

令和 4 年 6 月 23 日現在

機関番号：24601

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2021

課題番号：18K11008

研究課題名（和文）写真法で客観測定した食事時刻・栄養摂取とサーカディアンリズムに関する疫学研究

研究課題名（英文）Estimation of meal timing and nutrition intake using food photography and its association with circadian rhythm: an epidemiologic study.

研究代表者

石塚 理香 (Ishizuka, Rika)

奈良県立医科大学・医学部・研究員

研究者番号：50461190

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：同じ量の栄養摂取であっても、摂取のタイミングによって、その影響が異なることが動物実験等で報告されている。本研究では、500人以上の高齢者が2日間の食事をデジタルカメラで記録し、そのデータを用いて、食事間の絶食時間の最大値を求めた。さらに最大絶食時間と年齢、栄養摂取量の関連に加え、肥満、糖・脂質代謝指標、生体リズム指標、うつ症状、睡眠状態との関連を調査した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

食事の内容や摂取時刻を客観的に測定するには、多大な労力を要するため、疫学研究が乏しい。本研究はデジタルカメラを用いて推定した絶食時間や栄養摂取を評価し、健康指標との関連を検討した点で新規性が高いと考える。本研究の知見は、適切なタイミングに必要な栄養摂取を促し、メタボリック症候群やフレイルの予防につながるものであり、社会的意義も高いと考える。

研究成果の概要（英文）：In the present study, over 500 elderly participants recorded their food intake using a digital camera for 48 hours. Based on the food-photographic record, we estimate the nutrition intake and the longest fasting time. We assess the distribution of the longest fasting time by age group and gender and the association with the prevalence of diabetes and dyslipidemia, urinary melatonin excretion, depressive symptoms, and sleep disturbance.

研究分野：疫学

キーワード：栄養 生体リズム

1. 研究開始当初の背景

近年、時計遺伝子の発見など時間生物学の発展により、糖・脂質代謝のサーカディアンリズムの存在が明らかとなった。同じ量のエネルギーを摂取した場合でも、摂取する時刻や頻度によって肥満や脂質異常症の発症リスクが異なることが動物実験で示されている。1日中、食餌を摂取可能な環境に飼育したマウスでは、本来の活動時間帯である夜間のみ食餌摂取を制限したマウスに比べて、摂取エネルギー量が同じであったにもかかわらず、18週間で体重は1.27倍の肥満を呈し、時計遺伝子の振幅の低下を認めた(Cell metabolism 2012, 15, 848-60)。しかしヒトでは、食事摂取パターンの違いによる健康影響について不明な点が多い。生体リズム異常と健康の関連は、動物実験やコントロール下でのヒトの生理学実験が報告され、メカニズムの解明が進みつつあるが、日常生活下の食事状況と生体リズム異常、疾病発症など長期的な健康影響についての研究は乏しい。

2. 研究の目的

著者らはデジタルカメラで記録した食事写真に基づいて推定した栄養摂取量が、秤量法によって求めた結果と高い相関があることを報告した(Nutrition Journal 2020, 19, 104)。デジタルカメラは、撮影時の時刻を記録する機能を備えており、食事摂取時刻を正確に把握することができる点も強みである。本研究の目的は、食事写真記録から、食事開始・終了時刻に基づいて、2日間で最も長い絶食時間(最大絶食時間)を求め、栄養摂取量、肥満、メラトニン分泌量、糖尿病、脂質異常症、うつ症状、不眠症との関連を明らかにすることである。

3. 研究の方法

(1) 食事時刻、最大絶食時間、摂取栄養素

対象者は、食事前に1cm罫線が引かれたシートの上に食事をセットし、真上および斜め上からデジタルカメラで食事写真を撮影した。さらに食事終了後に同様の手順で撮影を行った。正午から48時間後の正午まで、朝食、昼食、夕食とそれ以外の間食を含めて記録した。さらに対象者は自記式調査票に、同期間の朝食、昼食、夕食の開始時刻と終了時刻を記載した。食事写真から撮影時刻データおよび自記式記録に基づいて、調査期間内の最大絶食時間を算出した。調査スタッフは、食前および食後の食事写真から、メニューと食事重量、摂取栄養素を推定した。

