

人間情報学会

Academy of Human Informatics



第12回人間情報学会ポスター発表集

2012年9月11日

東京大学山上会館

## 第12回人間情報学会 ポスター発表集 目次

1. Trajectory Sensing by Human Probe  
Guangwen Liu, Masayuki Iwai, Kaoru Sezaki ..... P1
2. デスクワーク時の不良姿勢の検出及び矯正手法  
小鷲麻奈美、米澤拓郎、中澤仁、高汐一紀、徳田 英幸 ..... P4
- <学生部門最優秀賞>
3. 連続血圧モニタリングのためのスマートフォンへの行動認識手法の実装方法の検討  
明村大登、川原 圭博、酒造正樹 ..... P8
4. 森林が人間の学習能力に及ぼす影響に係る実験的研究  
奈良松範、清水達哉 ..... P11
5. ヘルスケアサービスのための時系列データベースシステムと生体情報ビューアの実装  
森戸 貴、ロペズ ギョーム、鈴木 誠、李 斗煥、森川 博之 ..... P14
6. 日本語動詞産生課題における誤答発生と脳活動  
今井絵美子、片桐祥雅、川又敏男 ..... P17
7. 暑熱環境下における頭部冷却の高次脳機能に及ぼす効果  
片桐祥雅、川原靖弘、坊垣友美 ..... P19
8. ドライ電極を搭載する多チャンネルワイヤレス脳波センシングシステム  
片桐祥雅 ..... P21
9. 精油の嗅覚投与が注意機能に及ぼす影響  
坊垣 友美、片桐祥雅、宇佐美 眞 ..... P23
10. 感情移入による和音に対する随伴陰性変動の変化  
川原靖弘、片桐祥雅 ..... P25
11. 食物受容における会話と咀嚼の関係性の基礎検討  
酒造正樹、木村敦 ..... P27
12. Emotion Sense Communication for Web healthcare monitoring service  
高橋利京、高橋宏尚、Dr. Khalid Mahmood ..... P29

<一般部門最優秀賞>

13. オートタキシンノックダウンによるがん細胞の浸潤・転移への影響

後藤真里、内山綾子、藤原優子、Junming YUE、Gabor TIGYI、室伏きみ子…… P38

## Trajectory Sensing by Human Probe

Guangwen Liu<sup>†</sup>, Masayuki Iwai<sup>†</sup> and Kaoru Sezaki<sup>‡</sup>

<sup>†</sup> Institute of Industrial Science, University of Tokyo

<sup>‡</sup> Center for Spatial Information Science, University of Tokyo

Email: <sup>†</sup> liugw198209@mcl.iis.u-tokyo.ac.jp, <sup>†</sup> <sup>‡</sup> {masa, sezaki}@iis.u-tokyo.ac.jp

Keywords: Trajectory Sensing, Light Sensor, Smartphone, Human Probe, Ambient Noise Sensor

### Abstract:

With the development of pervasive sensing by smartphone, we can now learn our society and surroundings better. We suggest the way of trajectory sensing in which participants with smartphone (called human probe) record the sensor data combined with daily-life locations in order to perceive our life and the physical environment.

In current work, we collect noise and light along trajectory during commuting, and propose a novel trajectory simplification method for data reduction to facilitate further data analysis. The sensed data is expected to create noise map, recommend safe route, and perceive human behavior, etc.

### Future Outlook:

These sensing data especially ambient light are supposed to have further applications.

- (1) Light at night has a strong link with economic activities, so we can evaluate economic strength or status through illumination analysis. In fact, even in our preliminary study, we also can find that light nearby station is far brighter than residential area and the bigger the station is, the more and stronger the illumination is, while noise data behaves reversely.
- (2) It is helpful for safety route recommendation according to light condition and noise condition at night. For female travelers, for example, they consider a bright and not-so-quiet path as safer when walking at night.
- (3) Moreover, indoor navigation or positioning is complicated due to failure of GPS, while light condition along trajectory probably opens a new door to it.



Figure 1: A smartphone-based trajectory sensing tool which records trajectory with environmental data by using built-in GPS, microphone, light sensor, pressure sensor, etc.

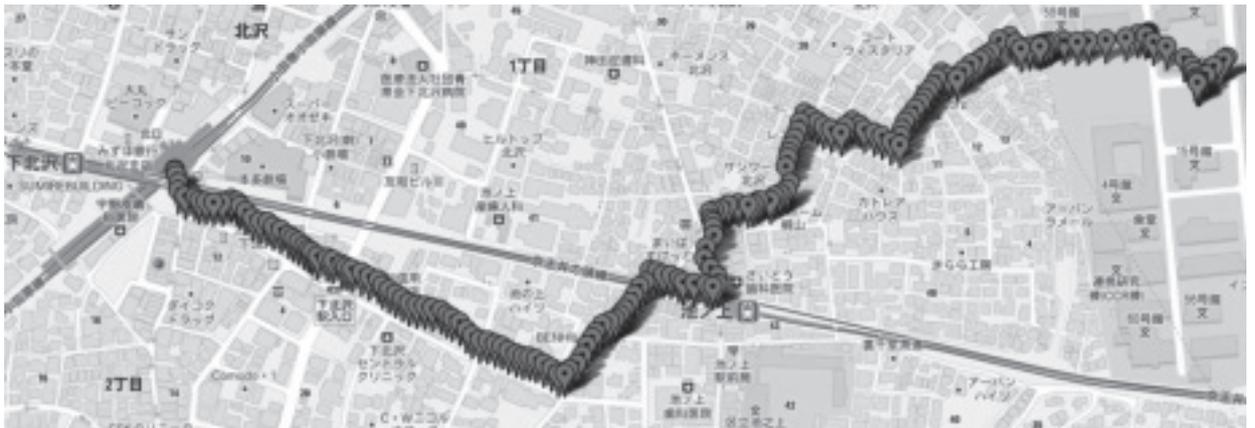


Figure 2: Trajectory on Google map.

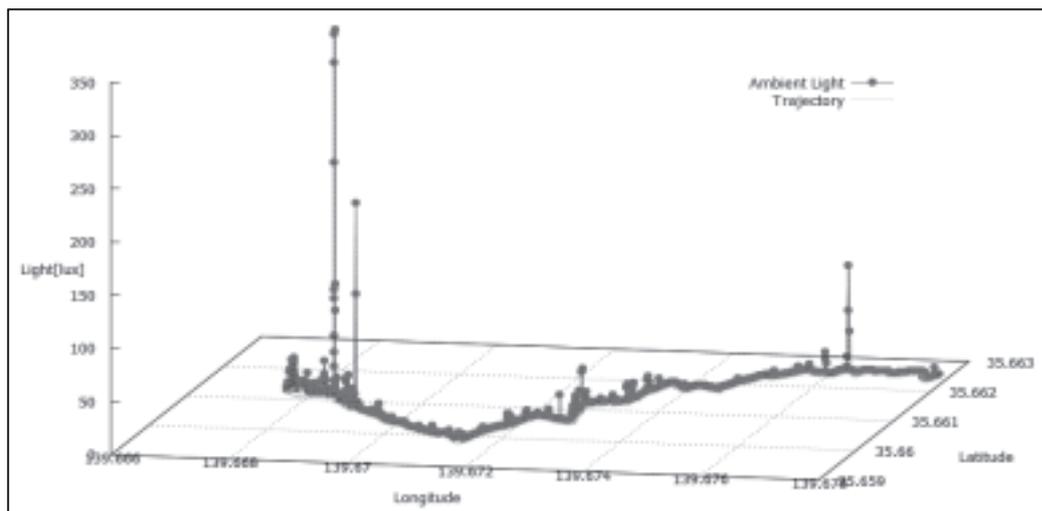


Figure 3: Ambient light along trajectory at night around Komaba campus, UT

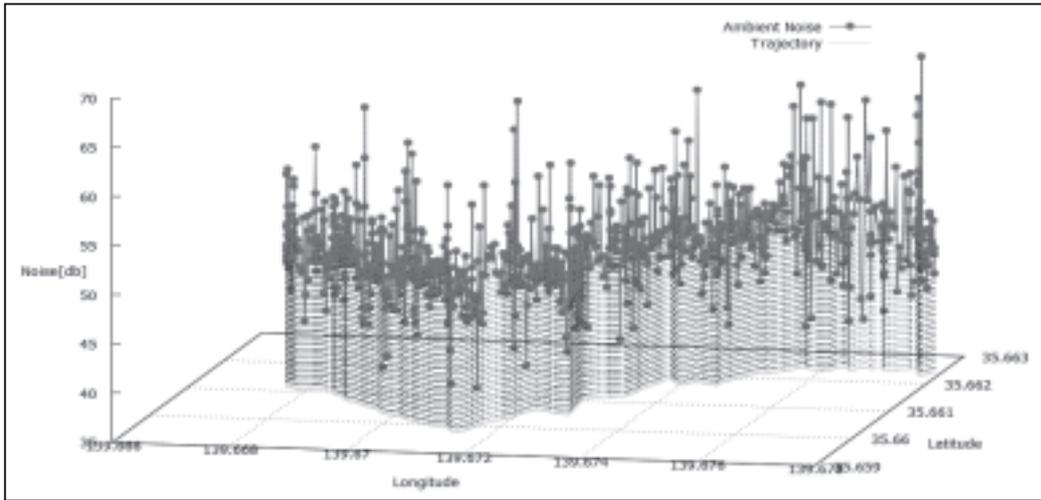


Figure 4: Ambient noise along trajectory at night around Komaba campus, UT

## デスクワーク時の不良姿勢の検出及び矯正手法

小鷲麻奈美<sup>1</sup>、米澤 拓郎<sup>2</sup>、中澤 仁<sup>1</sup>、高汐 一紀<sup>1</sup>、徳田 英幸<sup>1</sup>

<sup>1</sup>慶應義塾大学 環境情報学部

<sup>2</sup>慶應義塾大学大学院 政策・メディア研究科

email: core@ht.sfc.keio.ac.jp

**Keywords: bad posture、 posture estimation、 ubiquitous sensing**

### 要旨

本研究では、人間の姿勢状態を把握し、不良姿勢が検知された場合に矯正するよう促すシステムを提案する。簡単なアクチュエーション機能を持ったウェアラブルデバイスを製作し、デスクワーク時に装着する。デバイスはユーザの行動をリアルタイムで観測し、猫背などの不良姿勢が検知された場合、矯正するよう働きかける。

正しい姿勢で日常生活を送ることにより、疲労を軽減することを目指す。

### 今後の展望

不良姿勢は人によって症状が様々であり、それぞれに対し適切なアクチュエーションが必要である。また、今回はデスクワーク時と限定をしたが、より幅広い不良姿勢の原因に対応するため、日常生活に適合するデバイスの設計が必要となる。

## 1. はじめに

人間が最も疲労しにくい姿勢は、背筋をリラックスして伸ばした状態である。しかし、背などの背骨になんらかの歪みを抱えている人にとって、そういった姿勢を維持することは難しい。不良姿勢が与える影響は身体・精神的な面で多く存在する。

そこで本研究では、デバイスを用いてユーザの姿勢状態を把握し、悪い姿勢が検知された場合に矯正するよう促すシステムを提案する。三軸加速度センサ、圧力センサ及び簡単なアクチュエーション機能を持ったウェアラブルなデバイスを制作し、ユーザに日常生活中において身に付けてもらう。このデバイスはユーザの行動をリアルタイムで計測し、猫背などの不良姿勢が検知された場合、強制するよう働きかける。また、その日ユーザがどのような姿勢状態でいたかを日毎にフィードバックし、ユーザ自身の意識改善を試みる。ユーザが正しい姿勢で日常生活を送ることにより、良好な精神状態でいることを目指す。

## 2. 目的と本研究の焦点

本研究では、ノートパソコンでのデスクワーク時に姿勢の歪みを検出し、改善するよう働きかけることを目的とする。

### 2.1 良姿勢の定義

座位時における適切な姿勢とは、頭部がまっすぐかつ胸部が前方にあり、両肩が後方にひかれ、腹部が前に出していない姿勢と定義される。本研究では上半身に着目をし、傾斜によって不良姿勢を推察する。

## 3. アプローチ

本節では、ユーザへのアプローチ方法について述べ、それを踏まえた上でデバイスの設計について述べる。

### 3.1 アプローチの種類

本研究では、3つのアプローチによってユーザの姿勢矯正をはかる。

#### 1. スタンドライト

緩やかな不良姿勢が検知された場合、デバイスはスタンドライトに情報を通知する。スタンドライトはユーザの不良姿勢の程度に応じて照度を調光し、通知を行う。

#### 2. バイブレーション

姿勢の歪みが閾値を超えた場合、デバイス自身のバイブレーション機能によって通知を行い、姿勢の改善を促す。

#### 3. デイリーレポート

ユーザの日中の姿勢状態をまとめ、グラフィカルな情報としてスマートフォンに通知する。前日や、それ以前の集計情報と比較することにより、姿勢の改善を目で見て認識することができる。これにより、ユーザのモチベーション維持及びデバイス装着を持続するよう働きかける。

### 3.2 デバイスの設計

本デバイスには、アクチュエーションのための振動モータ、制御のために3軸加速度センサを搭載している。手に収まる小型サイズとし、ユーザ負担の軽減を試みる。

### 3.3 システム構成図

図1 にシステム構成図を挙げる。ユーザの姿勢はデバイス内の加速度センサによって計測され、不良姿勢が検知された場合、姿勢データはデータ姿勢モジュールへ転送される。その情報はアクチュエート実行モジュールに伝達され、ユーザへアプローチが行なわれる。また、姿勢データは日別変化算出モジュールへも送信され、グラフィカルデータとしてユーザはAndroid 端末上で確認することが可能である。

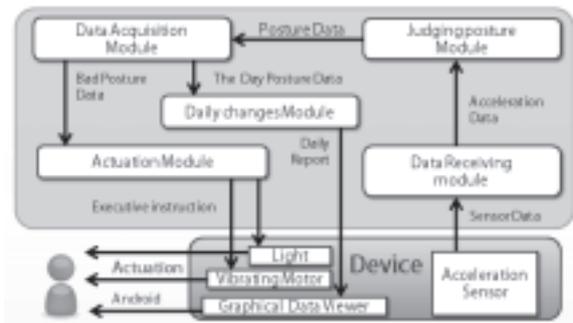


図1：システム構成図

### 3.5 実装言語

実装言語はArduino 言語とする。基盤に Arduino-pro-miniを用い、振動モータに円盤型振動モータを利用する。また、デバイスの傾きを取得する三軸加速度センサを搭載している (KXM52-1050)。Android 及びスタンドライトとのデータ通信のため、ZigBee 企画の無線通信機能を搭載した小型モジュールであるXBee (802.15.4 Series1) モジュールを使用する。

## 4. 実験方法

本章では、デバイスの有用性について検証する実験方法について述べる。

### 4.1 実験環境

被験者は18歳から24歳の大学生男女混合20人とする。実験場所は、研究室内のデスクスペースで行う。実験期間は1週間とする。

### 4.2 評価方針

#### 1. 歪みの検知精度

システムが算出した姿勢の歪みを、ユーザアンケートによって定性的に評価する。また、この際3軸加速度センサによる立位・座位判定にの有用性についてもみる。

#### 2. アクチュエーションの有用性

本実験では、スタンドライトの調光制御によるアクチュエーション及びデバイス自体の振動によるアクチュエーションを

行う。また、ユーザ自身がグラフィカルデータとして認知するよう通知する。これらが被験者に対しどの程度有用なものだったのかを確認する。

#### 3. 精神状態の変化

日毎にユーザアンケートをとり、被験者がどう感じたのかをみる。また、実験中に脳波の測定を行い、姿勢と高い関連性が得られたかを調査する。

#### 4. 流用性

個人の体格差に対応する適応性について評価する。

### 4.3 評価実験

評価実験は、次の手順で行う。被験者は、猫背の自覚がある人物または自他ともに良姿勢との認識がある人物の2パターンに対して行う。まず良姿勢だと自覚のある人物に対しては、1日デバイスを装着したうえで通常通りの日常活動をしてもらい、データの収集及び学習をさせる。次に、別日に一定時間ある場所でなんらかの動作をしてもらい、歪みの検知があるか、アクチュエーションが働くかどうかなど、その際のデバイスの挙動に着目する。不良姿勢の自覚があるユーザに対しても同様に行う。また、このとき被験者には共に脳波センサを装着し、脳波から精神状態を解析する。この実験は1人につき1週間計測し、日毎の結果はデータとしてまとめ、ユーザに提供する。

## 5. まとめ

デスクワーク時における不良姿勢の矯正手法について提案を行った。デバイスはユーザの負担にならないウェアラブルなものとし、ユーザはスタンドライト及びバイブレーションによる簡単なアクチュエーションによって姿勢の矯正を促される。

今後の課題として、不良姿勢は人によって

症状が様々であり、それぞれの原因に対し適切なアクチュエーションが必要である。それに加え、姿勢に歪みが見られた場合の通知方法など、アプローチ方法についての思索及び実装を行う。そして、常に身に着けることができるウェアラブルなデバイスという観点から、デバイスの最適化を図る必要がある。

### 参考文献

- [1] 橋内勇、大塚吉則、大学生における猫背、腰痛・肩凝りの発現率とその対策についての調査、北海道大学大学院教育学研究院紀要第104号(2008).
- [2] 塩田善朗、不適切姿勢症候群。日本臨床内科医会誌18(4) : 447-450(2003).
- [3] 武富由雄、姿勢についての思索。理学療法24(1), 13-19, 2007.
- [4] Jennifer Healey<sup>1</sup>, Lama Nachman<sup>1</sup>, Sushmita Subramanian<sup>1</sup>, Junaith Shahabdeen<sup>1</sup>, Margaret Morris<sup>2</sup>, Out of the Lab and into the Fray: Towards Modeling Emotion in Everyday Life, Pervasive2010(2010).
- [5] 3軸加速度センサを用いた姿勢推定手

法へのユーザ適応機構の導入, 林敏樹、小澤政博、東京大学, 電子情報通信学会総合大会, B-19-28, Mar. 2008

- [6] 小澤政博, 川原圭博, 川西直, 森川博之: 省資源デバイスにおける3軸加速度センサを用いた姿勢推定手法, 情報処理学会研究報告, ユビキタスコンピューティングシステム研究会, No. UBI-16-10(2007).
- [7] Rose Johnson, Janet van der Linden, Yvonne Rogers, To Buzz or not to Buzz: Improving awareness of posture through vibrotactile feedback, The Open University (CHI 2010).
- [8] 厚生労働省: 世帯員の健康状況 自覚症状の状況, 平成22年国民生活基礎調査の概況(2009), <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa10/3-1.html>
- [9] 豊永敏宏, 運動器疾患の進行予防ハンドブック. 医歯薬出版(2005).
- [10] The Posture Suspenders senses posture in real-time and via vibration alerts the user to bad posture, Computational Design Lab(2012).

