

平成20年5月21日現在

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2007～2008

課題番号：19700204

研究課題名（和文）

唾液中の生体内分泌物質によるパソコン作業におけるストレスの蓄積の評価

研究課題名（英文）

Estimation of the Stress under Personal Computer Work by Salivary Secretory Substances

研究代表者

野村 収作 (NOMURA SHUSAKU)

長岡技術科学大学・産学融合トップランナー養成センター・特任准教授

研究者番号：80362911

研究成果の概要：唾液中に分泌されるホルモンや免疫物質を、精神的ストレスの客観的評価指標（バイオマーカー）として利用することを目的とした。本研究では、パソコン作業による断続的な精神作業負荷に対する五種類のバイオマーカーを同時・経時的に評価したところ、（1）ストレス反応の時定数の差異に基づくと思われる各バイオマーカーの反応特性の相違を発見し、（2）さらに、それを参照することで、いわゆる精神ストレスの“蓄積”の生理的評価手法となり得ることを示した。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2009年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
年度			
総計	1,700,000	510,000	2,210,000

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：感性生理、感性評価、ストレス、唾液、免疫、ホルモン、快・不快

## 1. 研究開始当初の背景

本研究は唾液中に分泌されるホルモン・免疫物質を利用して人間の精神的ストレスを定量的に評価する、という精神バイオマーカー研究の一部を担うものである。この研究領域は、トピックとしては1990年代後半から盛んに紹介されていたものの、実際に学術研究領域として学際的研究に発展したのは、研究開始年度（2007年）を含む前後数年であり、したがって比較的新しい研究領域であった。ストレスのバイオマーカーとしての物質は数種類同定されていたものの、その詳しいス

トレス反応特性や特に時間的な反応動態（時定数）などは全く知見がなかった。これに対し本研究ではバイオマーカー研究の指標的研究体系を構築し、数種のバイオマーカーのストレス反応（時間）特性を実験的に評価した。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、脳・中枢神経系－自律神経系－免疫・内分泌系といった人体の基幹ネットワークの内、これまで人間の心身状態を評価する方法論として殆ど用いられること

の無かった免疫・内分泌指標を導入し、その工学的応用へ向けた基礎研究を行うことにあった。中でも本研究は、パソコン作業による“ストレスの蓄積”を唾液中の分泌物質により客観的（物質的）に評価することに焦点をあてた。唾液中に分泌される免疫・内分泌の物質はその分泌機序から、他の電気生理指標（脳波、心拍数、血圧等）とは時定数の異なる生理指標である。特に、その緩徐な反応は中～長時間にわたる精神作業によってもたらされる心的ストレスの“蓄積”を評価するためのバイオマーカーとして期待できると考え、そのことを実験的に検証した。

### 3. 研究の方法

本研究では、パソコン作業（PC作業）中のストレスを対象に、以下の（1）、（2）の研究を行った。特に、ストレスの蓄積に焦点をあてる為、各生理指標の時間的ストレス反応特性（応答時間および持続時間）を比較研究した。

（1）PC作業・休憩スケジュールに対する唾液中の生体内分泌物質の動態調査

現在ストレスマーカーとして有望な唾液中の分泌物質は多数存在するが、それらはどれもその物質としての生物学的意義が大きく異なり、したがってまた「心的ストレスにのみ反応する」或いは「肉体的ストレス（疲労）に反応する」等、ストレス反応特性も異なる。本研究ではその内、ストレス応答時間特性の異なる5種類の物質（ $\alpha$ -amylase, IgA, hCgA, DHEA, Cortisol）について、PC作業ストレスに対する動態を精査した。

（2）中枢・自律神経系指標（特に鼻部皮膚温度）との比較評価

同課題は免疫・内分泌系指標と中枢・自律神経系指標（脳波・心拍・呼吸等）との関係を調査する目的で行うが、上記（1）の研究と単一の実験系で同時に遂行可能である。また本研究では、生体電気信号以外の自律神経系指標として、近年、快・不快評価の新しい指標として注目を集めている「鼻部皮膚温によるストレス評価」を導入した。鼻部皮膚温変化は抹消血管の血流量変化を反映し、したがって生体内の分泌物質の動態とも深く関わっていると考えられることから、上記（1）の各生体内分泌指標と比較評価を実施した。

