

平成 30 年 5 月 20 日現在

機関番号：12601

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2017

課題番号：15K12678

研究課題名(和文) 情報空間ネットワーク上におけるヒトの食行動・心理状態の伝播機構の解明とその制御

研究課題名(英文) Interaction and control of eating behavior and psychological state in humans over the internet.

研究代表者

山本 義春 (Yamamoto, Yoshiharu)

東京大学・大学院教育学研究科(教育学部)・教授

研究者番号：60251427

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：健常女性を対象としたEcological Momentary Assessmentによる調査の結果、過食に先立ち、気分や食欲、社会的関係性に特徴的なゆらぎがみられ、食行動変調の予測可能性が示唆された。並行して、食行動・行動心理状態の伝播特性の解明に向け、セキュアな通信を確保した情報空間ネットワークを構築した。伝播の制御可能性の検討は今後の課題として残されたが、実証実験を行うための環境が整った。

研究成果の概要(英文)：We examined the influence of preceding psychological and social factors on calorie intake using smartphone-based ecological momentary assessment (EMA) targeting young women. Multilevel linear regression model showed negative effects of anxiety mood and spontaneous physical activity and a positive effect of appetite on overeating. These results indicate the possibility that psycho-behavioral intervention can prevent the problem of overeating. Also, we developed a new EMA application and a high-security network system in order to monitor people's behavioral and psychological dynamics in daily life. Our application supports both iOS and Android so that the study participants can download and use it on their own smartphone. We plan to investigate the dynamics of propagation of people's eating behavior and the possibility of its control using our newly developed system.

研究分野：健康情報学

キーワード：食行動 生理・心理・社会的要因 EMA 情報空間ネットワーク

## 1. 研究開始当初の背景

人間社会は多数の複雑なネットワークで形成されており、その相互関係(つながり)の中で融合・分化を繰り返しながら成り立っている。しかしながら、この複雑で一見無秩序に見える社会的ネットワークにも、その生成と機能を支配する法則があることが知られている[1]。社会的ネットワークの影響力は、家族や親戚、友達との直接的なつながりはもちろん、それらの人々を媒介とした間接的なつながりの先まで到達する。また、このようなつながりを構成するネットワークの構造は、一定のパターンを形成しながら動的で複雑な変化を繰り返している。

食行動を含む生活習慣に係る行動を司る要因には生理的要因(例:空腹)以外にも、環境的要因(例:社会的ネットワーク・社会規範)や心理的要因(例:抑うつ・ストレスといった否定的気分)が影響していることが知られている[2,3]。これに関連して、近年、人々の生活習慣にまで社会的ネットワークの影響が及んでいることが明らかになってきた。例えば肥満[4]や、喫煙[5]のような生活習慣に係る行動は、隣接した人との考え方・気分や行動の共有により、広く伝播していく。したがって、このような行動心理状態ネットワーク上の伝播を制御することは、新たなタイプの予防医学・公衆衛生学の構想に繋がる。具体的には、食行動に望ましくない習慣的行動(例:過食)やその行動に影響を及ぼす否定的気分などの伝播を抑制することは、関連疾患となる肥満やメタボリックシンドロームの効果的な予防方略となり得る。しかしながら、ネットワーク上の伝播の制御を行うためには、行動心理状態ネットワークの動的で複雑なダイナミクスを解明することが重要である。

このような社会的ネットワークの影響は、今日、インターネットを通じて時空間の制約を超え伝播すると考えられているが[6,7]、実際のインターネット上での人間の行動心理状態の伝播は、具体的に実測されたことがなく、それゆえ、背後のネットワーク構造はもちろん、どのような機序で生じているのかも明らかになっていない。一方、現在では、情報通信技術の発達や Ecological Momentary Assessment (EMA)[8] (情報端末等を電子日記として用いて、日常生活下での行動や気分・身体症状等の自覚症状を実時間の問診により記録する手法)のような新しい測定方法の開発に伴い、ユーザーの行動心理状態とそれらの時空間的なつながりを詳細に追跡することができるようになった。

## 2. 研究の目的

本研究では、ネットワーク上のヒトの生活習慣に係る行動として食行動とそれに関連する心理状態の伝播特性を解明するため、実験的な情報空間ネットワークを構築し、行動心理状態の伝播の動的構造を明らかにした

上で、人工的な介入を行うことにより食行動とそれに関連する心理状態の伝播を制御することが可能であるかを検証することを目的とした。

## 3. 研究の方法

以下の(1)~(3)の研究テーマを設定した。

(1) 食行動を規定する心理・社会・生理的要因の検討: 食行動と関連心理状態の伝播特性を明らかにするための第一歩として、望ましくない食行動(過食の発生や摂取エネルギーの増加)を規定する心理・社会・生理的要因について検討するためのパイロットスタディを実施する。規定要因を明らかにすることにより、食行動変調の予測・制御可能性を探る。