(2) 肥満、睡眠障害、メラトニン、うつ症状

対象者の身長および体重を測定し、体格指数を算出した。1晩の夜間畜尿検体からメラトニン代謝物を測定した。糖・脂質代謝の指標として、空腹時採血検体を用いて血糖、HbA1c、中性脂肪、LDLコレステロールを測定した。主観的睡眠はピッツバーグ睡眠調査票(PSQI)を用いて調査し、6点以上を睡眠障害とした。また客観的な睡眠指標として、非利き腕に装着したアクチグラフィーの測定結果を用いて睡眠効率を算出した。うつ症状については、老年期うつ病スコア(Geriatric Depression Score)を用いて評価し6点以上をうつ状態とした。

(3) その他のデータおよび分析方法

対象者の年齢、性別、生活習慣(飲酒・喫煙)、治療中の疾患(糖尿病、脂質異常症)、服薬内容について、標準化した自記式質問票を用いて調査し、未回答部分についてはスタッフが聞き取り調査した。最大絶食時間は4分位値を用いて分類し、群間の中央値の傾向検定にはJonckheere-Terpstra test、群間の割合の傾向検定には、Cochran-Armitage testを用いた。オッズ比および95%信頼区間は、ロジスティック回帰分析モデルを用いて推定した。

4. 研究成果

(1) 対象者の基本特性：研究参加者595名のうち、合計586名の対象者が、2日間の食事をデジタルカメラで記録を完了した。586名の平均年齢は71.0歳(標準偏差：7.51)で、男性が278名(47.4%)であった。写真法で摂取栄養素が分析できたのは、合計4866食で、各対象者が記録を行った食事数(間食も含む)の中央値は8.0食(四分位範囲：7-10)であった。

(2) 栄養摂取量および最大絶食時間

1日あたりの各主要栄養摂取量の中央値(四分位範囲)は、エネルギー：1990.0 kcal (1712.5 - 2264.5)、炭水化物：269.7g (232.5 - 308.4)、タンパク質：76.3 g (65.1 - 88.6)、脂質：60.4g (49.5 - 75.8)であった。自記式

図1 写真法による最大絶食時間の分布(性別)

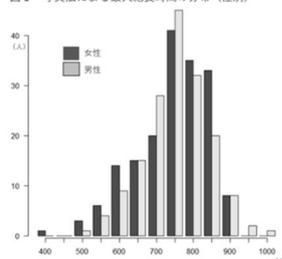
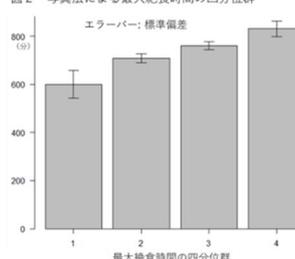


