Evaluation of the Driver's Temporary Arousal Level by Facial Skin Thermogram

Ryo Sakamoto Student Member (Aoyama Gakuin University, sakamoto@biel.ee.aoyama.ac.jp)

Akio Nozawa Member (Aoyama Gakuin University, akio@biel.ee.aoyama.ac.jp)

Hisaya Tanaka Member (Kogakuin University, hisaya@cc.kogakuin.ac.jp)

Tota Mizuno Non-member (Aoyama Gakuin University, mizuno@biel.ee.aoyama.ac.jp)

Hideto Ide Member (Aoyama Gakuin University, ide@ee.aoyama.ac.jp)

Keywords: facial skin thermogram, thermography, wind, heater, arousal level

Recently, established transportation system is actively done to the research on ITS that starts achieving a more excellent traffic environment by using most-advanced information and communications technology. We studied the method of evaluating arousal level of human based on facial skin thermal image analysis. Facial skin thermal image can be easily measured by noncontact with an infrared rays thermography device. The temperature of the face skin depends on the blood flow. In the case of the sympathetic nerve has a superiority over the parasympathetic nerve, peripheral vasoconstriction constrict, the flow decreases and the temperature decreases. The other way parasympathetic nerve has a superiority over the sympathetic nerve, rise the temperature of nasal. However it is said that facial skin thermogram have a susceptibility to environmental variation. Therefore in this paper, how much the facial skin thermogram effected the influence of the outside environment was examined.

Figure 1 shows the effect of the disturbance on facial skin thermogram at rest. Both the nose and the forehead have been decreased rapidly disturbance simultaneously. However, the influence of the outside environment was able to be removed by taking the difference between the nose and the forehead. Figure 2 shows the change of temperature on tracking task. An autonomic activity was able to be measured by the change of the temperature of the nose when there was a change in the outside environment.

Consequently the tolerance to the environment of the facial skin thermogram was shown.

Fig. 1. effect of disturbance on facial skin thermogram

Fig. 2. change of temperature on tracking task

顔面熱画像によるドライバーの覚醒評価 —周辺温度と風量の影響—

学生員 坂本 涼* 正員 野澤 昭雄*
正員 田中 久弥** 非会員 水野 統太*
正員 井出 英人*

Evaluation of the Driver's Temporary Arousal Level by Facial Skin Thermogram —Effect of Surrounding Temperature and Wind on the Thermogram—

Ryo Sakamoto*, Student Member, Akio Nozawa*, Member, Hisaya Tanaka**, Member,
Tota Mizuno*, Non-member, Hideto Ide*, Member

Recently, established transportation system is actively done to the research on ITS that starts achieving a more excellent traffic environment by using most-advanced information and communications technology. We studied the method of evaluating physiological state of human based on facial skin thermal image analysis. However it is said that facial skin thermogram have a susceptibility to environmental variation. In this paper, how much the facial skin thermogram effected the influence of the outside environment was examined. As a result, when there is no stressor from the outside, the environmental variation can be removed by calculating the temperature of (nasal - forehead). On the other hand, in the case of giving subject the stressor, the change of temperature appeared only nose.

キーワード：顔面熱画像，サーモグラフィ，ファン，ヒーター，覚醒水準

Keywords: facial skin thermogram, thermography, fan, heater, arousal level

1. はじめに

近年，自動車免許保有者数，自動車保有台数の増加に伴い交通事故発生件数が増加傾向にある。警察庁交通局発表の平成 16 年度法令違反別死亡事故によれば，最高速度違反や信号無視等のいわゆる危険走行型の違反による事故の比率が低下している一方で，脇見や漫然運転等の不注意型の事故は増加傾向にあり全体の 27.2%を占めている。漫然運転には長時間運転することによる疲労の蓄積・覚醒度低下に起因する居眠り運転が含まれている。特に高速道路での大型車の事故原因の 40%が居眠り運転を占めている。このように覚醒低下が起因する居眠り運転による自動車事故は大きな社会問題となっており，ドライバーの生理・心理状態を客観的かつ定量的に評価することは交通安全の観点

