

理想と現実のボディイメージの数理モデル化

栗生紗希帆[†] 眞鍋 雅恵[†] 若宮 翔子[†] 荒牧 英治[†]

[†] 奈良先端科学技術大学院大学 〒 630-0192 奈良県生駒市高山町 8916-5

E-mail: †{kuriu.sakiho.ks0,mmanabe,wakamiya,aramaki}@is.naist.jp

あらまし 若年女性の過度なやせ願望や無理なダイエットが問題視されている。国際的に見ても日本人女性のやせ問題は顕著であり、成年女性のやせの割合は先進国の中で最上位である。本研究ではまず、クラウドソーシングを用いて、年代・性別・職業ごとに理想のBMIを調査した。次に、理想BMIに到達すると、さらに、理想を更新するという仮説をたて、現在の若年女性が、どのようなボディイメージに至るかを数理的に検証した。この結果、女性はいずれの年代においても、標準体重の下限付近のBMI18になるまで、収束しないことが観測され、特に若年女性においては、過激な目標を持ち、急速な収束が観測された。

キーワード ボディイメージ, BMI, やせ, 若年女性, 数理モデル, クラウドソーシング

1 はじめに

近年、やせを礼賛するメディアの影響や、成長に伴い生じるボディイメージの変化などにより、若年女性の無理なダイエットが増加している。ボディイメージとは、個人の身体的外見に関する考え方、感じ方、行動、さらに身体機能に関するもの [1] である。ボディイメージは幼少期から形成され始め、思春期に獲得されると考えられている。若年女性が無理なダイエットを行う要因として、ボディイメージの歪みが大きく関連している。ダイエットによる過度なやせがもたらす病気として、摂食障害があげられる。摂食障害とは、拒食や過食などの摂食に関する異常がみられる障害である。拒食は過度の食事制限で極端な低体重になる症状である。一方で、過食は大量の食事を摂取した後に食べ過ぎの埋め合わせのために、意図的に嘔吐して体重増加を防ぐ行動である。さらに、やせた若年女性の食後高血糖となる耐糖能異常が多く、その原因として主に肥満者に生じるインスリン抵抗性や脂肪組織の異常との関連性が明らかにされている [2]。

このように、若年女性のやせの問題が深刻となっている背景から、今後のやせの推移がどのように変化するかという予測が求められている。2019年における20代のBMI平均値 [3] は、女性が21.00、男性が22.90であった。なお、BMIは、肥満度を表す指標として国際的に用いられている体格指数である。厚生労働省が実施している国民健康・栄養調査 [4] によると、肥満度 (BMI) が18.5未満の「やせ」が20歳代女性では20.7%であった。令和14年度における20歳～30歳代女性のやせの者の割合目標が15% [5] であるのに対して、実際は上回っていることがわかる。このように、日本の若年女性の全体としては、国際的には、すでに十分やせている状態であり、多くの女性にとってダイエットの努力は必要ないとも思える。その一方で、ダイエットなどやせることへの関心は高く、高すぎる理想とのギャップが認められる。OECD加盟国、人口1億人以上の国など50カ国を対象に実施された成人女性のやせ (BMI < 18.5) の

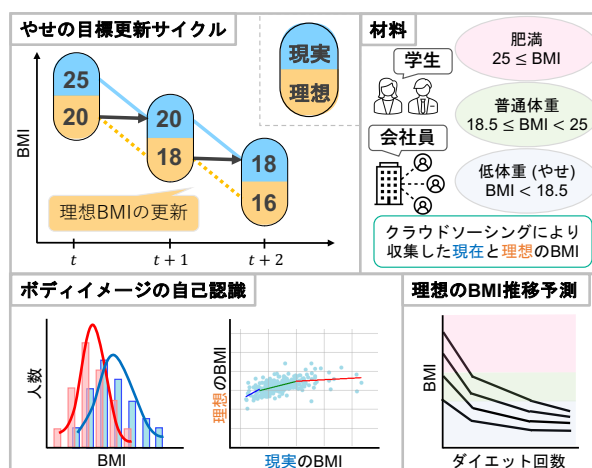


図1: 本研究の概要. クラウドソーシングを用いて、年代・性別・職業ごとに、現実と理想のBMIを調査し、理想BMIに到達すると、さらに、理想を更新すると仮定し、若年女性が、どのようなボディイメージに至るかを検証する。