# 連続血圧モニタリングのための スマートフォンへの行動認識手法の実装方法の検討

明村 大登<sup>1</sup>, 川原 圭博<sup>1,2</sup>, 酒造 正樹<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 東京大学 大学院情報理工学系研究科, 文京区本郷 7-3-1

<sup>2</sup> School of Electrical and Computer Engineering, Georgia Institute of Technology,  
85 Fifth Street NW, Atlanta, GA, USA

<sup>3</sup> 神奈川大学 工学部, 横浜市神奈川区六角橋 3-27-1

email: akimura@akg.t.u-tokyo.ac.jp

**Keywords: activity recognition, continuous BP monitoring, smartphone sensing, elderly, lifestyle-related diseases**

## 要旨

未曾有の高齢化が進む中で、高齢者の慢性疾患管理が問題となっている。なかでも高血圧罹患率は非常に高く、高血圧を基盤とする様々な疾病を予防するには普段からの厳格な管理が必要となる。血圧の自動調節が破綻し過度の血圧変動が起きれば立ちくらみやめまい、ひいては転倒リスクにまでつながる。これらの現象は高齢者本人の生活の幅や質を大きく損ねるきっかけにもなり得るため、なるべく高齢者の血圧変動を連続的に、かつ負担をかけずに、臨床診療における高齢者の健康管理に活用する方法が求められている。

また、高齢者においては就寝時、起立時、食事後などに劇的な血圧変化が起き、こうした短期的な血圧変動が上記のような症状を引き起こしやすくなる症例がある。症状を予防するためには、個々の患者の短期的な血圧変動のモニタリングを行うと同時にその行動情報を検出し、関係性を探ることが重要である。

東京大学 山田一郎教授のチームでは、カフと呼ばれる袋状のベルトを用いずに連続的に血圧のモニタリングが可能なウェアラブル血圧センサを開発してきた。胸部に装着した心電センサから得られる心電の R 波と、耳たぶに装着した脈波計から得られる脈波の立ち上がり点との時間差から脈波伝達時間を計算し、収縮期血圧を推定するものである。これにより、従来のカフを用いる手法よりも低侵襲かつ高頻度に血圧を測定できる (図 1)。

また、Human Activity Sensing Consortium (HASC) から提供される加速度データコーパス “HASC2010corpus” を訓練データに用いて、人間の基本的な行動をロバストに認識する手法について検討を重ねてきた。スマートフォンに内蔵される 3 軸加速度センサのノルム値のみを使用して、静止、歩行、走行、スキップ、階段昇降の基本 6 行動において約 84% の認識率を実現している (表 1)。

今回こうした取り組みをもとに、Android 端末を用いて端末内で行動の認識を行い、ログを自動的に記録するアプリケーションを試作した (図 2)。J48 決定木を分類器として用い、約 50Hz の加速度データから平均、分散、周波数領域におけるエネルギーといった特徴量を用いて認識を行っている。機械学習用総合ツールキット “Weka” を Android 端末用に移植した “Weka for Android”<sup>1</sup> ライブラリを用いることで、容易に端末内で認識を行うことが可能であった。

携帯端末を用いた血圧計と加速度センサによる行動認識を併用して高齢者の臨床診療に活用する事で、高齢者の日常生活活動度の維持につながる事が期待される。

<sup>1</sup> Available from <https://github.com/rjmarsan/Weka-for-Android>

今後の展望

● 患者さまへの負担と医療関係者へのフィードバック

携帯端末を用いた今回の手法を実際の臨床の場で使用するときの問題として、端末は高齢者にとって身軽に装着できることが望ましい。そうした配慮から今回脈波計の装着場所として耳たぶを選んでいるが、行動認識のための加速度センサも含め、高齢者がより違和感なく装着できるかが課題であると考えられる。

また、センシング後に算出した血圧データと行動データを医療関係者が見やすい形としていかに迅速に表示できるかも大きな問題である。血圧と行動データの間で異常が検知されたときに、患者さまも含めて分かりやすい形でデータを共有するインターフェースを用意する必要がある。

● 携帯端末の消費電力

今回の手法に限らず、携帯端末を用いたセンシング分野において大きな課題となっているのは、センシングに用いる端末の消費電力である。スマートフォンをはじめとするバッテリーの限られた小型の携帯端末では、血圧・行動をセンシングするアプリケーションを1日保たせることは現状では難しい。

センサデータの重い処理を端末内で行わずにサーバ上に転送して行う、またそのためにセンサデータを軽負荷に圧縮することで消費電力の低減する手法について現在検討を進めている。

図表

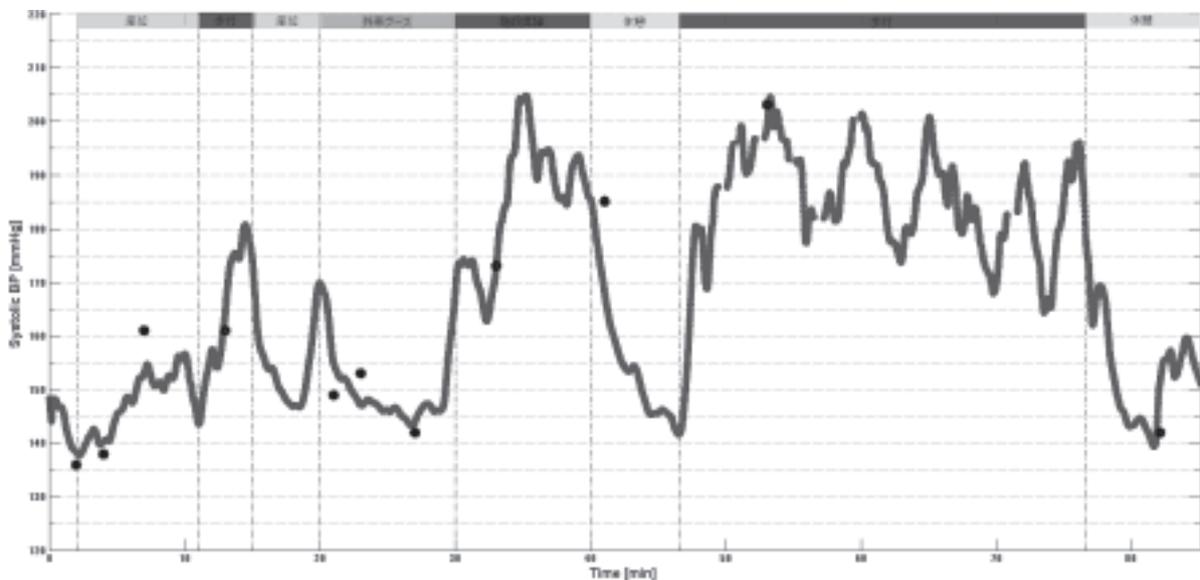


図 1. ウェアラブル血圧センサを用いた高齢者の収縮期血圧の短期変動測定結果と行動ラベル

%		Predicted Class					
		Stay	Walk	Jog	Skip	StUp	StDown
Actual Class	Stay	<b>98.1</b>	1.4	0.0	0.0	0.3	0.3
	Walk	2.5	<b>77.2</b>	0.3	0.3	12.8	6.9
	Jog	0.3	1.7	<b>89.7</b>	6.4	0.0	1.9
	Skip	0.0	0.3	3.9	<b>93.3</b>	1.1	1.4
	StUp	0.0	11.7	0.0	0.3	<b>73.1</b>	15.0
	StDown	0.0	6.9	2.8	1.9	15.6	<b>72.8</b>

表 1. HASC2010corpus を用いた基本 6 行動の認識精度 (Overall: 84.0%)



図 2. 行動認識アプリ使用中の画面例

## 森林が人間の学習能力に及ぼす影響に係る実験的研究

諏訪東京理科大学 清水達哉

諏訪東京理科大学 奈良松範

### 要旨

私たちは森林が人の健康や能力に及ぼす影響に関する研究を行ってきました。本文では、森林から発生するガスであるフィトンチッドが人間の生理に及ぼす影響について検討しました。また森林に存在する自然の音、風の音、葉の音、虫の声などの波長特性には $\alpha$ 波や $\theta$ 波とよばれる周波数成分が含まれることから、これらの音の周波数成分を含む音楽が学習能力に与える影響について検討しました。フィトンチッドが人間の自律神経系に与える影響は心電計を用いて、また、森林の音成分が人間の学習能力に与える影響は記憶力テストと心電計を用いて調べました。その結果、森林の香りによるリラックス効果、 $\alpha$ 波、 $\theta$ 波を含む音による記憶力増強効果が確認されました。これらの実験結果は極めてシンプルな内容ですが、新しい学習環境の創造に寄与するものと考えています。以上、森林が人の健康や能力に及ぼす影響を定量化する試みにおいて、若干の新しい知見を得ることができたと考えています。

### はじめに

森林には人間に及ぼす有益な効果が報告されています。老化防止やがん予防などの健康増進、また安らぎや癒しなどストレス低減に役立ちます。これらは森林の景観、自然音、あるいは森林ガス（フィトンチッドとよぶ）の複合効果です。私たちは森林環境が人間に与える影響を定量化しています。今回、フィトンチッドが人間の自律神経系に与える影響を心電計を用いて、また、森林の音成分が人間の学習能力に与える影響を作業負荷試験により調べました。これらの実験結果は新しい学習環境を創造するために寄与すると考えています。

### 方法

人間がフィトンチッド（化学成分）により受ける自律神経系の影響については、フィトンチッドの主成分とされる $\alpha$ -ピネンと $\delta$ -リモネンを用いて実験を行った。特に、この2種類の化学成分は針葉樹から発生していることが明らかにされており、今回、実験の対象とした森林も針葉樹が主たる樹種であった。実験手順は人間がフィトンチッドの主成分とされる $\alpha$ -ピネンと $d$ -リモネンを吸引した時の自律神経系の活動を心電計により測定した。

音が人間の学習能力に及ぼす影響について実験を行った。森林の音は $\alpha$ 波や $\theta$ 波成分を多く含んでいる。これらの成分を含む音楽を聞くことによる学習能力の影響を調べた。実験は数字列を暗記する課題であり、直線配列の数字とマトリクス配列の数字の暗記を用いた。 $\alpha$ 波や $\theta$ 波を含む音楽を聴くことによる乱数列の暗記力に及ぼす影響を調べることを目的とした。 $\alpha$ 波や $\theta$ 波を含む音楽を選択した理由としては、森林における風の音、葉のそよぐ音にはこれらの波長成分が多く含まれているとされているからである。記憶対象は2種類として、マトリクス配列と直線配列とい

うように配列の状態の相違による影響も調べた。数列は、1から25の数字をランダムに配置し、直線配列は15個まで暗記した数字を記入してもらった。

心電計は左胸部中央部に貼り付け、自律神経系の活動（副交感神経、交感神経の活動度）および心拍を測定し、その波形をFFT(高速フーリエ変換)を行うことにより、その反応特性を調べた。

**結果および考察**

フィトンチッド成分が人の自律神経に及ぼす影響を調べた実験の結果を図1に示した。これより、 $\alpha$ -ピネンを嗅いでいる時は何も嗅いでいない時より副交感神経の活動指標が大きいことがわかる。また、 $\delta$ -リモネンは交感神経の働きを抑える傾向が見られる。フィトンチッドが人間に安らぎや癒しを与えるとされている理由を示すことができた。

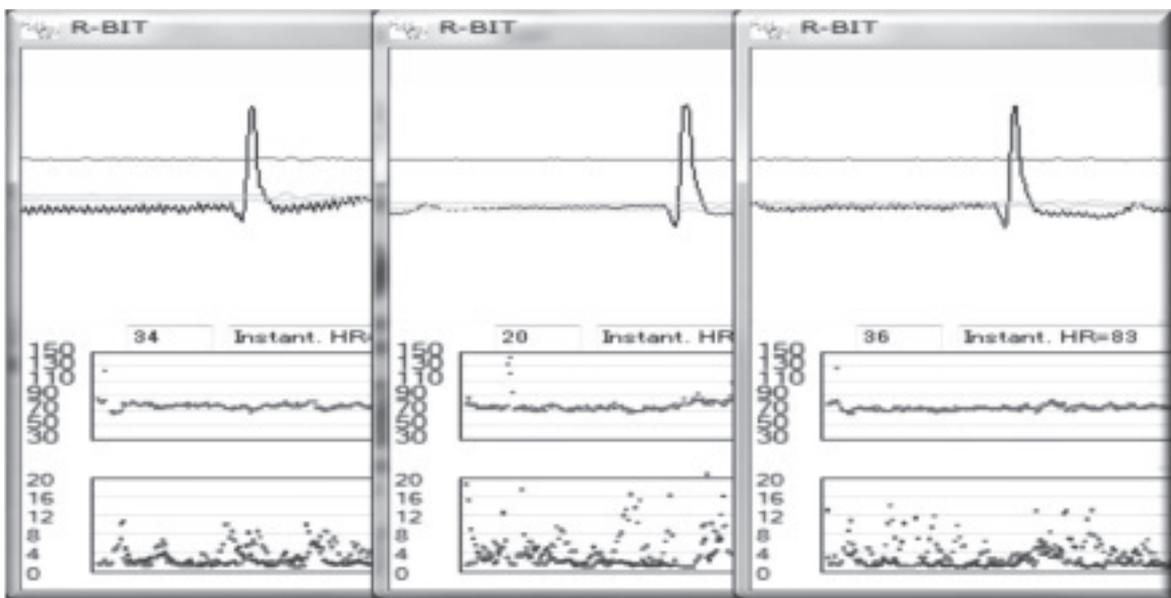


図1. フィトンチッド成分の $\alpha$ ピネン、リモネンの香りが自律神経に及ぼす影響

マトリクス配列された乱数の暗記力テストにおいて個人間でのバラつきが大きく、記憶力の向上は見られなかったが、直線配列の乱数を用いたテストでは、音楽を聴いていない時よりも音楽を聴いている時のほうが成績が良く、 $\alpha$ 波では安定した好成績を、 $\theta$ 波ではバラつきがあったものの高い暗記力を示した。しかしデータ数が少ないという問題があり今後さらなるデータの集積と解析が必要である。

