

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 4月12日現在

機関番号：13102

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21300081

研究課題名（和文）

多重連想型アフェクティブロボットの開発

研究課題名（英文）

On the Development of a Multi-Retrieval Affective Robot

研究代表者

中川 匡弘（NAKAGAWA MASAHIRO）

長岡技術科学大学・工学部・教授

研究者番号：60155687

研究成果の概要（和文）：

本研究においては、フラクショナル微積分と組み合わせた新規な最尤推定法によるフラクタル解析手法を用い、そのカオス・フラクタル性の観点から脳機能を工学的に究明し、被介護者の感性を汲み取り、且つ、気配りの出来る多重連想型アフェクティブロボットの開発を通して、福祉介護に供する基盤技術を確立する。また、本研究では、近赤外・脳波同時計測で得られる生体信号をカオス・フラクタル解析し、感性・意思情報を同時に抽出するアフェクティブインターフェース技術を確立した。

研究成果の概要（英文）：

In this study we accomplished a novel approach to characterize the spatio-temporal behavior of the brain activations in terms of the most-likelihood scheme. Moreover we realized an affective control of the humanoid robot which may be applied to the human welfare technologies by means of the simultaneous measurement of NIRS as well as EEG dynamics. As a result of the present research one may conclude that the presently proposed affective interface is available to extract human intention as well as sensibility.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	5,600,000	1,680,000	7,280,000
2010年度	6,800,000	2,040,000	8,840,000
2011年度	1,500,000	450,000	1,950,000
年度			
年度			
総計	13,900,000	4,170,000	1,807,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・感性情報学・ソフトコンピューティング

キーワード：感性ロボティクス、カオス、フラクタル、生体信号、脳波解析

1. 研究開始当初の背景

現代の科学技術の進展により高度な物質開発システムが生産され、その結果大量生産多量消費型産業社会が創出され、多くの人々はその恩恵に浴してきた。しかしながら、周知のように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生は、21世紀の研究者が取り組むべき重要な**異分野融合型課題**である。

このような融合技術創製の観点から、申請

者の研究グループは、脳波や近赤外分光計測により得られる**生体信号波形の有する複雑性に注目した新規な感性情報計測手法**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定量的に解明してきた。さらに、喜怒哀楽といった感情(浅い感性)のみならず、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)の計測に成功しており、**感性を融合したブレインマシンインターフェースとしての次世代アフェクティブインターフェース**の開発にも果敢に挑戦している。 (“Chaos and Fractal Analysis of Electroencephalogram Signals during Different Imaginary Motor Movement Tasks”, N. Soe and M. Nakagawa, Journal of the Physical Society of Japan, Vol.77, No.4, 044801-1- 044801-8 (2008)他)。また、申請者はヒトの脳内の分散記憶をモデル化し、シナプティックニューラルネットを拡張した多重連想型連想モデルを提案しており、従来困難であった One to Many の連想が可能な新規分散記憶モデルを構築 (“A Circularly Connected Synergetic Neural Network” : M. Nakagawa, IEICE Trans. on Fundamentals, Vol. E83-A, No. 5 (2000) pp. 909-922. 他) しており、1つのキー情報(利用者のリクエスト)の入力により(アフェクティブロボットが)関連する複数の記憶情報を連想・想起することを可能とする。このような技術は、例えば、高齢者が“新聞”を持ってくるようにロボットに指示した場合、ロボットは、単に新聞を取ってくるだけではなく、関連して必要となるであろう“老眼鏡”や“お茶”…にも気配りできるようにするための基盤技術であり、さらに、カオスダイナミクス (“A Chaos Synergetic Neural Network” : M. Nakagawa, J. Phys. Soc. Jpn. Vol. 64(1995) pp. 3112-3119 他) と融合することにより、ヒトの動的連想や思考ダイナミクスに近づけ、より人間に近い**アフェクティブヒューマニズドロボットの**実現が期待される。

上記のように、**感性計測技術と多重連想ニューラル技術を融合**し、感性・意思情報の時空間特性をフラクタル次元で定量化してロボット制御に適用することにより、**利用者の感性を汲み取った、ヒトに優しく、且つ、多重連想能力で気配りの出来るアフェクティブロボット**が実現可能となる。そこで本申請課題では、これまでの予備実験の成果(下記の新聞記事参照)に基づき、脳波と近赤外分光計測による脳活性情報のカオス・フラクタル性に基づいた感性計測手法を実用化に向けて飛躍的に発展させ、脳の活性化に係る生体信号(具体的には、

