

<原著>

日本における COVID-19 感染拡大後の外出自粛と体重増加との関連
—JACSIS 研究—

原里紗子¹⁾, 浅見桃子²⁾, 阪野優紀香¹⁾, 野村美帆¹⁾, 大塚達以³⁾,
内藤拓人⁴⁾, 田中琴音¹⁾, 遠又靖丈^{1,2)}, 田淵貴大⁵⁾

¹⁾ 神奈川県立保健福祉大学 保健福祉学部 栄養学科

²⁾ 神奈川県立保健福祉大学大学院 保健福祉学研究科

³⁾ 東北大学大学院 医学系研究科 精神神経学分野

⁴⁾ Department of Global Public Health, Karolinska Institute

⁵⁾ 大阪国際がんセンター がん対策センター疫学統計部

Association between refraining from going out and weight gain after
the spread of COVID-19 infection in Japan: JACSIS study

HARA Risako¹⁾, ASAMI Momoko²⁾, BANNO Yukika¹⁾, NOMURA Miho¹⁾, OTSUKA Tatsui³⁾,
NAITO Takuto⁴⁾, TANAKA Kotone¹⁾, TOMATA Yasutake^{1,2)}, TABUCHI Takahiro⁵⁾

¹⁾ School of Nutrition and Dietetics, Faculty of Health and Social Services, Kanagawa University of Human Services

²⁾ The Graduate Course of Health and Social Services, Kanagawa University of Human Services Graduate School

³⁾ Department of Psychiatry, Tohoku University Graduate School of Medicine

⁴⁾ Department of Global Public Health, Karolinska Institute

⁵⁾ Cancer Control Center, Osaka International Cancer Institute

抄録

目的: 2020年4月にCOVID-19に関する緊急事態宣言で、外出の自粛が要請された。感染拡大後の体重増加が懸念されているが、日本における研究報告は乏しい。本研究はCOVID-19感染拡大後の外出自粛と体重増加の関連を検討した。

方法: 横断的解析と縦断的解析を実施した。横断研究: 2020年8月に全国の一般住民を対象に実施されたインターネット調査のデータを用いた。有効回答25,482名のうち20~64歳の18,116名を解析対象とした。外出自粛の情報は、「不要不急の外出・出張を控えたか」の自記式質問票で把握した。アウトカム変数である体重増加は、2020年1月以前と比べた最近1ヶ月での主観的な体重変化の質問に基づいて「増えた」「以前と変わらない・減った」に分類した。縦断研究: 横断のデータに加えて、2019年2月調査、2020年2月調査、2021年2月調査のデータを突合した。4,399名が4時点全ての調査に参加しており、このうち外れ値を除いた4,337名を解析対象とした。アウトカム変数は、1) 2020年2月→2021年2月で「>0kg」の体重変化、2) 2020年2月→2021年2月で「>0kg」の体重変化かつ主観的な体重変化で「増えた」を「体重増加あり」の2種類を用いた。解析にはロジスティック回帰分析を用い、性、年齢、職業、入院の有無、朝食欠食、間食を調整した(なお「縦断研究」ではベースライン前1年間の体重変化も調整した)。加えて、間食の間接効果をSobel testで検討した。

結果: 横断研究: 18,116名のうち5,168名(28.5%)で体重が増えたと回答した。外出を「まったく控えなかった」を基準とした体重増加の多変量調整オッズ比(95%信頼区間)は「ほとんど控えなかった」

連絡先: 遠又靖丈

〒238-8522 神奈川県横須賀市平成町1-10-1

1-10-1 Heisei-cho, Yokosuka, Kanagawa 238-8522, Japan.

Tel: 046-828-2500

E-mail: toomata-5h0@kuhs.ac.jp

[令和4年8月25日受理]

で1.46 (1.16-1.83), 「時々控えた」で1.87 (1.54-2.27), 「いつも控えた」で2.07 (1.71-2.51) と有意に高かった (傾向性の p 値 <0.001)。間食は, 外出自粛と体重増加の関連において有意な間接効果を認めた ($p < 0.001$)。縦断研究1: 外出自粛と「 >0 kg」の体重変化に有意な関連はみられなかった (傾向性の p 値 $=0.401$)。縦断研究2: 横断と同様に, 外出自粛と「 >0 kg」の体重変化かつ「体重増加あり」で有意な関連 (傾向性の p 値 $=0.003$) がみられた。また, 間食の有意な間接効果 ($p < 0.001$) を認めた。

結論: COVID-19感染拡大後の外出自粛が体重増加に影響した可能性, そして, それには間食が寄与した可能性が示された。

キーワード: 新型コロナウイルス感染症, 外出自粛, 体重増加, 間食, 成人

Abstract

Objectives: In April 2020, a state of emergency was declared regarding COVID-19, and refraining from going out was requested. Although there is concern about weight gain after the spread of the infection, there are few reports of studies in Japan. The present study examined the association between refraining from going out and weight gain after the spread of COVID-19 infection.

Methods: Cross-sectional and longitudinal analyses were conducted. Cross-sectional: Data from an internet survey conducted in August 2020 among the general population in Japan were used. Of the 25482 valid responses, 18116 persons aged 20-64 were included in the analysis. Information on refraining from going out was ascertained by a self-administered questionnaire. The outcome variable, subjective weight gain, was categorized as “increased” or “same as before/reduced” based on the question of subjective weight change in the last month compared to before January 2020. Longitudinal: In addition to cross-sectional data, data from the February 2019, February 2020, and February 2021 surveys were collated; 4399 individuals participated in all four time points, of which 4337 were included in the analysis after excluding outliers. Two outcome variables were used: 1) weight change of “ >0 kg” from February 2020 to February 2021, and 2) weight change of “ >0 kg” from February 2020 to February 2021 and subjective weight change of “increased”. Logistic regression analysis was used for analysis, adjusting for sex, age, occupation, hospitalization, breakfast deprivation, and snacking (in the longitudinal, the rate of weight change in the year before baseline was also adjusted). In addition, the indirect effect of snacking was examined using the Sobel test.

Results: Cross-sectional: 5168 (28.5%) of 18116 subjects reported weight gain. Multivariate-adjusted odds ratios (95% confidence intervals) for weight gain in comparison with “never refrained” were 1.46 (1.16-1.83) for “almost never refrained,” 1.87 (1.54-2.27) for “sometimes refrained,” and 2.07 (1.71-2.51) for “always refrained” (p -trend < 0.001). Snacking had a significant indirect effect on the association between refraining from going out and weight gain ($p < 0.001$). Longitudinal 1) No significant association was found (p -trend $= 0.401$). Longitudinal 2) Similar to the cross-sectional, we found a significant association (p -trend $= 0.003$) and a significant indirect effect of snacking ($p < 0.001$).