割合比較 [6] によると、日本の成人女性のやせの割合は先進国の中で最も高かったため、本研究では対象を日本とする。

このように、多くの女性がダイエットし続ける現状を鑑みて、本研究では、**若年女性の理想と現実の体重が最終的にどのように落ち着くのかを明らかにすることを試みる**。そこで、クラウドソーシングを用いて、年代・性別・職業ごとに現実と理想のBMIを収集し、**ボディイメージの自己認識**、**理想と現実のギャップ**、**理想のBMI推移**を調査する。特に、理想のBMI推移の調査について、これを実現する直接的な方法は、ある女性がダイエットしていく過程を長期間観測し、理想体重および現実の体重の変化を継続的に得ることである。しかし、このような前向き観察研究は、大規模かつ長期の観測が必要であり難しい。そこで、我々は、一時点ではあるものの、多くの年代・性別、体重を網羅した大規模な人々から、現実の体重と理想とな

る体重を収集し、これをつなぎ合わせることで、擬似的に長期間のデータを作成した。具体的には、ダイエットに成功し、現時点 t で持っている理想体重 BMI_{t+1} に、次の時点 $t+1$ で到達するものとする。次に、理想体重 BMI_{t+1} 付近の人々が持っている現時点 t の理想体重 BMI'_{t+1} を、次々時点 $t+2$ の新たな理想体重 BMI_{t+2} として更新する。このようなシミュレーションにより、ダイエットに成功し続け（理想を更新し続け）ると、どのような体重に、どれくらいの速度で収束するかを調査する。

2 関連研究

ボディイメージややせに関する研究は多岐にわたり、若年層による SNS 利用の悪影響や BMI を用いたボディイメージの自己評価などがあげられる。若年層による SNS 利用の研究では、COVID-19 のロックダウンが SNS の利用に影響を与え、若年層において摂食障害のリスクとの関連性が示唆されている [7]。これは、Instagram の利用頻度が体型不満ややせ願望、自尊心の低さと正の相関があることを示している。さらに、SNS の過剰な使用が摂食障害のリスク上昇と関連することが立証されている [8]。このことは SNS 利用率が高い若年層にとって大きな問題であることが読み取れる。

BMI を用いたボディイメージの研究では、BMI とボディイメージの自己認識との関係の評価が行われている [9]。ボディイメージの自己認識の歪みが示され、適切な BMI を持つ女性でもより低い BMI を望むという事実が懸念されることを示唆している。さらに、BMI を用いたボディイメージの自己評価が分析されている [10]。自分の BMI が高すぎると過大評価することは、摂食障害の初期兆候であり、男性よりも女性に拒食や過食がみられることを述べている。

3 材 料

BMI は、肥満度を表す指標として国際的に用いられている体格指数であり、肥満や低体重（やせ）の判定に用いられている。本研究でもこの指標を用いて「やせ」（ $BMI < 18.5$ ）を判定する。なお、表 2 に BMI の基準を示す。本研究では、クラウドソーシングを利用し、2023 年 12 月 3 日から 12 月 5 日において 20 代、30 代、40 代の男女、各 300 人にアンケートを行った。1 タスクあたりの謝礼は 3 円とした。以下に質問例と回答例を示す。

質問 1: 「あなたの身長を教えてください」

回答: 130cm~200cm から一つ選択

質問 2: 「あなたの体重を教えてください」

回答: 20kg~100kg から一つ選択

質問 3: 「あなたの理想体重を教えてください」

回答: 20kg~100kg から一つ選択

質問 4: 「あなたの職業を教えてください」

回答: 会社員, 公務員, 自営業/個人事業/自由業, 会社役員, 専業主婦・主夫, 学生, パート/アルバイト, 無職, その他か

ら一つ選択

質問 5: 「あなたは今、太っていると思いますか」

回答: 太っていると思う/太っていないと思うから一つ選択

クラウドソーシングで取得した、各個人の身長と体重のデータを用いて現実の BMI を、身長と理想体重のデータを用いて理想の BMI を計算し、データセットを作成した。なお、BMI の値は、[体重 (kg)] ÷ [身長 (m) の 2 乗] で算出される。

4 実 験

4.1 手 法

現実と理想の BMI について、以下の 3 つの調査により分析する。

調査 1: ボディイメージの自己認識

各個人が自身のボディイメージについて、どのように認識しているかを調査する。そのために、自身の現実の体重に対して「太っていると思うか」という意識調査を行い、年代・性別ごとに比較する。さらに、若年女性の特徴を探るため、20 代女性の職業ごとに比較し、属性による違いを明らかにする。これにより、各個人が持っているボディイメージの自己認識を調査する。

調査 2: 理想と現実のギャップ

これは、現実の BMI と理想 BMI との関係性を分析するための調査である。そのために、年代・性別ごとの比較により、現実と理想の BMI の特徴を分析する。具体的には、年代・性別ごとの BMI 分散に加え、20 代女性については職業ごとの BMI 分散を求めて比較する。