から重要な課題となっている。

こうした背景から最先端の情報通信技術を用いて，人と道路と車両とをネットワークすることによって従来の道路交通システムをより安全性，円滑性，快適性に優れた交通環境を実現しようとする高度道路交通システム (ITS: Intelligent Transport System) に関する研究が盛んに行われている。ITS は 9 つの開発分野から構成されており，その中の 1 つに安全運転の支援が挙げられる。さらに安全運転の支援は走行環境情報の提供，危険警告，運転補助，自動運転の 4 つの項目で構成され，特に覚醒低下を早期に検出し警告を促すといったシステムに関する研究例が多く報告されている。運転中のドライバーの覚醒低下検出には，操舵角・蛇行量・アクセル・ブレーキ操作・車速等の運転操作や車両情報を用いる方法⁽¹⁾⁽²⁾と，脳波・心拍・皮膚電位反応・瞬目・顔表情等の生体情報を用いる方法^{(3)~(6)}が報告されている。しかしこれらの生体情報を測定するには一般的にドライバーにセンサーを装着する必要があるため，接触計測すること自体がドライバーに精神的・物理的負担となる可能性がある。一方，我々は非接触かつ低拘束で容易に計測することが出来る赤外線サーモグラフィ装置を用いて測定した顔面熱画像による覚醒水準の評価方法について検討してき

* 青山学院大学

〒 229-8558 神奈川県相模原市淵野辺 5-10-1

Aoyama Gakuin University

5-10-1 Fuchinobe, Sagami-hara, Kanagawa 229-8558, Japan

** 工学院大学

〒 163-8677 東京都新宿区西新宿 1-24-2

Kogakuin University

1-24-2 Nishi-shinjuku, Shinjuku-ku, Tokyo 163-8677, Japan

た⁽⁷⁾⁽⁸⁾。一般に生理・心理状態の変化に伴い、交感神経系の血管収縮作用を中心とした自律神経系活動により血流量変化が生じる。特に鼻部周辺には、毛細血管の血流量を調整する動静脈吻合血管(AVA:Arteriovenous anastomoses)と呼ばれる動脈と静脈の吻合部(抹消皮膚血管)が集中し、他の体部位と比較して多い。さらに、血管が他の部位では脂肪層の下を走っているのに対し、鼻部周辺においては皮膚と鼻骨のわずかな隙間を走っている。皮膚温度は血流量の変化に依存するため生理・心理状態が鼻部皮膚温度に顕著に現れる。副交感神経優勢時には、AVAを通る血流量が増加することにより鼻部皮膚温が上昇する。逆に交感神経が優勢時には血流量の減少により温度が下降する。一方、額部は体幹部に位置し、AVAの密度が低いため自律神経活動の変化による血流変化が少ない。従って、額部皮膚温と鼻部皮膚温との温度差(以下、差分温度と記す)の時間的変化を測定することは、交感神経系・副交感神経系の亢進を間接的に計測することが出来る。これらの事から運転中のドライバの生理量測定には、赤外線サーモグラフィ装置は都合がよい。しかしながら顔面熱画像は日光や風等の外部環境の変化に弱いとされ、通常は温度・湿度・照度等を統制した実験室内で行われ顔面熱画像の環境に対する耐性についての研究例は僅かである⁽⁹⁾。

そこで本研究は、覚醒低下を誘起する単調な疑似運転課題を与えた被験者の顔面に直接ファン、ヒーターを曝露しこれらの外乱が顔面熱画像に及ぼす影響を評価する。結果として、定常的な外乱環境下では疑似運転課題時に、差分温度を取る事により自律神経の活動を測定することが出来た。さらに差分温度変化の傾向は、外部環境の変化によらず覚醒水準の有力な指標である波パワーや主観的覚醒度、顔表情と傾向が一致し被験者の覚醒水準を反映しているという結果が得られたので報告をする。

2. 実験

2.1 曝露実験 ドライビングシミュレーター実験に先立ち安静状態における外乱の顔面熱画像への影響について検討した。

2.1.1 実験方法 計測システムと計測スケジュールを図1に示す。被験者は安楽安静状態で着座する。被験者の鼻尖から1.0mの位置に赤外線サーモグラフィ装置(TH3102 NEC三栄製)を設置しPCにより制御し顔面熱画像を取得する。本装置の熱画像サイズは255×239pixel、温度分解能は0.08である。図2に温度取得領域を示す。鼻部抽出領域は35×50pixel、額部抽出領域は30×20pixelとしそれぞれ平均温度を算出した。さらに被験者前方80cmにファン、ヒーターを設置した。被験者は22~23歳の健康成人3名である。

2.1.2 実験結果および考察 図3,4に閉眼安静時にファン、ヒーターをそれぞれ曝露した場合の鼻部皮膚温、額部皮膚温、差分温度の時系列変化を示す。図中の縦線が外乱を曝露した時間である。ファン、ヒーターどちらも曝

