が約1割アップした。

テープは、ヘルスケア器具開発のBA合同会社（相模原市）が中川教授と共に開発を進めてきた。アルファベットの「X」のような形をしており、テープを着けても水分の摂取や小声でとによる違和感などのた会話も可能。口呼吸の人には使いづらい面もある。効能は2～3時間持続するという。3種の試作品について、技科大の学生らに縦横に並んだ数字の足し算、引き算などを繰り返す百ます計算などをしてもらい、結果を比べた。

中川匡弘教授が記憶力向上につながるとする検証結果をまとめたマウステープ

学生ら10人への試験では、「記憶力は平均11・6％、計算力は3・4％向上した。一方、即応力（素早く判断する力）は15・3％下がった。中川教授は「神経が集まっている口の周りに適度な刺激が加わったことで、集中力が高まった結果ではないか」と分析した。

中川教授はこれまで、脳波を計測し、人の感情を独自の計算式で数値化することに成功。ヨネックスやソニーなどの製品開発にも携わってきた。今回開発されたテープについては「英単語の記憶などには有効だ」とする一方、「口に貼ることによる違和感などのため、反射神経を要するような作業にはマイナスに働く場合がある」と話した。

テープは4日からインターネットで販売される。6枚入り350円、12枚入り680円（いずれも税込み）。

平成27年12月3日
新潟日報
（23ページに関連研究記事）

BA合同会社 集中力上げるテープ

BA合同会社（相模原市緑区西橋本、服部光彦社長、☎042・812・7710）は12月4日（金）から、唇に貼るマウステープ「マスクインマウステープ」を発売する。

同テープをマスクの内側の口に貼ることで、唇に若干の刺激を与え、集中力アップが期待できる。また、就寝時は縦貼りにして鼻呼吸を促進し、口内乾燥を防止する。皮膚に負担の少ない医療向けシリコーン粘剤を採用しているため、長時間着用できる。

42×45㍉サイズの「マスクインマウステープ」

長岡技術科学大学の中川匡弘教授によると、テープを貼った状態では脳波の活性化が見られ、記憶力や論理力などのトータルの集中力が向上するという。特に、午後の遅い時間といった脳が疲労を感じているときは、総合的な集中力が、参考値ではあるが90％アップするとの考察がなされている。

同社のホームページから購入可能。予定価格はいずれも税込みで、学生向けのうさchanX（6枚入り）は350円、通常のOxhinno（12枚入り）は680円となっている。

平成27年12月1日
ラベル新聞
（23ページに関連研究記事）

平成28年3月1日
新潟日報
（32ページに関連研究記事）

新潟日報　2016年(平成28年)3月1日（火曜日）　県内経済　6

医業種に挑む ◀3▶

「成長」をつかめ

長岡技科大・中川匡弘研究室

感性計測装置

商品の使用感 裏付け

脳波解析 個人利用も想定

内側に四つの電極が付いたはちまき状の装置を、被験者が頭に装着し、好きな食べ物の写真を見た。脳内を流れる微弱な電波がデジタルアンプで増幅され、無線通信でタブレット端末に情報が送信された。端末には、喜びや怒りなどの感情、心地よさや不快感といった感覚が棒グラフでリアルタイムに表示される。写真を見た被験者の反応は「快」「好き」の値が大きくなった。

長岡技術科学大（長岡市）の中川匡弘教授の研究室は2015年夏、脳波から人の感情や考えを読み取ることができる感性計測装置を開発し「アクティブ・ニューロ・ウエア」と名付けた。商品の使い心地や快適さといった感覚を科学的に裏付けることができる。

感性計測装置を普及させるため、4月にも大学ベンチャーを設立する。役員の1人に就任する予定の中川教授は「地域に根ざした新しい産業が生まれるきっかけにしたい」と意気込む。

◇

ベンチャーでは、新商品の使い心地や顧客の反応を調べたい企業に計測装置を貸し出してデータ解析をしたり、測定業務を請け負ったりする予定。初年度は10～20件の貸し出しと4、5件の測定業務の受注を目標に掲げる。

大学ベンチャーの設立を予定する長岡技術科学大の中川匡弘教授＝開発した感性計測装置（手前）が事業の要だ＝長岡市の同大

さまざまに想定される装置の利用方法の中でも各企業が注目する医療や介護、健康分野での活用に期待を込める。

将来的には自分のストレスを測ってメンタルヘルスケアに使うなど個人での使用も想定している。

中川教授は降雪予想や声の性質の分析などをしていたが、30年ほど前から脳波に関する研究を進めてきた。いずれも自然や生体の複雑な性質を数学的に捉える「カオス・フラクタル理論」を応用している。

中川教授の脳波研究が企業に注目されるようになったのは、首都圏で開かれる技術系の見本市に出展するようになった約10年前。企業から共同研究を持ちかけられ、これまでに化粧品や自動車、食品など大手30社以上に協力してきた。「より高音質の音楽プレーヤーとヘッドホン」「打ったときにより爽快なテニスラケット」など、商品の使い心地の学術的な裏付けが得られることで、企業は研究成果をPRにも利用している。

◇

感性計測装置は技術革新により脳波を増幅する電極の数を大幅に減らすことに成功。3Dプリンターの登場で試作品の製作も簡単になった。大学ベンチャーの設立は、2013～15年度の文部科学省「大学発新産業創出拠点プロジェクト」の事業でもある。

中川教授は「企業との共同研究に比べ、ベンチャーなら主導権を握って新しいことに挑戦できる。長岡発の企業をつくり、地域活性化につなげたい」と語る。

ただ、ベンチャーのため、資金や人材の確保は簡単にはいかないとみる。脳神経の立場から消費者心理や行動を読み解こうとする研究は既に活発に行われており、解析技術の流出にも気を配る必要がある。中川教授は「地元の伝統技術と組み合わせ、付加価値の高い商品を作っていきたい」と力を込めた。

平成28年6月11日
新潟日報

大学と企業結ぶ行員に

大光銀 長岡技科大の活動学ぶ

大光銀行（長岡市）は10日、包括連携協定を結ぶ長岡技術科学大学の保有技術や、商品開発への技術の活用事例について学ぶ研修会を長岡市の大光銀行5号館で開いた。支店長ら約100人が参加。同行の取引先企業の課題解決や海外進出のために、大学の技術、ネットワークをどのように生かせるかを考えた。

長岡技科大が保有する技術などを学んだ研修会＝10日、長岡市東坂之上町1

新製品や新技術の開発など企業の成長を後押しする役割が金融機関に求められる中、研修会は、さまざまな研究分野を持つ長岡技科大と企業とのつなぎ役を担う行員の意識を高めようと行われた。

研修では、脳波の変化を分析することで人間の感情や感性を解析する技術を使い、テニスラケット、シャンプーなどの商品開発に活用した事例のほか、長岡技科大の国際ネットワークを使った企業の海外展開支援などについて学んだ。

大光銀は「大学に相談することに壁を感じる経営者もいる。大学どの分野の専門家に相談すればよいかを行員が判断できるようにしたい」としている。

平成28年6月30日
毎日新聞
（32ページに関連研究記事）

第3種郵便物認可　（日刊）

「感性計測装置」を手にする中川匡弘教授＝21日、長岡技術科学大学

「感性計測装置」販売へ

長岡技科大・中川教授

大学ベンチャーを設立

長岡技術科学大学（長岡市）は21日、中川匡弘教授（58）＝感性情報工学＝が開発した「感性計測装置」を販売する大学ベンチャーを設立したと発表した。同装置は、脳波から人の感情や考えを読み取る機能があり、脳波で制御する電動車椅子などへの応用が期待される。商品の使用感などの数値化も可能。既に国内の自動車機器メーカーと製紙会社から引き合いがあり、9月にも納品する。

「アクティブ・ニューロ・ウエア」と名付けられた装置は鉢巻き状で、内側に取り付けた電極が脳波の微弱な電波を計測し、無線通信でタブレット端末などにデータを送る。データは独自の手法で解析され「心地よい」などの感覚が瞬時に数値化される。

中川教授はヨネックス（東京）の打感が良いとされるテニスラケットなど30社以上の製品開発に携わってきた。今回は文部科学省の大学発新産業創出拠点プロジェクトの一環で起業。本社を長岡市内に置き、技術科大を研究開発拠点とする。装置販売のほか、データ解析や保守点検、装置の貸し出しなどを業務とする。

価格は1台300万円から。電通（東京）が営業を担当し、2016年度は売上高4千万円を目指す。中川教授は「産学連携を進め、地域活性化につなげたい」と語った。

平成28年6月22日
新潟日報
（32ページに関連研究記事）

人の感情 その場で解析

長岡技術科学大教授

計測装置、商品化

長岡技術科学大の中川匡弘教授（58）＝感性情報学＝が、脳波から人の感情を数値化して読み取る「感性計測装置」を商品化した。人がどう感じているかをその場で解析できるシステムで、企業の新商品開発や新たなサービスの企画などへの活用が期待される。【金沢樹】

商品開発への活用期待

脳波から「喜怒哀楽」き、検出した数値は「快感」「安心感」電子端末などに無線送などさまざまな感性を解析する中川教授の研究は、これまでに30社以上の企業での商品開発に生かされてきた。音響装置やテニスラケット、シャンプー、電子機器など分野は広範囲にわたり、製品の効果や印象を選択付けるデータの計測、解析などに活用されてきた。

今回商品化した「アクティブニューロウエア」は、脳波を検出する接点を内蔵した鉢巻き状の装置。これまでの企業との共同研究による蓄積を凝縮した。被験者に簡単に装着できるシステム全体で100万円近い価格になるというが、既に自動車機器メーカーと製紙会社の2社と成約見込みだという。今後は「念ずれば動く」車いすや支援ロボットなどの医療機器、脳波で操作するゲーム機などへの応用も視野に入れ、開発を進めていく考えだ。

信して即座に解析することができる。従来の1000人規模のアンケート調査と同等の結果が、10人程度を計測しただけで得られるといい、企業の新商品開発のスピードアップにも貢献できるという。

中川教授は今春、ベンチャー企業「TOPFEE（トフィー）」を設立し、同システムの販売を開始。装置とシステム全体で100万円近い価格になるというが、既に自動車機器メーカーと製紙会社の2社と成約見込みだという。今後は「念ずれば動く」車いすや支援ロボットなどの医療機器、脳波で操作するゲーム機などへの応用も視野に入れ、開発を進めていく考えだ。

開発した感性計測装置を手にする中川教授＝長岡技術科学大で

平成28年12月6日
新潟日報

コンサル業TJ（妙高）最優秀賞

第四銀 事業プランコンテスト

第四銀行は5日までに、県内を中心に法人・個人から、IT関連や農業の6次産業化、介護分野など計60件が寄せられた。外部審査員らによる審査会で優秀賞4件を選定し、その中から最優秀賞が選ばれた。

TJの事業プランは、航空産業の大手企業と県内企業を結ぶためのサポートを行うもの。大手製造業で航空分野に携わった経験を持つ東條代表が、大手の求める製品を県内産地に紹介し、大手には県内企業の技術力を伝え、新たな取り引きを生み出す。

2日に第四銀行本店で表彰式があった。東條代表は「県内には航空関連の部品を作ることができる企業が多く、可能性がある。ただ大手には知られていないので互いを結んで良い関係をつくりたい」と話した。

主催するビジネスプランコンテスト「にいがた創業アワード」の最優秀賞に、妙高市のコンサルティング業TJ（東條拓巳代表）を選んだと発表した。第四銀は今後、優秀賞以上の4社に販路拡大や人脈づくりのサポートをする。

アワードは今年初開催。

優秀賞受賞は次の通り。

あいすくむり（長岡市）、TOFFEE（同）、フラー（千葉県柏市）

にいがた創業アワードで最優秀賞を受賞したTJの東條拓巳代表

新潟日報 2017年（平成29年）1月3日（火曜日） ふむJ3

人の感情を数値化

快感や不安を脳波で計測
多くの商品開発に活用

今、何を感じているかー。人の脳波から読み取って数値化する技術が、さまざまな商品開発で活用されている。中川匡弘・長岡技術科学大学教授（58）＝感性情報工学＝は、その「感性計測装置」を開発し、特許を取得。ボールの打ち心地が良いテニスラケットなど、30社以上で商品開発に携わってきた注目の技術だ。医療や介護の分野などで新たなコミュニケーションツールとしての普及を広げるため、昨年から装置の販売に乗り出している。

装置は「アクティブ・ニューロ・ウェア」と名付けられ、カチューシャのような形をしている。頭に装着すると内側の電極が脳波の微弱な電波を計測し、何かを見聞きしたり、触ったりした時などの変化を読み取る。このデータを独自の理論で解析。「楽しい」「リラックス」「不安」といった感情、感覚を数値としてはじき出し、端末に表示する。

この仕組みを使って中川教授が開発に関わった商品はさまざま。打感のいいテニスラケット（ヨネックス）のほか、爽快感を高めたシャンプー（サンスター）、優しさを感じる生理用品（ユニ・チャーム）などがある。携帯音楽プレーヤー（ソニー）にも関わり、高音質の「ハイレゾリューション（ハイレゾ）」と呼ばれる音源が快感や安心感を高めることも検証した。

中川教授は昨年6月、文部科学省が、将来性の高い技術の事業化を支援するプロジェクトを活用して、装置を販売する大学ベンチャーを設立した。現状では1台300万円からと高額だが、今後、低価格化も追求しながら「誰でもどこでも気軽に使える装置にし、コミュニケーションの手段の1つにしたい」と話す。

医療、介護分野への応用が期待される。病気などで声を失い、体も十分に動かせない人や認知症の人にとって、装置は家族らとの意思疎通の手段になる。

また、人の内面には、恋をしている時の高揚感など「言葉では表現し尽くせない豊かな感性がある」と中川教授。装置は脳波の変化を見せ、相手に感性を伝える新しいコミュニケーションツールとしての活用も考えられる。

ただ、「脳波はうそをつかない」ことが逆にネックになることもある。感情があらわにされることは、時に不都合になることもあるからだ。中川教授は「装置をどのように使うかは、本人だけが決められるようにしなければならない」と話している。

長岡技科大
中川 匡弘教授

なかがわ・まさひろ　1958年、京都府生まれ。82年、長岡技科大大学院電子機器工学専攻修了。同大工学部助手などを経て2015年から現職。日本学術振興会専門委員、科学技術振興機構専門委員などを務める。

中川教授が開発に関わった主な商品

- 打ち心地の良いテニスラケット
- 爽快感を強く感じるシャンプー
- ハイレゾ音源対応の携帯音楽プレーヤー
- 優しさを感じる香り付き生理用品
- かむと集中力が高まるガム
- 聴覚障害者にも使いやすい高速道路非常電話
- 音の心地よさを高めたスピーカー
- 口に張ると集中力が高まるテープ
- 一人一人の好みに合う化粧品
- 着心地のよい服の素材

中川匡弘教授が開発、販売している感性計測装置

感性情報工学

人の感性を数値化する技術をものづくりなどに応用する研究。脳波を計測、数学の「フラクタル理論」に基づいた特殊な方法で解析して感性を数値化する技術は、2002年に特許を取得した。研究では脳波データに含まれる相似性に注目して感性を読み取り、消費者の潜在的なニーズに合わせた商品開発に生かしている。

平成29年1月3日
新潟日報（「ふむふむJ」新年特別号）
（3~5, 8,12～14,16,17,23,29,32,41ページに関連研究記事）

音の「ぬくもり」探る

音響工学 周波数 制限なく記録

レコードファンのほとんどが、コンパクトディスク（CD）などのデジタル音源よりも、音に「ぬくもり」「柔らかい」と言う。本当にそうなのか。県内の研究者に聞いてみた。

レコードとCDの最大の違いは、アナログかデジタルかという記録方法の違いだ。レコードは録音された音源が制限なく盤面の溝に刻まれている。一方、一般のCDは記録できる容量が限られるため、人が聞こえる上限とされる周波数（約20キロヘルツ）を超えた部分はカットして制作されている。これがレコードの方が「音がいい」と言われる理由の一つだ。

自らも1970年代の音楽ファンという新潟大工学部の坂本秀一准教授（音響工学）は「周波数をカットしていたとしても、技術的には音のゆがみなどの濃さはCDの方が小さいはず」と話す。

携帯性などもレコードより優れていることから、CDが現在も普及し続けていると指摘。ただ、「音のゆがみがあった場合でも、レコードの方が人にとって違和感がないのかもしれないですね」という。

感性情報工学 脳波の〝安心感〟3倍

一方、聴く人の感性からみるとどうか。

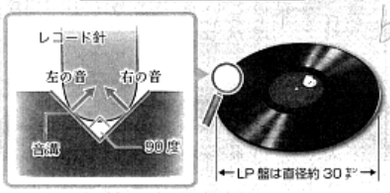
長岡技術科学大の中川匡弘教授（感性情報工学）は人が聞こえる範囲を超える周波数の「音」を聴いたときの脳波を解析して、「快」「不快」を計測する感性計測装置を開発。「高音質のデジタル音源「ハイレゾリューション（ハイレゾ）」の製品開発を行った大手電機メーカーにも協力している。

中川教授は「解析では、聞こえないはずの音に脳波が反応している」と説明。その脳波から感性を評価した結果、CDなど圧縮が大きいデジタル音源を聴いた場合と比べて「安心感が3倍ほどになった」という。

技術的にはレコード音源からハイレゾ化も可能になっており、中川教授は「より原音に近いレコードは宝の山なんですよ」と笑う。

ただ音質は、アンプやスピーカーなど再生機器の質によるところも大きい。坂本准教授は「レコードを探したり、オーディオ機器を吟味したりと苦労があってこそ、より満足感が得られる。その意味でもレコードが見直されているのでは」と話した。

ステレオレコードの仕組み



細い溝に凝縮

レコードは、ダイヤモンドでできたレコード針が盤面に刻まれた細い溝をなぞって、その振動を電気信号に変換、アンプなどを通して再生する仕組み。ステレオレコードの場合、針は溝の右と左からそれぞれ音を拾っている。高い音は細かく刻み、低い音は大きく揺れるようになっている。

平成28年1月10日
新潟日報・夕刊
（16ページに関連研究記事）

DAISHI BANK
2016
にいがた
創業アワード
受賞者のご紹介

第四銀行は地域の活発な創業を応援するために、
創業や第二創業の事業モデルを公募して表彰する
「にいがた創業アワード」の取組みを今年度から始めました。
全部で60件もの応募を頂いた中から栄えある第一回の
アワードに表彰された事業をご紹介します。

「だいし」はにいがたを元気にする創業をサポートしていきます。

第四銀行
●お問い合わせ／
第四銀行 コンサルティング推進部
TEL.025-229-8180

「感性計測サービス」で、より良い生活に貢献する

中川匡弘さん
（なかがわ・まさひろ）

1958年、京都府出身。長岡技術科学大学教授、工学博士。「株式会社トフィー」代表取締役。地域（ローカル）に根ざして国際的（グローバル）に活躍できる人材の受け皿になれる「グローカル企業」を目指す。

長岡技術科学大学工学部の中川匡弘教授（59）は、従来の脳波解析では困難だった「好き嫌い」などの「感性」を、独自の手法でデータ化する脳機能計測装置を開発。10人程度の調査で1000人規模のアンケート調査と同等の分析を可能にしました。これまで「打ち心地のいいテニスラケット」「爽快感の高いトニックシャンプー」などを関係機関と共同開発しています。

昨年、感性計測装置「アクティブニューロウエア」を新開発。福祉や医療など幅広い分野でこの装置を提供し、利用者の生活の質の向上に貢献するため株式会社トフィーを設立しました。

頭部に装着する「アクティブニューロウエア」は誰でも簡単に操作ができるうえ、解析結果がリアルタイムで分かります。「感じたことを数値化し、相手にダイレクトに伝えることが可能です」と中川教授。

長岡技科大1期生として出身地の京都から新潟に移り住んで約40年。地元企業との製品共同開発はもちろん、「優秀なIT人材が地元で働ける雇用の創出にも力を注ぎたい」と力強く話してくれました。

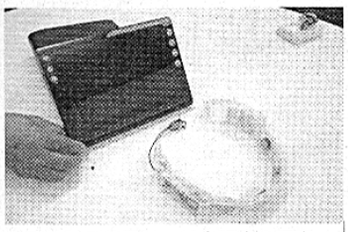
株式会社 TOFFEE
長岡市長町1-216-402
http://www.toffee.jp/

平成29年1月15日
新潟日報
（32ページに関連研究記事）

人の感性を計測・数値化

長岡技科大発ＶＢのトフィー

長岡技術科学大学発ベンチャーのＴＯＦＦＥＥ（トフィー、長岡市）は人の感性を計測・数値化し、企業の商品開発などを支援する事業を拡大する。共同開発や受託研究先をまず3月までに6社に拡大。年間10社に増やす。計測装置の低価格化も進め、今後は介護用など一般向けにも売り出す方針。ベンチャーキャピタル（ＶＣ）からの出資を受け事業を拡大し、6～7年後に新規株式公開（ＩＰＯ）を目指す。



感性計測装置は、10人程度の調査で1000人ほどのアンケート調査よりも正確な分析結果が得られる

企業の商品開発支援拡大

介護向け装置販売も視野

トフィー社長で長岡技科大の中川匡弘教授は独自開発の専用装置を装着して人の脳波を計測・解析し、感性を数値化する研究を手掛ける。使用した製品や色、香り、音などに対し、その瞬間に何を感じているかを客観的に捉えられるという。

中川社長は「バイアスがかかるアンケートとは異なり、脳はウソをつけず分析結果の正確性が高い」と話す。10人程度の調査で1000人規模のアンケート調査と同レベルの分析が可能で、ソニーやユニ・チャームなど大手企業の商品開発につなげた実績がある。

先進的な研究をする地方大学の知的財産を発掘して支援することで将来のＩＰＯ需要などを取り込もうとする野村ホールディングスと連携し、2016年4月にトフィーを設立。企業と連携した新製品・サービスの共同開発や、感性の計測・測定に関する受託研究を事業の柱として育成する。

現在は県内大手製造業など2社から開発案件を受注している。高付加価値の紙の開発を目指す製紙会社などとの交渉も進めており、17年3月までにさらに4社からの受注獲得を見込む。開発や営業に携わる要員を順次増やし、今後2～3年で年10社程度の新規受注を目指す方針だ。

トフィーが開発した感性計測装置「アクティブニューロウエア」は小型・軽量で手軽に活用できる点が特長。価格は約300万円で、現在は研究用などだが、将来は一般消費者向けにストレスチェックや介護用として販売したい考え。事業拡大に伴う大量生産で数万円台にまで価格を引き下げることができた段階で市場に投入したいという。

同社によると、感性測定の国内市場は100億円以上と想定されている。ウエアラブル端末の普及などもあり、感性測定の需要は拡大する可能性が高いとみる。事業拡大に向け新潟ベンチャーキャピタル（新潟市）に打診し、年内にも出資を受ける可能性がある。今後は他のＶＣからも資金を調達する予定だ。

トフィー設立初年度の17年3月期の売上高は4000万～5000万円にとどまる見通しだが、受託研究の拡大などで来期以降は1・5～2倍の成長を見込む。事業が軌道に乗れば「6～7年後にＩＰＯやＭ＆Ａ（合併・買収）などによるイグジット（投資回収）につなげたい」（中川社長）考えだ。

平成29年1月25日
日本経済新聞
（32ページに関連研究記事）

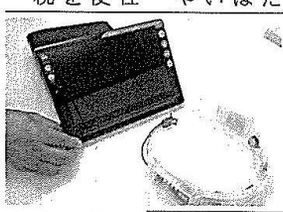
感性測定器で商品開発支援

トフィー

【新潟】長岡技術科学大学発ベンチャーのＴＯＦＦＥＥ（トフィー、長岡市、中川匡弘社長）は人の感性を数値にして、企業の商品開発などを支援する事業を拡大する。共同開発や受託研究先を増やす。計測装置を安くして介護用など一般向けにも売り出す方針。

中川社長は同大教授で、独自の感性計測装置「アクティブニューロウエア」で脳波を計測し、感性を数値にする研究を進めている。使用した製品や色、香り、音などに対し、その瞬間に何を感じているかを客観的に捉えられるという。

中川社長は「バイアスがかかるアンケートとは異なり、脳は嘘をつけず分析結果の正確性が高い」と話す。10人程度の調査で1000人規模のアンケート調査よりも正確な分析結果が得られ、ソニーやユニ・チャームの商品開発につなげた実績がある。



10人程度の調査で1000人ほどのアンケート調査よりも正確な分析結果が得られる

画したり、選手の疲労度を把握したりするのに使える。

従来はストラップでみぞおち部分にセンサーを押さえつける構造だったため、ずれやすかったほか、ラグビーなど激しいスポーツで衝撃を受けやすかった。

下着の服地には速乾性や通気性の高い素材を使用。男性用の4サイズをそろえる。予定価格は税別1万3800円。

平成29年2月1日
日経産業新聞
（32ページに関連研究記事）

平成29年度 科学技術分野の文部科学大臣表彰

〈科学技術振興部門〉

◇安達淳（64）情報・システム研究機構国立情報学研究所教授・副所長「学術情報の電子化とオンライン流通のシステム構築技術の振興」

◇岡田美智男（57）豊橋技術科学大学大学院工学研究科教授「弱いロボットの概念に基づく人とロボットの共生技術の振興」

◇田殿武雄（46）宇宙航空研究開発機構地球観測研究センター主任研究開発員、石田治行（61）同衛星利用運用センター特任担当役、織田史子（44）同有人宇宙技術部門事業推進部参事、皆川健太（43）同セキュリティ・情報化推進部輸出管理・技術情報課課長、内藤詩乃（43）同調査国際部調査分析課主査「全世界デジタル標高データによる地理空間情報基盤技術の振興」

◇中川匡弘（59）長岡技術科学大学技学研究院教授兼㈱ＴＯＦＥＥ代表取締役「カオス及びフラクタル理論に基づいた感性計測技術の振興」

平成29年4月21日
科学新聞

中川氏、伊東氏（技科大）片桐氏（高専）3教授に科学技術賞

科学技術分野で顕著な成果を収めた研究者や企業などをたたえる、２０１７年度の文部科学大臣表彰「科学技術賞」に長岡技術科学大と長岡工業高等専門学校の教授３人が選ばれた。長岡高専からの受賞は初めて。技科大からは５年連続の受賞となった。

同賞は５部門あり、計２４９件の応募から94件が選ばれた。技科大の中川匡弘教授（感性情報工学）が科学技術振興部門、伊東淳一教授（パワーエレクトロニクス）が開発部門で受賞。長岡高専の片桐裕則教授（電気・電子材料）は研究部門で選ばれた。

中川教授は脳波を測定し、快感や不快感といった人の感性を数値化する技術を確立。携帯音楽プレーヤーやテニスラケットなどの開発に活用されている。

昨年春に大学発ベンチャーを設立し、今後は医療福祉分野などでの活用も目指す。中川教授は「研究を進め、より幸福で健全な社会に役立つ技術を生み出したい」と意欲を示す。

伊東教授は高効率の電力変換器を開発。従来型に比べて電力ロスを半分に減らし、小型化も可能にした。電気自動車の急速充電器などで応用されている。伊東教授は「パワーエレクトロニクス分野の研究を進め、長岡から技術革新を起こしたい」と意気込む。

片桐教授は銅や亜鉛、スズ、硫黄を使った太陽電池を研究。既存材料のシリコンやレアメタルに比べ、環境負荷が小さく、安価で精錬しやすい。太陽光発電の普及を後押しすることが期待できるという。

片桐教授は「商用ベースに乗せるため、さらに（電力への）変換効率を高める研究を進めたい」と話した。

平成29年5月23日
日経産業新聞

長岡技科大の教授2人
科学技術分野で文部大臣表彰

長岡技術科学大学は4月25日、定例記者会見で同大学技術科学イノベーション専攻の2人の教授（中川匡弘教授と伊東淳一教授）が平成29年度科学技術分野の文部科学大臣表彰を受賞したと発表した。

中川教授は「カオス及びフラクタル理論に基づいた感性計測技術の振興」で科学技術賞（科学技術振興部門）を、伊東教授は「高効率小型を実現する直接形交流電力変換器の開発」で同賞（開発部門）をそれぞれ受賞。同大学の研究レベルの高さを示した。

同賞は、大学等の研究開発成果を活用したベンチャー創出、地域における産学連携、研究開発の社会的必要性に関する研究等の分野で顕著な功績があった個人またはグループに送られる。

伊東淳一教授（右）
中川匡弘教授（左）

平成29年5月11日
長岡新聞

第3種郵便物認可　（日刊）

青い紙は集中力向上

長岡技科大が発表「ざらざら」より効果

「脳の活性化促す」　夏にも商品化

長岡技術科学大は10日、青くてざらつきのある紙を筆記するときに使うと、白い滑らかな紙を使うよりも集中力が約1.5倍向上するという研究成果を得たと発表した。色と感触が脳の活性化を促す作用があるとみており、ノートなどに採用すれば、学習効果を高められる可能性もある。

同大技術科学イノベーション専攻の中川匡弘教授が、製紙大手の王子ホールディングス（HD）と共同研究した。王子HDの子会社が今後、研究を基に色や材質を最適化した紙「OKシナプス（仮称）」を製造する。すでに学習帳や手帳などのメーカーから引き合いがあり、今夏にも商品化される見込みという。

中川教授らは昨年、長岡技科大の学生ら20代の男女計75人を対象に、脳波測定器を装着して実験した。白と青、黄、ピンクの色、表面のざらつきや厚さなどを変えた約20種類の紙を使い、それぞれの紙で計算力、記憶力、論理力を測るテストを実施した。

その結果、青く適度にざらつきのある紙を使用した場合は、三つの能力を数値化して総合した「集中力」が、白い滑らかな紙を使ったときに比べて58％向上することを確認した。滑らかな青い紙でも27％高まったという。

中川教授は10日の記者会見で「嫌悪感のない色や、紙の感触が脳を活性化するのではないか。小学生などのほか、認知症の抑制にも効果が確認できれば、医療分野にも活用できる可能性がある」と指摘した。

青くざらついた紙を使う効用について発表した長岡技術科学大の中川匡弘教授（右）＝10日、長岡市

平成30年1月11日
新潟日報
（36ページに関連研究記事）

ざらざらの青紙　集中力向上効果

長岡技科大など発表

長岡技術科学大学や王子ホールディングス（HD）などは10日、青色でざらついた手触りの紙は通常の白い紙より集中力を約6割高める効果があるとの研究成果を発表した。王子グループは研究成果をもとに新製品を開発、文房具会社などに販売する。学習帳や手帳などでの需要を見込む。

20代の学生らに計算力、記憶力、論理力に関する筆記テストを実施。筆記中の脳波を測定・解析し、集中力を数値化した。色や手触りなどが異なる約20種類の紙をテスト用紙に使い、集中力の差を調べた。

実験の結果、青色で凹凸のある適度にざらついた紙は脳を刺激し、通常の白い紙より集中力を58％高めることがわかった。凹凸がない青い紙でも、集中力を27％高める効果があるという。

長岡技科大発ベンチャーのTOFFEE（トフィー、長岡市）社長で、同大の中川匡弘教授らが研究成果をまとめた。トフィーは脳波を計測し、人の感性を数値にして企業の商品開発を支援している。

平成30年1月11日
日本経済新聞
（36ページに関連研究記事）

青紙に集中力向上効果

白紙の1.6倍　長岡技科大など解明

【新潟】長岡技術科学大学技術科学イノベーション専攻の中川匡弘教授、王子ホールディングス、同大発ベンチャーのTOFFEE（新潟県長岡市）の研究グループは、表面にざらつきのある青い紙への筆記は、通常の白い紙より1・6倍集中力が高まることを見いだした。王子グループの紙メーカーが製品化し、学習ノートや手帳などでの利用を提案する。

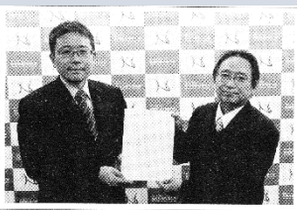
20代の被験者75人を対象に、色や表面のざらつき度合いなどが異なる約20種類の紙を使って記憶力と論理力、計算力に関する筆記試験を実施。筆記時の脳波にどのような違いが生じるのかを測定・解析した。その結果、凹凸のある青い紙は白い紙に比べ、集中力を高める脳波の特徴が最も顕著に表れた。集中力向上の効果は1・27倍だった。

中川教授は「書く時の感触が手を通じて脳に伝達、刺激しているのではないか」と分析している。王子エフテックス（東京都中央区）が感性価値に訴える紙として製品化。文具メーカーなどに提案していく。

平成30年1月16日
日刊工業新聞
（36ページに関連研究記事）

手書きで集中高める紙

長岡技科大教授と王子HD開発



集中力が高まる水色の紙を開発した中川教授（右）（長岡技術科学大で）

長岡技術科学大の中川匡弘教授（60）（感性情報工学）は、製紙大手の王子ホールディングス（東京都）と共同で、手書きする際に、集中力向上の効果がある紙を開発したと発表した。紙は水色で表面に凹凸があるもの。王子グループが販売を予定し、夏以降にも学習帳やドリル、手帳などとして商品化される見込みだ。

中川教授らは、同大の学生など20歳代の延べ75人を対象に実験を実施。色やざらつき、硬さなどを変えた紙を用いて記憶力、計算力、論理力を試し、問題を解く際の脳波を測定した。

青、黄、ピンク、白の4色を比較したところ、青で最も集中力が高まることがわかり、さらに色の濃さを変えて実験した。紙の質はつるつるよりざらざら、ふわふわしたものより硬い方が脳を刺激することもわかった。約20種類から絞り込まれた水色で凹凸のある紙は、通常の白い紙と比べ集中力を約1・5倍高めることが確認されたという。

中川教授は「今後は小学校低学年や特別支援学校の児童生徒など、集中力が保ちにくいと言われる人に役立つ紙も開発したい」と話している。

平成30年1月24日
読売新聞
（36ページに関連研究記事）

脳活性化させる紙

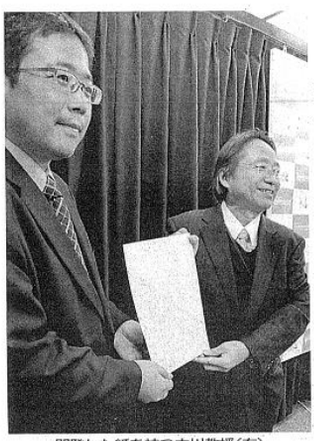
長岡技科大教授ら開発　製品化へ

書いていると集中力が高まる紙を、大手製紙グループ「王子ホールディングス」と、長岡技術科学大の中川匡弘教授が開発した。

中川教授は人の感性を数値化する研究の専門家で、同社から紙が脳に与える刺激を探る依頼を受けて、さまざまな紙の使用感を解析。延べ75人の被験者に計算力・記憶力・論理力を問う問題を解かせて、筆記時の脳波を測定した。解析の結果、黄色や白色よりも青色で、表面が滑らかよりもざらざらした紙の場合に脳が活性化していることが分かった。青い凹凸のある紙だと、白い滑る紙に比べて1・5倍の集中力が見られたという。

同社は解析結果を受けて「脳を活性化させる紙」として製品化する方針を決定。文具メーカーなどを通じて年内にも学習帳やノートなどとして商品化される見込みだという。【金沢俊】

青くてざらざら…集中力1.5倍



開発した紙を持つ中川教授（右）＝長岡技術科学大で

平成30年1月12日
毎日新聞
（36ページに関連研究記事）

わだい

青いノートで集中力アップ

勉強をがんばりたいのに全然集中力がつづかない……。そんな人に強い味方となるノートが登場です！

ノートは、文房具メーカーのアピカが８月に発売した「集中力UPドリルノート」（税抜き220円）＝写真＝です。

集中力アップの秘密は、青くてザラザラした手ざわりの特別な紙にあります。

「どんなノートだと書きやすいのか」。紙の開発では、青、白、黄、ピンクの色の違いや、ツルツルやザラザラといった紙質の異なるさまざまな紙にシャーペンで書くのを試してもらいました。すると、ツルツルの白い紙と比べ、ザラザラの青い紙の方が脳がよく働くことがわかったのです。手や目からいい刺激が脳に伝わっているようです。

ノートは、漢字の練習用のもののほか、色々な教科に使える方眼タイプのものがあります。

平成30年9月16日
読売新聞
（36ページに関連研究記事）

「青いざらざら」ノートに

技科大、集中力向上効果を確認
研究基に企業が発売

上青いノートについて会見する長岡技術科学大の中川匡弘教授（右）ら＝13日、長岡市上富岡町　下集中力向上につながるとされる青くてざらついた紙を使った学習ノート

長岡技術科学大は、製紙メーカーとの共同研究で、青くてざらつきがある紙に集中力向上の効果があることを突き止めた。研究結果を生かした青い紙が開発され、子ども向けの学習ノートとして8月に商品化された。脳の活性化を促す作用があるという。関係者が13日に技科大で会見し、「子どもたちが勉強に集中できる学習環境をつくる一助になるといい」と述べた。

技科大技術科学イノベーション専攻の中川匡弘教授（感性情報工学）が昨年から、製紙大手の王子ホールディングス（ＨＤ、東京）と共同研究していた。

実験には色や表面のざらつき、厚さなどが異なる約20種類の紙を使った。技科大生ら75人に脳波測定器を装着してもらい、それぞれの紙で計算力、記憶力、論理力を測るテストを実施。

青く、ざらつきのある紙を使用した場合、三つの能力を総合して数値化した「集中力」が、白く滑らかな紙を使った場合に比べて58％高まるとの結果が出た。

研究結果を基に王子ＨＤの子会社が青い紙を開発し、文具・紙製品メーカーのアピカ（埼玉）が学習ノートを発売した。集中力を必要とする漢字ドリルや、英単語の書き取りなどの短時間学習に向くとされる。

