

＜特集「生活習慣のリズムと『健康』」＞

食事のタイミングと2型糖尿病： 概日リズムとの統合的理

北川暢子*

京都府立医科大学大学院医学研究科統合生理学

Meal Timing and Type 2 Diabetes: An Integrative Understanding with Circadian Rhythms

Nobuko Kitagawa

*Department of Physiology and System Bioscience,
Kyoto Prefectural University of Medicine Graduate School of Medical Science*

抄 錄

2型糖尿病は、心血管疾患や認知症など多くの疾患と関連する世界的な健康課題であり、その発症予防と進展抑制は喫緊の課題である。治療の基盤となる食事療法は、従来、摂取カロリーや栄養バランスの最適化に重点が置かれてきたが、近年では、食事のタイミングが新たな要因として注目されている。食事の摂取時刻は、体内時計によって制御される概日リズム(circadian rhythm)とも密接な関連があり、代謝機能やインスリン感受性に影響を及ぼすことが報告されている。概日リズムの制御系は、視交叉上核に位置する中枢時計と、肝臓や脾臓などの末梢時計によって構成されており、これらの同調が代謝の恒常性を支えている。近年の研究では、不規則な食事のタイミングがこの同調機構を乱し、インスリン分泌低下やインスリン抵抗性を惹起し耐糖能の悪化を引き起こすことが示されている。本稿では、食事のタイミングと2型糖尿病に関する最新の疫学的・臨床的知見を概説するとともに、食事療法に時間的な観点を組み込む可能性について論じ、今後の全人的ケアの一環としての食事療法の再構築を提案する。

キーワード：2型糖尿病、食事のタイミング、概日リズム、食事療法。

Abstract

Type 2 diabetes mellitus (T2DM) represents a major global health burden, associated with a wide range of complications such as cardiovascular disease and dementia. Preventing its onset and mitigating its progression remain urgent medical and public health priorities. Dietary therapy, a cornerstone of diabetes management, has traditionally emphasized caloric control and nutritional balance. However, accumulating evidence suggests that when we eat is as important as what we eat. Meal timing has emerged as a critical determinant of metabolic health, closely linked to the circadian rhythm, which orchestrates key physiological processes including metabolism and insulin sensitivity. The circadian system comprises a central clock located in the suprachiasmatic nucleus (SCN) and peripheral clocks distributed across various tissues, including metabolic organs such as the liver and pancreas. Proper synchronization between these clocks is essential for maintaining metabolic homeostasis. Disruption of this temporal coordination, often through irregular eating patterns, has

令和7年10月22日受付 令和7年10月22日受理

*連絡先 北川暢子 〒602-8566 京都市上京区河原町通広小路上ル梶井町465番地

nobuko-s@koto.kpu-m.ac.jp

doi:10.32206/jkpum.134.12.763

been shown to impair insulin secretion, reduce insulin sensitivity, and deteriorate glucose tolerance. This review summarizes recent epidemiological and clinical findings on the association between meal timing and T2DM, explores the integration of circadian principles into dietary interventions, and proposes a circadian rhythm-based framework for optimizing metabolic outcomes in comprehensive diabetes care.

Key Words: Type 2 diabetes mellitus, Meal timing, Circadian rhythm, Dietary therapy.

はじめに

2型糖尿病は、心血管疾患や悪性疾患のみならず認知症やアルツハイマーとも関連するため世界的な健康課題である。厚生労働省「国民健康・栄養調査」(2023年)によると、糖尿病が強く疑われる成人は男性で16.8%、女性で8.9%に上るとされており、2019年をピークとして減少傾向であるが、日本においても依然として2型糖尿病は解決すべき重要課題である。2型糖尿病は、インスリン抵抗性やインスリン分泌低下によって生じる慢性の代謝性疾患であり、食事療法・運動療法が治療の中心となる。糖尿病診療ガイドライン2024においても食事療法の重要性が強調されているが、食事療法の実行や継続には遵守困難がしばしば問題となり、実際の臨床現場では薬物療法による血糖管理が主体となる傾向が散見される^{1,2)}。近年、2型糖尿病の発症や血糖管理において、「食事の内容」や「摂取エネルギー量」だけでなく、食事のタイミングが重要な因子として注目されている。そのような中で、食事のタイミングは体内的な概日リズム(circadian rhythm)と密接に関係することによって、糖代謝機能に深い影響を及ぼすことが明らかになってきた³⁾。本稿では、2型糖尿病における食事のタイミングの重要性について概説するとともに、生物学的要因としての概日リズムとの関連性に着目して近年の知見を整理する。さらに、概日リズムに着目した介入研究や臨床応用の可能性について論じ、今後の全人的ケアの一環としての食事療法の再構築を提案する。