### 4. 研究成果

第一の成果として、研究目的で期待されたように、各バイオマーカーは他の電気生理指標と比べて比較的時定数の長い、従って中～長期にわたるストレスの精神指標として有効であることが示された（図1）。さらに、第二の成果として各バイオマーカーにおいても時定数に差異が認められ、環境の変化に対する経時的な最適レンジが示された（図

2）。第三の成果として、上記成果で認められた各バイオマーカーのストレス反応の時定数に基づき、非線形力学系による動的モデルを構成し、その反応プロファイルおよび統計的性質を再現性良く構成することができた。

同成果は研究当初の目論見通り、バイオマーカー研究の指標的研究体系を構築し、数種のバイオマーカーのストレス反応（時間）特性を実験的に評価することができたと考えている。本研究の成果に基づき、今後はPC作業以外の中・長期的なターゲットに対する心的ストレスおよびリラクセスあるいは快状態の客観的評価の方法論を研究する。

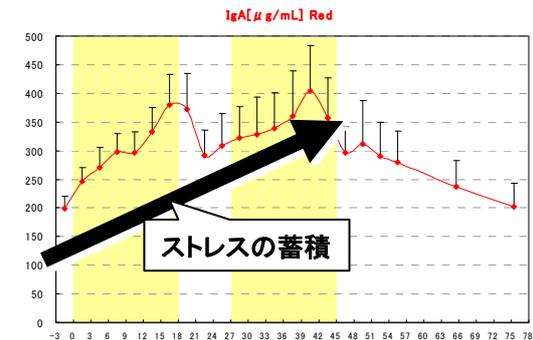


図1. 精神ストレス負荷（黄色時間帯）による唾液中のある免疫物質（IgA）の変動。このような積算的な反応プロファイルは唾液バイオマーカーだけのものであり、他の電気生理指標では認められない。

#### 各バイオマーカーの反応特性

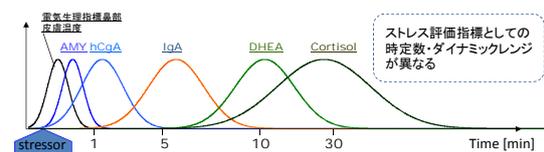


図2. 各バイオマーカーの精神ストレスに対する時間反応特性

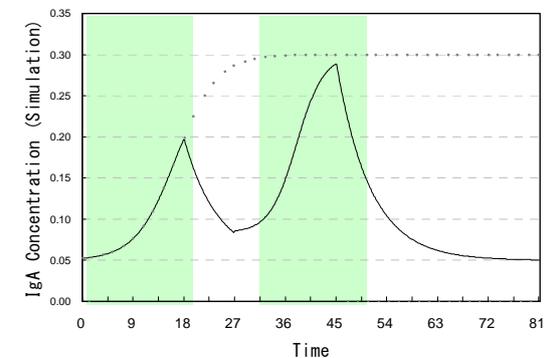


図3. 精神ストレス負荷による唾液中の免疫物質（IgA）の変動のシミュレーション結果

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 32 件)

(学術論文)

※代表者が第一著者の文献のみ、全て査読あり

1. 野村収作, 田中秀典, 水野統太, 野澤昭雄, 長島知正, 井出英人, 「Web サーフィンが生体に及ぼす影響に関する研究—生体化学物質による客観評価の試み」, 電子情報通信学会和文誌 D, **J-91D**(4), pp.1158-1167, 2008.
2. 野村収作, 佐々木俊太郎, 北神慎司, 長島知正, 樋脇治, 「脳波による錯視図形認知に関する生理学的研究」, 日本感性工学会誌, **8**(1), pp.175-183, 2008.
3. 野村収作, 水野統太, 野澤昭雄, 浅野裕俊, 井出英人, 「唾液中のコルチゾールによる軽度な精神作業負荷の生理評価」, バイオフィードバック研究, **36**(1), pp.23-32, 2009.
4. Shusaku Nomura, Hideki Ohira, and Tsutomu Kamei, “Effect of the Relief from Chronic Stress during Graduation Examination on Salivary Biomarkers,” *Transactions of Japan Society of Kansei Engineering*, **8**(3), pp.481-488, 2009.
5. 野村収作, 「卒業研究による長期的なストレスが生体内分泌に与える影響」, 日本感性工学会誌, **8**(4), (8 pages, in press) .
6. Shusaku Nomura and Yasuo Kudo, “An Application of Rough Set Analysis to a Psycho-physiological Study - Assessing the Relation between Psychological Scale and Immunological Biomarker,” *Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics*, **13**(4), (8 pages, in press).