調査 3: 理想の BMI 推移

ダイエットを行った場合の理想の BMI 推移を予測し、やせの最終目標を明らかにする。ダイエットが成功したとき、人々はより高い理想を持つことが考えられる。つまり、理想の BMI が更新される。そこで、本研究では、ダイエットが成功したとき、理想が更新されることを前提とする。ある時点 t で持っている理想体重に、次の時点 $t+1$ でダイエット後の体重となる。体重が更新されるとその体重付近の人々が持つ理想体重の平均を新たな理想体重として更新し、 $t+2$ に至る。このようにして、理想の BMI がどのように推移するかをシミュレーションする。理想の BMI 推移シミュレーションではダイエットを行ったときの BMI 推移を予測することを目指す。現実の BMI から理想 BMI への変換を 1 回のダイエットとする。現実の BMI と理想の BMI は、それぞれ整数となるように四捨五入を行う。現実の BMI が同じ人が存在している場合には、理想の BMI をそれぞれの平均を取ることで算出する。本研究では、前提条件として、ダイエット成功確率を 100% と仮定する。

4.2 結果と考察

4.2.1 ボディイメージの自己認識

図 2 (a)~(f) に、年代・性別ごとの「現在、太っていると思うか」という意識調査の分布を示す。近似分布は、「太っていると思う」がガンマ分布、「太っていないと思う」が正規分布に従っている。「太っていると思う」人の範囲は、男性と比較して女性