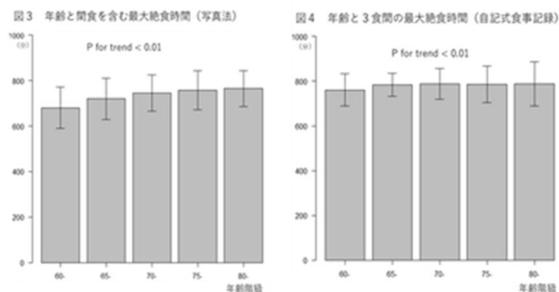
図2 写真法による最大絶食時間の四分位群



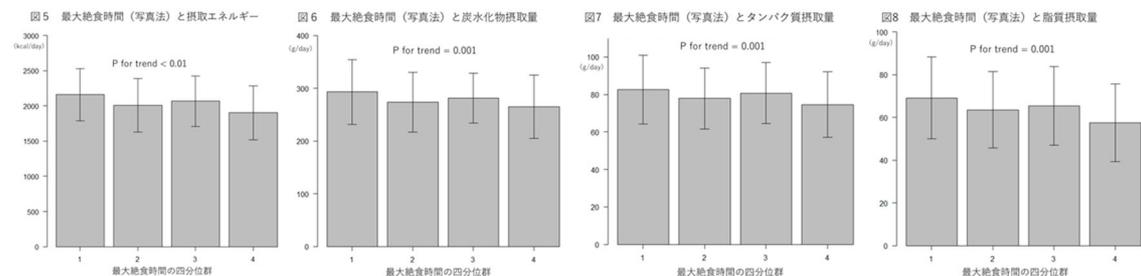
調査票による朝食・昼食・夕食時刻に基づく最大絶食時間の中央値は 780 分 (745 - 820) で、写真法によるすべての食事記録による最大絶食時間の中央値は 736 分 (672 - 790) で、概ね正規分布を呈し、男女間の分布の違いは明らかではなかった (図 1)。四分位群の最大絶食時間を図 2 に示す。

(3) 最大絶食時間と年齢、栄養摂取量

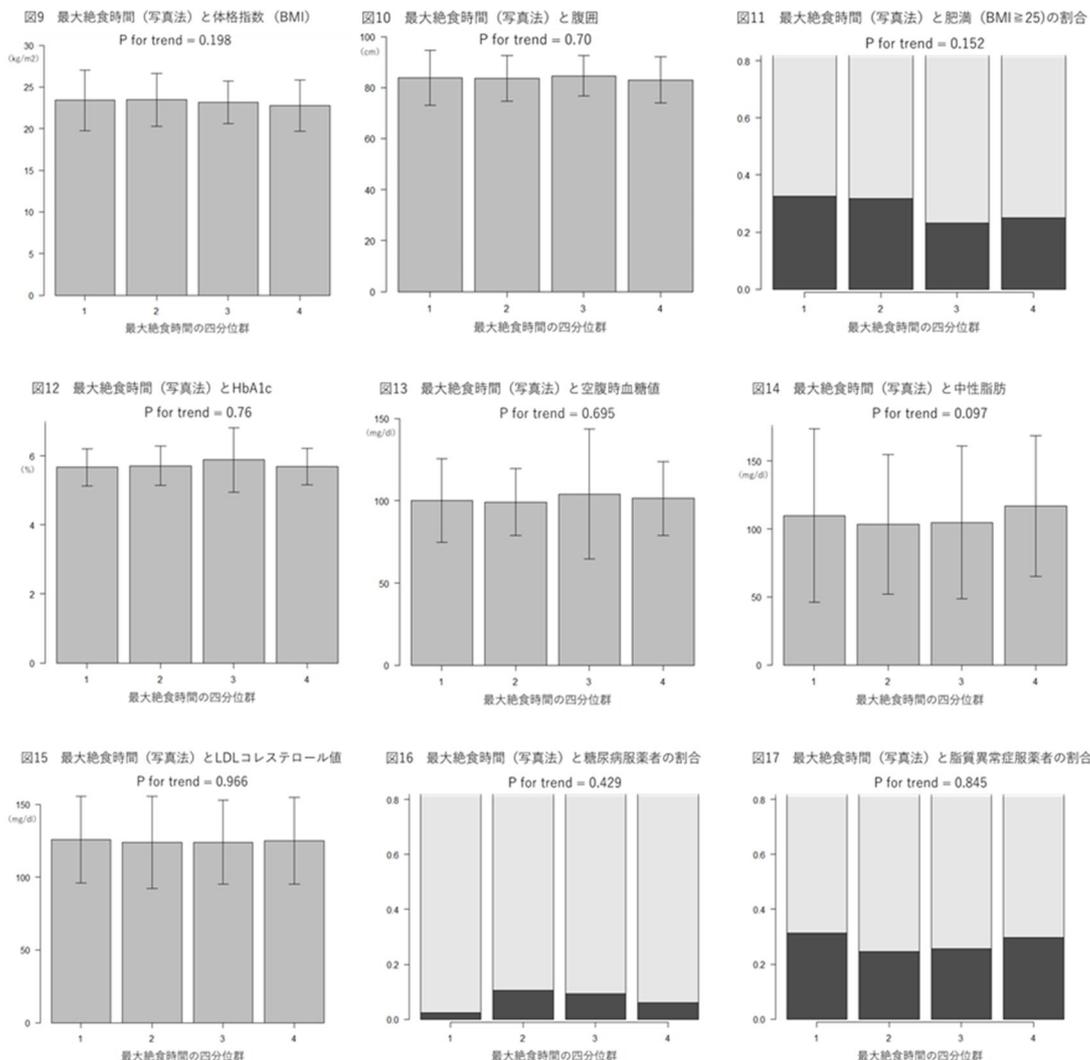
間食を含む写真法の食事記録から求めた最大絶食時間と、朝・昼・夕食についての自記式記録に基づく最大絶食時間はともに、年齢が高い対象者で有意に長い傾向が見られた (図 3、4)。また写真法による栄養摂取量 (エネルギー、炭水化物、タンパク質、脂質) は、最大絶食時間と有意な負の関連を認めた (図 5 - 8)。