脳波や酸化・還元ヘモグロビン濃度)波形の複雑性の情報(フラクタル次元やリアプノフスペクトル, リアプノフ次元)を特徴量とした新規BCI技術を基盤とした**“多重連想型アフェクティブロボット”**を開発する。

2. 研究の目的

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。そこで本申請においては、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 (M. Phothisonothai and M. Nakagawa, *Fractal-Based EEG Data Analysis of Body Parts Movement Imergery Tasks* : J. Physiol. Sci. Vol.57, No.4, Aug(2007)pp.217-226, *A Critical Exponent Method to Evaluate Fractal Dimensions of Self-Affine Data* : M. Nakagawa, J. Phys. Soc. Jpn. Vol.62(1993)pp.423-4239 他) 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(“**光トポグラフィによる感性情報解析**”:松下晋,中川匡弘,電子情報通信学会論文誌 A, Vol. J88, No. 8 (2005) pp. 994-1001. 脳機能計測装置:2007年3月30日特許取得第3933568号(レイティング A, **パテントスコア 68.1(全国の300万件以上の特許中上位3%以内の重要特許と評価されている:2007年(株)IPB 調べ**)他)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**を開発する。また、本研究期間内には、同技術の開発を通じて以下の点を明らかにする。

1. ヒトの感性・意思・認知に係る脳活性部位と発生メカニズムの脳波・近赤外分光同時計測による解明
2. 多重連想型分散メモリへのカオスダイナミクス導入の効果の解明
3. カオスリカレントニューラルネットを用いた予測型バイオフィードバック効果の解明

4. 利用者の感性・意思をより高精度に認識し応えるアフェクティブロボット制御技術の確立

3. 研究の方法

【平成 21 年度】

初年度は、脳波と近赤外分光信号からの高精度なカオス・フラクタル性の抽出技術の確立とバイオフィードバックインターフェース構築、さらに、ヒトの感性に係る脳活性部位と発生メカニズムの**脳波・近赤外分光同時計測システムの開発**を主たる目的とした。

【1】多チャンネルポリグラフ（現有設備）とアナログ入出力ボードによるアフェクティブインターフェースシステム開発

32Chのポリグラフ（現有設備）と近赤外分光同時計測装置による感性計測技術を確立する。ただし、多チャンネル（最大 48Chで 16bits を想定）高速のA/D変換ボードのため、専用の入出力プログラムをハードウェア記述言語（HDL）で開発する。さらに、近赤外分光装置（島津：OMM-3000、現有設備）での光学的に同時計測により、高次感性（深い感性）の計測精度を向上することに成功した。

【平成 22 年度】

次年度は、初年度の成果に基づき、喜怒哀楽といった比較的浅い感性（感情）に加えて、“心地よさ”や“安心感”、“疲労感”あるいは、“ストレス”等の高次の感性の解析をはじめ、睡眠時を含めた非拘束で長時間連続した計測・弁別・処理するために、可搬性の装置（H22 年度申請：AP-1132（約 300g と小型・軽量）（2x3,500 千円））を併用した計測システムを創製し、また、ポリグラフ（現有設備：PEG-100）とスリープアップニアユニットによる可搬型脳波計測・処理装置を構築した。さらに、カオスリカレントニューラルネットワーク（“カオス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の学習・予測”：保高智昭, 中川匡弘, 電子情報通信学会 Vol. J90-A, No. 6, pp. 524-534 (2007)）を用いて、**複雑に変化するヒトの感性時系列を学習・予測**し、一般化シナジェティックニューラルネットワークの**多重連想機能**（“A Circularly Connected Synergetic Neural Network”：M. Nakagawa, IEICE Trans. on Fundamentals, Vol.E83-A No.5 (2000)pp.909-922.他）との融合技術により、利用者の気持ちや感性を汲み取り、さらにその感性を学習・予測し、例えば介護や生活支援の手段を自律的に選択・決定し得る**“多重連想型アフェクティブロボット”**の

基盤要素技術を構築した。本研究の成果として、**カオスリカレントニューラルネットワークを用いた予測型バイオフィードバック効果の解明**を行い、**利用者の感性を豊かにするようなアフェクティブロボットを開発**した。