漢字練習用の升目と、方眼罫の計４種類を用意した。表紙にはイルカやゴリラなど動物のイラストを入れた。

メーカー各社と会見した中川教授は「ノートを使った子どもたちに、学習成果が身に付いたと実感してもらえるとうれしい」と話した。

セミＢ５サイズで24枚とじ。希望小売価格は２２０円（税抜き）。問い合わせはアピカ、０４８（９６３）０１１４。

平成30年9月15日
新潟日報
（36ページに関連研究記事）

集中力アップ 青いノート

集中力を高める効果がある青い紙を使った学習ノート。右が漢字練習用

小学生向け発売

白い紙より脳刺激

長岡技術科学大の中川匡弘教授（60）（感性情報工学）と製紙大手の王子ホールディングス（東京）が共同開発した、書くことで脳を刺激する青い紙を使った学習ノートが商品化された。

紙は表面に凹凸があり、やや厚みがあるのが特徴。中川教授らが、20歳代の若者を対象に、色やざらつきが異なる紙にシャープペンシルで書く際の脳波を測定したところ、一般的な白い紙に書く場合と比べて、青い色には集中力を高める効果が確認されたという。

ノートは文具メーカー「アピカ」（埼玉県越谷市）が小学生向けに発売した。漢字練習用と方眼がそれぞれ2種類あり、表紙のデザインは4通り。セミB5サイズ24枚とじで、価格は税別220円。通常の紙を使った同じシリーズのノート（30枚で同180円）と比べ紙代分だけ高くなった。

長岡技科大で13日に行われた記者会見で、アピカの担当者は「書く機会が減っているが、『集中力が高まるノートを一度使ってみよう』という書く動機づけになればいい」と話した。中川教授も「特別支援学校などで利用が広がれば」と期待を寄せていた。

ノートの問い合わせは、アピカ（048・963・0111）へ。

平成30年9月27日
読売KODOMO新聞
（36ページに関連研究記事）

「集中力6割向上」ノート発売

長岡技科大と王子HD共同開発

集中力アップをうたった学習ノート

集中力アップをうたう学習ノートが発売されている。長岡技術科学大の中川匡弘教授と製紙大手・王子ホールディングスが共同開発した青くてざらつきのある紙を使うと、白くてすべすべな紙よりも集中力が約6割高まるという。中川教授は「集中力が高まることで学習効果が高まること が期待できる」と話す。

中川教授は脳波から喜怒哀楽、快不快などを数値化する研究を続けている。これまでにソニーのハイレゾウォークマン、サンスターのトニックシャンプー、ヨネックスのテニスラケットなどの開発に携わった。

学習効果が高まる紙の開発は王子側から持ちかけられた。色やざらつき、紙の密度などを変えた紙で、記憶力、計算力、論理力の試験を20代の男女延べ75人を対象に実験を行った。被験者には測定器を装着し、問題を解く際の脳波を19カ所で測定し、フラクタル解析という手法で分析した。

青、黄、ピンクの3色を白と比べたところ、青のときの集中力は白の127％になった。青はある程度濃い方、ざらつきも強い方、密度も高い方が集中力が高

ノートの開発に携わった長岡技術科学大の中川匡弘教授（左）ら

平成30年11月6日
朝日新聞
（36ページに関連研究記事）

長岡新聞社後援イベント
長岡イノベーション・アワードの集い
26日開催

一般社地域ルネッサンス創造機構シンクタンク・ザ・リバーバンク（新原晧一理事長）は、第5回ナガオカ・イノベーション・カレンダー発刊記念事業として、「長岡イノベーション・アワードの集い」を26日午後4時から、ナデックベース（大手町2）で開催する。

アワードを贈呈

同カレンダーは、人々がイマジネーション力を高めつつ次なるイノベーションに期待出来るよう制作した。

地域において社会経済を革新的に変え、人々の幸せに貢献したモノ・コトがカレンダーに掲載されている。2019年版の発刊で5回、60社の登場を数える事になった。「地産地消から世界へ」羽ばたき、ローカルを大切に育てる長岡地域の「イノベーター」が一堂に会する。

同集いでは記念セミナーのほか、「長岡イノベーション・アワード贈呈式」を行う。受賞者は中俣恵一氏（北越コーポレーション㈱研究所長）、中川匡弘氏（㈱TOFFEE代表取締役、長岡技術科学大学教授）、高田篤氏（㈱ナノテム代表取締役社長）、鳥島悦子氏（㈱緑代表取締役社長）の4人。

また記念セミナーでは「イノベーションって何だろう？我が社の場合！」をテーマに山田清貴氏（㈱システムスクエア代表取締役社長）が登壇。コーディネーターは同機構の鈴木雪一理事。

なお、午後6時半からは交流親睦会を、同会場で行う（会費3000円）。

同集いの参加申込は22日まで。詳細については同リバーバンク（☎86・7440）へ。

平成30年12月20日
長岡新聞

人の感性を計測・数値化して売れる商品づくりを支援するトフィー（長岡市）

株式会社ＴＯＦＦＥＥ（トフィー、長岡市）は、長岡技術科学大学技術科学イノベーション専攻の中川匡弘教授が2016年に設立した大学発のベンチャー。脳波などを計測することで人の感性を数値化し、企業の商品開発を支援している。

例えば、書くことで脳が活性化し集中力が高まる紙を使用しているアピカのノート『集中力ＵＰドリル』。長岡技術科学大学、トフィー、王子ホールディングス株式会社は共同で、20代の被験者75人を対象に、紙の色やざらつき具合が異なる紙を使って、記憶力、論理力、計算力に関する筆記試験を実施、筆記時の脳波を測定・解析した。その結果、凹凸のある青色の紙に書くことで、手や目から感じた刺激が脳に伝達され、集中力が高まることが明らかになったという。このノートには、研究結果をもとに王子エフテックス株式会社が開発した、その「あたまを鍛える紙」を採用している。また、髪を洗った後のすっきり感を従来製品より長く感じることのできる香りの清涼剤を採用した「トニックシャンプー」（サンスター）も共同開発から生まれた。このほか、「ガムをかむと記憶力が高まるのか」「紅茶を飲むと、ときめきを感じさせる効果があるのか」ということを測定し、商品開発に活かしたケースもある。

中川匡弘氏。
京都府出身。昭和51年、奈良工業高等専門学校から長岡技術科学大学に編入（第1期生）。昭和55年同大学工学部卒業。昭和57年同大学大学院修了、同大学工学部助手。昭和63年工学博士（名古屋大学）。平成13年長岡技術科学大学工学部教授。平成28年株式会社ＴＯＦＦＥＥ代表取締役。

これまで、「売れる商品」づくりは、ベテラン開発者などの感覚に頼ってきた側面がある。こうしたなか、トフィーでは、脳波測定という客観的データに基づいて、企業と商品開発を進めており、これまでに30件以上に上るという（トフィー設立前の大学と企業の共同研究も含む）。

県内企業とも様々な共同開発

県内企業でも共同開発の事例がある。株式会社ブルボンは新商品の販売に際し、ライバル商品と比べ、「そのお菓子を見たときに食べたいと思うか」「食べた時に再び食べたいと思うか」を脳波で測定した。またヨネックス株式会社は、ボールを打った時のラケットの手ごたえを測定し、心地よい打球感を感じる素材を使ったラケットを商品化した。

日本精機株式会社もドライバーの検知状態を測定したことがあるという。例えば、一方通行の看板を見たときに「単に図形としてみているだけなのか」あるいは「侵入したらダメと感じているのか」といったことを測定した。

さらに株式会社日比野音響研究所（新潟市）の帆船型の音響装置『凛舟（ＲＩＮＳＨＵ）』でも共同研究を行っている。

この製品は、再生装置、アンプ、帆＆船体（＝スピーカー）で構成。加茂の桐などを使い、加茂の桐箪笥職人の手により制作されているという。

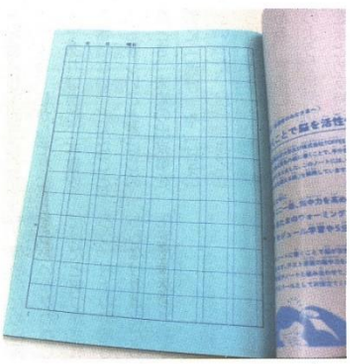
凛舟では、無意識下の脳波を測定する共同実験を行ったという。それによると、凛舟が従来型ハイレゾ対応スピーカーと比較して「平安」「心地よさ」などの感性を35％向上させ、「不安」「恐れ」などの感性を55％減少させる結果となったという。

今後の県内企業との共同研究について中川氏は、「新潟県内の酒蔵と共同研究を行ったことはないが、ぜひ行って、客観的に売れる日本酒をつくってみたい」と語る。

一方、計測は、被験者が10人いれば大丈夫という。「怒りやすい人も、穏やかな人も、怒った時を1として本人の中で相対評価をする」（中川氏）ためだ。このため例えば、怒りについて調査する場合、怒りやすい人が10人集まった時も、穏やかな人が10人集まった時も同じ結果になるのだ。

なおこ計測システムは外販をしており、国内の大手自動車メーカーでは自社で活用しているという。

帆船型の音響装置『凛舟（ＲＩＮＳＨＵ）』。



アピカのノート『集中力ＵＰドリル』。

アピカのノート『集中力ＵＰドリル』。

令和元年11月10日
無料月刊ビジネス紙ビズリンク

大王製紙

脳波分析し容器改善

ウェットティシュー ストレス37%軽減

大王製紙はウェットティシュー容器の使いやすさといった評価に「脳波分析」を採用した。脳波から快感・不快感などの感性を定量化する「感性フラクタル次元解析手法」を活用。容器を使った時のストレスが既存品に比べ37%軽減されたことなどが分かった。11月発売の「エリエールピュアナ」の容器に生かされ、フタを開けるボタンが既存品より大きくなった。

評価試験では長岡技術科学大学発のベンチャー企業であるTOFFEE（新潟県長岡市、中川匡弘社長＝長岡技術科学大学教授）の脳波計測装置「アクティブ・ニューロ・ウエア」を使用。被験者に装着し、製品の「使用時」「詰め替え時」「見た目」で検証した（写真）。ボタンが大きいため押しやすく、使用時のストレスが減った。容器の白色や丸みを帯びた形状が心地よいことも分かった。

令和元年12月24日
日刊工業新聞

大王製紙

容器評価に脳波分析

ウェットティシュー ストレス軽減確認

大王製紙は、ウェットティッシュ新製品で採用した容器の評価に「脳波」を用い検証を行った。不快感をストレス、快感を心地よさとして分析した結果、既存品と比べ使用時ストレスの軽減、容器の見た目の心地よさも向上したことが分かった。脳波分析による容器の評価は同社初の試みという。

11月に発売したウェットティッシュ「Puana（ピュアナ）」の容器は、使用時・詰め替え時の使いやすさのほか、シルエットも新形状を採用。脳波の解析には、長岡技術科学大学発ベンチャーTOFFEEが確立した脳波から快感・不快感などの感性を定量化する「感性フラクタル次元解析手法（EFAM）」を活用した。

脳波検証のようす

子どもを持つ28～43歳の女性18人（うち脳波解析対象7人）に使用時、見た目などの検証を実施した。

この結果、ピュアナを使用時に感じる作業ストレスは既存品に比べ、37%軽減した。ピュアナはボタンの押しやすさやフタの開閉のしやすさを改善しており、作業ストレス軽減につながったと推測される。

また、容器の心地よさは既存品と比べ20%の向上がみられた。清潔感のある白色や丸みを帯びた形状といったデザイン性の良さを脳が感じ取っていると推測している。

令和元年12月12日
化学工業日報

木製パズル 脳を活性化

長岡技科大

長岡技術科学大学の中川匡弘（まさひろ）教授らは木製パズルの組み立て行為が、脳の活性化につながることを脳波分析から明らかにした。脳波計をつけた被験者にパズルを組み立てさせ、その過程での脳波を計測。被験者がパズルの組み立て中、幸福を示す脳波の変化が見られ、脳の活性化に効果があることを示した。高齢者の認知症の予防や進行を抑える手法の開発につながる可能性がある。

木製パズルの組み立て中の脳波を計測（エーゾーン提供）

65歳以上の健常者の男女5人に脳波計を装着させ、パズル組み立て前のリラックスしている状態、組み立て中、完成後のリラックス状態の脳波を計測した。脳波計で得た脳波の信号から必要な特徴を抽出し作業中の被験者の幸福度を定量化。組み立て中に幸福度が上昇することが分かった。実験にはエーゾーン（東京都港区）が販売する木製パズル「きぐみライト」を使った。

令和3年4月6日
日刊工業新聞

技大・中川教授「集中力UPドリルノート」を贈呈

長岡技術科学大学・教授で㈱TOFFEE代表取締役の中川匡弘氏が「集中力UPドリルノート」を開発。市立総合支援学校および高等支援学校などに寄贈することとし12日、同ノート620冊を市教育長の金澤俊道氏に手渡した。

凹凸のある青色の紙に書くことで、手や目から感じた刺激が脳の伝達され集中力が高まることを活用して、王子エフテックス㈱が開発した「あたまを鍛える紙」を用いたノート。教育効果が期待される。

令和3年7月20日
長岡新聞

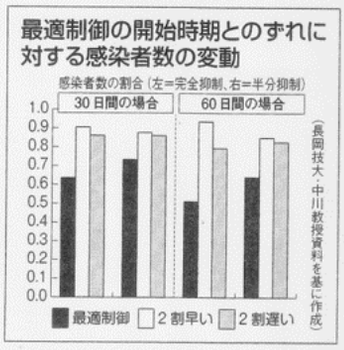
日刊工業新聞

人流抑制 開始を最適化

長岡技科大 時期決定モデル確立

感染抑制・経済活動 両立

長岡技術科学大学工学部の中川匡弘教授は新型コロナウイルス感染抑制と経済損失を両立する人流抑制の開始時期を導くシミュレーションモデルを確立した。半分程度の人流抑制を最適な時期に始めると、緊急事態宣言の期間を60日間継続した場合、総感染者数を4割弱減らせることが分かった。人流抑制を伴う緊急事態宣言の発出時期の最適化が図れる。確立したモデルを用いて「第5波」までの感染抑制効果の推定にも貢献できるという。



総感染者数を最小にする最適な感染対策の開始時期については、ほとんど報告されていなかった。中川教授は開始時期に着目。「SIRモデル」と呼ばれる最も簡便な感染症流行モデルを活用し、未来の状況を予想して現在の状況を決める「最大原理」に基づき、統合的な数理モデルを確立した。

緊急事態宣言の期間を30日間継続した時と60日間継続した時で比較分析した。半分程度の人流抑制を最適な時期に始めると、総感染者数は、30日間の場合が約27%減、60日間の場合が約36%減となることが分かった。

だが、いずれの期間の場合も最適制御から2割早い時期に始めるとリバウンドが起き、2割遅れた時期に始めるとリバウンドはないが、両方ともそれほど効果がないことが分かった。

また、人流を完全に制御した場合と半分程度に抑制した場合の感染抑制効果と経済損失も調べた。30日間と60日間のいずれも、経済損失を半分に減らした場合でも感染率は10%程度上昇することが分かった。経済損失の数値に人流抑制中の一日当たりの実際の経済損失額を掛けると経済損失の総額を試算できるという。

確立したモデルは感染力の強い変異株「オミクロン株」にも適用可能としている。

令和4年2月8日
日刊工業新聞

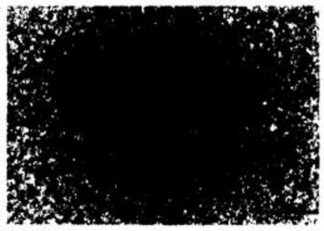
経済活動・感染対策―両立に期待

深層断面
SPECIAL EDITION

市中流行株の変遷・伝播性研究進む

「市中感染」が国内で確認されて以降、「BA．1」と呼ばれる系統株が主流とされた。

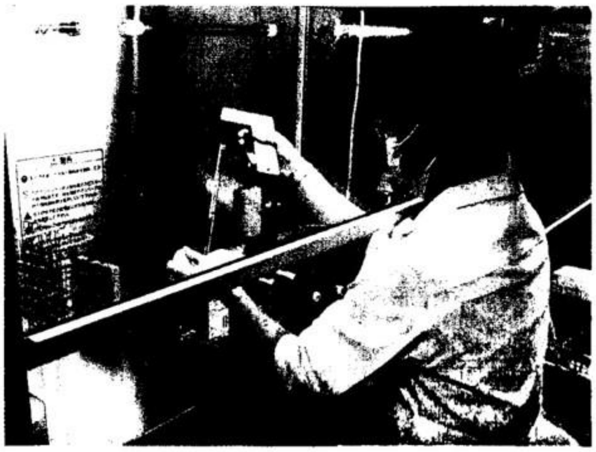
だがここにきて、デンマークやインドなど一部の地域で「BA．2」が相次いで確認され始めた。感染研が16日に公表した調査結果では国内で少なくとも94件報告されている。東大医科研の佐藤准教授らが2月中旬に公表した査読前論文によれば、BA．2の伝播力はBA．1より約1・4倍高いという。



▲新型コロナウイルスの変異株「オミクロン株」の電子顕微鏡画像（感染研提供）

一方、BA．2は国内ですぐには広がらないとの指摘もある。東京医科歯科大学の武内寛明准教授らは、同大の病院に入院歴のある新型コロナ患者由来の検体を用いてゲノム解析を行い、解析結果を定期的に報告している。武内准教授は「国内の現在の主流はBA．1よりもアミノ酸の変異が一つ追加されたBA．1．1だ」と説明。「BA．1よりもBA．1．1の方が感染伝播性が高まる可能性があることから、BA．1．1からBA．2に置き換わりにくい環境であるとも考えられる」と続ける。

制御の開始時期・期間 予測



新型コロナウイルスの収束に向け企業や大学などで研究が進む（イメージ）

変異の蓄積で強毒化 警戒

オミクロン株、あるいはその次に現れる可能性がある株はどんな姿なのか、またどんな対策を講じればよいか―。こうした疑問に数理モデルを使って解を導こうとする研究者もいる。

総合研究大学院大学先導科学研究科の佐々木顕教授は、A型インフルエンザウイルスや新型コロナなどの病原体に焦点を当て、新たな理論体系を確立。これを使ってその感染力や病原性の進化を解析した。その結果、免疫やワクチンから〝逃げ上手な〟ウイルスや流行拡大中のウイルスでは、より強毒化の傾向があることを明らかにした。

佐々木教授は「オミクロン株はデルタ株などと比べて一見、弱毒化しているようにみえるが、感染部位が違うため宿主への影響も異なるのだろう」として、オミクロン株の変異の蓄積による強毒化を警戒する。

長岡技術科学大学工学部の中川匡弘教授は、新型コロナの感染抑制と経済活動を両立する人流抑制の開始時期などを導くシミュレーションモデルを構築。これにより、人流抑制を伴う緊急事態宣言の発出時期の最適化が図れる。中川教授は「このモデルを用いれば、オミクロン株についても感染抑制と経済活動を両立する最適制御の開始時期と継続期間を見いだせるのではないか」と期待をかける。

令和4年2月28日
日刊工業新聞

研究成果に関する雑誌記事

平成18年5月29日
電気機械工業会　解説記事
（49,50,52,55,56ページに
関連研究記事）

NO. 1　N E I A　N E W S　平成18年 5月29日

NEIA　NIIGATA ELECTRONIC INDUSTRIES ASSOCIATION　第２３０号

NEIA NEWS 2006 5　平成１８年５月２９日発行
発　行：(社)新潟県電子機械工業会
発行人：齋藤昭治
編　集：(社)新潟県電子機械工業会事務局
〒940-2127 長岡市新産 4-1-9 TEL.0258(21)5400
URL:http://www.neia.or.jp　E-mail:neia@neia.or.jp

第三十二回通常総会を開催

平成十七年度の事業報告、補正収支予算と収支決算を承認
平成十八年度の事業計画案と収支予算案を承認
役員を選任

さる五月二十二日(月)午後三時三十分から、長岡グランドホテルの二階悠久北の間において、第三十二回通常総会が開催されました。

総会には、正会員九十二名中九十名が出席(うち委任状出席52名)。

また、ご来賓として新潟県知事 泉田裕彦様(代理 副知事 関根洋祐様)、同産業労働観光部部長 丸山 仁様、同産業労働観光部産業振興課長 小浦 克之様、同産業労働観光部産業振興課技術振興係長 酒井良尚様、新潟県工業技術総合研究所長 嶽岡悦雄様、長岡市長 森 民夫様(代理 同商工部長 松本康男様)、新潟大学工学部長 仙石正和様、新潟工科大学学長 布村成具様(代理 情報学科長 宮澤正幸様)、(財)にいがた産業創造機構理事長 泉田裕彦様(代理 副理事長 高橋 豊様)、長岡商工会議所 会頭 田村 巌様、新潟県ＩＴ産業ネットワーク21 代表幹事 品田 勇様のご臨席を賜り、盛会裡に開催されました。

副会長あいさつ

副会長　頓所達男

当工業会会長 齋藤昭治が欠席のため、会長に代わりましてご挨拶申しあげます。

本日は、第三十二回通常総会を開催するにあたり、ご案内申し上げましたところ、大勢の方々からご出席頂きまして、誠にありがとうございます。

また、関根副知事さんはじめ、ご来賓の皆様には、ご公務多様の折り、ご臨席を賜りましたことを、心から御礼申し上げます。

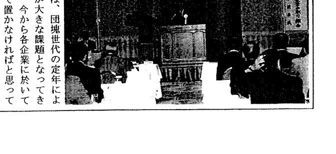
本日は、総会の案内と一緒にお送りしました、総会資料に基づきまして「平成十七年度の補正収支予算、事業報告と収支決算」及び「平成十八年度の事業計画と収支予算」並びに、理事の辞任に伴う「役員選任の件」についてご審議いただくことにしております。

さて、昨年の新潟県は、水害や大地震の復興に向けた取り組みが急ピッチに展開し多忙な一年が過ぎ去ろうとしていた矢先の十二月、例年にない異常寒波の波状的な襲来とそれによる記録的な豪雪、また下越地方を襲った大停電は、車社会と電気に依存した生活様式に馴れ親しんで、そのありがたさを忘れ去ってしまった私達に教え諭す出来事でなかったのかなと実感させられました。

我々の業界につきましては、半導体、電子・電気機械のいわゆるＩＴ関連の在庫調整が昨年にありましたが、今はそれも復調いたしました。自動車関連の好調に引きずられて、業績は上昇につながってまいりました。しかし、企業格差、業種格差、地域間格差が見受けられ、益々二極化が進むのではと気になるところであります。

一方、日本の社会も中流層の解体が進み、下流化が明らかになり、格差社会に入ったと言われ始めておりますし、止まらない原油の高騰が輸送コストや各種材料価格の値上げを引き起こし、モノづくりに悪影響を与え始めています。

コスト削減も限界であるとささやかれ、先行きは予断を許さない状況になっているのではと危惧するところであります。また、量的金融緩和策の解除による市中金利の上昇と先高感、そして円高反転等が内外経済に及ぼす影響には留意する必要があると思っております。



これからは、団塊世代の定年により技術継承が大きな課題となってきております。今から各企業に於いて対策を立てて置かなければと思っております。

多くの企業で規制緩和で何らかの影響がおありかと思いますが、これは取りも直さず自己責任において解決していかなければならないことを意味していると思います。その際に法令遵守が求められています。

少子高齢化社会が生み出すであろうこれからの社会構造は避けて通れない問題と位置付け各企業に於いて対策を考えておくことが大事なことと存じます。

いま、当会会員企業は勿論のこと、国内製造業は産業構造の変化に機敏に対応し、高付加価値化に特化した技術開発力の強化に努めることが必

産学連携　シーズ & ニーズ
長岡技術科学大学

カオス・フラクタル情報数理工学研究室
― 脳と自然に学ぶ ―

長岡技術科学大学 工学部電気系
教授　中川 匡弘

カオスは、約40年近く前に、気象学者のE.Lorenzが計算機の入力データをたまたま間違えたことにより、偶然発見された。彼は、入力データの僅かな差異が、時間経過後の計算結果に信じられないくらいの大きな違いをもたらすことを発見した。一般に、カオスは、比較的簡単な非線形力学系が生み出す予測不可能な現象の総称であり、１００%の確率で明日の天気を予想できないのも、大気流に係る現象におけるカオスの存在が主たる原因となっている。つまり、カオスの存在が、未来の完全な予測を不可能にしているともいえる。こういう言い方をすると、カオスは厄介者？のように聞こえるかもしれないが、カオスが存在するが故に、自然が自然であり得ることもまた事実である。即ち、自然現象の殆どが、入力と出力が比例しない非線形な現象であるが故に、カオス現象は自然の中のあちらこちらに出没し、自然を維持する原動力となっているのである。さらに、カオスは、自然現象の中だけではなく、その中に息づく生物のなかにも潜んでいる。もちろん、生体情報の中にもカオスが存在する。例えば、音声や脳波といった生体情報信号は、完全に周期的な繰り返し信号ではなく、上述のように予測不能性とそれに係る揺らぎを有している。だからこそ、人の肉声をロボットが人工的に巧くまねることは難しいのである。また、脳機能もカオスダイナミクスにより支えられており、新しい、予期せぬ？独創的な発想も、カオスのなせる業なのかもしれない。

一方、フラクタルは、部分と全体に共通した幾何学構造の総称であり、一般に、広義の自己相似性を意味する。例えば、木から枝（部分）を一本切り出してみると、その枝もまた、もとの木（全体）と同じような構造をしている。また、大地を悠々と流れる川（全体）、その支流（部分）は、その川全体と共通した幾何学的性質をもっているのである。これらは自然が生み出すフラクタルの好例である。さらに、フラクタルは、生体の中を流れる血管や肺をとりまく気管支樹の構造にもみられ、それらは巧妙に効率よく体内に張り巡らされている。

以上のように、カオス・フラクタルは自然と生命に密接に関わっており、その工学的応用は工学研究者に課せられた極めて重要な研究テーマの一つである。

我々の研究室では、カオス・フラクタル応用工学に関する研究を進めており、とりわけ人間情報工学(Human Information Technology:HIT)、並びに、数理情報科学(Mathematical Informatics:MI)と関連づけて研究を展開している。以下に、主要な研究課題について概説する。

1．脳機能計測と生体信号のカオス・フラクタル解析

光トポグラフィ(ETG-100，日立㈱、写真1）や脳波計により脳の各部位の信号を同時測定し、それらの活性度をリアプノフ解析、フラクタル解析、さらには、独立成分・ブラインド信号分離解析し、感性と脳波の時空間ダイナミクスの相互関係を解明することを目的とする。また、H15年度に採択された21世紀COEプログラム（グリーンエネルギー革命による環境再生）に関連して，カオスニューラルネットを援用した環境影響・評価シミュレータ、バイオアッセイ技術や脳直結型制御方式の開発にも取り組んでいる。

写真１ 光トポグラフィ装置

2．カオスニューラルネットによる分散記憶・学習

ニューロンの入出力関数に非単調型の活性化関数を採用してカオスを導入し、分散型メモリや学習問題に適用することにより、従来の記憶容量の20倍程度の高記憶容量と約１００倍の高速学習を実現することに成功した。また、このようなカオスニューロンをクラスター計算機（写真2）で実現し、カオス学習問題や最適化問題、さらには、カオス時系列の学習・予測の問題に適用することも重要な研究課題であり、カオス応用の工学的具現化として注目される。

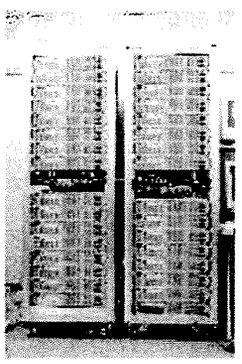


写真２クラスタ計算機

3．画像・音声のフラクタル符号化と多重解像度圧縮

次世代の画像符号化として注目されているフラクタル画像符号化とサブバンド符号化を融合した、新規な階層型フラクタル符号化手法、並びに、マルチドメインフラクタル符号化を提案し、従来主流となっているブロック符号化では得られない。高品質な復号画像を得ることに成功している。さらに、符号化の高速化を実現するための並列化アルゴリズムの開発と動画像のマルチドメイン・スケーリング３Ｄフラクタル符号化やカオス音声生成モデルに関する研究を進めている。

4．カオス・フラクタル理論に基づいた環境・生体評価

21世紀COEプログラム（グリーンエネルギー革命による環境再生）の取り組みの中で、新規な環境評価方法として、カオス・フラクタル理論に基づいた手法を構築している。具体的には、環境負荷を曝露した水槽中での魚等の生物の軌道を2台のカメラから３D的に抽出し、その時系列のカオス・フラクタル解析を行うことにより、生体への影響を定量化するものである。実際、カオスの強度の指標である、最大リアプノフ次元、及び、軌道のフラクタル次元が、個体の種類やサイズを顕著に反映しており、一般に環境負荷濃度と共に増加する傾向を見出した。これまで、生命とカオス、或いは、フラクタルの関係が関係分野で定性的に議論されてきたが、我々の手法を用いれば、定量的な議論が可能となることからも、工学的な応用が期待される。また、行動障害を有するマウスの小脳におけるか顆粒細胞分布をフラクタル解析した結果、その月齢依存性、並びに、次元値の大きさが、正常マウスとノックアウトの間に明確な差異が認められており、このことは、従来の顕微鏡観察では区別不可能であり、生体の機能解明におけるカオス・フラクタル解析手法の有用性を明示するものである。

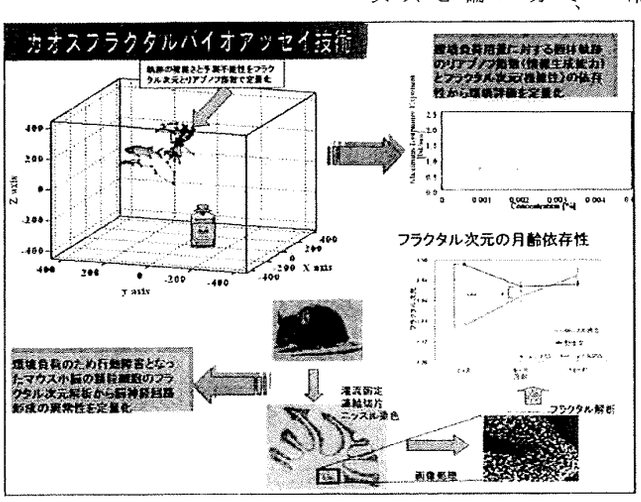


図１　カオス・フラクタル理論に基づいた環境・生体評価

「参考」
ホームページURL:
http://pelican.nagaokaut.ac.jp

【参考書籍】
M. Nakagawa 単著:
Chaos and Fractals in Engineering (World Scientific, 1999) 等

ALPS電気グループ
ABC NIIGATA
㈱アルプスビジネスクリエーション新潟
お陰様で10周年！皆様のご愛顧に感謝いたします。
★　事業内容
人材派遣,各種教育訓練,ビルメンテナンス,
OA機器,ハウジングサポート,福祉用具取扱　等
★　事業所
長岡オフィス,新潟オフィス,魚沼オフィス
十日町オフィス,県央オフィス,小出事業所
★　http://www.abc-niigata.co.jp

平成19年1月1日
行動人1月2月合併号

2007 年間テーマ 「カオス・フラクタル時代」の「需要創造」を考える その中核は「創造性」と「ハイ・コンセプト」

新年号対談タイトル

「カオス・フラクタル理論」で需要を創造する【前編】

21世紀の新しい発想法に学ぶ

見えないものが見えてくる「五感マーケティング」

参加者

■中川匡弘 … 長岡技術科学大学 電気系教授
21世紀COEプログラム事業推進研究者
情報処理センター長 工学博士

■岩下禮二郎… 株式会社ジェック
代表取締役 社長

■畑田敏雄 … 株式会社ジェック
行動理論研究所 専門部長

司会

■早坂幸枝 … 株式会社ジェック
取締役 『行動人』編集長

早坂幸枝

畑田敏雄

岩下禮二郎

中川匡弘

平成19年3月1日
行動人3月号

2007 年間テーマ 「カオス・フラクタル時代」の「需要創造」を考える その中核は「創造性」と「ハイ・コンセプト」

3月号 対談タイトル 「カオス・フラクタル理論」で需要を創造する【後編】

「カオスの縁（ふち）」は創造の源

人間は情報を創造する 企業の「カオスの縁」は、顧客接点

参加者

■中川匡弘 … 長岡技術科学大学 電気系教授
21世紀COEプログラム事業推進研究者
情報処理センター長 工学博士

■岩下禮二郎… 株式会社ジェック 代表取締役 社長
■畑田敏雄 … 株式会社ジェック 行動理論研究所 専門部長
司会
■早坂幸枝 … 株式会社ジェック 取締役『行動人』編集長

中川匡弘

早坂幸枝

畑田敏雄

岩下禮二郎

平成20年5月
日経マイクロデバイス
(28ページに関連研究記事)

人の感性をリアルタイムで数値化 ディスプレイの見え方を客観的に評価

脳波を解析しモデル化

写真や映像を見たり物を触ったりした時に，人間が感じる「満足感」，「清涼感」，「喜怒哀楽」といったさまざまな感性を，リアルタイムに数値化する手法が登場した。人が何かを感じたときに脳波や大脳皮質から計測される近赤外光の波形を，あらかじめ設定した感性モデルと比べて判定する。この感性モデルを作成し，実際の脳波などの測定データと比較するために，新しい手法を開発した。

この手法は，人の主観の客観的な評価を実現する可能性を秘めている。さまざまな工業製品のデザインやディスプレイの絵作りなどの開発の効率化が期待できる。開発したのは，長岡技術科学大学 工学部教授の中川匡弘氏である。

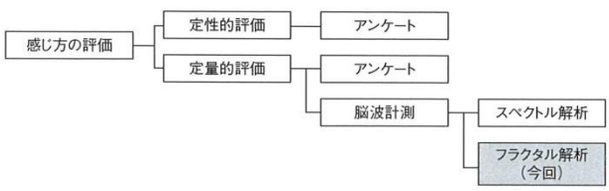


図1● 感性を評価する方法の中で高い精度を実現
従来のアンケート結果を使って定量化を試みた方法は，結果のバラつきに問題があった。また脳波を計測した場合，従来のパワー・スペクトル解析は十分な分析手法ではなかった。本誌が作成。

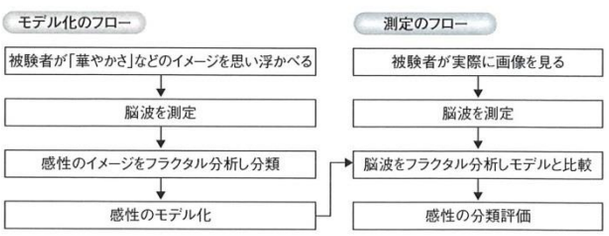


図2● 頭で思い浮かべたイメージに対する脳波から感性モデルを作成
事前に頭の中で「華やかさ」といったイメージを思い浮かべ，そのときの脳波を分析して感性モデルを作成する。測定時はこの感性モデルと脳波を比較して分類する。本誌が作成。

被験者ごとのバラつきを抑制

従来の感性の数値化では，アンケートに基づく統計分析や脳波を計測して分析する手法が使われていた（図1）。アンケートでは，複数の被験者が必要であり，分析までに時間がかかっていた。また被験者によって回答の結果がバラつくなどの問題があった。今回と同様に脳波を分析する方法もあったが，「生体信号が複雑で十分に解析できていなかった」（中川氏）とする。

今回の感性計測手法は，脳波などの複雑な生体信号の中に含まれるカオス・フラクタル性を計算する。まず事前にモデルを作成する（図2）。例えば「うれしい」というイメージを頭に浮かべた時の脳波を16チャネル程度で測定する。次に，各チャネルの差分信号を「フラクタル次元解析」と呼ぶ手法で解析する。この解析によって，全く不規則なように見える脳波の信号波形から，“部分と全体が相似形になっている”というフラクタル性を数値化できる。これによって，脳のどの部分がどのように活性化しているかというパターンが得られる。同様に「うれしい」以外のさまざまなイメージに対しても脳の活性パターンを取得し，各イメージに対応した感性モデルを作成する。

次に「うれしい」感情を一般的に起こさせるような標準画像などを複数の被験者に見せる。その時の脳波をさらに計測し，「うれしい」といったイメージに対応する平均化した感性モデルを完成する。

実際の測定では，評価する画像を見せた時の脳波を測定し，感性モデルと比較することで，どの分類に入るのかを客観的かつ定量的に評価する。リアルタイムで結果を出しているため，

時間の経過に伴う感じ方の変化もとらえることができる。

アンケート結果と強い相関

実際に従来の定量化手法であるアンケートによる結果と，今回の感性計測手法には，強い相関関係が得られている。

実験では「華やかさ」というイメージに対するさまざまな画像への反応を双方で評価した。

図3は，評価に使った画像である。アンケートによる「華やかさ」の評価では，「畳」や「銀閣」は点数が低く，「金閣」や「満開」は点数が高い。

今回の感性計測手法では同じ画像を見た場合，ある被験者単独の場合の相関が0.9894，5人平均との相関が0.9899と極めて高い値を示した(図4)。

そのほか，頭に端子を張り付けずに計測する手法も開発した。皮膚からの近赤外線を非接触で計測する光トポグラフィと呼ぶ技術で，脳波の代わりに血流のヘモグロビン量を検知する。

光トポグラフィでは，近赤外分光法を使って大脳皮質の血液量の時間的変化を2次元動画像で表示する。大脳皮質のヘモグロビン濃度を計測し，大脳皮質の活性状態を計測する。光トポグラフィでも脳波を利用した分析と同様の結果が得られている。

進む応用事例

今回の感性計測を，ディスプレイの絵作りに応用する展開も進められている。これまでのように，NTSC比に代表される色空間を単に広げたディスプレイでアンケート評価しただけでは，絵作りの方向性がつかみにくかったという。

そこで，「若者が好む，パソコンで見るようなビビッドな色」と開発目標に掲げ，今回の手法を活用して「ビビッド」という評価が高くなるような色調に画像エンジンを調整し，製品化した例があるとする。また，「ストレス」や「疲労感」という感性モデルを作れば，見ていて疲れにくいディスプレイの開発にも役立つという。

このほか，工業製品のデザインで「高級感」を演出したり，自動車の内装で「高級感」を出したり，スポーツ用品で「軽快な打撃感」を出すなど，さまざまなイメージでの客観評価に基づいて製品開発が可能という。人が感性でイメージする製品を，メーカーが短期間に開発できる方法として，同教授と複数の企業との共同プロジェクトが進行している。　（大西 順雄）