(4) 最大絶食時間と肥満、糖・脂質代謝の関連

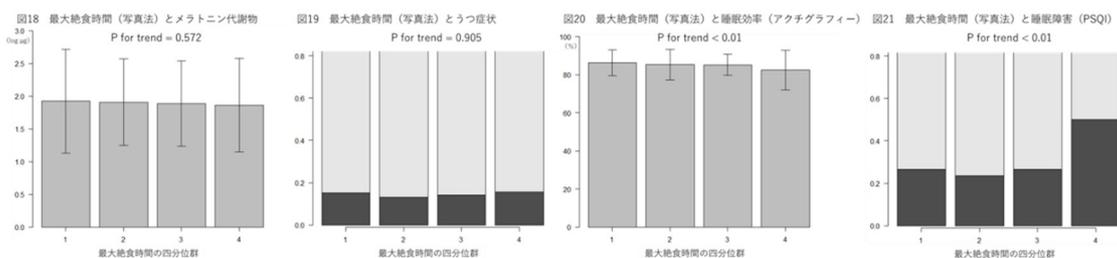


最大絶食時間は、体格指数、腹囲と有意な関連を示さず、肥満者 (BMI 25) の割合とも有意な関連を認めなかった (図 9 - 11)。また最大絶食時間は、HbA1c、空腹時血糖、中性脂肪、LDL コレステロール値、糖尿病治療薬服用者割合、脂質異常症治療薬服用者に有意な関連を示さなかった (図 12 - 17)。



(5) 最大絶食時間と生体リズム指標、うつ症状、睡眠との関連

最大絶食時間は、夜間のメラトニン分泌量およびうつ症状の有病割合とは有意な関連を示さなかった（図 18、19）。一方、アクチグラフィで客観的に測定した睡眠効率とは有意な負の関連を示し、最大絶食時間が長い対象者で、睡眠効率が低い関連を示した（図 20）。また最大絶食時間が長い対象者では、ピッツバーグ睡眠質問票を用いて判定した睡眠障害の有病割合が高い傾向を認めた（図 21）。



最大絶食時間が最も短い四分位群を基準とした場合、最も長い群の睡眠障害の粗オッズ比は 2.7 (95%信頼区間: 1.44 - 5.20, $P < 0.01$) で、年齢、性別、体格指数、多量飲酒 (30g/日以上)、現在の喫煙、うつ症状といった交絡要因で調整した後も、有意であった。(調整オッズ比: 2.18、95%信頼区間: 1.05 - 4.51、 $P = 0.036$)。