Conclusions: Our results implied that refraining from going out after the spread of COVID-19 infection contributed to weight gain, and snacking mediated this association.

keywords: COVID-19, refraining from going out, weight gain, snacking, adults

(accepted for publication, August 25, 2022)

I. 緒言

日本では, 2020年4月にCOVID-19 (COronaVirus Infectious Disease, emerged in 2019: COVID-19) に関する緊急事態宣言が発令され, 全国で外出の自粛が要請された。長期間の外出自粛は身体活動の低下等を及ぼし, いわゆる「コロナ太り」として感染拡大後の体重増加が懸念されている。体重増加は循環器疾患, がん, 全死因死亡の危険因子であり[1], COVID-19感染拡大後に体重増加と主観的健康感の悪化に関連があったこと[2]が報告

されるなど, 日本の公衆衛生的な課題となっている。また, 国外の知見として, 世界の32か国から報告された36個の観察研究 (35件の横断研究と1件の縦断研究) の報告を含んだ系統的レビューにおいてCOVID-19感染拡大後の2020年における体重変化の状況がカテゴリ別 (「体重増加あり」や「体重減少あり」等) の割合と体重変化の平均値で総括されている (国別に38件の研究データに分けた場合, 全ての報告で自己申告に基づく体重データを用いていて, このうち36件はオンラインまたは電話による調査) [3]。この系統的レビューによれば, カテ

ゴリ別の割合を報告していた33件の研究のうち、32件で「体重増加あり」の割合が「体重減少あり」よりも多く、24件で30%以上となっていたことが報告されている[3]. また、COVID-19感染拡大による外出規制（ロックダウン）の前後での体重変化の平均値を報告していた6件の研究結果をメタ分析した結果では、+1.57kg（95%信頼区間：1.01-2.14 kg）と、短期間での有意な増加があったことが報告されている[3]. また、その原因として間食の頻度が増加していたことが報告されている[4]. こうした短期間での集団レベルでの平均体重の増加は公衆衛生上の問題として認識すべきであり、長期的な体重増加が生じることがないようにモニタリングしていくことが重要であることが指摘されている[5, 6]. しかし、日本における研究報告は限られており、また、外出自粛と体重増加の関連を直接的に検討した研究はない。

本研究の目的は、COVID-19感染拡大後の外出自粛と体重増加の関連、またそれらの関連における間食の間接効果について検討することである。

II. 方法

1. 研究デザイン

1) 横断研究

日本のインターネット調査「Japan COVID-19 and Society Internet Survey」(JACSIS研究)[7]のデータを分析した。アンケートは、単純無作為抽出を使用して、性別、年齢、都道府県のカテゴリごとに選択された224,389名のパネリストに配布された(47都道府県すべてを対象)。調査への参加に同意したパネリストは、指定されたWebサイトにアクセスしてアンケートに回答した。アンケートは2020年8月25日から配布され、2020年9月30日に、2019年の人口分布に応じて事前に決定された性別、年齢、都道府県別の目標数を達成した時点で配布が完了した。15~79歳の回答者は合計28,000名であった。

2) 縦断研究

横断研究で使用した2020年8~9月のJACSIS研究のデータに加え、2019年2~3月、2020年2~3月、2021年2~3月のインターネット調査(JASTIS研究)のデータも使用し、計4時点の縦断データを用いて体重増加の推移を検討した。なお、JACSIS研究とJASTIS研究の両方に回答したケースのみとすると解析対象者数が少なくなる上に、体重値は自己申告であるために変化を精密に把握することが困難であることが懸念されたため、縦断データは副次的な解析として実施した。

2. 対象者

1) 横断研究 (図1)

2020年8~9月の「JACSIS研究」の有効回答は25,482名だった。このうち、子どもや高齢者の体重増加は成長やフレイルの面で好ましい可能性もあるため、15~19歳および65~79歳の男女(7,366名)を除外した20~64歳

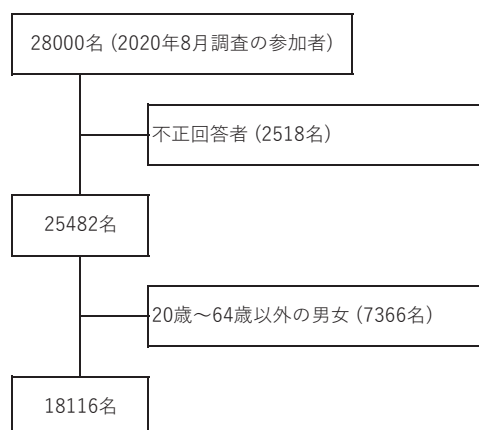


図1 解析対象のフロー図 (横断研究)

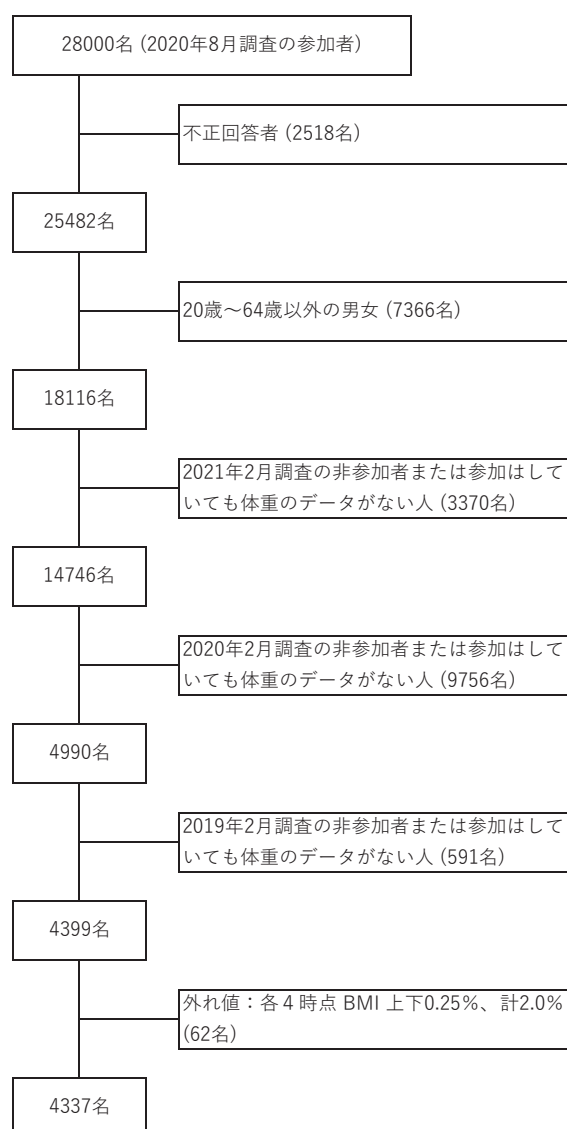


図2 解析対象のフロー図 (縦断研究)

の18,116名を解析対象とした。

2) 縦断研究 (図2)

