

# 盛り付け支援を目指した料理一器関係の分析

福元 颯<sup>†</sup> 高橋 知奈<sup>††</sup> 松下 光範<sup>††</sup> 山西 良典<sup>††</sup>

<sup>†</sup> 関西大学大学院総合情報学研究科 〒569-1095 大阪府高槻市霊仙寺町 2-1-1

<sup>††</sup> 関西大学総合情報学部 〒569-1095 大阪府高槻市霊仙寺町 2-1-1

E-mail: <sup>†</sup>{k179992,k153002,ryama}@kansai-u.ac.jp, <sup>††</sup>mat@res.kutc.kansai-u.ac.jp

**あらまし** 本研究の目的は、魅力的な食事を提供するための支援システムの実現である。魅力的な食事を提供するためには、機能的側面と美的側面を兼ね備えた器を選択する必要がある。これらの器の選択指標は、盛り付ける料理自体のみならず食事を振る舞う環境や状況など、食事のコンテキストとも密接に関係しているため、料理に関する知識や美的感覚を有していない人にとって適切な器を選択することは困難である。そこで、既知の器-料理関係を分析することで、器の選択支援を目指す。その端緒として、本稿では器の機能的側面に着目した整理を行い、器の可換性について検討する。

**キーワード** 器のデータセット, 料理画像, 盛り付け, 食メディア

## 1 はじめに

食事の魅力は、料理自体の美味しさのみならず、提供方法や食事環境の組合せにおける見栄えによっても構成される。料理の見栄えに関しては、家庭・飲食店で撮影した写真を SNS に投稿することが一般的になりつつあるなど、料理の盛り付けや食器の選択などへの関心が伺える。

器選択では、料理と器の関係における美的感覚を考慮した器選択（以下、美的側面）と器の利用目的を考慮した器選択（以下、機能的側面）がある。我々はこれまでに、食事の見栄えの中でも器選択に着目し、盛り付けに関する知識や経験を有していない調理者に対しての器選択支援を検討してきた [10]。この研究では、器選択における美的側面に着目し、見栄えの良い料理と器の組合せを検討した。

本稿では、器選択に必要な機能的側面に着目する。機能的側面には、可換性が存在する。例えば、調理者が何らかのメディアを参考にチャーハンを作る場合を想定する。図 1 において参考にした食事に使われていた器が A であるとする。その時、家に A のような器がない場合、家にある器で代替しなければならない。そこで、代替することが可能な器には可換性があるといえる。しかし、器の可換性は器のサイズ、形状、材質といった要素に加え、料理の性質が複雑に関わっている。そのため、調理に関する知識が少ない調理者にとっては器選択が困難である。

そこで本研究では、料理と器の関係を整理することで、適切な器の選択支援を目指す。本稿では、器の機能的側面に着目した器の属性の整理を行い、それをもとに器同士の可換性について検討し、料理-器関係を考慮したデータ構造の設計を行う。

## 2 関連研究

魅力的な食事には、料理、食器や環境など複数の要因が影響

する。そのため、それぞれの関係性を分析・整理することで、食事の魅力への理解に繋がると考える。本研究では、様々な要因のうち、視覚的特徴に着目し食事の主要な要素となる料理と器の関係性を明らかにすることを試みる。

本章では、従来から行われている食事の魅力に関する研究と食事画像の物体認識に関する研究を紹介する。食事の魅力に関する研究では、各研究において食事の魅力がどのように評価されているのかを概観する。食事画像の物体認識に関する研究では、料理と器の関係性の分析において、料理と器を二分して考える必要があるため、その分離方法について概観する。

### 2.1 食事の魅力

魅力的な食事は、料理の美味しさや提供方法の印象など様々な要因が影響する。画像処理における食事の魅力の評価に関する研究として、魅力的な料理写真を撮影する支援が行われている。Takahashi らは食事全体の印象や主食材の見え方に基づく画像特徴量と料理の魅力度から、回帰分析を用いて、料理写真全体の魅力度を推定する手法を提案した [4]。この研究では、魅力度は料理領域における色、形状、テキストによって推定される。また魅力度評価では、料理を様々な角度から撮影した画像データセットを作成し、被験者実験により各画像の魅力度を付与したものをを用いている。