(a)畳。被験者A＝1，平均＝1.2

(c)金閣。被験者A＝5，平均＝4.6

(b)銀閣。被験者A＝2，平均＝2.2

(d)満開。被験者A＝5，平均＝4.8

図3●「華やかさ」の評価に使った画像の例
アンケートによって5段階で主観評価した点数を，ある被験者単独の数値と5人平均の数値で示した。画像は，sozai-free.com, k-kabegami.com, EyesPicより中川氏が選択。

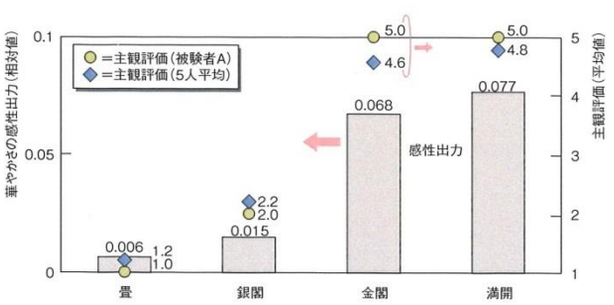


図4●今回の感性計測手法とアンケート結果の間に相関
「華やかさ」という感性モデルを使って図3の画像を見た時の脳波の分析結果と，アンケートからの主観評価の間には，5人平均で0.9899という高い相関が得られた。中川氏のデータ。

平成22年7月1日
トランジスタ技術7月号

エレクトロニクスのひとくちメモ

数十μVの脳波から人の気持ちを推し量る

中川 匡弘 Masahiro Nakagawa

● 脳活動を表す数十μVの電気信号「脳波」

脳波とは，数千億といわれる脳の神経細胞の電気・化学的な現象に伴い生じるマクロな信号です．人の思考や感性に伴う脳活動を電気的に捕らえることができる生体信号で，古くからその性質が調べられています．脳波を測定する原理を**図1**に，脳波計の構成を**図2**に，波形を**図3**に示します．

従来，周波数の低域順にδ，θ，α，β，γなどの帯域制限された信号から，脳活動を捕らえる研究が主流でした．最近，脳波の複雑さをフラクタル次元という指標で捕らえる研究が進められ，人の意思や感性が計測できることが明らかにされつつあります[1]．

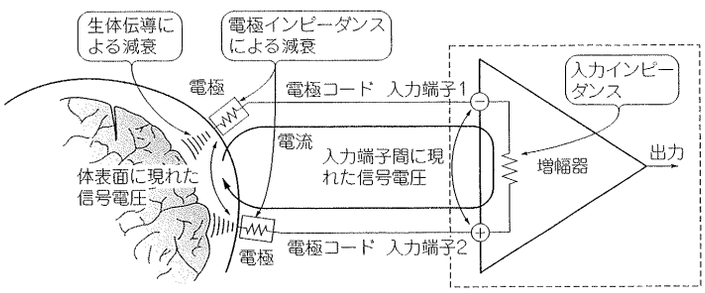


図1 脳波測定の原理

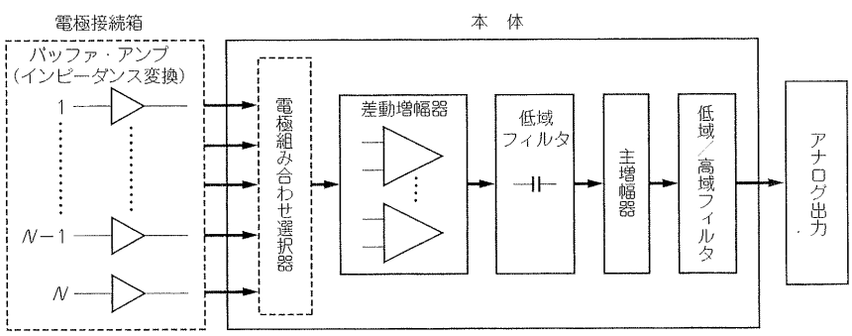


図2 脳波計の構成(アナログ式)

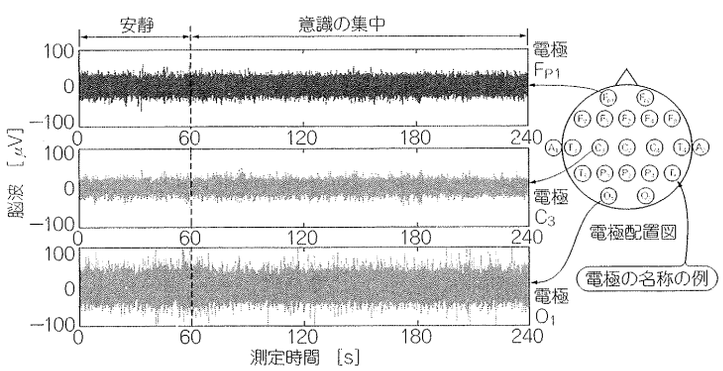


図3 脳の各部位の脳波(前，中，後の3カ所の脳波)

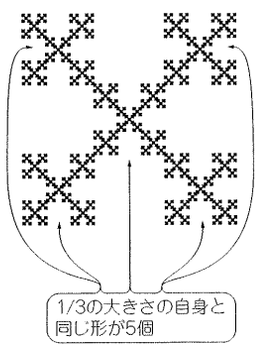


図4 フラクタル(自己相似)**図形の例**
スポンジ図形と呼ばれる

● 共通な性質を数値化する幾何数学「フラクタル」

フラクタル(Fractal)は，1980年初頭に計算数学者B. Mandelbrotによって築かれた，新しい幾何数学の分野です．例えば，森の木々は部分(小枝)と全体(木)が統計的に共通な性質(自己相似性)を持ちます．このように，全体が$1/r_i$倍($1 \leqq r_i \leqq \infty$，$1 \leqq i \leqq M$)に縮小した部分から成る場合の特徴を以下の式で表します．

$$\sum_{i=1}^{M}(1/r_i)^D = 1$$

Dはフラクタル次元といいます．**図4**のように，全体が，1辺を1/3倍したもの5個から成る場合には，

$$(5/3)^D = 1 \rightarrow D = \frac{\log 5}{\log 3} \fallingdotseq 1.58$$

となります．非整数値，つまりフラクショナル(fractional：中途半端)な値1.58をとることとなり，1次元($D=1$)の直線よりは複雑で，2次元($D=2$)の面よりは単純な図形となります．フラクタル次元は，これまでとびとびだった整数の次元を連続的につなぐ新しい概念です．

●「集中」や「楽しい」が判定できる！

例として，人が意図的に意識を集中した際の脳波の波形とフラクタル次元の変動を脳の三つの部位について計測した結果を**図5**に示します．集中すると脳波のフラクタル次元に変化が見られます．

また，さらに複雑な感性を求めることも可能です．脳の前頭野と後頭野の計4チャネルで計測した脳波の差分信号(6通り)をとることにより，感性を求めるフローを**図6**に示します．

脳波のフラクタル次元と感性を変換する感性行列C_{rj}とオフセットを表すバイアス・ベクトルB_rを使った以下の式で感性を求めます．

$$Z_r = \sum_{j=1}^{6} C_{rj} D_j + B_r \quad (1 \leqq r \leqq 4)$$

C_{rj}とB_rは事前に感性(喜怒哀楽など)を思い浮かべたときの脳波解析を行って，求めておきます．

喜怒哀楽の中で「楽しい」と人が感じているときには，**図7**のようにその成分が大きくなります．

数十μVの脳波のフラクタル性を捕らえることにより，人の気持ちを推し量ることが可能になります．

◆ 参考・引用*文献 ◆

(1) Masahiro Nakagawa；Chaos and Fractals in Engineering, World Scientific Inc., 1999.
(2) カオス・フラクタル情報数理工学研究室のウェブ・サイト http://pelican.nagaokaut.ac.jp
(3) 中川 匡弘；カオス・フラクタル感性情報工学，日刊工業新聞社，2010年．

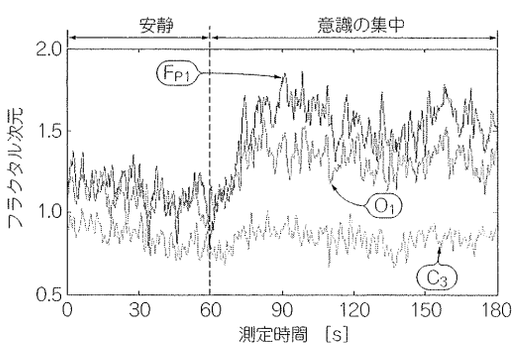


図5 図3の波形のフラクタル次元から「集中」しているかどうかが分かる[フラクタル次元は$D=2-H$(Hurst指数)から求める]

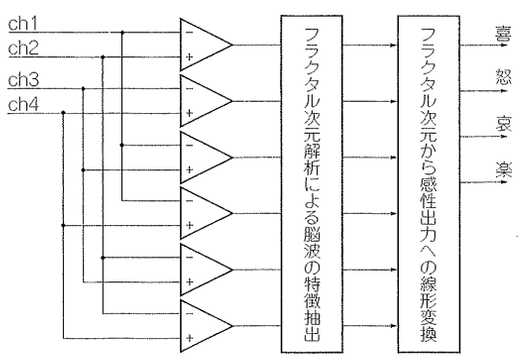


図6 脳波のフラクタル解析による感性計測フロー

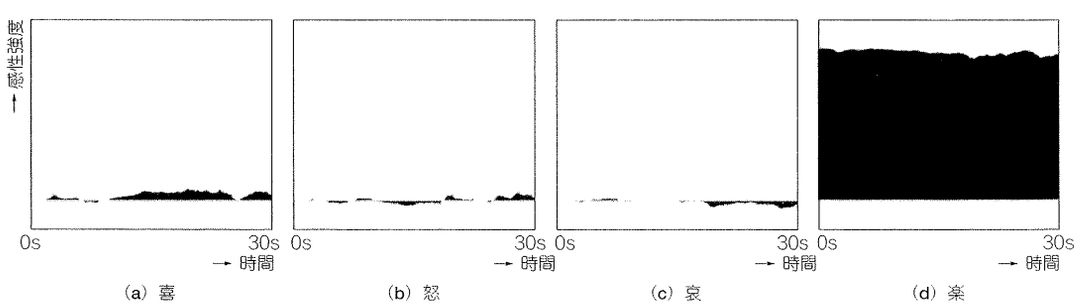


図7 喜怒哀楽の感性波形
同一被験者によって作った感性行列から求めた，被験者が「楽」の状態にあるときの感性波形

平成19年8月1日
e-コロンブス8月号
（ 28ページに関連研究記事）

教授
中川匡弘（49歳）
58年生まれ。80年、長岡技術科学大学工学部電気電子システム工学科卒業。82年、同大学大学院工学研究科修士課程電子機器工学専攻修了。同年同大学助手。88年、工学博士（名古屋大学）88～89年、文部科学省甲種在外研究員。05年、同大学情報処理センター長。

カオス・フラクタル理論を応用して人間の感情を解析

カオス・フラクタル理論を用いた独自の解析方法により、人間の「喜怒哀楽」「安心感・ストレス」といった感情を把握し、応用する研究を行っている。心臓から発生する電気信号や動き、脳波や大脳皮質のヘモグロビン濃度などのデータを集計し、基準となる感情が発する信号を定める。その信号をもとに評価したい感情の発する信号を比較することで、感情の起伏をとらえることができるという。この技術により聾唖の人、身ぶり手ぶりができない人の「うれしい」や「悲しい」といった感情を知ることができるという。

中川匡弘教授は「従来技術では喜怒哀楽の認識率が50㌫程度でしたが、この技術では80～90㌫以上の認識率を実現している」と話す。介護ロボットや天気予報、地震の予測、さらには感性情報通信などに応用できるという。

㊐長岡技術科学大学総務部産学・地域連携課
〒940-2188　新潟県長岡市上富岡町1603-1
☎0258-47-9274

平成21年10月1日
JST News
（3～5ページに関連研究記事）

JST Front Line

NEWS 05 製品化

Good

技術移転支援センター事業「良いシーズをつなぐ知の連携システム（つなぐしくみ）」
支援課題「脳波のフラクタル解析に基づく感性志向型スポーツ用品の開発」

ボールを打ったときの心地よさを「脳波」の解析によって追求！
爽快な打球感を持つ“気持ちいい”テニスラケットを開発！

テニスのプレー中、ボールを打ちきった感覚が、じわーっと腕に伝わってきたときの気持ちよさを体験したことがある人は多いでしょう。その「気持ちよさ」をいつでも感じられるテニスラケットが、研究室と企業の協力によって現実の製品となりました。

ある商品の使い心地を、実際に使用する人がどのように感じているか、正確に調査するのはとても困難です。従来はアンケートなどを利用して、統計的な分析を行うケースがほとんどでした。しかし、対象者の個性や年齢、地域などにより評価基準にばらつきが生じてしまうため、明解な解析結果を得られないという問題がありました。

長岡技術科学大学の中川匡弘教授らのチームは、人が感じる「好き・嫌い」「快感・不快感」などの心の動きを、脳波を利用して的確に判定するシステムの開発を行っています。このシステムにより、「気持ちいい」と感じている人の脳波を測定し、「フラクタル次元解析」という手法で解析。感情を解析するための基準となる「感性モデル」を構築し、どのような脳波のときに「気持ちいい」と感じているかを具体的な数値として算出することに成功しました。　この研究成果をもとに、中川教授らはヨネックス株式会社と共同開発に着手。「感性モデル」を用いて、テニスラケットでボールを打ったときの、ラケットに生じる振動と筋肉の動きを分析しました。そして、年齢や性別、体型にかかわらず、快適と感じる振動の強さを科学的に導き出したのです。

製品化されたテニスラケットは、もっとも気持ちのよい打球感が得られる特性を持っています。高弾性のカーボンなどの素材を複数重ねあわせ、不快と感じる振動を排除し、気持ちいいと感じる振動のみを生み出せるよう工夫されています。

今回のように、人が感じている「好き・嫌い」や「快・不快」を、脳波を使って解析する「感性情報工学」が、研究室を飛び出して実際の製品開発に活用されるのが常識になる日は、もうすぐそこまできているようです。

テニスラケットでボールを打ち返したとき、腕に伝わるラケットの振動と、「気持ちよさ」の関係を脳波を利用することで解析した。

平成23年10月10日
日経ビジネス
（28,31ページに関連研究記事）

世界をリードする超未来テクノロジー

日本が超能力を売る日

人の思いを感じ取る装置、絶滅動物の再生、長寿命化、宇宙の解明…。
日本の技術は、SFの世界を具現化する可能性も秘めている。
諦めることなく革新的研究を継続する先に、技術大国復権の道がある。

「前に進め、右に曲がれ」。そう念じるだけで、車いすが自在に進む――。長岡技術科学大学工学部の中川匡弘教授が作り出そうとしているのは、「人の思いを感じ取る装置」だ。完成すれば、頭に取りつけたセンサーを通じ、ロボットや機械に意思を伝え、まるで超能力のように操れるようになる。

センサーが測定しているのは、脳波や脳内のヘモグロビン濃度。その複雑な波形を「カオス・フラクタル」と呼ばれる理論で解析すれば、人の考えを読み取ることが可能だという。まずは福祉・医療分野で応用する。将来はロボットに家事をさせるなど、生活支援分野にも応用範囲が広がりそうだ。

言葉を使わず会話する

この装置は喜怒哀楽などの感情まで解析可能。ゆくゆくは、センサーを内蔵したヘッドホンを装着して電話をすれば、話さなくても、テレパシーのように相手に自分の感情を伝えられるようになる。好意を持てば相手の携帯電話にハートマークが現れ、反感を抱けば画面が赤く点滅する、といったイメージだ。「言葉にできない感情も伝えられる」と中川教授は話す。

人類が体験したことのない全く新しい形のコミュニケーション。その扉を日本の研究者が開こうとしている、というわけだ。

日本の未来技術を使えば、絶滅した動物を蘇らせることもできるかもしれない。理化学研究所ゲノム・リプログラミング研究チームの若山照彦博士が研究をリードするクローン技術だ。

思った方向に進む車いすに乗る長岡技術科学大学の中川匡弘教授。手足が不自由でも操作できる

技術93 **思念でモノを動かす**
脳波の解析技術
▶長岡技術科学大学など

94 **長寿命化の幕開け**
iPS細胞の自動培養装置
▶川崎重工業など

95 **脊椎・頸椎損傷の治療も**
iPS細胞（人工多能性幹細胞）
▶京都大学など

細胞に4種類の遺伝子を導入することで作られた万能細胞。様々な細胞や組織に分化する能力を持つ。細胞移植治療など再生医療に活用。

平成25年8月15日
産学官連携ジャーナル
（8ページに関連研究記事）

［マッチング事例］脳波測定による香り感性診断

長岡技術科学大学＋ユニ・チャーム株式会社

世の中のニーズを肌で感じる

ユニ・チャーム株式会社が2年前から販売しているパンティライナー「ソフィ Kiyora フレグランス」の開発には、長岡技術科学大学工学部の中川匡弘教授の研究グループの脳波測定による香り感性診断の手法が使われている。新技術説明会で中川教授が発表した内容に同社が興味を持ってコンタクト、それが共同研究に発展した。

■シーズ

長岡技術科学大学工学部の中川匡弘教授の研究グループは、脳波や近赤外分光計測により得られる生体信号の波形の有する複雑性に注目した新規感性情報計測手法を提案し、フラクタル次元という普遍的な尺度で脳の活性に係る時空間ダイナミクスを解析し、感性との関連性について報告してきた。ストレスや軽快感、清涼感、安心感といった高次感性（深い感性）の計測についてもチャレンジしている。「感性フラクタル解析手法は、SD(Semantic Differential) 法に代表されるアンケート方式では困難である、時々刻々と変化する感性の評価を可能とし、グローバル化する産業社会において、オープン・イノベーションを支える 21 世紀のモノづくりに有用であると考えられる」と中川教授は述べている。

■産学マッチングから製品発売までの経過

中川教授が発表した 2007 年 6 月の新技術説明会においてユニ・チャーム株式会社と最初にコンタクトし、その際、同社から脳波の複雑性（フラクタル性）に基づいた感性計測の応用として紙おむつや生理用品の開発の提案があり、2008 年 4 月に共同研究開始となった。実際の被験者として、一般のコンシューマを想定して、年齢層もターゲットを絞り、感性計測実験を行った。中川教授によると、今回の共同研究では、例えば「パンティライナーとして求められる香りとは何か？」について、脳波測定による香り感性診断を活用した研究に取り組み、その結果、その要求に応える香りづけを行い 2011 年 9 月に同社が「ソフィ Kiyora フレグランス」（写真 1 ）を販売開始した。

写真1　ソフィ Kiyora フレグランス

■「ソフィ Kiyora フレグランス」の特徴

中川教授の研究グループは、脳波のフラクタル解析による感性診断の結果を基に、「やさしい」は“スイート”としてやさしいローズの香りを、「豪華な」は“ラグジュアリー”としてぜいたくなイランイランの香りを、「爽快感」は“フレッシュ”として爽やかなグリーンの香りをブレンド開発した。パンティライナーを交換す

る時や化粧ポーチに入れて持ち運ぶ時など、ほのかに香水のような香りがし、さまざまな生活シーンで女性の感性を引き出す[*1]。

「今回の共同研究では、上記３感性が、女性が当該製品に求めている香りの感性であることを脳波のフラクタル性に基づいた感性解析から究明し、性能･価格･品質に次ぐ第４の価値である感性を付加価値とした商品開発に成功した」（中川教授）[*2]。

■求められる感性診断

感性情報計測技術は、従来のモノづくりの基軸である機能的価値（表層価値）、具体的には“性能”“価格”“品質”に次ぐ第４の価値として情緒的（意味的）価値（深層価値）を生み出す。例えば“安心”“調和”“快適”“幸福感”を新規付加価値としたモノづくりへのパラダイムシフトをもたらし、急速にグローバル化する産業社会に埋没しない21世紀の新しいモノづくり基盤を確立するものと期待されている。この技術の今日的意義について中川教授はこう説明する。このような産業界の変遷は、“本物”を嗜好（しこう）する現代女性の価値観の流れと符合している。

■長岡技術科学大学にとっての新技術説明会

「発表者の立場からは、当方の先端技術を広く知っていただくための絶好の機会であり、さらに、世の中のニーズを肌で感じる場でもある。産学連携の意味からも有意義である」（中川教授）

「JSTの全国区の広報活動を通じて、通常のコーディネート活動ではコンタクトできなかった企業との交流が可能となっている。新技術説明会に参加する企業は、自社の持つ課題、テーマに沿った研究者･研究内容について聴講しているので、マッチングのきっかけとしては非常に有効な手段である。地方の大学が全国の企業に対して行うPRとしては、現在は、各専門分野ごとの学会発表が主体。企業の実用化に向けたニーズとのマッチングに関しては、学会での発表のみでは、専門的過ぎる観があり、新技術説明会を有効に利用することには大きな意義があると認識している」（長岡技術科学大学産学官連携コーディネーターの品田正人氏）

■長岡技術科学大学の産学連携、技術移転活動

「一研究者の立場からは、技術移転に関しては産学連携に係るコーディネーター等の方のご支援が中核的役割を果たしていると感じている」（中川教授）

「全国の企業との一対一の産学連携の推進はもとより、現在、本学では地元自治体の要望を基に工業振興を目的としたコンソーシアムの立ち上げに力を入れている。そのため、企業訪問に力を入れ、地元企業の得意技術を抽出することで、本学教員のシーズとのマッチングを目指している。その活動の効果として、地元企業と大学との単独での共同研究にもつながってきている」（品田コーディネーター）

（文責：本誌編集部）

＊1
感性1：やさしい【スイート】：やさしいローズの香り
ナチュラルなブーケの香りで、自宅でのんびりしたいときにオススメの香り。
感性2：豪華な【ラグジュアリー】：ぜいたくなイランイランの香り
オリエンタルなイランイランの香りは、ぜいたくな大人の雰囲気を楽しめ、パーティーや女子会のときなどに適した香り。
感性3：爽快感【フレッシュ】：爽やかなグリーンの香り
すずらんやハーブをブレンドした爽やかな香りで、気分をリフレッシュしたいときにぴったりな香り。

＊2
平成23年度の日本感性工学会における本製品開発の発表に関して、同学会から優秀発表賞が贈られた。

平成24年6月15日
SELF BRAND
（28,31ページに関連研究記事）

学問の広告

Made in JAPAN 日本が誇る 夢ナビ講義 No.04472

カオス・フラクタル理論による感性計測

脳波で動く車いすを可能にした カオス・フラクタル理論

長岡技術科学大学
工学部 電気系 教授
中川 匡弘 先生

念じただけで動く車いす

頭で考えただけで前進したり曲がったり停止したりと、思いのままに動く車いすの研究が行われています。その仕組みは次のようなものです。まず、あらかじめ利用者の頭部に装置を取り付け、近赤外線領域の微弱な光で脳内の血流をモニターし、数値化します。血流のパターンは感情によって違います。そこで、利用者に怒りや喜びなどの感情を思い浮かべてもらい、それぞれのパターンを記録します。そして怒りのパターンを「停止」、喜びのパターンを「前進」などと設定しておき、利用者が怒りや喜びの感情を思い浮かべれば設定どおりに動くというものです。この感性を解析し数値化する技術は、日本の研究から生み出されました。

カオス・フラクタル理論で素早い反応

生体信号をロボットの制御信号に使う研究はいくつか行われていますが、その多くは「統計理論」を使って推定しているため、処理に時間がかかり、頭に意思を思い浮かべてから口ボットが動くまでに数秒かかります。意思を制御信号に変換するのはそれほど難しいことなのです。しかし、前述の車いすは即座に動きます。それは、この解析が「カオス・フラクタル理論」を用いて行われているからです。

フラクタルとは、ある図形の一部分だけを拡大した図形が、元の図形と相似な形状である性質を指す幾何学の概念です。「カオス・フラクタル理論」とは、一見ランダムで予測不可能に見える自然現象も数学的には法則性を持っているという理論で、刻々と変化する脳内の血流を瞬時に解析するためには、この理論が欠かせません。

ペットの気持ちもわかる

この車いすでは、頭部の装置に受発光のパーツが16個付いていますが、現在は実用化に向けてその数を2つに減らす研究が行われています。そうなると、ペットの感情をも測定することができるようになるのです。また、数値化した信号を携帯電話などでやり取りすれば、遠くにいる寝たきりの高齢者などが今どんな気分でいるのか、といったこともわかるようになることから、遠隔地医療への利用も期待されています。

先生からのメッセージ

今の若い人は、失敗を恐れて楽な方へと流されがちで、スマートに生きたがる傾向にあるようです。しかし、人間が生きるためには泥臭いこともしなくてはなりません。若い間は失敗をたくさんして構いません。しかしなぜ失敗したのか原因を究明してください。多くの失敗や無駄に思えることの中に宝物があると信じることが大事です。そのような経験を積んで、ものづくりができる人材に育ってくれればうれしいです。

平成28年10月20日
研究開発リーダー

【研究最前線】

新商品開発における脳科学の活用 ～その進化と研究最前線～

中川 匡弘　　長岡技術科学大学　工学部　技術科学イノベーション専攻

《PROFILE》

略歴：

昭 55 年	長岡技科大・工・電気電子システム卒
昭 57 年	同大大学院修士課程了
同 年	同大学工学部助手
昭 63 年	工博
同年 3 月から	文部省在外研究員（ストラスクライド大学数学科，連合王国）
平元年 1 月	
現 在	長岡技術科学大学 技術科学イノベーション専攻 教授
平成 17 年から	同大学情報処理センター長

フラクタル工学，カオスニューラルネットワーク，感性情報工学，液晶の物理学に関する研究に従事。
日本神経回路学会，日本物理学会，日本知能情報ファジイ学会，計測自動制御学会，日本液晶学会等各会員。
著書に「Chaos and Fractals in Engineering」(World Scientific)，「液晶相転移」(Springer-Verlag Japan)，「カオス・フラクタル感性情報工学」(日刊工業新聞社) 等

1　はじめに

1.1　感性情報工学

20 世紀の飛躍的な科学技術の進歩により，人類は高度な生産システムを実現し，その結果大量生産大量消費型産業社会が造り出され，多くの人々がその恩恵に浴してきた。しかしながら，21 世紀において人類が直面するエネルギー・環境問題の克服と共に，成熟した安全・安心・快適なグローバル持続型社会を実現するため，“脳機能ダイナミズムの解明（自然科学）”と“感性豊かで快適な持続可能社会(人文社会科学)”の有機的融合は，21 世紀の研究者が取り組むべき重要な分野横断型研究課題の一つである。

このような異分野融合技術の観点から，著者の研究室では，脳波や近赤外分光計測により得られる生体信号の波形の有する複雑性に注目した新規感性情報計測手法やロボット制御手法を提案し，従来のスペクトルや振幅・周波数といった生体信号の特徴量に代わる，フラクタル次元という普遍的な尺度で脳の活性に係る時空間ダイナミクスを調べ，言語理解や学習に係るフラクタル特性を論じてきた。さらに，喜怒哀楽といった感情（浅い感性）に留まらず，ヒトに固有のストレスや軽快感，清涼感，爽快感，安心感，緊張感，快感等といった高次感性（深い感性）を計測することに挑戦している。このような感性情報計測技術の創成は，“性能”，“価格”，“品質”に次ぐ，第 4 の価値とパラダイムを醸成し，“感性価値”という新基軸をもたらすものと期待されている。

1.2　脳機能計測・BCI 技術

ヒトの“脳ダイナミズム”の科学的解明とその工学的応用は，21 世紀の人類に残された Final Frontiers であるといわれ，国内外の多くの科学者が，この学際的テーマに果敢に挑んでいる。特に，代表的な脳の非侵襲的な計測手法である，EEG，MEG，PET，あるいは，fMRI 等による脳機能解明に対する数理工学的アプローチは，ヒト脳のダイナミズム解明のみならず脳の高次情報処理機能のインターフェースへの応用に関する有力な手法として注目されている。しかしながら，これまでの生体信号解析アプローチでは，即応性や非拘束性が十分ではなく，脳波等の生体信号に潜在する複雑性が十分に活用されておらず，ヒト脳の高次機能は十分に解明されたとは言い難い。

そこで本稿では，これまでの研究成果に基づき，生体情報のカオス・フラクタル性に基づいた脳機能計測手法を提案し，脳の活性化に係る生体信号波形の複雑性の情報を特徴量として用いた，新規脳機能計測・ブレインコンピュータインターフェース（Brain Computer Interface：BCI）技術基盤を紹介することをもう一つの目的とする。

1.3　研究目的

上記のように，感性計測技術と BCI 技術を融合し，感性・意思情報に係る脳活動の時空間特性をフラクタル次元で定量化し，客観的に計測することにより，例えば，

感性を汲み取り，気配りの出来る感性ロボットが実現可能となると考えられる。

そこで本稿では，これまで著者のグループで五感と感性情報に係る研究で得られた要素となる成果・技術の一部を紹介し，カオス・フラクタル性に基づいた感性計測手法を用いた感性情報計測ならびに BCI 技術基盤を紹介する。

2 フラクタル感性計測手法

まず，多チャンネルで脳波等の脳活動に係る生体信号を計測し，それらのチャンネル間の差分信号に対して，フラクタル次元解析を行う。一般に，フラクタル次元解析手法やそれに関連する脳機能計測手法には，参考文献[1-10]にも紹介されているように多種多様な解析手法が存在する。実際の工学的アプローチとしては，その解析精度の観点から，フラクショナル微積分最尤推定が有用であり[11,12]，さらに，解析の簡便さの観点から，以下に述べる q 次モーメントを用いた手法がよく用いられる。

具体的には，まず，時系列データ $f(t)$ に対して，q 次モーメントは，統計平均を時間平均で置き換え可能であるとすると，

$$\sigma_q(\tau) = <|f(t+\tau)-f(t)|^q> = \lim_{T\to\infty}\frac{1}{T}\sum_{t=0}^{T-1}|f(t+\tau)-f(t)|^q, \quad (1)$$

で与えられる。次に，$f(t)$ の変動量 $X = f(t+\tau)-f(t)$ に対する統計分布関数が，次のように安定分布（Gaussian）で与えられると仮定する。

$$P(X;\tau,q) = \frac{1}{\sqrt{2\pi C\tau^{2H_q}}}\exp\left(-\frac{X^2}{2C\tau^{2H_q}}\right) \quad (2)$$

ここで，H_q は一般化 Hurst 指数であり，C は正の定数であり，H_q の q に対する依存性が，マルチフラクタル特性を反映することとなる。ここで，(2) 式を (1) 式へ代入すると，Γ-関数を用いて，直ちに，

$$\begin{aligned}\sigma_q(\tau) &= \int_{-\infty}^{+\infty}|X|^q P(X;\tau,q)dX \\ &= \frac{1}{\sqrt{2\pi C\tau^{2H_q}}}\int_{-\infty}^{+\infty}|X|^q\exp\left(-\frac{X^2}{2C\tau^{2H_q}}\right)dX \\ &\sim \frac{\tau^{qH_q}}{\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{+\infty}|Y|^q\exp\left(-\frac{Y^2}{2}\right)dY \\ &\sim \frac{2^{q/2}\tau^{qH_q}}{\sqrt{\pi}}\int_0^{+\infty}|Z|^{(q-1)/2}\exp(-Z)dZ \\ &= \left\{\frac{2^{q/2}}{\sqrt{\pi}}\Gamma\left(\frac{q+1}{2}\right)\right\}\tau^{qH_q}\sim\tau^{qH_q},\end{aligned} \quad (3)$$

が得られる。これから，以下のスケーリング特性により，直ちに一般化 Hurst 指数 H_q が求められる。

$$H_q = \frac{1}{q}\left(\frac{\Delta\log\sigma_q(\tau)}{\Delta\log\tau}\right)\ (\tau\to\tau_0<<1) \quad (4)$$

このとき，フラクタル次元（一般化自己アフィン次元）は，

$$D_q = d+1-H_q = 2-H_q(d=1) \quad (5)$$

で求められる。このような一般化次元やマルチフラクタル次元による音声認識や脳波解析の具体的応用については，文献[1,6,7,9]に一部紹介されている。

次に，時刻を t，i 番目の電極からの入力値を $x_i(t)$，i 番目の電極と j 番目の電極との間の差分信号，$y_{ij}(t)$ は，

$$y_{ij}(t) = x_i(t)-x_j(t) \quad (6)$$

であり，これを全てのチャンネル間の組み合わせに対して求め，それらをフラクタル解析することにより，その次元 D_{ij} を用いて，感性出力は，

$$z_n = \sum_{i>j}^{N} f\left(C_{n;ij}D_{ij}+d_n\right) \quad (7)$$

で求められる。ここで，Z_n は感性出力，$f(\cdot)$ は適当な写像関数であり，線形，あるいは，ニューラルネットを用いた非線形写像等が用いられる。また，$C_{n;ij}, d_n$ は，最小二乗法や最急降下法で決定され，それぞれ，感性テンソルとバイアスベクトルと呼ばれる。また，このようなフラクタル解析に基づいた感性解析手法（Emotion Fractal Analysis Method：EFAM）は EFAM[11,12] と呼ばれる。その信号処理手順の概念図を図 1 に示す。また，これ以降，感性フラクタル次元解析手法を EFAM と略すことにする。

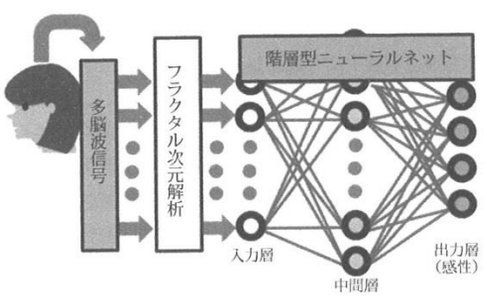


図 1 感性フラクタル解析手法（EFAM）

3　想起と高次感性計測

本節では，脳波のフラクタル性の変動から，頭でイメージ（想起）した感情や高次感性を計測した例を紹介する。

3.1　測定条件

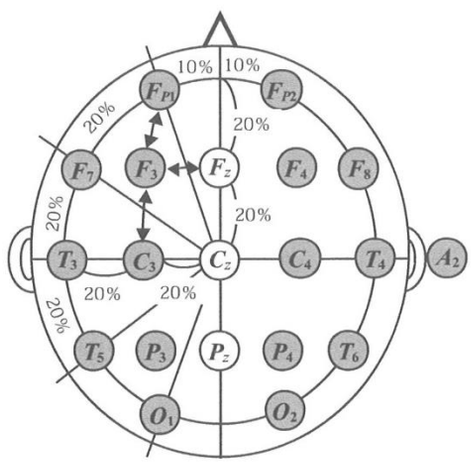
脳波測定装置には，日本光電社製 MEG-6116M を使用し，測定データは A/D 変換ボード（Computer Boards 社製 PCM-DAS16S/16，A/D 変換分解能 16bits，チャンネル数 16ch）を介し，パーソナルコンピュータに脳波データを記録した。また，測定時のサンプリング周波数を 512Hz とし，低域遮断周波数 1.5Hz のローカットフィルタと，高域遮断周波数 100Hz のハイカットフィルタを設定した。なお，商用電源に対する HUM フィルタを脳波測定時に使用した。なお，測定部位は，国際 10-20 電極法に基づき，1Ch ～ 16Ch の単極測定とし，右耳朶 A_2 を基準電極とした（図 2）。測定に際して，被験者は非拘束状態であり，電磁遮蔽のシールドルームではなく通常環境下で測定を行った。また，被験者は心身共に健康な 22 ～ 25 歳の男性で，脳波測定に関する基礎的な知識を持ち，被験者としての経験を持っている者である。

以下に，リファレンスデータと評価用データの測定手順について述べる。

まず，測定時は，被験者に対して「anger」，「joy」，「relaxation」，「sadness」，「worry」の 5 種類の感性を測定することを告げ，それぞれの感性状態を想起するメンタルトレーニングを適宜行わせる。その後，

1. 1 つの感性を想起し，その状態を測定中維持するように告げる。
2. 開始後の 1 分間は準備期間として，記録は行わず，被験者の想起区間とする。
3. その後，記録を行い，最初の半分を学習に用いるリファレンスデータとし，後半を感性認識用の評価用データとする。
4. 感性の状態をリセットするため，休息をとり，再び，上記 1. に戻り，次の感性を想起するよう告げる。

という手順で脳波測定を行う。



計測電極は上手の灰色の部分 16ch である
（国際 10-20 基準）

図 2　電極配置図

3.2　フラクタル感性解析結果

（1）リファレンスデータに対する認識結果

ここでは，簡単のために，（7）式の $f(\cdot)$ を線形写像とし，その出力を以下のように非線形写像する。但し，σ_n は，感性 z_n の標準偏差である。

$$z^*_n(t) = f(z_n(t)) \equiv \tanh\left(\frac{z_n(t)}{4\sigma_n}\right) = \frac{\exp\left(\frac{z_n(t)}{4\sigma_n}\right) - \exp\left(-\frac{z_n(t)}{4\sigma_n}\right)}{\exp\left(\frac{z_n(t)}{4\sigma_n}\right) + \exp\left(-\frac{z_n(t)}{4\sigma_n}\right)}. \quad (8)$$

さらに，得られた感性出力に以下のような時間的移動平均を施すことで平滑化し，最終的な出力値 $\bar{z}_n(t)$ とする。

$$\bar{z}_n(t) = 0.1(z^*_n(t+2) + z^*_n(t-2)) + 0.2(z^*_n(t+1) + z^*_n(t-1)) + 0.4z^*_n(t). \quad (9)$$

この $\bar{z}_n(t)$ が，それぞれの感性に対する強さのレベルを示していることになる。

次に，各被験者について決定された感性マトリクスに，学習に用いたリファレンスデータを再入力した際の認識率について，喜怒哀楽の 4 感性について感性解析した際の認識率を表 1 に，また，5 感性について解析した際の認識率を表 2 に示す。全ての被験者について，

感性に依らず，高い認識率が実現されている。また，不安を加えた5感性の解析では，4感性に比べ2［%］程度の低下はみられるものの，95［%］以上の認識率が得られていることから，リファレンスデータにより感性マトリクスが高精度に決定されていること確認した。