横断研究で解析対象とした18,116名のうち、2021年2月調査の非参加者または体重のデータがない者(3,370名)、2020年2月調査の非参加者または体重のデータがない者(9,756名)、2019年2月調査の非参加者または体重のデータがない者(591名)を除外した(4,399名)。さらに、この4,399名のデータで外れ値(各4時点BMI上下0.25%, 計2.0%)に該当した者(62名)を除外した4,337名を解析対象とした。なお、外れ値(各4時点BMI上下0.25%, 計2.0%)に該当した者(62名)を除外したことによる結果の違いを確認するため、感度分析として4,399名のデータでも解析を行った。

3. 曝露変数

1) 横断研究

“不要不急の外出・出張を控えたか”の質問に対する回答の「まったくしなかった」「ほとんどしなかった」「時々した」「いつもした」の4カテゴリからなる外出自粛の情報を曝露変数とした(本稿は、「まったくしなかった」を「まったく控えなかった」、「ほとんどしなかった」を「ほとんど控えなかった」、「時々した」を「時々控えた」、「いつもした」を「いつも控えた」と表記した)。

2) 縦断研究

横断研究と同様の曝露変数を用いた。

4. アウトカム

1) 横断研究

体重変化については、“2020年1月以前と比べて最近1ヶ月間では、どう変わりましたか。”の質問への回答に基づいて「増えた」「以前と変わらない・減った」に分類し、「増えた」と回答した場合を「主観的体重増加あり」のアウトカム指標とした。

2) 縦断研究 (図3)

- (1)2020年2~3月, 2021年2~3月の体重の回答(数値)を使用し、2020年2~3月から2021年2~3月で「>0kg」の体重変化があった場合を「体重数値の増加あり」のアウトカム指標とした。
- (2)上記1)に加え、横断研究(2020年8~9月)の「主観的体重増加あり」を追加した場合を「主観的体重増加あり、かつ体重数値の増加あり、かつ、体重数値の増加あり」のアウトカム指標とした。

標とした。

- (3)2019年2~3月, 2020年2~3月の体重の回答(数値)を使用し、「COVID-19感染拡大前の1年間に体重増加なし」かつ1に該当した場合を「COVID-19感染拡大後のみ体重増加あり」のアウトカム指標とした。

5. 共変量

性、年齢、職業、入院歴の有無、朝食欠食頻度の変化、間食、体重変化(COVID-19感染拡大前の2019年2月~2020年2月に「>0kg」の体重増加があったかどうか)、身体活動の変化を解析に用いた。入院歴は、“あなたは2020年4月~現在に、入院することがありましたか”という質問に対する、「はい」「いいえ」の回答を使用した。また、朝食欠食頻度の変化は、“下記のこと(朝食を食べないこと)は2020年1月以前と比べて最近1ヶ月間では、どう変わりましたか。”に対する、「増えた」「以前と変わらない」「減った」の回答、間食は“下記のこと(間食の量や機会)は2020年1月以前と比べて最近1ヶ月間では、どう変わりましたか。”に対する、「増えた」「以前と変わらない」「減った」の回答を使用した(「間食の量や頻度の変化」とする)。身体活動の変化は“下記のこと(運動する機会<身体活動量>)は2020年1月以前と比べて最近1ヶ月間では、どう変わりましたか。”に対する、「増えた」「以前と変わらない」「減った」の回答を使用した。なお、上記の変数に関して欠損値はなかった。

6. 倫理的配慮

本研究は、大阪国際がんセンターの研究倫理委員会承認のもと実施した(承認番号:20084)。

7. 統計解析

1) 横断研究

解析にはロジスティック回帰分析を使用して、外出自粛情報の4カテゴリのうち「まったく控えなかった」を参照カテゴリとした場合の体重増加のオッズ比(OR)と95%信頼区間(95%CI)を算出した。多変量調整モデルについて、モデル1は性別と年齢で調整し、モデル2はモデル1の項目に加えて入院歴と職業を、モデル3はモデル2の項目に加えて朝食欠食頻度の変化を追加した。さらにモデル4ではモデル3の項目に間食を追加した。また、外出自粛と体重増加との関連におい

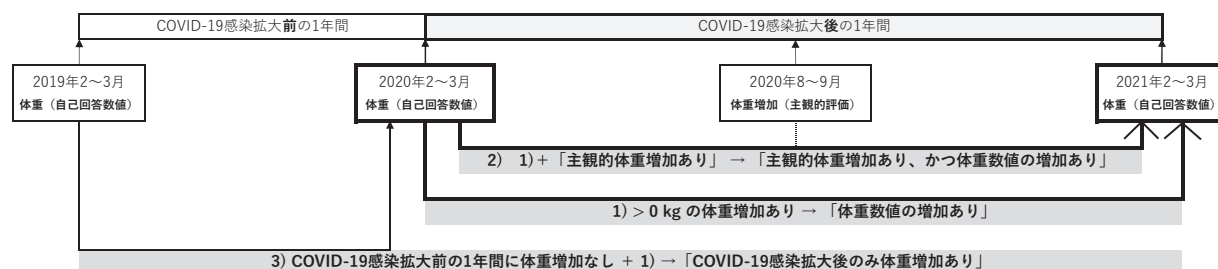


図3 アウトカム概念図(縦断)

て、間食がこれらの関連を説明していたかどうか（間接効果）を統計学的に検討するために、モデル3の共変量を調整項目として採用した結果をもとにSobel testで検定した（媒介分析）。なお、身体活動の変化を共変量として追加した場合のORの減弱も確認した。また、Rの「Medflex」パッケージを用いた反実仮想に基づく媒介分析によって、外出を控えたこと（「時々控えた」と「いつも控えた」を合わせたカテゴリ）を曝露変数、間食を中間変数とした自然な直接効果（natural direct effect; NDE）と自然な間接効果（natural indirect effect; NIE）の推定も行った（モデル3の共変量を調整項目として採用）。この解析において、自然な直接効果とは中間変数である間食が「増えなかった」と固定した場合の体重増加に対する曝露効果のことを、自然な間接効果とは曝露を受けること（自粛生活をした）によって中間変数である間食が「増えなかった」の状態から「増えた」の状態に変わった場合の体重増加に対する曝露効果のことを仮定したものである[8]。

2) 縦断研究

横断研究と同様に、ロジスティック回帰分析を行った。なお感度分析として、アウトカムを体重増加のカットオフ値の設定を、「3%以上」や「5%以上」に変更した場合、「COVID-19感染拡大後のみ体重増加あり」のアウトカ

ム指標とした場合の解析、主観的体重増加のみをアウトカムとした解析も実施した。ただし、多変量調整モデルについて、モデル1の性別と年齢に加えてベースライン1年前に相当する2019年2～3月から2020年2～3月の体重変化（「>0kg」の体重増加があったかどうか）も調整項目に追加した。また、横断研究と同様に、間食の間接効果についてSobel testで検定した（媒介分析）。

統計解析には、R version 4.0.3 (R Project for Statistical Computing) を使用した。解析では、 $p < 0.05$ を統計学的有意水準とした。