柿森らは、食事の構図に着目し、簡単な操作で美味しそうな料理写真を撮影できるシステムを提案した [7]。料理の数に合わせて、それぞれの位置、回転角、専有面積、カメラの角度から構図を提案し、スマートフォンからユーザに指示することで、撮影支援を試みている。この研究では被験者実験により、魅力的な料理写真であるかを評価している。

### 2.2 食事画像の物体認識

食事画像から、料理を認識する研究が盛んに行われている。深層学習を用いた代表的な研究として、Kageya らは、CNN を

用いて食事画像から料理を認識と検知する手法を提案した [2]. 代表的な 10 種類の食事認識に Food-Log [1] を基にしたデータ拡張を行うことで、93%の識別率を達成している.

Wang らは、一つの器に数種類の料理が盛り付けられた混合皿からマルチラベル学習による料理認識手法を提案した [5]. 複数の食事データセットから、単一料理を DCNN を用いて学習し、畳み込み層のデータを初期化することで、それを混合皿における料理の認識と検出に応用した. 実験では、混合皿の Economic rice と Economic beehoon のデータを収集して、システムの有用性を検証した.

2.3 本研究の立ち位置

2 節では、料理自体の認識タスクは盛んに行われている. 一般物体認識の研究分野において、背景モデル [9] が着目されており、対象物体の認識には背景情報が重要であることが分かっている. 食事における背景情報は、食器と食事環境と定義できる. そのため、本研究では料理と器の関係性に着目しデータ構造の設計を行う.

3 器の属性

我々の従来研究では、器の属性をサイズ、形状、材質、色、模様と分類し、それぞれの属性に対して、機能的側面と美的側面があることを指摘した. 器の属性を表 1 に、それぞれの側面との関連性を表 2 に示す. 機能的側面による器選択とは、利用目的や料理の性質によって器を選択することである. 美的側面による選択とは、人の美的感覚によって器を選択することである. 本稿では、器推薦において、物理的に可換であるかに着目する. そのため、人の嗜好に影響する美的側面ではなく、機能的側面に着目する.

器選択における機能的側面には、器の属性の内、サイズ、形状、材質が関係する. これらの属性は、器選択において、料理の性質に適した属性のものを選択する必要がある. 具体的な値を決定する際に、この 3 つの要素数では十分とは言えない. そのため、サイズの下位属性を拡張する. 拡張した器の属性を表 3 に示す. また、下位属性が器のどの部分を指しているのかを図 2 に示す.

サイズは器を真上から見たときの、縦と横の最大値、器を真横から見たときの、深さと高さ、リムの長さを格納する. 形状は、半球状、筒状などの図形としたときの形状を格納する. また、器は料理を盛り付ける部分が湾曲している場合と接地面に対して平行になっている場合が存在するため、底面の形状も格納する. 材質は、セラミックやガラスといった器の主成分を格納する.

4 料理と器の関係

料理と器はそれぞれの性質・属性が適していれば、組合せの幅は広がる. この関係性を本研究では可換性があるとする. 例えば、ある料理が盛り付けられた器は、器のサイズや形状が同じであれば他の料理を盛り付けられるという点で、一つの器に

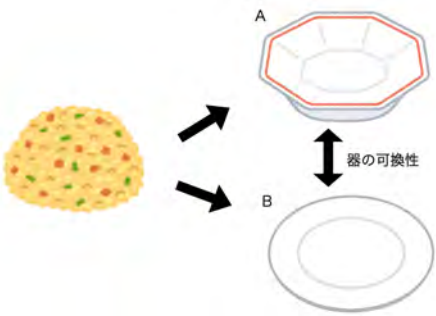


図 1 器の可換性

表 1 器の属性

属性	備考
サイズ	器の大きさ
形状	どの料理を盛り付けることを目的としているかによる器の形の違い.
材質	器を構成する素材の主成分.
色	器のベースとなる色.
模様	器の表面に施される装飾としての絵や図柄.

表 2 器の属性における機能的側面と美的側面の対応表, 文献 [10] より引用

属性	機能的側面	美的側面
サイズ	○	△
タイプ	○	△
材質	○	△
色	X	○
模様	X	○

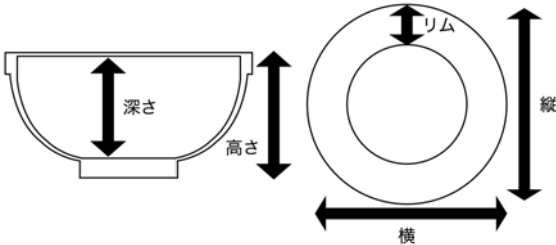


図 2 器のサイズの下位属性

表 3 器の上位属性と下位属性

上位属性	下位属性
サイズ	縦
	横
	高さ
	深さ
形状	リム
	全体
	底面
材質	

対して料理に可換性があるといえる. 器における可換性を器のそれぞれの属性に対して、サイズの可換性、形状的可換性と材質的可換性に分類した. 以下に、その詳細について述べる.

4.1 サイズ的可換性

サイズ可換性とは、ある料理と器の組合せにおいて、器のサイズが同等かそれ以上であれば他の器でも盛り付けることが可能な場合を指す。例えば、ハンバーグの場合、一般的には平皿に盛り付けられ、サイズが同等かそれ以上の平皿であれば可換である。また、平皿以外に深皿でも、器の底面のサイズが同等かそれ以上であれば、形状の異なる器でも可換である。サイズ可換には、料理の量が影響する。異なる料理であっても、料理の質量が近ければ近いほど、他の器に可換となる。

4.2 形状的可換性

形状的可換性とは、ある料理と器の組合せにおいて、器の形状が類似していれば、他の器でも盛り付けることが可能な場合を指す。例えば、料理が汁物の場合、半球状の深さがある器であれば盛り付けることが可能である。形状的可換には、料理の状態が影響する。異なる料理であっても固体や液体などの料理の物質の状態が同じであれば、他の器に可換となる。

4.3 材質的可換性

材質的可換性とは、ある料理と器の組合せにおいて、器を構成する材質の特性が同じであれば、他の器にも盛り付けることが可能な場合を指す。例えば、材質の特性には耐熱性・保温性がある。調理中にオープンに入れて調理できる耐熱性のガラスや陶器、金属容器などの器が存在する。これらは、オープンで調理する以外に、高温の料理を盛り付ける際にも用いることができる。また、アイスなどを盛り付ける場合には、保温性があるステンレスやガラスの器が可換となる。材質的可換には、料理の温度が影響する。異なる料理であっても、料理自体の温度が高い場合には耐熱性、低い場合には保冷機能がある場合に他の器と可換となる。

5 データ構造の設計

料理と器の関係性には、可換性が存在し、料理と器それぞれの性質が関係する。また、器推薦には料理と器それぞれの性質を考慮する必要がある。そのため、本研究では、料理と器の属性と関係性を考慮したデータ構造を設計する。

5.1 器の可換性に利用可能な料理の要素

4 節では料理と器の関係性における可換性と、それぞれの可換性に影響する料理の性質を述べた。この可換性に影響する料理の要素は以下である。

**料理カテゴリ** ハンバーグやとんかつなど、その料理自体を定義する情報を格納する。

**量** その料理が何人前であるかや、質量として何グラムのものであるかを格納する。

**物質の状態** 料理の物質の状態が固体や液体、アイスなどの状態変化の起こる物質かを格納する。

**温度** 料理自体の温度を格納する。

ある器に対してこれらの要素の情報が付随していれば、器同士の可換性を盛り付ける料理の側面から推定することができる。

表 4 器データセット概要

対象器カテゴリ	100
原画像枚数	4/ 1 カテゴリ
属性数	16/ 1 カテゴリ

5.2 器データセット

3 章で述べた器の属性に具体的な値を格納し、可換性について議論するため、器データセットを構築した。器データセットの概要を表 4 に示す。このデータセットは一般家庭の器、100 種類を対象に属性値の記録及び撮影を人手で行っている。記録した属性データの一例を表 5 に、撮影した画像の一例を図 3 に示す。撮影は仰角 (0°, 45°, 90°) で行い、仰角 90° の場合は器の表面と裏面を撮影した。器データセットには、サイズ、形状、材質、模様の属性を格納している。本稿は、機能的側面に着目することから、サイズ、形状、材質の詳細を説明し、模様と色に関しては割愛する。