露した時刻から鼻部・額部共に急激な温度変化が見られた。外乱による鼻部・額部の温度変化は自律神経系の活動による血管収縮に伴う温度変化と比較して、大きく急峻である。ここで曝露した時間内での鼻部の最大温度変位を X 、差分温度変位を x とおく。差分温度による外乱影響の改善率 $(X - x)/X$ を表1に示す。外乱の皮膚温に対する影響は、鼻部及び額部の形状的、構造的差異にも関わらず同様である。従って鼻部と額部の差分温度を求める事で、外乱の影響を87.5%以上改善することが可能であることが示された。

2.2 ドライビングシミュレーター実験 覚醒低下を誘起する単調な疑似運転課題を被験者に与え、外乱が顔面熱画像に及ぼす影響を検討し、顔面熱画像により覚醒水準の評価を行った。

2.2.1 実験システム 実験は、疑似運転システムを室内に設置し、被験者に操作させた。実験装置の構成と計測スケジュールを図5に示す。シートは実物の自動車用シートを用いた。操作部として、被験者の手元に操舵ハンドルを設置し、足元にはブレーキペダルを設置する。操作部からは、操舵量、主観的覚醒度変動量、およびブレーキトリガが出力され逐次記録される。被験者前方には80インチのプロジェクションスクリーンを配置し液晶プロジェクションを介してスクリーンに実行画面を映写する。

2.2.2 生理指標 生理指標の測定には赤外線サー

図1 計測システムと計測スケジュール

Fig. 1. Measurement system and schedule of measurement.

図2 温度取得領域

Fig. 2. Acquisition area of temperature.

図 3 安静時におけるファンの影響

Fig. 3. effect of fan on facial skin thermogram.

図 4 安静時におけるヒーターの影響

Fig. 4. effect of heater on facial skin thermogram.

表 1 曝露実験における温度変化

Table 1. change of temperature on exposure experiment.

	1min			2min		
	X	x	corr.	X	x	corr.
fan	-0.98	0.01	98.9	-1.22	0.12	90.1
heater	0.40	0.05	87.5	0.56	0.01	98.2

図 5 計測システムと計測スケジュール

Fig. 5. Measurement system and schedule of measurement.

モグラフィ装置, 脳波計, ベッドサイドモニタを用いる。赤外線サーモグラフィ装置は被験者の鼻尖から 1.0m の位置

図 6 撮影画像

Fig. 6. Photography image.

表 2 被験者のグループ

Table 2. Subject group.

group	subject	disturbance
group a	age 22 ~ 23 4subjects A ~ D	nothing
group b	age 22 ~ 23 4subjects E ~ H	wind
group c	age 22 ~ 23 4subjects I ~ L	heat

に設置する。脳波の導出電極は国際 10-20 法に基づく 3 点 (F3, F4, Pz) とし, 電極ボックスを介して脳波計 (日本光電製 EEG-2110) に接続する。また, 心電図測定用の電極は, 左鎖骨下窩 (N), 右鎖骨下窩 (-), および左前腋窩線上最下肋骨 (-) の 3 点に装着する (II 誘導近似)。心電図出力はベッドサイドモニタ (日本光電製 BSM-3201) を介して脳波計の DC 入力部に接続する。脳波計のサンプリング周波数は 500Hz とする。被験者前方には顔表情撮影用と俯瞰撮影用の 2 台の CCD カメラを設置する。2 つの CCD カメラ画像と顔面熱画像は, 画面分割装置 (朋栄製 MV-40F) により LCD ディスプレイ装置に表示すると共に HDD レコーダにて記録する。

2.2.3 疑似運転課題 被験者に与える作業は, 直線とカーブで構成される道路から自動車が逸脱しないように操舵ハンドルを操作し車両を左右に移動させる単調なトラッキング課題とする。トラッキング課題中, 約 15 秒毎に認知ターゲットとして青信号または赤信号が画面上に表示され, 被験者は赤信号に対してのみブレーキペダルを踏む。青信号と赤信号の出現比率は 3 : 1 とする。さらに疑似運転課題中に被験者が覚醒の変動を自覚した場合にはステアリングに付加されている覚醒度変動報告ボタンを押す。覚醒度変動報告ボタンはプラスとマイナスがあり, 被験者が眠気・覚醒低下を自覚したらプラスボタンを押す, 覚醒を自覚したらマイナスボタンを押す。測定が円滑に正しく行われるために, 被験者にはあらかじめ実験の主旨や測定の流れ等を詳しく説明した。トラッキング課題の計測はタスク開始の 4 分前から開始し, 疑似運転課題終了後の 4 分間の計 48 分間とする。