【平成 23 年度】

最終年度は、ビデオ記録装置を用いて、覚醒時のみならず睡眠中を含む長時間に亘る脳活動に関するカオス・フラクタル解析を進めると共に、学習部分のユニットである**リカレントカオスニューラルネットワークのハードウェア化**を試みる。さらに、カオス性の尺度であるリアプノフスペクトルを特徴量として導入し、小型・軽量化を含めさらに完成度（分離能力、汎化能力、汎用性、信頼性）の高い**アフェクティブインターフェース**の開発を目指す。また、申請者はこれまでの予備研究で、RT-Linux を用いたリアルタイムの脳直結型ヒューマノイドロボット制御技術を開発しており、**5動作（右拳手、左拳手、両拳手、歩行、静止）で 80%以上のリアルタイム計測・動作を可能**としている。そこで、最終年度では、22 年度に開発したリカレント NN の感性学習・予測システムからの出力を制御信号として用いることにより、多重連想型アフェクティブロボットシステムを構築した。さらに、このような技術の発展として、**利用者の感性を豊かにし QoL の向上に資するヒューマナイズドアフェクティブロボットの開発**を目指した。

4. 研究成果

現代の科学技術の進展により高度な物質開発システムが生産され、その結果大量生産多量消費型産業社会が創り出され、多くの人々がその恩恵に浴してきた。しかしながら、一方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生は、21 世紀の研究者・技術者が取り組むべき重要な**異分野融合型課題**である。

このような融合技術創製の観点から、申請者の研究グループは、脳波や近赤外分光計測により得られる**生体信号波形の有する複雑性に注目した新規な感性情報計測手法**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定量的に調べてきた。さらに、喜怒哀楽といった感情（浅い感性）のみならず、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）を計測し、**感性を融合したブレインマシンインターフェース**とし

ての**次世代のアフェクティブインターフェース**を開発した。以下に、研究成果を列挙する。

[1] アフェクティブインターフェースの開発

多チャンネルポリグラフとアナログ入出力ボードによるアフェクティブインターフェースシステムを開発した。さらに、近赤外分光装置(島津:OMM-3000, 現有設備)での光学的に同時計測により、高次感性(深い感性)の計測精度を向上することに成功した。

[2]多チャンネル高時間分解能フラクタル次元解析プログラム開発

生体信号に非整数階の微分処理を行い、ガウスランダム雑音 $w(t)$ をリファレンスとした最尤推定を行うことにより十分な精度を確保することに成功した。

[3]事象関連電位(ERP)とフラクタル性の解明とアフェクティブ制御システムの開発

これまでの予備実験では、事象関連電位(ERP)とそのフラクタル性に関する解析を行い、その関連部位の活性度の変化を調べた。

[4]シナジェティックダイナミクスを組み込み、多重連想型アフェクティブインターフェースを開発した。

研究成果の一部については、次項の業績と以下のプレスリリース関係の情報については、下記のURLを参照されたい。

<http://innovation.nikkeibp.co.jp/etb/20090930-02.html>

<http://robonable.typepad.jp/news/2009/03/20090320-2-0fe4.html>

<http://robonable.typepad.jp/news/2008/11/20081121-f2d7.html>

<http://robonable.typepad.jp/news/2008/05/20080515-eba6.html>

<http://www.jst.go.jp/pr/jst-news/2009/2009-10/page04.html>

http://jstore.jst.go.jp/cgi-bin/patent/advanced/detail.cgi?pat_id=7410

http://jstore.jst.go.jp/cgi-bin/techeye/detail.cgi?techeye_id=26

http://jp.sunstar.com/7.0_press/2009details/2009_0302.html

http://jp.sunstar.com/7.0_press/2010details/2010_0930.html

http://jp.sunstar.com/7.0_press/2011details/2011_0221.html

http://www.unicharm.co.jp/company/news/2011/1190055_1691.html

<http://www.jpubb.com/press/282880/>

<http://www.yomiuri.co.jp/science/news/20110822-0YT1T00289.htm>

<https://secure.yomidr.yomiuri.co.jp/page.jsp?id=45799>

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 23 件)

[1]丸山貴司, 中川匡弘: “ヒト脳波のイメ

ージタスクに対する周波数成分の变化”, ”電子情報通信学会, Vol. 95-D, No. 6, pp. 1410-1420, 2012.