III. 結果

1. 基本特性

解析対象者18,116名のうち、性別の割合は、男性が50.4%、女性が49.6%であった。また、平均年齢（標準偏差）は43.2（12.3）歳であった。2020年8～9月の外出自粛の該当状況については、「まったく控えなかった」が4.7%、「ほとんど控えなかった」が6.7%、「時々控えた」が31.3%、「いつも控えた」が57.3%で、「いつも控えた」が最も多かった。

表1に、外出自粛のカテゴリ別での対象者の特性を示した。より自粛を控えた程度の高いカテゴリに該当する

表1 外出自粛別の基本特性 (n=18116名)

	不要不急の外出・出張を控えた程度				p
	まったく 控えなかった (n=849)	ほとんど 控えなかった (n=1217)	時々 控えた (n=5666)	いつも 控えた (n=10384)	
男性 (%)	71.3	66.6	54.2	44.6	<0.001
年齢 (歳, 平均±標準偏差)	41.6 ± 12.6	40.9 ± 12.8	42.3 ± 12.3	44.1 ± 12.2	<0.001
職業 (%)					
会社員などの役員 (自営業は除く)	6.1	4.6	3.8	3.4	<0.001
自営業主	8.6	5.6	5.5	5.4	
自家営業の手伝い	0.6	1.1	0.7	0.9	
正社員など正規の職員 (管理職)	7.1	10.3	10.0	10.1	
正社員など正規の職員 (管理職以外)	33.2	40.7	39.3	34.8	
労働者派遣事業所の派遣社員	2.6	1.8	1.4	1.8	
契約社員・嘱託	4.4	4.7	4.4	4.4	
アルバイト・パート	8.8	11.7	12.2	13.2	
自宅での賃仕事 (内職)	0.8	0.2	0.3	0.5	
学生 (浪人生を含む)	4.6	5.3	4.4	3.6	
リタイア (定年後・早期退職後)	0.4	0.8	0.6	0.6	
専業主婦・主夫	5.4	6.9	11.9	15.3	
無職	17.4	6.4	5.5	6.0	
自粛期間の入院歴あり (%) ^a	3.3	3.4	3.2	3.0	0.868
朝食欠食頻度の変化 (%) ^b					
増えた	2.8	4.6	5.5	5.4	<0.001
以前と変わらない	87.4	85.2	87.7	86.7	
減った	9.8	10.2	6.8	7.9	
間食の量や頻度の変化 (%) ^c					
増えた	6.5	11.8	17.5	19.6	<0.001
以前と変わらない	83.3	78.9	75.5	72.7	
減った	10.2	9.3	7.0	7.8	

カテゴリ変数には χ^2 検定、連続変数には一元配置分散分析を用いた。

a. 「あなたは2020年4月～現在に、入院することがありましたか」に対して、はいと回答した者

b. 「下記のことは2020年1月以前と比べて最近1ヶ月間では、どう変わりましたか」-朝食を食べないこと

c. 「下記のことは2020年1月以前と比べて最近1ヶ月間では、どう変わりましたか」-間食の量や頻度

表2 主観的体重増加の有無別の基本特性 (n=18116名)

	主観的体重増加		p
	なし (n=12,948)	あり (n=5,168)	
男性 (%)	52.9	44.0	<0.001
年齢 (歳, 平均±標準偏差)	45.7 ± 12.1	47.3 ± 11.4	<0.001
職業 (%)			
会社員などの役員 (自営業は除く)	3.8	3.6	<0.001
自営業主	5.8	5.1	
自家営業の手伝い	0.9	0.8	
正社員など正規の職員 (管理職)	10.0	9.7	
正社員など正規の職員 (管理職以外)	37.2	34.7	
労働者派遣事業所の派遣社員	1.7	2.0	
契約社員・嘱託	4.5	4.3	
アルバイト・パート	12.2	13.5	
自宅での賃仕事 (内職)	0.4	0.5	
学生 (浪人生を含む)	4.3	3.4	
リタイア (定年後・早期退職後)	0.6	0.5	
専業主婦・主夫	11.9	16.4	
無職	6.7	5.7	
自粛期間の入院歴あり (%) a	3.0	3.2	0.508
朝食欠食頻度の変化 (%) b			
増えた	4.2	7.9	<0.001
以前と変わらない	88.4	83.3	
減った	7.4	8.8	
間食の量や頻度の変化 (%) c			
増えた	10.3	36.5	<0.001
以前と変わらない	81.4	57.1	
減った	8.3	6.4	

カテゴリ変数には χ^2 検定、連続変数には一元配置分散分析を用いた。

a. 表1の脚注aと同じ

b. 表1の脚注bと同じ

c. 表1の脚注cと同じ

ほど、男性の割合が低く、平均年齢が高かった。職業は、より自粛を控えた程度の高いカテゴリに該当するほど、管理職以外の正規の職員、アルバイト・パート、専業主婦・主夫に該当した割合が多かった。また、外出自粛をしている人ほど、朝食欠食頻度ならびに間食の量や頻度が増えたと回答した割合が高かった。

表2に、主観的体重増加の有無別の対象者の特性を示した。主観的体重増加ありに該当した者では、男性の割合が低く、平均年齢が高かった。職業は、専業主婦・主夫に該当した割合が相対的に多かった。また、朝食欠

食頻度ならびに間食の量や頻度が増えたと回答した割合が高かった。

1) 横断研究

(1) 外出自粛と主観的体重増加

表3に、外出自粛と体重増加 (主観的体重増加あり) との関連について、ORと95% CIを示した。18,116名のうち5,168名 (28.5%) で体重が増えたと回答した。性、年齢を調整項目としたモデル1において、「まったく控えなかった」を基準とした体重増加の多変量調整OR (95%

表3 外出自粛と体重増加 (主観的体重増加あり) との関連: 横断研究データ (n=18116名)

	不要不急の外出・出張を控えた程度				傾向性のp値
	まったく控えなかった	ほとんど控えなかった	時々控えた	いつも控えた	
人数	849	1217	5666	10384	
「体重増加あり」の人数 (%)	135 (15.9%)	270 (22.2%)	1570 (27.7%)	3193 (30.7%)	
モデル1 オッズ比 (95%信頼区間) ^a	1.00 (reference)	1.49 (1.19-1.87)	1.92 (1.58-2.33)	2.15 (1.77-2.59)	<0.001
モデル2 オッズ比 (95%信頼区間) ^b	1.00 (reference)	1.48 (1.17-1.86)	1.89 (1.56-2.30)	2.12 (1.75-2.56)	<0.001
モデル3 オッズ比 (95%信頼区間) ^c	1.00 (reference)	1.46 (1.16-1.83)	1.87 (1.54-2.27)	2.07 (1.71-2.51)	<0.001
モデル4 オッズ比 (95%信頼区間) ^d	1.00 (reference)	1.36 (1.07-1.72)	1.61 (1.32-1.96)	1.76 (1.44-2.14)	<0.001

