

平成 30 年 5 月 30 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15H03094

研究課題名(和文) 交代制勤務による生活習慣の変容と心身の変調の因果性及びその生理学的基盤の解明

研究課題名(英文) Causality between rotating shift work, changes in lifestyle behaviors, and mental and physical health problems and its physiological mechanisms

研究代表者

東郷 史治 (Togo, Fumiharu)

東京大学・大学院教育学研究科(教育学部)・准教授

研究者番号：90455486

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,100,000円

研究成果の概要(和文)：日勤者と交代制勤務者を対象に、習慣的な睡眠時間、睡眠あるいは活動の時間帯の指向性、抑うつ気分、習慣的な各食品群摂取量、行動の抑制性/衝動性、気分、各味に対する食品摂取欲求、食品選択性、唾液性状の間の関連について検討した。その結果、交代制勤務者において、朝型夜型傾向は、抑うつ気分、食事内容、食品摂取欲求、食品選択性、C反応性蛋白濃度と関連性があることが示唆された。また、行動の抑制性/衝動性は朝型夜型傾向、食事内容、食品摂取欲求と関連することが示唆された。これらのことから、交代制勤務者において、体内時計の位相後退、体内の炎症、行動の抑制性/衝動性は心身の健康問題を生じる要因であると考えられた。

研究成果の概要(英文)：We investigated associations between habitual sleep duration, morningness-eveningness, depressive symptoms, habitual food group intakes, behavioral inhibition/activation systems, moods, preference levels for having each taste of food, choice of each food group, and saliva properties among day workers and rotating shift workers. We found that the morningness-eveningness score was associated with depressive symptoms, habitual food group intakes, preference levels for having each taste of food, and choice of each food group in rotating shift workers. We also found that behavioral inhibition/activation systems were associated with the morningness-eveningness score, food group intakes, and preference levels for having each taste of food in rotating shift workers. These results indicate the possibility that phase delay in the circadian clock, inflammation, and behavioral inhibition/activation properties may be factors for causing mental and physical health problems in rotating shift workers.

研究分野：教育生理学

キーワード：ストレス 身体活動 心身の健康 交代制勤務 栄養 疲労 睡眠 概日リズム

1. 研究開始当初の背景

24 時間社会が拡大しつつある我が国では、夜勤を伴う交代制勤務は、製造業のみならずサービス業などのさまざまな分野でとり入れられている勤務形態で、必要不可欠である。一方、交代制勤務者の健康は通常の日勤者と比較して非常に損なわれやすいことが指摘されており、交代制勤務は、働く人の健康を脅かす要因の一つとして重要視されている。また交代制勤務に従事する労働者は自覚的疲労レベルが高く、医療事故や交通事故につながる可能性も指摘されている。したがって交代制勤務にともなう健康問題や疲労について対応策をたてることは急務であるといえる。

夜勤を伴う交代制勤務の特徴は、仕事をす
る時間帯が常に定まっているのではなく、昼夜を頻繁に移動する点である。そのため交代制勤務者は、しばしば、夜中に仕事をして明るい昼間に睡眠をするという昼夜逆転の生活を急性的に強いられる。このとき、約 24 時間のリズム(概日リズム)を刻む体内に存在する「時計」(体内時計)は覚醒 睡眠リズムの急激な変化には対応できず、体内時計に対しても昼夜が一致しない状態(時差ぼけと同様の状態)にあることが多い。実際に、研究代表者らは、交代制勤務者の日勤時の概日リズムは、日勤者と比較して数時間ずれ(遅れ)ており、覚醒 睡眠リズムとずれが生じている可能性があることを日常生活下の実態調査により見出している。具体的には、交代制勤務者の日勤日の体内時計のリズムは覚醒 睡眠リズムに対して遅れ、その位相が常日勤者と比較して遅れていた。こうしたことが交代制勤務にともなう健康問題や疲労と密接に関連しているのではないかと推測された。