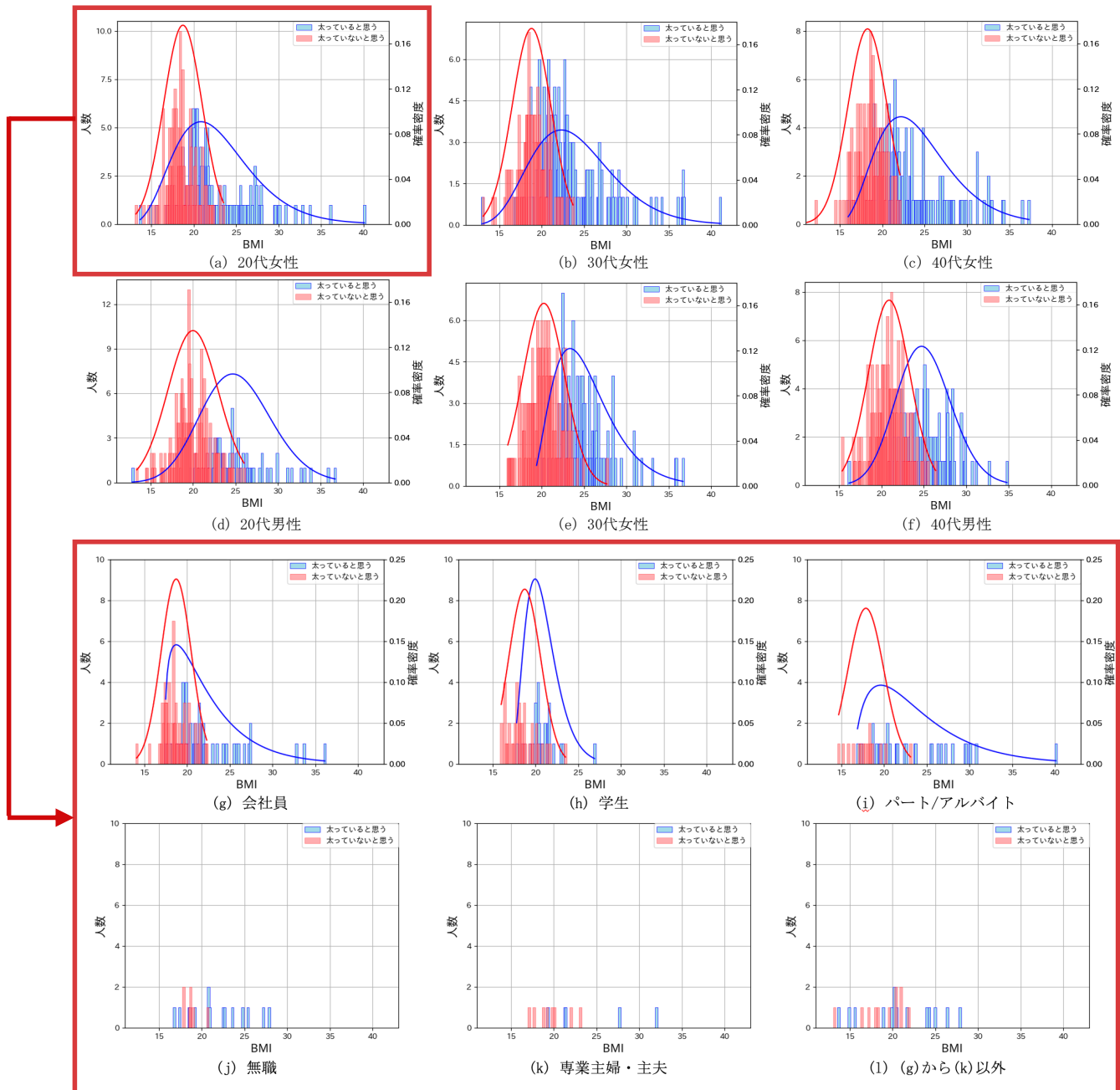


図 2: 現実の BMI 認識に関する意識分布。(a)~(f) は、年代・性別ごと、(g)~(l) は、20 代女性における職業別ごと。職業別の分布図の実線は、分布の近似曲線を表す。なお、サンプル数が少ない職業については、実線を引いていない。

はやや小さい値となっていることが読み取れる。ここで、現在の BMI が普通体重でかつ「太っていると思う」人の割合に着目する。普通体重である BMI18.5 以上 25 未満の人の中で、「太っていると思う」人の割合は、20 代女性が 60.7%、30 代女性が 63.9%、40 代女性が 57.9%、20 代男性が 24.5%、30 代男性が 34.4%、40 代男性が 28.4%であった。女性の割合は 60%前後、男性の割合は 30%前後であることから、性別による差が顕著に現れた。この結果から、普通体重であるにも関わらず、やせ願望が強いことが読み取れる。

一方で、年代による比較を行うと、男女共に 30 代が最も低い割合となっていた。さらに、低体重（やせ）である BMI18.5

未満の人の中で、「太っていると思う」人の割合は、20 代女性が 14.6%、30 代女性が 12.5%、40 代女性が 4.4%、20 代男性が 2.0%、30 代男性が 0.0%、40 代男性が 5.3%であった。ここでは特に、20 代と 30 代女性の割合が比較的大きいことが確認できる。現実の BMI は低体重（やせ）だが、自身の体型を「太っていると思う」人の割合では、20 代、30 代女性が比較的高く、若年女性を中心に過剰なやせ願望が存在していると考えられる。

さらに、若年女性の属性について詳しく調査するために、図 2 (g)~(l) に、職業別の意識調査の分布を示す。職業内訳は、会社員が 123 人、学生が 70 人、パート/アルバイトが 47 人、無職が 22 人、公務員が 14 人、専業主婦・主夫が 13 人、自営業