概日リズムと糖代謝との関連

概日リズムは、体内時計(概日時計、Circadian

Clock)によって制御される約24時間周期で変動する生理機能のリズムであり、視交叉上核(suprachiasmatic nucleus: SCN)を中心時計として、肝臓、脾臓、脂肪組織などの末梢臓器にも個々の細胞レベルで固有の体内時計が存在する。このリズムは、光、食事、運動などの外的因子によって同調(entrainment)され、代謝、ホルモン分泌、体温調節、睡眠など、広範な生理機能を制御している⁴⁾。通常は、光刺激によって同調された中枢時計が末梢臓器のリズムを統率しているが、不規則な食習慣、シフトワークなどの不規則な活動等により、中枢と末梢時計の同調が崩れると、概日リズムの不整合(circadian misalignment)が生じる。このような状態では、個体の様々な恒常性破綻を惹起し、糖代謝異常にも関与することが示されている⁵⁾。インスリン分泌は、日中に高く夜間に低下するが、脾β細胞にはCLOCK、BMAL1、PER、CRYなどの時計遺伝子が発現していることが報告されている⁶⁾。動物実験では、脾β細胞特異的にBMAL1を欠損させると、インスリン分泌能が低下し、耐糖能異常が生じることが示されている⁷⁾。さらにヒトにおいても、朝食の欠食や遅い時間の摂食などの不規則な食事のタイミングは、末梢時計遺伝子の同調不良を招き、食後高血糖及びインスリン感受性的低下と関連することが報告されている⁸⁾。これらの知見から、概日リズムは単に睡眠覚醒の調節に関わるのみならず、エネルギー代謝の恒常性維持において極めて重要な役割を果たしていることが示唆される。すなわち、日常生活の中で概日リズムの同調を保つ、また、そのための食行動は、糖代謝の正常化および2型糖尿病の予防において重要な要素であると考えられる。

食事のタイミングと耐糖能

1. 朝食の欠食と耐糖能

朝食の摂取は、健康増進に寄与する生活習慣として位置づけられている。特に、朝食を欠食することは、食後高血糖、HbA1c の上昇、インスリン感受性の低下といった耐糖能の悪化と関連し⁹⁾、2型糖尿病の発症リスクを高めることが報告されている¹⁰⁾¹¹⁾。朝食の欠食が耐糖能の悪化と関連する主な機序として、朝食を摂取しないことによって、「セカンドミール効果」が失われ、絶食時間の延長に伴ってインスリン抵抗性が増大する点が挙げられる¹²⁾。セカンドミール効果とは、1日の最初の食事（ファーストミール）が次の食事（セカンドミール）の食後血糖応答にも影響を及ぼす現象である。また、絶食時間の延長は、血中遊離脂肪酸やグルカゴン濃度の上昇を介して肝糖新生を促進し、インスリン抵抗性の増大をもたらすが、これらの代謝変化は昼食後から夕食後まで持続し、日内全体の血糖上昇を引き起こすことが指摘されている¹³⁾。加えて、朝食摂取の有無は概日リズム制御にも深く関与している。肝臓や脾臓などの末梢臓器の時計遺伝子は、食事摂取のタイミングを同調シグナルとして日内リズムを形成しているが、朝食の欠食によりこの同調刺激が失われると、末梢時計と中枢時計（視交叉上核）との間に位相ずれが生じる¹⁴⁾。その結果、インスリン分泌やグルコース取り込みの時間的最適化が損なわれ、食後高血糖やインスリン抵抗性を惹起すると考えられている。また、朝食の欠食は睡眠の質やリズムにも影響し、夜間の覚醒や入眠困難などの睡眠障害と関連する可能性も指摘されている¹⁵⁾¹⁶⁾。これらの知見は、朝食が単なる栄養摂取にとどまらず、体内時計の同調を介して糖代謝の恒常性を維持する上で重要な役割を果たしていることを示唆している。