心身の変調や疾患の発症、予防・改善には身体活動や運動、食事、睡眠といった生活習慣の量や質も一般的に密接に関連するが、研究代表者らは、交代制勤務者の睡眠や食事の量や質が、そもそも日勤者と比較して異なることを明らかにした。具体的には、日勤時の夜間睡眠時間が短いこと、摂取カロリーに差はなかったものの、甘い菓子・甘い飲料(甘い食品)、アルコール飲料の摂取量が多く、一方、野菜、果物、海藻類、魚介類、肉の摂取量が少ないこと、が認められた。さらにこれらのうち、睡眠時間の短縮と甘い飲料の摂取量の増加が体格指数の増大、抑うつレベルの増大に関連していることが確認された。しかしながら、体格指数の増大は、生活習慣の量と質の変化だけでは十分に説明することができず、そのタイミングが影響している可能性があることが示唆された。実際に交代制勤務者では、朝食と昼食の欠食者が多く、概日リズムの位相と密接に関連することが知られている生活行動の時間的指向性(クロノタイプ)では、夜型の人の方が朝型の人よりも多い。しかし、そうした交代制勤務者特有

の生活行動の時間的特性や指向性、概日リズムのずれが体格指数や抑うつレベル、さらには生活習慣病に実際にどのように影響しているのかは明らかではない。

2. 研究の目的

交代制勤務に従事する看護師・介護士を対象に、習慣的な睡眠時間、睡眠あるいは活動の時間帯の指向性(朝型夜型傾向)と抑うつ気分、習慣的な各食品群摂取量との関連について検討することとした。また、朝型夜型傾向と日勤日と夜勤明け日の睡眠と食事の量や質、眠気、疲労、気分、体温、行動の抑制性/衝動性、食品摂取欲求、食品選択性、唾液中コルチゾールとC反応性蛋白等との関係を調べることにした。さらに、朝型夜型傾向と日常生活下での朝食時における各食品群の選択特性について検討することとした。

3. 研究の方法

(1) アンケート調査

対象者

既に調査を実施し取得済みのデータを用いて習慣的な睡眠時間、朝型夜型傾向、抑うつ気分、習慣的な各食品群摂取量の関連について解析した。調査では、神奈川県内の医療機関(全 346 施設)に勤務する看護師 5536 名を対象として、自記式アンケートを実施した。

調査項目

調査項目は、年齢、身長、体重、職種、職位、勤務形態、身体活動(IPAQ ショートバージョン)、QOL(WHOQOL26)、主観的健康感、抑うつ(CES-D)、疲労(Chalder 疲労得点)、自覚症状(自覚症しらべ)、睡眠(交代制勤務者睡眠質問票)、朝型夜型傾向(MEQ)、食物摂取(コーヒーやアルコール摂取を含む品目別の量と頻度、FFQg)、服薬、既往症、月経(女性のみ)および喫煙歴であった。習慣的な睡眠時間については、過去一ヶ月の、日勤と日勤の間の夜での睡眠時間、休日と休日の間の夜での睡眠時間を調べた。

統計解析

朝型夜型傾向スコアと抑うつスコア/各食品群摂取量、日勤時の睡眠時間と抑うつスコア/各食品群摂取量との関連について、日勤者と交代制勤務者それぞれについて回帰分析を実施した。さらに、朝型夜型傾向スコア、日勤時の睡眠時間、勤務シフト、抑うつスコア/各食品群摂取量の関連は、多変量線形回帰モデルを用いて検討した。抑うつスコア/各食品群摂取量を従属変数、朝型夜型傾向スコア、日勤時の睡眠時間、勤務シフトを独立変数、年齢、性別、交代制勤務の経験年数、過去一ヶ月間での夜勤回数、職位、婚姻状況、飲酒習慣、喫煙習慣、身体活動、休日の睡眠時間を調整変数として用いた。有意水準は 5%未満とした。