FFT に自律神経系の活動指標をかけてみたが、特にこれといった法則性を発見するには至らなかった。自律神経系の活動指標自体に個人差があることが大きな問題である。

表.1 マトリクス配列問題の成績

被験者	なし		$\theta$		$\alpha$	
	正当数	回答時間(s)	正当数	回答時間(s)	正当数	回答時間(s)
A	25	134.9	19	150	25	44.8
B	25	44.8	25	113.8	22	141.1
C	19	134.6	15	122.1	15	109.1

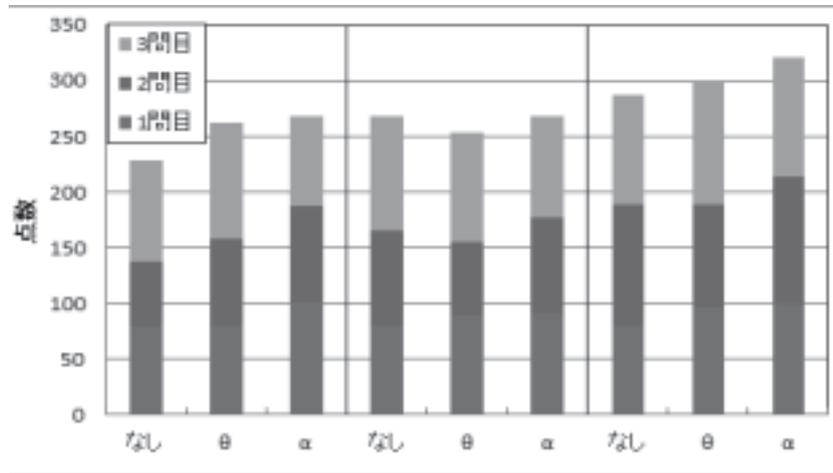


図2 直線配列の成績

## 結論

わたしたちは身近な環境から五感を通して様々な情報を得ている、この情報は時間的、空間的に極めて多種多様である。今回、本研究では森林の環境を取り上げ、森林の持つ特別な五感刺激が人に与える影響を定量化することを試みた。その結果、森林のガス成分であり、フィトンチッドとよばれている $\alpha$ ピネンやリモネンが人の自律神経の活動に影響を与えること、さらに森林の音成分である $\alpha$ 波や $\theta$ 波が記憶力に及ぼす影響を定量化できた。これらの結果は、極めて限られた条件、環境で得られたものであるため、解釈に限界はあるが、人間情報の獲得という意味では新しい知見を得ることができたと考えている。

しかしながら、心拍数、自律神経系の活動パターン、体温、心理状態、健康状態などの人間情報は、個人差や時間差が存在するため、定量化には十分配慮する必要がある。今後、データの信頼性と解析結果の安定性を確保するためにデータ数を増大させることが必要であると考えている。

# ヘルスケアサービスのための 時系列データベースシステムと生体情報ビューアの実装

森戸 貴<sup>1</sup>, ロペズ ギヨーム<sup>2</sup>, 鈴木 誠<sup>1</sup>, 李斗煥<sup>1</sup>, 森川 博之<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> 東京大学先端科学技術研究センター 東京都目黒区駒場 4-6-1  
<sup>2</sup> 東京大学大学院新領域創成科学研究科 千葉県柏市柏の葉 5-1-5  
email: morito@mlab.t.u-tokyo.ac.jp

**Keywords:** ヘルスケアサービス 時系列データベース

## 要旨

センサに用いられる半導体技術の進展やバッテリー容量の増加に伴い、センサデバイスの小型化や低コスト化が進み、血圧・脈拍・心電といった生体情報を自由行動下において長時間、連続的に測定することが可能になった。生体情報を長時間、連続的に測定し、蓄積・分析することで、慢性疾患患者の状態を把握したり、健常者の健康状態を管理したりするヘルスケアサービスが実現される。

想定するヘルスケアサービスでは、連続的に測定される生体情報からなる時系列データを蓄積する時系列データベースシステムとその生体情報を表示する生体情報ビューアが必要となる。

ヘルスケアサービスのための時系列データベースシステムと生体情報ビューアには様々な技術課題が存在するものの、少なくとも次の2つの要求が考えられる。

- センサから取得した生体情報を行動履歴と関連づけて蓄積し、それらをアプリケーションが利用できる機能
- 生体情報と行動履歴のオーバーレイ表示、生体情報グラフの拡大縮小、統計量の表示など医療従事者を支援する機能

これらの要求に基づき、時系列データベースシステムと生体情報ビューアを実装した。

まず時系列データベースシステムの構成を示す(図1)。時系列データベースシステムは問い合わせマネージャ、センサデータベース、イベントデータベース、メタデータベースから構成される。問い合わせマネージャは、各種センサやアプリケーションからの要求を各データベースに割り振る機能と Web インタフェースを備える。Web インタフェースは、アプリケーション対応の汎用性を重視しリクエストとして HTTP の GET/POST、レスポンスに XML/JSON を用いたインタフェースとした。センサデータベースには生体情報の時系列データが保存される。さらに Tiva データベースマネージャを用いて、時系列データの圧縮と問い合わせ処理の高速化を同時最適化する。イベントデータベースには行動履歴などの時系列ではないセンサデータを保存される。メタデータベースにはユーザの使用しているセンサの情報や、測定時間などが保存される。

次に生体情報ビューアの概要を示す(図2)。生体情報ビューアは、医師が研究・診療に用いることを想定したプロトタイプとして実装した。データの閲覧は特定のプラットフォーム依存しないことが望ましいことから、Web ブラウザを用いた表示とした。具体的には、統計量の表示、行動履歴のオーバーレイ表示、選択エリアの拡大縮小、検査データの入力・リンクの機能を持つ。

前述の時系列データベースと生体情報ビューアを用いて、東大病院において実証実験を行った。図3に実証実験に協力いただいた患者の血圧および Double Product (血圧に心拍数を乗じたものであり、心負荷の目安となる) のグラフを示す。本測定は、77歳の男性に診察前後の約2時間、散歩、休憩などの自由行動をし、その際の血圧、脈拍、行動履歴を測定した。なお、行動履歴は、患者本人が時刻と行動を記録したものである。その結果、白衣性高血圧と思われる診察時の血圧上昇、および階段昇降時・休憩時の血圧、Double Product の急激な変化が観測できた。

## 今後の展望

現在、東大病院での実証実験を地道に継続し、時系列データベースシステムや生体情報ビュー

アの要件の精緻化を進めている。今後は、実証実験を継続するとともに、医療従事者に限らず患者本人や患者の家族にとっての利活用の可能性を検証する。また、データベースの基盤技術は、センサやアプリケーションの種類を問わない構成となっており、医療以外の応用可能性を検討し時系列データベースシステムの横方向展開を図る。

謝辞

本研究は科学技術振興機構（JST）の戦略的創造研究推進事業（CREST）の支援によって行われた。

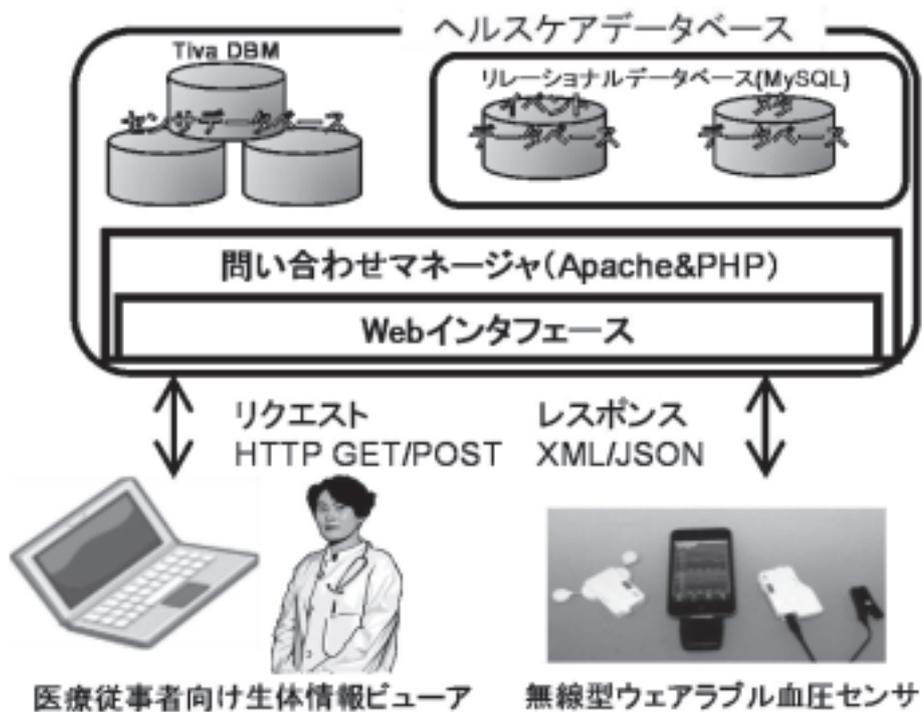


図1 生体情報の蓄積・分析に向けた時系列データベースシステム

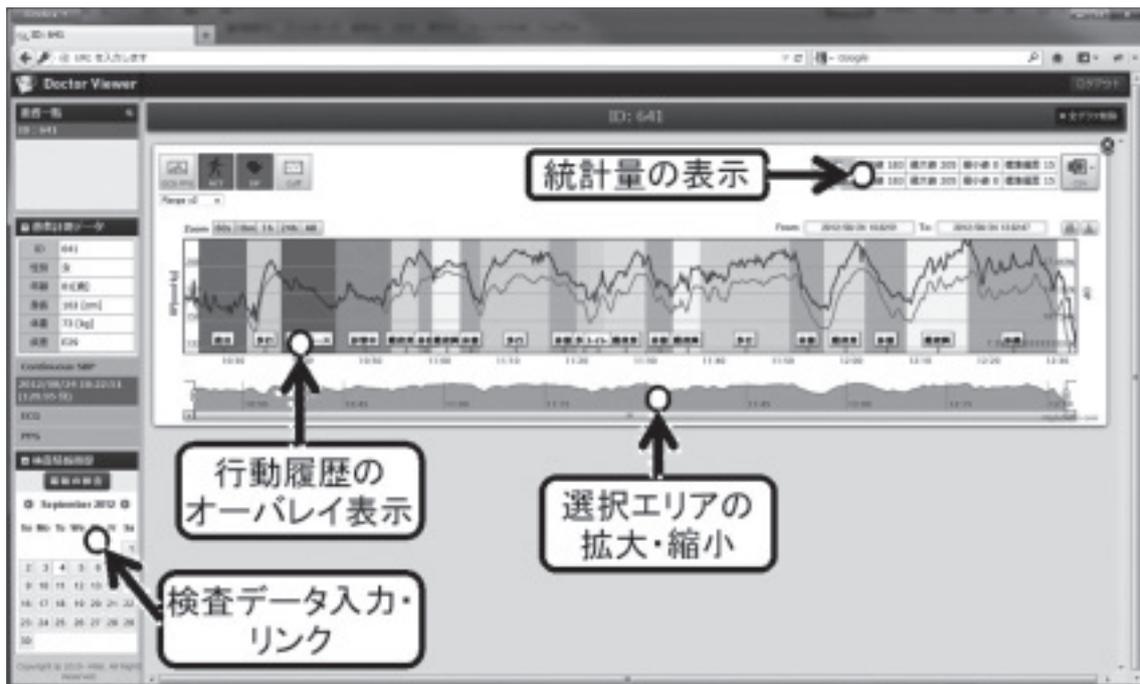


図 2 Web ブラウザを用いた生体情報ビューアのプロトタイプ

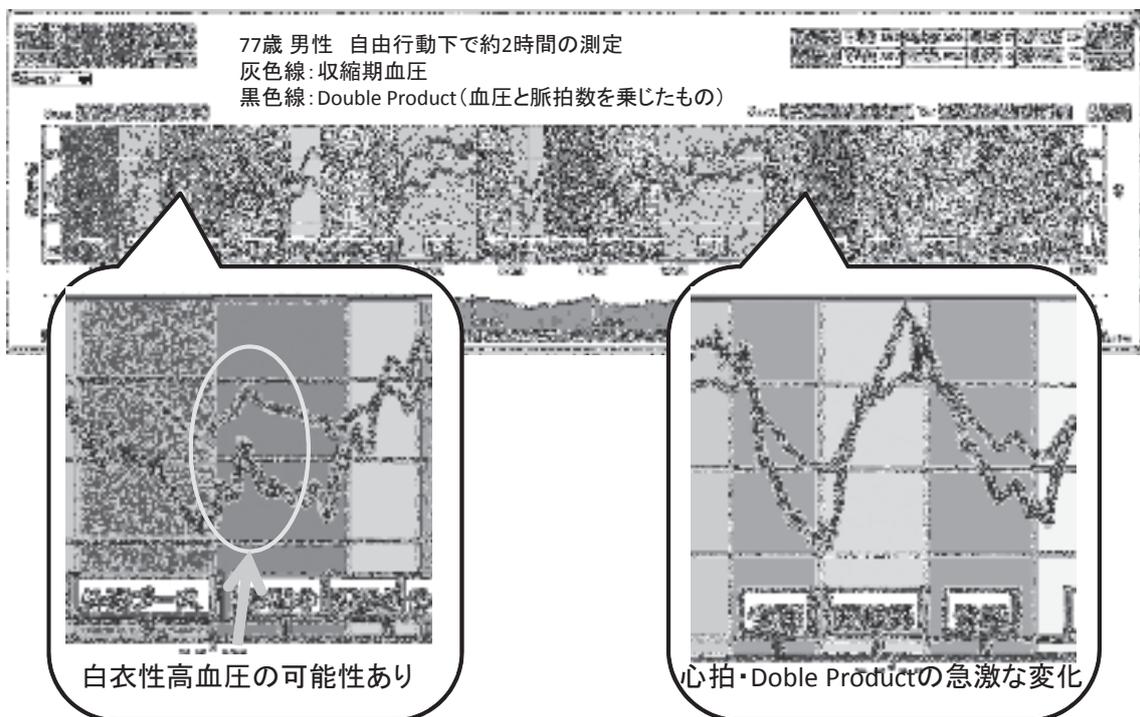


図 3 東大病院での実証実験結果

# 日本語動詞産生課題における誤答発生と脳活動 An EEG study of error-related fundamental brain activities of oral Japanese-verb processing

今井絵美子<sup>1</sup>, 片桐祥雅<sup>2</sup>, 川又敏男<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 神戸大学大学院 保健学研究科 兵庫県神戸市須磨区友が丘7-10-2  
<sup>2</sup> 独) 情報通信研究機構 脳情報通信融合研究センター  
兵庫県神戸市西区岩屋町岩岡588-2

email:e-imai@stu.kobe-u.ac.jp

**Keywords:** 脳波,  $\alpha 2$ , 発話, 韻律, 深部脳機能

## 要旨

音声言語を用いたコミュニケーションは、語彙や構文といった言語学的な発話内容と、抑揚やリズムといった非言語学的な音声とで成り立つ。他者との共感を成立させるためには、後者の韻律(プロソディ)が不可欠である。プロソディ産生の異常(発話に詰まったり、抑揚が平板になったり、発話速度が速く・遅くなったり)は、脳卒中等による脳機能障害で生じるが、緊張や焦りを感じる状況下でもしばしば発生する。我々は、プロソディ産生障害の神経メカニズムの解明を目的とし、心理的負担を与える発話タスクを課す実験を、被験者2名に対して脳波計測を行いながら実施した。刺激には高親密度で4モーラ(音)の名詞単語を使用し、名詞呈示後に1kHz ビープ音(命令刺激)が鳴ると、名詞に沿う動詞を口頭表出するという「動詞産生タスク」を、刺激応答間隔が2.5秒と短い条件(Rapid task)と5秒と長い条件(Slow task)の2条件で行った。深部脳活動の指標として、国際10-20法で定められた21チャンネルキャップの後頭部電極(O1, O2)に誘発される $\alpha 2$ (10-13Hz)の強度を計測した。被験者が受けた心理的負担の指標として皮膚コンダクタンス水準(SCL)を計測した。実験中の音声を録音し、聴覚印象によりタスク毎の被験者の反応の詳細を分析した。