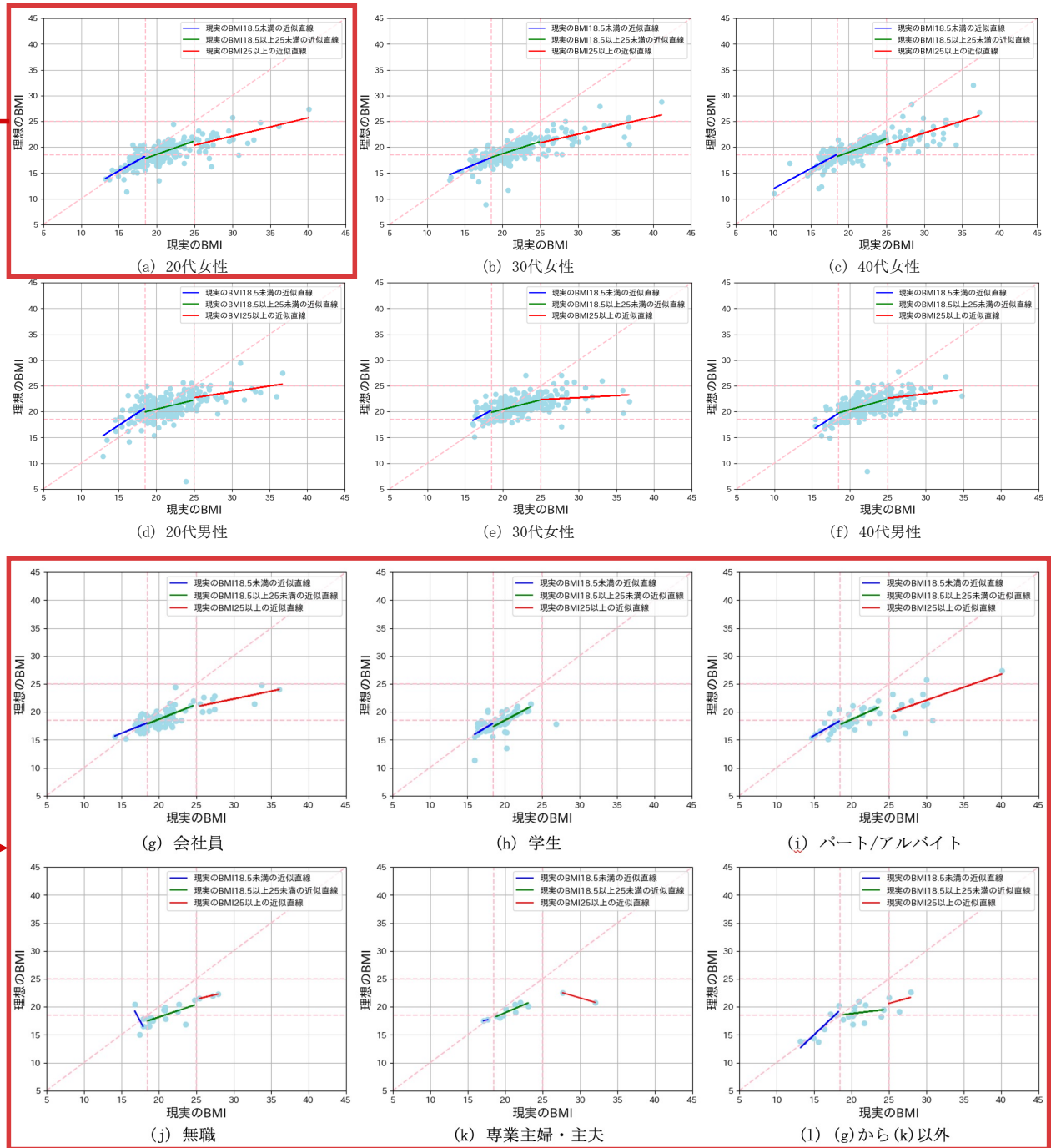


図 3: 現実と理想の BMI 分散. (a)~(f) は, 年代・性別ごと, (g)~(l) は, 20代女性における職業別ごと. その他に含まれる職業は, 公務員, 自営業/個人事業/自由業, 会社役員, その他である. 分布図の実線は, 分布の近似直線を表す. 現実の BMI を低体重 (やせ), 普通体重, 肥満の 3つの領域に分け, それぞれ青線, 緑線, 赤線で引いている. なお, サンプル数が少ない職業については, 近似直線を引いていない.

／個人事業／自由業が 8 人, 会社役員が 2 人, その他が 1 人であった. 特に人数が多い会社員, 学生, パート/アルバイトと, 他者と対面する時間が少ないと考えられる無職, 専業主婦・主夫と, それ以外の職業をその他とし, それぞれの分布を確認する. 会社員や学生は, 普通体重では, 太っていないと思う人が一定数いることが読み取れる. 一方で, パート/アルバイトや

無職では, 普通体重である場合, 太っていると思う人が多く存在する. ここから, 会社員や学生は, 多様な意見をもつに対して, パート/アルバイトや無職では, やせ願望が強いと考えられる. 無職やパート/アルバイトのように, 他の職業と比較して, 他者との対面時間が少ないと考えられる属性において, 過剰なやせの意識が存在していることが示された.