[2] 丸山貴司, 笹本裕美, 荒川尚美, 川副智行, 中川匡弘, “脳波のフラクタル性を用いた感性推定精度の向上に関する研究”, ”電子情報通信学会, Vol. 95-A, No. 4, pp. 343-356, 2012.

[3]嗅覚と感性(～脳波による感性フラクタル次元解析手法について～)

佐瀬巧, 中川匡弘 *Aroma Research* No. 49 (Vol. 13, No. 1) pp. 110-114 (2012)

[4]パンティライナーに求められる香り(～感性フラクタル解析手法を使って～)

土生智恵美, 山元ひろみ, 宮澤清, 佐瀬匠, 中川匡弘 *Aroma Research* No. 49 (Vol. 13, No. 1) pp. 110-114 (2012)

[5]脳波のフラクタル解析に基づいた感性計測手法とその応用, 中川匡弘 CMC出版 *ファインケミカル* Vol. 40, No. 11 (2011) pp. 45-60

[6] Rho/Rho-kinase signaling pathway controls axon patterning of a specified subset of cranial motor neurons *European Journal of Neuroscience*, Vol. 33, pp. 612-621, 2011, Kenta Kobayashi, 1 Tomoyuki Masuda, 2 Masanori Takahashi, 3 Jun-ichi Miyazaki, 4 Masahiro Nakagawa, 5 Motokazu Uchigashima, 6 Masahiko Watanabe, 6

Hiroyuki Yaginuma, 2 Noriko Osumi, 3, 7 Kozo Kaibuchi 8 and Kazuto Kobayashi 1, 7

[7] 丸山貴司, 中川匡弘: 脳波のマルチフラクタル次元を用いた感性解析、日本高専学会誌、Vol. 16, No. 3 (2011) pp. 97-104

[8] 橋本公男, 中川匡弘: 脳波解析技術を応用した清涼感の定量的感性測定

Fragrance Journal 特集号 (ISSN 0288-9803) Vol. 373, No. 7 (2011) pp. 59-63.

[9] 中川匡弘, 脳波のフラクタル次元解析に基づくBCI制御, 計測自動制御学会, 計測と制御, Vol. 50, NO. 4 (2011) pp. 292-297

[10] 脳波のフラクタル解析に基づいた感性計測とBCI-第4の価値軸とロボット制御-

単著 中川匡弘 「マテリアルインテグレーション」特集号 (2010) Vol. 23

No. 4, 5 pp54-64

[11] 26th IFSCC Congress 2010 Hashimoto, S. Ueda, T. Maruyama and M. Nakagawa, Buenos Aires, Argentina

EMOTIONAL MEASUREMENTS OF MENTHOL - SHAMPOO

ON THE BASIS OF FRACTAL ANALYSIS OF EEG

Kimio Hashimoto¹, Takashi Maruyama², Syungo Ueda¹ and Masahiro Nakagawa²

pp. 1-11 2010_09_22

[12] 脳波解析技術を応用した清涼感の客観的・定量的計測方法

橋本公男, 中川匡弘 *Cosmetic Stage* 招待論文 (2011) No. 2, pp. 51-55

[13] 肌のフラクタル構造解析, 中川匡弘 光学, Vol. 39, No. 11 (2010) pp. 539-546.

[14] M. Nakagawa: An Nematodynamics on the basis of Landau-de Gennes Tensorial Approach Asia Simulation Conference 2009 JSST2009 (Shiga, Ritsumeikan) 7-9th, Oct (2009) pp. 31-36.

[15] A Chaos Associative Memory With Tchebycheff Activation Function Masahiro NAKAGAWA: Karuizawa Workshop (2010) pp. 41-46.

[16] 中川匡弘: トランジスタ技術、数十 μ V の脳波から人の気持ちを推し量る、2010年7月号、pp. 1-4

[17] 中川匡弘: 赤とんぼ、Vol. 12、(2010)、高専・技大の教育理念と連携、中川匡弘、pp. 58-61

[18] Three-layer Feedforward Structures Smoothly Approximating Polynomial Functions, Y. Nakamura and M. Nakagawa

Proceedings of 20th ICANN 2010 (Greece)

[19] Proc of the 18th IEEE Workshop on Nonlinear Dynamics of Electronic Systems On the Chaos Associative Memory with Tchebycheff Activation Function, Masahiro Nakagawa, (2010) pp. 170-174.