実験の結果、被験者によって頻度およびタイプの差はあるものの、正しく動詞を産生できない「誤反応(エラー)」の発生が認められた(図1, 2)。エラーのタイプは、被験者1では無反応(全く応答しない)がほとんどを占めるのに対して、被験者2では無反応はほぼなく、条件によってエラータイプに差が生じた。Slow taskで発生した平板化(平坦な抑揚)と小声(声量の低下)は、Rapid taskでは少なく、増強(声量の増大)、加速(発話速度の加速)、代償(「え」という代償的反應の先行)が多かった(図2)。SCLはタスクごとに上下に変動を見せたが、連続エラー発生に伴って急上昇する特徴的反應が見られた(図3)。 $\alpha 2$ の強度は名詞およびビープ音呈示前に下がり、刺激語に上がるというパターンが見られた。しかし、エラーが発生する時は、強度変動に乱れが生じた。「平板」、「小声」の時には命令刺激後の $\alpha 2$ 強度の上昇度合いが低く、「拡張」、「強調」、「代償」、「加速」反応時は名詞呈示前の $\alpha 2$ 強度の下降のタイミングのずれや下降度合いの不足が認められた(図4)。さらに、後頭部左右電極(O1, O2)の差分(O1-O2)では、エラー発生時に右半球の $\alpha 2$ 強度が強くなる傾向が認められた。

プロソディ産生障害および発話流暢性が阻害される症状を呈した時、 $\alpha 2$ 強度の変動の乱れが認められた本実験結果より、発話には課題前の皮質の抑制(アイドリンク)が必要であることが示唆され、このアイドリンクにはモノアミン神経活動が関与していることが推察された。本研究の一部は、JST-CRESTの支援を受けて実施した。

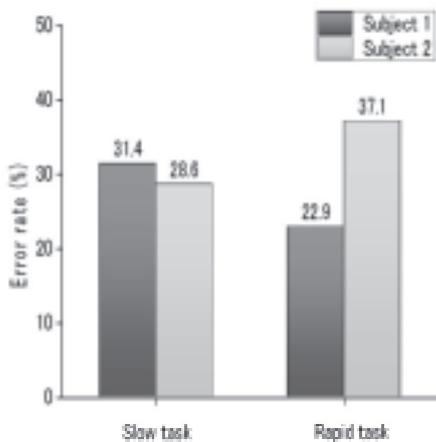


図1. タスク条件別の誤反応 (エラー) 率

刺激 (名詞呈示) - 応答 (ピープ音) 間隔が5秒の Slow task (S) と2.5秒の Rapid task (R) を行った。Rapid task では動詞を想起する時間に余裕がないため、心理的負担が増して、より多いエラーが発生すると想定したが、結果は被験者によって異なった。エラー発生率は、被験者1でS>R、被験者2でS<Rであった。

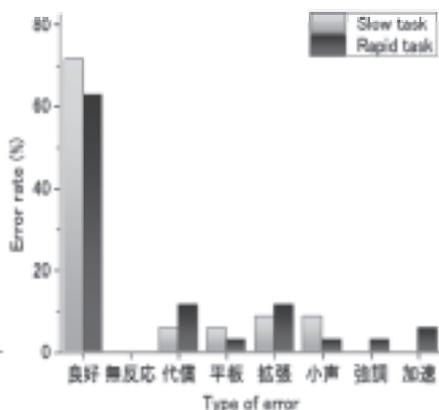
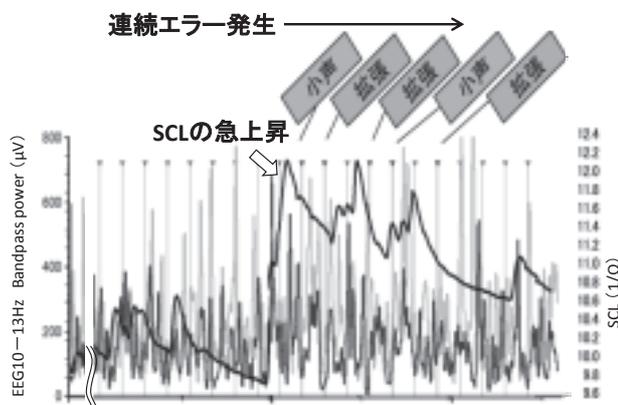


図2. タイプ別のエラー率



黒太線がSCL。灰色の線はα2パワーを示す (薄い線が左、濃い線が右の後頭部)。

図3. 皮膚コンダクタンスレベルの変動

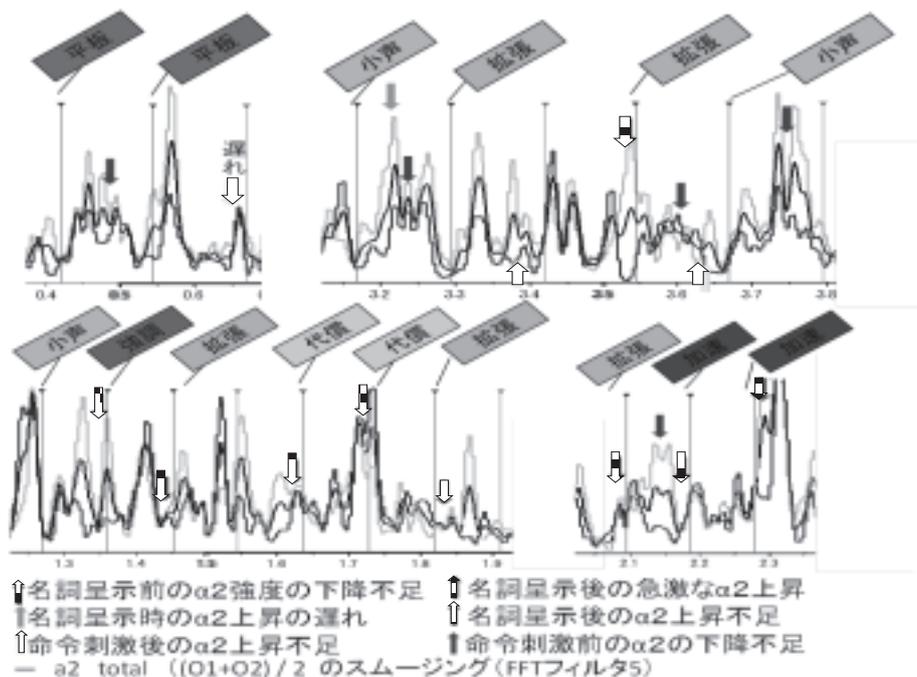


図4. エラー発生前後のα2パワーの変動

# 暑熱環境下における頭部冷却の高次脳機能に及ぼす効果

Effects of head cooling on higher-order brain functions  
under the intense heat condition

片桐祥雅<sup>1</sup>, 川原靖弘<sup>2</sup>, 坊垣友美<sup>3</sup>

<sup>1</sup>情報通信研究機構脳情報通信融合研究センター 神戸市西区岩岡町岩岡 588-2

<sup>2</sup>放送大学大学院文化科学研究 千葉県千葉市美浜若葉 2-11

<sup>3</sup>愛知医科大学看護学部 愛知県長久手市岩作雁又 1 番地 1

e-mail:ykatagiri@nict.go.jp

**Keywords:** head cooling, higher-order brain function, heat, continuous performance test

**要旨** 暑熱環境暴露による深部体温上昇は体温調整中枢(視床下部, STh)の耐暑反応を起動し発汗、血管拡張、心拍数増大などの自律神経反応を誘発すると同時に扁桃体とともに熱産生抑制のため代謝及び覚醒度を低減させる。腹側被蓋野の dopamine 神経(A10)は STh に集中し、側坐核および前部帯状回で dopamine 濃度は低下し、倦怠感が発生する。また脳幹のコリン作動性ニューロンも抑制されるため眠気が生じる。この状況で精神的労作を負荷すると脳幹のノルアドレナリン神経系が賦活するため、コリン作動性ニューロンが抑制を受け、発作的眠気を誘導する。しかし、頸頭部冷却による温度中枢に対する寒冷刺激は、視床下部の耐暑反応を緩和し、前部帯状回、側坐核・線条体での dopamine 濃度を上させて意欲を増大させ得る。またノルアドレナリン神経(A6)及び黒質 dopamine 作動性ニューロン(A9)を活性させて運動出力を増大させ得る。

そこで、暑熱環境下で標準注意反応時間測定(Continuous Performance Test; CPT)/標準注意検査(CAT)を実施し、head cooling が高次脳機能に及ぼす効果を明らかにした。CPT は Rosvold らが開発(1956)した神経心理学的持続性注意検査法で、前頭葉機能を評価することが可能である。25°C33%の標準環境および 35°C80%の暑熱環境の二つの条件下で持続性注意検査を行った結果、暑熱環境下で平均反応時間は 20%程度増大(50ms 程度)するが、頸頭部冷却では標準環境下と同程度まで回復することが明らかとなった(Fig. 1)。また 80 回の試行過程では、前半ではいずれの条件下でも同程度の反応時間を示すが後半にいくほど反応時間が増大し、さらにこの増大が暑熱環境下で顕著となり持続性注意維持を困難にしていることがわかった。一方、頸部冷却による冷刺激は反応時間の増大を有意に阻止し、注意維持に寄与していることが示された(Fig. 2)。

さらに反応時間のヒストグラムを調べたところ、標準環境下および暑熱環境下での頸頭部冷却ではポアソン分布を呈するが、暑熱環境下暴露では複合ポアソン分布を示すことが実験で明らかとなった(Fig. 3)。反応時間のヒストグラムがポアソン分布であることから、押しボタン運動のインパルスのタイミングが熱雑音状にあることが示唆された。この現象は、神経群の抑制状態で説明できる。即ち、全抑制で同期発射可能なニューロンの分極状態が熱揺らぎによりランダム化されることでアクションポテンシャルの形状が変化し、対応する反応時間も熱雑音状の揺らぎが生じると考えられる。さらに、過分極状態(陰性)をつくり出すのはノルアドレナリン(NE)による

ものであり、耐暑反応でNEが抑制されると陰性状態を保持する機能が低下して反応時間が増大することが示唆される。眠気は、耐暑反応に対抗してNE神経活動を亢進してコリン作動性ニューロンを抑制するために生じると考えている。

本研究は、NEDO省エネルギー革新技术開発事業「快適・省エネヒューマンファクターに基づく個別適合型冷暖房システムの研究開発」のグラントを受けて実施した。

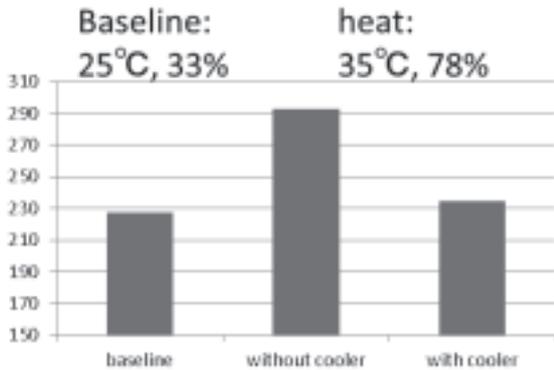


Fig. 1 Average response time of CPT under various thermal conditions

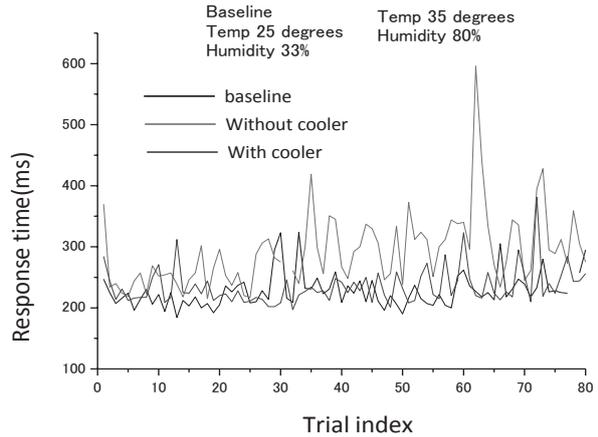


Fig. 2 Response time change at every trial

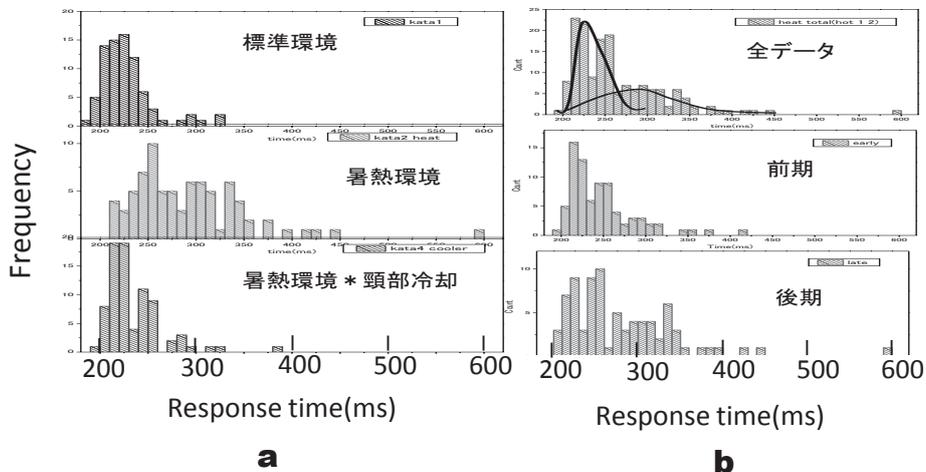


Fig. 3 Histogram of response time  
**a:** Response time delay under the heat condition and its recovery by head cooling. **b:** Response time histogram under the heat condition consists of two Poisson distribution functions.

# ドライ電極を搭載する多チャンネルワイヤレス 脳波センシングシステム

Wireless multichannel EEG systems with dry electrodes

片桐祥雅

情報通信研究機構脳情報通信融合研究センター 神戸市西区岩岡町岩岡 588-2

e-mail:ykatagiri@nict.go.jp

Keywords: wearable sensor, wireless EEG, dry electrode

## 要旨

簡便に脳波モニタが可能なワイヤレス脳波計測システムは日常生活空間のみならず院内外医療における生体管理にも有望である。臨床の場で実用化するためには、測定精度を劣化させず装着簡易性を大幅に向上することが必要である。このため臨床用脳波計測システムの超小型・ワイヤレス化とともに、ジェルを使わずに脳波計測が可能なドライ電極の検討を行った。

導電性ジェルによる頭皮との良好な電氣的接続は低雑音脳波計測上重要であるが、一方、簡便な装着の障害となり得る。このため様々なジェルを必要としない電極（ドライ電極）の開発が進められてきた。良好な電氣的接触を実現するため、真皮に達する電極構造が考案された。血管、リンパ管に接触しないように高さを厳密に制御しているが、臨床で使うためには安全性を確保が課題である。そこで本研究では頭髪の影響を受けにくいマルチピンタイプを検討した (Fig. 1)。その結果、デジタル信号処理のみでも meta data から脳波が抽出可能であることを実験により確認した (Fig. 2)。さらに、4channels/unit 遜倍システムによる多チャンネル化の検討を行い、 $4 \times 2 = 8$ channels で feasibility を検証した。その結果、8チャンネル EEG (Fig. 3) のセットアップ時間は約 10 秒程度（キャップをかぶせて電極の位置を微修正する時間）であり従来の EEG のセットアップ時間を大幅に短縮できることを確認し (Fig. 4)、救急医療における適用性を明らかにした。さらにまた、日常生活空間での適用範囲を拡大するため、睡眠脳波取得を検討した。しかしながら、睡眠時の体勢により電極に機械変動が加わると大きなアーチファクトが出現し測定が困難となるほか、マルチピンタイプの電極は仰向け姿勢で痛く実用に供さないことが明らかとなった。信号処理アルゴリズムの洗練によりアーチファクトの除去は可能 (Fig. 5) であると考えられるが、ドライ電極については疼痛感を大幅に改善することが必要である。

本研究は、JST-CREST のグラントを受けて実施した。

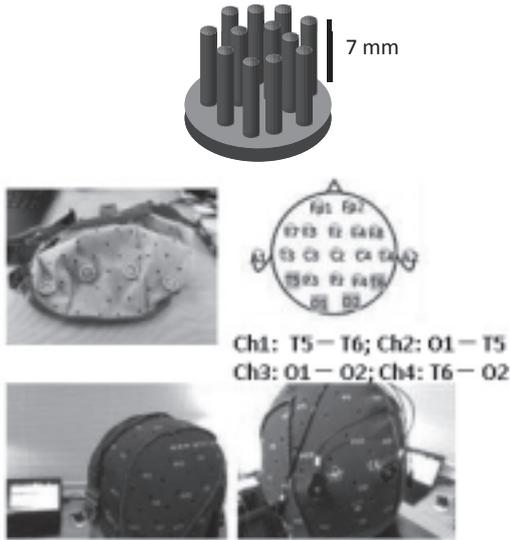


Fig. 1 Wireless 4-channel EEG sensor system with dry multi-pin-type electrodes

## Meta data

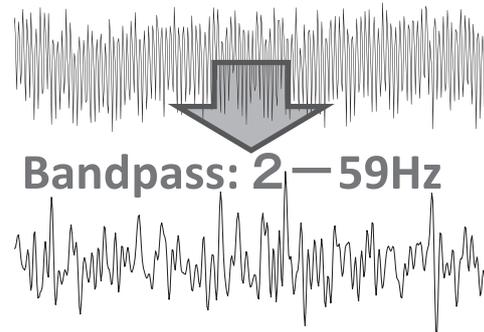


Fig. 2 EEG extraction from noisy signals of multi-pin-type dry electrodes by using an appropriate band-pass filters.