(国際会議資料)

※代表者が第一著者の文献のみ、全て査読あり

7. Shusaku Nomura, Tota Mizuno, Akio Nozawa, and Hideto Ide, “The Integration of Salivary Immunoglobulin A by the Repetitive Stressful Task,” in *Proceedings of The 29th Annual Conference of the Cognitive Science Society*, pp.1349-1354, 2007.
8. Shusaku Nomura, Shuntaro Sasaki, Tomomasa Nagashima, and Osamu Hiwaki, “Quantitative Estimation of illusionary band on the Muller-Lyer illusion,” in *Proceedings of The 29th Annual Conference of the Cognitive Science Society*, pp.1827, 2007.
9. Shusaku Nomura, Bo Zhao, and Kazuto Yamagishi, “Evaluation of Human Stress with Salivary Alpha-amylase,” in

*Proceedings of The 29th Annual Conference of the Cognitive Science Society*, pp.1828, 2007.

10. Shusaku Nomura, “A Pilot Study on the Effect of the Odor of Isovaleric Acid and Japanese Cypress on Human Secretion of Immune and Endocrine Substances,” in *Proceedings of The Third International Symposium on Humanized Systems*, pp.41-44, 2007.
11. Tomomasa Nagashima, Hikaru Mitsubayashi, Hidenori Tanaka, and Shusaku Nomura, “On Possibility of Assessing Mental State Including Kansei by DNA Microarray,” in *Proceedings of The Third International Symposium on Humanized Systems*, pp.170-172, 2007.
12. Shusaku Nomura and Tsutomu Kamei, “The effect of Prolonged Mental Stress under Graduation Examination on Salivary Immunoglobulin A,” in *10th International Congress of Behavioral Medicine Abstract book*, pp.216, 2008.
13. Shusaku Nomura, “Estimation of the Workload with Visual Display Terminal by Salivary Immune Substance,” in *Proceedings of 2008 IEEE Conference on Soft Computing in Industrial Applications*, pp.222-227, 2008.
14. Shusaku Nomura and Yasuo Kudo, “An Application of Rough Set Analysis to a Psycho-physiological Study - Assessing the Relation between Psychological Scale and Immunological Biomarker,” in *Proceedings of Joint 4th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 9th International Symposium on advanced Intelligent Systems*, pp.232-237, 2008.
15. Shusaku Nomura, Tota Mizuno, Akio Nozawa, Hirotoashi Asano, and Hideto Ide, “The Difference in Stress Induced Secretion of an Immune Substance by the Schedule of an Intermittent Mental Workload,” in *Proceedings of The 2008 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, pp.137-142, 2008.
16. Shusaku Nomura, Shuntaro Sasaki, and Osamu Hiwaki, “A Study of Brain Potential on the Perception of Müller-Lyer Illusionary Figures,” in *Proceedings of The Second International Conference on Kansei Engineering & Affective Systems*, pp.105-110, 2008.
17. Shusaku Nomura, Santoso Handri, and Yasuo Kudo, “An Application of Rough Set

Analysis to a Psycho-Physiological Stress Research,” in *Proceedings of IADIS International Conference IADIS ICT, Society and Human Beings 2009*, (8 pages, in press).

18. Shusaku Nomura, Tota Mizuno, Akio Nozawa, Hirotohi Asano, and Hideto Ide, “Salivary Cortisol as a new Biometric for a Mild Mental Workload,” in *Proceedings of International Multi-Conference on Biometrics and Kansei Engineering*, (6 pages, in press).
19. Shusaku Nomura, Shuntaro Sasaki, Masato Hirakawa, and Osamu Hiwaki, “Anticipatory Processing in the Brain on the Perception of Muller-Lyer Illusionary Figures – A Brain Potential Study,” in *Proceedings of 9<sup>th</sup> International Conference on Computing Anticipatory Systems*, (In press).
20. Shusaku Nomura, Santoso Handri, C.M. Althaff Irfan, Sanae Fukuda, Emi Yamano, and Yasuyoshi Watanabe, “Eliminating the Embedded Relationships in the Questionnaires in an Epidemiological Study Using the Genetic Algorithm,” in *Proceedings of 9<sup>th</sup> International Conference on Computing Anticipatory Systems*, (In press).