2. 遅い時間の食事と耐糖能

遅い時間の食事は糖代謝に大きく影響を及ぼす。夜間はインスリン感受性やエネルギー消費が低下するため、この時間帯の食事は日中よりも血糖上昇を招きやすい。インスリン分泌やイ

ンスリン感受性は概日リズムに従っており、日中の方がインスリン感受性は高く、夜間には低下する仕組みが認められている¹⁷⁾。実際、ヒトの皮下脂肪組織においてはインスリン感受性が正午にピークを迎え、深夜と比較して約 54%高いことが示されている¹⁸⁾。Marta らの研究では、就寝直前の間食が夜間の血糖上昇やインスリン分泌遅延、脂質代謝抑制を引き起こし、耐糖能悪化に繋がることが報告されている¹⁹⁾。さらに、夜間に高まるメラトニン分泌は臍β細胞でのインスリン分泌を抑制するため、メラトニン濃度の高い時間帯の摂食は耐糖能を低下させることが報告されている¹⁹⁾。動物実験では、夜間摂食により、肝臓の時計遺伝子発現が位相遅延を示し、インスリン感受性が低下することが示されている²⁰⁾。我々の研究を含む国内報告でも、20 時以降に夕食を摂取する群では、早い時間に夕食を摂る群に比べて HbA1c が有意に高い傾向が示されており²¹⁾、遅い時間の摂食が血糖管理に悪影響を及ぼすことが示唆される。これらの結果から、遅い夕食や就寝前の間食などの遅い時間の摂食は概日リズムの位相ずれを引き起こすのみならず、メラトニン分泌動態の影響も受けることによって耐糖能悪化のリスクとなる。

3. シフトワークと耐糖能

夜間勤務などのシフトワークや夜型生活による外的環境周期の搅乱は、概日リズムの破綻を引き起こし、気分障害や睡眠障害のみならず、循環器疾患、一部のがん、メタボリックシンドロームなど多岐にわたる疾患リスクと関連することが報告されている。さらに、シフトワーク等は食事のタイミングの乱れも伴うため、概日リズムの不整合 (circadian misalignment) を生じさせ、代謝異常の発症に寄与する要因となり得る。実際に、夜間勤務を行う看護師は、夜間勤務を行わない看護師と比較して 2型糖尿病の発症リスクが有意に高いことが報告されており²²⁾、また夜間勤務者は日中勤務者および非勤務者と比べて HbA1c が有意に高く、血糖マネジメントが不良であることが示されている²³⁾。さらに、夜間勤務者は食事のタイミングが不規

則になりやすく、夜間に高カロリー・高糖質の食品を摂取する頻度が高いことが報告されており²³⁾、このような食習慣がさらなる体重増加やインスリン抵抗性を惹起して2型糖尿病発症の要因となる可能性が指摘されている。Reutrakulらの報告では、夜間勤務がHbA1c値上昇と有意に関連しており、食事内容や睡眠の質が媒介因子としてなり得ることが報告されている²³⁾。これらの結果は、シフトワークなどの不規則な生活が睡眠および食事のタイミングの乱れを介して耐糖能に影響を及ぼすことを示唆している。

以上の知見を総合すると、不規則な食事時刻、特に朝食の欠食や遅い時間の食事は、概日リズムの不同調を介して耐糖能の悪化を惹起し、2型糖尿病の発症リスクを高めることが明らかとなっている。また、夜間勤務などのシフトワークは睡眠のみならず食事のタイミングにも影響を及ぼすことで耐糖能の悪化に関与する。食事のタイミングの乱れは、単なる生活習慣上の問題ではなく、生体内の「時間軸」に対する恒常性破綻として捉える必要がある（図1）。

ここまで、生物学的要因としての概日リズムとの関連性に着目し、食事のタイミングが糖代謝に及ぼす影響について概説した。今後の2型糖尿病の管理および予防においては、栄養素の