Fig. 3 Wireless, 8-channel EEG system with dry electrodes.

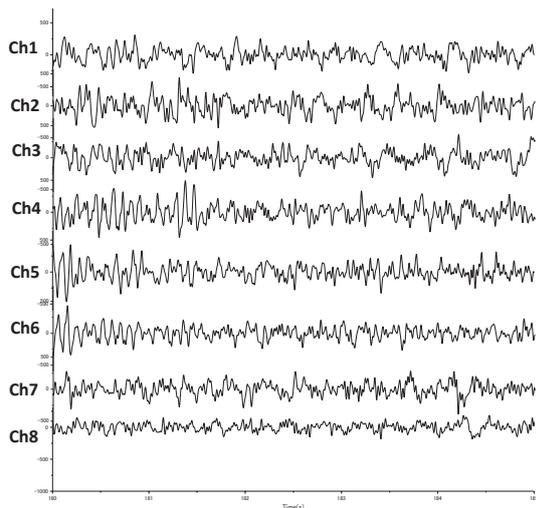


Fig. 4 An EEG diagram measured by using a wireless, 8-channel EEG system with dry electrodes.

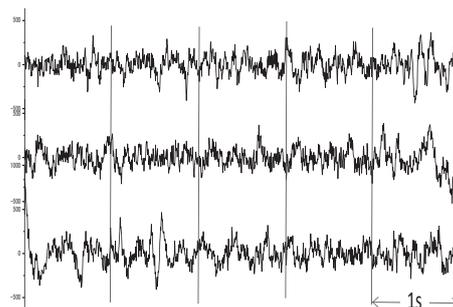


Fig. 5 An EEG diagram measured under the sleep record by using an EEG system with dry electrodes

## 精油の嗅覚投与が注意機能に及ぼす影響

坊垣友美<sup>1,3</sup>, 片桐祥雅<sup>2</sup>, 宇佐美眞<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 愛知医科大学看護学部 愛知県長久手市岩作雁又1番地1

<sup>2</sup> 情報通信研究機構 脳情報通信融合研究センター 神戸市西区岩岡町岩岡588-2

<sup>3</sup> 神戸大学大学院 保健学研究科 神戸市須磨区友が丘7-10-2

**email:** bohgaki @aichi-med-u.ac.jp

**Keywords:** pain control, essential oil, electroencephalogram, dopaminergic system

### 要旨

芳香性揮発性有機化合物である精油を用いた療法は、感覚受容器を介した補完代替医療の一つである。精油は潜在的な機能として生体の恒常性に寄与し、その応用範囲は諸症状の緩和に及ぶと考えられている。我々は覚醒系の精油が嗅覚刺激により中脳腹側被蓋野(VTA)のドーパミン神経系を賦活することで除痛効果を発現できる可能性を報告してきた。今回、寒冷疼痛負荷後の聴覚オドボール課題による精油吸入の事象関連電位および精油別の標準注意検査法(Continuous Performance)から精油の覚醒・注意反応の及ぼす影響について検証実験を行った結果、精油がモノアミン神経系を通じて脳機能を活性化する根拠となり得る知見を得たので報告する。

精油の吸入はNogoでconflict negative、GoでCNVの形成を認め(Fig.3)、Fig.5では精油吸入でS2前にCNVが形成、S1後に正にふれた。control(水)ではCNVの形成はなかった。精油の吸入はcontrolよりも前頭葉の機能が高いことが推測された。また精油吸入によって反応時間は速くなっている(Fig.4)。以上について錐体細胞の陰性電位形成(CNV)はAchによる抑制モデルから推測すると、陰性に着目すれば興奮性NEの活性、抑制性のセロトニンの活性が条件となるため、SNRIでの皮質の鎮静が示唆される。また陽性となるためにはVTAのDA、CCの5HTのほかSThのGlu、NThのAchの活性が必要となる。これらから、精油吸入が皮質の鎮静化(出力のための準備)、陽性化のためのVTAのDAの活動が示唆された。さらに注意の維持はセロトニン神経系の作用として皮質の抑制、D2抑制(tonic DAの抑制)の可能性もあると考える。精油別の標準注意検査法(Continuous Performance)による反応時間

(Fig.6)は、覚醒系の精油はコントロールよりも反応時間が短く、鎮静系はコントロールよりも長くなった。反応時間は80回の試行を通じて大きな変化はなく、注意機能は試験を通じて一貫して一定であり、試験による注意機能の減少や増大はなかった。鎮静系の精油では反応時間が全体的に長くなるのではなく、試行により極度に応答時間が長くなるバースト現象がみられる。鎮静作用が睡眠発作類似の現象を引き起こしたものと推察される。覚醒系の精油では、このようなバースト的な覚醒レベルの低下が減少しており、覚醒レベルが堅固に維持されると考えられる。反応時間の極度の短縮化はノルアドレナリンによる修飾と推察される。本研究の一部は、科学研究費助成事業(基盤C)およびJST-CRESTのグラントによる。

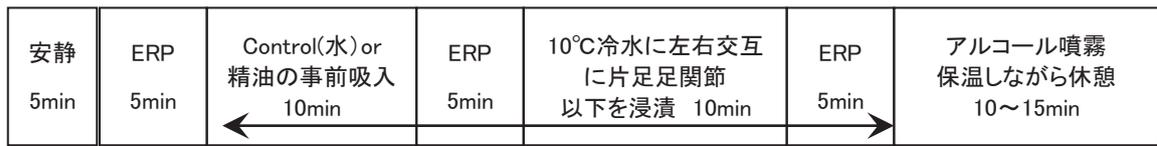
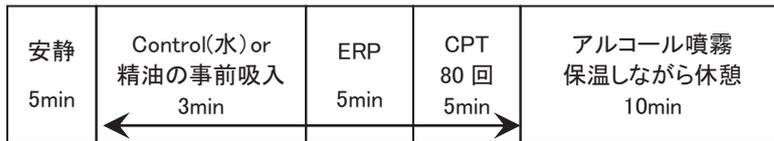


Fig.1 寒冷疼痛負荷後の聴覚オドボール課題による精油の事象関連電位プロトコル

ERP : Go(2000Hz)がGo, No go(1000Hz)を 350min に配列したタスク 4 パターンをランダムに提示し、半閉眼状態で 50cm の距離に貼付した十字字を見ながら発声またはボタンを押す反応動作を実行。  
覚醒系精油を混和し、0.25ml を鼻 5cm に固定した綿球に滴下。



覚醒系精油: ①ローズマリー・ペッパー・ユーカリ、②ベルガモットミント・レモンバーム・ペパーミント

Fig.2 精油別標準注意検査法(Continuous Performance Test : CPT)による反応時間の相違のプロトコル

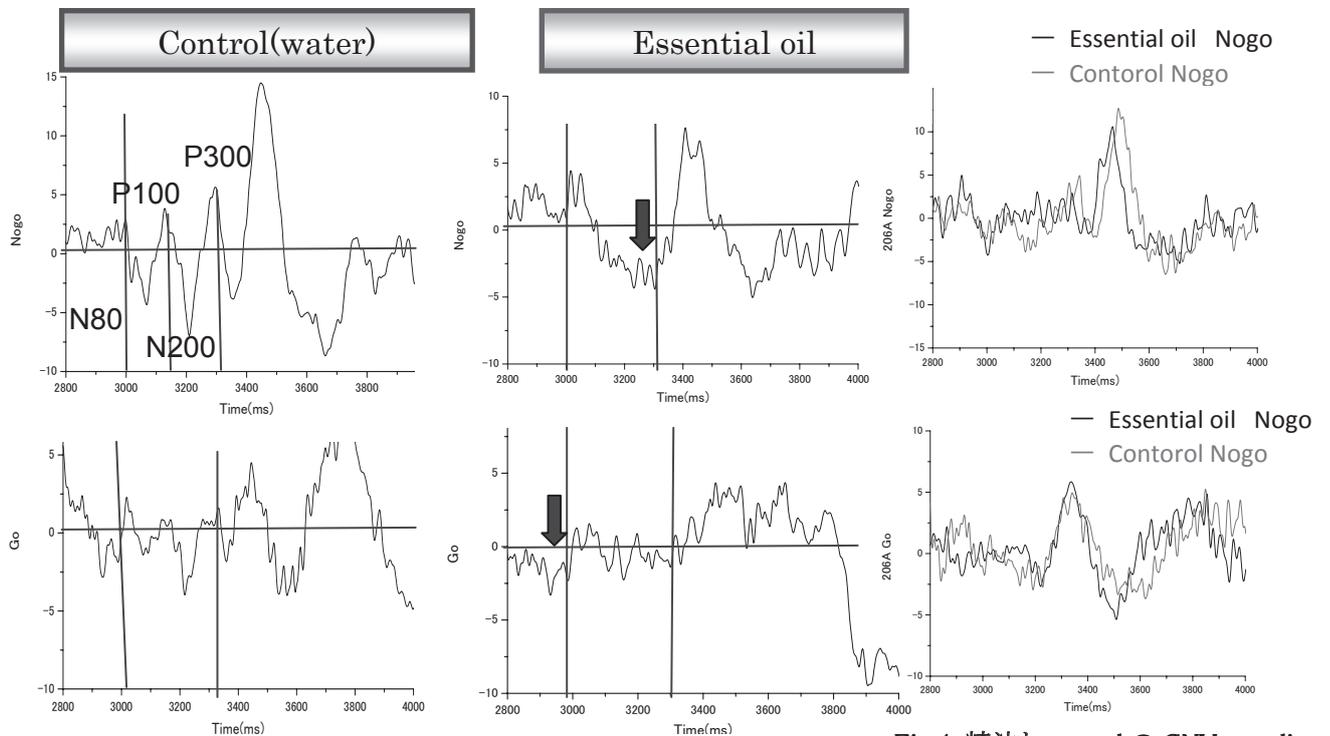


Fig.3 精油とコントロール(水)の事象関連電位

Fig.4 精油とcontrolのCNV paradigm

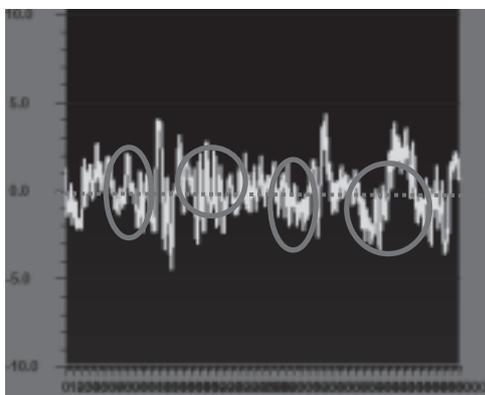


Fig.5 Cz 部位における精油吸入の CNV

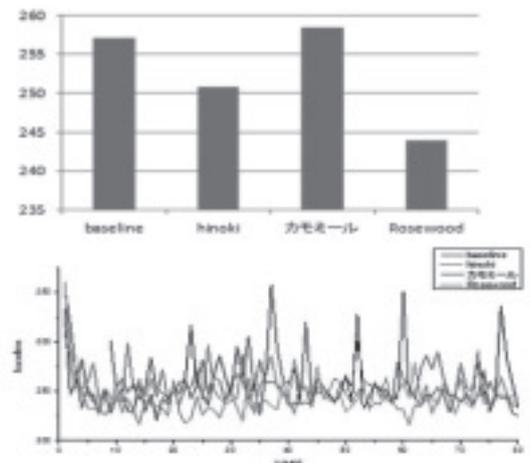


Fig.6 精油別の標準注意検査法による反応時間

## 感情移入による和音に対する随伴陰性変動の変化

川原靖弘(発表者)<sup>1</sup>, 片桐祥雅<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 放送大学 大学院文化科学研究科 千葉県千葉市美浜区若葉 2-11

<sup>2</sup> 情報通信研究機構 脳情報通信融合研究センター

兵庫県神戸市西区岩岡町岩岡 588-2

email: kawahara@ouj.ac.jp

**Keywords:** 事象関連電位、和音、感情

### 要旨

本研究では、感情移入の有無について評価を行うための、和音刺激を用いた事象関連電位測定プログラムを提案した。和音（メジャーコードとマイナーコード）を刺激要素として用いた課題による事象関連電位の測定を行い、感情（楽しい、及び悲しい）移入による変化を測定した。

感情移入した感情の種類と標的刺激の和音の種類が一致したときに比べ、一致しないときは P300 の潜時が大きくなる結果を得た。

### 今後の展望

自律神経失調や加齢による、感情表現に関する支障の評価方法としての応用を目指す。

メジャーコードやマイナーコードに限定しない和音刺激を用い、感情移入の度合いを判断することを試行する。実際の被験者の感情移入の有無を判断する方法を併用し、より信憑性の高い実験方法を確立する。



図1. 事象関連電位測定は、5分間の感情移入の後に行った

表1. 電極の位置 (国際 10-20 法) Cz, Fz における事象関連電位測定で、3人の被験者全てにおいて、感情移入した感情の種類と標的刺激の和音の種類が一致したときに比べ、一致しないときは P300 の潜時が大きくなった。

[Cz] 被験者	感情一致 (悲)	感情不一致 (悲)	感情一致 (楽)	感情不一致 (楽)
A	297	342	307	359
B	389	396	330	438
C	299	332	299	326

P300潜時 (ms)

[Fz] 被験者	感情一致 (悲)	感情不一致 (悲)	感情一致 (楽)	感情不一致 (楽)
A	297	341	307	387
B	389	420	329	439
C	299	334	295	342

P300潜時 (ms)

# 食物受容における会話と咀嚼の関係性の基礎検討

酒造 正樹<sup>1</sup>, 木村 敦<sup>2</sup>

<sup>1</sup>神奈川大学 工学部 221-8686 神奈川県横浜市神奈川区六角橋 3-27-1

<sup>2</sup>東京電機大学 情報環境学部 270-1382 千葉県印西市武西学園台 2-1200

email: shuzo@kanagawa-u.ac.jp

**Keywords:** 共食, ウェアラブルセンサ, 咀嚼, コミュニケーション

## 要旨

本研究の最終的な目的は、食物受容に関わるコミュニケーション属性を実験的に抽出し、対面コミュニケーションが新奇食物の受容に及ぼす影響の心理・行動モデルを構築することである。

複数人で食事を行う共食において、人は相手との関係調整のために食品選択や摂食量を調整するとされる。対面コミュニケーションが食物受容に及ぼす影響を解明するべく、共食の場において会話量や咀嚼状態をモニタリングする実験システムを構築した。これまでにを行った基礎検討について報告する。

## 今後の展望

会話量や咀嚼状態をモニタリングするため、イヤフォン型の骨伝導マイク（ウェアラブルセンサ）を用いて口腔内の音情報を収集し、また、音情報から、食事のタイミング、咀嚼の状態、食品の性状といった様々な食習慣に関する情報を自動的に分析するアルゴリズム(図1)の研究を行ってきた[1]。この食習慣のセンシングシステムは、個人の生活習慣の現状把握に活かすことが可能であり、医師や栄養士の指導というフィードバックを得ることにより、自らの行動変容を促すことを狙ったものである(図2)。

さて、新奇食物受容には他者とのコミュニケーションが重要であることが示唆されているものの、実際に共食行為が新奇食物の摂取に及ぼす影響についての直接的な検討は少ない。そこで今後は、友人同士2名での共食行為が新奇食物の摂取に及ぼす影響を、上記の音情報によるセンシングシステムやビデオカメラシステムなどを用いた実験的検討をするとともに、新奇食物を摂取する際に参与者の間にどのような言語・非言語行動がみられるかを調べていく予定である。

## 参考文献

[1] M. Shuzo, *et al.*, “Wearable Eating Habit Sensing System Using Internal Body Sound,” *Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing*, vol. 4, no. 1, pp. 158-166, 2010.