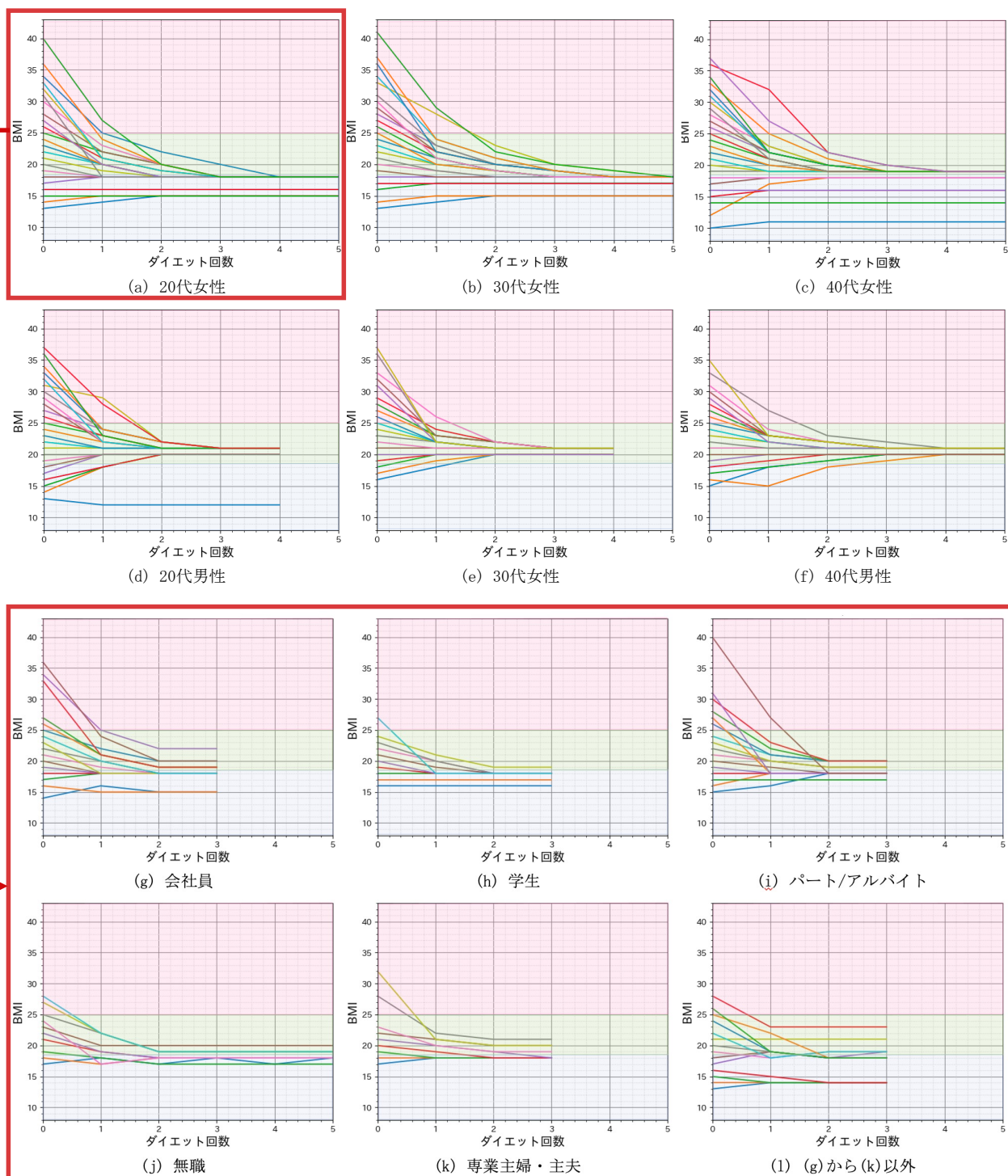


図 4: 年代・性別ごとの理想の BMI 推移. 青の領域は低体重 (やせ), 緑の領域は普通体重, 赤の領域は肥満を表す.

4.2.2 理想と現実のギャップ

年代・性別ごとの現実の BMI と理想 BMI の分散を図 3 (a)~(f) に示す. $y = x$ (現実と理想の BMI が等しい) に補助線を引いた. さらに, x 軸と y 軸それぞれに, 低体重 (やせ), 普通体重, 肥満のカットオフ値を示した. $y = x$ より下の領域は, 現実の BMI より理想の BMI が低く, やせ願望がある領域である. この領域には女性に多く確認される. やせ願望のある領域に大多数が属している様子が読み取れる. さらに, この領

域のうち, $y < 18.5$ に属する領域は, 理想 BMI が低体重 (やせ) であり, 過度なやせ願望をもっている. この領域には, 特に 20 代女性が, 多く存在していることが確認される.

表 1 に図 3 (a)~(f) の分散図を, 現実の BMI を低体重 (やせ), 普通体重, 肥満の 3 つの領域に分け, それぞれに近似直線を引いた傾きを示す. 近似直線の傾きは, 現実の BMI が高くなるにつれて小さくなり, やせ願望が強くなっていることが読み取れる. 現実の BMI が低体重 (やせ) の場合は, 傾き 1

表 1: 年代・性別ごとの近似直線の傾き

年代・性別	低体重 (やせ)	普通体重	肥満
20 代女性	0.818	0.523	0.353
30 代女性	0.600	0.472	0.336
40 代女性	0.788	0.527	0.463
20 代男性	0.958	0.353	0.227
30 代男性	0.798	0.368	0.080
40 代男性	0.937	0.412	0.163

に近く、平均として現状のままを理想としていることが読み取れる。さらに、普通体重、肥満と BMI が高くなるにつれて傾きが緩やかになり、現実と理想が一致する $y = x$ との距離が大きくなっていることから、現実と理想の差が大きくなっていることが確認できる。次に、年代・性別ごとに比較する。男性と比べて女性はやせ願望のある領域に集まっており、女性全体でやせ願望が強いことが読み取れる。低体重 (やせ) を理想とする人に着目すると、女性は年代が上がるにつれてやや減少傾向ではあるものの一定数存在している。一方で、男性は、20 代の場合では一定数存在しているが、30 代と 40 代の人数は少ないことが確認される。このことから、女性が男性と比べてやせ願望が強いことが読み取れる。普通体重以下の男性は、現実より高い BMI を理想とする人が一定数存在していることから、女性と比べてより健康志向であると考えられる。さらに、男性と女性を合わせた場合では、若年層にやせ願望が強い傾向にあることが考えられる。