(2) 日常生活実態調査

対象者

測定対象者は、本研究に参加の同意が得られた看護師・介護士 60 名であった。そのうち 30 名は日勤と夜勤を繰り返す交代制勤務、残り 30 名は日勤のみの勤務に従事していた。

対象者特性計測

習慣的な睡眠、食事、身体活動、生活習慣病や心身の健康について自記式アンケート調査を実施した。主な調査項目は、年齢、身長、体重、職種、勤務形態、交代勤務経験年数、睡眠 (PSQI)、朝型夜型傾向 (MEQ)、食物摂取 (品目別の量と頻度、DHQ)、行動の抑制性と衝動性 (BIS/BAS 尺度、行動抑制、報酬駆動、刺激探求、報酬反応性)、食行動 (DEBQ、情動的摂食、抑制的摂食、外発的摂食)、身体活動 (IPAQ)、抑うつ (CES-D)、疲労 (Chalder 疲労スケール)、自覚症状 (自覚症しらべ) であった。

日常生活下計測

日常生活時の睡眠 覚醒パターン、食事、身体活動、眠気、疲労、気分、空腹感、満腹感、食品摂取欲求、体温を記録した。記録は 1 週間連続して実施した。

食事：日誌による食事記録法を用いて食事時刻と内容を対象者が記録した。記録から日々の総エネルギー、タンパク質、脂質、炭水化物の各摂取量を算出した。

身体活動：腰に装着する加速度計を用いて測定した。小型の加速度センサー付体動計を腰の高さで装着し、歩数とエネルギー消費量を 10 秒ごとに連続記録した。

眠気、疲労、気分、空腹感、満腹感、食品摂取欲求：アンドロイド OS デバイス用の質問紙調査アプリケーションを作成し、これを用いて生態学的評価を起床後と就寝前に実施した。調査参加者はスクリーンに表示されるアナログスケール [0(まったく)から 100(とても)] を用いて各質問項目に関して自覚する程度を回答した。気分に関しては Depression and Anxiety Mood Scale (DAMS) を用いて、抑うつ気分、不安気分、肯定的気分を評価した。食品摂取欲求については、甘い食品、塩辛い食品、辛い食品、脂っこい食品について評価した。

体温：ボタン電池型の温度記録機器を用いて皮膚温を 5 分ごとに 1 週間連続記録した。温度記録器は足首内側の静脈上に固定した。記録データから午前中に皮膚温が下がり始める時刻を取得した。

唾液：日勤日で 1 日 5 回 (起床直後、起床 30 分後、昼食前、勤務終了後、就寝前) 唾液を採取し、コルチゾール、C 反応性蛋白を測定した。

統計解析

ベースライン調査で取得したデータ間の関連、および食事による栄養素摂取量、睡眠

覚醒サイクル (就寝時刻、起床時刻)、身体活動と皮膚温が下がり始めるタイミング、眠気、疲労、気分、空腹感、満腹感、食品摂取欲求、唾液性状の間の関連については、ピアソンの相関係数を算出した。有意水準は 5 % 未満とした。

(3) 食品選択性調査

対象者

大学生 20 名を対象とし、朝型夜型傾向と朝食時間帯における各食品の選択性との関連を日常生活下で検討した。

調査項目

対象者には、週末を含む計 10 日間にわたって、朝食時間帯における満腹感、空腹感、疲労感、眠気、食品選択性の評価を依頼した。食品の選択性の評価には、スマートフォンアプリケーションによって、16 項目の食品群から 73 個の食品写真を画面上に表示し、朝食を摂取する前の時間帯に「どのくらい食事に取り入れたい、あるいは食べたいと思うか」という質問に対して、両端に「全く食べたくない, 0 点」から「とても食べたい, 100 点」と配置されたアナログスケールを操作して回答するよう対象者に依頼した。食品の選択性の評価に用いた 73 個の食品写真の設定には、予め 16 項目 (穀類、芋類、糖類、豆類、種実類、野菜類、果実類、きのこ類、藻類、魚類、肉類、卵類、乳類、油脂類、菓子類、嗜好飲料類) の食品群から、各対象者が普段の食生活において頻繁に摂取する食品を 4 ~ 5 個挙げてもらった。なお対象者特性として、朝型夜型傾向 (MEQ) と平日および週末の習慣的な起床時刻と就寝時刻について調べた。