2.2.4 実験条件 サーカディアンリズムによる影響を防ぐため被験者の前日の睡眠時間を 8 時間程度に制限し, 実験は当日の起床後 6 時間以上, 食後 2 時間以上とした。臨床試験の条件に従い, 室温は 25 ± 1.0 , 照度 200lx と

し被験者の室温の馴化を考慮し実験は入室 15 分後に開始した⁽¹⁰⁾。また実験直前の喫煙、過度の運動、カフェインの摂取は禁止した。外乱は安静時から与え、実験中の着衣量は一定とした。被験者のグループは、外乱により表 2 に示す 3 つにわけた。

3. 実験結果および考察

図 7~9 に各グループ 1 名の被験者の生理量の変化を示す。まず外乱がない場合の被験者 A の結果について述べる。

3・1 顔面皮膚温 ドライビングタスク開始後に急激に鼻部皮膚温が下降しているが、これは疑似運転課題がストレッサーとなり交感神経が優勢になったためと考えられる。一方額部は実験全体を通して急激な変化が見られず、疑似運転課題中でも鼻部と額部の温度差を取ることは有効であることが確認できた。その後、差分温度はしばらく低下の状態が続き緩やかに上昇し始める。温度が下がりきるまでの時間や再び上昇し始めるまでの時間は個人差があったが他の被験者でも同様の傾向を示した。

図 7 疑似運転課題時における各生理量の変化
(外乱なし、被験者 A)

Fig. 7. change of each physiological amount of tracking task (No disturbance, subject A).

3・2 波パワー 波は、覚醒低下の有力な指標であり、副交感神経が優勢時に多く出現するが、差分温度変化の上昇時刻と波パワーの増大し始める時刻が一致している。つまり差分温度変化の上昇は、単なる刺激に対する慣れではなく覚醒低下によって副交感神経が優勢になったことに起因していると言える。

3・3 主観的覚醒度 実験課題中に、被験者が覚醒の変動を自覚した場合にステアリングスイッチによって報告をする主観的覚醒度は、差分温度が低下している時間では報告量が少なく、温度の上昇に伴い報告量も増え 0.64 という相関が得られた。このことから主観的覚醒度という心理指標を生理量である差分温度変化がよく反映していると言える。しかしこの主観的覚醒度は被験者が任意で報告をするため報告量に個人差があることや報告を忘れてしまった場合等が問題点として挙げられる。さらに被験者の内観評価には自己の正当化欲求が存在するために十分な結果が得られなかったという報告もある⁽⁶⁾。そこで顔表情による眠気の官能評価を行った。

図 8 疑似運転課題時における各生理量の変化
(ファン、被験者 E)

Fig. 8. change of each physiological amount of tracking task (Fan, subject E).

図 9 疑似運転課題時における各生理量の変化 (ヒーター, 被験者 I)

Fig.9. change of each physiological amount of tracking task(Heater,subject I).

3.4 顔表情 被験者以外の5名によって, CCDカメラによって撮影された実験中の顔表情を30秒に1回評価した。なお眠気の判定は, 表3に基づいて行った。その結果, 主観的覚醒度と同様に差分温度が低下している時間は評価値にあまり変動が見られず, 温度上昇に伴い評価値も高くなり客観評価によっても差分温度変化の信頼性を得られた。

3.5 LF/HFと認知ターゲット R-R間隔を周波数解析を行い高周波成分をHF(0.04~0.15Hz), 低周波数域成分をLF(0.15~0.4Hz)とするとLF/HFの比率が交感神経と副交感神経の活動の指標になる。安静時を基準としてLF/HFが1以上で交感神経が1以下で副交感神経が優勢であると判断する。認知ターゲットに対し遅れが発生した以降にLF/HFが高い値を示しているがこれは認知が遅れた事による一過性の緊張によって交感神経が優勢になったためと考えられる。一方差分温度変化ではこのような急峻な変化はみられなかった。

3.6 環境要因 疑似運転課題時に外乱を与えた場合

表3 顔表情による眠気の判定表

Table 3. table of drowsiness by facial expression.