(6) 考察

本研究では、間食および朝・昼・夕食についてデジタルカメラを用いて記録し、その分析から、栄養摂取量および 2 日間の最大絶食時間を求め、健康指標との関連を検討した。先行研究では、断続的な食事摂取は肥満の増加、糖代謝指標の悪化と関連すると予想されたが、本研究の結果では、最大絶食時間と肥満や糖脂質代謝の間には有意な関連を認めなかった。本研究の対象者の最大絶食時間は比較的長かったことから、夜遅くの食事摂取者が多く含まれる若年対象者でのさらなる研究が必要と考えられる。また最大絶食時間が最も長い四分位群の対象者において、主観的睡眠が多い関連が見られたがメカニズムは不明である。これまで断食者の睡眠の質の低下を指摘した先行研究はみられるものの、今後さらに詳細な検討が必要と考えられた。

(7) その他の成果

著者らは、高齢対象者 712 名 (平均年齢: 70.8 歳) を 31 か月間観察した前向きコホート研究において、ベースライン時に週 1 回以上の朝食欠食がある者では、MMSE (Mini-Mental State Examination) を用いて評価した認知低下 (ベースライン時より 2 ポイント以上の低下) の発生率が有意に高く (粗発生率比: 2.10、95%信頼区間: 1.28 - 3.44)、その関連は年齢、性、喫煙・飲酒状況、BMI、世帯収入、身体活動量、摂取カロリー、ベースライン時の MMSE スコアを用いた朝食欠食に関する傾向スコアで調整した分析でも有意であった (調整発生率比: 2.21、95%信頼区間: 1.33 - 3.68)。この結果は日本栄養改善学会 (2020 年) で発表し、論文投稿中である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 8件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Keigo Saeki, Naoto Otaki, Maiko Kitagawa, Nobuhiro Tone, Ribeka Takachi, Rika Ishizuka, Norio Kurumatani and Kenji Obayashi	4. 巻 19
2. 論文標題 Development and validation of nutrient estimates based on a food-photographic record in Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nutrition Journal	6. 最初と最後の頁 1-13
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1186/s12937-020-00615-y	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Yamagami Y, Saeki K, Tai Y, Maegawa T, Iwamoto J, Kataoka H, et al.	4. 巻 38(4)
2. 論文標題 Objectively measured physical activity relates to night-time blood pressure in older adults: cross-sectional analysis in the HEIJO-KYO cohort.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J Hypertens.	6. 最初と最後の頁 649-55
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1097/HJH.0000000000002302	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Obayashi K, Yamagami Y, Kurumatani N, Saeki K	4. 巻 65
2. 論文標題 Bedroom lighting environment and incident diabetes mellitus: a longitudinal study of the HEIJO-KYO cohort	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Sleep medicine	6. 最初と最後の頁 1-3
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.sleep.2019.07.006	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Obayashi K, Yamagami Y, Tatsumi S, Kurumatani N, Saeki K	4. 巻 133(Pt B)
2. 論文標題 Indoor light pollution and progression of carotid atherosclerosis: A longitudinal study of the HEIJO-KYO cohort	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Environ Int.	6. 最初と最後の頁 105184
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.envint.2019.105184	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Obayashi K, Yamagami Y, Kurumatani N, Saeki K..	4. 巻 54
2. 論文標題 Pre-Awake Light Exposure and Sleep Disturbances: Findings from the HEIJO-KYO Cohort.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Sleep Med	6. 最初と最後の頁 121-125
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.sleep.2018.10.027	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Asai Y, Obayashi K, Oume M, Ogura M, Takeuchi K, Yamagami Y, Tai Y, Kurumatani N, Saeki K..	4. 巻 241
2. 論文標題 Farming Habit, Light Exposure, Physical Activity, and Depressive Symptoms: A Cross-Sectional Study of the HEIJO-KYO Cohort.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J Affect Disord	6. 最初と最後の頁 235-240
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jad.2018.08.003	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Obayashi K, Kurumatani N, Saeki K..	4. 巻 79
2. 論文標題 Gender Differences in the Relationships between Chronic Kidney Disease, Asymmetric Dimethylarginine, and Sleep Quality:The HEIJO-KYO Cohort.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nitric Oxide	6. 最初と最後の頁 25-30
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.niox.2018.07.001	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Obayashi K, Yamagami Y, Iwamoto J, Kurumatani N, Saeki K.	4. 巻 89
2. 論文標題 Gender Differences in the Association between Melatonin Secretion and Diabetes in Elderly: the HEIJO-KYO Cohort.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Clin Endocrinol	6. 最初と最後の頁 750-756
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/cen.13842	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計11件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 石塚理香、大滝直人、田井義彬、山上優紀、田中邦彦、森川将行、伊木雅之、車谷典男、佐伯圭吾、大林賢史
2. 発表標題 高齢者の朝食欠食と認知機能低下の関連：平城京コホート縦断分析
3. 学会等名 第67回日本栄養改善学会学術総会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大林賢史、山上優紀、車谷典男、佐伯圭吾
2. 発表標題 Nighttime Light Exposure and the Incidence of Diabetes Mellitus: A Longitudinal Study of the HEIJO-KYO Cohort
3. 学会等名 World Sleep 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大林賢史、山上優紀、巽志伸、車谷典男、佐伯圭吾
2. 発表標題 夜間光曝露と糖尿病発症の関連：平城京スタディ縦断分析
3. 学会等名 日本睡眠学会定期学術集会 2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐伯圭吾、山上優紀、田井義彬、小松雅代、石塚理香、根津智子、車谷典男、大林賢史
2. 発表標題 寝室の温度環境と客観測定した睡眠の横断的関連
3. 学会等名 日本疫学会学術総会 2019
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 大林賢史、山上優紀、巽 志伸、車谷典男、佐伯圭吾
2. 発表標題 寢室の明るさと動脈硬化の進行：平城京コホートスタディ縦断分析
3. 学会等名 日本疫学会学術総会 2019
4. 発表年 2018年～2020年