(2) 実験的な情報空間ネットワークの構築: 方法(3)で述べる実験を行うための情報空間ネットワークを構築する。被検者の利便性を図るため、調査専用端末(スマートフォン)を配布する代わりに、個人所有の端末を利用できるようにし、そのためのアプリを新たに開発する。被検者は2台のスマートフォンを持ち歩く必要がなくなりことから、EMA 回答率の向上も見込まれる。しかしながら、個人所有の端末を使うにあたっては、個人情報や行動履歴などのプライバシーに関する情報が流出することがないように、設計・構築の段階で十分な検討やテストが求められる。

(3) 食行動に関連する行動心理状態の伝播特性の解明および制御可能性の検討: (2)で構築した情報空間ネットワークを用いて健常成人を対象としたEMAを行い、実験期間中の食行動や心理状態の個人内変化をモニタリングする。個人間では、実験的ネットワーク上で、電子メール等を媒体としたユーザー間の食行動を含む相互情報通信を行い、受信したメール等の内容の評価(否定的・肯定的気分等)を計測する。同時に、身体活動量(エネルギー消費量)やメール通信の利用履歴などをスマートフォン上の統合センシングデータ集積ソフトを用いて計測する。これにより、ユーザーの食行動・心理状態が他のユーザーのそれらに及ぼす影響を明らかにする。さらに、仮想ユーザーによるメールを媒介とした介入操作や他のユーザーからの評価のフィードバックを行うことにより、行動心理状態ネットワークの制御可能性について検証する。

## 4. 研究成果

(1) 食行動を規定する心理・社会・生理的要因の検討: 健常かつ特別な食習慣を持たない若年女性(年齢:  $20.6 \pm 1.9$  歳、Body Mass Index:  $20.6 \pm 1.6 \text{kg/m}^2$ )を対象として、EMAの手法を用いたスマートフォンアプリによる食事記録や気分などの反復調査と、腕時計

型加速度センサによる自発運動の連続計測を日常生活下で2週間にわたって実施した(図1)。マルチレベルモデルによる線形回帰分析の結果、摂取エネルギー量に対し、食前のストレス、同席者の存在はそれぞれ負(朝食のみ)、正(朝食と夕食)の関係を示した(いずれも  $p < 0.05$ )。また、間食や過食が起こる前の気分や自発運動を通常の食事と比べた結果、間食前は通常の食事と比べて空腹感が少ない一方で甘いものを食べたい気持ちが強く、過食が起こる前は不安気分と自発運動が小さく、食欲の増加が激しい傾向が見られた(いずれも  $p < 0.05$ )。これらの結果は、食行動の変調に対する予測可能性を示唆し、その動態制御に応用可能であると考えられた。

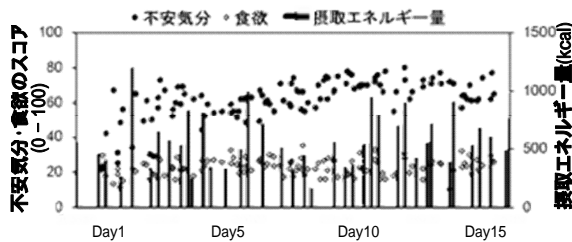


図1. ある被検者における不安気分、食欲、摂取エネルギー量の経時的データの例

(2)実験的な情報空間ネットワークの構築: EMAにより得られた食行動や心理状態のデータ、およびウェアラブルデバイスにより収集された身体活動量のデータがクラウド上のサーバーに定期的かつ自動的に送信・蓄積され、かつ、サーバーから個人に対し情報(例:メール)を送ることもできる、ネットワーク対応型のシステムを構築した(図2)。本システムの構築により、個人の端末にダウンロードした専用のアプリを用いてEMAを実施することが可能となった。アプリはAndroidとiOSの双方で使えるよう汎用化した。また、個人情報取得することなく、スマートフォンの端末IDだけを認識してデータの送受信ができる点が大きな特徴である。

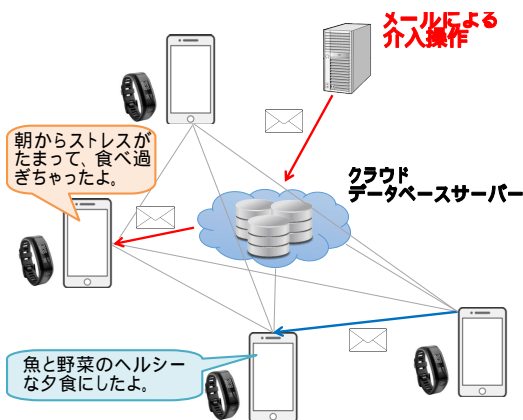


図2. 実験的情報空間ネットワーク概略図

(3)食行動に関連する行動心理状態の伝播特性の解明および制御可能性の検討: セキュアな通信を確保するなど、(2)におけるシステム構築が非常に挑戦的であったため、伝播特性の解明および制御可能性の検討については課題として残された。今回整備されたネットワーク環境を用いて、今後、実証実験を行う予定である。