統計解析

朝型夜型傾向スコアの中央値より低い群を夜型傾向群、高い群を朝型傾向群として、これら 2 群 (朝型夜型傾向群) と各食品群の摂取選択レベルの関連について、多変量線形回帰モデルを用いて検討した。各食品群の摂取選択レベルを従属変数、朝型夜型傾向群を独立変数、性別と体格指数を調整変数として用いた。有意水準は 5 % 未満とした。

4. 研究成果

(1) アンケート調査

調査票の回収数は男性 171 名、女性 3404 名、合計 3646 名 (65.9%) であった。睡眠時間、朝型夜型傾向スコア、抑うつレベルとの関係については、データの欠損が見られた 977 名を除いた 2669 名 (常日勤者 1113 名、交代制勤務者 1556 名) のデータについて解析した。その結果、交代制勤務者群は常日勤者群と比較して、抑うつレベルが有意に ($p < 0.05$) 高く、日勤時に睡眠時間が有意に ($p < 0.05$) 短く、朝型夜型傾向スコアは有意に ($p < 0.05$) 夜型にシフトしていた。また、朝型

夜型傾向スコアが夜型になるほど、また日勤時の睡眠時間が短くなるほど、抑うつレベルが有意に ($p < 0.05$) 高くなることが、常日勤者、交代制勤務者ともに確認された。さらに、多変量線型回帰モデルを用いた解析結果から、常日勤者と交代制勤務者の抑うつレベルの差は、交代制勤務者の方が常日勤者と比較して朝型夜型傾向スコアが夜型の方に有意に ($p < 0.05$) シフトしていること、また日勤時の睡眠時間が有意に ($p < 0.05$) 短いこと、で説明できることが示唆された。

睡眠時間、朝型夜型傾向スコア、各食品群摂取量との関係については、データの欠損が見られた 1087 名を除いた 2559 名 (常日勤者 1095 名、交代制勤務者 1464 名) のデータについて解析した。その結果、交代制勤務者群は常日勤者群と比較して、緑黄色野菜類、白色野菜類、果物類、藻類の摂取量が有意に ($p < 0.05$) 少ないこと、菓子類と甘い飲料水の摂取量が有意に ($p < 0.05$) 多いこと、日勤時に睡眠時間が有意に ($p < 0.05$) 短いこと、朝型夜型傾向スコアは有意に ($p < 0.05$) 夜型にシフトしていること、が認められた。また、朝型夜型傾向スコアが夜型になるほど、緑黄色野菜類、白色野菜類、果物類、藻類の摂取量が有意に ($p < 0.05$) 少ないこと、菓子類と甘い飲料水の摂取量が有意に ($p < 0.05$) 多いことが、常日勤者、交代制勤務者ともに確認された (図 1)。さらに、多変量線型回帰モデルを用いた解析結果から、常日勤者と交代制勤務者のこれらの摂取量の差は、交代制勤務者の方が常日勤者と比較して朝型夜型傾向スコアが夜型の方にシフトしていること、で説明できる (菓子類については一部説明できる) ことが示唆された。

(2) 日常生活実態調査

交代制勤務者の対象者特性について、朝型夜型傾向スコアが夜型になるほど、報酬駆動スコアは有意に ($p < 0.05$) 大きいことが認められた。また、休日の睡眠時間帯中央時刻では、中央時刻が遅くなるほど、報酬駆動スコアは有意に ($p < 0.05$) 大きいこと、また刺激探求スコアは大きい傾向 ($p < 0.1$) が認められた。また、朝型夜型傾向スコア、睡眠時間帯中央時刻、報酬駆動スコア、刺激探求スコアはいずれも白色野菜類の摂取量と有意な ($p < 0.05$) 関連性が認められた。