1. 発表者名 山上優紀、佐伯圭吾、岩本淳子、車谷典男、大林賢史
2. 発表標題 高齢者における身体活動強度と夜間血圧の関連：平城京コホート横断分析
3. 学会等名 日本疫学会学術総会 2019
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 山口知剛、佐伯圭吾、山上優紀、車谷典男、大林賢史
2. 発表標題 夜間血圧と動脈硬化の関連：平城京スタディ横断分析
3. 学会等名 奈良県公衆衛生学会 2018
4. 発表年 2018年～2019年

1. 発表者名 山上優紀、佐伯圭吾、車谷典男、大林賢史
2. 発表標題 夜間室内騒音レベルと睡眠の質の関連：平城京コホート研究横断分析
3. 学会等名 奈良県公衆衛生学会 2018
4. 発表年 2018年～2019年

1. 発表者名 中井昌弘、佐伯圭吾、山上優紀、巽志伸、岩本淳子、車谷典男、大林賢史
2. 発表標題 高齢者のクロノタイプと光曝露量および睡眠障害の関連：平城京スタディ横断解析
3. 学会等名 日本時間生物学会学術大会 2018
4. 発表年 2018年～2019年

1. 発表者名 山上優紀、佐伯圭吾、中井昌弘、巽志伸、車谷典男、大林賢史
2. 発表標題 高齢者のクロノタイプと身体活動量の関連：平城京スタディ横断解析
3. 学会等名 日本時間生物学会学術大会 2018
4. 発表年 2018年～2019年

1. 発表者名 山上優紀、佐伯圭吾、岩本淳子、石塚理香、車谷典男、大林賢史
2. 発表標題 Physical Activity and Nighttime Blood Pressure in Elderly Individuals: The HEIJO-KYO Cohort
3. 学会等名 日本公衆衛生学会 2018
4. 発表年 2018年～2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担 者	佐伯 圭吾 (Saeki Keigo) (60364056)	奈良県立医科大学・医学部・教授 (24601)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	高地 リベカ (Takachi Ribeka) (60413085)	奈良女子大学・生活環境科学系・教授 (14602)	
研究分担者	大滝 直人 (Otaki Naoto) (70551133)	武庫川女子大学短期大学部・食生活学科・准教授 (44523)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関