a. 性、年齢 (連続変数) を調整

b. モデル1に加え、職業 (会社員などの役員 [自営業は除く]、自営業主、自家営業の手伝い、正社員など正規の職員 [管理職]、正社員など正規の職員 [管理職以外]、労働者派遣事業所の派遣社員、契約社員・嘱託、アルバイト・パート、自宅での賃仕事 [内職]、学生 [浪人生を含む]、リタイア [定年後・早期退職後]、専業主婦・主夫、無職)、入院歴の有無 (“あなたは2020年4月～現在に、入院することがありましたか”に対して、はい、いいえ) を調整

c. モデル2に加え、朝食欠食頻度の変化を調整

d. モデル3に加え、間食の量や頻度の変化を調整

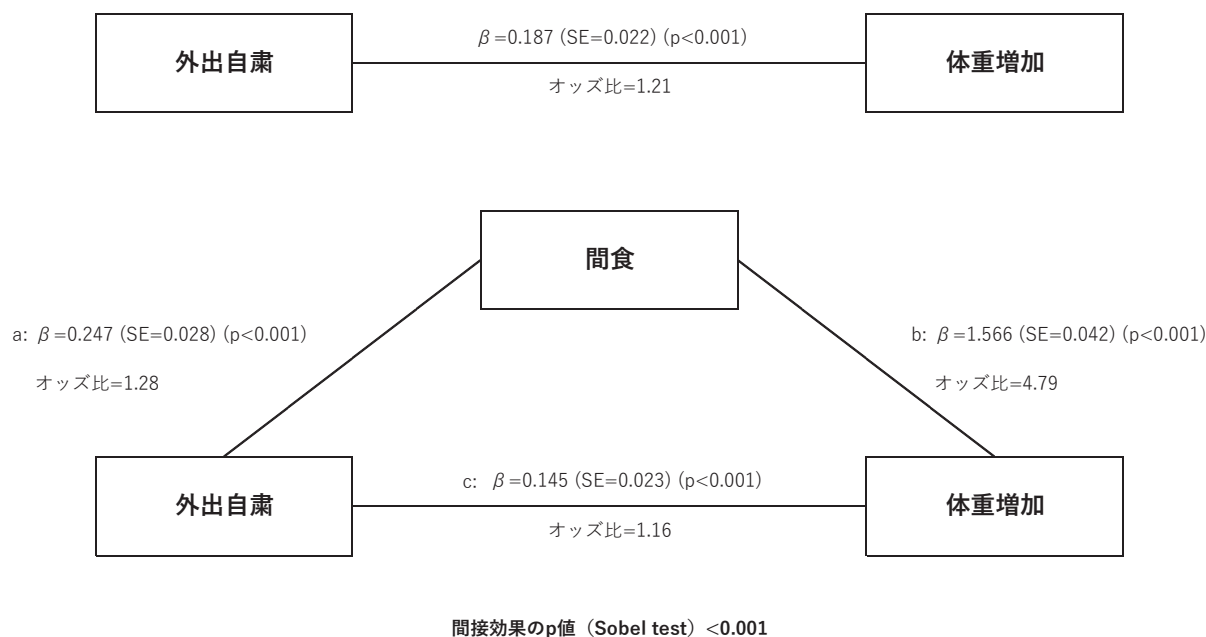


図4 外出自粛と体重増加（主観的体重増加あり）との関連における間食の媒介効果（横断研究）

CI) は、「ほとんど控えなかった」、「時々控えた」、「いつも控えた」のいずれも有意に高かった（傾向性のp値 < 0.001 ）。性、年齢、職業、入院歴の有無を調整項目としたモデル2でも結果は同様であった（傾向性のp値 < 0.001 ）。さらに、朝食欠食頻度の変化を調整項目に加えたモデル3でも結果は同様で、「まったく控えなかった」を基準とした体重増加の多変量調整OR（95% CI）は「ほとんど控えなかった」で1.46（1.16-1.83）、「時々控えた」で1.87（1.54-2.27）、「いつも控えた」で2.07（1.71-2.51）と有意に高かった（傾向性のp値 < 0.001 ）。なお、間食を調整項目として追加したモデル4では、「ほとんど控えなかった」で1.36（1.07-1.72）、「時々控えた」で1.61（1.32-1.96）、「いつも控えた」で1.76（1.44-2.14）と有意に高かったものの（傾向性のp値 < 0.001 ）、モデル3と比べORの値は減弱していた。

(2)媒介分析

図4に、外出自粛と体重増加（主観的体重増加）との関連において間食を中間因子と仮定した場合の間接効果について、媒介分析の結果を示した。間食は、外出自粛と体重増加の関連において有意な間接効果を認めた（Sobel testによる間接効果のp値 < 0.001 ）。

また「Medflex」を用いた反実仮想に基づく統計解析の結果、自然な直接効果（NDE）の体重増加の多変量調整OR（95% CI）も1.35（1.21-1.51）で有意に高かったが（ $p < 0.001$ ）、自然な間接効果（NIE）の体重増加の多変量調整OR（95% CI）も1.16（1.12-1.19）で有意に高かった（ $p < 0.001$ ）。

間食の代わりに身体活動の変化をモデルに入れた場合では、ORが1.21から1.15（1.10-1.20）と、間食と同程度の減弱が見られた。

2) 縦断研究

(1)外出自粛と体重値の増加

外出自粛と体重増加（体重数値の増加あり）との関連について、ORと95% CIを表4に示した。モデル1～4を通して有意な関連は見られなかった（モデル3の傾向性のp値=0.401）。

なお、上記の結果は、外れ値（各4時点BMI上下0.25%、計2.0%）に該当した者（62名）を除外しなかった場合（4,399名での解析）でも本質的に変わらなかった（モデル3の傾向性のp値=0.420）。

(2)外出自粛と体重増加（複合アウトカム）

表5に、外出自粛と体重増加（「主観的体重増加あり、かつ、体重数値の増加あり」の複合アウトカム）との関連を示した。4,337名のうち617名（14.2%）が体重増加ありの複合アウトカムに該当した。モデル1とモデル2のいずれにおいても、「まったく控えなかった」を基準とした体重増加の多変量調整OR（95% CI）は、「ほとんど控えなかった」、「時々控えた」、「いつも控えた」で有意に高かった（傾向性のp値 < 0.001 ）。性、年齢、2019年2月～2020年2月の体重変化、職業、入院歴の有無に加えて朝食欠食頻度の変化を調整項目としたモデル3では、「まったく控えなかった」を基準とした体重増加の多変量調整OR（95% CI）は「ほとんど控えなかった」で1.78（0.98-3.25）、「時々控えた」で1.81（1.08-3.06）、「いつも控えた」で2.10（1.26-3.51）と有意に高かった（傾向性のp値 < 0.003 ）。外出自粛をしている人は、主観的に体重増加の自覚があり、体重増加しやすい傾向があることがわかった。なお、間食を調整項目として追加したモデル4では、「ほとんど控えなかった」で1.67（0.91-3.05）、「時々控えた」で1.61（0.95-2.73）、「いつも控えた」