[20] M. Nakagawa: Entropy Based Associative Model *Entropy* 2010, 12, 136-147; doi:10.3390/e12010136

[21] T. Abe, K. Uchino, K. Nakano, K. Murai, Y. Nakamura and M. Nakagawa, An Application of Brain Affective Interface to an Electric Wheelchair Control, International Symposium on Global Multidisciplinary Engineering 2010 (NUT) 2010/03/13-14. Abstracts, p. 2.

[22] Y. Nakamura and M. Nakagawa Approximation Capability of Continuous Time Recurrent Neural Networks for Non-Autonomous Dynamical Systems, Proc. ICASS 2009, Sep. 12, Part II, LNCS 5769, pp. 593-602 (2009)

[23] カオス・フラクタル感性情報工学, 中川匡弘 (工業製品の第4パラダイムに向けて) 招待論文, 月刊ディスプレイ Vol. 15, No. 10, (2009) pp. 95-104.

[学会発表] (計 25 件)

[1] 佐瀬巧, 土生知恵美, 山元ひろみ, 宮澤清, 中川匡弘, “脳波による香り感性診断(1) - 感性フラクタル次元解析法について -”, 第13回日本感性工学会大会, G02, 2011, 東京.

[2] 丸山貴司, 笹本裕美, 大高瞳, 荒川尚美, 川副智行, 中川匡弘, “脳波のフラクタル性を用いた感性解析手法の推定精度向上に関する研究”, 日本感性工学会, 第13回日本感性工学会大会予稿集, F56, 2011, 東京都新宿区.

[3] 内野和樹, 中川匡弘, “多チャンネル脳波信号のフラクタル部分空間を用いた感性計測に関する検討”, 電子情報通信学会技術研究報告, MBE2011- 39-49,

pp. 33-38, 2011, 長岡技術科学大学.

[4] 廣瀬耕平, 中川匡弘, “感情と意思想起時の脳波の複雑性変化による特徴抽出”, ME とバイオサイバネティクス, Vol. 111, No. 217, pp. 39-43, MBE2011-46, 長岡技術科学大学.

[5] 佐瀬巧, 中川匡弘, “脳波の高周波成分とフラクタル次元推定法に関する一考察”, 信学技報 NLP, 110, 465, pp. 105-110, 2011, 東京.

[6] 佐瀬巧, 近藤竹雄, 中川匡弘, “一次感覚野における酸素化ヘモグロビン濃度変化と脳波複雑性変化との関連性”, 信学技報 MBE, 111, 217, pp. 21-26, 2011, 新潟.

[7] 大橋 正, 中川 匡弘, “マルチフラクタル次元推定法による生体信号の特徴抽出”, 電子情報通信学会, 非線形問題研究会, 電子情報通信学会技術研究報告, NLP2011-182, Vol. 110, No. 465, pp. 111-116, 2011, 東京.

[8] 内野和樹, 中川匡弘, “フラクタル次元解析を用いたアフェクティブインターフェースの開発”, 電子情報通信学会 20年度信越支部大会 IEEE セッション, 平成 22 年度電子情報通信学会信越支部大会 IEEE セッション講演論文集, 8B-3, pp. 130, 2010, 長岡技術科学大学.

[9] 村井航太, 中川匡弘, “衣服の着心地の感性計測に関する研究”, 平成 22 年度電子情報通信学会信越支部大会講演論文集, pp. 121, 2010, 長岡技術科学大学.

[10] 廣瀬耕平, 中川匡弘, “脳波のフラクタル解析による感情と意志の統合識別システムに関する研究”, 電子情報通信学会信越支部大会講演論文集, 7c-2, pp. 115, 2010.

[11] 佐藤友哉, 中川匡弘, “味覚刺激の感性フラクタル次元解析に関する研究”, 信学技報, pp. 114, 2010, 長岡.

[12] 清大輔, 中川匡弘, “ニューラルネットワークの活性化関数の傾き学習による学習成功率の向上について”, 電子情報通信学会信越支部大会, 講演論文集, pp. 151, 2010.

[13] 小西一樹, 中川匡弘, “感性志向型スポーツ用品の開発に関する研究”, 平成 22 年度電子情報通信学会信越支部大会講演論文集, pp. 113, 2010, 長岡技術科学大学.