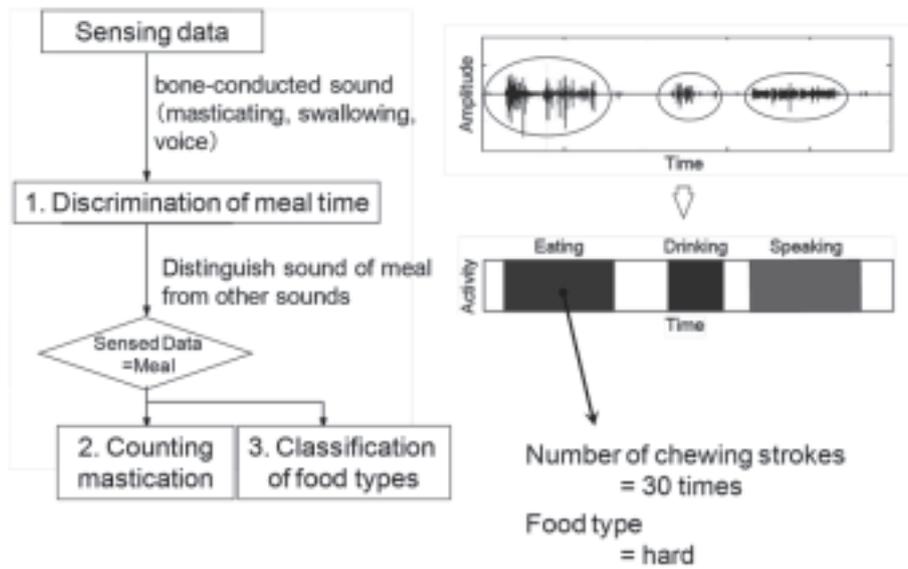


図1. 音情報を用いた会話量と咀嚼状態の分析

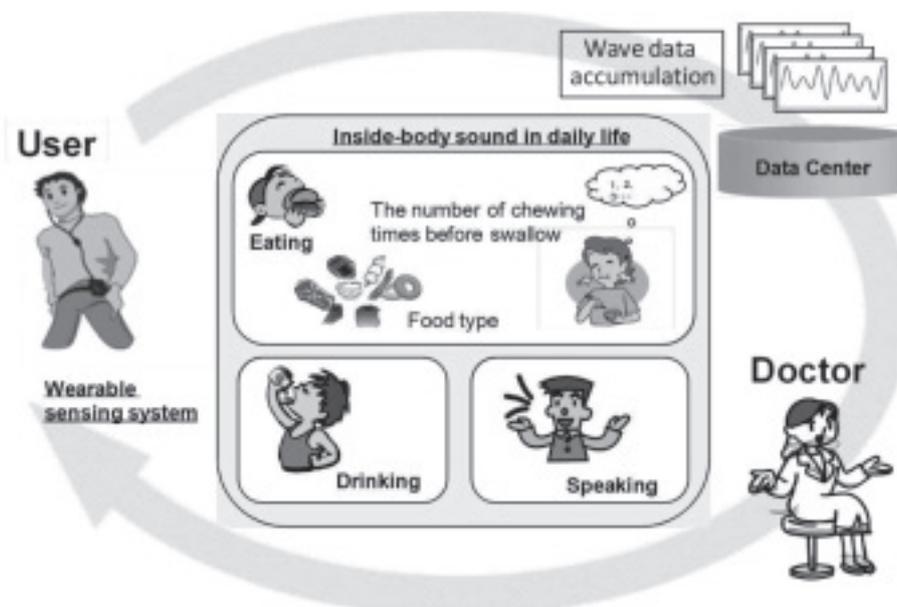


図2. 音情報による食習慣センシングシステム

# Emotion Sense Communication for Web healthcare monitoring service

†Rikyo Takahashi, ††Hironao Takahashi, ††Khalid Mahmood Malik

**Abstract**– At present Japanese society, the old age people is majority now. The healthcare service is getting high demand to old people to maintain their life condition. Web service has interoperable communication from user to user and user to service provider by present ability. But traditional healthcare service provides few case of interoperable communication. It also doesn't support personal emotion sensing too. Therefore, web based healthcare service level is lower than traditional healthcare service in hospital. The solution to meet the demand of high quality healthcare, Emotion Sense Communication for Web healthcare monitoring service is proposed. GSR value shows each person's emotion real timely and it can analyze how the status is changing at present time using sensing historical data with comparison. To enhance the accuracy level of illness or life status, Ontology model is designed for Historical data analyzing. Traditional remote healthcare service utilizes individual data with a large number of people's data for common knowledge. But, if person's emotion status adds as one of factor, the accuracy of decision of disease is much more high than traditional way. Evaluation GSR sensor value, temperature and heartbeat are shown in this paper. We evaluated six different types of users a week. Evaluation also shows that each user has individual GSR value zone day by day. Analyzing GSR value of each person's historical data, ontology engine using OWL, JINA API, Protege API, GUI and inference layer is utilized in this paper. The architecture with analyzing method that is using ontology is also shown. The accuracy of user preferences result shows more than 90%. The high accuracy of GSR value brings the possibility to sense pre-illness status.

**Keywords**- GSR, emotion sense, healthcare service

## 1. Introduction

At the era of Web 1.0, web service has been proving single source data as general browsing data from website system to all the accessing users. At Web 2.0, people can communicate with each other by Internet and can create social community. Social Networking Sites (SNS) and blogs are applications that are established by participation of these people by the manner of interoperable communication [1], [2] & [3]. But, high quality communication between customers to healthcare operator is achieved by physical real pharmacy shop and hospital so that traditional web healthcare service is not enough to communicate for each patient. Therefore, if high quality communication method that senses real

time human emotion is achieved, then it maybe realized that the service of quality to be much higher than physical healthcare. To achieve the high quality communication between user to healthcare service operator, Emotion Sense Communication for Web healthcare monitoring service is proposed. To sense each person's emotion, it uses GSR value to sense it.

It utilizes the historical value of Galvanic Skin Response (GSR) and other healthcare data measures and real time measuring data [4]. The scientific study of GSR began in the early 1900s. GSR is a method of measuring the electrical conductance of the skin, which varies with its moisture level. This is of interest because the sweat glands are controlled by the sympathetic nervous system [5] so skin conductance is used as an indication of psychological or physiological arousal. There has been a long history of electro-dermal activity research [6], most of it dealing with spontaneous fluctuations or reactions to stimuli [7]. GSR value shows the human emotion situation by the value. The average value of human cell is 500-ohm and skin level is 10 M-ohm to 50M-ohms. We estimate if value is higher than average of ordinate value of user, it shows much higher positive emotion and less stress than average situation of user. To do this decision make, the service needs historical database for each user. Proposing service has own ontology rule engine for GSR sensing data for each user autonomously.

There are some ways to approach emotional sense. The capturing face situation analysis cannot evaluate quantitatively due to different describing emotion level on face by person. ECG is a limited condition measurement for example, the bed-side terminal in hospital for patient. But proposing service is required much easier measurement for all people to communicate. Therefore, GSR measurement approach is much more appropriate.

The judgment of emotion sense utilizes real time sensing value with historical analysis data by ontology database. Using a quantitative analysis

---

†Rikyo Takahashi is Department of Applied informatics, Faculty of Science and Engineering, HOSEI University Tokyo, Japan and ††Hironao Takahashi, Khalid Mahmood Malik are with DTS, Inc 3-39-5 Higashi Ueno Taitou-ku Tokyo Japan.

such as Monte Carlo simulation model and standard deviation from the central limit theorem is required a large amount of data to enhance the accuracy of decision make. Also, human emotion is reflected by various biological data conditions such as body temperature, heartbeat rate, weekday, time zone, weather, and other environmental conditions. In view of them, ontology database approach is applied. Ontology database utilizes as basic data the history of personal information by generating ontology attribute of each entity of GSR sense data. Adopt Ontology technique to determine the feelings of individuals with high accuracy in the inference rules, by describing the conditions in Ontology Web Language (OWL). OWL makes input events even from low self-learning information that are intended to achieve a high decision making rate of emotional judgment.

Evaluation shows how users' emotion is moving every day. We estimate user's emotion by the value of GSR every time it makes a decision. To enhance the high accuracy rate, GSR value is analyzed by ontology rule that was designed by us for this service with historical data at individual person. Ontology GSR creates individual user entities and attributes. Evaluation shows higher accuracy rate in comparison with the traditional approach. Ontology analyzer achieves more than 90% accuracy of emotion situation.

The rest of the paper is structured as follows: Section 1 is introduction. Section 2 discusses the related works while section 3 describes architecture of Emotion Sensor Communication to Web Virtual Shop Service for individual user. Section 4 narrates Ontology rule engine for GSR sensor. Section 5 shows the evaluation and Section 6 concludes this paper.

## 2. Related Works

In the early 1900s, one of the first references to the use of GSR instruments in Psychoanalysis is the book by C. G. Jung entitled *Studies in Word Analysis*, published in 1906 [8]. Wilhelm Reich also studied GSR in his experiments at the Psychological Institute at the University of Oslo in 1935-6 to confirm the existence of a bio-electrical charge behind his concept of vegetative, pleasurable 'streaming' [9]. GSR was used for a variety of types

of research in the 1960s through the late 1970s, with a decline in use as more sophisticated techniques (such as EEG and MRI) replaced it in many areas of psychological research.

The Galvanic Skin Response (GSR) feedback instrument measures skin conductivity from the fingers and/or palms. The GSR is highly sensitive to emotions in some people. GSR feedback has been used in the treatment of excessive sweating (hyperhidrosis) and related dermatological conditions, and for relaxing and desensitization training. GSR was often misunderstood as a difficult technique. GSR has gone through many phases of interest and rejection since the early 1900's. It has been used in important research on anxiety and stress levels (Fenz & Epstein, '67) and it has been a part of lie detection (Raskin, '73). Controversy has centered on the technique, underlying mechanisms, and the meaning of the responses obtained from the skin. There has been a long history of electro-dermal activity research, most of it dealing with spontaneous fluctuations. Most investigators accept the phenomenon without understanding exactly what it means (Hume, '76). Although GSR is the oldest and yet most confusing term, it is also the one in common use. Many attempts have been made to improve and update the terminology. Two such systems are proposed by the Society for Psycho-Physiological Research (Brown, '67), and Venables & Martin ('67). Electro Dermal Response (EDR) is the umbrella under which the terms fall. Basically there are two techniques in the history of electro-dermal measurement.

In one a current is passed through the skin and the resistance to passage is measured; in the other no current is used externally and the skin itself is the source of electrical activity.

GSR Physiology is easily measured and is relatively reliable. GSR has been used as an index for those who need some measurable parameter of a person's internal "state".

As in EEG, there is not a clear understanding of what the measures reflect. Physiology, the GSR reflects sweat gland activity and changes in the sympathetic nervous system and measurement variables. Measured from the palm or fingertips, there are changes in the relative conductance of a small electrical current between the electrodes. The

activity of the sweat glands in response to sympathetic nervous stimulation (increased sympathetic activation) results in an increase in the level of conductance. There is a relationship between sympathetic activity and emotional arousal, although one cannot identify the specific emotion being elicited. Fear, anger, startle response, orienting response and sexual feelings are all among the emotions that may produce similar GSR responses.

The Galvanic Skin Response (GSR) can be used for capturing the autonomic nerve response as a parameter of the sweat gland function. Due to relatively simplicity of measurement and a quite good repeatability, GSR can be considered to be useful and simple method for examining autonomic nervous system function, specifically the peripheral sympathetic system.

Physically GSR is a change in the electrical properties of the skin in response to different kinds of stimuli. In GSR changes in the voltage measured from the surface of the skin are recorded. The main origin of the signal has been suggested to be the activation of the sweat glands. The most commonly used stimuli are an electrical shock delivered to a peripheral nerve or auditory stimuli. However, any stimulus capable of an arousal effect can evoke the response and the amplitude of the response is more dependent on the surprise effect of the stimulus than on the physical stimulus strength.

### 3. Architecture

The architecture of Emotion Sense Communication for Web healthcare monitoring service is shown in figure 1.

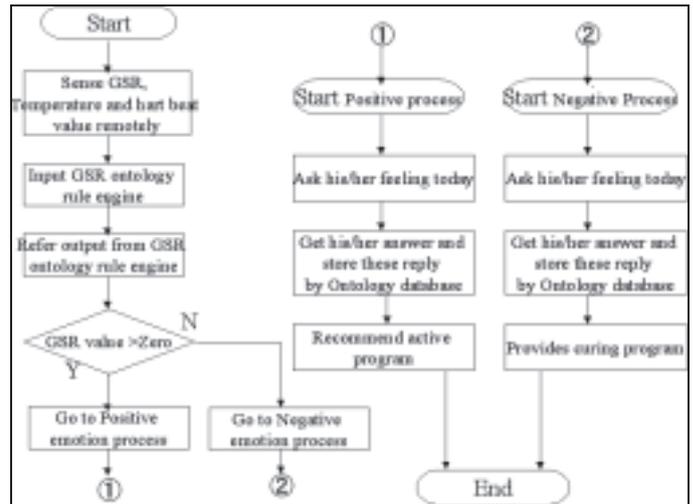


Figure 1. System Architecture

The service is web based user who was registered to operator model. First of all, the user accesses the site of service and touches his hand or body with GSR sensor. GSR sensor senses user's electric resistance and sends it to website. The data from GSR sensor is stored in to GSR ontology database. GSR ontology database analyzes what is the status of user's GSR sensing value today. It is also analyzed with historical data from database. Then GSR ontology rule defined the condition of user by the value of GSR eventually. Generally, if GSR value is higher than averaged value, user is in positive emotion. If the sensed value is smaller than average value, user may have some psychological stress and is in negative emotion. The algorithm of this decision make is individual user's historical entities relationship. Therefore, decision make criteria are individual value for each user. GSR ontology is tuned by user's historical GSR value. It also adds the value of user's healthcare data such as body temperature and heartbeat historical data as shown in figure 2. Each value has weight value by the times of frequently cycle.



Figure 2. GSR and healthcare data sense connection

The sampling time of GSR and other healthcare data from user, the GSR ontology program counts the value of each data per minute. It is greatly dependent on the sampling of the data processing time. In addition less transient effect is also cached by the data to pass. The value of sensed data was calculated by the total sum of sense data and its weight plus threshold value to judge. Basically, function and weight are main parameters. The following formula is very standard model of this decision make.

$$X_i(n+1) = f \left[ \sum_{i=1}^n W_i X_i(n) - \theta_i \right]$$

$$Y_j(n+1) = f \left[ \sum_{j=1}^n W_j Y_j(n) - \theta_j \right]$$

$$Z_k(n+1) = f \left[ \sum_{k=1}^n W_k Z_k(n) - \theta_k \right]$$

Function X is GSR value, Y is temperature value and Z is heartbeat value. Each of them is a different aspect and weight value. Basically, weight and type of data are not static but dynamic parameters. This module senses each sampling time and calculates with historical sensed data.

The decision make of emotion of user is decided threshold table in figure 3. Temperature has two steps of value from normal plus/minus 1-degrees Celsius from weekly average value is warning and 2-degrees Celsius is critical. Also plus/minus 20 percent from average heartbeat value is warning and 40 percent from average heart value is critical situation. Both of cases are getting higher weight value from normal value as shown in figure 3.

Conditions	Weight Factors				Threshold		
	GSR	Temp	Heartbeat	Total	Threshold GSR = Average GSR	Threshold Temp = Average Temp	Threshold HT = Average Heartbeat
normal	1	0	0	1	0.1	0.7	0.7
Temp > 1.0 °C, 1degrees Celsius	0.8	0.2	0	1	0.1	0.7	0.7
Temp > 2.0 °C, 2degrees Celsius	0.6	0.4	0	1	0.1	0.7	0.7
Heart beat > 120% of heartbeat, Average value	0.8	0	0.2	1	0.1	0.7	0.7
Heart beat > 200% of heartbeat, Average value	0.6	0	0.4	1	0.1	0.7	0.7
Temp > 1.0 °C, and Heartbeat is higher than 150%	0.6	0.2	0.2	1	0.1	0.7	0.7
Temp > 1.0 °C, and Heartbeat is higher than 200%	0.4	0.2	0.4	1	0.1	0.7	0.7
Temp > 2.0 °C, and Heartbeat is higher than 150%	0.4	0.4	0.2	1	0.1	0.7	0.7
Temp > 2.0 °C, and Heartbeat is higher than 200%	0.2	0.4	0.4	1	0.1	0.7	0.7

Figure 3. Weight and threshold value table

#### 4. Ontology rule engine for GSR sensor

Ontology rule engine is utilizing intelligent web application attack protection and network security [10], [11] & [12]. Our ontology engine is designed referring these existing models.