<参考文献>

[1] Christakis & Fowler, Little, Brown and Co., 2009.  
 [2] Wansink, Bantam Books, 2007.  
 [3] Renner et al., Appetite, 59:117-128, 2012.  
 [4] Christakis & Fowler, N Engl J Med, 357:370-379, 2007.  
 [5] Christakis & Fowler, N Engl J Med, 358: 2249-2258, 2008.  
 [6] Kramer et al., PNAS, 111: 8788-8790.  
 [7] Harris et al., Am J Public Health, 104: 62-69.  
 [8] Shiffman et al., Ann Rev Clin Psychol, 4: 1-32, 2008.

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計8件)

J. C. Foo, H. R. Noori, I. Yamaguchi, V. Vengeliene, A. Cosa-Linan, T. Nakamura, K. Morita, R. Spanagel, Y. Yamamoto. Dynamical state transitions into addictive behaviour and their early-warning signals. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 284, 20170882, 2017. 査読有  
 DOI: 10.1098/rspb.2017.0882.

Y. Isobe-Sasaki, M. Fukuda, Y. Ogiyama, R. Sato, T. Miura, D. Fuwa, M. Mizuno, T. Matsuoka, H. Shibata, H. Ito, M. Ono, S. Abe-Dohmae, K. Kiyono, Y. Yamamoto, H. Kobori, M. Michikawa, J. Hayano, N. Ohte. Sodium balance, circadian BP rhythm, heart rate variability, and intrarenal renin-angiotensin-aldosterone and dopaminergic systems in acute phase of ARB therapy. Physiological Reports, 5, e13309-e13309, 2017. 査読有  
 DOI: 10.14814/phy2.13309

S. Iwasaki, S. Karino, T. Kamogashira, F. Togo, C. Fujimoto, Y. Yamamoto, T. Yamasoba. Effect of Noisy Galvanic Vestibular Stimulation on Ocular Vestibular-Evoked Myogenic Potentials to Bone-Conducted Vibration. Frontiers in Neurology, 8, 26-1-7, 2017. 査読有  
 DOI: 10.3389/fneur.2017.00026

J. C. Foo, K. Nagase, S. Naramura-Ohno,

K.Yoshiuchi, Y. Yamamoto, K. Morita. Rank among Peers during Game Competition Affects the Tendency to Make Risky Choices in Adolescent Males. *Frontiers in Psychology*, 8, 16-1-14, 2017. 査読有  
DOI: 10.3389/fpsyg.2017.00016

志村 広子, 中村 亨, 金 鎮赫, 菊地 裕  
絵, 吉内 一浩, 山本 義春. 勤労者の日常生活下における行動、心理、生理、環境情報の統合連続 モニタリングと大規模データベースの利活用. *ヒューマンインターフェース学会論文誌*, 19, 163-174, 2017. 査読有  
[https://www.his.gr.jp/paper/archives.cgi?c=download&pk=93&page=paper\\_journal](https://www.his.gr.jp/paper/archives.cgi?c=download&pk=93&page=paper_journal)

M. Fukuda, Y. Ogiyama, R. Sato, T. Miura, H. Fukuta, M. Mizuno, K. Kiyono, Y. Yamamoto, J. Hayano, and N. Ohte. L/T-type calcium channel blocker reduces non-Gaussianity of heart rate variability in chronic kidney disease patients under preceding treatment with ARB. *Journal of the Renin-Angiotensin-Aldosterone System*, 17, 1-9, 2016. 査読有  
DOI: 10.1177/1470320316643905

S. Inada, K. Yoshiuchi, Y. Iizuka, K. Ohashi, H. Kiduchi, Y. Yamamoto, T. Kadowaki, and A. Akabayashi. Pilot Study for the Development of a Self-Care System for Type 2 Diabetes Patients Using a Personal Digital Assistant (PDA). *International Journal of Behavioral Medicine*, 23, 295-299, 2016. 査読有  
DOI: 10.1007/s12529-016-9535-1

C. Fujimoto, Y. Yamamoto, T. Kamogashira, M. Kinoshita, N. Egami, Y. Uemura, F. Togo, T. Yamasoba, and S. Iwasaki. Noisy galvanic vestibular stimulation induces a sustained improvement in body balance in elderly adults. *Scientific Reports*, 6, 37575-1-8, 2016. 査読有  
DOI: 10.1038/srep37575

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

山本 義春 (YAMAMOTO, Yoshiharu)  
東京大学・大学院教育学研究科・教授  
研究者番号: 60251427

### (3) 連携研究者

中村 亨 (NAKAMURA, Toru)  
大阪大学・大学院基礎工学研究科・特任教授  
研究者番号: 80419473