表4 外出自粛と体重増加(体重数値の増加あり)との関連:縦断研究データ(n=4337名)

	不要不急の外出・出張を控えた程度				傾向性のp値
	まったく 控えなかった	ほとんど 控えなかった	時々 控えた	いつも 控えた	
人数	234	321	1361	2421	
「体重増加あり」の人数(%)	79 (33.8%)	123 (38.3%)	496 (36.4%)	923 (38.1%)	
モデル1 オッズ比(95%信頼区間) ^a	1.00 (reference)	1.21 (0.85-1.73)	1.10 (0.81-1.48)	1.16 (0.87-1.56)	0.410
モデル2 オッズ比(95%信頼区間) ^b	1.00 (reference)	1.19 (0.83-1.71)	1.09 (0.81-1.47)	1.16 (0.87-1.55)	0.393
モデル3 オッズ比(95%信頼区間) ^c	1.00 (reference)	1.18 (0.83-1.70)	1.08 (0.80-1.46)	1.15 (0.86-1.55)	0.401
モデル4 オッズ比(95%信頼区間) ^d	1.00 (reference)	1.17 (0.81-1.67)	1.05 (0.78-1.42)	1.11 (0.83-1.49)	0.554

- a. 性, 年齢(連続変数), 2019年2月~2020年2月の体重変化を調整
 b. モデル1に加え, 職業(会社員などの役員[自営業は除く], 自営業主, 自家営業の手伝い, 正社員など正規の職員[管理職], 正社員など正規の職員[管理職以外], 労働者派遣事業所の派遣社員, 契約社員・嘱託, アルバイト・パート, 自宅での賃仕事[内職], 学生[浪人生を含む], リタイア[定年後・早期退職後], 専業主婦・主夫, 無職), 入院歴の有無("あなたは2020年4月~現在に, 入院することがありましたか"に対して, はい, いいえ)を調整
 c. モデル2に加え, 朝食欠食頻度の変化を調整
 d. モデル3に加え, 間食の量や頻度の変化を調整

表5 外出自粛と体重増加(主観的体重増加あり, かつ, 体重数値の増加あり)との関連:縦断研究データ(n=4337名)

	不要不急の外出・出張を控えた程度				傾向性のp値
	まったく 控えなかった	ほとんど 控えなかった	時々 控えた	いつも 控えた	
人数	234	321	1361	2421	
「体重増加あり」の人数(%)	17 (7.3%)	40 (12.5%)	182 (13.4%)	378 (15.6%)	
モデル1 オッズ比(95%信頼区間) ^a	1.00 (reference)	1.82 (1.00-3.30)	1.89 (1.13-3.17)	2.16 (1.30-3.59)	0.003
モデル2 オッズ比(95%信頼区間) ^b	1.00 (reference)	1.82 (1.00-3.31)	1.85 (1.10-3.11)	2.14 (1.28-3.57)	0.003
モデル3 オッズ比(95%信頼区間) ^c	1.00 (reference)	1.78 (0.98-3.25)	1.81 (1.08-3.06)	2.10 (1.26-3.51)	0.003
モデル4 オッズ比(95%信頼区間) ^d	1.00 (reference)	1.67 (0.91-3.05)	1.61 (0.95-2.73)	1.86 (1.11-3.11)	0.018

- a. 性, 年齢(連続変数), 2019年2月~2020年2月の体重変化を調整
 b. モデル1に加え, 職業(会社員などの役員[自営業は除く], 自営業主, 自家営業の手伝い, 正社員など正規の職員[管理職], 正社員など正規の職員[管理職以外], 労働者派遣事業所の派遣社員, 契約社員・嘱託, アルバイト・パート, 自宅での賃仕事[内職], 学生[浪人生を含む], リタイア[定年後・早期退職後], 専業主婦・主夫, 無職), 入院歴の有無("あなたは2020年4月~現在に, 入院することがありましたか"に対して, はい, いいえ)を調整
 c. モデル2に加え, 朝食欠食頻度の変化を調整
 d. モデル3に加え, 間食の量や頻度の変化を調整

表6 外出自粛と体重増加(主観的体重増加あり)との関連:縦断研究データ(n=4337名)

	不要不急の外出・出張を控えた程度				傾向性のp値
	まったく 控えなかった	ほとんど 控えなかった	時々 控えた	いつも 控えた	
人数	234	321	1361	2421	
「体重増加あり」の人数(%)	32 (13.7%)	66 (20.6%)	328 (24.1%)	710 (29.3%)	
モデル1 オッズ比(95%信頼区間) ^a	1.00 (reference)	1.63 (1.03-2.60)	1.95 (1.32-2.90)	2.45 (1.66-3.60)	<0.001
モデル2 オッズ比(95%信頼区間) ^b	1.00 (reference)	1.63 (1.03-2.60)	1.91 (1.28-2.84)	2.40 (1.63-3.54)	<0.001
モデル3 オッズ比(95%信頼区間) ^c	1.00 (reference)	1.61 (1.01-2.57)	1.89 (1.27-2.81)	2.38 (1.61-3.51)	<0.001
モデル4 オッズ比(95%信頼区間) ^d	1.00 (reference)	1.49 (0.93-2.41)	1.66 (1.11-2.50)	2.09 (1.40-3.10)	<0.001

- a. 性, 年齢(連続変数), 2019年2月~2020年2月の体重変化率を調整
 b. モデル1に加え, 職業(会社員などの役員[自営業は除く], 自営業主, 自家営業の手伝い, 正社員など正規の職員[管理職], 正社員など正規の職員[管理職以外], 労働者派遣事業所の派遣社員, 契約社員・嘱託, アルバイト・パート, 自宅での賃仕事[内職], 学生[浪人生を含む], リタイア[定年後・早期退職後], 専業主婦・主夫, 無職), 入院歴の有無("Q76.あなたは2020年4月~現在に, 入院することがありましたか"に対して, はい, いいえ)を調整
 c. モデル2に加え, 朝食欠食頻度の変化を調整
 d. モデル3に加え, 間食の量や頻度の変化を調整

で1.86 (1.11-3.11) と有意に高かったものの(傾向性のp値<0.018), モデル3と比べてORの値は減弱した。

なお, 上記の結果は, 外れ値(各4時点BMI上下0.25%, 計2.0%)に該当した者(62名)を除外しなかった場合(4,399名での解析)でも本質的に変わらなかった(モデル3の傾向性のp値=0.002, モデル4の傾向性のp値=0.012)。

(3)感度分析①: カットオフ値を変えた場合

体重増加のカットオフ値の設定を, 「3%以上」や「5%以上」に変更して解析を行ったが, いずれの解析においても有意な関連はみられなかった(3%以上: モデル3の傾向性のp値=0.899, 5%以上: モデル3の傾向性のp値=1.000)。