一方、日勤日の睡眠時間と情動的摂食スコアとの間には負の関連性の傾向 ($p < 0.1$) があることが認められた。また情動的摂食スコアは甘い飲料の摂取量と有意な関連性が認められた。

日常生活下調査のデータについては、測定期間中に「日勤 (夜勤前)、夜勤、休日、日勤 (夜勤後)」と連続する勤務シフトパターンを含み、かつデータ欠損が少ない交代制勤務者 (17 名) について解析をした。その結果、朝型夜型傾向スコアが夜型になるほど、皮膚温が下がり始めるタイミングでは、夜勤後の

夜勤前からの位相後退が有意に ($p < 0.05$) 大きかった。またその位相後退が大きいほど、夜勤前から夜勤後の間に、不安感の増大、抑うつ気分の増大、肯定的気分の減少、が認められた ($p < 0.05$)。また位相後退が大きいほど、塩味の食品の摂取欲求の増大、辛い食品の摂取欲求の増大、夜の空腹感の増大、夜の満腹感の減少、が認められた ($p < 0.05$)。さらに、位相後退が大きいほど、報酬駆動スコア、刺激探求スコアが有意に ($p < 0.05$) 大きかった。

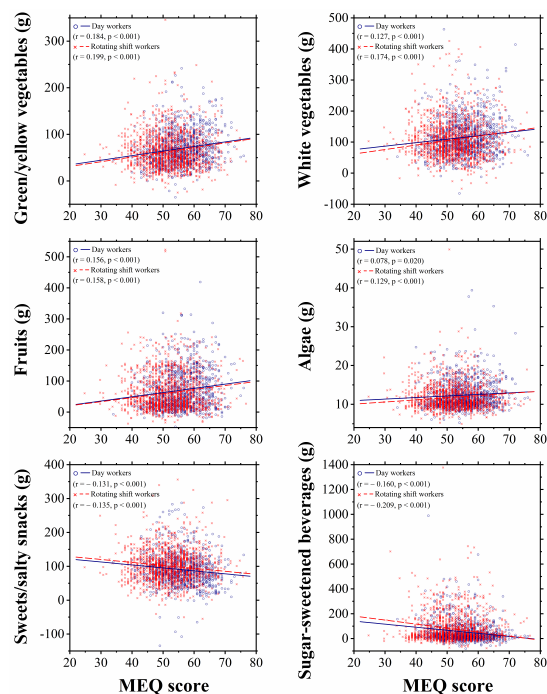


図 1 : 常日勤者 (day workers) と交代制勤務者 (rotating shift workers) での朝型夜型傾向スコア (MEQ score) と緑黄色野菜類 (green/yellow vegetables)、白色野菜類 (white vegetables)、果実類 (fruits)、藻類 (algae)、菓子類 (sweets/salty snacks)、甘い飲料水 (sugar-sweetened beverages) の摂取量の関係

夜勤後の皮膚温が下がり始めるタイミングについて、その時刻が遅いことは、報酬駆動スコアが高いこと、行動抑制スコアが低いこと、夜の空腹感が大きいこと、夜の満腹感が小さいこと ($p < 0.05$)、また、報酬駆動スコアが高いことは夜勤後での塩味の摂取食品の欲求が高いこと、行動抑制スコアが低いことは夜勤後での甘い食品の摂取欲求の増大、と関連する傾向 ($p < 0.1$) が認められた (図 2)。