(国内会議資料)

※代表者が第一著者の文献のみ、†: 査読なし

21. 野村収作, 佐々木俊太郎, 北神慎司, 長島知正, 樋脇治, 「脳波による錯視図形認知に関する脳生理研究」, 第 8 回日本感性工学会資料, P25, pp.1-7, 2007.
22. 野村収作, 「卒業研究による長期的なストレスが生体内分泌に与える影響」, 第 8 回日本感性工学会資料, B59, pp.1-8, 2007.
23. 野村収作, 水野統太, 野澤昭雄, 井出英人, 「心的ストレス課題に対する生体内分泌指標の動態調査」, 第 24 回日本認知科学会資料, pp.396-397, 2007.
24. 野村収作, 「快・不快評価指標としての唾液分泌物質の特性」, 日本感性工学会第 4 回春季大会資料, D3-06, pp.1-4, 2008. †
25. 野村収作, 藤田将輝, 「唾液中免疫グロブリンによる Web サーフィンのストレス評価」, 日本感性工学会第 4 回春季大会資料, F-14, pp.1, 2008. †
26. 野村収作, 「バイオマーカーによるパイオフィードバック研究へのアプローチ」, 第 36 回日本パイオフィードバック学会学術大会資料, pp.36, 2008. †
27. Shusaku Nomura, Hideki Ohira, and Tsutomu Kamei, “Effect of the Relief from Chronic Stress During Graduation

Examination on Salivary Biomarkers,” 第 10 回日本感性工学会大会資料, 22I-05, pp.1-6, 2008. †

28. 野村収作, 「唾液バイオマーカーによる快・不快評価」, 第 10 回日本感性工学会大会資料, P02-04, pp.1, 2008. †
29. 野村収作, 「ストレスバイオマーカーの現在: PNEI 指標の測定と課題」, 第 15 回日本行動医学会学術総会資料, pp.26, 2009. †
30. 野村収作, 「色がホルモン・免疫系に及ぼす影響」, 日本感性工学会第 5 回春季大会資料, 12H-08, pp.1-2, 2009. †
31. 野村収作, 「色が人間の免疫・内分泌系に及ぼす影響に関する統合評価研究」, 第 27 回日本生理心理学会大会資料, 106, (1 pages, in press). †

(その他資料、査読無し)

32. 野村収作, 「唾液バイオマーカーによるストレス・リラックス評価, 感性評価」, 感性価値創造に向けた人間工学的アプローチの可能性に関する調査研究, 財団法人 企業活力研究所 (委託先: 社団法人 人間生活工学研究センター), 付録, pp.1, 2009.

[学会発表] (計 23 件)

(代表者による発表のみ)

1. Shusaku Nomura, Tota Mizuno, Akio Nozawa, and Hideto Ide, “The Integration of Salivary Immunoglobulin A by the Repetitive Stressful Task,” *The 29th Annual Conference of the Cognitive Science Society*, USA, Aug.2007.
2. Shusaku Nomura, Shuntaro Sasaki, Tomomasa Nagashima, and Osamu Hiwaki, “Quantitative Estimation of illusionary band on the Muller-Lyer illusion,” *The 29th Annual Conference of the Cognitive Science Society*, USA, Aug.2007.
3. Shusaku Nomura, Bo Zhao, and Kazuto Yamagishi, “Evaluation of Human Stress with Salivary Alpha-amylase,” *The 29th Annual Conference of the Cognitive Science Society*, USA, Aug.2007.
4. 野村収作, 水野統太, 野澤昭雄, 井出英人, 「心的ストレス課題に対する生体内分泌指標の動態調査」, 第 24 回日本認知科学会, 東京, Sep.2007. †
5. 野村収作, 佐々木俊太郎, 北神慎司, 長島知正, 樋脇治, 「脳波による錯視図形認知に関する脳生理研究」, 第 9 回日本感性工学会, 東京, Aug.2007.
6. 野村収作, 「卒業研究による長期的なストレスが生体内分泌に与える影響」, 第 8 回日本感性工学会, 東京, Aug.2007.
7. Shusaku Nomura, “A Pilot Study on the Effect of the Odor of Isovaleric Acid and