Ontology rule engine for GSR sensor is shown in figure-4.

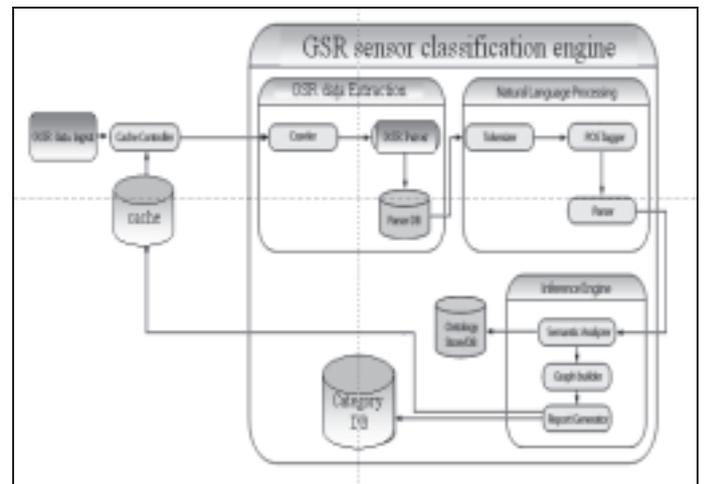


Figure 4. GSR sensor ontology rule engine

The input data are GSR sensor value, human body temperature and heartbeat value. The ontology rule was written by Ontology Web Language (OWL) and its architecture is composed of four layers as shown in figure 5. Inference layer does consistency, classification and inference by the result by the historical data with real time measured data. Rule layer is written in JENA [13] and Semantic Web Rule Language (SWRL). This layer does parsing and reasoning for rule. The ontology layer is composed by OWL API and OWL GUI. OWL GUI edits correction of data and widget. OWL API does logic cache for restriction and making of definition. The last one is conceptualization of domain layer. This layer is composed by Protégé API and Protégé GUI. Protégé GUI makes table, class and widget. Protégé API makes class, properties and individual model. All layers are connected by main Ontology database [14]. By these layers, the accuracy of GSR sensor result is enhanced.

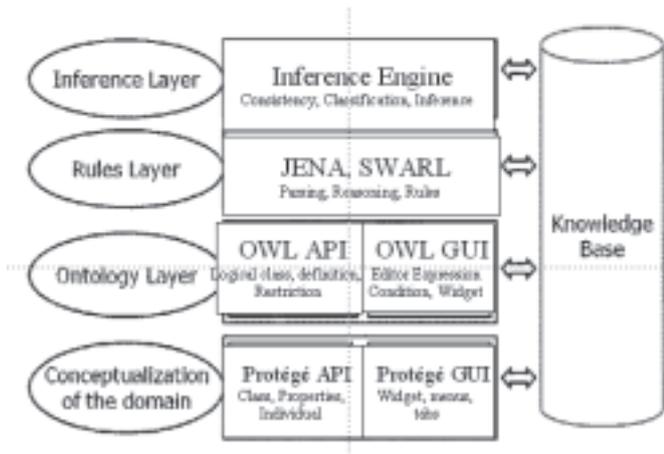


Figure 5. Ontology Design Layered Model

The class of GSR sensing data has properties, attributes system, policy, consequence, system component, input, encoding scheme, protocol and port. These classes are further sub-classified and only important one has been discussed. Class input describes the interaction of target application with other application, database, RMI or users. This class having property causing that connects with class 'Means' having subclasses 'Input Validation Error' and 'Logical Exploit'. The subclass 'Logical Exploit' is further sub-classified into the classes of 'Exception Condition', 'Race condition', 'Atomicity Error' and 'Serialization Error'. The Ontology attribute of each entity of GSR sense data is shown in Figure 6.

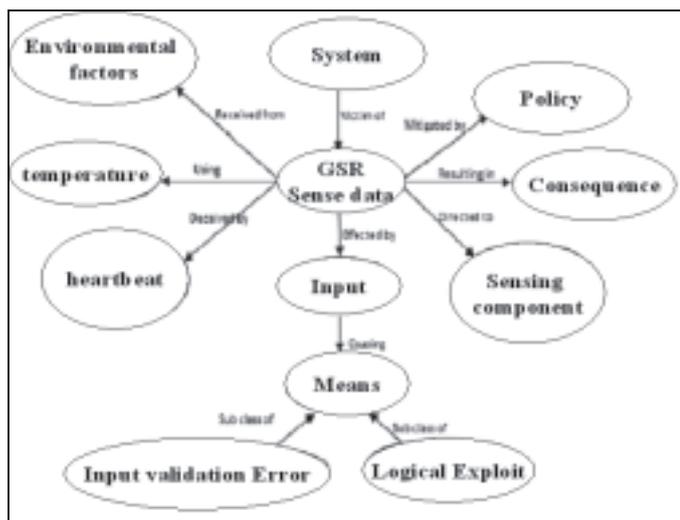


Figure 6. Ontology attribute of each entity of GSR sense data

Thus, Ontology rule engine studies by the real time measured sensor data and add ontology database to adjust more realistic value for each user.

GSR ontology has rule generator. Figure-7 is dynamic rule generation process. Every rule contains an indicator for detecting a specific GSR value of the time. Rule based reasoning is done through Inference Engine by using semantic rules and ontology model saved in the knowledge base. Inferred knowledge model given by Inference engine is queried by the Rule Generator for the generation of detection rules. Semantic Query is generated by Query builder by using Rule template. Rules Generator pass the semantic query to inferred knowledge model and populate the rule template. Rules will be stored in the Rule Cache until unless there is some update in knowledge base. Detection Rules will be fetched by the Analyzer from Rule Cache and it uses the Rule Grammar for parsing the Detection Rules and analyzer examines the incoming user requests and outgoing responses.

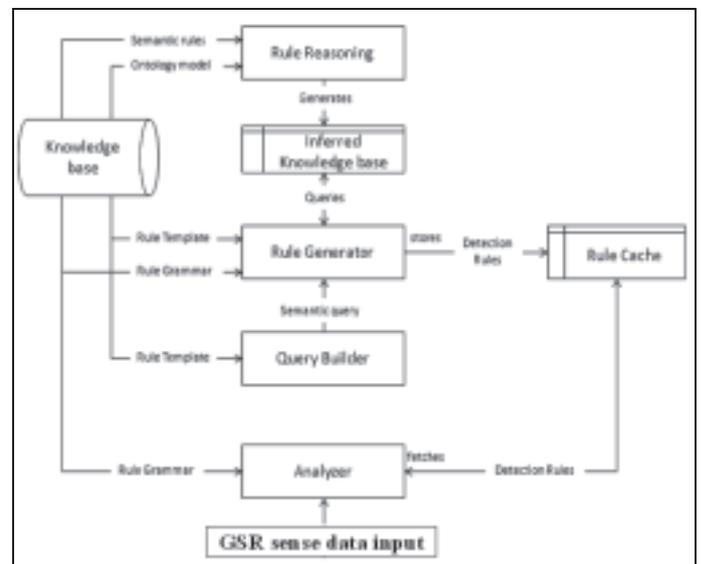


Figure 7. Dynamic Rule Generation Process

## 5. Evaluation

### A. GSR sense data test

This section evaluates GSR sense data from individual user. GSR sensing data is variable from user to user. Therefore, system needs to store individual historical data logs to estimate the average value for each user.

user	age	life status	the result of relaxed level of emotion
A	43	business man	Normal
B	50	house wife	Normal
C	66	old man	Good
D	26	business man	little stress
E	14	student	Very good
F	37	job less	big stress

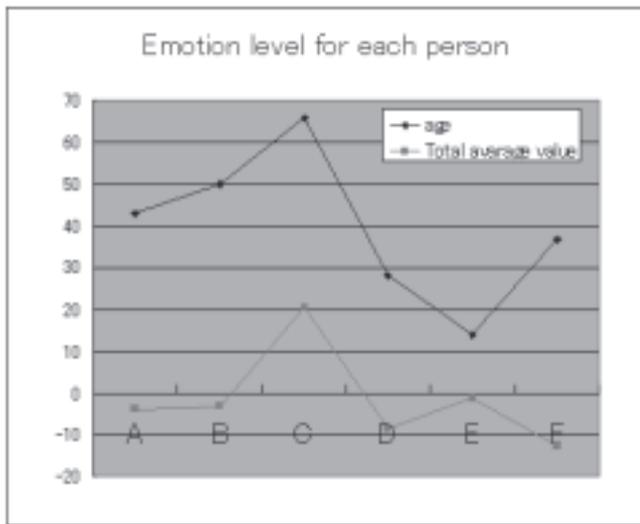


Figure 8. GSR sense data result by multiple users

Figure 8 is GSR sense data result by multiple users. Testing equipment is GSR sensor (original made) and measurement tool by MT-4520 digital multiple testers from mother-tool Inc and Windows XP SP3 OS with testing monitor tool from tester. A to F users are already registered in this service. The service measures whenever there is log in by user. The service stores all sensing data by date and by time. Sensing data is variable and changes day by day. Therefore, the result of GSR ontology sense for human emotion is influenced by these situations. It also shows user's sex type and occupation. The human emotion is very sensitive by personal mind stability. It also shows daily basis behavior. Forty-three years old businessman is high stress on Monday to Friday and these values are 18.0, 25.1, 21.0, 19.0 and 15.0. But weekend values are 22.0 and 27.0. These are much more relaxing than weekday. Fifty years old Women's GSR result is 22.0, 24.0, 26.0 and 23.0 but weekend is 9.0 and 15.0. In her case, she has some stress in weekend. Sixty-six years old man's GSR value shows much higher than other people. His value is from 41.0 to 51.0. The skin resistance value shows depend on health condition and age. Old person shows higher than other by the condition of health of person in this case. Thirty-seven years old jobless person's GSR value is unstable from 7.2 to 19.9. Therefore, service needs to study individual user's characteristic with its data to recognize individual user's features.

Figure 9 is GSR value for each person by the result of figure 7. These results are gained from same testing equipment. People emotion has been changed by the date but this graph shows each person has different average GSR values [15]. The causes are heterogeneous but skin condition and emotion stability are main factors. In history GSR is also known as or closely related to the Sympathetic Skin Response (SSR) and Skin Conductance Response (SCR) [16]. In clinical neuron

physiological literature, the response is known also as the Peripheral Autonomic Surface Potential (PASP). Most of the GSR studies in last decades are concerned with the normal values of response amplitude and latency. Also the habituation of response amplitudes during repeated stimulations has been studied. Response amplitudes vary substantially, depending on the experimental conditions.

age	life status	result of relaxed level of emotion	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
43	business man	Normal	18	25.1	21	19	15	22
50	house wife	Normal	22	24	26	22	23	19
66	old man	Good	45	47	41	46	51	44
28	business man	little stress	12.2	19.2	13	14.8	12.1	19
14	student	Very good	24	21	19	22	25	27
37	job less	big stress	7.2	19.2	15.7	9.6	8.9	17.7

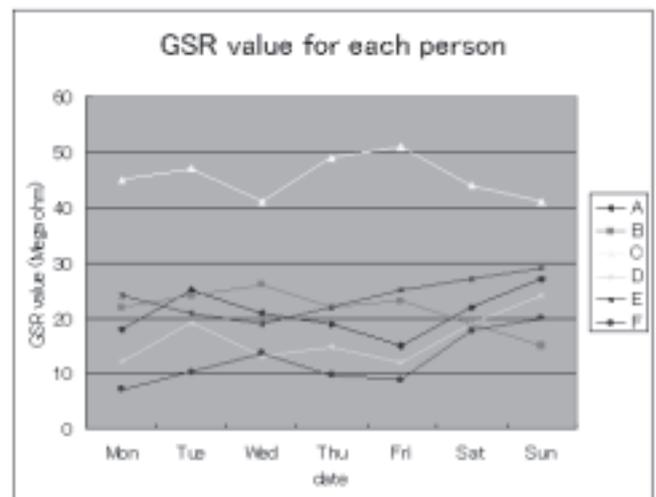


Figure 9. GSR value for each person

We measured temperature of body and heartbeat times for each person from A to F as shown in Figure-10 and 11. Each person has own range of both values and we define the emotion impact from them. The decision make that we use are plus/minus 1-degrees Celsius from weekly average value is unusual and plus/minus 20 percent from average heartbeat value is unusual. If one of them shows unusual, we determine that person is in high stress situation. Without this, we use very low weight value to add both values with GSR value.

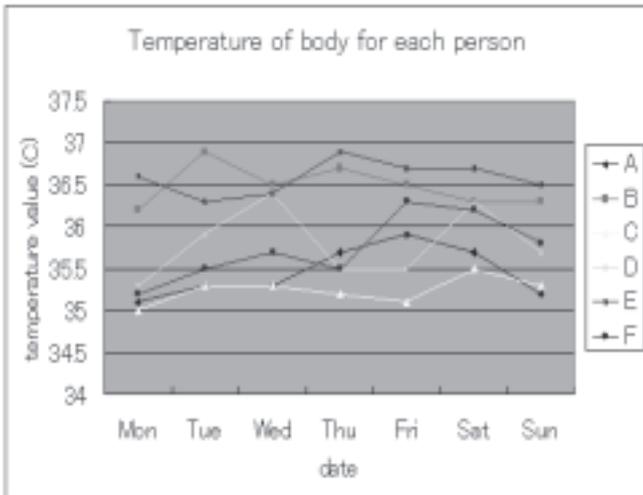


Figure 10 Temperature of body for each person

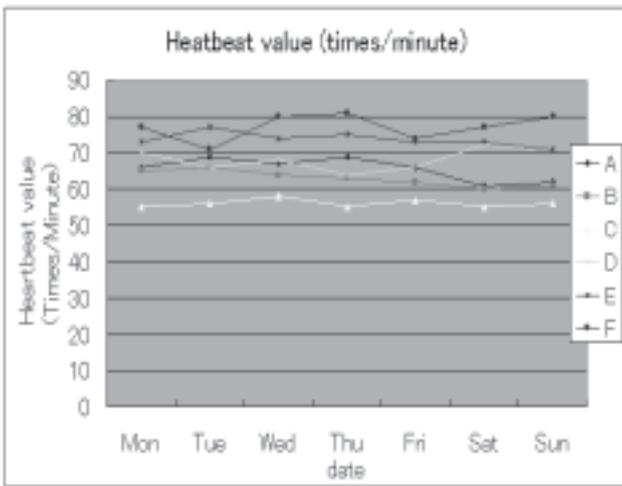


Figure 11 Heartbeat value for each person

B. Ontology engine accuracy level simulation

Evaluation carried out here includes GSR historical sense data with real time measure GSR sense data. The traditional real time measure of GSR sense data in both case are same accuracy as 50%. And historical GSR sense data is adjusted once a seven on ontology approach but traditional GSR model doesn't consider this value. It is always considering real sensing data only. Therefore, ontology GSR sensing accuracy result can maintain higher than traditional real time measure sensing data model. Accuracy rate is time consuming factor. In this simulation, we utilize  $\exp(-rt)$  curve.

$$P(GSR_{hist}) = \sum_{i=1}^n P(GSR_{hist}) * e^{-rt}$$

$$P(GSR_{real}) = P(GSR_{real}) * C$$

$$\therefore$$

$$P(total) = P(GSR_{hist}) + P(GSR_{real})$$

$$= \left( \sum_{i=1}^n P(GSR_{hist}) * e^{-rt} \right) + \left( P(GSR_{real}) * C \right)$$

Here,  
 $P(GSR_{hist})$  = GSR historical sense data accuracy  
 $P(GSR_{real})$  = real time measure sense data of GSR

Figure-12 is Ontology GSR accuracy vs. traditional GSR sensing accuracy. The accuracy rate of ontology maintains from 99.17% to 94.49% but traditional real time measure model is getting low accuracy. In this case, it drops 65.57% after 35 days. The reason of this result comes from advantage of Ontology database. Its rule utilizes historical data to adjust the average value of GSR for each user for high accuracy rate.