図 3 (g)~(l) に、若年女性の職業別分布を示す。現実の BMI 分布では学生が低い BMI に集まっている。一方で、理想の BMI ではあまり差がみられず、職業別における違いは確認されなかった。若年層の職業別分布では、大きな違いが確認できず、職業とやせとの相関がみられない結果となった。しかし、今回の実験では、参加者の統制はとっておらず、正しく評価できていない可能性がある。

4.2.3 理想の BMI 推移

図 4 に、ダイエット成功確率 100% の理想の BMI 推移の結果を示す。20 代女性の理想の BMI の収束は 15-18 の間に収まっており、最終的に低体重 (やせ) を理想としていることが確認される。年代・性別ごとに比較すると、女性は低体重 (やせ) を理想としているのに対して、男性は普通体重を理想としている。40 代女性では、理想の BMI が 19 (普通体重) に収束することが確認された。次に、理想の BMI となるまでのそれぞれのダイエット回数を計算し、その平均収束回数を算出する。結果は 20 代女性が 1.21 回、30 代女性が 1.99 回、40 代女性が 1.11 回、20 代男性が 1.04 回、30 代男性が 1.26 回、40 代男性が 1.52 回であった。

20 代女性の推移では、収束がすべて低体重 (やせ) であることから、理想 BMI の更新により普通体重では満足しないことが読み取れる。女性は低体重 (やせ) を最終目標とし、男性は普通体重を最終目標としていることから、性別による違いが大きく存在する。さらに、収束回数で考えると、20 代女性は 30

代男性とほとんど同じ回数で収束しているが、それぞれの最終目標の違いから、20 代女性はより現実と理想の差が大きいと考えられる。40 代女性が最も少ない回数となっているが、これは理想の BMI が 19 (普通体重) に収束することがあることが影響していると考えられる。20 代女性と 30 代女性を比較すると、同じ収束域 (15-18) にも関わらず 20 代女性の方が、収束回数が少ないことから、若年女性による現実と理想の差の大きさが読み取れる。一方で、男性は、年代が上がるごとに収束回数が増加していることから、理想が緩やかになっていると考えられる。それぞれの最終目標を比較すると、女性はいくつかの BMI に分かれているのに対して、男性は比較的近い値に固まっていることが確認できる。これは、女性は個人ごとに異なる理想のボディイメージを目指してダイエットをするが、男性は共通化された理想のボディイメージをもち、ダイエットをしていることが考えられる。

次に、理想の BMI が現実の BMI より高い人に着目する。これは、現在より太りたいと考えているケースである。20 代女性は BMI が 13, 14, 17 のとき、30 代女性は BMI が 13, 14, 16 のとき、40 代女性は BMI が 10, 12, 15, 17 のとき、20 代男性は BMI が 14-19 のとき、30 代男性は BMI が 16-19 のとき、40 代男性は BMI が 15, 17-19 のときにそれぞれ現実より高い BMI を理想としている。低体重 (やせ) の BMI は 18.5 未満であることから、全体をみると正しい判断であると考えられる。しかし、最終目標では、女性が低体重 (やせ)、男性が普通体重となっていることから、大きな違いが読み取れる。普通体重であっても、女性は、ダイエットを行う必要があると捉えていることが懸念される。

4.3 限界

本研究では、ダイエットの成功確率を 100% と仮定してシミュレーションを行ったが、実際のダイエットには多くの要因が含まれる。具体的には、ダイエットが成功しない場合や、リバウンドする場合、途中で諦める場合などがあげられる。さらに、Instagram などの SNS の使用に伴い、やせた芸能人やインフルエンサーを見る機会が増えることにより、ボディイメージが変化し、より過度なやせ願望をもつことが考えられる。これらを考慮した上で、より現実的なダイエットのシミュレーションを行うことが、今後の課題となる。ダイエットが成功しない場合やリバウンドなどは、それらの発生確率を定義することで、現実的なダイエットに近づくことが考えられる。

次に、本実験で行った職業による比較では、サンプル数が少なく、正しく評価できない結果となった。しかし、職業による比較は、社会との関わりの強さにも関係するため、より追求することで、やせと社会との関係性が明らかになると考えられる。社会との関わりを考える上で、地域差も重要な違いである。そのため、都会と田舎に住んでいる人との比較を行うことも今後の課題である。