(4)感度分析②: 「COVID-19感染拡大後のみ体重数値の増加あり」をアウトカムとした場合

「COVID-19感染拡大後のみ体重増加あり」のアウト

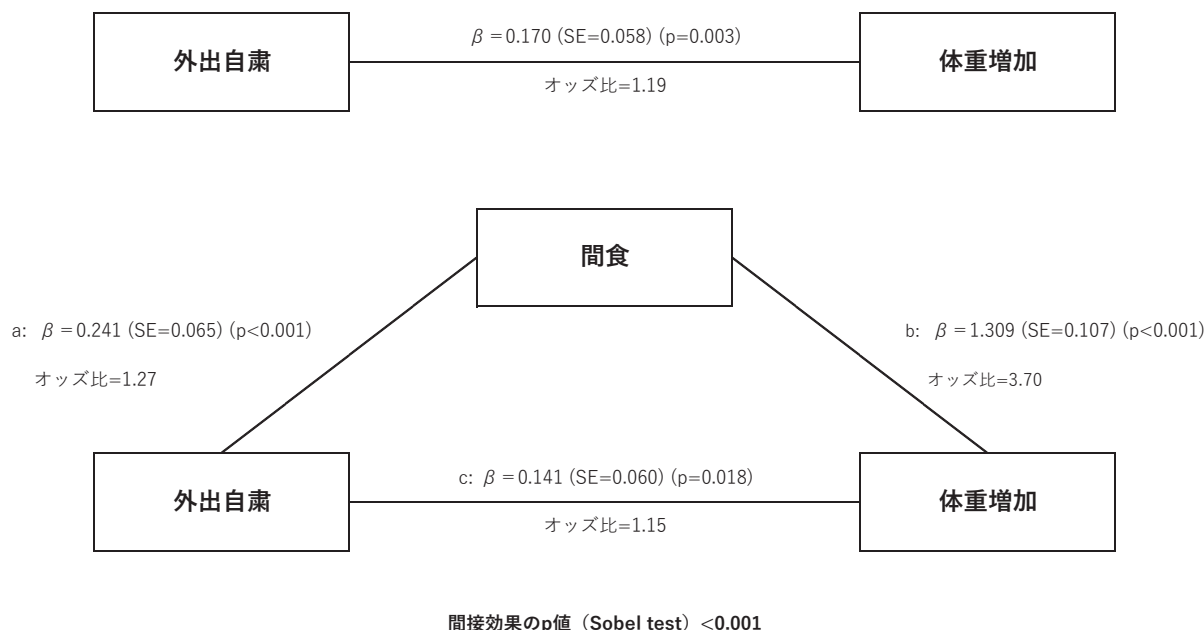


図5 外出自粛と体重増加（主観的体重増加あり，かつ，体重数値の増加あり）との間における間食の媒介効果（縦断研究）

カム指標とした場合の外出自粛と体重増加との関連の解析を行ったが，有意な関連はみられなかった（モデル3の傾向性のp値=0.479）。

(5)感度分析③：主観的体重増加ありをアウトカムとした場合

縦断研究のデータ（4,337名）で外出自粛と体重増加（主観的体重増加あり）との関連について，ORと95% CIを確認したところ，横断データでの結果と同様の結果が観察された（表6）。

(6)媒介分析

図5に，外出自粛と体重増加（主観的体重増加あり，かつ，体重数値の増加あり）との関連において間食を中間因子と仮定した場合の間接効果について，媒介分析の結果を示した。間食は，外出自粛と体重増加の関連において有意な間接効果を認めた（間接効果のp値<0.001）。

IV. 考察

本研究では，20～64歳を対象とした観察研究として，COVID-19感染拡大後の外出自粛と体重増加との関連について検討した。その結果，横断研究の「主観的体重増加あり」をアウトカムとした場合と縦断研究の「主観的体重増加あり，かつ，体重数値の増加あり」をアウトカムとした場合において，より自粛を控えた程度の高いカテゴリに該当するほどORが有意に高く，外出自粛が体重増加に影響したということが懸念される結果であった。これらの結果は，COVID-19感染拡大による外出自粛が体重増加と関連していたという国外の先行研究と矛盾しなかった[3]。これにより，COVID-19感染拡大防止のための外出自粛が，肥満の増加に寄与してしまう可能性が

示唆された。また，間食は外出自粛と体重増加との関連における有意な間接効果を認めたことから，外出自粛が体重増加に関連するメカニズムとして，間食が媒介要因として寄与していたことが示唆された。

横断研究では，アウトカム指標を「主観的体重増加あり」とし，体重増加は，2020年1月以前と比べて最近1ヶ月での主観的な体重変化の質問に基づいて「増えた」「以前と変わらない・減った」に分類した。この回答は主観的なものであり，実際の体重変化と一致していなかった人も相当数いた可能性もある。一方，縦断研究では，外出自粛と体重増加（体重数値の増加あり）との間に有意な関連は見られなかった。この解析では，アンケートに本人が記入した体重数値のデータを元に，2020年2～3月→2021年2～3月で「>0kg」の体重変化を「体重数値の増加あり」のアウトカム指標とした。自己申告体重の妥当性について，ある一時点での質問票の自己申告による身長，体重，BMIは，有用であることが示されている[9]。しかし，これは，体重の変化についての妥当性を保証するものとは考えにくいかもしれない。例えば，体重を定期的に測定する習慣がない場合，昔に測った体重の値を書き続けてしまっているなどの調査時直近の体重ではなかった誤分類の可能性も考えられる。また，肥満の成人を対象にした研究ではあるが，自己申告の体重変化は実測データよりも低く回答することが報告されている[10]。もし，そうした回答者が多かったと仮定した場合には，実際には体重が増えていても体重増加がなかった群に分類されることとなり，結果として群間差が観察されなかったという可能性も否定できない。したがって，「体重数値の増加あり」の結果は，誤分類によって結果が歪められた可能性も否定できない。

そのため, 上記をふまえ, 本研究では, 「主観的体重増加あり, かつ, 体重数値の増加あり」をアウトカム指標とした解析も加えて行った. その結果, 「まったく控えなかった」に対して「いつも控えた」では体重増加のORが有意に高かった. このデータでは, 体重が増加したことをより厳格に把握できることから, より体重増加に対する特異度が高いアウトカム指標と言える.

しかし, いずれのアウトカム指標でも自己申告のデータを用いたために誤分類の可能性は否定できず, 特定の測定機器を用いて体重を実測したデータに基づき検討を行うことが理想的だと考えられる.

1. 因果関係に関わる考察

表3(横断研究)・表5(縦断研究)の結果の通り, より自粛を控えた程度の高いカテゴリに該当するほど体重増加のORが有意に高くなるという関連が認められた.