- Japanese Cypress on Human Secretion of Immune and Endocrine Substances,” *The Third International Symposium on Humanized Systems*, Muroran, Sep.2007.
8. 野村収作, 「快・不快評価指標としての唾液分泌物質の特性」, 日本感性工学会第4回春季大会, 宮城, Mar.2008.
  9. 野村収作, 藤田将輝, 「唾液中免疫グロブリンによる Web サーフィンのストレス評価」, 日本感性工学会第4回春季大会, 宮城, Mar.2008.
  10. Shusaku Nomura and Yasuo Kudo, “Estimation of the Workload with Visual Display Terminal by Salivary Immune Substance,” *2008 IEEE Conference on Soft Computing in Industrial Applications*, Muroran, Jun.2008.
  11. 野村収作, 「バイオマーカーによるバイオフィードバック研究へのアプローチ」, 第36回日本バイオフィードバック学会学術大会, 大阪, Jun.2008
  12. Shusaku Nomura and Tsutomu Kamei, “The effect of Prolonged Mental Stress under Graduation Examination on Salivary Immunoglobulin A,” *International Journal of Behavioral Medicines*, Tokyo, Aug.2008.
  13. Shusaku Nomura and Yasuo Kudo, “An Application of Rough Set Analysis to a Psycho-physiological Study - Assessing the Relation between Psychological Scale and Immunological Biomarker,” *Joint 4<sup>th</sup> International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 9<sup>th</sup> International Symposium on advanced Intelligent Systems*, Nagoya, Sep.2008.
  14. 野村収作, 「唾液バイオマーカーによる快・不快評価」, 第10回日本感性工学会大会, 東京, Sep.2008.
  15. Shusaku Nomura, Hideki Ohira, and Tsutomu Kamei, “Effect of the Relief from Chronic Stress During Graduation Examination on Salivary Biomarkers,” 第10回日本感性工学会大会, 東京, Sep.2008.
  16. Shusaku Nomura, Tota Mizuno, Akio Nozawa, Hirotooshi Asano, and Hideto Ide, “The Difference in Stress Induced Secretion of an Immune Substance by the Schedule of an Intermittent Mental Workload,” *The 2008 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, Singapore, Oct.2008.
  17. Shusaku Nomura, Shuntaro Sasaki, and Osamu Hiwaki, “A Study of Brain Potential on the Perception of Müller-Lyer Illusionary Figures,” *The Second International Conference on Kansei Engineering & Affective Systems*, Niigata, Nov.2008.
  18. 野村収作, 「ストレスバイオマーカーの現在 : PNEI 指標の測定と課題」, 第15回日本行動医学会学術総会, 大阪, Feb.2009.
  19. 野村収作, 「色がホルモン・免疫系に及ぼす影響」, 日本感性工学会第5回春季大会, 大阪, Mar.2009.
  20. 野村収作, 「色が人間の免疫・内分泌系に及ぼす影響に関する統合評価研究」, 第27回日本生理心理学会大会, 京都, May.2009.
  21. Shusaku Nomura, Tota Mizuno, Akio Nozawa, Hirotooshi Asano, and Hideto Ide, “Salivary Cortisol as a new Biometric for a Mild Mental Workload,” *International Multi-Conference on Biometrics and Kansei Engineering*, Poland, Jun.2009.
  22. Shusaku Nomura, Shuntaro Sasaki, Masato Hirakawa, and Osamu Hiwaki, “Anticipatory Processing in the Brain on the Perception of Muller-Lyer Illusionary Figures – A Brain Potential Study,” *9<sup>th</sup> International Conference on Computing Anticipatory Systems*, Belgium, Aug.2009.
  23. Shusaku Nomura, Santoso Handri, C.M. Althaff Irfan, Sanae Fukuda, Emi Yamano, and Yasuyoshi Watanabe, “Eliminating the Embedded Relationships in the Questionnaires in an Epidemiological Study Using the Genetic Algorithm,” *9<sup>th</sup> International Conference on Computing Anticipatory Systems*, Belgium, Aug.2009.
- [その他]
6. 研究組織  
 (1) 研究代表者  
 野村収作 (NOMURA Shusaku)  
 長岡技術科学大学・産学融合トップランナー養成センター・特任准教授  
 研究者番号 : 80362911