さらに、本研究では日本を対象に調査を行ったが、やせの問題は国ごとに大きな違いがあるため、国際比較を行い、世界と比較した日本のやせ問題を調査していくことが課題となる。本

研究では、過度なやせを問題として取り上げたが、体質などにより太れない人がいる場合も考慮しなければならない。そこで、本研究で用いた BMI 以外の健康指標に着目した調査も必要である。

5 おわりに

本研究では、BMI を用いてボディイメージについて分析し、ダイエットによる理想の BMI 推移のシミュレーションを行った。BMI を用いたボディイメージの分析では、若年女性の BMI 分布、各個人の現実と理想の BMI 分布を用いた年代・性別ごとによる比較、若年女性の職業別 BMI 分布の比較を行った。女性と男性を比較すると、女性は現実の BMI が普通体重の場合にも、より低い BMI を理想とし、やせたいと考えていることを確認した。一方で、女性の年代を比較すると、若年女性ほどやせ願望が強いことを確認した。理想の BMI 推移のシミュレーションでは、各年代・性別のやせの最終目標を明らかにし、やせ願望の詳細な緻密化を行うことができた。今後、日本人の BMI を長期的に観測すると、数十年後には本研究でのシミュレーションのような平均値となる可能性を示唆した。

今後の課題として、今回作成した理想の BMI のシミュレーションを実際のダイエットと比較し、有効性の評価検証する必要がある。シミュレーションの有効性を確認し、今後のやせの推移を予測することを目指す。さらに、やせに係る要因を探るため、職業による比較を行い、やせのシミュレーションに反映することを目指している。

謝 辞

本研究は、花王株式会社共同研究費の支援を受けたものである。

文 献

- [1] Bree D Abbott and Bonnie L Barber. Embodied image: Gender differences in functional and aesthetic body image among australian adolescents. *Body image*, Vol. 7, No. 1, pp. 22–31, 2010.
- [2] Motonori Sato, Yoshifumi Tamura, Takashi Nakagata, Yuki Someya, Hideyoshi Kaga, Nozomu Yamasaki, Mai Kiya, Satoshi Kadowaki, Daisuke Sugimoto, Hiroaki Satoh, et al. Prevalence and features of impaired glucose tolerance in young underweight japanese women. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, Vol. 106, No. 5, pp. e2053–e2062, 2021.
- [3] 厚生労働省. 政府統計の総合窓口 | 国民健康・栄養調査 15 bmi の平均値及び標準偏差 - 年齢階級別、人数、平均値、標準偏差 - 男性・女性、15 歳以上〔妊婦除外〕 — 統計表・グラフ表示, 2019. <https://www.e-stat.go.jp/dbview?sid=0003224178>.
- [4] 厚生労働省. 国民健康・栄養調査, July 2020. <https://www.mhlw.go.jp/content/001066903.pdf>.
- [5] 厚生労働省, May 2024. https://www.mhlw.go.jp/web/t_doc?dataId=00012990&dataType=0.
- [6] 吉池信男, 小山達也, 三好美紀. 国内外の女性のやせの動向. 肥満研究= Journal of Japan Society for the Study of Obesity: 日本肥満学会誌, Vol. 24, No. 1, pp. 16–21, 2018.
- [7] Helena Vall-Roqué, Ana Andrés, and Carmina Saldaña. The impact of covid-19 lockdown on social network sites use,

body image disturbances and self-esteem among adolescent and young women. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, Vol. 110, p. 110293, 2021.

- [8] Juan Zhang, Yihui Wang, Qianru Li, and Chenggang Wu. The relationship between sns usage and disordered eating behaviors: a meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, Vol. 12, p. 641919, 2021.
- [9] Idalina Shiraishi Kakeshita and Sebastião de Sousa Almeida. Relationship between body mass index and self-perception among university students. *Revista de Saúde Pública*, Vol. 40, pp. 497–504, 2006.
- [10] H Madrigal, A Sanchez-Villegas, MA Martinez-Gonzalez, J Kearney, MJ Gibney, J De Irala, and JA Martínez. Underestimation of body mass index through perceived body image as compared to self-reported body mass index in the european union. *Public health*, Vol. 114, No. 6, pp. 468–473, 2000.
- [11] 日本肥満学会. 日本肥満学会 | jasso 表 肥満度分類. http://www.jasso.or.jp/data/magazine/pdf/chart_A.pdf.

付 録

表 2: 日本肥満学会が定めている基準 [11]

BMI	肥満の判定
18.5 未満	低体重 (やせ)
18.5~25 未満	普通体重
25~30 未満	肥満 (1 度)
30~35 未満	肥満 (2 度)
35~40 未満	肥満 (3 度)
40 以上	肥満 (4 度)