表1　リファレンスデータに対する認識率（4感性）

		recognition rates［%］				
EFAM		anger	joy	relaxation	sadness	Average
Subjects	A	98.75	98.64	98.47	98.79	98.66
	B	98.27	98.05	98.34	98.61	98.32
	C	98.85	98.70	98.90	98.92	98.84
	D	98.27	98.65	98.24	98.64	98.45
	E	98.95	98.93	98.76	98.74	98.84
	F	97.33	98.05	98.02	97.91	97.83

表2　リファレンスデータに対する認識率（5感性）
（被験者：A～Fの成人男性6名）

		recognition rates［%］					
EFAM		anger	joy	relaxation	sadness	worry	Average
Subjects	A	96.31	96.10	96.54	96.79	96.64	96.48
	B	98.23	98.07	98.22	98.19	98.31	98.21
	C	97.76	97.96	98.04	97.89	98.16	97.96
	D	97.57	98.29	97.71	98.12	97.45	97.83
	E	97.83	97.93	97.52	97.75	98.06	97.82
	F	95.99	97.04	96.80	96.48	96.43	96.55

さらに，学習用データとは別に取得した評価用データに対して得られた感性解析結果 $\bar{z}_n(t)$ について，以下の式を用いて時間平均の認識率を算出し，それぞれの感性の弁別能力を評価する。

$$\text{認識率}_n[\%] = \frac{\sum_{t=1}^{t_{\max}} \bar{z}_n(t)}{\sum_{i=1}^{5}\sum_{t=1}^{t_{\max}} \bar{z}_i(t)} \times 100[\%]. \quad (10)$$

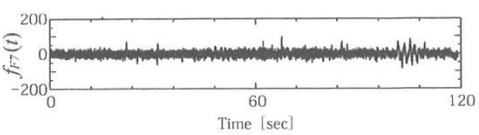
$$n = \begin{cases} 1 & \text{anger} \\ 2 & \text{joy} \\ 3 & \text{relaxation} \\ 4 & \text{sadness} \\ 5 & \text{worry} \end{cases}$$

ここで，認識率はそれぞれの感性の出力の和を，「anger」，「joy」，「relaxation」，「sadness」，「worry」の全ての出力の和の合計で割ったものである。この認識率を指標とし4感性での解析と高次感性を含んだ5感性での解析について比較検討を行う。

（2）評価用データに対する認識結果

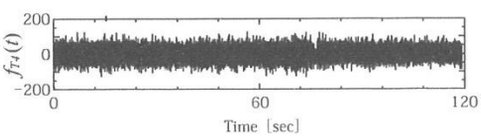
図3，4にangerの想起時の F_7，T_4 における脳波信号 $f_{F_7}(t)$，$f_{T_4}(t)$ をそれぞれ示す。図5に F_7，T_4 の差分信号 $f_{F_7\text{-}T_4}(t)$ を算出した波形を示す。さらに，図6に図5で示した差分信号に対しフラクタル次元解析を施し算出したフラクタル次元値 D の時間依存性を示す。

次に，5感性（anger，joy，relaxation，sadness，worry）について，EFAMにより解析した結果の一例を図7に示す。ここでは，angerの想起時の感性マトリクスの決定に用いていない評価用データを入力した際の解析結果について示す。これから，angerの感性出力が分離されていることが確認される。（NIRS等の他の手法の結果については，文献[10]参照）



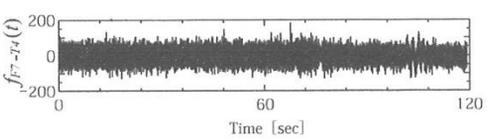
被験者A，「anger」想起時，F_7

図3　脳波信号



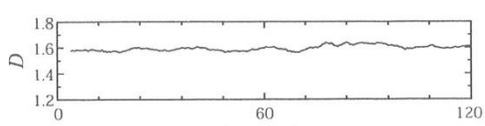
被験者A，「anger」想起時，T_4

図4　脳波信号



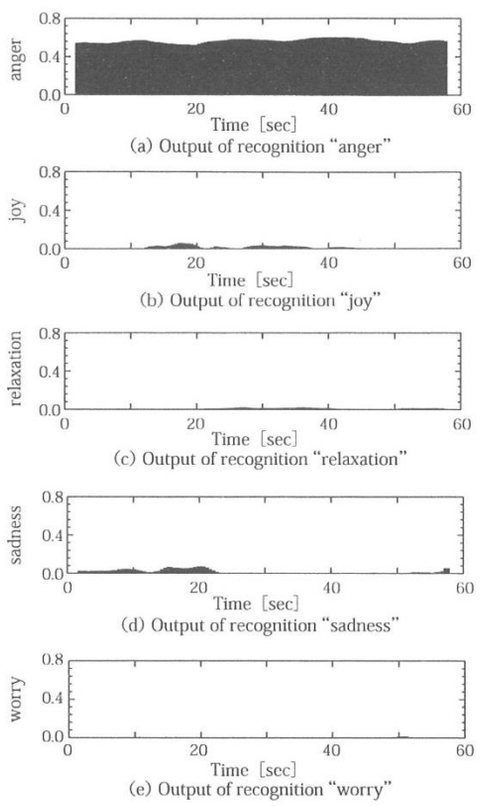
被験者A，「anger」想起時，F_7-T_4

図5　Ch間差分信号



被験者A，「anger」想起時，F_7-T_4

図6　フラクタル次元値



被験者 A 「怒り」想起時

図 7　評価用データに対する認識結果

3.3　高次感性計測のまとめ

喜怒哀楽の 4 感性（感情）と高次感性である「worry」を含んだ 5 感性について EFAM により解析を行った。表 1，2 の認識率から，90 [%] 以上の認識率が得られたことから，リファレンスデータが十分な精度で学習されていることが確認された。また，表 3, 4 に評価用データに対する認識率を示す。これからも，概ね良好な識別が実現されていることが分かる。さらに，図 8 より，未学習の評価用データに対して，4 感性と 5 感性でほとんど変わらない認識率（70 [%] 程度）が達成されていることが確認される。このことから，喜怒哀楽の感情よりも高次の感性である「worry」についても，他の 4 感性（感情）（anger，joy，relaxation，sadness）と同様に識別可能であることが示され，さらに深い高次感性について識別の可能性が示された。この結果から，従来 SD 法等の主観的な評価方法が主流となっている工業デザインにおける感性評価などの分野において，本手法による客観的な評価手法の適用が期待される。

表 3　評価用データに対する認識率（4 感性）

		認識率 [%]				
EFAM		anger	joy	relaxation	sadness	Average
Subjects	A	74.25	48.02	46.97	91.06	65.08
	B	95.52	85.10	73.60	85.38	84.90
	C	83.36	88.10	88.44	88.67	87.14
	D	64.84	59.28	87.50	72.47	71.02
	E	83.63	88.93	88.23	78.93	83.68
	F	73.45	66.71	83.15	72.45	73.94

表 4　評価用データに対する認識率（5 感性）

		recognition rates [%]					
EFAM		anger	joy	relaxation	sadness	worry	Average
Subjects	A	75.10	39.44	34.27	82.89	47.68	55.88
	B	94.04	81.89	61.05	83.69	87.66	81.67
	C	71.78	87.02	78.63	85.29	76.93	79.93
	D	62.06	47.24	87.12	70.94	84.91	70.45
	E	77.97	90.27	82.98	67.77	90.12	81.82
	F	69.47	69.99	78.38	65.32	54.10	67.45

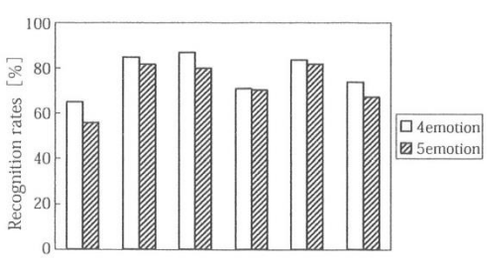


図 8　評価用データに対する認識率

4　視覚と感性・図形認識

本節では，まず，視覚情報と感性の関係を調べるために，画像を提示し，その感性を EFAM で計測し，主観評価の結果と比較する。具体的には，被験者に想起してもらう感性を「華やか」とした場合，華やかさの主観評価値が異なる画像を複数枚提示する。次に，提示された

画像を黙視しながら，「華やかさ」を想起した時の脳波信号に対してフラクタル次元解析を行い，EFAMによる視覚情報から得られる高次感性を計測する。さらに，同手法をBCI技術の基盤となる図形認識問題に適用し，その分離性能を議論した結果を紹介する。

4.1 測定環境

前節と同様の脳波計測環境を用い，感性評価画像はSharp社製15.4型TFT液晶ディスプレイで提示した。被験者は，心身共に健康な22～24歳の男子で，脳波測定に関する基礎的な知識を持っている。

まず，想起時の脳波測定手順を以下に示す(図9参照)。

1. 20秒間白色画像を提示し開眼安静とする。
2. 合図と共に画像を提示する。
3. 40秒間，被験者は画像に対し指示された感性を想起し続ける。
4. 休息をとり，1.に戻り，次の画像について同様に測定を行う。

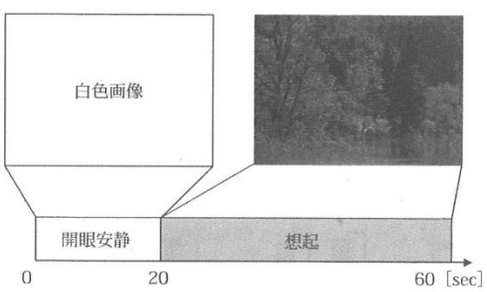


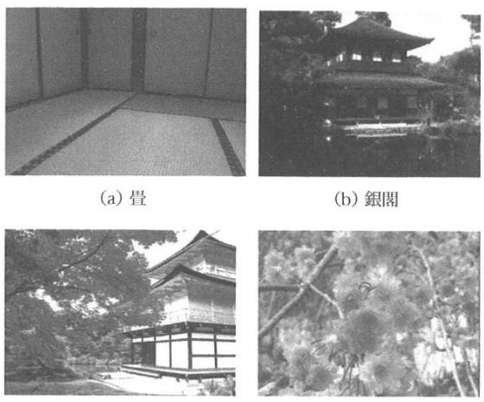
図9 想起時の測定手順

次に，安静時の脳波測定手順は，以下の通りである。

1. 合図と共に白色画像を提示する。
2. その後60秒間，被験者は白色画像を黙視しながら開眼安静を維持する。

4.2 評価画像

感性の想起には，図10のカラー画像を用いた。主観評価において「華やかさ」主観評価平均値が比較的低い画像である(a)「畳」，(b)「銀閣」および主観評価平均値が比較的高い(c)「金閣」，(d)「満開」を感性評価画像とした。



(a) 畳　(b) 銀閣

(c) 金閣　(d) 満開

図10 華やかさの感性評価のための原画像
sozai-free.com, k-kabegami.com, EyesPicから転用

また，各画像における「華やかさ」の5人平均主観評価値および被験者の主観評価値を表5に示す。

表5 主観評価値

	5人平均主観評価	被験者主観評価
畳	1.2	1
銀閣	2.2	2
金閣	4.6	5
満開	4.8	5

4.3 第1次視覚野の活性

ヒトの目から入った視覚情報は，まず後頭部にある第1次視覚野に送られ，視覚野から頭頂葉や側頭葉の連合野に情報が伝達され認識される。本報告では，まず，国際10-20電極法による16［Ch］の電極配置のうち，この第1次視覚野にあたる15，16［Ch］に注目し，視覚刺激とフラクタル性の関連性について調べる。

4.4 想起・視覚情報のフラクタル次元解析

(1) 華やかさを想起した場合の解析結果

被験者に想起してもらう感性を「華やか」とし，華やかさの主観評価が比較的低い「畳」「銀閣」および主観評価が比較的高い「金閣」「満開」の，4種類の異なる画像を提示し，華やかさを想起した場合の脳波データに

対してフラクタル次元解析を行った。以下においては，まず，注目部位の第 1 次視覚野の 15，16Ch のフラクタル次元解析結果を図 11 ～ 14 に示す。

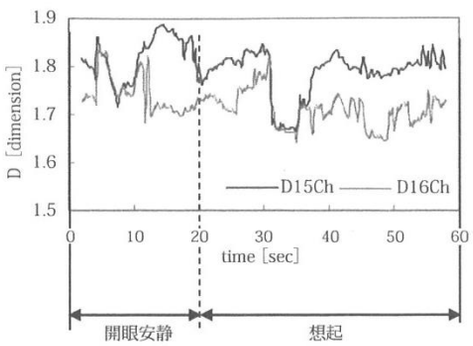


図 11　視覚野のフラクタル次元変動（畳）

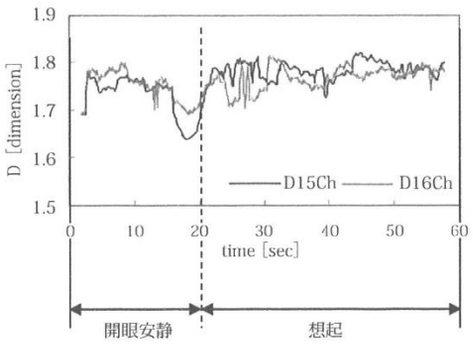


図 12　視覚野のフラクタル次元変動（金閣）

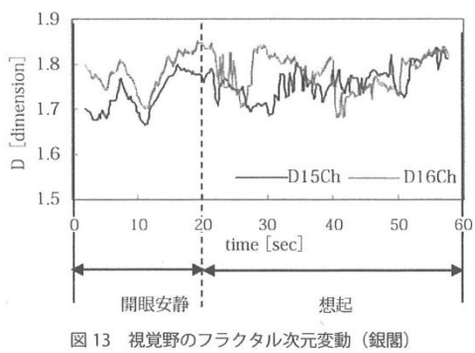


図 13　視覚野のフラクタル次元変動（銀閣）

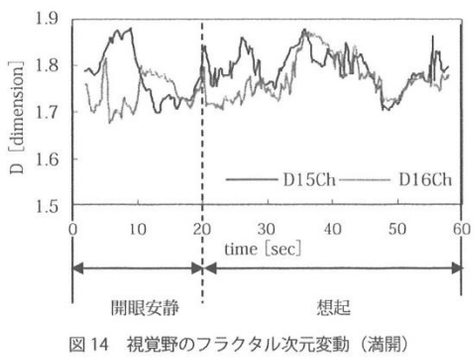


図 14　視覚野のフラクタル次元変動（満開）

これから，各画像に応じて，次元の変動の様子が顕著に異なることが分かる。特に，華やかさが顕著である，金閣と満開について，フラクタル次元の上昇が著しい。一方，主観評価で最も華やかさが低いと判定されている畳の画像では，フラクタル次元は寧ろ下降していることがわかる。ここで注意することは，フラクタル次元の変動は，あくまで脳波の複雑性の指標であり，光刺激に対する脳波の振幅の変動を捉えたものではないということである。

このことを詳細に調べるために，フラクタル次元の変化量 ΔD を算出する。「畳」「金閣」「銀閣」「満開」の脳波データ全 16［Ch］の，画像による視覚刺激有る無しのフラクタル次元の時間平均値の変化量を図 15 ～ 18 に示す。

また，各画像に対する視覚野における安静時と視覚刺激を入れた際のフラクタル次元の変動（15Ch と 16Ch のフラクタル次元の変動値の平均値）を図 19 に示す。主観評価が高い画像の視覚野の次元の変化は，主観評価が低い画像の視覚野における次元の変化に対して大きく正の方向に変動する傾向がみられる。

さらに，これらの実験結果に対して，前節の Ch 間の差分信号を用いた EFAM を用いて，“華やかさ”を感性出力として解析した結果を図 20 に示す。同図で，バーは，EFAM による華やかさの感性出力を示し，一方，■のシンボルは，被験者の主観評価値である。これから，両者の相関係数は 0.86 となり，我々の提案する感性フラクタル解析手法（EFAM）の有用性が示される。

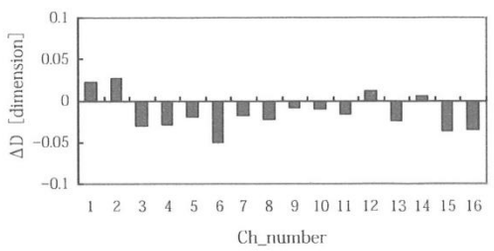


図 15　16Ch フラクタル次元変動（畳）

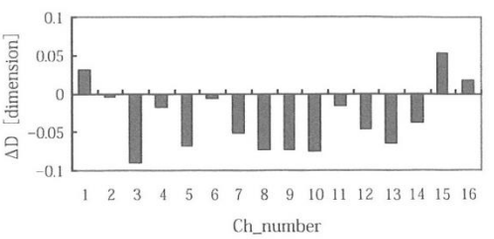


図 16　16Ch フラクタル次元変動（金閣）

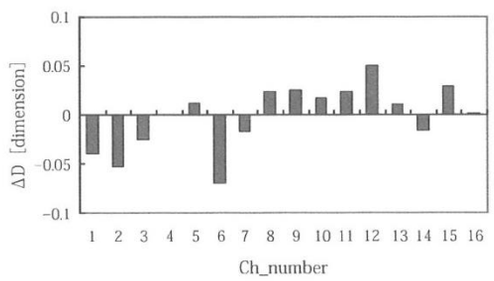


図 17　16Ch フラクタル次元変動（銀閣）

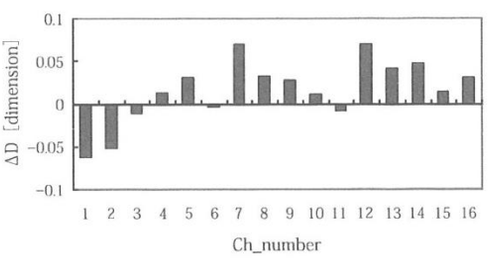


図 18　16Ch フラクタル次元変動（満開）

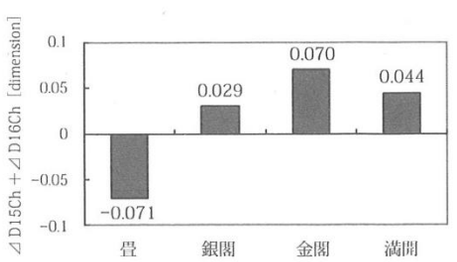
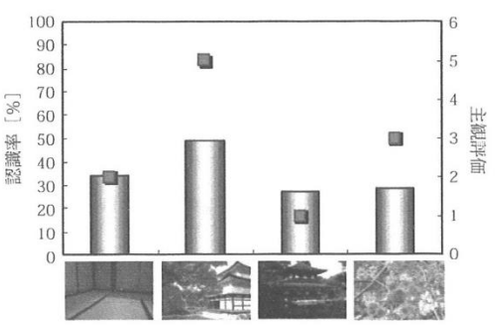


図 19　視覚野におけるフラクタル次元変動（安静を基準）



$$\text{認識率［\%］} = \frac{\text{感性 } \bar{Z}_n \text{ の出力の和}}{\text{全出力の総和}} \times 100 \quad [\%]$$

（バーが，EFAM の感性出力の相対値（認識率）であり，ドットは，5 段階評価での主観評価の値である。また，それらの間の相関係数は 0.86 である。）

図 20　EFAM による華やかさの感性出力

4.5　図形認識への応用と BCI への展開

最後に，本技術の BCI（Brain Computer Interface）への応用可能性を検討してみる。まず，PC のディスプレイに，図 21 に示すように，「circle」，「triangle」，「square」，「star」，「heart」，「cross」の 6 種類の図形を表示し，被験者が黙視しながら，その中の 1 つを任意に選び頭で念じた時の脳波信号を解析し，被験者が念じた図形が識別可能かを調べ，BCI への応用の可能性を検討する。具体的には，ディスプレイに提示された 6 つの

図形の内，被験者が選定した１つの図形を念じた時の脳波信号のフラクタル次元推定値を特徴量として，感性フラクタル次元解析手法で認識処理を行い，それぞれの図形を念じたとき正しく識別できるかを検証した。従って，この場合には，先述の感性の種類が図形の形状に相当する。また，図 22 に，上記６つの図形に対する認識率の結果を示す。

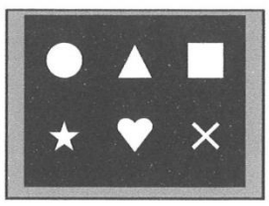


図 21　ディスプレイに表示された図形

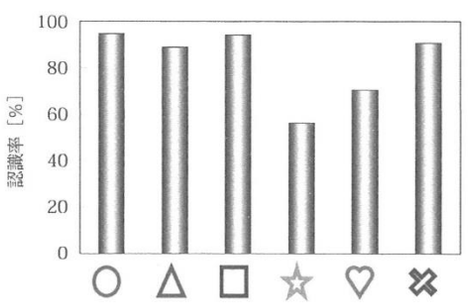


図 22　各種図形の EFAM による認識率（正答率）

図 22 の結果から，頭でイメージした画像が，脳の時空間ダイナミクスの特徴として，フラクタル次元で抽出可能であることが確認された。このことから，本技術は，新規ヒューマンインターフェースとして注目される脳波キーボードとして利用可能であるといえる。

5　おわりに

EEG や MEG 等に観られる複雑なダイナミクスの研究は，古くは H. Degn, A. V. Holden and F. Olsen eds. "*Chaos in Biological Systems*"(Plenum Press N. Y. (1987)) にも紹介されているように，定常状態における数分から数時間程度の比較的長時間データに関する議論に限られており，短時間解析におけるフラクタル次元の解析が困難であり，その推定精度・信頼性が十分ではなく，一般に時々刻々と変動する脳ダイナミズムをフラクタル性の観点から定量的に解明するには至っていなかった。そこで本研究室においては，フラクタル解析の時間分解能を飛躍的に向上させた新規フラクタル次元解析手法により，ヒト脳ダイナミズムの非侵襲計測に基づいた感性・意思情報を融合したバイオフィードバックシステムの開発と利用者の感性を感知しインタラクティブに動作可能なアフェクティブロボットの開発に焦点を合わせ，フラクショナル微積分を併用した新規な最尤推定法によるフラクタル感性計測手法を有機的に融合させた多重連想型アフェクティブロボットの開発を進めている。

本稿では，次世代アフェクティブインターフェースの基盤となる想起・視覚に係る高次感性計測結果，並びに，新規 BCI の基軸となる図形認識に関する技術について，著者の研究室のこれまで得られてきた研究成果の一部を紹介した。このようなバイオフィードバック技術に関係したアフェクティブインターフェース技術は，新規融合技術として期待されており，アフェクティブロボットの中核となる [19-21] と共に，急速に加速するグローバル化する産業社会に埋没しない新規付加価値（第４の価値軸：感性価値）を有する感性製品の開発に不可欠 [22] である。ここでは，紙面の都合上割愛したが，生体信号のフラクタル性に関連するカオス性（Lyapunov スペクトル）やマルチフラクタル性についても各種タスクに呼応する変動が見出されており [1,3,13-18,23]，この両者を特徴量として融合することにより，ヒューノイドからヒューマナイズドへパラダイムシフトしたアフェクティブロボット制御技術が創成されると期待される。

参考文献

1）M. Nakagawa, "Chaos and Fractals in Engineering", World Scientific, Inc., (1999)
2）M. Phothisonothai and M. Nakagawa, IEICE Trans. Inf. Syst, Vol. E91-D, No. 1, pp. 44-53, (2008)
3）N. Soe, M. Nakagawa, International Journal of Biological and Medical Sciences, Vol. 1, No. 1, ISSN 1307-7457, pp. 34-43, (2007)
4）M. Phothisonmonthai and M. Nakagawa, J. Phys. Sos. Jpn, Vol. 75, No. 10, pp. 104801- 1-104801-6, (2006)
5）M. Phothisonmonthai and M. Nakagawa, Int. J. Biomed. Sci, Vol. 1, No3, pp. 157-180, (2006)

6) S. Sabanal and M. Nakagawa, Chaos, Solitons and Fractals, Vol. 7, No. 10, pp. 1-19, (1996)
7) S. Sabanal and M. Nakagawa, J. Phys. Soc. Jpn, Vol. 64, No. 9, pp. 3226-3238, (1995)
8) M. Nakagawa, J. Phys. Soc. Jpn, Vol. 62, pp. 4233-4239, (1993)
9) K. Ogo and M. Nakagawa, Electronics and Communications in Japan Part III-Fundamentals, Vol. 78-10, pp. 27-36, (1995). : 小河清隆，中川匡弘，電子情報通信学会論文誌，Vol. J78-A 分冊，pp. 161-168，(1995)
10) 松下晋，中川匡弘，電子情報通信学会論文誌 A，Vol. J88，No. 8，pp. 994-1001，(2005)
11) PCT/JP2005/16037 アメリカ特許出願第 11/681388 号 Emotional State Determination Methods
12) 特許第 3933568 号（平成 19 年 3 月 30 日取得）（脳機能計測方法及び装置）
13) T. Q. Khoa, Y. Nakamura, M. Nakagawa, Chaos, Solitons & Fractals, Vol. 42, No. 743, pp. 422-429, (2009)
14) N. Soe and M. Nakagawa, J. Phys. Soc. Jpn, Vol. 77, No. 4, pp. 044801-1- 044801-8, (2008)
15) N. Soe and M. Nakagawa, J. Phys. Soc. Jpn, Vol. 7, No. 3, pp. 034803-1-0348803-10, (2008)
16) Truong Quang Dang Khoa, Hoang M. Thang, Masahiro Nakagawa, The Journal of Physiological Sciences, Vol. 58, No. 1, pp. 47-52, (2008)
17) 日刊工業新聞社，日刊工業新聞，2006 年 9 月 22 日 26 面，2008 年 9 月 12 日 33 面，2008 年 11 月 21 日 22 面，2009 年 3 月 20 日 14 面，新潟日報社，新潟日報，2009 年 4 月 18 日 25 面
18) 日経 BP 社，日経マイクロデバイス，5 月号，pp. 92-93，(2008)
19) NHK BS hi，アインシュタインの眼～驚きの伝道師 マジシャンの不思議～，2008 年 5 月 6 日，5 月 8 日，5 月 10 日，7 月 10 日放送，NHK BS2，アインシュタインの眼～驚きの伝道師 マジシャンの不思議～，2008 年 12 月 5 日再放送
20) NHK World，Beyond the Naked Eye，2009 年 6 月 7 日　全世界で 4 時間おきに 6 回放送
21) 中川匡弘，“カオス・フラクタル感性情報工学”，日刊工業新聞社，(2010)
22) 日刊工業新聞社，日刊工業新聞，2009 年 3 月 10 日 23 面，3 月 20 日 14 面，4 月 9 日 21 面，新潟日報社，新潟日報，2008 年 9 月 4 日 6 面，2009 年 4 月 3 日 6 面
23) M. Phothisonothai and M. Nakagawa, Journal of Integrative Neuroscience-an Interdisciplinary Journal-, Vol. 8, No. 1, pp. 95-122 (2009)

平成30年2月28日
AROMA RESEARCH
（8ページに関連研究記事）

41

脳波のフラクタル性に基づいた感性評価を目指して

長岡技術科学大学 カオス・フラクタル情報数理工学研究室

1. 私たちの研究グループについて

我々の研究グループは，脳波や近赤外分光計測により得られる生体信号波形の複雑性に着目し，フラクタル次元という普遍的な尺度で脳の活性に係る時空間ダイナミクスを解析，生体信号と感性との関連性について研究を行ってきた。特に，喜怒哀楽といった感情（浅い感性）に留まらず，ストレスや軽快感，清涼感，安心感といった高次感性（深い感性）の計測についてもチャレンジしている。このような感性情報計測技術は，従来のモノづくりの基軸である機能的価値（表層価値），“性能”，“価格”，“品質”に次ぐ，第4の価値としての情緒的価値（深層価値），例えば，“安心”，“調和”，“快適”を新規付加価値としたモノづくりへのパラダイムシフトをもたらすものと期待されている。

現在，当研究グループに在籍する学生は総勢17名であり，自身の学術研究や企業との共同研究に取り組むとともに，各種フォーラムへの参加等も積極的に行いながら，当該技術を国内外へ情報発信することに努めている。

また，筆者は平成25年に文部科学省の「大学発新産業創出拠点プロジェクト（START）」（平成27年度からは「大学発新産業創出プログラム」（START）として科学技術振興機構が実施）に採択されたことをきっかけに，平成28年4月，大学発ベンチャーとして株式会社TOFFEE（トフィー）を設立した。

2. 私たちの研究内容について

当研究グループではこれまでに，感覚的に捉えることが本質である“感性”を，脳活動の観点から読み解くことで，「言葉にはできなくても，説明できなくても，本当はどう感じているのか」を定量化し，それを商品開発や自己啓発，さらには医療・福祉の分野に還元することに取り組んできた。そうした中で著者が確立した感性計測手法は，“感性フラクタル解析手法（EFAM）”と呼ばれ，国内外で特許を取得している（特許3933568号他）。

近年，脳科学の観点から消費者心理や行動パターンを捉え，それらをマーケティングに応用するニューロマーケティングが注目され，消費者の意思決定プロセスを把握することに強い関心が寄せられている。脳活動の動態は，外部刺激に関する応答を客観的に反映しており，言葉の理解を介するアンケート方式において抽出困難であるとされてきた感性を客観的に定量化することが可能である。

これまでに我々が開発に携わった，感性を付加価値とした商品には，打感のいいテニスラケット，爽快感を訴求したシャンプー，ハイレゾ音楽再生機器，優しさを感じるサニタリー商品，口に貼ると集中力が高まるテープなどがある。また，聴覚障害者（会話の不自由な利用者）のための高速道路用非常電話のユーザビリティ感性評価や，音楽療法への展開では，ハイレゾ音源に快感や安心感を高める効果があることを実証してきた。

ここでは，我々の研究成果を表す特徴といえる，従来の感性評価手法（【生体指標を用いた方法】および【SD法（アンケート）】）との比較結果を紹介したい。

はじめに，生体指標を用いた従来法は，θ波からα波，β波の帯域制限された脳波信号に対するパワースペクトルのチャンネル間相関を特徴量とした感性計測技術（一例として，ESAM（特開平7-51240））がある。表1は，同じ脳波信号をESAMおよびEFAMの，2つの解析手法で得られた喜怒哀楽の計測結果をまとめている。同表は，20代の心身ともに健康な男性5名を被験者として，感性（喜怒哀楽）の認識率（実際に被験者がイメージしている感性と計測した感性の一致率に相当）を測定したものである。この結果より，EFAMの優位性が示され，ヒトの情動に係る脳活動の特徴量は，脳波の複雑性（フラクタル次元やリアプノフ指数）によって，効果的に抽出され得るということが明示された。また，ESAMでは，スペクトル相関に関係した135の特徴量を用いているのに対し，EFAMでは，フラクタル次元に係る120の特徴量を採用している。このことから，フラクタル次元を用いることにより，より少な

表1 感性計測手法の認識精度の比較

手法	認識率（5被験者に亘る平均値）			
	Anger	Joy	Sadness	Relaxation
ESAM	45%	52%	38%	74%
EFAM	79%	81%	73%	85%

Towards sensibility evaluation based on EEG fractal properties.

NAKAGAWA Masahiro
Faculty of Engineering Nagaoka University of Technology

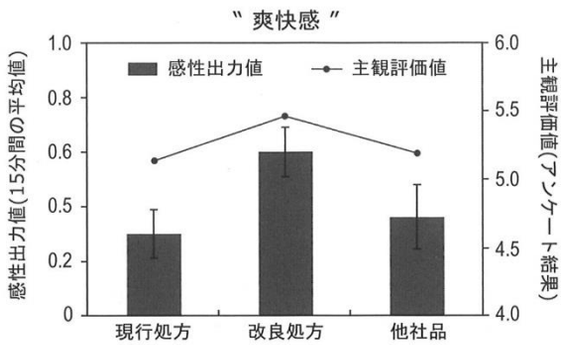


図1　SD法（アンケート）と本手法の比較

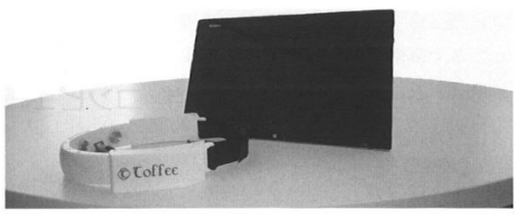


図2　Active Neuro-Ware（アクティブニューロウエア）

い特徴量で，より高い計測精度を達成できることが分かる。

次に，図1は，企業との共同研究（爽快感を訴求したシャンプー開発）より得られたアンケート結果とEFAMによる解析結果の比較を表したものである。同図は3種類の商品を用いて測定した結果であり，“改良処方”は企業との共同研究開発品を示し，赤い棒グラフが脳波のフラクタル性に基づいた感性出力値（EFAM結果（被験者8名）），青い実線が当該製品のモニター被験者に対する主観評価値（7段階のアンケート結果（ヘビーユーザー約50名含む））を表している。同図より，改良処方は現行処方と比較して爽快感が約2倍に上昇していることがかわる。つまり，EFAMは，これまで主観アンケート調査のみでしか評価できなかった“爽快感”という感覚的認識力で感じる感性を定量的に表すことを可能とし，それを用いた感性計測技術が製品開発に還元されたといえる。また，感性出力値と主観評価値の相関係数は0.998であり，極めて高い精度で一致していることから，本技術がより少ない被験者数と時間で，高精度かつ低コストに感性評価を実現したといえる。

最近の当研究室の研究成果として，より自然な生活環境下で感性計測を取り入れることを目指し，高精度かつ小型・軽量・無線・リアルタイム測定を実現した独自の感性計測装置開発がある（図2参照）。IoT社会の現代では，低コストかつ高精度な感性計測が，いつでも・どこでも・誰でも可能となり，ビジネスとしての製品開発や個人的な嗜好探求など，幅広い分野に対して高い貢献度が期待される。我々は，これらの研究開発を通して，産業界の各種新製品・新サービスの開発を具現化し，それらを利用する顧客がより快適で，より良い生活を営むことができるようになること，さらに，当技術がグローバル化に埋没しない競争力の高い製品開発の技術基盤となることを期待している。

3. におい・香り（嗅覚・フェロモンなどを含む）研究とはなにか

当研究グループは，ユニ・チャーム（株）と共同で「パンティーライナーとして求められる香りとは何か？」という視点に立ち，脳波測定による香り感性診断を活用した製品開発に取り組んだことをきっかけに，香り研究と関わることとなった。

現在，嗅覚刺激に関して，その脳活動との関連性については活性部位の特定が行われ，比較的長期な記憶と関係していることが明らかにされている。一方で，嗅覚刺激に反応する局所的な活動部位と感性に係る視床下部等の関連部位活動の動態に関しては，殆ど解明されていない。

そこで我々は，脳内情報処理の動態（時空間特性）を多チャンネルで計測した脳波のフラクタル性で定量化することにより，感性との紐付の実現を目指している。

4. おわりに

生体に潜在する高度・高次機能に学び，それを工学的に模倣・具現化するバイオミメティクス，バイオメカトロニクス，超五感センシング技術等に関連した異分野融合領域へのチャレンジは今後益々重要になってくると考える。日々進化する産業界のニーズに応えられる技術科学のイノベーションを創出し，将来的には，ローカル（地域）に根差してグローバル（国際的）に活躍できる人材の輩出を目指し，教育・研究を推進している。

（中川匡弘）

◎基本情報
長岡技術科学大学 カオス・フラクタル情報数理工学研究室
所在地：〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町1603-1
代表者：中川匡弘（教授）
tel：0258-47-9535
fax：0258-47-9500
e-mail：masanaka@vos.nagaokaut.ac.jp
http://pelican.nagaokaut.ac.jp/

平成30年10月1日
電子情報通信学会誌
（12ページに関連研究記事）

4

脳波のフラクタル解析を用いた多機能電話の操作性評価

On the Operability Assessment of Multi-functional Emergency Phones Based on Fractal Analyses of EEG Signals

中川匡弘

1. はじめに

人口減少や高齢化社会に直面する信越地域において，医用・福祉関係の要請に応える産業分野の創成，とりわけ，IoT や AI 等の次世代産業革命をけん引できる地域に根差した技術開発が渇望されている．(株)ネクスコ・エンジニアリング新潟では，耳や会話の不自由な利用者に向けたタッチパネルによる双方向文字通信機能を搭載した非常電話機（以下，開発機）の開発に取り組んでおり，現行機との間に使用感の差異がないことが重要な要件となっている．

一方，脳波には，カオス・フラクタル性が潜在することが報告されており[1]，それらの性質の工学的応用が期待されている．人間の感性を定量的に評価する手法としては，武者らによる感性スペクトル解析法（ESAM: Emotion Spectrum Analysis Method）[2]や佐藤・中川らによる感性フラクタル次元解析法（EFAM: Emotion Fractal-dimension Analysis Method）[3],[4]がある．前者は，脳波信号の各帯域におけるチャネル間の相互相関係数を感性認識の特徴量として用いており，後者は，脳波信号のフラクタル性に基づき推定されたフラクタル次元を感性認識の特徴量として用いている．本稿では，EFAM を活用することによって，定量的に製品の感性評価を実現した例が報告されている[4]ことを踏まえ，脳機能計測と EFAM により，開発機の操作性・使用感を定量化して評価する手法とその評価結果を紹介する．

中川匡弘，正員　長岡技術科学大学大学院工学研究科 5 年一貫制博士課程技術科学イノベーション専攻
E-mail　masanaka@vos.nagaokaut.ac.jp
Masahiro NAKAGAWA, Member (Faculty of Engineering, Nagaoka University of Technology, Nagaoka-shi, 940-2188 Japan).
電子情報通信学会誌　Vol.101 No.10 pp.977-981 2018 年 10 月
©電子情報通信学会 2018

2. 実験方法

2.1 使用機器

脳波計は図 1 の Polymate（(株)デジテックス研究所製：AP1532NS）を使用する．サンプリング周波数は 2,000 Hz である．脳波測定時は国際 10-20 電極法に基づき，頭部に図 2 のように 16 ch の脳波電極を配置する．また，図 3(a)に現行機を，(b)に開発機を示す．現行機は受話器と非常通報用押しボタンで，開発機は受話器とタッチパネルで構成されている．