量や質のみならず、食事のタイミングやこれに影響を及ぼす、勤務形態といった概日リズムに関わる要因を包括的に考慮することが重要である。

今後の展望～食事のタイミングを考慮した個別化医療～

従来の食事療法は、主に摂取カロリー、栄養バランスに焦点が当てられてきた。だが、食事のタイミングという重要な軸は見落とされがちであり、個々人の生活リズムや職業、睡眠習慣に応じた柔軟な食事指導は十分に行われていない。また、概日リズムの評価方法に関しても、これまで個々人の生理機能を計測する方法は存在しても、概日リズムに基づく動的恒常性を包括的かつ定量的に評価する手法は確立されてこなかった。統合生理学教室では、活動リズム、血糖変動、自律神経活動リズム、深部体温など複数の生理指標を同時記録し、概日リズム制御系としての包括的機能評価法の構築を進めている。さらに、睡眠日誌や睡眠質問票などの主観的評価データを組み合わせることで、自覚症状に紐づく概日リズム恒常性評価法の開発・社会実装を目指している（図2）。

今後は、患者の概日リズムやクロノタイプ（朝型・夜型）を評価した上で、食事のタイミ

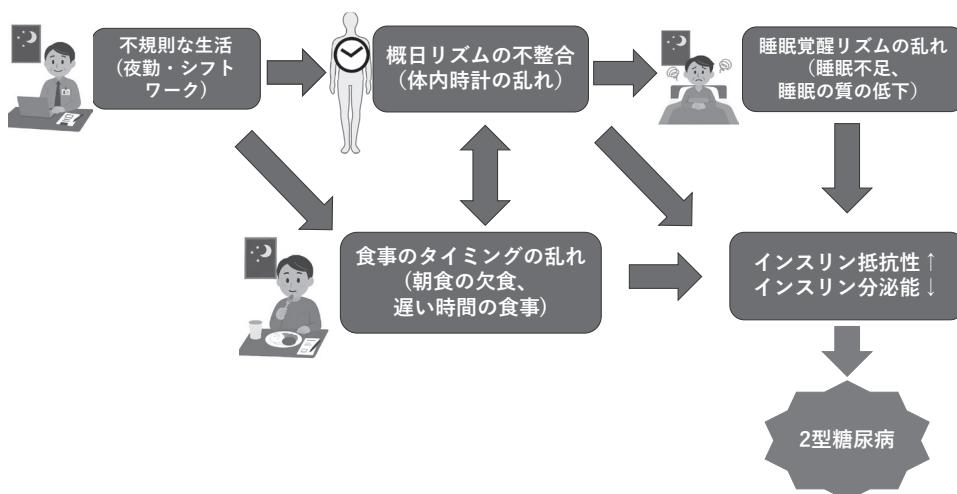


図1：食事のタイミングと概日リズムが耐糖能に影響を及ぼす



図2：2型糖尿病における概日リズム、食事のタイミング、食事療法の構想

ングを調整する個別化アプローチの確立が求められる。例えば、クロノタイプに応じた食事時間の最適化指導、夜間勤務者向けの食事プラン策定、生活リズム改善プログラムの提供などが挙げられる。さらに、スマートフォンアプリやウェアラブル端末、持続血糖モニターなどのデジタルツールを活用し、食事のタイミングと血糖変動の関係を可視化することで、患者自身の理解と行動変容を促すことが可能となる。こうした食事のタイミングを考慮した個別化医療の実装は、2型糖尿病をはじめとする生活習慣病予防・管理の新たな戦略として期待される。

結語

本稿では、2型糖尿病における食事のタイミングの重要性について概説するとともに、生物学的要因としての概日リズムとの関連に焦点を

当て、近年の知見を整理した。従来の2型糖尿病の食事療法は摂取カロリーや栄養バランスに主眼が置かれてきたが、食事のタイミングは生体の基本的なリズムと密接に関連し、単なる生活習慣にとどまらない重要な因子である。したがって、個々人の概日リズムやクロノタイプを考慮した柔軟かつ個別化された食事指導は、より高い治療効果をもたらす可能性がある。今後の2型糖尿病の管理及び予防においては、「何を、どれだけ食べるか」に加えて「いつ食べるか」という時間的な視点を組み込んだ実践的な食事療法の再構築が求められる。食事療法に時間栄養学の概念を導入し、患者の全人的ケアの一環として位置づけることが、今後の糖尿病治療の質的向上に寄与すると考えられる。