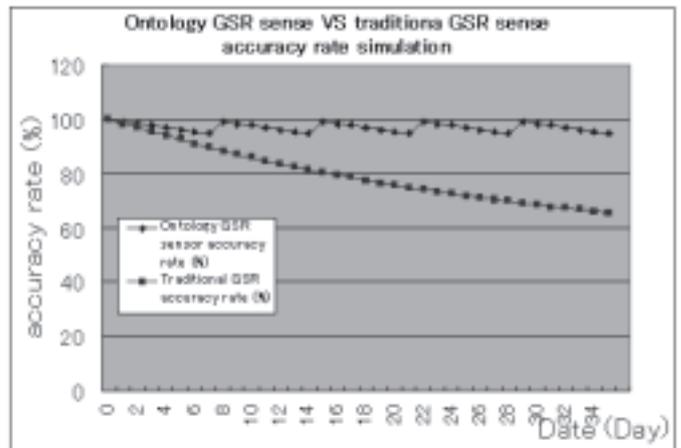


Figure 12. Ontology GSR accuracy vs traditional GSR sensing accuracy

6. Conclusion

*The healthcare service is getting high demand to old people to maintain their life condition. Web service is interoperable communication from user to user and*

*user to service provider by present ability. But traditional healthcare service provides few case of interoperable communication. It also doesn't support personal emotion sensing too. Therefore, web based healthcare service level is lower than traditional healthcare service in hospital. The solution to meet the demand of high quality healthcare, Emotion Sense Communication for Web healthcare monitoring service is proposed. The architecture of the proposal approach was shown. The evaluation of GSR value was also shown at evaluation section. The method to analyze the human emotion is utilizing GSR value and temperature and heartbeat value. The human emotion is very sensitive by personal mind stability. We measured GSR value of each person from A to F a week. It also measured daily base behavior. Forty-three years old Businessman is high stress on Monday to Friday and these values are 18.0, 25.1, 21.0, 19.0 and 15.0. But weekend values are 22.0 and 27.0. These are much more relaxing than weekday. Fifty years old Women' GSR result is 22.0, 24.0, 26.0 and 23.0 but weekend is 9.0 and 15.0. In her case, she has some stress in weekend. Sixty-six years old man's GSR value shows much higher than other people. His value is from 41.0 to 51.0. The skin resistance value shows depend on health condition and age. Old person shows higher than other by the condition of health of person in this case. Thirty-seven years old jobless person's GSR value is unstable from 7.2 to 19.9. Therefore, service needs to study individual user's characteristic with its data to recognize individual user's features. We also measured temperature and heartbeat value from A to F to consider decision making of emotion level. The weight value of temperature and heartbeat is lower than GSR value. But when the value exceeds a threshold, it becomes a heavy weight value. To help decision make from the emotion, we designed GSR ontology rule engine to infer the emotion for individual user. Analyzing GSR value of each person's historical data, ontology engine using OWL, JINA API, Protege API, GUI and inference layer is utilized in this paper. This approach shows high accuracy rate than traditional GSR data mining. The accuracy rate of ontology maintains from 99.17% to 94.49% but traditional real time measure model is getting low accuracy. In this case, it drops 65.57% after 35 days. Thus, historical data of GSR value by ontology analyzing shows each person's emotion situation with high accuracy. The conclusion of this approach shows the potential to detect the before illness status as pre-disease, near future.*

*Our next step or our research is investigation of the*

*specific relationship between GSR with human healthcare data with a long-term period with heterogeneous type of person.*

## REFERENCES

- [1] Hironao Takahashi, Hafiz Farooq Ahmad, Kinji Mori, "Layered Memory Architecture for High IO Intensive Information Services to Achieve Timeliness", 11th IEEE High Assurance Systems Engineering Symposium (HASE 2008), 3-5 Dec. 2008 Nanjing, China, pp. 343-349.
- [2] Hironao Takahashi, Hafiz Farooq Ahmad, Kinji Mori, "Balanced Memory Architecture for High I/O Intensive Information Services for Autonomous Decentralized System", The 9th International Symposium on Autonomous Decentralized Systems (ISADS 2009), Athens, Greece, March 23-25, 2009
- [3] Kinji Mori, Akio Shiibashi, "Trend of Autonomous Decentralized System Technologies and Their Application in IC Card Ticket System" IEICE transactions Vol.E92-B No2 Feb 2009
- [4] BIOFEEDBACK Methods and Procedures in clinical practice ( 1977) written by George D Fuller, Ph.D.
- [5] Reich, W. 'Experimentelle Ergebnisse ueber die electrische Funktion von Sexualitat und Angst' (Sexpolverlag, Copenhagen, 1937). Translated as 'Experimental investigation of the electrical function of sexuality and anxiety' in J. of Orgonomy, Vol. 3, No. 1-2, 1969.
- [6] Conesa, J. (1995). Electrodermal palmar asymmetry and nostril dominance. *Perceptual and Motor Skills*, 80, 211-216
- [7] Montagu, J. D.; Coles, E. M. *Psychological Bulletin*, Vol 65(5), May 1966, 261-279. Mechanism and measurement of the galvanic skin response.
- [8] Cornell GSR class project: Electrodermal activity meter [https://instruct1.cit.cornell.edu/courses/ee476/FinalProjects/s2006/hmm32\\_pjw32/index.html](https://instruct1.cit.cornell.edu/courses/ee476/FinalProjects/s2006/hmm32_pjw32/index.html) browsed at June 3rd 2012/06/03
- [9] electrocnic dyagnostic devise : <http://www.quackwatch.org/01QuackeryRelatedTopics/electro.html> browsed at 2012-06-03
- [10] Stefan Fenz and Edgar Weippl "Information Security Fortification by Ontological Mapping of the ISO/IEC 27001 Standard" 2008.
- [11] Almut Herzog, Nahid Shahmehri, Claudiu Duma, "An Ontology of Information Security" *International Journal of Information Security and Privacy*, Volume 1, Issue 4, 2007.
- [12] Steve Pettit, Sanctum Inc. "ANATOMY OF A WEB APPLICATION: Security Considerations" White Paper July, 2001
- [13] Jena – A Semantic Web Framework for Java, <http://jena.sourceforge.net/>
- [14] Gustavo Isaza, Andrés Castillo, Manuel López, Luis Castillo Towards Ontology-Based Intelligent Model for Intrusion Detection and Prevention *Journal of Information Assurance and Security*, 376-383,5 (2010)
- [15] GSR <http://it.uku.fi/biosignal/research/gsr.shtml> browsed at 2012-06-03
- [16] Makoto Sato, Chie Morita and Miwako Tdoi, Human action recognition using physiological and acceleration data † TOSHIBA Corp. Research & Development Center IPSJ No65 conference 3T5B-2 page 239 to 242.



**Rikyo Takahashi** He researches computer security algorithm and cloud computer technology at Department of Applied informatics, Faculty of Science and Engineering, HOSEI University and joins University of Tokyo interfaculty initiative information studies department from 2013. Also he is researching ontology data classification at DTS, Inc as a internship researcher.



**Hironao Takahashi** received PhD degree in Computer Science in 2010 from Tokyo Institute of Technology and received the MS degree in MOT in 2006 Tokyo University of Science. His research area is High speed I/O system architecture on Autonomous Decentralized System. He invented Data Transmission System technology architecture and is holding nine patents of this field. He is member of IEEE, IEICE, IEE and IPSJ.



**Khalid Mahmood Malik** received PhD degree in Computer Science in 2010 from Tokyo Institute of Technology He is researching Ontology security, Ontology URL classification and semantic community creation. He also researches Autonomous Decentralized Mobile Network system, Data Transmission System architecture at DTS, Inc. IEEE member.

## オートタキシンノックダウンによる がん細胞の浸潤・転移への影響

後藤真里<sup>1,3</sup>, 内山綾子<sup>2</sup>, 藤原優子<sup>3</sup>, Junming YUE<sup>3</sup>,  
Gabor TIGYI<sup>3</sup>, 室伏きみ子<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> お茶の水女子大学 サイエンス&エデュケーションセンター  
〒112-8610 東京都文京区大塚2-1-1

<sup>2</sup> お茶の水女子大学 人間文化創成科学研究科  
〒112-8610 東京都文京区大塚2-1-1

<sup>3</sup> University of Tennessee, Department of Physiology  
894 Union Avenue Memphis, TN 38163, USA

e-mail: [gotoh.mari@ocha.ac.jp](mailto:gotoh.mari@ocha.ac.jp), [murofushi.kimiko@ocha.ac.jp](mailto:murofushi.kimiko@ocha.ac.jp)

**Keywords:** がん細胞, 浸潤, 転移, オートタキシン, リゾホスファチジン酸

### 要旨

リゾホスファチジン酸 (LPA)は、がん細胞の生存、増殖、浸潤・転移などを亢進させる生理活性脂質である。近年、生体内でリゾホスファチジルコリンから LPA を産生する酵素としてオートタキシン(ATX)が同定された。これまでに、ATX ががん細胞の浸潤・転移に深く関与することや、悪性度の高いがん細胞では ATX を高発現していることなどが報告されていることから、ATX の活性を制御することにより、がん治療が可能になることが期待される。本研究では、ATX ノックダウン細胞株を作製し、がんの悪性度の指標となる、がん細胞の増殖、浸潤・転移能について調べることを目的とし、検討を行った。

### 今後の展望

本研究において、ATX の発現を抑制したがん細胞では、浸潤・転移が有意に抑制されることが *in vitro*、*in vivo* の実験から明らかになった。この結果は、がんに対する新規治療法として、ATX 阻害剤が高い効果を持つ可能性を示唆する。我々は、環状ホスファチジン酸(cPA)が ATX の活性を阻害し、がん細胞の浸潤・転移を抑制する結果を得ている。今後、がん細胞の浸潤および転移を抑制することで、がん治療の効果を高める新規の制がん剤として、cPA を応用・開発していくことを計画している。

# Effects of autotaxin knock-down on tumor cell invasion and metastasis

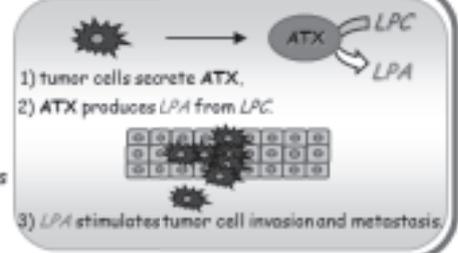
○Mari GOTOH<sup>1,2</sup>, Ayako UCHIYAMA<sup>1</sup>, Yuka FUJIIWARA<sup>2</sup>, Junming YUE<sup>2</sup>, Gaber TIGYI<sup>2</sup>, Kimiko MURAKAMI - MUROFUSHI<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Biology, Ochanomizu University, 2-1-1 Ohtsuka, Bunkyo-ku, Tokyo 112-8610  
<sup>2</sup> Department of Physiology, University of Tennessee, 894 Union Avenue Memphis, TN 38163  
 e-mail: gotoh.mari@ocha.ac.jp, murofushi.kimiko@ocha.ac.jp

## Introduction

Lysophosphatidic acid (LPA) is a bioactive lipid that stimulates tumor cell migration and metastasis. LPA is produced from extracellular lysophosphatidylcholine (LPC) by lysophospholipase D activity of autotaxin (ATX). Various kinds of malignant human tumor cells highly express ATX, and the ATX expression correlates with the invasive and metastatic properties of tumors.

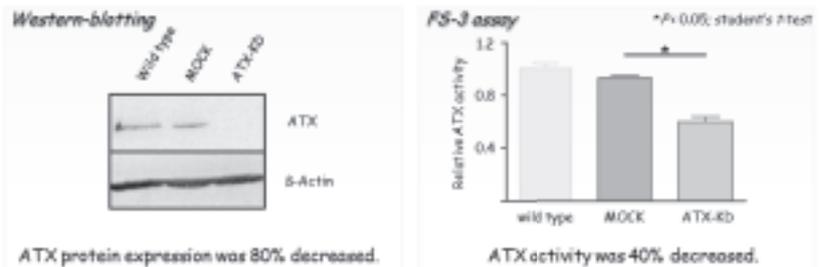
In this study, we established ATX knock-down murine B16F10 melanoma cells (B16F10-ATX-KD) by RNA interference. And the effects of ATX knock-down on tumor cell *in vitro* migration and *in vivo* metastasis were investigated.



## Establishment of ATX knock-down murine B16F10 melanoma cells

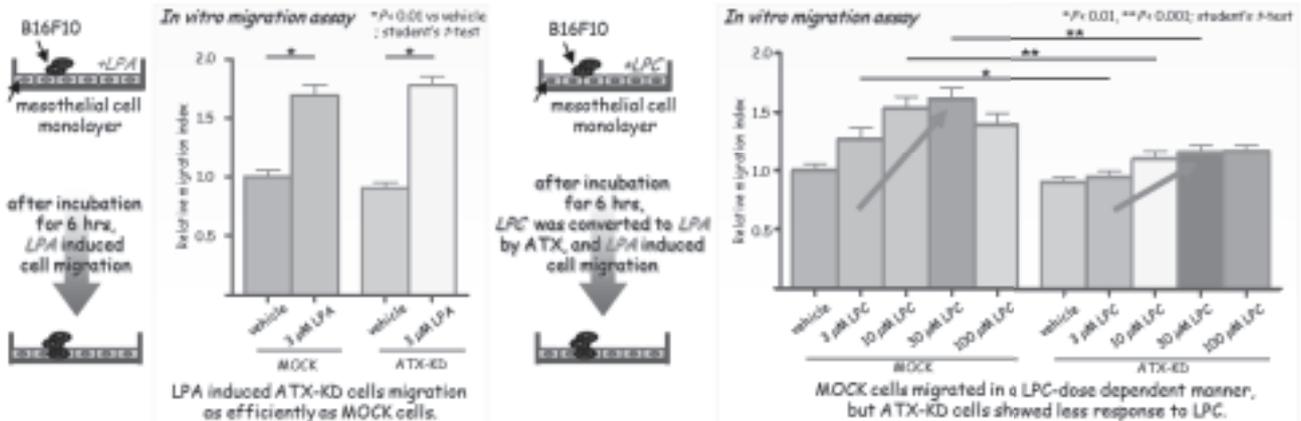
ATX knock-down murine B16F10 melanoma cells (B16F10-ATX-KD) were established by RNA interference.

Knock-down efficiency of ATX expression was analyzed by quantitative PCR (data not shown) and Western-blotting. ATX activity was measured by FS-3, which fluoresces upon cleavage by lysophospholipase D.



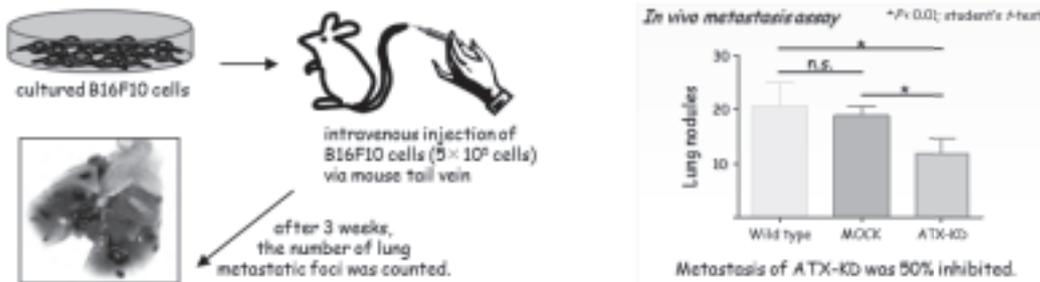
Compared with B16F10-Mock cells, ATX expression and enzyme activity of B16F10-ATX-KD cells were decreased.

## In vitro migration activity of B16F10-ATX-KD



Compared with B16F10-Mock cells, *in vitro* migration activity of B16F10-ATX-KD cells was decreased.

## In vivo metastasis activity of B16F10-ATX-KD



Compared with B16F10-Mock cells, *in vivo* metastasis of B16F10-ATX-KD cells was decreased.

## Conclusion

We demonstrated that inhibition of ATX expression and activity in malignant tumor cells drastically decreased tumor cell invasion and metastasis. The negative regulation of ATX may be a possible new tool for the cancer therapy.

## 第 12 回 人間情報学会ポスター発表集

---

平成 24 年 11 月 30 日発行

発行所 人間情報学会  
〒100-0006 東京都千代田区有楽町 1-12-1 新有楽町ビル 247  
Tel. 03-5252-7382 Fax. 03-5252-7386  
E-mail: [admin@npowin.org](mailto:admin@npowin.org)  
URL: <http://www.ahi-soc.info/>

印刷所 新高速印刷株式会社