段階	覚醒度段階	基準
1	全く眠くなさそう	視線の移動が速く頻繁・瞬きは2秒に2回位
2	やや眠そう	唇が開いている・視線の動きが遅い
3	眠そう	瞬きはゆっくりと頻発・口の動きがある
4	かなり眠そう	意識的と思われる瞬きがある
5	非常に眠そう	瞼を閉じる・頭が前後に傾く

表4 生理指標と差分温度変化の相関係数 (全被験者)

Table 4. correlation coefficient of physiological indicator and difference temperature(all subjects).

subject	wave power	subjective sleepiness	facial expression
A	0.63	0.64	0.54
B	0.44	0.76	0.13
C	0.04	0.26	-0.12
D	0.31	0.72	0.63
E	0.63	0.84	0.77
F	0.31	0.87	0.84
G	0.27	0.78	0.83
H	0.40	0.28	-0.18
I	0.14	0.71	-0.13
J	0.06	0.34	0.58
K	0.27	0.63	0.13
L	0.14	0.80	0.65
mean ± SD	0.30 ± 0.19	0.63 ± 0.21	0.38 ± 0.39

には鼻部にのみ温度変化が見られた。さらにその温度変化は, 図7に示した外乱がない場合の実験結果と同様の傾向を示している。すなわちこれは定常的な外乱が鼻部及び額部皮膚温度に対して一定のバイアスとして作用している事を示唆している。自律神経によって起こる血管の収縮, 拡張作用は外乱のバイアス作用に影響されず鼻部皮膚温の相対的な変動として確認する事が出来た。以上の事より顔面熱画像の環境要因に対する耐性を示した。

3.7 個人差の検討 表4に, 全被験者の差分温度変化と各指標との相関係数を示す。波に関しては被験者A, B, Eを除き相関係数が0.4以下と低い値となった。これはトラッキング課題や認知ターゲット等の多くのタスクを与える事によって, 常に視覚刺激や身体動作を伴い波が発現しにくい状態になった被験者が多かったためと考えられる。また被験者A, D, E, F, G, Lでは差分温度変化と主観的覚醒度, 顔表情との相関係数が共に0.5以上の高い相関が得られた。ここで表中太字で示した被験者B, I, Kでは顔表情との相関係数は低かったが, 一方で主観的覚醒度は高相関が得られた。これより可視画像では判断出来ない主観量を顔面熱画像では捉えていると考えられる。更に, 差分温度変化は主観量との相関係数のばらつきが最も少なくかつ, 高相関が得られた。

4. まとめ

本研究は, 覚醒低下を誘起する単調な疑似運転課題を与えた被験者の顔面に外乱を与えこれらの外乱が顔面熱画像

に及ぼす影響を評価した。その結果、安静時には、鼻部と額部の差分温度を取ることにより外乱による影響を 87.5%以上改善出来ることを確認した。さらに疑似運転課題中に外乱を与えた場合には、外乱が鼻部及び額部皮膚温度に対して定常的な一定のバイアスとして作用している事が示唆され、自律神経によって起こる血管の収縮、拡張作用は外乱のバイアス作用に影響されず鼻部皮膚温の相対的な変動として確認された。さらにその差分温度変化の傾向は外乱がない場合と同様の結果を示した。以上より顔面熱画像の外乱環境に対する改善方法を示し、顔面熱画像によるドライバーの一過性覚醒水準の評価の可能性を示した。
(平成 17 年 10 月 26 日受付, 平成 18 年 2 月 17 日再受付)