開示すべき潜在的利益相反状態はない。

文

- 1) Nasser Al-Salmi, Paul Cook, Meiba SheilaD' Souza. Diet Adherence among Adults with Type 2 Diabetes Mellitus: A Concept Analysis. *Oman Med J*, 37: e361, 2022.
- 2) Victor Mogre, Natalie A Johnson, Flora Tzelepis, Christine Paul. Barriers to diabetic self-care: A qualitative study of patients' and healthcare providers' perspectives. *J Clin Nurs*, 11-12: 2296-2308, 2019.
- 3) Sophie M T Wehrens, Skevoulla Christou, Cheryl Isherwood, Benita Middleton, Michelle A Gibbs, Simon N Archer, Debra J Skene, Jonathan D Johnston. Meal Timing Regulates the Human Circadian System. *Curr Biol*, 27: 1768-1775, 2017.
- 4) Yagita K. Emergence of the circadian clock oscillation during the developmental process in mammals. *Curr Opin Genet Dev*, 84: 102152, 2024.
- 5) Inokawa H, Umemura Y, Shimba A, Kawakami E, Koike N, Tsuchiya Y, Ohashi M, Minami Y, Cui G, Asahi T, Ono R, Sasawaki Y, Konishi E, Yoo S, Chen Z, Teramukai S, Ikuta K, Yagita K. Chronic circadian misalignment accelerates immune senescence and abbreviates lifespan in mice. *Sci. Rep*, 10: 2569, 2020.
- 6) Mark P, Biliana M, Kathryn Moynihan R, Matthew

献

- JS, Alan LH, Akihiko T, Clara BP, Heekyung H, Wenyu H, Chiaki O, Amanda LA, Christopher AB, Aaron RD, Grant DB, Joseph B. Pancreatic β cell enhancers regulate rhythmic transcription of genes controlling insulin secretion. *Science*, 350: aac4250, 2015.
- 7) Bass J, Takahashi JS. Circadian integration of metabolism and energetics. *Science*, 330: 1349-1354, 2010.
- 8) Daniela J, Julio W, Zohar L, Itamar R, Bo A, Nava C, Tali G, Miriam M, Maayan B, Yosefa BD, Oren F. Influences of Breakfast on Clock Gene Expression and Postprandial Glycemia in Healthy Individuals and Individuals With Diabetes: A Randomized Clinical Trial. *Diabetes Care*, 40: 1573-1579, 2017.
- 9) Lee S, Lee DC, Lee HJ. Association between breakfast frequency and insulin resistance in Korean adults with prediabetes: A nationwide population-based cross-sectional study. *Diabetes Metab Syndr*, 17: 102763, 2023.
- 10) Ballon A, Neuenschwander M, Schlesinger S. Breakfast Skipping Is Associated with Increased Risk of Type 2 Diabetes among Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis of Prospective Cohort Studies. *J Nutr*, 149: 106-113, 2019.
- 11) Toyokuni E, Okada H, Hamaguchi M, Nishioka N, Tateyama Y, Shimamoto T, Kurogi K, Murata H, Ito M, Iwami T, Fukui M. Eating behaviors and incidence of type 2 diabetes in Japanese people: The population-based Panasonic cohort study 15. *J Diabetes Investig*, 15: 1017-1025, 2024.
- 12) Sahar A, Julia K ZF, Alice E T, Laura A B, Keith T. Impact of breakfast consumption timing v. breakfast omission on post-lunch glycaemia and insulinemia in adolescent girls: a randomised crossover trial. *Br J Nutr*, 133: 611-622, 2025.
- 13) Daniela J, Julio W, Bo A, Zohar L, Yosefa BD, Oren F. Fasting until noon triggers increased postprandial hyperglycemia and impaired insulin response after lunch and dinner in individuals with type 2 diabetes: a randomized clinical trial. *Diabetes Care*, 38: 1820-1826, 2015.
- 14) Beeke P, Janna V, Olga PR. Meal timing and its role in obesity and associated diseases. *Front Endocrinol*, 15: 1359772, 2024.
- 15) Gwin JS, Leidy HJ. Breakfast Consumption Augments Appetite, Eating Behavior, and Exploratory Markers of Sleep Quality Compared with Skipping Breakfast in Healthy Young Adults. *Curr Dev Nutr*, 2: nzy074, 2018.
- 16) Tatiana P M, Carolina F M, Louise B T Y, Luis G S-P, Tatiane de AR, Lúcia H B T, Antônio C P, José F V-M, Luciana N C-M, Nelson D L, André F, Juan C Y-T, Heitor M, Luciana P P. The effect of breakfast skipping and sleep disorders on glycemic control, cardiovascular risk, and weight loss in type 2 diabetes. *Clin Nutr ESPEN*, 65: 172-181, 2025.
- 17) Christopher J M, Jessica N Y, Joanna I G, Samantha M, Isadora B, Wei W, Orfeu M B, Steven A S, Frank A J L S. Endogenous circadian system and circadian misalignment impact glucose tolerance via separate mechanisms in humans. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 112: E2225-2234, 2015.
- 18) Maria P C-B, Belen R-G, Jesus L-M, Andrea A, Antoni D-N, Juan A M, Juan A L, Olga M-A, Frank A J L S, Marta G. Human adipose tissue expresses intrinsic circadian rhythm in insulin sensitivity. *FASEB J*, 30: 3117-3123, 2016.
- 19) Marta G, Jesus L-M, Hassan S D, Céline V, Antonio M H-M, Millán P-A, Juan C B, Wei W, Jose C F, Frank A J L S, Richa S. Interplay of Dinner Timing and MTNR1B Type 2 Diabetes Risk Variant on Glucose Tolerance and Insulin Secretion: A Randomized Crossover Trial. *Diabetes Care*, 45: 512-519, 2022.
- 20) Zhong LH, Li X-N, Yang G-Y, Zhang X, Li W-X, Zhang Q-Q, Pan H-X, Zhang H-H, Zhou M-Y, Wang Y-D, Zang W-W, Hu Q-S, Zhu W, Zhang B. Circadian misalignment alters insulin sensitivity during the light phase and shifts glucose tolerance rhythms in female mice. *PLoS One*, 14: 20225813, 2019.
- 21) Sakai R, Hashimoto Y, Ushigome E, Miki A, Okamura T, Matsugasumi M, Fukuda T, Majima S, Matsumoto S, Senmaru T, Hamaguchi M, Tanaka M, Asano M, Yamazaki M, Oda Y, Michiaki Fukui . Late-night-dinner is associated with poor glycemic control in people with type 2 diabetes: The KAMOGAWA-DM cohort study. *Endocr J*, 65: 395-402, 2021.
- 22) An P, Eva S S, Qi S, Frank B H. Rotating night shift work and risk of type 2 diabetes: two prospective cohort studies in women. *PLoS Med*, 8: e1001141, 2011.
- 23) Areesa M, Suneet S, Hataikarn N, Nantaporn S, Thanawat W, Chotima S, Pranee L, Prasitchai M, Prasit K, Stephanie J C, Megan M H, Sirimon R. Night-shift work is associated with poorer glycaemic control in patients with type 2 diabetes. *J Sleep Res*, 6: 764-772, 2017.