[14] 佐瀬巧, 近藤竹雄, 中川匡弘, “BAI (Brain-Affective Interface) 技術による小型光トポグラフィ装置の実用化への取り組み”, 信学技報信越支部大会, 7A-5, 2010, 新潟.

[15] 大橋 正, 中川 匡弘, “有限要素法に基づいた 3D 心電逆推定に関する研究”, 電子情報通信学会, 信越支部大会, 講演論文集, 7B-3, p. 111, 2010, 新潟.

[16] 丸山貴司, 高橋友子, 中川匡弘, “脳波のマルチフラクタル次元を用いた感性解析”, 電子情報通信学会 22 年度信

越支部大会,平成22年度電子情報通信学会信越支部大会講演論文集, pp.110, 2010,新潟県長岡市.

- [17] VU NGOC DU, 中川 匡弘, “四分木分割法による適応型フラクタル符号化”, 電子情報通信学会信越支部大会, 講演論文集, pp.85, 2010.
- [18] 佐瀬巧, 中川匡弘, “セミパラメトリック統計に基づいたNIRS感情解析について”, 信学技報NLP, 110, 122, pp.1-6, 2010, 石川.
- [19] 佐瀬巧, 近藤竹雄, 中川匡弘, “脳血流と脳波の局所的同時計測による感情状態判別の試み” 信学技報MBE, 110, 294, pp.57-62, 2010, 宮城.
- [20] 大橋 正, 中川 匡弘, “3D心電双極子逆推定問題について”, 電子情報通信学会, 非線形問題研究会, 電子情報通信学会技術研究報告, NLP2009-160, Vol.109, No.458, pp.15-20, 2010, 東京.
- [21] 大橋 正, 中川 匡弘, “有限要素法に基づいた3D心電双極子逆推定に関する研究”, 電子情報通信学会, MEとバイオサイバネティクス研究会, 電子情報通信学会技術研究報告, MBE2010-50, Vol.110, No.294, pp.81-86, 2010, 宮城.
- [22] 橋本公男, 上田俊吾, 丸山貴司, 中川 匡弘, “脳波のフラクタル解析を用いたメントール配合シャンプーの感性評価”, 日本感性工学会, 第11回日本感性工学会大会予稿集, p.40, 2009.
- [23] 佐瀬巧, 中川匡弘, “大脳皮質におけるヘモグロビン濃度と脳波複雑性変化の相互関係について”, 信学技報MBE, Vol.109, No.50, pp.9-14, 2009.
- [24] 大橋 正, 中川 匡弘, “3D心電双極子ダイナミクスの逆推定に関する研究”, 電子情報通信学会, MEとバイオサイバネティクス研究会, 電子情報通信学会技術研究報告, MBE2009-04, Vol.109, No.50, pp.15-20, 2009, 富山.
- [25] 丸山貴司, 中川匡弘, “脳波のフラクタル解析によるテニスラケットの感性評価”, 電子情報通信学会 非線形問題研究会, 電子情報通信学会技術研究報告, NLP2008-139, Vol.108 No.442, pp.43-48, 2009, 東京都小金井市.

[図書] (計1件)

中川匡弘 単著 カオス・フラクタル感性情報工学 (2010) (日刊工業新聞出版)

[産業財産権]

○出願状況 (計2件)

名称: 感性状態判定装置

発明者: 中川匡弘

権利者: 長岡技大

種類: 共同出願

番号: PCT/JP2010/052037

出願年月日: 2010年5月10日

国内外の別: 国外

名称: 脳波測定用器具、センサ及び脳波の測定方法

発明者: 川副智行、寺本裕美、中川匡弘

権利者: 資生堂、長岡技大

種類: 共同出願

番号: 2011-023071

出願年月日: 2011年2月29日

国内外の別: 国内

○取得状況 (計1件)

出願者: 長岡技術科学大学

2010年9月24日

名称: 感性状態判別方法及び装置

発明者: 中川匡弘

権利者: 長岡技術科学大学

種類: 単独

番号: 4590555号

取得年月日: 2010年9月24日

国内外の別: 国内

[その他]

ホームページ等

<http://pelican.nagaokaut.ac.jp>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中川 匡弘 (Nakagawa Masahiro)

長岡技術科学大学・工学部・教授

研究者番号: 60155687

(2) 研究分担者

()

研究者番号:

(3) 連携研究者

()

研究者番号: