

# 家庭系食品廃棄・食品ロス発生メカニズムと社会的費用を考慮した政策

谷 垣 和 則<sup>1)</sup>

## 要旨

経済学からのアプローチとして、買い物から食事提供量、食事、廃棄までを包括する不確実性を含む家計の食消費行動のモデルによって、家計の最適な食品廃棄・ロス発生メカニズムを理論的に明らかにしようとした<sup>2)</sup>。効用が最大となる最適な食購買・食事提供・食事・食品廃棄行動を分析し、同時に社会全体の厚生最大化政策を考察した。廃棄は、家族、食材ストック、調理、日々変わる食材の価格や品質に対応する複雑な諸行動の結果であるとともに、たとえ購買行動計画を立てたとしても最適な廃棄があることなどを、いくつかの実証研究や調査の結果と対応させながら示した。

食品廃棄を減少するには家計側の削減の手段から、減らすには限界があること、政策としては、倫理やゴミ減量に訴えるだけでなく、家庭用ゴミ袋の費用およびその社会的費用に対応した価格設定、それと連動した補助金を用いたゴミ処理機械による食品廃棄の資源化、アプリの開発などが、均衡の廃棄量を減らすのに、実行可能でかつ社会全体の利益になりうることを明らかにした。

キーワード：食品廃棄、不確実性、食品ロス、最適な食品廃棄・食品ロス、均衡の食品廃棄・食品ロス、食提供量、食事行動、廃棄行動、ゴミ袋の価格、ゴミ袋処理費用、社会的費用

## はじめに

食品ロスや食品廃棄は、その社会的関心の高まりもあって、研究は数多くある<sup>3)</sup>。しかしそのほとんどが、実態あるいは実証研究で、その背景となる企業側・消費者の発生メカニズムに焦点を当てた理論研究は極めて少ない。本論文は事業系ではなく家庭系の廃棄を扱う。家庭系の理論分析では、Lusk and Ellison (2017) は Becker (1965) の余暇時間と労働時間のモデルに、調理時間を導入して、食品廃棄を分析している<sup>4)</sup>。彼らは本論文と同様な経済学のアプローチから、消費者の最適な食品廃棄率をモデル化し、本論文よりも具体的な関数で、所得が増加すると、食品廃棄率が上昇することなどを明らかにしている。しかし彼らのモデルでは、食事提供量が食材にパラメーターを掛けたもので、廃棄量は、食材と食事量の差になっている。本論文ではこの点に関し、現実に合わせて最適なメニュー選択や食事モデルを導入し、同時に廃棄量を減らすと手間がかかることを導入している。また、Katare et al. (2017) は別のモデルで廃棄を外部不経済として廃棄への課税を分析している。彼らのモデルも、廃棄を食材の購入と使用の差として、メニュー決定から食材購入、満腹度、食事の質と量の区別までの細かいモデル設定は行っていない。ただし本論文ではこの点は詳しいものの、厳密に結論を出せるモデルを構築しているわけではない。

またこれまで経済政策として、食品廃棄・食品ロスへの減量に対し、食購買・食事・廃棄行動を含んだモデルを用いた社会全体の利益分析は見当たらない。つまり食品廃棄を減らすのはよいとしても、ゼロにするには、手間あるいはさまざまなコストがかかるため、どこまで減らすべきか、さらには最適な消費だけでなく社会全体の食品廃棄コストを考慮した分析を行う必要がある<sup>5)</sup>。社会全体のコストに関しては、Katare et al. (2017) の食品廃棄への課税と似ている。しかし、ここでは日本の家庭系ゴミ袋に対し、その費用に対応する価格に社会的費用を上乗せしているのが、彼らとの相違である<sup>6)</sup>。ここでの社会費用はごみ袋処理の外部不経済である。なおリサイクルや肥料化は明示的には導入していない。

次の第1節では食材購入から食事・廃棄までの一貫した一般的な基本モデルを導入する。第2節ではそれに、意識・倫理、所得、不確実性、効率への選好などを入れたより現実への応用モデルを展開する。第3節ではこの理論分析を

踏まえた政策、特にゴミ袋の適正料金と及びそれとセットとなる生ごみ処理機への補助金などを考察する。

## 1. 基本モデル

### 1.1 基本モデル

この節では、食消費行動（食材購入、食事行動、食品廃棄）のメカニズムに関する基本モデルを設定する。一つの家計（家族）を想定する。前提として毎日買い物をし、効用は1日毎であるとする。1日ではなく、まとめ買いを数日毎にすることもモデルでは対応できる。しかし本質的な結論はそれほど変わらないことから、単純なモデルで分析を進めていく。この家計のt日の効用関数を、以下のように表す<sup>7)</sup>。

$$U(M_{qi}^t, D_i^t, N_i^t, (E_s - E_i^t), 1 - t_c) + U(\gamma \beta^t \sum_{j=1}^n s_j^t) \quad (1)$$

家計はこの効用を最大にするために、まずはその日のメニューiとそれに対応して購入する第j食材  $k_{ij}^t$  を選択するとする。 $M_{qi}^t$  はt日の食事メニューiの質指標であり、その質が高いほど満足度は増える。ただし本論文では高級食材を購入するなど質そのものの選択は、食廃棄との関係はないとして分析はしない。この効用最大化問題の制約条件は式にはないが、 $(E_s - E_i^t)$  が入ることで、一般的な所得制約式を別途立ててはいない。 $E_s$  は通常の食材への平均支出額、 $E_i^t$  はメニュー  $M_i$  に対する在庫の食材を考慮したt日の支出額である。なお、最近は総菜などのいわゆる中食が伸びている。例えば谷垣（2021）は内食、中食、外食の理論モデルを構築している。このモデルでも、時間節約を考慮した中食の選択を導入できるが、目的が異なるのでここでは入れない。

本論文のような食の購買行動に関して、例えば、磯島他（2011）は、人々は野菜・肉・魚は、『消費者がある料理を想定した上でそれへの使用を目的』として購入、つまりメニューを決める行動が優先されることを示している。ストックも計算に入れながら、様々なメニューの選択肢の中から最適なメニューiを選び、それと同時に投入する食材も想定して購買行動をすることになる。メニュー決定とは異なり、米・醤油・油などのストック消費もある。同論文では卵などはストックとの関係で購入していることを明らかにしているが、ここでは明示しないこととする。

食事量への満足度に関する指標、 $D_i^t$  を、

$$D_i^t = f(V^t - a q M_i^t) \quad (2)$$

と定義する。 $V^t$  はその日の家族全体の最適な食事量である。 $q M_i^t$  は、メニューiの量である。 $M_i^t$  はメニューiの標準のカロリーベースの分量、 $q$  は食事の提供量指標で、標準のときは1とする。 $a q M_i^t$  は実際に食べた量である。 $a$  ( $1 \geq a$ ) は用意された分量に対しどの程度食べたかの指標である。通常  $V^t > q M_i^t$  であれば、 $a$  は1になり、それを超えると下がってくる。また  $V^t < q M_i^t$  のとき、廃棄に対して意識が高くなるとより多く食べるが、満腹度を超えてくるので、効用は下がる。 $V^t$  はその日の体調などにも左右される。 $D_i^t$  は美味しくても量が少ないと、効用が下がること、あるいは多いときに、無理して食べることで効用減となることを反映したものである。多少無理して食べることで、廃棄が減少しその分効用は増加する。

図1はこのイメージ図である<sup>8)</sup>。縦軸は効用あるいは  $a = 1$  のときの、 $D_i^t = f(V^t - q M_i^t)$  である。 $(-V^t + q M_i^t)$  が0から左にマイナスになると、必要な食事の量が不足し、お腹がすくことを意味する。反対の右方向へは、用意した食事の量が多すぎることになる。しかし多すぎて廃棄することに負の効用を感じないのであれば、直線ABのようになる。あるいは家で飼っている家畜の餌になり、コンポーターなどから肥料になるのであれば、AB'のようにプラスにもなることもある。

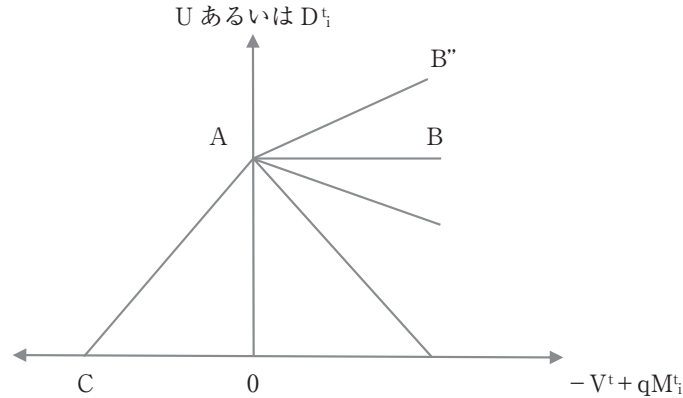


図1 効用あるいは  $D_i^t = f(V^t - qM_i^t)$  と、最適な食量と用意する食の量の関係 ( $\alpha = 1$ )

メニューとその効用は、その時の質、つまり美味しさだけではなく、これまでに食べた食事の種類にも依存する。 $N_i^t$ はその指標であり、 $N_i^t = g(I(M_i^t) - \sum_{m=t-1}^k \delta^m I(M^m))$  と定義する。 $N$ が大きくなり異なるメニューであると効用は増加する。 $I(M_i^t)$ は、メニュー*i*の分類に対応した指標である。ただし具体的な指標ではないので、理論的なものになる。 $\sum_{m=t-1}^k \delta^m I(M^m)$ はウェイトを付けた過去数日の食事メニュー指標 ( $m=t-1, t-2, t-3, \dots, k$ ,  $\delta^m$ は第*m*日のウェイト)である。今日のメニューの選好が、近日中に食べた料理に依存することを反映したものである。昨日と同じメニューであれば効用は下がるであろう。またこのことから、メニュー選択にこれまで購入した食材を使い切ることが効用の減少になることもあり得ることをモデルに導入したことになる。つまり同様なメニューで食材を使い切ると、違うメニューにして食材を残すかの選択である。

$E_s$ は通常の食材への平均支出額、 $E_i^t$ はメニュー  $M_i$  に対する在庫の食材を考慮した  $t$  日の支出額であり、

$$E_i^t = \sum_{j=1}^n qk_{ij}p_{ij}^t \tag{3}$$

で定義する。ここで、 $j=1, \dots, n$ ,  $k_{ij}$ : 第*i*メニューにおける第*j*食材の購入量、 $p_{ij}^t$ : 第*i*メニューにおける第*j*食材の  $t$  日の価格である。 $E_i^t$ が小さくなって、 $(E_s - E_i^t)$ が多くなると資金余剰ができて、効用にはプラスとなる。一方購入量が減るのでその分効用は減少する。購入予定の食材が特価になっていれば、食材を減らさずに購入金額が減るので効用はプラスとなる。

食材購入において、過去の履歴と食材ストックから最適な  $M_i^t$  を選ぶ。 $M_i^t$  に対応して、時間と食材の投入インプットが決まる。これらは、

$$t_c = qt(M_i^t) \tag{4}$$

$$f_{ij} = qf_{ij}(M_i^t) \tag{5}$$

で表す。 $t_c$ は調理時間である。(1)の効用関数には直接の効果として、 $t_c$ が入っているのは、調理時間そのものが他の時間を圧迫することで効用が減少することを意味している<sup>9)</sup>。 $f_{ij}$ は第*i*メニューに対応した第*j*食材の投入量である。 $f_{ij}(M_i^t)$ はメニュー*i*に対する標準の食材投入量である。第*i*メニューを選択した時に  $t$  時点で余る食材の量と食べ残しの量は、「当日のストック（過去の食べ残しを含む）+ 新規食べ残し」から「当日の投入量」を引いたもの、すなわち、

$$\sum_{j=1}^n [k_j + k_{sj}^t + (1 - \alpha) qM_i^t - f_j] = \sum_{j=1}^n s_j^t \tag{6}$$

で表すことができる。 $k_{sj}^t$  は  $t$  日購入前における第  $j$  食材の家計におけるストック、 $s_j^t$  は  $t$  日食後の第  $j$  財の余る量の総和 (g あるいは kg 単位) である。なお  $i$  は省略している。廃棄量は、

$$\beta^t \sum_{j=1}^n s_j^t \quad (7)$$

で表す。ここで、 $\beta^t (0 < \beta^t < 1)$  は廃棄率である。 $t$  時点での平均の購入後時間が長くなるほど、廃棄率は高くなる<sup>10)</sup>。また食品ロスへの倫理観が強くなると、この率は下がることになる。

## 1.2 最適食行動 (メニュー決定・食材購入・摂取量) と廃棄量

このモデルでは、家計は (2) から (7) を考慮しながら、予算制約の代わりとなる ( $E_s - E_i$ ) を含む (1) を最大化するようなメニューと量を選択し、それに対応した食材を購入して、食する量を決める。あるメニューを選んだとしても、投入する食材の価格が高いことが購入時に分かれば、別のメニューになることもある。なお、ここでは調理行動を明示的に入れず、食材購入のときに同時に調理も想定することになる。

第1ステップは多くのメニューの中から、量を標準として最大の効用をもたらすメニューを選び、次に第2ステップでは、量を選ぶとする。量も含めた効用が最大になるように、第1ステップに戻り、メニューと量を選ぶこととする。第3ステップはそれらに応じて食する量すなわち食べ残す量を決定する。

第1ステップでメニューを選ぶときの効果は、次の (8) 式である<sup>11)</sup>。

$$\begin{aligned} dU/dM_i^t = & (\partial U/\partial M_{qi}^t)(\partial M_{qi}^t/\partial M_i^t) + (\partial U/\partial D_i^t)(\partial D_i^t/\partial M_i^t) + (\partial U/\partial N_i^t)(\partial N_i^t/\partial M_i^t) \\ & + (\partial U/\partial E_i^t)(\partial E_i^t/\partial M_i^t) + (\partial U/\partial t_c^t)(\partial t_c^t/\partial M_i^t) + \gamma (\partial U/\partial (\beta^t \sum_{j=1}^n s_j^t)) (\partial (\beta^t \sum_{j=1}^n s_j^t)/\partial M_i^t) \end{aligned} \quad (8)$$

第1項は、メニュー<sup>12)</sup>、第2項は量、第3項は過去のメニューとの比較、第4項は支出増加、第5項は調理時間、第6項は廃棄、のそれぞれの効用への効果である。第3項では、たとえ好きなメニューでも、過去によく食べていると効用はそれほど増えない。この場合、通常例えば一か月に1回食する場合の効用は、昨日食べたのであれば、第3項はマイナスに、3か月食べていないのであれば、プラスになりうる<sup>13)</sup>。各項目自体の符号は、第1項はプラスになるものの、あとの項目に関してはメニューに依存する。

第2ステップで、食事提供量を選んだ時の効果は次の (9) 式になる。

$$\begin{aligned} dU/dq = & (\partial U/\partial D_i^t)(\partial D_i^t/\partial q) + (\partial U/\partial E_i^t)(\partial E_i^t/\partial q) + (\partial U/\partial t_c^t)(\partial t_c^t/\partial q) \\ & + \gamma (\partial U/\partial (\beta^t \sum_{j=1}^n s_j^t)) (\partial (\beta^t \sum_{j=1}^n s_j^t)/\partial q) \end{aligned} \quad (9)$$

第1項は直接の量、第2項は支出増加、第3項は時間、第4項は廃棄、のそれぞれの効用への効果である。項目自体の符号は、第1項は満腹度に依存し不明であるが、第2項は支出増加なのでマイナス、第3項もその他の時間が減少するのでマイナス、第4項はストックが減少するので効用は増加するが、その分余分に購入するのであれば、廃棄は増加し効用は減る。

第3ステップは、 $V^t < qM_i^t$  に対し、食する比率  $a$  を決める。この効果は、

$$dU/da = (\partial U/\partial D_i^t)(\partial D_i^t/\partial a) + \gamma (\partial U/\partial (\beta^t \sum_{j=1}^n s_j^t)) (\partial (\beta^t \sum_{j=1}^n s_j^t)/\partial a) \quad (10)$$

である。第1項は、多めに食べることによる効用の減少でマイナス、第2項は廃棄が減ることによる効用の増加である。パラメーター  $\gamma$  が小さくなって、効用の増加分が減少すると、無理して食べることはなくなる<sup>14)</sup>。



従来の研究結果と本モデルとの関係を例示すると以下になる。

和田・品川（2018）での食品破棄が少なくなる要因の解釈は以下である。「無駄にしない調理技術」は、同じ質と量のメニューでも少ない食材投入、「作り過ぎを食べ切る」は、(10)式と関係し、次の節にあるように、廃棄への高い負の効用すなわち高い $\gamma$ と関係がある。「もらい物を使い切る」・「何が冷蔵庫にあるか把握」は、ストックの正確な把握になり、(8)と(9)では、最後の項目、および(8)の第4項目と(9)の第2項目の支出に、それぞれ対応し、ストックを考慮してより支出が少ないメニューと量を選ぶことになる。

また最近のサーベイ論文の野々村（2018）の『家庭の食品ロスに関する先行研究で注目されている行動』では、「購買計画を立てない」、「店舗の販売促進の影響で購入する」、「大きいサイズの食品を購入する」、「在庫を積極的に消費しようとしなさい」、「表示期限で判断して廃棄する」、「五感で判断して廃棄する」などを挙げている。

「在庫を積極的に消費しようとしなさい」は先ほどのストックを把握していないのと同様であるか、 $\gamma$ が小さいと解釈できる。「購買計画を立てない」もストックを利用しないか、3日間ほどのまとめ買いを想定すると、計画的に行動して余らせないようにして支出を押さえることをせずに、結果として効用最大化にはなっていないことになる。「店舗の販売促進の影響で購入する」は、特価品があるとメニューを変更し、(8)の第4項目の $(\partial U/\partial E_i^t)(\partial E_i^t/\partial M_i^t)$ の減少効果が大きくなって、この効果が破棄増加効果を上回ることを意味する。「大きいサイズの食品を購入する」は、単位当たりの購入費用が安くなるので、(8)の第4項目が減少することになる。「表示期限で判断して廃棄する」は相対的に古い食材を使うことへの負の効果であるが、この関数は $\beta$ として導入している。表示期限で判断せずに正しく賞味期限を理解すれば、「五感で判断して廃棄する」が正しいと考えられる。この判断が $\beta$ の大きさに反映され、この場合 $\beta$ が小さくなる。

このほか次の2節以後では以下のように関連づけることができる。「購買計画を立てない」・「在庫を積極的に消費しようとしなさい」は、2.2.3節の効率性への選好で、「店舗の販売促進の影響で購入する」は、2.2.1不確実性の導入（買い物時の不確実性）で、「大きいサイズの食品を購入する」は、3.2.2その他販売の細分化で、「表示期限で判断して廃棄する」は、3.2.1賞味期限・消費期限の確率明示で、それぞれ議論している。ここで「購買計画を立てない」はこのモデルと矛盾するように見えるが、本論文では、この点に関し、効率的な計画はコストが掛かることを導入し、現実を合理的に説明し、そのような人々に対する改善策を考察している。ただ本論文の第3節の議論からは、消費者は効用最大の観点からメニューを決め、価格や質の不確実性に対応することから、購買計画を食品スーパーに行く前に立てることが、必ずしも効用最大化にはならず、結果として廃棄を増やすこともあり得ることがわかる。もちろん一般的には計画的な食材購買は廃棄を減らす。

## 2. 買い物、食事、廃棄行動

食材購入、食事の量・食事・廃棄行動は複雑な決定になり、(8)、(9)のように、明確な効果がわかりづらいことから、本節では、このモデルの中で重要であると考えられる行動を部分均衡的にそれぞれ取り出し、分析することとする<sup>15)</sup>。2.1節では、廃棄量を主に食べ残しを想定して、その最適な発生要因を考察する。このことを分析した後で、2.2節では、不確実性、所得効果などを考察する。なお本論文の目的から、不確実性、所得効果、効率への選好、世代別に対しては、それぞれ新たなモデルが厳密には必要であるが、煩雑になることから、明示はしていない。

### 2.1. 最適な食事と廃棄行動 1

食事による量的満足度を、 $D_i^t=f(V_i^t-aqM_i^t)$  から定義しているが、用意した $qM_i^t$ に対し、これをすべて食べたときの効用は、 $V_i^t$ に境に、 $V_i^t$ までは上昇し、それよりも多くなると減少する。 $\gamma=0$ とすると、廃棄を少なくすることの効用はなく、 $V_i^t$ より多く食べると効用は下がることになる。この結果 $V_i^t$ よりも用意された量が多いと、廃棄になり、 $a$ は減少していく。 $\gamma$ は廃棄に対する気持ち、食べすぎを嫌わないなどを表すパラメーターで、心の痛みや廃棄費用が多いほどこの値は大きなマイナスとなる。何も思わなければ、あるいは食べすぎを嫌うのであれば、ゼロに近い値となる。

しかし、 $V^i$ を超える量を用意されたとき、残すと味が落ちるあるいはストックが多く廃棄されることから、多少無理してでも食べようとするという人々の食行動をどのように説明できるであろうか。式では効用関数の  $U(\gamma\beta^t \sum_{j=1}^n s_j^t)$  と  $D_i^t$  の式の  $a$  に対応する。

図2は(1)式の  $\gamma < 0$  を想定して、用意した量、食べる量、と廃棄量の関係を示したものである。縦軸は用意したのを食べたときの満足度、横軸は用意した量である。点線は食べ残しが生じるときの用意した量である。実線は食べる量である。OAまでは、用意した量と食べる量は同じである。用意した量を食べようとするが、それでもCまでは食べ続けようとするを示している。Aで満足してもまだ余っている場合、「もったいない」と思えば多少は無理してすべて食べる。お腹にはまだ食べられる余力があるときは、食べることで胃が狭くなるあるいは太ることや血糖値が上昇することのマイナスの効用と、食べることによる食べ残しが減ることへの倫理上の解決、お腹の中のストックが一時的に増えることによる次回の食の摂取量の減少によるプラスの効用、との比較で、純効用が増える限り食事の量を増やす。いずれにしても、用意した量がAよりも多くなると、用意された食事の量に対する食べる比率、 $a$ は減少する。

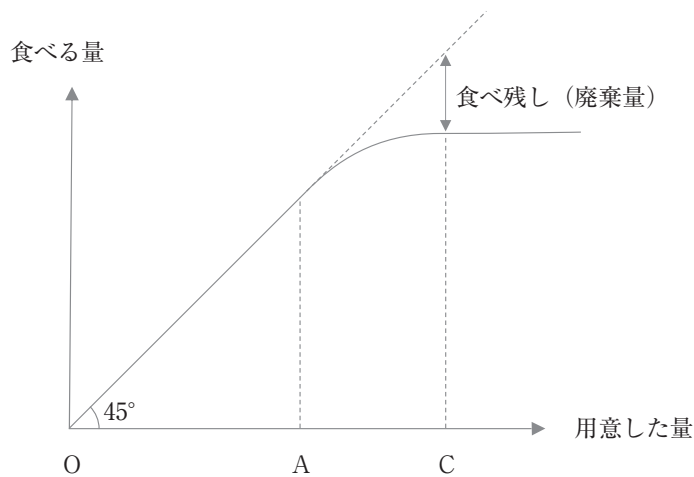


図2 食べ残し (廃棄量)

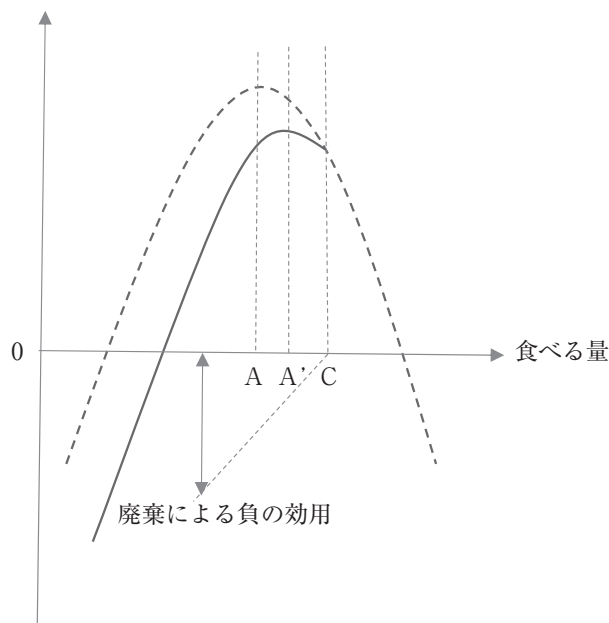


図3 食からの効用+廃棄分のロス及び廃棄費用+倫理 (心の痛み)



これに対し図3は、縦軸は食からの効用に廃棄分のロス及び廃棄費用+倫理（心の痛み）を入れたもので、 $\gamma < 0$ である。図で廃棄によるマイナスの効用は、 $U(\gamma\beta^t \sum_{j=1}^n s_j^t)$ である。効用曲線は、 $\gamma=0$ のときは点線で、図2と同じAが最適になる。 $\gamma < 0$ のときは点線から、廃棄による負の効用を引いた実線になる。用意した量がCのとき、最適な食べる量は、AではなくA'になる。この図では最適な廃棄量はA'Cになる。廃棄分のロス及び廃棄費用+倫理（心の痛み）が大きくなるとA'はより右にシフトし、 $a$ の減少が小さくなる。

## 2.2. 最適な廃棄行動 2

この節では、基本的な前節のモデルの応用分析として、主に不確実性、所得効果、効率性への選好を導入する。これによってより現実的な分析が可能になる。

### 2.2.1 不確実性の導入

ここでは2種類の不確実性を導入する。一つは食欲などに関するもの、もう一つは買い物時のときである。

（その日の食欲に関する不確実性）

その日の食欲、量とメニューへの評価、メニューの出来に関する不確実性を入れる。ここでは基本的に量に関する不確実性である<sup>16)</sup>。量についてはその日の体調なども影響される。用意する量と効用との関係を前の図1で考える。図1で効用曲線が、CAB、あるいはCAB'のように非対称的で、満腹以上になっても効用が、お腹がすいている状態よりも相対的に下がらないときは、不確実性下においては効用最大化から、多めに調理することになる。食の特色はこの非対称性にある。用意したものを必ずしも先延ばしすることができない、あるいはできても味が落ちるため、その場で消費するのが望ましい。その条件のものとは、少ないよりも多めに作るほうが、効用最大化になる。式では、 $V_i$ が不確実性をもつとき、最適な用意する食事量は、確率密度関数による期待効用最大化問題になる。すなわち、

$$\int f(V_i)U(V_i)dv \tag{11}$$

である。ここで、 $\int f(V_i)dv(=1)$ は、確率密度関数で、 $U(V_i)$ はその日のメニュー*i*に対する満腹度あるいは食欲関数である。もしも余った時に破棄することなどに対して、効用減を感じないときは、図1ではCABになる。このとき、予想するVよりも多めに作ることになる。一方、効用関数に $(E_s - E_t)$ が入っていることから、作りすぎるのは予算がかかって効用が下がる。さらに廃棄への倫理感があると、実際はCABではなく、CAB'である。つまり、AB'が右下がりであればあるほど、用意する量は減少する。

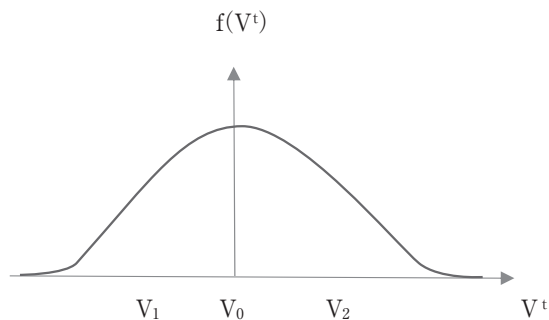


図4  $V^t$ の確率密度関数

図4は $V^t$ の確率密度関数である。平均と最大確率は $V_0$ としている。(11)式は、図1と図4をかけたものである。仮に、メニューの $qM_i^t$ がたまたま $V_0$ と一致するとすれば、効用水準は図1のAになる。一方メニューの $qM_i^t$ に対し、Vが $V_2$ のときには、食事の量が不足するので、効用は下がる。Vが $V_1$ で図1の効用関数が、ABであれば効用は減

少しない。そうであれば、予想する平均の  $V_0$  に対しては、できる限り量を増やすことが最適となる。つまり  $V_0 = qM_i^t$  ではなく、それよりも多い  $qM_i^t$  が望ましいことになる。準備する食事の量が不足することは良くないといわれた時代あるいは価値観は、このことを反映している。効用曲線が CAB' になって、廃棄に対する倫理観の含めたコストが大きくなると、最適な準備する量は減少する。

#### (買い物時の不確実性)

買い物時、実際は事前に価格や質が十分にわかることはない。また買い物を事前に計画しても、その食材がない場合や、あっても質が不十分、あるいは価格が高いときもある。逆に思ってもみなかった、よい食材や特価品に出会えたりする。したがって、たとえ食材のストックが事前にインプットされていても、余ることや廃棄を前提に購入することはあり得る。基本モデルでは、事前に価格や質がわかっていることが前提であったが、実際しばしば食品スーパーの現場では、計画が変更となり、食材購入時にはそれに対応しなければならない。これによって最適な食材購入が変更され、変更することによるメリットが廃棄増加のデメリットを上回れば、廃棄量は増加する。つまり、特価品を見てメニューを変更することなどが考えられる。

#### 2.2.2 所得効果

FAO (2011) にあるように、途上国では家計からの食品廃棄は少なく、逆に消費者に届くまでの流通や生産過程でのロスは大い。先進国ではそれが逆になっている。家計のロスの相違は所得である程度説明できる。所得がかなり低く、エンゲル係数も高く飢えとの戦いの状態であるとする。食事の量がなかなか満腹の  $V$  まで達することがなく、作りすぎても、なんとか腹いっぱい食べようとする。この状態では、たまたま豊作になったときは捨てることもあるが、燻製、干し物、漬物などにして、保存しようとする。それが農業生産の拡大と所得が高くなることで、廃棄をしても、食料を食べる機会を失うことのコストが少なくなることから、所得が高くなると廃棄の痛みが低いことが考えられる。

ただし先進国においては、所得階層が高ければロスは大きくなるか否かは、そのような層の教育水準が高く、倫理観が高いとすれば、結果は異なる。高所得者にとって、廃棄が減少する要因は、高い倫理観の他、食材調達・調理・廃棄・ストックまでの一連の効率化が、考えられる。効果を明確にするには、 $d(\beta^t \sum_{j=1}^n s_j^t)/dE_s$  を計算する必要がある。しかし明確な結論を導出するには、関数をより具体化させなければならないが、本論文ではこの点は省略している。これらは実証・調査の問題である。和田・品川 (2018) によれば、一か月の一人当たり食費が、2万円を超えると、廃棄比率は増えている。所得が増加すると食費額は増加するのが普通であるので、所得が増加すると、廃棄は増加することになる。

#### 2.2.3 効率性への選好

Williams et.al (2012) は、特価品を購入する層は廃棄が少ないことを明らかにしている。これは効率的に行動する消費者は、特価品も購入するが同時に廃棄も少なくする工夫をすることになる。経済学では一般的には効率的に行動することを前提としている。しかし効率的に行動できない理由としては、情報の不完全性の要因が挙げられることが多く、効率性への選好の議論はほとんどない。人々は常に効率性を重んじているわけではない。これは効率的に行動するには面倒でコストがかかると経済合理性の観点からは解釈できる。

図5は、このことを示したものである。縦軸は効用と費用で、横軸は必要な時間と手間の投入量である。慣れている場合や効率への選好が高い場合は、必要な計算投入量に対して、感じる費用は少ない。この場合、費用曲線 a となつて、最大効用  $U^*$  をほぼ達成できる A まで投入することができる。一方そうでない費用曲線 b の場合、計算ができないとか面倒であるとかで、図のように最適性に近づくにつれて、コストがかかる。投入は B までで、効用水準は低く、結果として食材は無駄になることが多くなる。



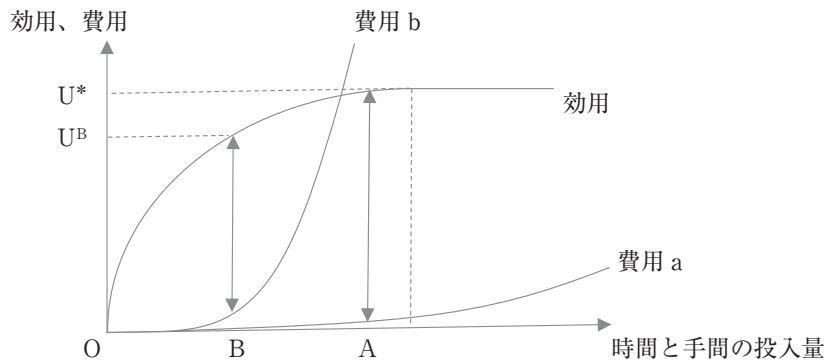


図 5

計算や配慮に手間を感じない人々の廃棄率は少なくなるが、そのような人々の属性が高所得層であるとすれば、前の議論では廃棄量は多くなる。食へのもったいない意識の高い人々か、どのような属性なのかは、今後の実証研究や調査の課題である。なおこの節の問題に関して、Ellison, and Lusk (2018) は、家計は間違っていると注意不足で廃棄するのではなく、経済的インセンティブのトレードオフの下で、つまりある程度、合理的行動していることを示している。

#### 2.2.4 世代別

農水省（平成 16 年）によれば、食事管理者の年齢階層別にみた食品使用量（世帯 1 人 1 日当たり）は世代が上がると、多くなる。同資料では、若者と中高年で廃棄率は高くなり、世帯人数別の廃棄率は、2 人世帯 > 単身者 > 3 人以上世帯（高齢者存在） > 3 人以上世帯（高齢者存在しない）、となっている。この廃棄率の相違はどのように解釈できるのであろうか。同じ 3 人世帯では高齢者がいると高くなるのは、食べきれないことや予測できないことが考えられる。世帯人数では、少ないほうが、少量販売が少ないことから効率が低下するのがその要因と思われる。しかし、これらは今後の課題である。

### 3. 考えられる政策

家庭系食品ロスは近年減少している。減少している要因は、倫理観の上昇、節約・効率志向面の他、冷凍食品の普及、その他廃棄の少ないのも含む多様なレシピも考えられる。ただこれら、特に精神面だけでは、さらなる減少にはより薄く剥ぐ、賞味期限を含むストックの情報把握など、減らせば減らすほどそのコストがかかって限界がある。

この節では家計以外の社会的費用を導入して政策を考える。このモデルにおいて、式では明示していないが、社会的限界費用と社会的限界効用が等しいことが社会政策の原理である。ここでの社会的限界効用は、ゴミの排出による効用である。社会的限界費用には、ゴミ処理費用やそれに伴う地球温暖化費用が存在する。ゴミの回収・処理費用に対し自治体が徴収する費用は無料か実際の費用に対しかなり安くなっている。これは資源配分の歪みであり、社会全体の厚生（利益）を損なっている。このため、2つの限界費用で差が出ていて、社会的に最適ではない。つまり過剰なごみが出ていることになる。

これら 2つは図 6 で示している。図 6 の縦軸は、利用率を上げる（廃棄率を下げる）ためのコスト、横軸は  $(1 - \text{廃棄率}) = (1 - \beta)$  である。廃棄費用を  $F_1$  から  $F_2$  へ上げることで、 $(1 - \text{廃棄率})$  は A 曲線上では  $f_1$  から  $f_2$  へと上昇する（3.1 節）。一方効率的な食材利用は、構造的に図 6 の A 曲線から B 曲線へ下げて、同じコスト  $F_1$  でも  $f_1$  から  $f_2$  へ上昇する。以下では廃棄率を下げるための、2種類の政策を詳しく考察する（3.2 節）。

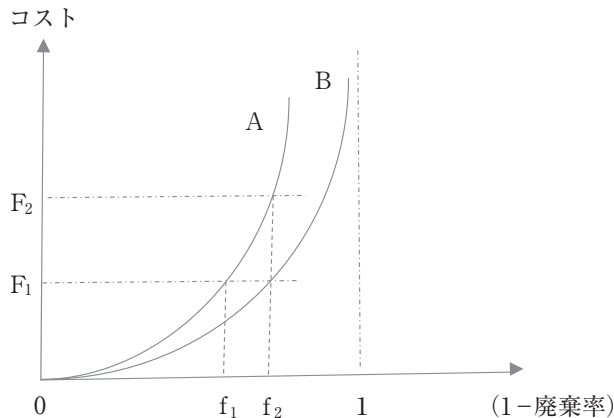


図6 コストと廃棄率

### 3.1 ゴミ袋の有料化あるいは価格値上げ及び生ごみ処理機への補助金

豊田市の清掃事業情報によれば、ゴミ袋1袋(4.5kg)の経費は140円である。現状のゴミ袋の代金では賄いきれない。このようなことは他の地方自治体などでも確認できる<sup>17)</sup>。現状、ゴミ処理コストよりもゴミ袋は安く、社会的限界費用>社会的便益であることから、最適な資源配分、つまり最適なゴミ処理にはなっていない。さらにゴミ処理に伴う地球温暖化などの社会的コストなどを踏まえると、政策としては、家庭用ゴミ袋の有料化あるいはさらなる値上げが考えられる。環境省(平成25年)の資料では、有料化の効果が、(1)排出抑制や再生利用の推進(2)公平性の確保(3)住民や事業者の意識改革(4)財政負担軽減などとしている<sup>18)</sup>。効果としてはゴミが減るだけでなく、再資源化などの効果も期待できる<sup>19)</sup>。

また、ゴミ処理には地球温暖化ガス発生や大気汚染などの社会的外部費用が掛かる。この点では、排出されたゴミが、焼却処分されるとしても、それが電力エネルギーや温水プールの熱源になるのであれば、地球温暖化効果以外は、無駄(ロス)はこの点では減少する。なお、本論文はこのような資源循環を考察していないものの、現実のゴミ処理がすべて焼却エネルギーの利用をしているわけでもなく、たとえ行っている、地球温暖化ガスを発生させることから、社会的費用を発生することになる。つまり、費用はゴミ処理費用にプラスδ円がその真の費用と考える<sup>20)</sup>。

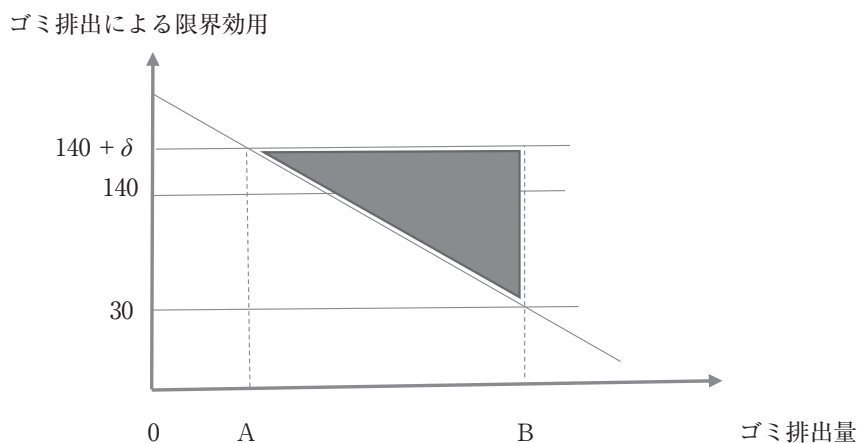


図7 ゴミ一袋の料金と排出量

これらは図7で示される。この図で縦軸はゴミを棄てることによる効用である。不用になったものを捨てる効用は、それによって臭いの減少やスペースが空くことなどである。横軸はゴミの廃棄量である。ここでは家庭用の日常の食材や調理用のゴミを想定する。図では140円直接の処理費用が掛かっていると仮定している。さらに上に述べた社会的コストをδ円とし、一袋が30円で徴収しているとすれば、限界費用のほうが限界効用よりも高いので、三角形の



面積分が資源配分のロスとなって、ゴミ袋の値上げが必要になる<sup>21)</sup>。

ゴミ袋の値上げは、ゴミの量がBからAへと縮小すること意味する。ではこの減少したABの行方はどうなるのであろうか。一つは、このモデルでは廃棄によるコストの増加になることから、廃棄量を減らす工夫、すなわち多めに食べる、廃棄を少なくするメニューや購買行動・調理行動である。もう一つは、廃棄量そのものは減らさず、少し手間をかけて処理をする、つまりコンポザーを購入する、多少味は落ちても冷凍にして再利用する、庭の菜園に撒く、あるいは食関係以外ではリサイクル業者か引き取り業者のところに持参すること考えられる<sup>22)</sup>。

図6に示したように通常では、廃棄率を下げるほど費用や手間暇がかかる。つまり倫理とコストとの相反する問題に直面することになって、啓蒙活動や倫理に訴えるだけではなく、このような対策で廃棄をさらに少なくすることが望ましいであろう。

一方、政治プロセスから、ゴミ袋の有料化あるいは高額化は、住民の反発を買う恐れがあり、自治体は導入できない恐れがある。このため、ゴミ袋の有料化あるいは値上げとセットで、生ごみ処理機などへの補助金の導入あるいはその拡充が有効となりえる。政治過程を考えると、ごみ処理機の費用に依存するものの、セカンドベスト、つまり現状よりはこちらのほうが改善されるのであれば、実行する価値はある。

## 3.2 その他

### 3.2.1 賞味期限・消費期限の確率明示

この課題はリスクコミュニケーションの問題でもあり、正しくリスクあるいは確率を認識し、それらに対してどのように判断するかになる。特に賞味期限はその時期を過ぎると食べられなくなることはなく、本論文の効用関数のアプローチからすれば、廃棄するか否かは、正しい賞味の確率を提示する方法が考えられる<sup>23)</sup>。これに関し、米谷（財団法人食品分析センター）では、賞味期限・消費期限を誤解のない名称に変更するとともに、『「賞味期限」以降であっても消費者の健康・安全を害するおそれのない場合には、環境問題などにも配慮して直ちに廃棄する必要がある訳ではないことを明確にすべき、という意見が述べられている。』としている。科学的根拠に基づくことは、リスク評価に基づく何らかの確率表示が正確であろう<sup>24)</sup>。

### 3.2.2 その他

#### （販売の細分化）

このモデルでは、メニューに対する購買量  $k_{ij}$  は細分化できると仮定している<sup>25)</sup>。しかし実際は最低購買単位が存在する。このため、少量販売や量り売りが、廃棄減少には有効である。Williams et.al (2012) は、スウェーデンでは、大きすぎる量のパッケージの適正化が廃棄の減少に結びつくことを示している。近年の平均世帯人数の減少に伴い、細分化しての販売が一部で見られる。例えばキャベツの1/2、白菜の1/4売り、ネギやキャベツの裁断売りである。これらは裁断と保存技術の進歩が背景にあると思われる。今後このことは増加すると思われるものの、細分化や量り売りはコストが掛かるため、急には普及しないと考えられる。これらに補助金を与えるか義務付けをすれば、多少は変わるかもしれない。

#### （不完全情報の克服）

食材のストック、およびその賞味期限などの情報を上記のように正確に把握せずに、食の購買・選択行動をしていることが多いから、情報の不完全による歪みが発生している。これを是正するのが望ましいものの、それには情報管理や情報取得コストがかかる。このため、これらのコストを軽減する使い勝手の良いアプリがあれば望ましい。家庭でのストックを把握していない、あるいはそれが面倒でコストが掛かるとする人に対しては、何らかのアプリ開発が有効であろう。食品スーパーと連携して、レシートあるいは店のレジと連動させて、賞味期限切れを知らせる、本日の特価品と残りの食材での推奨レシピを提示するなどが、考えられる<sup>26)</sup>。さらに、家族の健康状態を考慮した上で、これまでのレシピ履歴と家の食材ストックから、本日のレシピを提案もあり得る。いずれにしても、今の時代AIの活用は必須である。

## おわりに

本論文で示した家計の廃棄行動は、複雑な食消費や家庭内食サービス行動の結果であって、廃棄そのものが目的ではない。このため廃棄を減らすには、家計のさまざまな諸行動を分析し、その複雑に絡む各要因とその絡み方を分析すると同時に資源循環の観点から、その社会的費用も導入する必要がある。

食品ロスの議論は官庁をはじめ、いかにして減らすことかが多い。一方経済学あるいは消費者行動からは、減らせば済む問題ではない。何を目的に減らすのか、現状の何が問題かは、それほど議論されることもなく、雰囲気流されているのではと危惧したのが、本論文作成の動機である。「食品廃棄減は善」だけでは、実際の消費者行動からは限界がある。さらには、食品ロス・廃棄といっても、それが堆肥になり再利用されるのであれば、それはロス・廃棄ではないという議論はあまりされていない。

本論文では家計あるいは消費者の体系的な、メニュー決定、食材購入、食事、廃棄行動の理論モデルから、最適な廃棄行動を分析し、そこからゴミの社会的費用も入れた有効な政策を考察した。一般的なモデルであるので、具体的な結論を得るには、Hamilton and Richards (2019) のように具体的なモデルでのシミュレーションが必要である。さらに、本論文のモデルをもとに、インタビューやアンケート調査などで、理論を反映した具体的な実証モデルを構築し、調査する際の質問項目を、廃棄までの行動を念頭に、検証・検討する必要がある。その延長上に食の購買行動・調理・廃棄行動の把握、有効な政策が何かの具体的な分析がある。

なお、同様な発想で、事業系である企業の廃棄行動理論分析も必要である。事業系の廃棄は消費者に届くまでの、生産から小売りまでの段階で発生している。このようなことから、生産、加工、卸、小売り、のそれぞれに対応し、かつ日本の商慣習など意識した最適廃棄を分析できるモデルを構築することになる。

## 注

- 1) 立命館大学食マネジメント学部教授
- 2) 世界的には廃棄 (waste) が多く用いられていることと、一方国内では食品ロスが多いことから、本論文では主に食品廃棄を用い必要に応じて食品ロスも用いることとする。
- 3) 例えば、サーベイ論文では野々村 (2018)。
- 4) Lusk and Ellison (2020) は、食品廃棄は複雑な家計の均衡の結果であり、必ずしもフードシステムの欠点ではないことを指摘している。
- 5) なお農林省によれば、近年食品ロスは事業系も家庭系も徐々に減少しているが、それでも国民一人当たり両方合わせて1日124g、年間45kgとまだ多いと思われる。なお、食品廃棄率は、平成18年では3.8%である (農水省「食品ロスの現状について」(平成20年))
- 6) その他、Hamilton and Richards (2019) は廃棄への課税ではなく、野菜への価格を高めることが、廃棄を減らすことを明らかにしている。
- 7) ここでは1人の家計をイメージしている。複数の場合は厳密には応用したモデルが必要である。
- 8) 便宜上、直線に描いている。
- 9) 谷垣 (2021) にあるように、ここでは明示はしていないが、これらは余暇時間や労働時間の減少である。
- 10) 実際には保存がきくものと、効かないのがあるものの、ここでは簡単化のために平均で考える。
- 11) メニュー選択は、データ上は不連続であるが、ここでは簡易的に微分で効果を表す。
- 12) メニューを決めて、その次に質を選ぶことを想定している。
- 13) 通常の財であれば、累積消費が大きくなると、減少する。一方本論文のモデルでは、選択肢の中から選ぶことから、第3項を入れる。
- 14) 厳密には第1ステップと第2ステップの中で決まった後で。食量が決まり、それによって、事後的に  $\sum_{j=1}^n s_j^i$  が決まる。このため買い物と調理時は、ある程度食後のストックを予測していると仮定することになる。
- 15) なお、この一般的なモデルから具体的な結論を導出するには、効用関数などを具体化するか、パラメーターを決めてシミュレーションを行う必要がある。
- 16) 質が悪くと食欲がなくなり、量が減ることがあるが、ここでは明示的には扱わない。
- 17) 例えば、参考資料は提示していないが青森県十和田市や滋賀県守山市では170円程度掛かっている。また一般社団法人産業環境管理協会によれば、家庭系ごみは一人当たり一日40円かかっている。
- 18) 和田・児玉 (2020) は、『生活系ごみの有料化実施都市である全国471市を対象にアンケート調査を実施した。各都市においてごみの



減量化を促すには住民意識の向上、負担の公平化が必要であることが示唆された。有料化の導入は生活系ごみの排出量を減少させ、リサイクル率の向上をもたらす可能性が示唆された。』（中略）としている。

- 19) なお、もちろんゴミの中はすべて食材ではないものの、一定の比率が食材である。価格適正政策は、食品ロスも含めた、ごみ廃棄の減量に繋がるのが期待できる。
- 20)  $\delta$ 円は、実際何円かは、この論文の範囲を超えていることから、ここでは明示しない。
- 21) ただし値上げによって不法投棄が多くなるなど衛生環境が悪化するのであれば別である。
- 22) これらの追加費用が掛かると別途分析が必要であるが、煩雑になることから省略する。
- 23) 宇都宮・奥田（2016）は賞味期限を強く意識する人々は廃棄が多くなることを明らかにしている。
- 24) 一方で国民が確率の考え方が浸透していないので、わかりづらいといった懸念はある。しかし新型コロナの反応を考えると、あえて確率表記もあり得る。
- 25) モデルでは例えば1個100円のリンゴでも、50円で1/2購入ができることになる。
- 26) 考えられるのは、賞味期限の情報を読み取れるQRコードや、今の食品ストックから、メニュー提案ができるアプリである。

## 参考文献

- Becker, G.S. (1965) "A Theory on the Allocation of Time", *The Economic Journal* 75 (299): 493-517.
- Hamilton, S. F., & Richards, T. J. (2019) "Food Policy and Household Food", *Waste American Journal of Agricultural Economics* 101 (2), 600-614.
- Katare, B., D. Serebrennikov, H. Wang, and M. Wetzstein. (2017). "Social-Optimal Household Food Waste: Taxes and Government Incentives". *American Journal of Agricultural Economics* 99 (2): 499-509.
- Ellison, B. and Lusk, J. L. (2018) "Examining Household Food Waste Decisions: A Vignette Approach", *Applied Economic Perspectives and Policy* 40 (4), 613-631.
- Lusk J.L. and Brenna Ellison (2017) "A Note on Modelling Household Hood Waste Behaviour", *Applied Economics Letters* 24:16, 1199-1202.
- Lusk J.L. and Ellison B. (2020) "Economics of Household Food Waste", *Canadian Journal Agriculture Economics* 68, pp.379-386.
- Williams H., Wikström F., Otterbring T., Löfgren M. and A. Gustafsson (2012) "Reasons for Household Food Waste with Special Attention to Packaging", *Journal of Cleaner Production* 24, pp. 141-148.
- 宇都宮陽一，奥田隆史（2016）「食品廃棄物を生み出す消費者の購買行動に関する研究」情報処理学会第78回全国大会講演論文集 2016（1），453-454.
- 磯島昭代，大浦祐二，山本淳子（2011）「食行動記録データの分析による購買動機の解明」東北農業研究，64，169-170.
- 谷垣和則（2021）「内食・中食・外食の時間配分と支出配分—社会的規範、夫婦の家事分担、食の未来への含意—」『食生活のソーシャルイノベーション』（田中浩子編）晃洋書房、195-217.
- 野々村真希（2018）「家庭の食品ロス発生に大きな影響を与える消費者行動の特定——先行研究のサーベイを通して——」『廃棄物資源循環学会論文誌』，Vol. 29, pp. 152-163.
- 和田有朗，兎玉篤治（2020）「生活系可燃ごみ有料化の導入と制度変更が生活系ごみ排出量やリサイクル率に与える影響」環境情報科学 学術研究論文集 34.
- 和田有朗，品川崇（2018）「一般家庭における食品ロスに関する消費者の意識と行動の関連」『環境情報科学 学術研究論文集』32.
- 環境省「一般廃棄物処理有料化の手引き」大臣官房 廃棄物・リサイクル対策部 廃棄物対策 平成 25 年 4 月

## URL

- 米谷民雄 「食品の期限表示に関する最近の動き - 期限設定時の安全係数を巡って -」（財団法人食品分析センター）<http://www.mac.or.jp/mail/090201/01.shtml> 最終閲覧日 2021 年 12 月 28 日
- 一般社団法人産業環境管理協会（資源リサイクル・促進センター）<http://www.cjc.or.jp/j-school/a/a-3-3.html> 最終閲覧 2021 年 12 月 5 日
- 豊田市 - ごみ処理にかかる費用 - <https://www.city.toyota.aichi.jp/kurashi/gomi/seisojigyo/1013235.html> 最終閲覧日 2022 年 1 月 10 日
- 農水省「食品ロス量が前年度より 30 万トン減少しました」<https://www.maff.go.jp/j/press/shokuhin/recycle/211130.html> 最終閲覧日 2021 年 12 月 10 日
- 農水省「食品ロスの現状について」[https://www.maff.go.jp/j/study/syoku\\_loss/01/pdf/data2.pdf](https://www.maff.go.jp/j/study/syoku_loss/01/pdf/data2.pdf) 平成 20 年 最終閲覧日 2021 年 12 月 11 日



農水省 「平成16年度食品ロス統計調査（世帯調査）結果の概要」 <https://lin.alic.go.jp/alic/month/dome/2005/sep/nosui-1.htm> 平成16年 最終閲覧日 2021年12月25日

FAO, Global food losses and food waste (世界の食料ロスと食料廃棄) (2011) <https://www.fao.org/3/i2697o/i2697o.pdf> 最終閲覧日 2021年12月11日

(たにがき かずのり 立命館大学食マネジメント学部・教授)