また, 性, 年齢, 2019年2~3月から2020年2~3月の体重変化, 職業, 入院の有無, 朝食欠食を調整したモデル3までと, それに加えて間食を調整したモデル4を比較すると, モデル3までに比べてモデル4でORが減弱した. したがって, 外出自粛と体重増加の関連に対して, 間食がメカニズムとして介在していたと考えられる. なお, 間食の代わりに身体活動の変化をモデルに入れた場合では, ORが1.21から1.15と, 間食と同程度の減弱が見られたことから, 媒介変数としての影響は同程度であると考えられる.

本研究では, この結果から, 間食の間接効果についてSobel testで検討を行った. その結果, 中間変数として間食の有意な間接効果が認められた. 外出自粛が間食の増加と関連していたことが報告されており[4], 図4と図5に示した通り間食と体重増加との間には有意な関連が認められたことから, 間食の増加によって摂取エネルギー量が増加したことで体重増加に繋がったと考えられる. 自宅にいる場合, 仕事や学業にあたっている時であっても相対的に自分の好きなタイミングで好きな食品を摂取しやすいかもしれない. したがって, 外出自粛をして自宅にいることは, 間食をしやすい環境であると考えられる. 株式会社ロイヤリティマーケティング「Pontariサーチ」にて20~60代男女1万名を対象に2020年5月27日に実施した「新型コロナウイルスに関する消費者意識調査」[11]では, 36.9%が普段と比べ, 外出自粛期間に菓子類への支出が増加したと回答した. また, 甘い物を食べる回数や量が増加したと回答した人は37.7%と菓子類支出増加者とはほぼ同様の結果が得られていた. 以上から外出自粛期間の体重増加を防ぐためには, 間食を控えることが食事に関する有効な対策につながるかもしれない.

2. 研究の強み

筆者らの知る限り, 本研究は, 外出自粛と体重増加との関連を直接的に検討した日本で初めての観察研究であ

る. 例えば, 2020年度と2021年度の国民健康・栄養調査が中止となった状況をふまえれば, 本研究は希少な全国調査に基づく知見であると考えられる.

3. 研究の限界点

本研究の限界として, 第1に, 前述した通り, 自己申告による体重のデータを用いた点が挙げられる. これらのことから, 体重を一定条件下で実測するなど, 体重増加の誤分類が少ないデータでの研究が必要である.

第2に, 間食の量や頻度は, 「増えた」「以前と変わらない」「減った」という3カテゴリでの自己申告の回答であった点が挙げられる. 実際の具体的な摂取量や頻度, 内容は分からないため, どの程度の間食摂取が体重増加に影響を与えたか推測することができない. したがって, 理想的には, 食事記録法による研究が求められる.

第3に, すべての変数がCOVID-19感染拡大前後で得られているわけではない点が挙げられる.

第4に, 媒介分析においては, 曝露因子と中間因子は同時点のデータを用いているため, 特に中間変数の時間的因果関係については検証が困難かもしれない.

V. 結論

COVID-19感染拡大後の外出自粛が体重増加に影響した可能性, そして, それには間食が寄与していた可能性が示された. ただし, 副次的な解析として実施した縦断データでの「体重数値の増加あり」のアウトカム指標とした解析では有意な関連がみられなかったことや研究の限界点から考えると, 外出自粛と体重増加との関連を断定的に結論づけるのは困難だった.

本研究の結果は, 半年~1年間という比較的短期の体重変化の検討であり, 今後は体重の測定データに基づいて体重増加の程度を客観的かつ精緻に把握した中長期的な研究によって肥満者の増加といった臨床的・公衆衛生的により優先度の高い課題に対する検討が求められるだろう.

利益相反

利益相反なし

引用文献

- [1] Zheng Y, Manson JE, Yuan C, Liang MH, Godstein F, Stampfer MJ, et al. Associations of Weight Gain From Early to Middle Adulthood With Major Health Outcomes Later in Life. *JAMA*. 2017;318(3):255-269. doi:10.1001/jama.2017.7092
- [2] Suka M, Yamauchi T, Yanagisawa H. Changes in health status, workload, and lifestyle after starting the COVID-19 pandemic: a web-based survey of Jap-

- anese men and women. *Environ Health Prev Med.* 2021;26(1):37. doi:10.1186/s12199-021-00957-x
- [3] Bakaloudi DR, Barazzoni R, Bischoff SC, Breda J, Wickramasinghe K, Chourdakis M. Impact of the first COVID-19 lockdown on body weight: A combined systematic review and a meta-analysis. *Clin Nutr.* 2021. doi:10.1016/j.clnu.2021.04.015
- [4] Błaszczyk-Bebenek E, Jagielski P, Bolesławska I, Jagielska A, Nitsch-Osuch A, Kawalec P. Nutrition Behaviors in Polish Adults before and during COVID-19 Lockdown. *Nutrients.* 2020;12(10):doi:10.3390/nu12103084.
- [5] Lin AL, Vittinghoff E, Olgin JE, Pletcher MJ, Marcus GM. Body Weight Changes During Pandemic-Related Shelter-in-Place in a Longitudinal Cohort Study. *JAMA Netw Open.* 2021;4(3):e212536. doi:10.1001/jamanetworkopen.2021.2536
- [6] Woolford SJ, Sidell M, Li X, Else V, Young DR, Resnicow K, et al. Changes in Body Mass Index Among Children and Adolescents During the COVID-19 Pandemic. *JAMA.* 2021;326(14):1434-1436. doi:10.1001/jama.2021.15036
- [7] JACSIS study. The Japan COVID-19 and Society Internet Survey. <https://jacsis-study.jp/> (in Japanese)(accessed 2022-03-04).
- [8] Steen J, Loeys T, Moerkerke B, Vansteelandt S. medflex: An R Package for Flexible Mediation Analysis using Natural Effect Models. *Journal of Statistical Software.* 2017;76(11):1-46. doi:10.18637/jss.v076.i11
- [9] Kuriyama S, Tsuji I, Ohkubo T, Anzai Y, Takahashi K, Watanabe Y, et al. Medical care expenditure associated with body mass index in Japan: the Ohsaki Study. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2002;26(8):1069-1074. doi:10.1038/sj.ijo.0802021
- [10] Jerome GJ, Dalcin A, Coughlin JW, Fitzpatrick S, Wang NY, Durkin N, et al. Longitudinal accuracy of web-based self-reported weights: results from the Hopkins POWER Trial. *J Med Internet Res.* 2014;16(7):e173. doi:10.2196/jmir.3332
- [11] Pontaリサーチ. 新型コロナウイルスの影響による消費者意識・行動変化のご報告～アルコール・冷凍食品・お菓子について～.
Ponta research. New Coronavirus no eikyo ni yoru shohisha ishiki kodo henka no gohokoku alcohol reito shokuhin okashi ni tsuite. <https://prt-times.jp/main/html/rd/p/000000421.000004376.html> (accessed 2022-03-04)