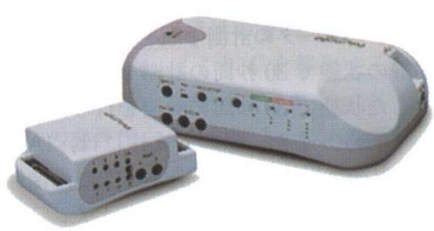


図 1　脳波計　Polymate（(株)デジテックス研究所製：AP1532NS，サンプリング周波数 2,000 Hz）

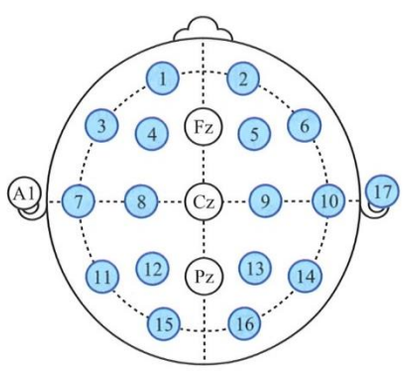
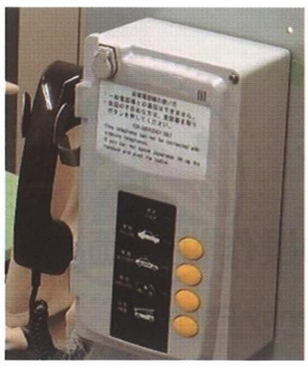


図 2　電極配置図　頭部に 16 ch，右耳朶に 1 ch 配置する．



(a)現行非常電話機(現行機)

(b)開発非常電話機(開発機)

図3　非常電話機の外観　(a)受話器による音声通話若しくは非常通報用押しボタンにより通報を行う．(b)受話器による音声通話若しくはタッチパネルにより通報を行う．

2.2　実験手法

本実験では，非常電話機使用時に想定される感性として快・不快・ストレスの三つを計測対象とし，リファレンスデータ及び評価用データの2種類のデータを計測する．被験者は健常者5名（20，30，40，50，60代各1名），聴覚障害者5名，外国人6名とした．被験者選定に際しては，非常電話使用経験がなく，自動車免許を取得していることを要件とし，マルチリンガル対応の機器を評価するため外国人（英語圏，韓国籍，中国籍，ロシア籍）を含めている．

2.2.1　リファレンスデータ計測

リファレンスデータの計測手順を図4に示す．被験者が閉眼安静の状態で30秒間の計測を行った後，感性を開眼想起した状態で30秒間の計測を行う．これを各感性について行う．また，想起の支援には，IAPS（国際感情画像システム）の中から(b)①～③の画像例（65インチ大形ディスプレイで表示）を使用した．

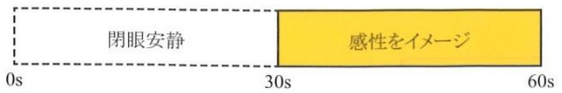
2.2.2　評価用データ計測

評価用データに関しては二つのタスクについて計測する．図5(a)にタスク1，(b)にタスク2の計測手順を示す．タスク1では，被験者が閉眼安静の後，自動車の事故映像を見る．そして非常電話機で事故状況を通報する．これを現行機と開発機について計測する．タスク2では，タスク1のように動画像を見ず，自動車の事故があったという想定で，すぐに非常電話機から事故状況を通報する．これを現行機と開発機について計測する．

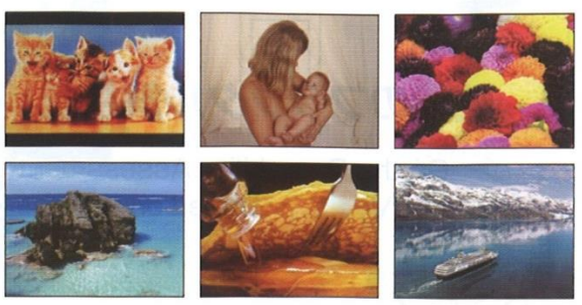
2.3　解析手法[4]

2.3.1　フラクタル次元

得られた脳波信号に対してフラクタル次元値への変換を行う．フラクタル次元とは複雑さの指標であり，分散

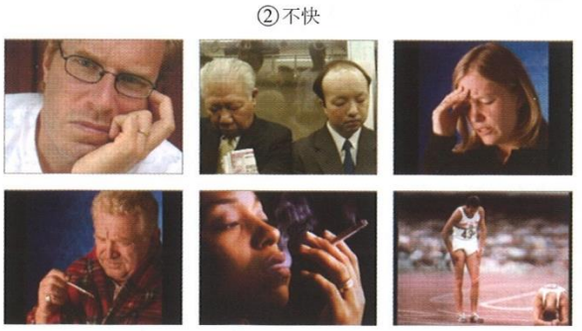


(a)リファレンスデータの計測手順



①快

②不快



③ストレス

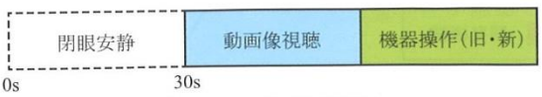
(b)各感性の想起支援画像

図4　リファレンスデータの計測　被験者一人に対して，三つ（快・不快・ストレス）のリファレンスデータ（脳波信号）を取得する．例として，目を閉じて30秒間安静にした後，(b)①の写真を見ながら30秒間“快”を想起する，このとき得られるのが快のリファレンスデータとなる．

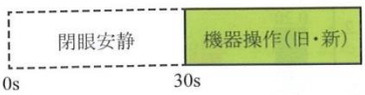
のスケーリング特性による式(1)～(3)により算出される．

図6に，計測した脳波信号と算出したフラクタル次元の時間的変動の一例を示す．同図のように電圧・周波数を指標とした脳波データから，複雑さを指標としたフラクタル次元へ変換することで，計測している部分の状態変化の判別が容易となる．

$$\sigma_2(t)=\langle|f(t+\tau)-f(t)|^2\rangle\sim|t|^{2H}. \qquad (1)$$

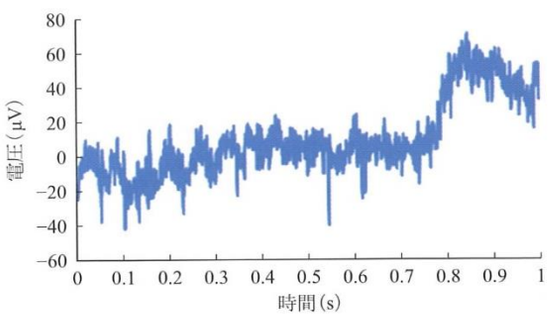


(a)タスク1:動画像視聴あり

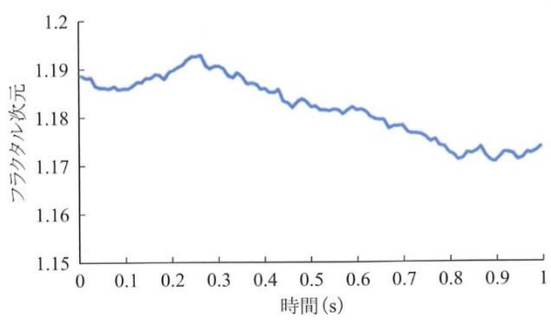


(b)タスク2:動画像視聴なし

図5　評価用データの計測　(a)被験者が閉眼安静の後，動画像視聴（自動車の事故映像）をし，事故状況を通報する．この一連の動作を，現行機と開発機を用いて行い，そのときの脳波信号を計測する．(b)被験者が閉眼安静の後，自動車の事故があったという想定で事故状況を通報する．この一連の動作を，現行機と開発機を用いて行い，そのときの脳波信号を計測する．



(a)計測した脳波信号



(b)算出したフラクタル次元

図6　脳波信号とフラクタル次元　計測した脳波信号(a)と算出したフラクタル次元(b)の時間的変動の一例．

このときハースト指数Hは式(2)となり，

$$H=\frac{1}{2}\frac{\Delta \log \sigma_2(t)}{\Delta \log \tau} \qquad (2)$$

フラクタル（アフィン）次元は式(3)のように求まる．

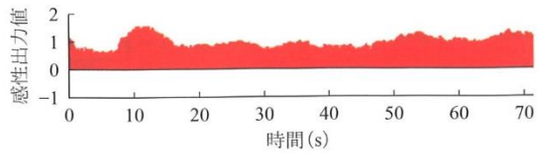
$$D=2-H. \qquad (3)$$

2.3.2　EFAM

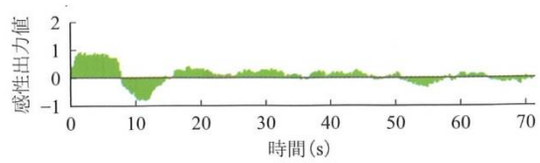
EFAMとは感性フラクタル次元解析手法（Emotion Fractal Analysis Method）である．計算式は式(4)となる．

$$\boldsymbol{C}\cdot\boldsymbol{y}''+\boldsymbol{d}=\boldsymbol{z}''. \qquad (4)$$

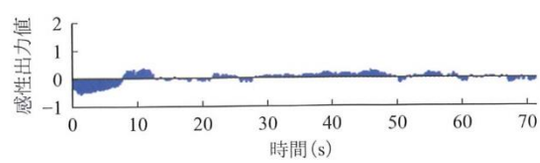
ここで$\boldsymbol{C}$は感性マトリックス，$\boldsymbol{y}''$は学習データ，$\boldsymbol{d}$は定数ベクトル，$\boldsymbol{z}''$は学習時感性出力である．あらかじめ取得しておいた各感性の$\boldsymbol{y}''$と$\boldsymbol{z}''$，そして$\boldsymbol{d}$から線形写像モデル式(4)により$\boldsymbol{C}$を算出する．そして算出した$\boldsymbol{C}$と$\boldsymbol{d}$を用い，評価用データを$\boldsymbol{y}''$に適用することで評価時の感性出力を算出する．これを各時間について行うことで，全時間での感性出力値が求まる．



(a)快



(b)不快



(c)ストレス

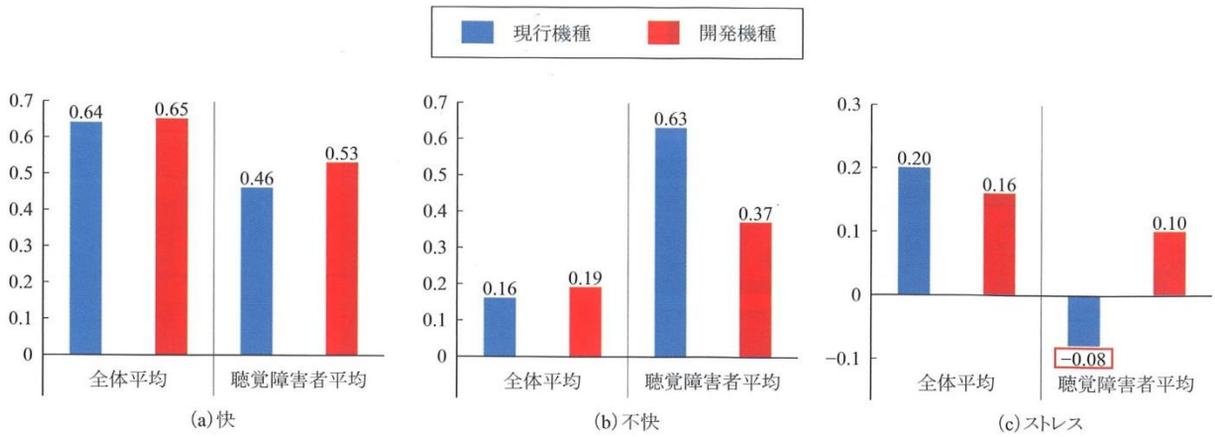
図7　感性変動計測例　各時間での感性出力値を表す．被験者（健常者）は実験中に快を強く感じていることが分かる．

3. 結　　果

3.1　感性評価結果

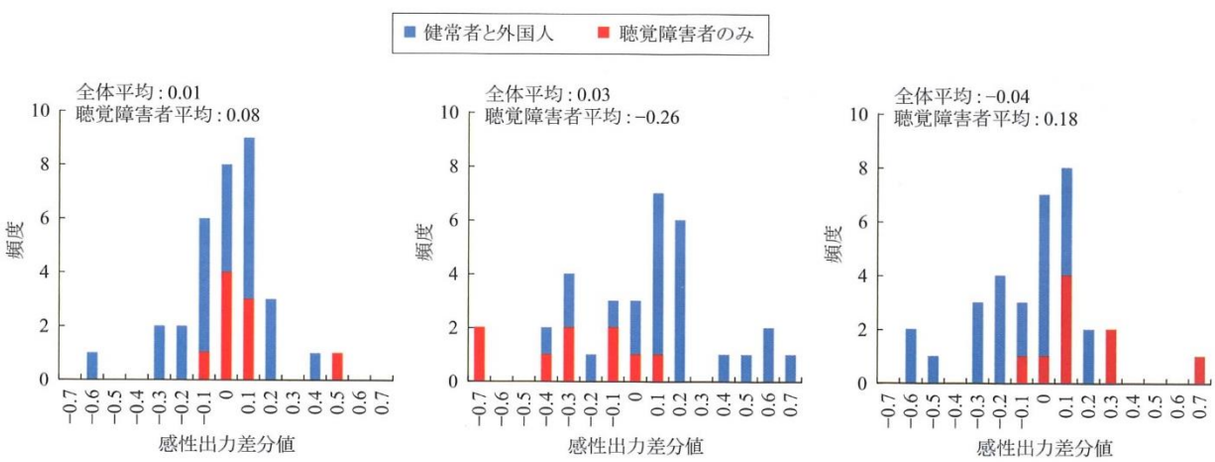
図7に時系列での実験結果例（健常者）を示す．上から快・不快・ストレスの感性となっており，各時間での感性出力値を示している．この結果から，被験者は実験中に快を強く感じ，他の感性をほとんど感じていないと言える．

図8(a)～(c)に，時々刻々と変動する各感性出力値を時間平均し，各感性について全被験者の平均値を算出した図を示す．全体での平均値と聴覚障害者のみでの平均値を，それぞれ現行機と開発機に分けて示している．同図から，被験者全体としては使用感に差異はほとんど見られず，快を強く感じているのが分かる．また，聴覚障害者は，開発機において不快を感じなくなり，多少スト



(a)快　(b)不快　(c)ストレス

図8　感性出力値時間平均　全体として現行機と開発機の間に使用感の差異はほとんど見られず，快を強く感じているのが分かる．



(a)快の差分のヒストグラム　(b)不快の差分のヒストグラム　(c)ストレスの差分のヒストグラム

図9　全被験者のヒストグラム

レスを感じる傾向となっている．

更に図9に全被験者のヒストグラムを示す．これらは現行機を基準として開発機との差分をとっており，被験者ごとのデータのばらつきを確認することができる．

図9から，快は中央を中心として分布しているためばらつきは少ないが，聴覚障害者のみに着目すると若干快を感じる方向に分布している．不快に関しては，聴覚障害者が不快を感じない人が多いのに対して健常者と外国人は一部不快を感じ，全体として平均を取ると不快の度合いを感じる方向に若干分布している．ストレスに関しては，聴覚障害者がストレスを感じ健常者や外国人は感じていない．全体として平均を取るとストレスの度合いを感じない方向に若干分布しているのが分かる．

4. 結　　果

解析結果をアンケートと照合した結果，開発機が快を多く感じ不快が減少した理由として，タッチパネルによる双方向文字通信機能が現行機よりも利用しやすかったことが明らかとなった．一方，ストレスを多く感じた理由としては，非常電話機本体の操作性や紛らわしさが原因であると考えられる．開発機のタッチパネルは操作に指の腹を用いると反応が悪いものとなっているが，被験者の多くは操作に指の腹を用いていた．また，タッチパネルの近くには業務連絡用のジャック電話カバーが存在しており，カバーをボタンと間違えて押してしまうといった操作ミスが生じていた．このような問題点を改善することで，聴覚障害者を含めた全ての利用者に優しい非常電話機の実現に一層近づくと考えられる．

また解析結果はアンケート結果とほぼ一致しており，

これまでの報告[4]同様に，本手法の妥当性が確認された．

5. おわりに

本研究では，タッチパネルによる双方向文字通信機能を搭載した非常電話機の，現行機との使用感差異の評価を行うことを目的とした．その結果，被験者全体としては両者の使用感に差異はほとんど見られず，快を大きく感じていることが分かった．また聴覚障害者は不快を感じにくくなり，ストレスもほとんど感じていない．一方，非常電話機本体の操作性や紛らわしさにより，ストレス感が若干増加するという結果が得られ，今後の改良の課題点も見いだされた．

文　献

（1） M., Nakagawa, Chaos and Fractals in Engineering, World Scientific, 1999.

（2） T. Musha, Y. Terasaki, H.A. Haque, and A.I. George, "Feature extraction from EEGs associated with emotions," Artif Life Robotics, vol. 1, no. 1, pp. 15-19, March 1997.

（3） 佐藤高弘，中川匡弘，"フラクタル次元解析を用いた感情の定量化手法―感性フラクタル次元解析法―，" 信学技報，HIP2002-45, pp. 13-18, Dec. 2002.

（4） 中川匡弘，カオス・フラクタル感性情報工学，日刊工業新聞社，2010.

（平成30年3月15日受付　平成30年6月12日最終受付）

中川　匡弘（正員）

昭57長岡技科大大学院修士課程了．同年同大学・工・助手．昭63工博．同年3月～平元1月文部省在外研究員（ストラスクライド大数学科，連合王国）．現在，長岡技科大技術科学イノベーション専攻教授．著書に「Chaos and Fractals in Engineering」（World Scientific）等．

研究成果に関する教材資料

じゃんけんに負けないロボット

ずっとじゃんけんに勝ち続けられたらどんなにいいだろう……みんなも、一度は考えたことがあるのではないだろうか。実は、そんな夢を実現しているロボットがある。このロボット、AVIOS（アビオス）は、人の脳波を数値化して読み取って、相手が出そうとしている手を知ることができるのだ。またAVIOSは、人の感情も読み取って動くことができるので、これから介護用のロボットとして活躍することが期待されている。

▲AVIOSは、脳波から人の感情を読み取って反応することができる。

ここ数年の技術の発達によって、これから先、脳の研究は飛躍的に進歩すると言われている。今後、脳の研究成果を利用してどんなことができるようになるのか、期待が高まっている。

＊の写真：長岡技術科学大学電気系中川匡弘研究室提供。「AVIOS」の名前は、Ability（能力）、Vitality（活力）、Intelligence（知

平成26年4月1日
明治図書出版発行学習教材
「よくわかる国語の学習1」
「よくわかる国語の学習3」
（30ページに関連研究記事）

研究成果に関する特許資料

01

特　許　証
(CERTIFICATE OF PATENT)

特許第３９３３５６８号
(PATENT NUMBER)

発明の名称(TITLE OF THE INVENTION)
脳機能計測装置

特許権者(PATENTEE)
埼玉県川口市本町４丁目１番８号
独立行政法人科学技術振興機構

発明者(INVENTOR)
中川　匡弘

出願番号(APPLICATION NUMBER)　特願２００２－３６７３２７
出願年月日(FILING DATE)　平成１４年１２月１８日(December 18,2002)

この発明は、特許するものと確定し、特許原簿に登録されたことを証する。
(THIS IS TO CERTIFY THAT THE PATENT IS REGISTERED ON THE REGISTER OF THE JAPAN PATENT OFFICE.)

平成１９年　３月３０日(March 30,2007)
特許庁長官(COMMISSIONER, JAPAN PATENT OFFICE)
中嶋　誠

02

特　許　証
(CERTIFICATE OF PATENT)

特許第４５９０５５５号
(PATENT NUMBER)

発明の名称(TITLE OF THE INVENTION)
感性状態判別方法及び装置

特許権者(PATENTEE)
新潟県長岡市上富岡町１６０３－１
国立大学法人長岡技術科学大学

発明者(INVENTOR)
中川　匡弘

出願番号(APPLICATION NUMBER)　特願２００５－０５４００４
出願年月日(FILING DATE)　平成１７年　２月２８日(February 28,2005)

この発明は、特許するものと確定し、特許原簿に登録されたことを証する。
(THIS IS TO CERTIFY THAT THE PATENT IS REGISTERED ON THE REGISTER OF THE JAPAN PATENT OFFICE.)

平成２２年　９月２４日(September 24,2010)
特許庁長官(COMMISSIONER, JAPAN PATENT OFFICE)
岩井良行

03

特　許　証
(CERTIFICATE OF PATENT)

特許第４９９４２６０号
(PATENT NUMBER)

発明の名称
(TITLE OF THE INVENTION)　学習効果判定装置

特許権者
(PATENTEE)
新潟県長岡市上富岡町１６０３－１
国立大学法人長岡技術科学大学

発明者
(INVENTOR)　中川　匡弘

出願番号
(APPLICATION NUMBER)　特願２００８－０３０６３５
出願日
(FILING DATE)　平成２０年　２月１２日(February 12,2008)
登録日
(REGISTRATION DATE)　平成２４年　５月１８日(May 18,2012)

この発明は、特許するものと確定し、特許原簿に登録されたことを証する。
(THIS IS TO CERTIFY THAT THE PATENT IS REGISTERED ON THE REGISTER OF THE JAPAN PATENT OFFICE.)

平成２４年　５月１８日(May 18,2012)
特許庁長官
(COMMISSIONER, JAPAN PATENT OFFICE)
岩井良行

01 *特許第3933568号*
『脳機能計測装置』
発明者：中川匡弘

02 *特許第4590555号*
『感性状態判別方法及び装置』
発明者：中川匡弘

03 *特許第4994260号*
『学習効果判定装置』
発明者：中川匡弘

04

特　許　証
(CERTIFICATE OF PATENT)

特許第５０２３３２５号
(PATENT NUMBER)

発明の名称 (TITLE OF THE INVENTION)　リカレントニューラルネットワークを用いた不規則時系列データの学習・予測方法

特許権者 (PATENTEE)　新潟県長岡市上富岡町１６０３－１
国立大学法人長岡技術科学大学

発明者 (INVENTOR)　中川　匡弘

出願番号 (APPLICATION NUMBER)　特願２００６－２３７０６６
出願日 (FILING DATE)　平成１８年　８月３１日(August 31, 2006)
登録日 (REGISTRATION DATE)　平成２４年　６月２９日(June 29, 2012)

この発明は、特許するものと確定し、特許原簿に登録されたことを証する。
(THIS IS TO CERTIFY THAT THE PATENT IS REGISTERED ON THE REGISTER OF THE JAPAN PATENT OFFICE.)

平成２４年　６月２９日(June 29, 2012)

特許庁長官
(COMMISSIONER, JAPAN PATENT OFFICE)
岩井良行

05

特　許　証
(CERTIFICATE OF PATENT)

特許第５０７１８５０号
(PATENT NUMBER)

発明の名称 (TITLE OF THE INVENTION)　認知状態判定装置

特許権者 (PATENTEE)　新潟県長岡市上富岡町１６０３－１
国立大学法人長岡技術科学大学

発明者 (INVENTOR)　中川　匡弘
畑田　敏雄

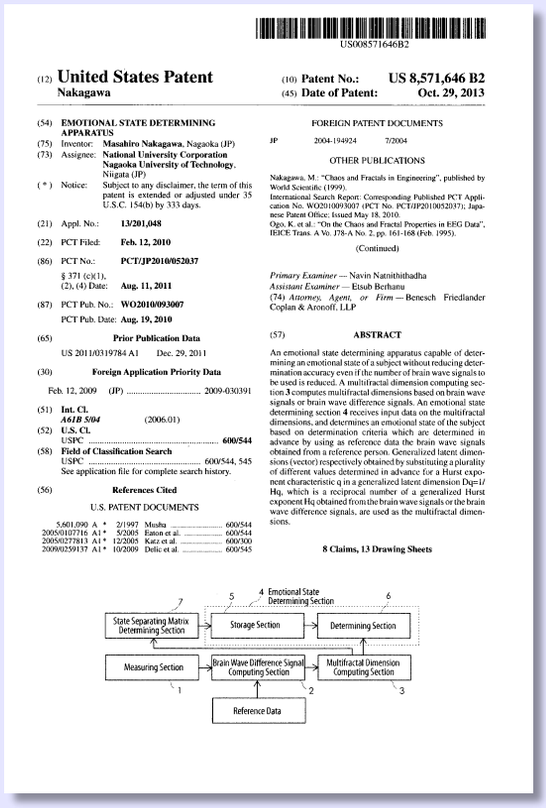
出願番号 (APPLICATION NUMBER)　特願２００７－２２８０５８
出願日 (FILING DATE)　平成１９年　９月　３日(September 3, 2007)
登録日 (REGISTRATION DATE)　平成２４年　８月３１日(August 31, 2012)

この発明は、特許するものと確定し、特許原簿に登録されたことを証する。
(THIS IS TO CERTIFY THAT THE PATENT IS REGISTERED ON THE REGISTER OF THE JAPAN PATENT OFFICE.)

平成２４年　８月３１日(August 31, 2012)

特許庁長官
(COMMISSIONER, JAPAN PATENT OFFICE)
岩井良行

06



US008571646B2

(12) **United States Patent**
Nakagawa

(10) **Patent No.: US 8,571,646 B2**
(45) **Date of Patent: Oct. 29, 2013**

(54) **EMOTIONAL STATE DETERMINING APPARATUS**

(75) Inventor: **Masahiro Nakagawa**, Nagaoka (JP)
(73) Assignee: **National University Corporation Nagaoka University of Technology**, Niigata (JP)
(*) Notice: Subject to any disclaimer, the term of this patent is extended or adjusted under 35 U.S.C. 154(b) by 333 days.

(21) Appl. No.: **13/201,048**
(22) PCT Filed: **Feb. 12, 2010**
(86) PCT No.: **PCT/JP2010/052037**
§ 371 (c)(1),
(2), (4) Date: **Aug. 11, 2011**
(87) PCT Pub. No.: **WO2010/093007**
PCT Pub. Date: **Aug. 19, 2010**

(65) **Prior Publication Data**
US 2011/0319784 A1 Dec. 29, 2011

(30) **Foreign Application Priority Data**
Feb. 12, 2009 (JP) 2009-030391

(51) **Int. Cl.**
A61B 5/04 (2006.01)
(52) **U.S. Cl.**
USPC **600/544**
(58) **Field of Classification Search**
USPC 600/544, 545
See application file for complete search history.

(56) **References Cited**
U.S. PATENT DOCUMENTS

5,601,090	A *	2/1997	Musha	600/544
2005/0107716	A1 *	5/2005	Eaton et al.	600/544
2005/0277813	A1 *	12/2005	Katz et al.	600/300
2009/0259137	A1 *	10/2009	Delic et al.	600/545

FOREIGN PATENT DOCUMENTS
JP 2004-194924 7/2004

OTHER PUBLICATIONS
Nakagawa, M.: "Chaos and Fractals in Engineering", published by World Scientific (1999).
International Search Report: Corresponding Published PCT Application No. WO2010/093007 (PCT No. PCT/JP2010/052037); Japanese Patent Office; Issued May 18, 2010.
Ogo, K. et al.: "On the Chaos and Fractal Properties in EEG Data", IEICE Trans. A Vo. J78-A No. 2, pp. 161-168 (Feb. 1995).
(Continued)

Primary Examiner — Navin Natnithithadha
Assistant Examiner — Etsub Berhanu
(74) *Attorney, Agent, or Firm* — Benesch Friedlander Coplan & Aronoff, LLP

(57) **ABSTRACT**

An emotional state determining apparatus capable of determining an emotional state of a subject without reducing determination accuracy even if the number of brain wave signals to be used is reduced. A multifractal dimension computing section **3** computes multifractal dimensions based on brain wave signals or brain wave difference signals. An emotional state determining section **4** receives input data on the multifractal dimensions, and determines an emotional state of the subject based on determination criteria which are determined in advance by using as reference data the brain wave signals obtained from a reference person. Generalized latent dimensions (vector) respectively obtained by substituting a plurality of different values determined in advance for a Hurst exponent characteristic q in a generalized latent dimension $Dq=1/Hq$, which is a reciprocal number of a generalized Hurst exponent Hq obtained from the brain wave signals or the brain wave difference signals, are used as the multifractal dimensions.

8 Claims, 13 Drawing Sheets

04 *特許第5023325号*
『リカレントニューラルネットワークを用いた不規則時系列データの学習・予測方法』
発明者：中川匡弘

05 *特許第5071850号*
『認知状態判定装置』
発明者：中川匡弘, 畑田敏雄

06 *US特許 US 8571646 B2*
『Emotional State Determining Apparatus』
(感性状態判別方法及び装置)
発明者：中川匡弘

07

特　許　証
(CERTIFICATE OF PATENT)

特許第５４０３５７５号
(PATENT NUMBER)

発明の名称 (TITLE OF THE INVENTION)　環境負荷濃度変化判定装置

特許権者 (PATENTEE)　新潟県長岡市上富岡町１６０３－１
国立大学法人長岡技術科学大学
東京都多摩市落合５丁目８番地１９－２０６
株式会社アルコス

発明者 (INVENTOR)　中川　匡弘

出願番号 (APPLICATION NUMBER)　特願２００８－０１５５７９
出願日 (FILING DATE)　平成２０年　１月２５日(January 25, 2008)
登録日 (REGISTRATION DATE)　平成２５年１１月　８日(November 8, 2013)

この発明は、特許するものと確定し、特許原簿に登録されたことを証する。
(THIS IS TO CERTIFY THAT THE PATENT IS REGISTERED ON THE REGISTER OF THE JAPAN PATENT OFFICE.)

平成２５年１１月　８日(November 8, 2013)

特許庁長官
(COMMISSIONER, JAPAN PATENT OFFICE)
羽藤秀雄

08

特　許　証
(CERTIFICATE OF PATENT)

特許第５４１１６５３号
(PATENT NUMBER)

発明の名称 (TITLE OF THE INVENTION)　眠気判定装置

特許権者 (PATENTEE)　新潟県長岡市上富岡町１６０３－１
国立大学法人長岡技術科学大学

発明者 (INVENTOR)　宮城　大輔
塚原　金二

その他別紙記載

出願番号 (APPLICATION NUMBER)　特願２００９－２３９５９７
出願日 (FILING DATE)　平成２１年１０月１６日(October 16, 2009)
登録日 (REGISTRATION DATE)　平成２５年１１月１５日(November 15, 2013)

この発明は、特許するものと確定し、特許原簿に登録されたことを証する。
(THIS IS TO CERTIFY THAT THE PATENT IS REGISTERED ON THE REGISTER OF THE JAPAN PATENT OFFICE.)

平成２５年１１月１５日(November 15, 2013)

特許庁長官
(COMMISSIONER, JAPAN PATENT OFFICE)
羽藤秀雄

特　許　証
(CERTIFICATE OF PATENT)　(続葉　1)

特許第５４１１６５３号(PATENT NUMBER)
特願２００９－２３９５９７(APPLICATION NUMBER)

発明者 (INVENTOR)　中川　匡弘

[以下余白]

09

特　許　証
(CERTIFICATE OF PATENT)

特許第５４４８１９９号
(PATENT NUMBER)

発明の名称 (TITLE OF THE INVENTION)　感性状態判定装置

特許権者 (PATENTEE)　新潟県長岡市上富岡町１６０３－１
国立大学法人長岡技術科学大学

発明者 (INVENTOR)　中川　匡弘

出願番号 (APPLICATION NUMBER)　特願２０１０－５５０５５３
出願日 (FILING DATE)　平成２２年　２月１２日(February 12, 2010)
登録日 (REGISTRATION DATE)　平成２６年　１月１０日(January 10, 2014)

この発明は、特許するものと確定し、特許原簿に登録されたことを証する。
(THIS IS TO CERTIFY THAT THE PATENT IS REGISTERED ON THE REGISTER OF THE JAPAN PATENT OFFICE.)

平成２６年　１月１０日(January 10, 2014)

特許庁長官
(COMMISSIONER, JAPAN PATENT OFFICE)
羽藤秀雄

07 特許第5403575号
『環境負荷濃度変化判定装置』
発明者：中川匡弘

08 特許第5411653号
『眠気判定装置』
発明者：宮城大輔,塚原金二,
中川匡弘

09 特許第5448199号
『感性状態判定装置』
発明者：中川匡弘

10

特　許　証
(CERTIFICATE OF PATENT)

特許第５８０６４７２号
(PATENT NUMBER)

発明の名称 (TITLE OF THE INVENTION)　脳波測定用器具及び脳波の測定方法

特許権者 (PATENTEE)　東京都中央区銀座７丁目５番５号
株式会社　資生堂
新潟県長岡市上富岡町１６０３－１
国立大学法人長岡技術科学大学

発明者 (INVENTOR)　川副　智行
寺本　裕美

その他別紙記載

出願番号 (APPLICATION NUMBER)　特願２０１１－０２３０７１
出願日 (FILING DATE)　平成２３年　２月　４日(February 4, 2011)
登録日 (REGISTRATION DATE)　平成２７年　９月１１日(September 11, 2015)

この発明は、特許するものと確定し、特許原簿に登録されたことを証する。
(THIS IS TO CERTIFY THAT THE PATENT IS REGISTERED ON THE REGISTER OF THE JAPAN PATENT OFFICE.)

平成２７年　９月１１日(September 11, 2015)

特許庁長官 (COMMISSIONER, JAPAN PATENT OFFICE)　伊藤 仁

特　許　証
(CERTIFICATE OF PATENT)　(続紙　1)

特許第５８０６４７２号(PATENT NUMBER)
特願２０１１－０２３０７１(APPLICATION NUMBER)

発明者 (INVENTOR)　中川　匡弘

[以下余白]

11

特　許　証
(CERTIFICATE OF PATENT)

特許第６２０３５５４号
(PATENT NUMBER)

発明の名称 (TITLE OF THE INVENTION)　感性状態判定装置及び感性状態判定用コンピュータプログラム

特許権者 (PATENTEE)　新潟県長岡市福住２丁目３番１８号
中川　匡弘
東京都品川区南大井六丁目１７番１号
ユニオンツール株式会社

発明者 (INVENTOR)　中川　匡弘
大橋　正

その他別紙記載

出願番号 (APPLICATION NUMBER)　特願２０１３－１３８２１６
出願日 (FILING DATE)　平成２５年　７月　１０日(July 1, 2013)
登録日 (REGISTRATION DATE)　平成２９年　９月　８日(September 8, 2017)

この発明は、特許するものと確定し、特許原簿に登録されたことを証する。
(THIS IS TO CERTIFY THAT THE PATENT IS REGISTERED ON THE REGISTER OF THE JAPAN PATENT OFFICE.)

平成２９年　９月　８日(September 8, 2017)

特許庁長官 (COMMISSIONER, JAPAN PATENT OFFICE)　宗像直子

特　許　証
(CERTIFICATE OF PATENT)　(続紙　1)

特許第６２０３５５４号(PATENT NUMBER)
特願２０１３－１３８２１６(APPLICATION NUMBER)

発明者 (INVENTOR)　篠崎　亮
神保　直樹

[以下余白]

12

特　許　証
(CERTIFICATE OF PATENT)

特許第６３２９４３１号
(PATENT NUMBER)

発明の名称 (TITLE OF THE INVENTION)　洞察力発揮状態判定装置及び洞察力発揮状態判定方法

特許権者 (PATENTEE)　新潟県長岡市長町１丁目２番地６－４０２
株式会社ＴＯＦＦＥＥ

発明者 (INVENTOR)　中川　匡弘
島田　悟

その他別紙記載

出願番号 (APPLICATION NUMBER)　特願２０１４－１０２３９５
出願日 (FILING DATE)　平成２６年　５月１６日(May 16, 2014)
登録日 (REGISTRATION DATE)　平成３０年　４月２７日(April 27, 2018)

この発明は、特許するものと確定し、特許原簿に登録されたことを証する。
(THIS IS TO CERTIFY THAT THE PATENT IS REGISTERED ON THE REGISTER OF THE JAPAN PATENT OFFICE.)

平成３０年　４月２７日(April 27, 2018)

特許庁長官 (COMMISSIONER, JAPAN PATENT OFFICE)　宗像直子

特　許　証
(CERTIFICATE OF PATENT)　(続紙　1)

特許第６３２９４３１号(PATENT NUMBER)
特願２０１４－１０２３９５(APPLICATION NUMBER)

発明者 (INVENTOR)　揖斐　拓人
角田　拓也
能西　豊茂
本井　俊博

[以下余白]

10 特許第5806472号
『脳波測定用器具及び脳波の測定方法』
発明者：川副智行,寺本裕美,中川匡弘

11 特許第6203554号
『感性状態判定装置及び感性状態判定用コンピュータプログラム』
発明者：中川匡弘,大橋正,篠崎亮,神保直樹

12 特許第6329431号
『洞察力発揮状態判定装置及び洞察力発揮状態判定方法』
発明者：中川匡弘,島田悟,揖斐拓人,角田拓也,能西豊茂,本井俊博

研究成果に関するTV取材

新潟一番

放送日　：2006年 7月20日　16：50～19：00
放送局　：TeNYテレビ新潟

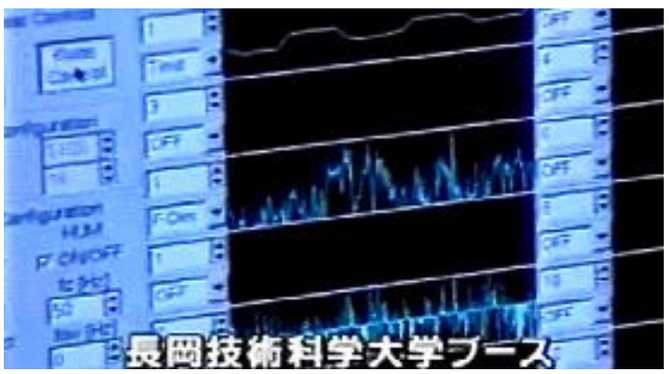
先端技術の紹介として，本研究室の脳直結型
ロボット制御システムがとりあげられました.

脳波でのロボット制御を生放送で実演を行いました.

長岡市市政100周年記念事業産業・ロボット展

放送日　：2006年 11月22日
放送局　：TeNYテレビ新潟

長岡市の地域産業と，先端産業の一つとして本研究室が出展をし，次世代ロボットを展示・紹介しました.



念じるだけで動くロボットを体験してもらい，本研究室の技術・魅力を体感していただきました.