また朝型夜型傾向スコアが夜型になるほど、抑うつスコアが高く、また起床直後のC反応性蛋白濃度が高い傾向($p < 0.1$)となることが認められた。

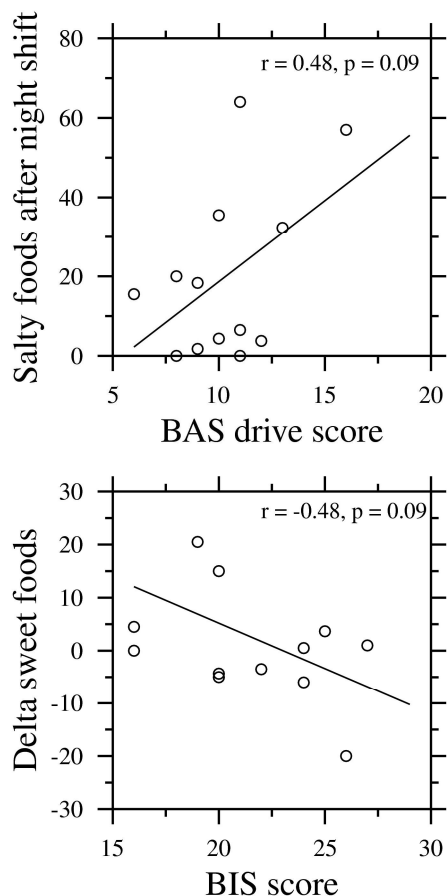


図2：交代制勤務者での報酬駆動スコア(BAS drive score)と夜勤後での塩味の食品の摂取欲求レベル(salty foods after night shift)、行動抑制スコア(BIS score)と夜勤前後での甘い食品の摂取欲求の変化(delta sweet foods)の関係

(3) 食品選択性調査

朝型夜型傾向スコアが夜型になるほど食品の選択性を評価するスマートフォンアプリケーションへの回答時刻が有意に($p < 0.05$)遅いことが認められた。また、多変量線形回帰モデルを用いた解析結果から、夜型傾向群は朝型傾向群と比較して、藻類の選択性が有意に($p < 0.05$)低いこと、また野菜類の選択性が低い傾向($p < 0.1$)があることが認められた。

本研究の結果から、交代制勤務者において、概日リズムまたは朝型夜型傾向は、抑うつ気分、食事内容、食品摂取欲求、食品選択性、C反応性蛋白濃度と関連性があることが示唆された。また、行動の抑制性/衝動性は朝型夜型傾向、食事内容、食品摂取欲求と関連することが示唆された。これらのことから、交代制勤務者において、体内時計の位相が後退することは、抑うつ気分の増大や好ましくない食事内容と関連すること、また、その関連性を説明する要因として、体内の炎症や行動の抑制性/衝動性が関与する可能性があると考えられた。こうしたことは、交代制勤務者の心身の健康問題の対応策の構築に対して貢献しうると考えられる。

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5件)

Yoshizaki, T., T. Komatsu, Y. Tada, A. Hida, Y. Kawano, F. Togo. Association of morningness-eveningness and rotating shift work with habitual dietary intake in Japanese female nurses. *Chronobiology International*, 35, 392-404, 2018.

Togo, F., T. Yoshizaki, T. Komatsu. Associations of depressive symptoms and morningness-eveningness, sleep duration, and rotating shift work in Japanese nurses. *Chronobiology International*, 34, 349-359, 2017.

Yoshizaki, T., Y. Kawano, O. Noguchi, J. Onishi, R. Teramoto, A. Sunami, Y. Yokoyama, Y. Tada, A. Hida, F. Togo. Association of eating behaviors with diurnal preference and rotating shift work in Japanese female nurses: a cross-sectional study. *BMJ open*, 6: e011987, 2016. doi:10.1136/bmjopen-2016-011987.

Izawa, S., K. Miki, M. Tsuchiya, T. Mitani, T. Midorikawa, T. Fuchu, T. Komatsu, F. Togo. Cortisol level measurements in fingernails as a retrospective index of hormone production. *Psychoneuroendocrinology*, 54, 24-30, 2015.