サイズのリムに関しては、DishID041 のように明確な場合はその長さを、DishID034 のような曖昧な器は 0 を格納している。形状に関して、現状の器データセットには、豆皿、取皿、角皿、グラタン皿、椀が格納されており、分類が困難な器に関しては変形皿としている。また、器の底面が DishID034、041 のように接地面に対して湾曲しているものには、curve を、DishID077 のように、接地面に対して平行なものには parallel を格納している。器の形状の種類は豊富なため、既存の器の分類方法では、アノテーションが複雑化する可能性がある。そのため、今後は 3 節で述べたように、半球状や筒状など、立体幾何学的なアノテーションによる分類を検討している。立体幾何学的なアノテーションには、サイズの属性における縦、横、高さ、深さから、対象の器の形状の推定が考えられる。材質に関しては、陶磁器、漆器、ガラスが存在する。陶磁器は一般的に、電子レンジやオープンなどに対する耐熱性を持っていない。しかし、DishID077 のような耐熱加工が施された器に関しては、陶磁器でも電子機器に関する耐性を持っていることから、材質の下位属性として耐熱・保冷性などの機能的な属性を定義することを検討している。

5.3 器データセットの活用方法

器データセットの活用方法として、器選択支援、器購入支援が可能である。

器選択支援は、ある料理を作る際に、その料理に合わせてどのような器が適しているかを提案する選択支援である。この支援では、家にある器が器データセット上に必要となる。器データセットへの格納方法として考えられるのが、手軽に器を記録することが可能なスマートフォンを用いての撮影である。スマートフォンで撮影した写真を基に、器の各属性を器データセット上に記憶することで、ある料理に対して自身の家にある器の中でサイズ、形状、材質を考慮し、可換性が最も高い器を提示することが可能である。

器購入支援では、そもそも作りたい料理に対して、自身の家にある器では対応しきれない場合に、購入すべき器を提案する。

表 5 器データセットの一例（機能的側面のみ抜粋）

dish_ID	サイズ					形状		材質
	縦	横	高さ	深さ	リム	底面	全体	
034	7.3	7.3	2.7	2	null	curve	豆皿	漆器
041	12.8	12.8	3.1	2.3	1.2	curve	取り皿	陶磁器
077	30.5	16.7	4.8	4	null	parallel	グラタン皿	陶磁器