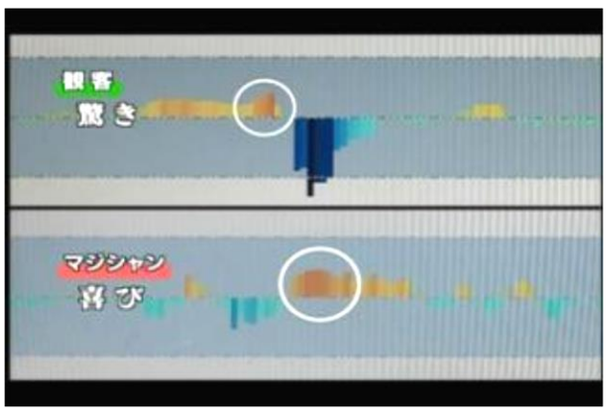
アインシュタインの眼

放送日　：2009年 5月6日　19：00～19：44　BS-hi
再放送　：2009年 5月8日　8：15～9：00、
　　5月10日　12：00～12：44　BS-hi
追加放送：2009年7月1日　19：00～19：44　BS-hi
放送局　：NHK

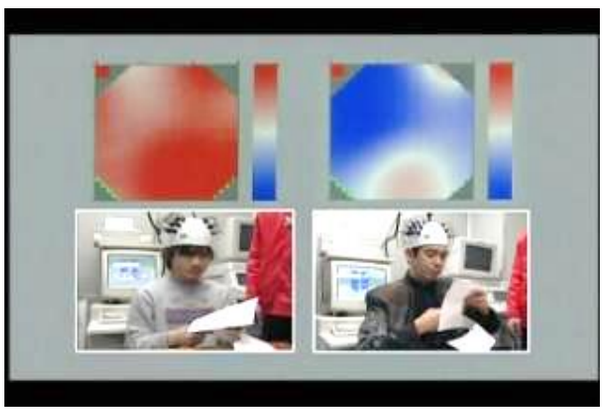
アインシュタインの眼　海外放送

番組名　：Beyond The Naked Eye
放送日　：2009年6月7日　日本時間6：10～4時間おきに計6回放送
放送局　：NHKワールドTV

プロのマジシャンのマジックを見たときに現れる感性（驚き，喜び）を計測しました．



本研究室による感性計測により，観客の驚きの直後に，マジシャンの喜びが現れるという結果が得られました．



マジシャンの方と学生が複雑な作業を行ったときの脳の賦活状況をNIRS装置で計測したところ，マジシャンの方は複雑な作業をしているにも関わらず，平常時とほぼ同様な状態であることがわかりました．

本研究室では，脳波からリアルタイムで感性を計測するシステムを開発しました．このシステムを用い，様々な場面での感性情報を定量化することに取り組んでいます．

新潟一番

放送日　：2009年 7月24日　15：55～19：00
放送局　：TeNYテレビ新潟

脳波でのロボット制御，フラクタル理論を用いた肌のキメ細かさの測定を生放送で体験していただきました．

世界初の技術である，人の感性でロボットを制御する技術の実演を行いました．

脳波の感性解析が商品開発に応用されていることを知っていただきました．

大木&青木がドッキドキ!!仰天パニック シアター3　まさかの瞬間ビビる60連発!!

放送日　：2010年 1月12日　19：00～20：54
放送局　：テレビ東京

NIRS計測による感性計測法ENIASを用いて，
驚きの感性を計測しました.

仰天映像を見たときにどのくらい驚いているのか
を定量的に評価しました.

イブニング王国！（街ネタハンターコーナー）

放送日　：2010年 3月16日　16：53～17：50
放送局　：BSN新潟放送

※3月20日・21日に新潟県立自然科学館で行われた「美・メイク展」の宣伝番組

美・メイク展では，肌のキメ細かさを測る肌状態計測装置の他に，アフェクティブロボットの実演も行いました．

美・メイク展で出展した，
肌状態計測装置を体験していただきました．

おはよう日本

放送日　：2010年 5月9日
放送局　：NHK

脳波を暮らしに生かすというテーマで，ブレイン
アフェクティブインターフェースを用いた車椅子制
御を実演しました.

脳波から感性を読み取ることで，心で思った
だけで車椅子の制御を行うことができます.

FNNスーパーニュース

放送日　：2010年 5月13日　16：53～19：00
放送局　：NST新潟総合テレビ

BCIで制御するロボットや車椅子の実演を行いました.

また，本研究室の感性計測技術を製品評価にフィードバックして開発された製品も紹介されました.

テクノ探検隊

放送日　：2010年 7月12日
再放送　：2010年 7月14日、7月16日、7月19日、7月21日、
　　7月23日、7月26日
放送局　：NCT長岡ケーブルテレビ

カオス・フラクタル理論や研究内容，成果を紹介しました．

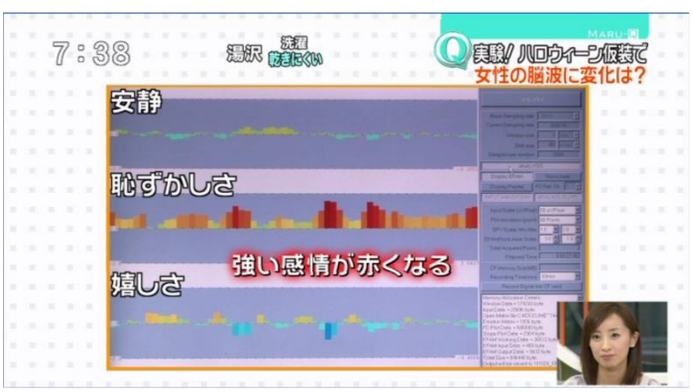
実際に脳波でロボット，車いすを動かし，本研究室の技術を体験していただきました．この場合では「喜び」を想起すると前進し，「怒り」を想起すると車いすが停止します．

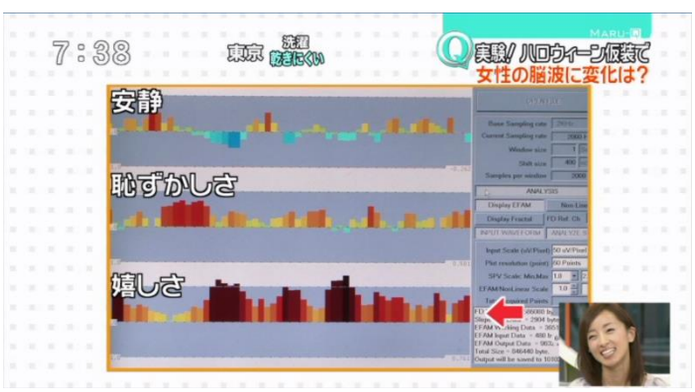
フラクタル理論を用いた肌のキメ細やかさの測定も体験していただきました．

ズームインSUPER

放送日　：2010年 10月28日　5：20～8：00
放送局　：日本テレビ

本研究室の感性計測技術を用いて，ハロウィーンの仮装をしたときの「恥ずかしさ」や「嬉しさ」を計測しました．





計測の結果，「恥ずかしい」の感性だけでなく，「嬉しい」の感性が現れる場合もあることがわかりました．

爆笑問題のニッポンの教養

放送日　：2011年 3月1日　22：55～23：24
放送局　：NHK　（NHKオンデマンドでも配信）

番組では，爆笑問題のお二人と先生の対談や
感性計測，車椅子制御等を行いました．

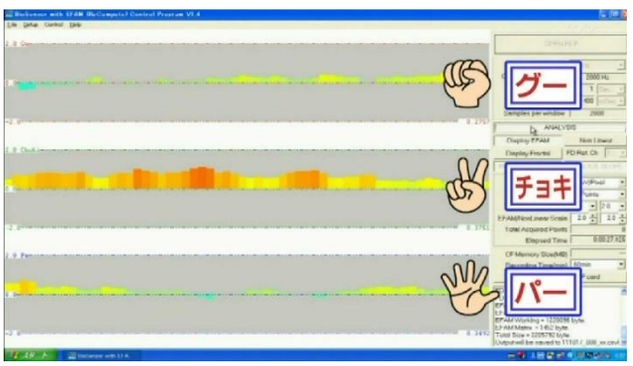
アフェクティブロボットのAVIOSも出演しました．

脳波で制御する車椅子や，アフェクティブロボットのAVIOSも紹介
されました．他にも，田中さんの好き嫌い計測や，喜怒哀楽計測，
AVIOSとのじゃんけんなども実演しました．

未来コーナル大学

放送日　：2011年 11月26日　16：00～17：25
放送局　：関西テレビ放送

AVIOSとのじゃんけん対決を実演しました.
AVIOSは脳波から相手の出す手を予想して,
それに対応した手を出します.



脳波から感性を読み取って操作する車椅子
の実演を行いました.

みんなで作る百科辞典！ゆるペディア

放送日　：2011年 12月29日　23：40～0：40
放送局　：TBSテレビ

脳波でモノを動かすことのできる一例として，
脳波で制御できる車椅子の実演を行いました．

脳波を解析し，その特徴量を抽出することで車椅子
の制御が可能になります．

週刊BS-TBS報道部

放送日　：2013年 10月6日
放送局　：BS-TBS

週刊BS－TBSでイノベーションジャパン2013（東京ビッグサイト）での展示内容が紹介されました.

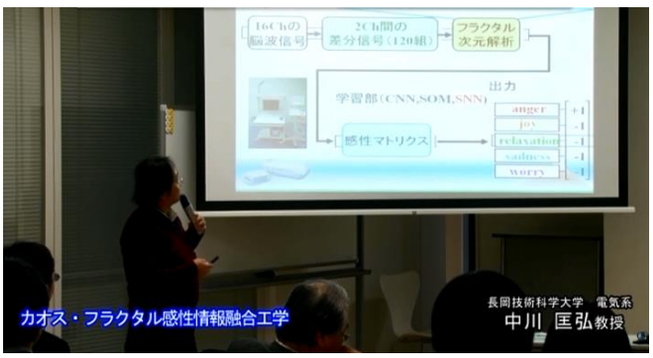
大学並びに企業とのマッチングに関するレポートが紹介されました.

イノベーションジャパンを通じて企業との産学連携につながった事例の紹介を行いました.

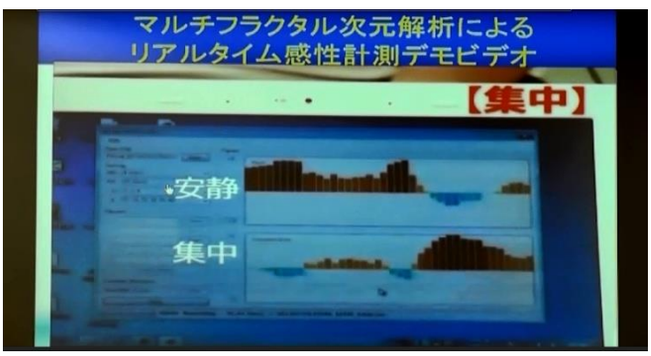
まちなかキャンパス

放送日　：2014年 3月14日
放送局　：NCT長岡ケーブルテレビ

先端感性シミュレーション工学寄附講座の
報告会が開催されました.



脳波のフラクタル性についての解説と脳波のフラクタル性から感性の検出手法について解説



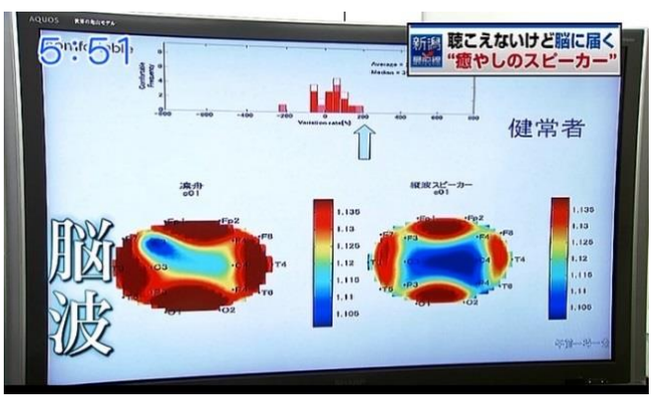
光感性計測のデモが紹介されました.

３Dテレビ視聴時の感性計測事例が紹介されました.

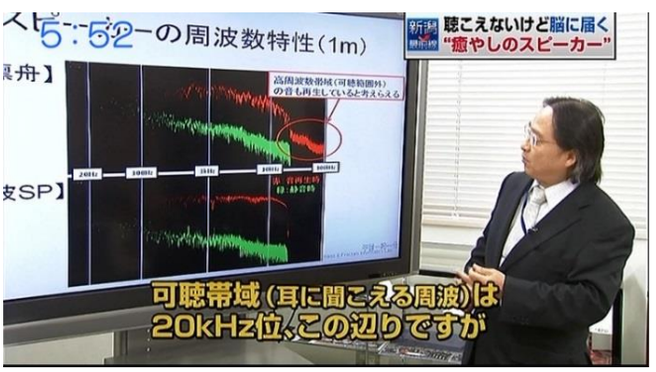
Nスタにいがた

放送日　：2014年 9月30日　17：30～18：15
放送局　：BSN新潟放送

一般的なスピーカーでは再生できない高周波
の音を発する音響機器「凛舟」が、番組内で
紹介されました.



桐を材料にした帆の部分が振動することで
高周波まで再生できます.

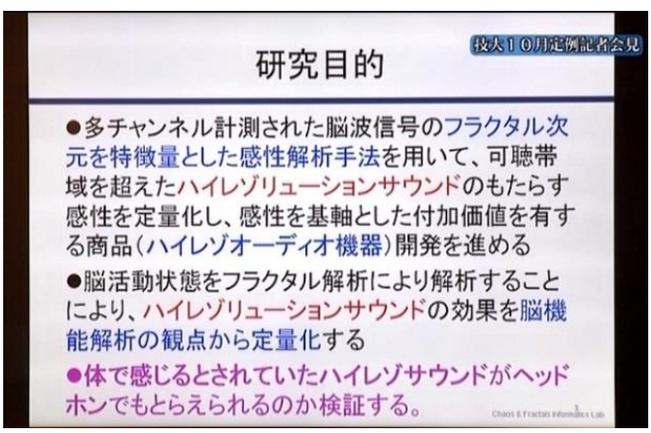


一般的なハイレゾスピーカーよりも「凛舟」の
ほうが心地よく感じることができます.

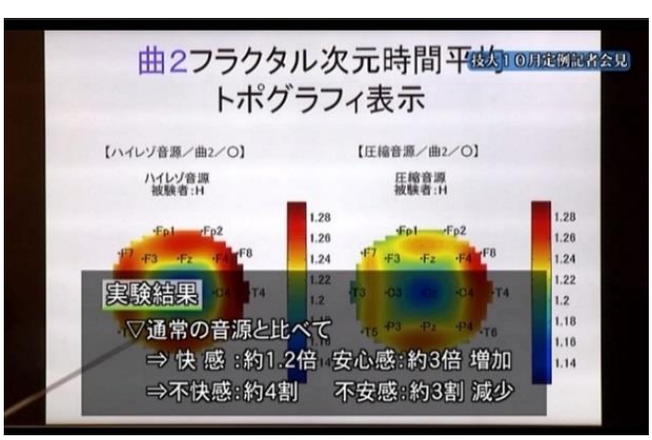
ほっと11・木

放送日　：2014年 10月16日
放送局　：NCT長岡ケーブルテレビ

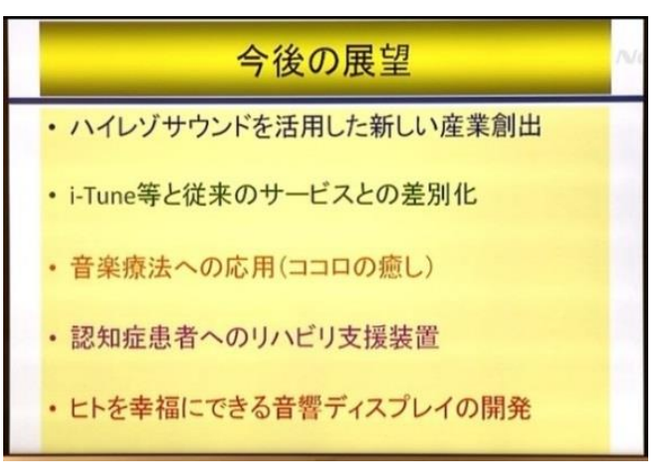
10月定例記者会見の様子です.



ハイレゾリューションサウンド（ハイレゾ）についての研究成果について発表しました.



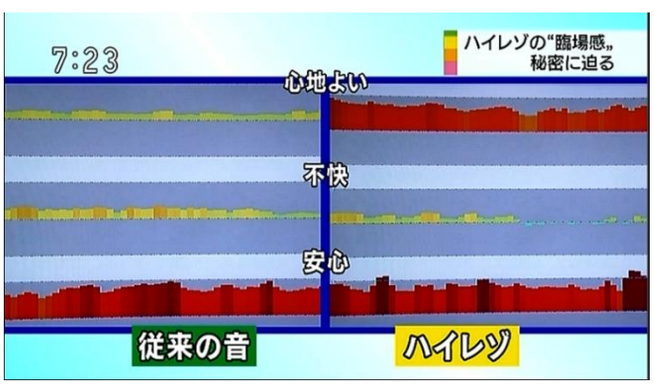
ハイレゾでは、通常の音源と比べて「快感」と「安心感」は増加し，「不快感」と「不安感」は減少するという研究結果を紹介しました.



ハイレゾサウンドの研究は今後も音響産業界において多くの可能性を伸ばしていきます.

おはよう日本

放送日　：2014年 11月28日　4：30～8：00
放送局　：NHK



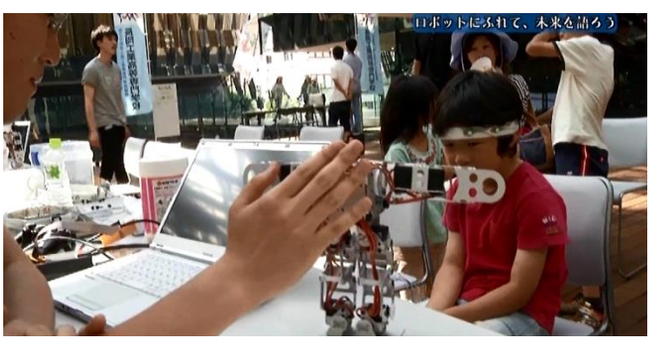
ハイレゾ音源はCDなどに比べて原音（マスターテープの音質）に近く，より臨場感を感じることができます．

人間の耳では聞こえない高音域まで再生することで，心地よさを体で受けることができ，脳のリラックス効果や心地よさの誘発が期待できるのです．

ほっと11

放送日　：2015年 6月2日
放送局　：NCT長岡ケーブルテレビ

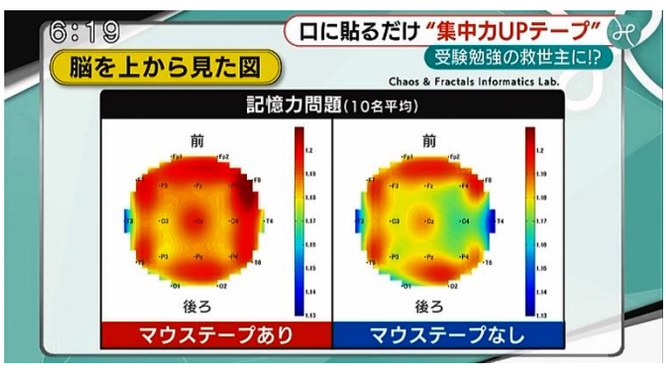
本学主催で開催されたイベント「ロボットにふれて、未来を語ろう」の様子が放映されました.
本研究室も参加しました.



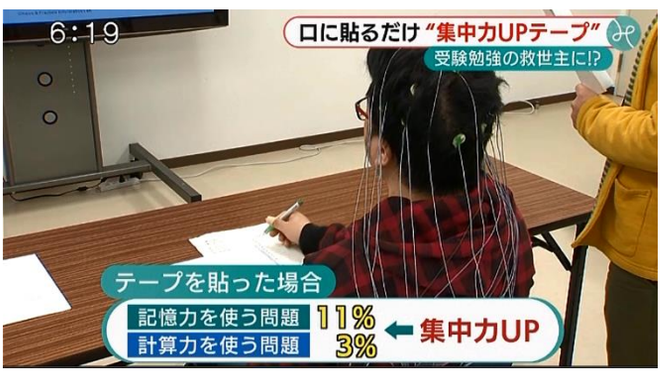
「脳波で動くロボット」を来場者の方に実際に体験
していただいているところです.

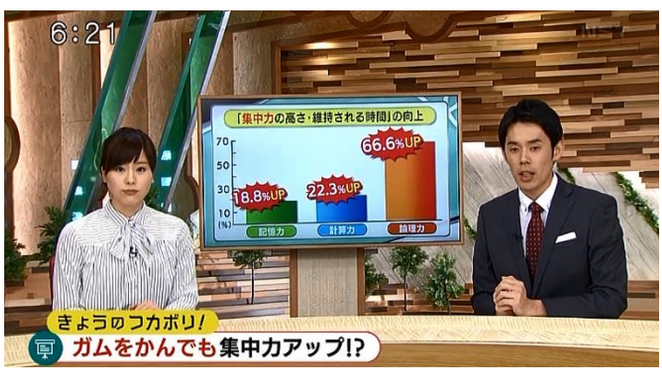
みんなのニュース

放送日　：2015年 11月30日　18：15～19：00
放送局　：NST新潟総合テレビ



BA合同会社との共同研究により商品開発したマウステープが2015年12月から発売になります.



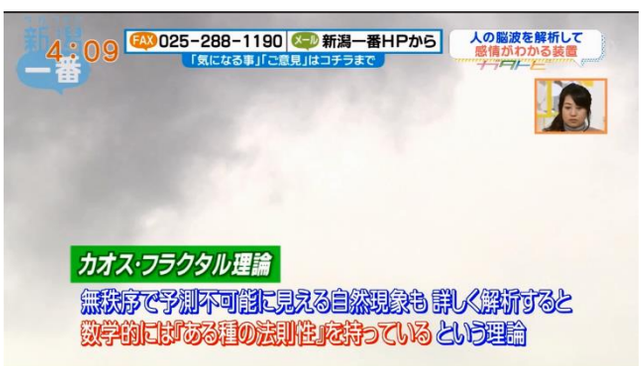


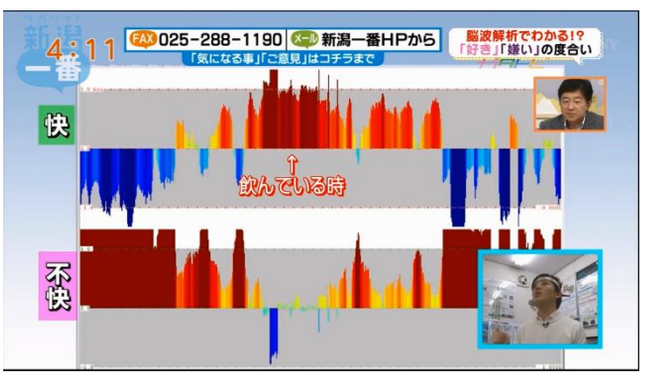
口にマウステープを貼った時には，貼らない時と比較して集中力がアップしていることが実験の結果で証明されました.

ガムを噛んでいる時に集中力が大幅にアップするという研究結果も紹介されました.

新潟一番

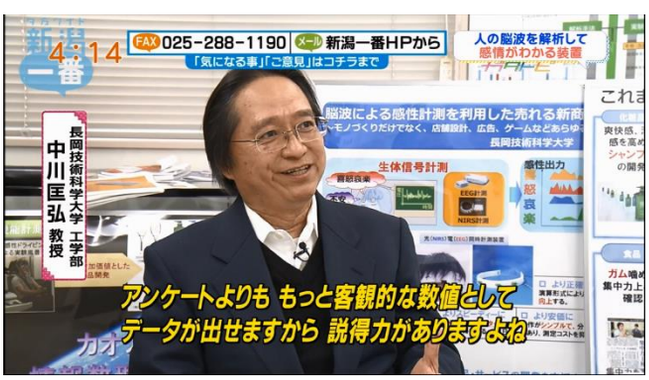
放送日　：2016年 3月25日　15：50～16：53
放送局　：TeNYテレビ新潟





本研究室の研究の要となる「カオス・フラクタル理論」についての紹介をしていただきました.

実際に脳波を計測しながら3種類の飲み物を飲んでいただき、「快」「不快」が数値となって表れる様子を体験していただきました.



アンケートでは汲み取れない感情を脳波解析を使ってリアルタイムに知ることが出来る技術を本研究室は持っています.

みんなのニュース

放送日　：2016年 12月14日
放送局　：NST新潟総合テレビ

株式会社第四銀行が主催する「にいがた創業アワード」において優秀賞を受賞しました.
表彰式の様子が放映されました.

ゆうなび

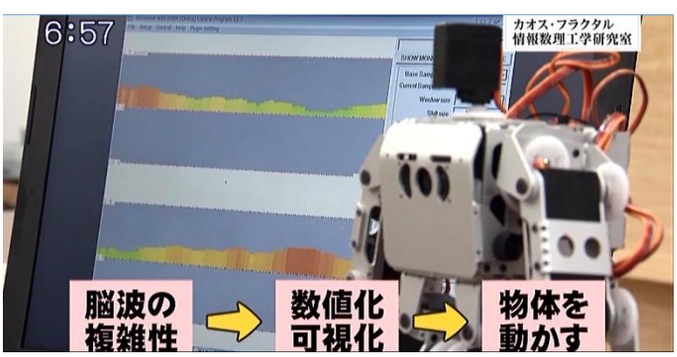
放送日　：2016年 12月20日
放送局　：BSN新潟放送

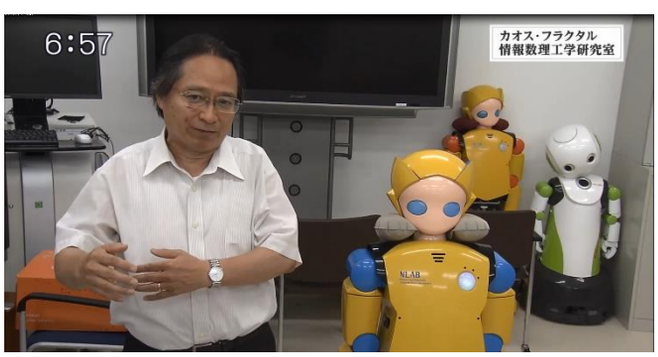
「にいがた創業アワード」とは第四銀行が地方創生に資する創業者や創業予定者を対象として事業モデルを公募し、優れた取り組みを表彰するものです.

ゆうなび

放送日　：2017年 7月21日　18：15～18：59
放送局　：BSN新潟放送

8月のオープンキャンパスの特集の中で研究室の活動を取り上げて頂きました．オープンキャンパスでは当研究室では脳波でロボットを動かす体験を用意しています．実際に脳波を計ってロボットを動かしているところです．

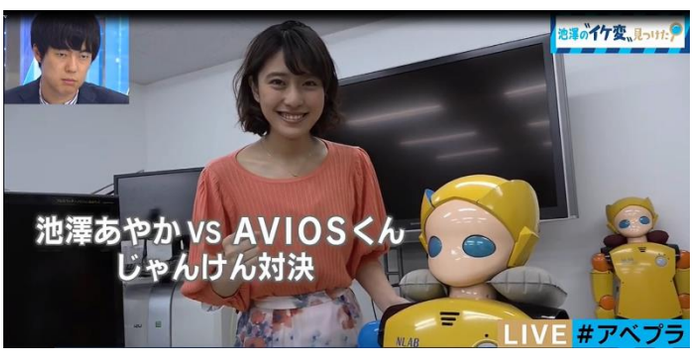




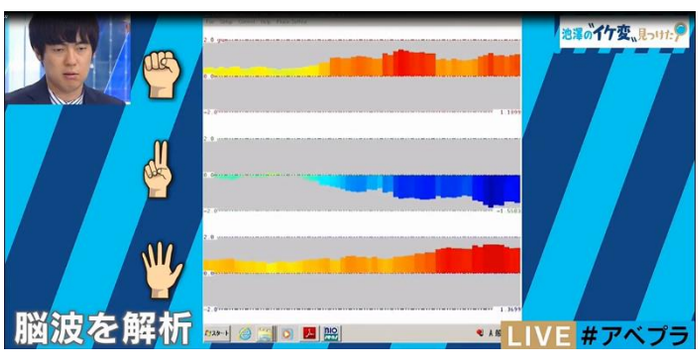
目に見えない脳波を、数値化・可視化することで物を動かせるようになるという研究内容を紹介しました．

AbemaPrime
（池澤あやかの“イケ変”見つけた コーナー）

放送日　：2017年 9月11日　21時～23時
放送局　：Abema TV



本研究室の研究の成果である、じゃんけんに絶対負けないロボット「AVIOS」を取り上げていただきました.

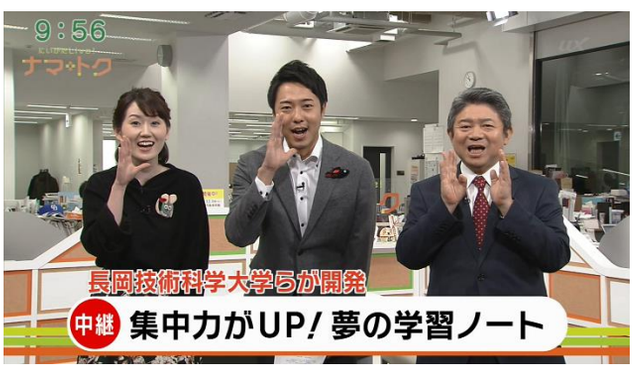


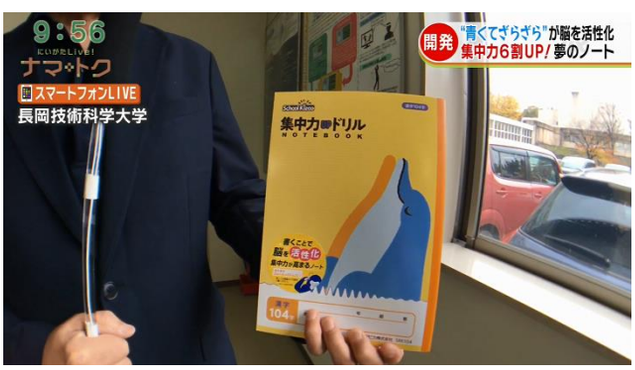
「グー」、「チョキ」、「パー」それぞれを出す時の脳波には違いがあり、その違いを読み取ってAVIOSはじゃんけんをしているのです.

脳波を使った研究が今後医療福祉の現場で役立てることが出来るよう日々研究を行っています.

にいがたLive! ナマ+トク

放送日　：2018年 11月14日　9時55分～10時30分（生放送）
放送局　：UX新潟テレビ21





本研究室と大手製紙会社との共同開発で発売した「集中力UPドリルノート」について取り上げていただきました.

ざらつきがあり高密度の紙が学習効果を高めるのに効果的であり、特に青色の紙は集中力が高まるという研究結果が出ました.

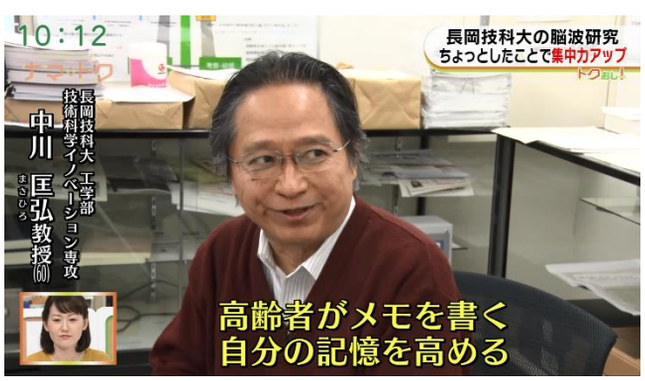
リポーターの方に実際にノートに文字を書いて体験していただきました.

にいがたLive! ナマ+トク

放送日　：2018年 12月11日　9時55分～10時30分（生放送）
放送局　：UX新潟テレビ21

普段実験を行っている実験室にお越しいただき、脳波の測定を経験していただきました.

企業との共同研究の成果で開発された「集中力をアップさせる効果」が期待できる商品（ガム・マウステープ・ドリルノート）です。



脳波の研究は、より多くの人々の暮らしを良くすることに繋がります。

研究成果に関するラジオ出演

長岡ひとまちアオーレ＋1～アオラジ～

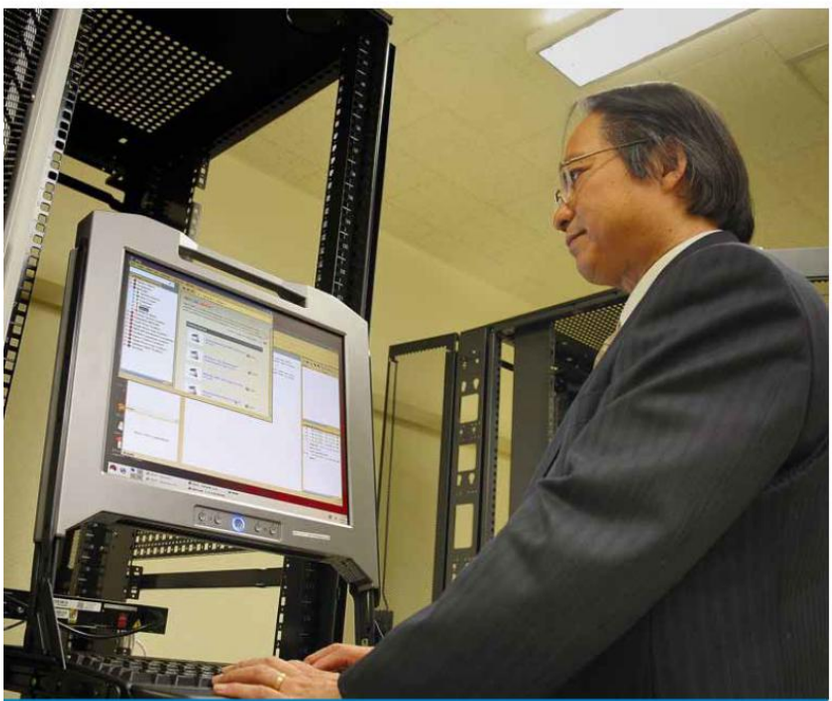
放送日　：2015年 5月30日
放送局　：FM新潟

本学主催で開催されたイベント「ロボットにふれて、未来を語ろう」の会場での公開収録でした.
中川匡弘教授が本研究室で行っている研究について語りました.