文 献

- (1) M. Okushima, E. Nagano, T. Sasaki, T. Taguchi, and K. Sakakibara: "Research of detecting driver's arousal level", Trans. of Soc. of Automotive Eng. of Jan., No.99-04, pp.11-14 (2004-4) (in Japanese)
奥島美帆・長野英治・佐々木隆・田口敏行・榊原清美:「ドライバの覚醒度検出手法の研究」, 自動車技術会学術講演会前刷集, 99-04, pp.11-14 (2004-4)
- (2) H. Oyama and T. Arakawa: "Development of Warning System that Estimates Driver's Arousal Level Based on Unsteady Driving Phenomenon and Evaluation of Driver's Condition Based on EEG", Trans. of Soc. of Automotive Eng. of Jan., Vol.58, No.12, pp.89-94 (2004-12) (in Japanese)
小山 哉・荒川俊也:「ふらつき運転によるドライバ覚醒レベル推定警報システムの開発と脳波によるドライバ状態評価」, 自動車技術, 58, 12, pp.89-94 (2004-12)
- (3) K. Hayashi and K. Oguri: "Evaluation of Mental Load during Driving By Bio-signal Analysis", The Inst. of Electron., Inf. and Commun. Eng., Vol.103, No.489, pp.13-18 (2003) (in Japanese)
林 克樹・小栗宏次:「生体情報解析による自動車運転時の精神負荷推定」, 信学誌, 103, 489, pp.13-18 (2003)
- (4) 荒木 学・屋井鉄雄・平田輝満:「バイオフィードバックによる居眠り運転防止方法の評価」, 土木計画学研究・講演集, Vol.30, pp.VII (2004)
- (5) 柳平雅俊・安土光男:「車両における複合情報計測による安全運転支援技術」, 計測制御, Vol.44, No.3, pp.210-215 (2001-3)
- (6) S. Kumakura, T. Hara, and Y. Goi: "Predicting Changes in Drivers' Drowsiness Level During Prolonged Driving: Extracting long blinks from EOG data", Trans. of Soc. of Autom. Eng. of Jan., Vol.29, No.1, pp.155-159 (1998-1) (in Japanese)
熊倉佐恵・原 徹・五井美博:「瞬き閉じ時間を用いた自動車運転時の覚醒度評価手法」, 自動車技術会論文集, 29, 1, pp.155-159 (1998-1)
- (7) K. Shimada, H. Tanaka, and H. Ide: "The evaluation method of arousal level by local fractal analysis of facial skin temperature", T. IEE Japan, Vol.120-C, No.10, pp.1429-1434 (2000-10) (in Japanese)
島田 賢・田中久弥・井出英人:「顔面皮膚温の局所フラクタル次元解析による覚醒水準の評価法」, 電学論, 120-C, 10, pp.1429-1434 (2002-10)
- (8) K. Nagumo, H. Zenju, A. Nozawa, H. Ide, and H. Tanaka: "Evaluation of Temporary Arousal Level using Thermogram Images", 19th Sensing Forum, pp.95-98 (2002) (in Japanese)
南雲和之・善住秀行・野澤昭雄・井出英人・田中久弥:「顔面熱画像を用いた一過性覚醒評価」, センシングフォーラム資料, Vol.19, pp.95-98 (2002)
- (9) K. Ishikawa, H. Genno, M. Ohsuga, Y. Nishio, Y. Oda, and T. Oya: "Evaluation of Stress Using Facial Skin Temperature Under Various Environmental Conditions", The Soc. of Instrument and Control Eng., Vol.13, pp.537-540 (2001) (in Japanese)

石川恵子・源野広和・大須賀美恵子・西尾恭幸・織田弥生・大矢高司:「種々の環境化における顔面皮膚温によるストレス評価」, 生体・生理工学シンポジウム論文集, 13, pp.537-540 (2001)

- (10) 藤正 巖・蟹江良一・石垣武男:「最新医用サーモグラフィ—熱画像診断テキスト—」, 日本サーモロジー学会 (1999)

坂 本 涼 (学生員) 2005 年青山学院大学理工学部電気電子工学科卒業。現在、同大学大学院理工学研究科博士前期課程在籍。

野 澤 昭 雄 (正員) 1997 年青山学院大学大学院理工学部研究科博士前期課程修了 (電気電子工学専攻)。現在、青山学院大学理工学部電気電子工学科助手。

田 中 久 弥 (正員) 1997 年工学院大学大学院工学研究科修士課程修了 (情報工学専攻)。生体情報工学の研究に従事、青山学院大学理工学部電気電子工学科助手、広島市立大学情報科学部認知数理学科講師を経て現在、工学院大学情報科学研究教育センター講師。工博。電子情報通信学会, 日本 ME 学会各会員。

水 野 統 太 (非会員) 2001 年東京理科大学大学院理工学研究科修士課程修了 (理数教育専攻)。2001 年度より 2005 年度まで、青山学院大学理工学部物理・数理学科助手。現在、同大学大学院理工学研究科博士後期課程在籍。

井 出 英 人 (正員) 1970 年工学院大学大学院工学研究科修士課程修了 (電気工学専攻)。1985 年 UCLA 応用科学科客員研究員。1986 年 UCLA 脳研究所客員教授。感覚の計測, 感覚代行の研究に従事。青山学院大学理工学部講師, 助教授を経て現在, 同教授。1996 年より 2002 年まで同学部長。工博。日本ロボット学会, 計測自動制御学会各会員。日本生理学会, 電気学会論文賞受賞。