著者プロフィール



北川 暢子 Nobuko Kitagawa

所属・職：京都府立医科大学大学院医学系研究科統合生理学・プロジェクト研究員
 略歴：2011年3月 川崎医科大学医学部卒業
 2012年4月～2013年3月
 京都府立医科大学附属病院 臨床研修医
 2014年4月～2015年3月
 京都第一赤十字病院 糖尿病・内分泌内科 後期専攻医
 2015年4月～2016年3月
 大阪府済生会吹田病院 糖尿病内科 後期専攻医
 2017年4月～2021年3月
 京都府立医科大学大学院医学研究科博士課程 内分泌・免疫内科
 2021年4月～2025年3月
 京都府立医科大学 内分泌・代謝内科 フューチャー・ステップ研究員
 2025年4月～京都府立医科大学大学院医学系研究科統合生理学 プロジェクト研究員（現職）

専門分野：糖尿病・内分泌

- 主な業績：
1. Kitagawa N, Ushigome E, Kitagawa N, Ushigome H, Nakanishi N, Hamaguchi M, Asano M, Yamazaki M, Fukui M. Diabetic nephropathy ameliorated in patients with normal home blood pressure compared to those with isolated high home systolic blood pressure: A 5-year prospective cohort study among patients with type 2 diabetes mellitus. *Diab Vasc Dis Res*, **19**: 14791641221098193, 2022.
 2. Kitagawa N, Kitagawa N, Ushigome E, Ushigome H, Yokota I, Nakanishi N, Hamaguchi M, Asano M, Yamazaki M, Fukui M. Impact of Isolated High Home Systolic Blood Pressure and Diabetic Nephropathy in Patients With Type 2 Diabetes Mellitus: A 5-Year Prospective Cohort Study. *J Clin Med*, **10**: 1929, 2021.
 3. Kitagawa N, Hashimoto Y, Hamaguchi M, Takafumi Osaka, Fukuda T, Yamazaki M, Fukui M. Liver stiffness is associated with progression of albuminuria in Adults with type 2 diabetes: Nonalcoholic fatty Disease cohort study. *Canadian Journal of Diabetes*, **44**: 428-433, 2020.
 4. Kitagawa N, Ushigome E, Tanaka T, Hasegawa G, Nakamura N, Ohnishi M, Tsunoda S, Ushigome H, Yokota I, Kitagawa N, Hamaguchi M, Asano M, Yamazaki M, Fukui M. Isolated high home systolic blood pressure in patients with type 2 diabetes is a prognostic factor for the development of diabetic nephropathy: KAMOGAWA-HBP study. *Diabetes Research and Clinical Practice*, **158**: 107920, 2019.
 5. Kitagawa N, Kitagawa N, Kobayashi A, Okamura T, Hamaguchi M, Fukui M. Analysis of islet antigen-specific autoreactive T cells from Japanese patients with slowly progressive insulin-independent diabetes mellitus. *Immunol Lett*, **277**: 107084, 2025.
 6. Okamura T, Kitagawa N, Kitagawa N, Sakai K, Sumi M, Kobayashi G, Imai D, Matsui T, Hamaguchi M, Fukui M. Single-cell analysis reveals islet autoantigen's immune activation in type 1 diabetes patients. *J Clin Biochem Nutr*, **76**: 64-84, 2025.
 7. Nagao S, Sasawaki Y, Inokawa H, Kitagawa N, Takashima N, Yagita K. Association Between Multi-Dimensional Sleep Health and Breakfast Skipping in Japanese High School Students. *Nutrients*, **17**: 3005, 2025.
 8. Ushigome E, Kitagawa N, Kitagawa N, Tanaka T, Hasegawa G, Onishi M, Tsunoda S, Ushigome H, Yokota I, Nakamura N, Asano M, Hamaguchi M, Yamazaki M, Fukui M. Predictive power of home blood pressure measurement for cardiovascular outcomes in patients with type 2 diabetes: KAMOGAWA-HBP study. *Hypertens Res*, **44**: 348-354, 2021.
 9. Ushigome E, Kitagawa N, Kitae A, Kimura T, Iwai K, Oyabu C, Ushigome H, Yokota I, Hamaguchi M, Asano M, Yamazaki M, Fukui M. Seasonal variation in home blood pressure and its relationship with room temperature in patients with type 2 diabetes. *Diab Vasc Dis Res*, **17**: 1479164119883986, 2020.

受賞歴：2018年4月28日：宮崎市、第91回日本内分沁学会学術総会、トラベルグランプリ・アワード受賞

2018年5月19日：京都市、第7回臨床高血圧フォーラム、第7回女性研究者奨励賞受賞

2018年9月14日：旭川市、第41回日本高血圧学会総会、第8回女性研究者奨励賞受賞