研究成果に関するWebの記事

平成24年3月1日
DELL Website

最先端の研究環境整備と将来の人材育成を目的に GPU コンピューティングに着目 厳しい要件を満たす唯一無二の 選択肢だった Dell PowerEdge C サーバ



「日本が生き残る生命線は、ものづくり。しかし、ソフトウェア教育が中心の今、ハードウェア教育は徐々に衰退しつつあり、IT 産業の空洞化が心配されます。ハードウェアを理解し、使いこなせる人材を育成することが、私の使命。その手段として注目したのが、GPU コンピューティングでした。」

国立大学法人長岡技術科学大学電気系教授、情報処理センター長、CIO補佐
工学博士　中川匡弘氏

カスタマー・プロファイル

長岡技術科学大学
Nagaoka University of Technology

組織名	国立大学法人 長岡技術科学大学
組織概要	実践的技術者教育・研究を目指す工学系の国立大学
本部所在地	新潟県長岡市
設立	1976 年 10 月 1 日

課題

- 授業の利用、および研究を目的とした数値計算、アプリケーションを効率的に処理する高性能なシステムが必要だった
- GPU コンピューティングの利用を主体とする数値計算システムであり、GPU と親和性の高いシステムが必要だった
- 情報処理センター内の設置場所は、電源容量と耐床面荷重に制限があり、性能と同時に高密度性も求められていた

ソリューション

- 高密度サーバ「PowerEdge C6100」の採用により、高密度なシステムを実現
- PCIe 拡張シャーシ「C410X」により、要件に見合う数量の GPU コンピューティングを搭載

導入効果

- 最先端の HPC 環境を構築
- 従来比で 10 ～ 100 倍の性能向上
- 将来を担う人材育成に期待

ソリューション エリア

- HPC
- サーバ

「ハードウェア教育の講義、並列性を高めた処理性能を活かす研究を想定して、「GPGPU 先端シミュレーション計算機システム」の仕様を策定しました。仕様策定書に基づいてデルの構成を選定したのは、人材育成と研究に最適なシステムだったからです。」

国立大学法人長岡技術科学大学
電気系教授　情報処理センター長
CIO 補佐　工学博士
中川匡弘氏

「ものづくり」の指導的、先導的、独創的役割を果たす技術者の育成を目的に、1976 年に開学した長岡技術科学大学。同大学では、電気系で教鞭を執る中川匡弘教授（工学博士、情報処理センター長 CIO 補佐）が中心となって、2010 年に「GPGPU 先端シミュレーション計算機システム」の導入を決定した。

時代の最先端を行く研究環境として用意されたこのシステムは、GPU コンピューティングによる高速な演算処理をさまざまな実験・研究に生かすとともに、GPU コンピューティングの技術を学ぶことを通じてハードウェア分野の技術力向上を目指そうというものだ。限られた場所と予算の中で、出来る限り多くの GPU コンピューティングを搭載できるサーバシステムという厳しい要件の中、長岡技術科学大学が選択したのは、高密度・高拡張性が特長の「Dell PowerEdge C サーバ」と、高速処理を実現する GPU を搭載した「NVIDIA Tesla」の組み合わせだった。

カオス・フラクタル分野の第一人者
教育現場から日本の IT 産業復興を目指す

長岡技術科学大学は 1976 年、「ものづくり」の指導的、先導的、独創的役割を果たす技術者の育成を目指して開学した国立大学である。5 年制の高等教育機関である高等専門学校の卒業生が進学する大学として設立された経緯から、学生の構成が高等専門学校を卒業した 3 年次編入学生が 8 割、高等学校を卒業した学部新入学生が 2 割という非常に特色のある大学だ。また、学部から大学院修士課程までの一貫教育を行うとともに、実験・実習を重視する独特なカリキュラムを取り入れ、これまでも技術立国・日本のものづくりを支える数多くの人材を輩出してきた。

その長岡技術科学大学の第 1 期生（1978 年入学）であり、現在は同大学電気系の中川匡弘教授は、液晶技術の理論的な研究を経験したのち、1989 年にカオス・フラクタル分野を専門とする研究室を創設。以来、20 年以上にわたって、カオス・フラクタル理論を核に脳機能と自然とテクノロジーを融合して研究する第一人者として広く活躍している。

「液晶のものづくりも、最初は試作品を作って実験し、改良を重ねるというプロセスでした。しかし、それでは技術革新とコストの競争に追いつきません。そこで、コンピュータを使ってシミュレーションを行い、応答速度や視覚性を向上させるというソフトウェアをメーカーと共同開発しました。このソフトウェアにより、一時期は日本が世界の液晶市場を独占していましたが、生産拠点のグローバル化とともに日本の優位性はどんどん失われていきました。そこで、日本の企業は製品に対して新しい付加価値が必要だと考えるようになります。それが、性能・価格・品質に次ぐ、第四の価値である感性です。そこで私が目指したのが、感性とテクノロジーを融合させたものを作ることです。そうしたものづくりが、日本の製品としての新しい基軸となり、優位性が保たれると考えています。」

このように長岡技術科学大学の理念と同じく、日本のものづくりの発展を念頭に置いて研究に励むかたわら、2006 年より大学の情報処理センター長も務める中川教授は、シミュレーション計算に必須となる高速なコンピューティング環境の整備に取り組む。そのきっかけとなったのが、2009 年に民主党政権が行った事業仕分けだったという。

「あのとき有名になった『二位じゃダメなんですか』という発言は、日本の多くの研究者たちを怒らせました。一位を目指して努力をし、結果として二位なることもあるでしょう。しかし、やっぱり一位を目指さなくてはいけないんです。といっても日本のメーカーは、投資できるコストは景気と連動するので、新しいアーキテクチャを開発するよりも購入したほうが安いという理由から、コンピュータのものづくりからどんどん撤退してしまいました。そのため、新しいものを作ろうという土壌が日本からなくなり、IT 産業は空洞化しつつあります。私が学生時代は、ハードウェア教育もソフトウェア教育もあって、車の両輪のように進んでいましたが、今は大学でハードウェアを教える人材が不足しています。

導入システム

ハードウェア
Dell PowerEdge C6100×4台
Dell PowerEdge C410X×4台
Dell PowerEdge R710 ×2台
NVIDIA Tesla M2050 ×64基

大学が人材を排出しないと、企業も人材を確保できずに産業が衰退するという負のスパイラルに陥ってしまいます。そこで、地方の大学であっても、高速なコンピューティング環境を用意しようと、今回のシステムを企画したわけです。」

高速処理を実現する GPUコンピューティング仕様に合致したデルのシステムを選択

中川教授が中心となって企画したのは、新しい高速演算処理技術として注目される GPU コンピューティングだった。画像処理専用プロセッサである GPU の高速演算性能の特性を、画像処理以外の目的に応用するという GPU コンピューティングは、HPC（High-Performance Computing）分野の新技術として高く注目されている。

「新しいシステムとして何かないかと情報処理センター助教の白清 学先生に相談したところ、彼は GPU コンピューティングが良いのではと言います。そこで、GPU コンピューティングを研究している国立大学を調べたら、東京工業大学や長崎大学が取り組んでいることが分かりました。日本海側では、北陸先端科学技術大学院大学でもまだ本格的ではないので、まずは本学が先例になるように取り組んでみようということになりました。」

それ以前、長岡技術科学大学ではニューラルネットワークの研究のために、ニューロコンピュータを導入していたという。 「ニューロコンピュータは、プログラミングが特別で汎用性がないものの、うまくチューンアップすると非常に高速な処理が可能で利用価値があります。しかし、高速なニューロコンピュータは、何千万円もの価格がしますから、速くても高すぎて普及は見込めません。その点、GPU は非常にコストパフォーマンスが高いので、今の世の中にマッチします。また、他大学では GPU を教材にした教育カリキュラムがまだありませんから、長岡技術科学大学が、特色のある教育ができればよいという考えもありました。」

こうして中川教授は、ハードウェア思考型の IT 実践人材育成、および自身の研究を高速処理できるコンピューティング環境として、「GPGPU 先端シミュレーション計算機システム」の導入を決定した（編注：GPGPU は、General-Purpose computing on Graphics Processing Units の略）。

GPGPU 先端シミュレーション計算機システムの導入にあたり、中川教授が相談したのが、デルの HPC ビジネスを推進する長年のパートナー、HPC テクノロジーズ株式会社だったという。

「HPC テクノロジーズは私たちユーザーにとって有益な情報を多く開示しており、長くお付き合いできる企業と感じました。最終的には入札によって決定しましたが、いろいろなメーカーと接触した中でも、最も信頼がおけると感じました。」

中川教授が提示した仕様策定書は、GPU を出来る限り多く搭載できるというもの。これに対し、HPC テクノロジーズが提案したのが、デルの高密度サーバ「Dell PowerEdge C6100」と PCI Express（PCIe）拡張シャーシ「C410X」の組み合わせだった。従来のサーバでは、画像処理用途の GPU を搭載したグラフィックスカードを一度に装着できる数に限りがある。その限界を打ち破ったのが、デルの PowerEdge C サーバと C410X だった。

さらに、設置場所には耐床面荷重の制限があり、ラック 2 本以内に収めなければならないという要件もあった。これらをすべて満たすことのできるシステムは、デルの PowerEdge C サーバが唯一無二の選択肢だったという。

「私たちは、システムの要件を満たす仕様策定を行い、それを仕様策定書にまとめました。教育用途を目的としているので、一人 1 個を使った講義を行うには、最低 64 個の GPU があればよいと考えたわけです。もちろん、講義以外にも並列性を高めた処理性能を活かすことを想定して、仕様を策定しました。HPC テクノロジーズが提案したデルのシステムを選択した理由は、こうした高い仕様要求を満たしていたところにあります。また、研究対象としても、魅力的な GPU コンピューティングシステムを提案してくれたと満足しています。」

シミュレーション計算が大幅に高速化 GPU を研究する新規カリキュラムも計画

システムの調達は、2010 年度補正予算で行われた。2011 年 2 月中旬に正式に発注され、3 月中には動作テスト、性能テストを経て、長岡技術科学大学情報処理センター内のサーバルームに設置が完了する予定だった。ところが、2011 年 3 月 11 日に東日本大震災が発生。発注していた部品・部材の一部が入手困難になったり、計画停電の影響で物流が滞ったりという影響もあり、実際には 3 週間遅れの 4 月に設置が完了したという。

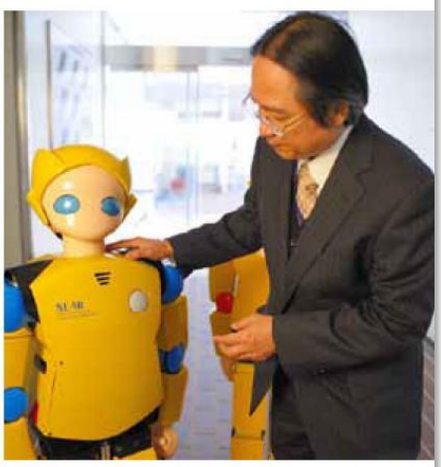
2011 年 4 月に稼働した GPGPU 先端シミュレーション計算機システムは現在、GPU を利用したコンピューティングの可能性を啓発するために主に利用されているという。

「GPU は、非常にコストパフォーマンスが高く、今の世の中にマッチします。他大学では GPU を教材にした教育カリキュラムがまだありませんから、長岡技術科学大学が先陣を切って、特色のある教育を行うという考えもありました。」

国立大学法人長岡技術科学大学
電気系教授　情報処理センター長
CIO 補佐　工学博士
中川匡弘氏

「今は、私の研究室が中心となって講習会を開催するなど、啓蒙的な活動を行っています。カオス・フラクタルの計算は時間がかかるものですが、それを GPU を使って計算してみたところ、非常に速いことが分かりました。学生にも速いということ理解してもらうことで、興味を持つきっかけにしようと考えています。また、大手化粧品メーカーの寄付講座が立ち上がり、化粧品のパッケージや容器のデザイン、化粧品を使用した時のしっとり感、ぷりぷり感といった感性に価値を与える研究も始まりました。感性として頭の中でイメージしているものを脳紋として読み取る技術を、カオス・フラクタル理論を使って実現しようとしています。こうした演算処理には、これまでコンピュータを 1 週間かけて計算していましたが、GPU を使えば半日で終了するなど 10 ～ 100 倍も高速化し、効果は絶大だと考えています。」

2012 年度には、新規カリキュラムとして「GPU リテラシー」「GPU 基礎工学」「GPU シミュレーション」の 3 科目を立ち上げ、学部と大学院で実施する計画。さらに将来的には、ものづくりにおける、あらゆるシミュレーション計算に活用していきたいとのことだ。



HPCテクノロジーズ株式会社

長岡技術科学大学のGPUコンピューティングの要件･仕様に最適なデル製品を提案したパートナー、HPCテクノロジーズ

HPC テクノロジーズ株式会社
生産技術本部 部長
吉田 雅彦氏

HPC を専門に扱う当社では、基本的にデルのハードウェアを採用しています。長岡技術科学大学の要件では、ハードウェアに GPU がより多く搭載できるものとして、PowerEdge C6100 と C410X を提案しました。今回は、設置場所の耐床面荷重やラック数に限りがありましたが、すべての要件をクリアできるというメリットがあります。前面からサーバが抜き差しできるなど、メンテナンス性に優れており、ダウンタイムを最小化できる点も高く評価しています。

ユーザ導入事例ウェブサイトにて、他にも多くの事例をご覧いただけます。
www.dell.co.jp/casestudy

©2012 Dell inc.
• PowerEdge、PowerVault、EqualLogic、DELL ロゴは、米国 Dell Inc. の商標または登録商標です。
• Microsoft、Windows、Windows Server は、米国 Microsoft Corporation の米国およびその他の国における登録商標または登録商標です。
• その他の社名及び製品名は各社の商標または登録商標です。
• 取材 2011 年 11 月
デル株式会社　〒 212-8589　川崎市幸区堀川町 580 番地ソリッドスクエア東館 20F
Tel. 044-542-4047　www.dell.com/jp

平成24年6月15日
SELF BRAND Web版
（31ページに関連研究記事）

関心ワード　**カオス、脳波、フラクタル、近赤外線（光）、脳、血流、制御、信号、ロボット**

機械工学 電気・電子工学 通信・情報工学 応用物理学 生物工学 保健・福祉学

←ホームへ戻る

講義No.04472

脳波で動く車いすを可能にした、カオス・フラクタル理論

念じただけで動く車いす

頭で考えただけで前進したり曲がったり停止したりと、思いのままに動く車いすの研究が行われています。その仕組みは次のようなものです。まず、あらかじめ利用者の頭部に装置を取り付け、近赤外線領域の微弱な光で脳内の血流をモニターし、数値化します。血流のパターンは感情によって違います。そこで、利用者に怒りや喜びなどの感情を思い浮かべてもらい、それぞれのパターンを記録します。そして怒りのパターンを「停止」、喜びのパターンを「前進」などと設定しておき、利用者が怒りや喜びの感情を思い浮かべれば設定どおりに動くというものです。この感性を解析し数値化する技術は、日本の研究から生み出されました。

カオス・フラクタル理論で素早い反応

生体信号をロボットの制御信号に使う研究はいくつか行われていますが、その多くは「統計理論」を使って推定しているため、処理に時間がかかり、頭に意思を思い浮かべてからロボットが動くまでに数秒かかります。意思を制御信号に変換するのはそれほど難しいことなのです。しかし、前述の車いすは即座に動きます。それは、この解析が「カオス・フラクタル理論」を用いて行われているからです。

フラクタルとは、ある図形の一部分だけを拡大した図形が、元の図形と相似な形状である性質を指す幾何学の概念です。「カオス・フラクタル理論」とは、一見ランダムで予測不可能に見える自然現象も数学的には法則性を持っているという理論で、刻々と変化する脳内の血流を瞬時に解析するためには、この理論が欠かせません。

ペットの気持ちもわかる

この車いすでは、頭部の装置に受発光のパーツが16個付いていますが、現在は実用化に向けてその数を2つに減らす研究が行われています。そうなると、ペットの感情をも測定することができるようになるのです。また、数値化した信号を携帯電話などでやり取りすれば、遠くにいる寝たきりの高齢者などが今どんな気分でいるのか、といったこともわかるようになることから、遠隔地医療への利用も期待されています。

←ホームへ戻る

この講義をメールで友だちに紹介する

興味が湧いてきたら数理工学、カオス・フラクタル感性情報工学が向いているかも！

長岡技術科学大学
電気系　教授
中川 匡弘 先生

先生の他の講義を見る
先生の著書

今の若い人は、失敗を恐れて楽な方へと流されがちで、スマートに生きたがる傾向にあるようです。しかし、人間が生きるためには泥臭いこともしなくてはなりません。若い間は失敗をたくさんして構いません。しかしなぜ失敗したのか原因を究明してください。多くの失敗や無駄に思えることの中に宝物があると信じることが大事です。そのような経験を積んで、ものづくりができる人材に育ってくれればうれしいです。

講師 中川 匡弘 先生がいらっしゃる長岡技術科学大学に関心を持ったら

長岡技術科学大学は、大学院に重点を置き、実践的な技術の開発を主眼とした教育研究を行う工学系の大学として、新構想のもとに設置され、実践的・創造的な能力を備えた国際的に通用する指導的技術者・研究者の養成を行い、これらを通じて社会との連携を図ることを基本理念としています。

大学はまた、勉学の場であると同時に人間形成の場でもあります。美しい豊かな自然に恵まれた環境と、国内はもとより世界の各地から集う学生たちが豊かな人間性を養い、創造性とチャレンジ精神を求め、友情を育む潤いのある大学生活の場があります。

大学のパンフを請求する
同じ大学の他の講義を見る
大学のホームページを見る

この講義で興味がわいたらこんなワードについて講義をみてみよう！

カオス、脳波、フラクタル、近赤外線（光）、脳、血流、制御、信号、ロボット

Yumenavi 夢ナビ編集部 Copyright(c) 2008-2012 Frompage Co.,Ltd. All Rights Reserved.

平成24年6月15日
SELF BRAND Web版
（3~5ページに関連研究記事）

関心ワード　**感性、ものづくり、カオス、フラクタル、脳、血流、開発、商品、消費者**

電気・電子工学　通信・情報工学　応用物理学　生物工学

←ホームへ戻る

講義No.04473

感性を定量化することで、打ち心地のいいテニスラケットができる！

日本のものづくりに求められる「第4の価値」

日本のものづくりの空洞化が叫ばれて久しく、経済の低迷も続いています。商品の価値は「性能」「価格」「信頼性」と言われてきましたが、残念ながら、価格では新興国に勝てません。そこで経済産業省は、新しい「第4の価値」を創造しようという目的で、「感性価値創造イニシアティブ」という活動を2008年から行いました。経済産業省の旗振り自体は終了しましたが、これによって日本のものづくりに新たな方向性が生まれました。

従来、消費者の感性を知る方法は主にモニターアンケートでした。ところが、この方法には欠点も多いので、製品開発に結び付きにくかったのです。

感性を定量化し商品を開発

しかし、現在は感性を定量化する方法が開発されています。これは、脳の血流を「光トポグラフィ」という技術で計測し、その数値を「カオス・フラクタル理論」で解析することで実現しました。

テニスラケットの例で説明すると、まずいろいろなテニスラケットを用意して、テニスの上級者にボールを打ってもらいます。数本のラケットで打った中で最も打ち心地のよかったものと最も打ち心地の悪いと思ったものを使っていたときの脳波を測定し、そのパターンを記録します。次に、開発中の製品を使ってもらいます。すると、その製品がどのくらいの打ち心地なのかがわかります。そこで、素材の硬度や重さのバランスなどを変えていき、「ボールを打つと気持ちいい」と感じられるテニスラケットを作っていくのです。

増える「心地よい商品」

現在、このように感性を定量化する技術を使った商品がすでに販売されています。それは、プリンタや化粧品、ビール、シャンプーなど多岐にわたります。また、この技術を応用して、「気づかいしてくれるゲーム」というものもできるでしょう。プレイしている人が初心者だったりイライラしていたりしたら、自動的にゲームのレベルを下げて簡単にしてくれるものです。

このように感性を新しい軸とした日本独自の商品は、これからも続々と発売されることでしょう。

←ホームへ戻る

この講義をメールで友だちに紹介する

興味が湧いてきたら数理工学、カオス・フラクタル感性情報工学が向いているかも！

長岡技術科学大学
電気系　教授
中川 匡弘 先生

先生の他の講義を見る
先生の著書

今の若い人は、失敗を恐れて楽な方へと流されがちで、スマートに生きたがる傾向にあるようです。しかし、人間が生きるためには泥臭いこともしなくてはなりません。若い間は失敗をたくさんして構いません。しかしなぜ失敗したのか原因を究明してください。多くの失敗や無駄に思えることの中に宝物があると信じることが大事です。そのような経験を積んで、ものづくりができる人材に育ってくれればうれしいです。

講師 中川 匡弘 先生がいらっしゃる
長岡技術科学大学に関心を持ったら

長岡技術科学大学は、大学院に重点を置き、実践的な技術の開発を主眼とした教育研究を行う工学系の大学として、新構想のもとに設置され、実践的・創造的な能力を備えた国際的に通用する指導的技術者・研究者の養成を行い、これらを通じて社会との連携を図ることを基本理念としています。

大学はまた、勉学の場であると同時に人間形成の場でもあります。美しい豊かな自然に恵まれた環境と、国内はもとより世界の各地から集う学生たちが豊かな人間性を養い、創造性とチャレンジ精神を求め、友情を育む潤いのある大学生活の場があります。

大学のパンフを請求する
同じ大学の他の講義を見る
大学のホームページを見る

この講義で興味がわいたらこんなワードについて講義をみてみよう！

感性、ものづくり、カオス、フラクタル、脳、血流、開発、商品、消費者

Yumenavi 夢ナビ編集部 Copyright(c) 2008-2012 Frompage Co.,Ltd. All Rights Reserved.

平成24年6月15日
SELF BRAND Web版
（28,31ページに関連研究記事）

関心ワード　**血流、感性、倫理、脳、ヘモグロビン、カオス、フラクタル、感情、商品開発**

電気・電子工学　通信・情報工学　応用物理学　生物工学

←ホームへ戻る

講義No.04474

脳波を定量化することで暮らしがどう変わるか

感性を測る

あなたが友だちとメールでやり取りしているとき、「自分の気持ちが伝わってないな」と思うことはありませんか。もしも気持ちが測定でき、それをメールで送信できたら、他人ともっとわかり合えるかもしれません。実は、そんな研究がすでに進められています。

頭に近赤外線を発する装置を付け、脳内の血液の酸素化ヘモグロビンと還元ヘモグロビンを測ります。血流は感情によって変わるので、血流を定量化すれば、その人がどういう感情でいるのかがわかるようになります。刻々と変化する脳内の血流の測定結果をリアルタイムで定量化するには、「カオス・フラクタル理論」が欠かせません。

広がる利用分野

この技術は現在いろいろな商品開発に利用されています。例えば「打ち心地のよいテニスラケット」「爽快感を増したシャンプー」など、商品に「感性」という新しい価値を付加しています。

また、「怒り」「喜び」などの感情をアクセルやハンドル代わりにする「電動車いす」が研究されています。これはあらかじめ被験者の脳内の血流パターンを感情ごとに測定しておき、それぞれに「前進」「右折」などと設定しておく仕組みです。

また、トップアスリートが比類ないプレーをするときの脳内のパターンを測定することで、メンタルトレーナーの養成に役立てられています。

倫理的な課題

この技術を利用すれば、感情をデータとして送ることも可能になります。言葉にできない感情を伝える、あるいは言葉による誤解を招かないなど、このコミュニケーション方法は利点が多いように思えます。しかし一方で、他人に人間の感情があらわになることの是非には議論の余地があります。人に感情を悟られたくないこともあるでしょうから、感情を送るかどうかは本人だけが決められるようにしなくてはなりません。

どんな技術も使い方次第ですが、この技術には大きな可能性が秘められていることは間違いありません。

←ホームへ戻る

この講義をメールで友だちに紹介する

興味が湧いてきたら数理工学、カオス・フラクタル感性情報工学が向いているかも！

長岡技術科学大学
電気系 教授
中川 匡弘 先生

先生の他の講義を見る
先生の著書

今の若い人は、失敗を恐れて楽な方へと流されがちで、スマートに生きたがる傾向にあるようです。しかし、人間が生きるためには泥臭いこともしなくてはなりません。若い間は失敗をたくさんして構いません。しかしなぜ失敗したのか原因を究明してください。多くの失敗や無駄に思えることの中に宝物があると信じることが大事です。そのような経験を積んで、ものづくりができる人材に育ってくれればうれしいです。

講師 中川 匡弘 先生がいらっしゃる長岡技術科学大学に関心を持ったら

長岡技術科学大学は、大学院に重点を置き、実践的な技術の開発を主眼とした教育研究を行う工学系の大学として、新構想のもとに設置され、実践的・創造的な能力を備えた国際的に通用する指導的技術者・研究者の養成を行い、これらを通じて社会との連携を図ることを基本理念としています。

大学はまた、勉学の場であると同時に人間形成の場でもあります。美しい豊かな自然に恵まれた環境と、国内はもとより世界の各地から集う学生たちが豊かな人間性を養い、創造性とチャレンジ精神を求め、友情を育む潤いのある大学生活の場があります。

大学のパンフを請求する
同じ大学の他の講義を見る
大学のホームページを見る

この講義で興味がわいたらこんなワードについて講義をみてみよう！

血流、感性、倫理、脳、ヘモグロビン、カオス、フラクタル、感情、商品開発

Yumenavi 夢ナビ編集部 Copyright(c) 2008-2012 Frompage Co.,Ltd. All Rights Reserved.

平成30年9月21日
FNNプライムオンニュース
（36ページに関連研究記事）

FNN PRIME　特集　番組発　最新

おらし

「青い凹凸のある紙」で集中力が58%アップ！学習ノート開発者に“根拠”を聞いた

FNN.jp編集部

2018年9月21日 金曜 午後5:00

3-LINE SUMMARY

- 集中力を高める紙を使った学習ノートが8月に発売
- 紙の特徴は青くて凹凸があること
- 「青色は心を鎮める効果がある」

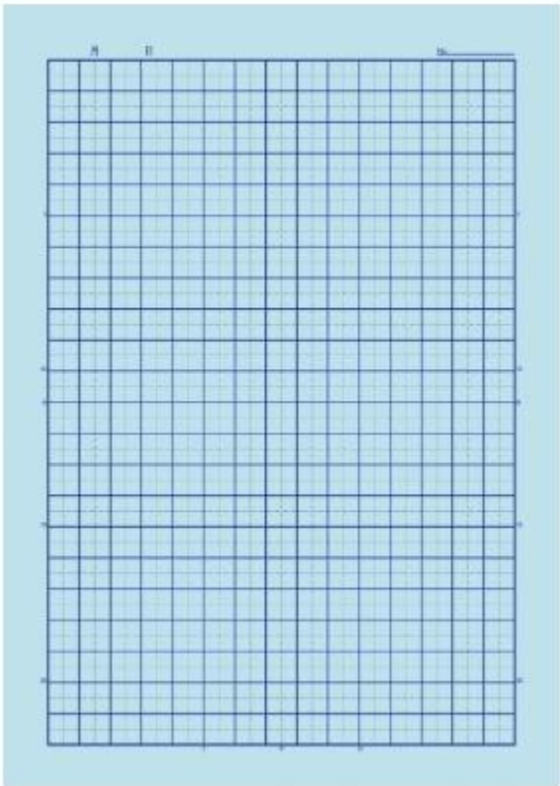
集中力を高める学習ノートが発売された

長岡技術科学大学の中川匡弘教授と製紙大手の王子ホールディングスが共同開発した、「集中力を高める紙」を使った小学生向けの学習ノートを、文具メーカーのアピカが8月初旬に発売した。

提供：長岡技術科学大学

「漢字練習用」と「方眼」がそれぞれ2種類あり、表紙のデザインは4通り。
価格は税別220円で、一般的な白い紙を使ったノート（税別180円）より40円高くなっている。

ノートに使われた紙の特徴は、青色で表面に凹凸があること。



提供：アピカ

20代を対象に、色やざらつきが異なる紙にシャープペンシルで書く際の脳波を測定、解析したところ、“青い色や表面の凹凸がある紙”では一般的な白い紙と比べて、集中力を高める特徴がみられ、脳を活性化させていることが分かったのだという。

提供：アピカ

この青い凹凸のある紙は一般的な白い紙と比べて、どれぐらい集中力を高めるのか？
この紙を開発した、長岡技術科学大学の中川匡弘教授に聞いた。

一般的な白い紙に比べて集中力が58%アップ

――この実験では、青い凹凸のある紙以外にどのような紙を使ったの？

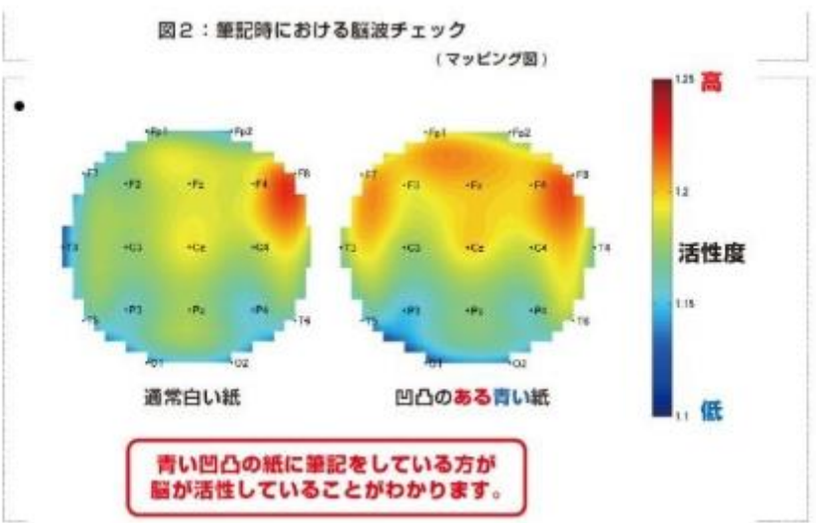
白、青、ピンク、黄色の4種類の色に対して、「平滑度（なめらかさの度合い）」「厚さ」を変化させた紙を用意して、実験を行いました。

――青い凹凸のある紙は、一般的な白い紙と比べて、どれぐらい集中力を高めるの？

白い紙（通常の平滑度）のものを基準として、青い凹凸のある紙は、「計算力」、「記憶力」、「論理力」に関する集中力が58%向上という結果になりました。

ちなみに、通常の平滑度で、白い紙と青い紙を比較しますと、青い紙は白い紙に対して、27%集中度が向上するといった結果が得られております。

提供：長岡技術科学大学・中川匡弘教授



提供：長岡技術科学大学・中川匡弘教授

――青以外で、白よりも集中力が高まった色はある？

「青」が最も高く、次いで、「黄色」、「白」、「ピンク」の順になります。

――青色が集中力を高める理由。どんな理由が考えられる？

青色は、心を鎮める（雑念を抑える）効果があり、本来意識を集中するべき事項への集中度を高めると考えております。
よく知られたところでは、街の街灯の色を青に変えたら犯罪件数も減少したという報告もあります.

――凹凸が集中力を高める理由。どんな理由が考えられる？

実際、紙に書くという動作で、鉛筆を通じて凹凸から生じる微妙な振動が手を通じて我々の脳にフィードバックされるために、紙に書くという動作への集中度が高まると考えています。

実際、ソニーやパナソニックのタブレットでも、紙に近い感触をスタイラスペンを通じで手にもたらすということで、実際の商品展開を進めています。

――この紙はノート以外ではどのような利用法が考えられますか？

ノート以外に、手帳や児童福祉施設や高齢者福祉施設でのリハビリなどでの応用を考えております。

青い凹凸のある紙自体が高価

提供：アピカ

青い凹凸のある紙を使った学習ノートは、一般的な白い紙を使ったノートより40円高い。なぜなのか？
文具メーカー「アピカ」の担当者に話を聞いた。

――一般的な白い紙を使ったノートより高いが、それはなぜ？

青い凹凸のある紙がこの商品の特長です。

この紙そのものが一般的なノート用の紙と比べて、非常に高価（約3倍以上）であることから、商品の価格が通常の学習帳より高くなっています。

また、紙の厚みも一般的なノートより厚いものとなっているのですが、枚数を減らすなどの工夫をして、価格を可能な限り抑えております。

> 一般的なノート：30枚で180円　青い凹凸のある紙を使ったノート：24枚で220円

――学習ノート以外ではどのような利用法を考えている？

今回の第1弾の商品では、目的を理解して使用してもらえるよう、小学校高学年の児童、保護者、先生をターゲットにしました。

次のステップとしては、ターゲットを広げ、中高生、もしくは社会人の方に使っていただけるノートへの展開を検討したいと思っております。

最近はPCの普及で書くこと自体が減ってしまった気がするが、仕事をしていると、どうしても集中力が切れてしまうことがある。そんなとき、社会人の方もこのノートを使ってみて、効果を確かめてはいかがだろうか。

大学広報誌「VOS」

VOS

平成25年6月発行
VOS 177号

特集

社会で活躍する技大生

長岡技術科学大学で学んだ様々な年代の卒業・修了生が、社会で活躍する様子を紹介します。長岡技術科学大学に在学していたときのこと、現在の仕事、そして大学での学生生活や研究が現在の仕事にどう影響しているのか、さらには在学生や本学を目指す人へのメッセージなども語ってもらいました。先輩・後輩や同僚らの「語り」から、今、そして将来の自分について、考える機会にしてみてはいかがでしょう。

――長岡技術科学大学の一期生で、現在本学の教授として活躍されている中川先生にインタビューをしました。

――まず最初に、先生はなぜ技大を選ばれたんですか。

中川匡弘教授： 私は奈良高専出身です。当時、大学に進学しようとすると2年生編入しかありませんでした。ちょうど私が卒研をしていた頃、指導教員が、長岡と豊橋に高専生のための大学ができると教えてくれて、クラスで私ともう一人が選ばれて、私は長岡ということになりました。長岡が新潟県にあることもそのとき初めてわかったくらいで、親の反対もありましたが、指導教員の強い勧めもあって進学を決めたということです。一期生の入学当時はこんなきれいなキャンパスじゃなかったんですよ。足下はほとんどドロドロでした。山の赤土ってわかりますか。

――わかります。

教授

電気・電子システム工学課程　昭和55年3月卒業
電子機器工学専攻　昭和57年3月修了

中川　匡弘
Masahiro Nakagawa

NLABホームページ
http://pelican.nagaokaut.ac.jp

中川教授： ああいう赤土なんですよ。両親と一緒に長岡駅からタクシーに乗って寮まできたのですが、タクシーをおりることができなかった。雨が降っていてドロドロだったんです。人が歩くところは板が敷いてあってそこを歩く、そんな状況でした。

――そうですか。じゃ、今はだいぶきれいになって…。

中川教授： だいぶどころじゃなく全然違いますよ。雲泥の差です。最初から見てきた私が思うのは、物が豊かになることと、精神的に豊かになるのはやっぱり違うのかなと。何もなかったけど、無い中で工夫して、それはそれで楽しかった。今の恵まれたキャンパスはうらやましいですけどね。

――大学時代の生活はどうでしたか。

中川教授： 電気系は必修科目ばかりでした。応用物理とか基礎科目が全て必修で、私は量子力学とか理論物理の科目が好きでしたから、講義とは別にそういう本を一生懸命読んで勉強しました。大学の目指す実学指向の科目と、両方やってはいましたけどね。

――そうなんですか。じゃ、勉強漬けの毎日だったんですか。

中川教授： 当時の私の生活は、夕食を学食で食べてお風呂に入り、7時ぐらいには寝て、真夜中12時、1時ぐらいに起きて、周りの連中が寝るころから勉強し出して朝まで勉強。そのまま朝の学食に行って御飯食べて講義に出る、そんな生活でした。大学院になって下宿生活になるとそうはいきませんでしたが、ほとんどそんな生活でしたね。

――先生は博士課程に進まれたんですか、それとも……

中川教授： 一期生のころ博士課程はなかったんです。他大学への進学も考えて悩んだんですけど、当時の恩師が助手に残れと言ってくださったんです。初代の川上正光学長の面接を受けたとき「君は数学好きかね」って聞かれました。私は数学の論文を英語で書くほど好きだったんですが、「それ役に立たんからやめときなさい」と。というのも川上正光先生というのは「技学」の生みの親で、技術科学を啓蒙されていた方で、「理学だけじゃだめだし、工学でもだめだ。だから技学があるんだよ」と。「数学というのはあくまで現象を普遍化する道具にしかすぎない。技術という実践的な実験をまずやって、そこから新しい普遍的な理論をつくるのが技術科学なんですよ」と言われ、「ああ、そうか。それならもうちょっとやってみようかな」と、結局助手になることにしました。

エネルギー・環境工学専攻　2年

和歌山高専出身

須佐見　朱加

Susami Ayaka

――そうなんですか。博士号を取る中で、くじけそうになったりすることはなかったんですか。

中川教授：　私は論文博士だったので、助手の仕事をしながら博士論文を書かないといけないので、時間管理はしっかりやりました。学部生で寮にいたころの生活とほとんど同じか、もっとひどかったですよ。研究室で実験も仕事もゼミもして、夕食食べてから大学で仮眠してまた研究する。真夜中起きて明け方まで仕事して、アパートに帰ってお風呂に入って、そのまま出勤。とにかく時間がもったいなかった。そんな生活でした。

――学生時代のときにやっててよかったなとか、もうちょっとやっておけばよかったなと思うことってありますか。

中川教授：　やっててよかったことは、やっぱり好きなことを勉強してきたこと。それが一番。例えば朝永振一郎先生の本とか湯川秀樹先生の物理の本で勉強したけども、ああいう雲の上の人たちの完璧な本でも、たまにミスプリが見つかるんです。それが密かにうれしかった。それと、当時情熱的な先生がいて、夜11時、12時ぐらいまで一緒に学生実験の計画書を書いていた。一期生のころって部屋が足りなかったから学生も教員も廊下に机持ってきて作業して、それでも仕上がらなくて寮へ帰って相談してつくって、朝一番で来てようやく許可もらって学生実験したという、そんな感じでした。

――博士を取られてからこちらで……

中川教授：　博士号をとってすぐにイギリスに行き、戻ってきたときに研究室を持てる立場になりました。何か新しいことやってくださいと言われて、実践的なカオス研究をやろうと。そこからずっとカオス理論の応用研究をやっているんです。

――充実していますか、今の生活は。

中川教授：　一番楽しかったのは、やっぱり30代半ばかな。好きで研究できる時代が一番楽しいですね。今だと、余り気乗りしない仕事もしなくちゃいけない。楽しいうちが花ですよ。今思うと、20歳代に好きな勉強しておいたことが貯金になっている。「35歳ぐらいまでに努力して何か貯金をしておきなさい。その貯金でその後の人生が決まるんだ」というのが初代学長の言葉です。「そこで人生が決まっちゃうから、30代半ばまでは歯食いしばってでもやりなさい」と教わりました。

――そうですね、私も見習わなくちゃいけませんね。

中川教授：　本学のモットー「VOS」のバイタリティーとサービスは何とかできるでしょうが、オリジナリティーはやっぱり一番難しい。オリジナリティーを生み出せるような教育を、本学でももっとやっていかないといけないでしょうね。人とディベートしたり、協力して新しいものをつくり出していく、そういう教育がこれからますます必要になるでしょうね。

――本学を目指す方に何か一言……、アドバイスとかお勧めとか。

中川教授：　うちの大学は実践的な人、つまり実験好きで、現象をおもしろいなと思う素直な心を持っている人、それを不思議だと思ったら探究する心を持っている、そういう人にお勧めかな。技術科学って技（わざ）を体系化するということなんです。科学の科というのは体系化したものを分類すること。ここは物理ここは数学ここは電気工学だと分類していくのが科。最後の学というのは、分類したものを普遍的な形にすること。普遍的というのは、世界共通の数式のような言葉に直していくこと。これが技術科学なんです。初めて聞いたでしょう。

――初めて詳しく聞きました。いつも科学技術大とか間違われて「いえ、技術科学大学です」と訂正なくてはいけなくて……

中川教授：　昔教え子が面接を受けに行って、「これ科学技術の間違いじゃないですか」と言われたと聞いて悔しくてね。といいながらも私自身、いわゆる科学技術とは違って「技を実践して知を探究する」のが技術科学だと、40歳を過ぎて初めてわかった。1期生の頃うんと聞かされたはずなんだけどね。でもその本当の意味をそしゃくしてかみ砕いてわかるのにそれぐらいかかったかなと。

――私の研究でも理論というより実験が主体なのですが……

中川教授：　私も昔、異方性粘弾性流体という、粘性も弾性も異方性もある流体の応答をシミュレーションしていたのですが、シミュレーションと実験結果とがなかなか合わない。その合わなかったことを教訓に理論をリファインして、本当にその現象を説明するような理論をつくっていく。だからまさに技から入って新しい理論をつくるということをしてきました。よく例にあげられる江崎玲於奈先生のエサキダイオードの開発秘話です。先生はIBMで、見たことのない現象、トンネル現象を発見し、その現象を理論的に説明されました。その現象が起きたのも不純物の量を間違えたという偶然だったんです。実験が先で理論が後ですよね。

――日本でのエンジニアの社会的評価はどうですか

中川教授：　日本の企業は、エンジニアに対する評価が低過ぎるんです。例えば外国へ行ってPh.Dを持っていないと全く相手にされないけど、持っていると一人前に扱われる。そういう価値観はかなり違いますよね。

　最近では日本の頭脳が海外へ流れちゃっている。だから、いい研究できないって当たり前なんですよ。やっぱり国を愛する心を持ってないとだめだと思いますよ。新興国に定年になった技術者を引き抜かれるくらいなら、定年になった人も含めて熟練者を国内で再雇用する方がいいんじゃないですが。本当にノウハウの固まりだから。