久保智英、東郷史治、津野香奈美、高橋正也、一水卓、佐藤悦子、菊池沙織、三谷健、小松泰壺。認知症専用棟で交代勤務に従事する介護労働者における表情認知。産業ストレス研究, 22, 119-126, 2015.

〔学会発表〕(計 11 件)

Togo, F. Changes in circadian rhythm and sleep with aging in humans. “3rd Asian Conference for Frailty and Sarcopenia”, 10.27-28, Seoul, Korea, 2017.

Togo, F. Mental and physical health in older adults: sleep and physical activity habits. “JSPS 韓国同窓会ワークシヨップ”, 11.18-19, Jeonju, Korea, 2017.

吉崎貴大, 小松泰喜, 東郷史治. 女性看護師における食品群別摂取量と勤務形態および朝型夜型指向性との関係. 第 71 回日本栄養・食糧学会大会, 5.19-21, 宜野湾・沖縄, 2017.

Togo, F. Ambulatory behavioral and physiological monitoring using wearable sensors and physical and brain health. The 2nd International Symposium on “Fourth Industrial Revolution-Smart Health Care”, 11.25, Busan, Korea, 2016.

吉崎貴大, 野部知美, 三上恵莉奈, 多田由紀, 日田安寿美, 東郷史治, 川野因. 大学生における食生活状況と睡眠 覚醒リズムの位相との関連. 第 3 回時間栄養科学研究会, 8.26, 東京・東京, 2016.

井澤修平, 三木圭一, 土屋政雄, 三谷健, 府中達也, 緑川亨, 小松泰喜, 東郷史治. ストレスの過小評価と爪コルチゾール: 介護施設労働者を対象とした縦断的研究. 第 89 回日本産業衛生学会, 5.24-27, 福島・福島, 2016.

吉崎貴大, 川野因, 多田由紀, 日田安寿美, 小松泰喜, 東郷史治. 女性看護師における勤務形態および朝食摂取頻度と食品群別摂取量との関連. 第 70 回日本栄養・食糧学会大会, 5.13-15, 兵庫・神戸, 2016.

Togo, F. Physiological and behavioral rhythms and physical/mental health status in a super-aged society. 2015 Winter International Conference and Workshop for Korean Society of Exercise Physiology, 12.5, Cheonan, Korea, 2015.

Yoshizaki, T., T. Midorikawa, K. Hasegawa, T. Mitani, T. Komatsu, F. Togo. Associations between diurnal 24-hour rhythm in heart rate variability and dietary behavior during the day shift in rotating shift workers. 第 2 回時間栄養科学研究会, 9.2, 東京・東京, 2015.

Togo, F., T. Yoshizaki, T. Komatsu. Associations of depressive symptoms with

chronotype, sleep duration, and skipping breakfast in rotating shift workers. SLEEP 2015, the 29th Annual Meeting of the Associated Professional Sleep Societies, 6.6-10, Seattle, USA, 2015.

Yoshizaki, T., Y. Kawano, O. Noguchi, J. Onishi, R. Teramoto, A. Sunami, Y. Yokoyama, Y. Tada, A. Hida, F. Togo. Associations between dietary behaviors and rotating shift work among Japanese nursing staff. 12th Asian Congress of Nutrition, 5.14-18, Yokohama, Japan, 2015.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

東郷 史治 (Togo Fumiharu)
東京大学・大学院教育学研究科・准教授
研究者番号: 90455486

(2) 研究分担者

小松 泰喜 (Komatsu Taiki)
日本大学・スポーツ科学部・教授
研究者番号: 8043651

岸 哲史 (Kishi Akifumi)
東京大学・大学院教育学研究科・助教
研究者番号: 70748946

吉崎 貴大 (Yoshizaki Takahiro)
東洋大学・食環境科学部・准教授
研究者番号: 50732830