――日本は技術と技術者を出さないようにしないといけませんね。

中川教授：　やっぱり社会的な評価が低いことが問題です。本学ではエンジニアを育てるとうたっているけど日本では、博士を採用する側から見れば、ものづくりができる人とその理屈を考える人を比べたときに、やっぱりアカデミアに近い研究者を選ぶじゃないですか。そこです。だから、たぶん「技術研究者」みたいな、二つをくっつけたようなイメージの人材が求められる。特に本学は、技術科学の大学ですから、単なるエンジニアじゃなくて「技術研究者」という人材を輩出することを考えていかなくてはいけないでしょうね。

――今日は、本当ありがとうございました。

VOS
平成28年11月発行
VOS 196号

大学発ベンチャー（株式会社 TOFFEE）設立にあたって

技術科学イノベーション専攻　教授
株式会社TOFFEE 代表取締役
中川匡弘
MASAHIRO NAKAGAWA

株式会社TOFFEE（トフィー）は、「人の心や感性を可視化することで、人類の幸福・平和に貢献する」ことをミッションとし、平成28年4月に誕生しました。同社の社名ですが、Technology oriented Fusion Frontiers and Extreme Engineeringに由来しており、また広く親しまれる企業でありたいという思いから、英国発の伝統的な菓子の名前にも因んで命名しました。当社では感覚的に捉えることが本質である"感性"を、脳活動の複雑性の観点から読み解くことによって、「言葉にはできなくても、説明できなくても、本当はどう感じているのか」を定量化し、それを商品開発や自己開発、さらには医療・福祉の分野に還元することに取り組んでいます。

当社の起業に際して、きっかけとなった事柄は二つあります。一つ目は、大学研究室として企業と共同研究を進める中で、産学連携をさらに深化（進化の意味もありますが）させたいと考えるようになったこと、二つ目は、平成25年に文部科学省の「大学発新産業創出拠点プロジェクト(START)」（平成27年度からは「大学発新産業創出プログラム（START）」として科学技術振興機構が実施）に採択（表1参照）されたことです。

表1：発表者のSTART事業における採択プロジェクト

研究開発課題名	スマートセンシングを用いた感性計測装置
研究代表者	中川匡弘（長岡技術科学大学・教授）
代表事業プロモーター	濵田隆徳（野村證券株式会社・次長）
研究開発実施期間	平成25年12月1日～平成28年3月31日

とりわけ、STARTプログラムに採択され、事業プロモーターユニットである野村ホールディングス株式会社の事業化ノウハウのもと起業に至ったという経緯は、産学官金の連携の観点からも非常に意義深いものと捉えています。我々は同プログラムの中で、事業の核となる感性計測装置（図1参照）を新たに開発しました。綿密なプレマーケティングを行い、簡便且つ高精度な装置で手軽に正確な感性を捉え、いつでもどこでもすぐに"感性を知る"ことを実感可能にする事こそ、事業成功のカギであると位置づけているためです。アクティブニューロウエアと呼ばれるこの装置は、起業直後から高い関心が寄せられ、問い合わせが相次いでいます。

図1：アクティブニューロウエア

このように、シーズ発掘や市場調査、技術評価など、事業化への方向性・道筋を明確にすることは、大学機関だけでは困難であると感じています。最近では金融機関でも地方創生の一環としてベンチャー支援を行っている例が多く、起業を目指す学生にはこうした制度を上手く活用していく事を推奨したいと思います。

最後になりましたが、この度の大学発ベンチャーの起業により、日々進化する産業界のニーズに応えられる技術を創成し、その活動の中から普遍的な科学を発見できればと考えています。また将来的には、ローカル（地域）に根差してグローバル（国際的）に活躍できる人材の受け皿となれるグローカルな企業に成長することを目指します。

URL　http://www.toffee.jp/

VOS
平成29年6月発行
VOS 200号

TRÈS
文部科学大臣表彰

Report of the receiving a prize
受賞報告

カオス及びフラクタル理論に基づいた感性計測技術の振興

中川 匡弘 Masahiro Nakagawa
技術科学イノベーション専攻　教授　兼　株式会社TOFFEE 代表取締役

21世紀に入り、有限な資源の地球上で人工物の飽和が顕在化し、モノからココロへの価値軸のパラダイムシフトが進んでいます。そんな中で、感性価値創造イニシアティブにおいて標榜されるように、性能・価格・品質に次ぐ第4の価値として、感性価値が注目されつつあります。しかしながら、従来のアンケート等による評価手法では、製品使用時の時々刻々と変動する個々の情動や感性を計測することは困難で、感性を価値軸とした製品開発に資する感性計測技術は殆ど未開拓の状況にありました。そこで、我々の研究グループでは、約四半世紀に亘り、脳波やヘモダイナミズムに潜在するカオス・フラクタル特性に着目した新規感性情報計測手法の確立を目指し、脳活動の観点から感性評価技術創成の推進、並びに、産業界への当該科学技術の振興を推進してまいりました。

当該研究・開発により、感性計測を企業で実用化できるレベルに進化させ、低コストかつ高精度な感性計測を可能とすると共に、より効率的な感性評価手法を実現し、ハイレゾウオークマン、シャンプー、テニスラケットやフレグランス商品をはじめ、グローバル化に埋没しない競争力の高い製品開発に貢献してきました。

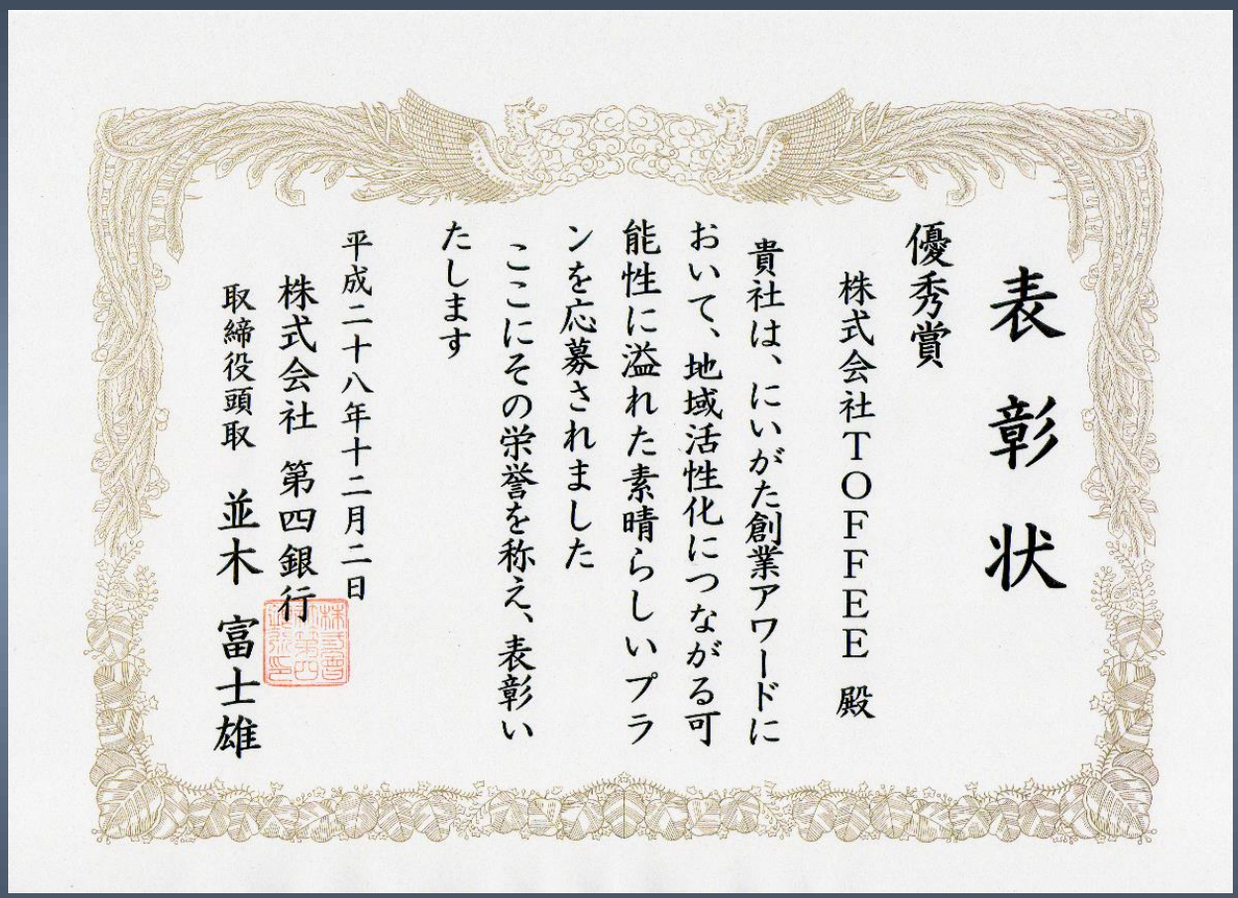
今回の科学技術振興部門の受賞は、大学等の研究開発成果を活用したベンチャー創出、地域における産学官連携、研究開発の社会的必要性に関する研究等の分野において、科学技術の振興に寄与する活動を行い、顕著な功績があったと認められる個人又はグループに贈られるもので、今回は、本学の教員とベンチャー（株式会社TOFFEE）の代表という立場での申請に対する受賞となります。

当然のことながら、このような異分野融合分野の研究は、小生単独では到底不可能であり、これまでの研究・開発に携わってくださった関係諸氏をはじめ、共同研究の企業の方々のお力添えの賜物であり、この場をお借りしまして深謝申し上げます。今回の受賞を機に、今後はさらに技術を研鑽するとともに、非言語コミュニケーションの一種である脳情報通信をはじめ、車いす・義手の制御等の医用福祉への応用も見据えた研究開発を進めてまいります。

▶HP：http://pelican.nagaokaut.ac.jp, http://www.toffee.jp

にいがた創業アワード優秀賞

2016年12月2日
地方創生に資する創業者や創業予定者を対象とした事業モデルのうち、優れた取り組みを表彰する「にいがた創業アワード」において、株式会社TOFFEE※の業績「感性計測サービス」が優秀賞を受賞いたしました。
※中川先生が代表取締役を務める大学発ベンチャー企業



表彰状

優秀賞

株式会社ＴＯＦＦＥＥ 殿

貴社は、にいがた創業アワードにおいて、地域活性化につながる可能性に溢れた素晴らしいプランを応募されましたここにその栄誉を称え、表彰いたします

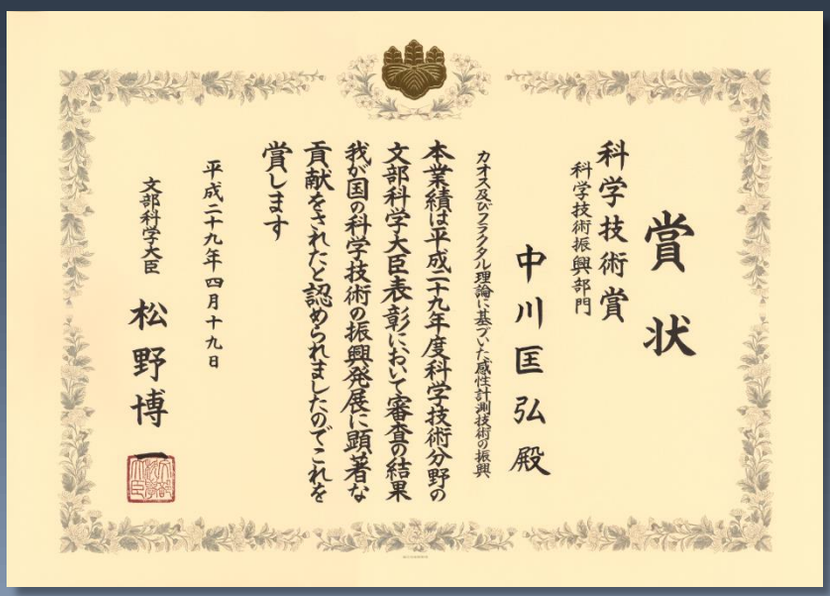
平成二十八年十二月二日

株式会社 第四銀行
取締役頭取 並木 富士雄

文部科学大臣表彰　科学技術賞

2017年4月19日

平成29年度科学技術分野の文部科学大臣表彰のうち、科学技術の振興に寄与する活動を行った者に贈られる科学技術賞（科学技術振興部門）にて、中川先生の業績「カオス及びフラクタル理論に基づいた感性計測技術の振興」が受賞いたしました。



賞状

科学技術賞
科学技術振興部門

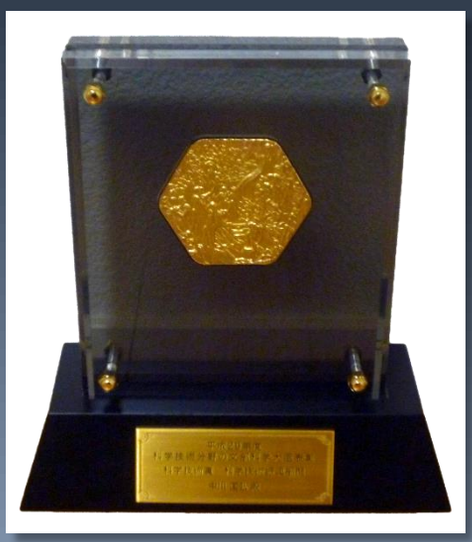
中川匡弘殿

カオス及びフラクタル理論に基づいた感性計測技術の振興

本業績は平成二十九年度科学技術分野の文部科学大臣表彰において審査の結果我が国の科学技術の振興発展に顕著な貢献をされたと認められましたのでこれを賞します

平成二十九年四月十九日

文部科学大臣　松野博



平成 29 年度　科学技術賞　科学技術振興部門

中川匡弘（なかがわまさひろ）（59 歳）

現職
国立大学法人長岡技術科学大学
技学研究院　教授
兼　株式会社 TOFFEE 代表取締役

カオス及びフラクタル理論に基づいた感性計測技術の振興

業績

21 世紀に入り、有限な資源の地球上で人工物の飽和が顕在化し、モノからココロへの価値軸のパラダイムシフトが進んでいる。しかしながら、従来のアンケートによる感性評価手法では、製品使用時の時々刻々と変動する個々の感性を計測することは困難であり、感性を価値軸とした製品開発に資する感性計測技術は殆ど未開拓の状況にあった。

本活動では、脳波やヘモダイナミズムに潜在するカオス・フラクタル特性に着目した新規感性情報計測手法を提案し、脳活動の観点から感性評価技術創成の推進、並びに、産業界への当該科学技術の振興を推進した。

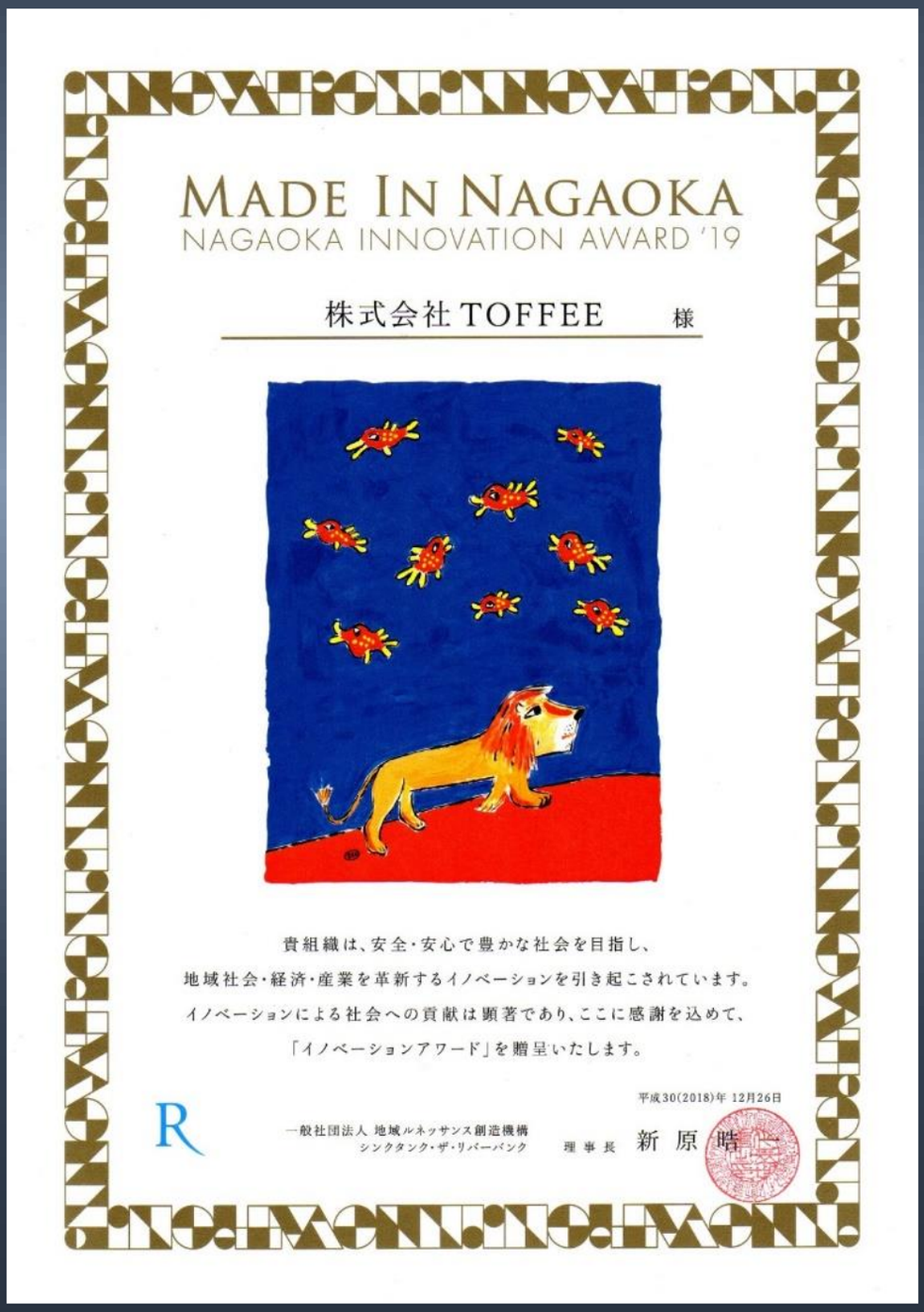
本活動により、感性計測を企業で実用化できるレベルに進化させ、産業界における感性を付加した製品開発を促進した。具体的には、感性評価を実用化レベルまで引き上げ、低コストかつ高精度な感性計測を可能とし、より少ない被験者数と時間で、より効率的に感性評価を行うことを実現することに成功した。具体的に数値で表すならば、十人程度の調査で数百人規模のアンケート調査と同等な分析を可能とした。さらに、ビジネスとしてのより高付加価値な製品開発や個人の嗜好性を訴求した商品開発など、幅広い分野における波及効果に寄与している。

主要特許：特許第 3933568 号「脳機能計測装置」

主要論文：「Recognizing brain motor imagery activities by identifying chaos properties of oxy-hemoglobin dynamics time series」Chaos、Solitons & Fractals.vol.42、p422 ～ 429、2009 年 10 月発表

長岡イノベーションアワード2019
イノベーションアワード受賞

2018年12月26日
イノベーションによる地域社会への貢献を称える「長岡イノベーションアワード」 を、株式会社TOFFEE※が受賞いたしました。
※中川先生が代表取締役を務める大学発ベンチャー企業


MADE IN NAGAOKA
NAGAOKA INNOVATION AWARD '19

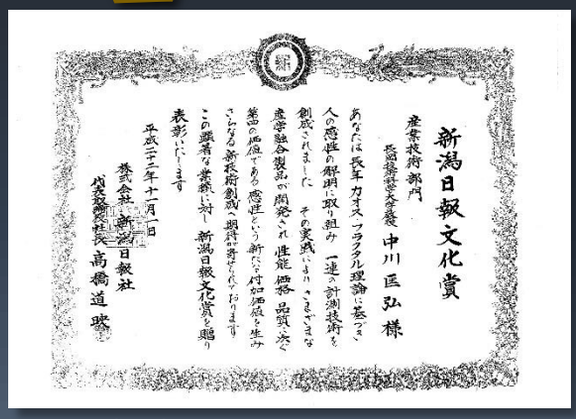
株式会社 TOFFEE 様

貴組織は、安全・安心で豊かな社会を目指し、
地域社会・経済・産業を革新するイノベーションを引き起こされています。
イノベーションによる社会への貢献は顕著であり、ここに感謝を込めて、
「イノベーションアワード」を贈呈いたします。

平成30(2018)年 12月26日

一般社団法人 地域ルネッサンス創造機構
シンクタンク・ザ・リバーバンク
理事長 新原 晧一

これまでの主な受賞



新潟日報文化賞

産業技術部門

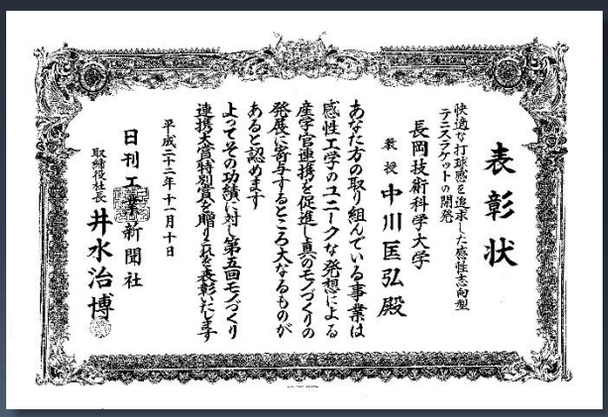
長岡技術科学大学
教授 中川匡弘 様

あなたは数学カオス・フラクタル理論に基づく人の感性の解明に取り組み、一連の計測技術を創成されました。その実践により、さまざまな産学融合製品の開発され、健康機器、品質安全の向上という新たな付加価値を生みだしております。この顕著な業績に対し、新潟日報文化賞を贈り表彰いたします。

平成二二年十一月一日

株式会社新潟日報社
代表取締役社長 高橋道雄

平成22年11月1日
第63回新潟日報文化賞（産業技術部門）
「カオス・フラクタル理論に基づいた感性・
脳機能計測技術の創成と実践」
（株）新潟日報社



表彰状

快適な打球感を追求した感性志向型テニスラケットの開発

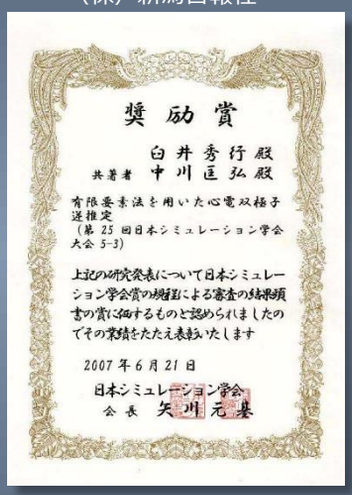
長岡技術科学大学
教授 中川匡弘殿

あなた方の取り組んでいる事業は感性工学のユニークな発想による産学官連携を促進し真のモノづくりの発展に寄与するところ大なるものがあると認めます
よってその功績に対し第五回モノづくり連携大賞特別賞を贈りこれを表彰いたします

平成二十二年十一月十日

日刊工業新聞社
取締役社長 井水治博

平成22年11月10日
第5回モノづくり連携大賞特別賞
「快適な打球感を追求した感性志向型テニスラケットの開発」
（株）日刊工業新聞社



奨励賞

白井秀行殿
共著者 中川匡弘殿

有限要素法を用いた心電双極子逆推定
（第25回日本シミュレーション学会大会 5-3）

上記の研究発表について日本シミュレーション学会賞の規程による審査の結果頭書の賞に価するものと認められましたのでその業績をたたえ表彰いたします

2007年6月21日

日本シミュレーション学会
会長 矢川元基

平成19年6月21日
奨励賞
「有限要素法を用いた心電双極子逆推定」
（一社）日本シミュレーション学会

JSKE

2012
日本感性工学会
優秀発表賞

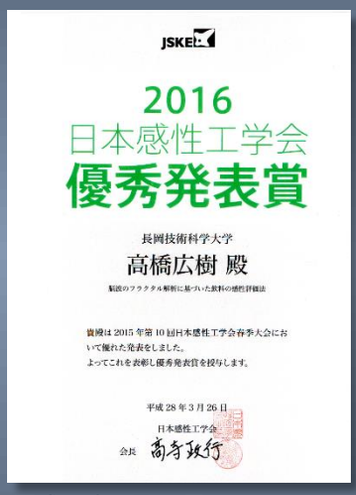
ユニ・チャーム株式会社
土生知恵美 殿

脳波による香り感性診断（2）—パンティライナーに求められる香りとは—

貴殿は2011年第13回日本感性工学会大会において優れた発表をしました。
よってこれを表彰し優秀発表賞を授与します。

平成24年8月30日
日本感性工学会
会長 椎塚久雄

平成24年8月30日
第13回日本感性工学会大会
優秀発表賞
「脳波による香り感性診断」
（一社）日本感性工学会



JSKE

2016
日本感性工学会
優秀発表賞

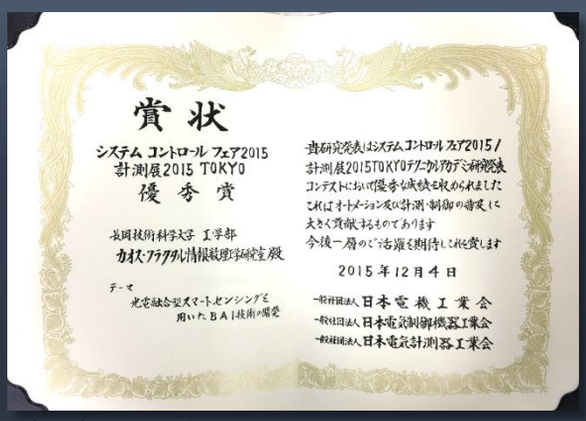
長岡技術科学大学
高橋広樹 殿

脳波のフラクタル解析に基づいた飲料の感性評価法

貴殿は2015年第10回日本感性工学会春季大会において優れた発表をしました。
よってこれを表彰し優秀発表賞を授与します。

平成28年3月26日
日本感性工学会
会長 高木敏行

平成28年3月26日
第10回日本感性工学会春季大会
優秀発表賞
「脳波のフラクタル解析に基づいた
飲料の感性評価」
（一社）日本感性工学会



賞状

システム コントロール フェア2015
計測展2015 TOKYO
優秀賞

長岡技術科学大学 工学部
カオス・フラクタル情報処理研究室 殿

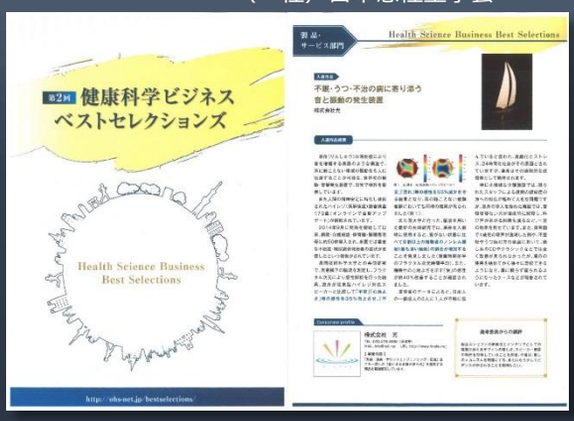
テーマ
光電融合型スマートセンシングを用いたBAI技術の開発

貴研究発表はシステムコントロールフェア2015/計測展2015TOKYOテクニカルアカデミー研究発表コンテストにおいて優秀な成績を収められましたこれはオートメーション及び計測・制御の普及に大きく貢献するものであります
今後一層のご活躍を期待しこれを賞します

2015年12月4日

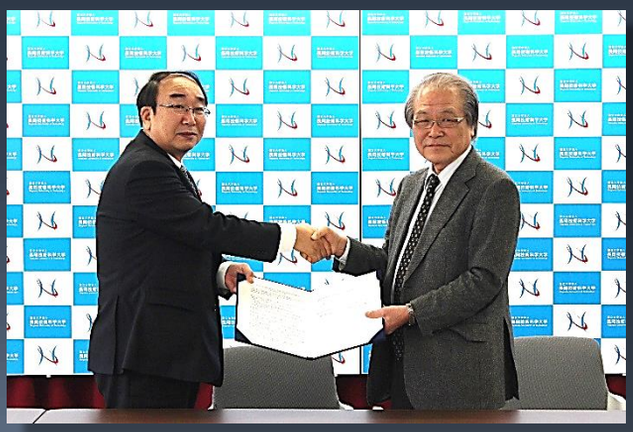
一般社団法人 日本電機工業会
一般社団法人 日本電気制御機器工業会
一般社団法人 日本電気計測器工業会

平成27年12月4日
システムコントロールフェア2015/計測展2015TOKYO
テクニカルアカデミー研究発表コンテスト
優秀賞 「光電融合型スマートセンシングを用いたBAI技術の開発」
（一社）日本電気工業会、（一社）日本電気制御機器工業会、
（一社）日本電気計測器工業会



平成28年3月22日
第2回健康科学ビジネスベストセレクションズ
製品・サービス部門入選
「不眠・うつ・不治の病に寄り添う音と振動の発生装置」
健康科学ビジネス推進機構

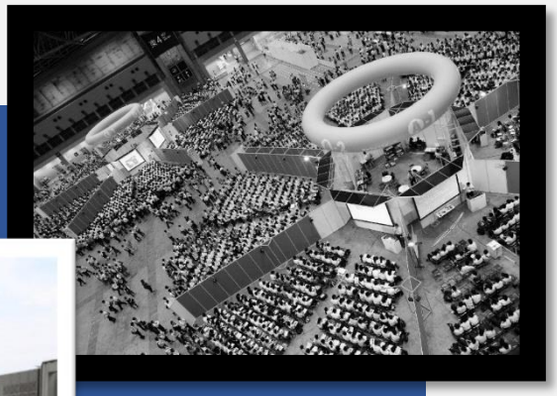
北海道医療大学との学術交流協定



2014年11月27日
学校法人東日本学園北海道医療大学と
研究交流に関する協定を締結しました.

2014年12月12日
北海道医療大学との
包括協定を締結しました.

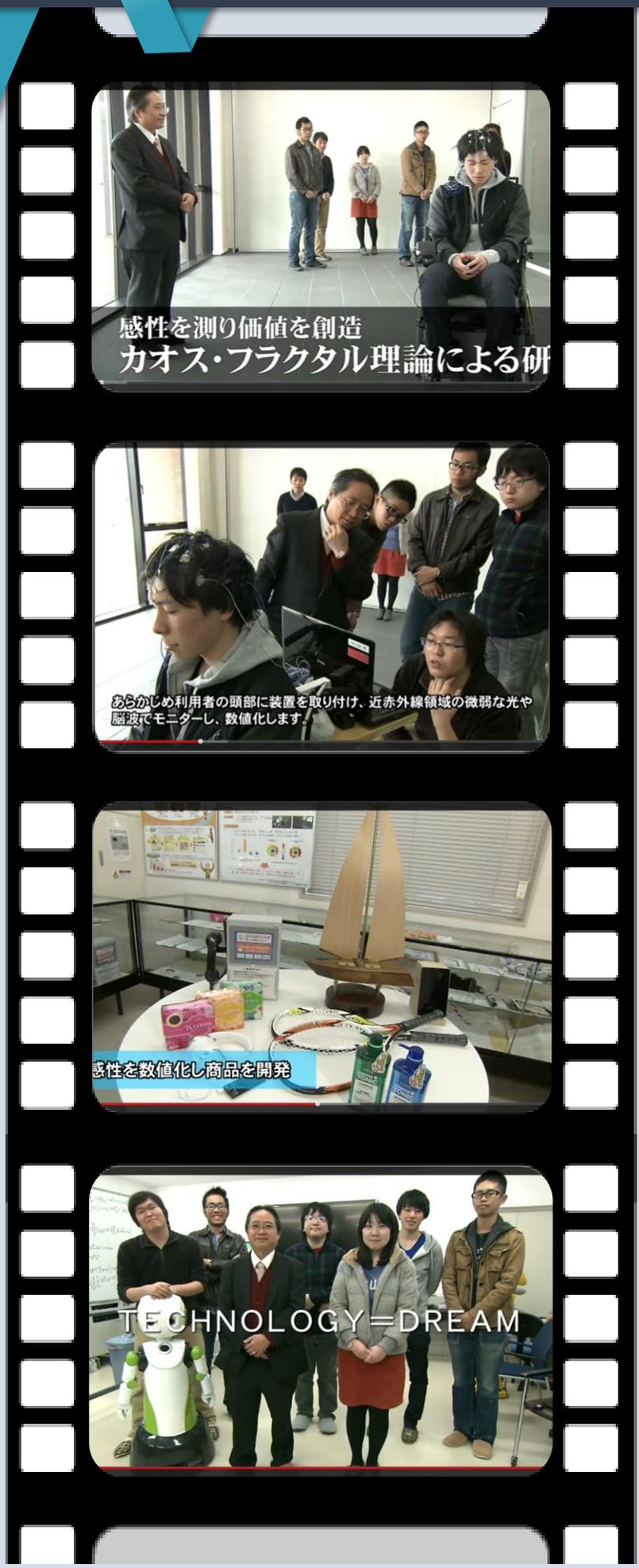
夢ナビライブ2012



講義ライブにて
「カオス・フラクタル理論でヒトのココロを読み取れる！？」
の講義を行いました

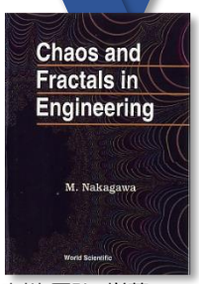
平成24年7月14日
夢ナビライブ2012（東京ビッグサイト）

大学HPの「研究室紹介ビデオ」に出演



撮影風景

書籍紹介



中川 匡弘 単著
「Chaos and Fractals in Engineering」
World Scientific,Inc.
1999

中川 匡弘 単著
「液晶相転移
（分子論的アプローチ）」
Springer-Verlag，2002

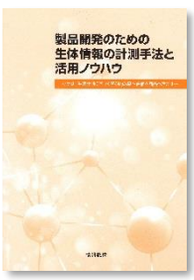
中川 匡弘 単著
「カオス・フラクタル感性情報工学」
日刊工業新聞社，2010

中川 匡弘 分担
「次世代ヒューマンインタフェース
開発最前線」
第5章第3節 脳ダイナミズムのカオス・フラクタル性に基づいたBCI制御 p.355-382
NTS出版，2013

中川 匡弘 分担
「顧客も気づいていない
将来ニーズの発掘と
新製品開発への活用」
第2章第4節第4項 脳波のフラクタル解析に基づいた感性製品開発 p.187-190
技術情報協会，2013

中川 匡弘 分担
「官能評価活用ノウハウ・
感覚の定量化・数値化手法」
第9章第5節 脳波のフラクタル解析による咀嚼効果の評価
p.304-309
技術情報協会，2014.6

中川 匡弘 分担
「五感インターフェース
技術と製品開発 事例集」
第6章第1節 脳波のフラクタル解析p.195-200
技術情報協会,2016.12



中川 匡弘 分担
「製品開発のための生体情報の計測手法と活用ノウハウ」
第4章第1節 脳波のフラクタル性を用いた客観的な感性評価と製品開発への応用p.127-148
情報機構，2017.3

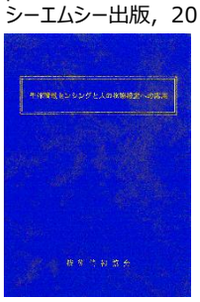
中川 匡弘 分担
「生体情報センシングとヘルスケアへの最新応用」
第12章第1節 脳波のフラクタル解析に基づいた超可聴帯域のサウンドに対する感性計測
p.449-463
技術情報協会，2017.6

中川 匡弘 分担
「IoHを指向する感情・思考センシング技術」
第Ⅱ編第12章 近赤外分光法による光感性計測 p.179-191
第Ⅱ編第13章 脳波のフラクタル解析を用いた嗅覚・味覚の感性評価
p.192-207
シーエムシー出版，2019.8

中川 匡弘 分担
「ストレス・疲労のセンシングとその評価技術」
第6章第2節 感性フラクタル次元解析手法（EFAM）を用いた快・不快感の判定 p.225-234
技術情報協会，2019.10

中川 匡弘 分担
「化粧品における感性価値創造-使用感評価と処方設計-」
第14章 皮膚の表面形状の解析 p.153-169
シーエムシー出版，2020.1

中川 匡弘 分担
「生体情報による感情の可視化技術」
第9章第3節 脳波のフラクタル性に基づいた飲料の嗅覚・味覚の感性評価 p.193-206
技術情報協会，2020.4



中川 匡弘 分担
「生体情報センシングと人の状態推定への応用」
第5章第6節 脳波のフラクタル解析と感性計測 p.493-509
技術情報協会，2020.7

中川 匡弘 分担
「ヒトの感性に寄り添った製品開発とその計測、評価技術」
第2章第3節 脳波のフラクタル性に基づいた木製パズル組み立て時の感性評価
p.111-120
技術情報協会，2021.11

指導教員紹介・Access

カオス・フラクタル情報数理工学研究室
指導教員　中川匡弘　教授

1982年4月　長岡技術科学大学　工学部　助手
1988年3月～1989 年1月　文部科学省甲種在外研究員
（Strathclyde Univ. 数学科，連合王国）
1989年4月　長岡技術科学大学　工学部　助教授
2001年6月　長岡技術科学大学　工学部　教授
2004年4月　国立大学法人長岡技術科学大学　電気系　教授
2005年4月　国立大学法人長岡技術科学大学
情報処理センター長　CIO補佐（至　現在）
2015年4月　国立大学法人長岡技術科学大学　技術研究院
技術科学イノベーション専攻　教授　（至　現在）
2016年4月　大学発ベンチャーとして「株式会社TOFFEE」を設立
同社の代表取締役となる　（至　現在）

〒940-2188
新潟県長岡市上富岡町1603-1
国立大学法人　長岡技術科学大学
カオス・フラクタル情報数理工学研究室

Chaos&Fractals Informatics Lab
Nagaoka University of Technology
1603-1 Kamitomioka, Nagaoka-shi, Niigata, 940-2188 Japan

本資料および研究室に関する公開情報及びお問合せ先
URL：　http://pelican.nagaokaut.ac.jp/
E-mail：　webmaster@pelican.nagaokaut.ac.jp

NL AB
ChaosGFractals Infomatics Lab.