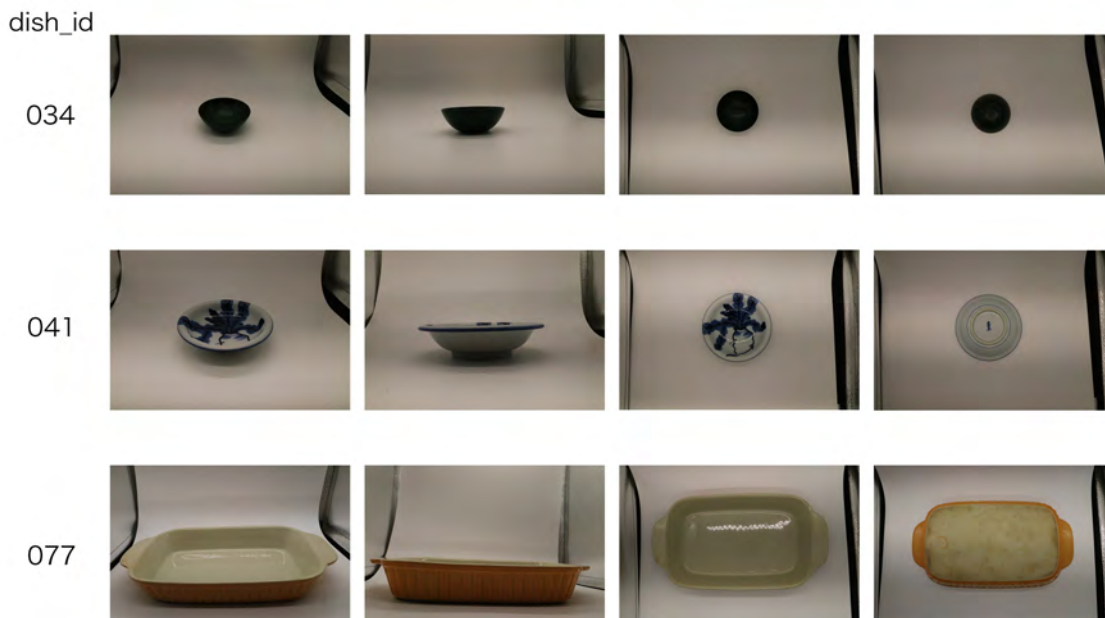


図 3 器データセットの一例

ターゲットとして一人暮らしを始めたユーザが考えられる。料理環境が整っていない場合、そもそもどのような器を揃えればよいかわからない。そこで、器データセットにおける属性値の近い器が多い器（可換性の高い器）は、汎用的な器であると考えることができる。そのため、ユーザに対して汎用的な器を提案する。また、その器に盛り付けることができる料理の情報を提供することができる。

## 6 データ収集に向けての展望

器データセット構築は人手でのアノテーションでは、データ数に限界がある。そのため、自動収集による器データセットの拡張を今後の展望とする。5.1 節で述べたように、料理のデータは器の属性値に関係する。また、料理のデータ抽出に関する研究が盛んに行われていることから、料理データを元にした器データセットのデータ収集方法について検討する。

### 6.1 器データセット拡張に向けた料理データの抽出

料理の各属性を収集する際に、考えられる情報源として、料理画像と料理レシピがある。料理画像に関しては、UEC-FOOD100 [3] といった料理画像データセットが存在する。また、特定キーワード（食ジャンル、価格帯、位置情報など）に基づく WEB 検索から、画像をマイニングすることが可能であ

る。画像から抽出が困難な物質の状態や料理の温度は料理レシピから抽出することが可能である。料理レシピに関する研究では、ユーザ投稿型レシピを分析対象として調理手順の構造化や調理支援が行われている [8] [6]。料理レシピは、タイトル、食事画像、材料、調理手順で構成されており、料理によってそれぞれの要素に特徴がある。その特徴を分類することで、料理名から器データセットに必要な属性値を抽出できると考える。

料理の量は、料理画像から料理が盛り付けられている領域を抽出することができる。料理レシピからは、タイトルや材料から、質量を推定することが可能である。

物質の状態は、まず液体のものを判定する必要がある。例えば、味噌汁やスープのような汁物を判定する場合は、料理レシピにおける材料として使用される水の量を判定することで、分類できる。また、調理手順に「溶かす」、「混ぜる」のような、汁物により使われる調理動作から判定することが可能である。

料理の温度に関しても、物質の状態と同様に、調理手順上の「オープン」、「加熱」のような特徴的な単語を抽出することで、具体的な温度ではなく、単純に常温・高温・低温のどれにあたるかを判定することが可能である。

### 6.2 器データセットへの活用

料理と器の性質には密接な関係性があることから、料理のデータを収集することで、器データセットに活用することがで



表 6 データセット概要, 文献[10] より引用

調査対象カテゴリ数	10
原画像枚数	20/ 1 カテゴリ
マスク種類数	3/ 原画像

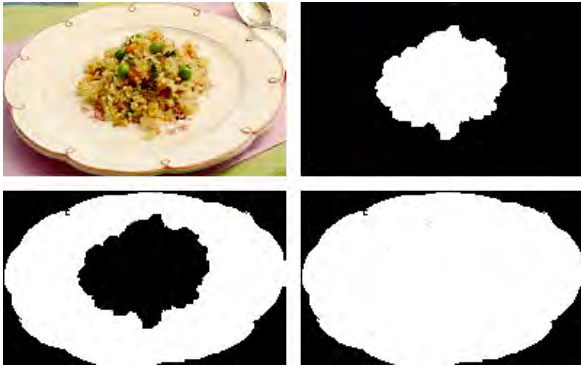


図 4 対象の食事画像 (左上), 料理領域の基準画像 (右上), 器領域の基準画像 (左下), 料理・器領域の基準画像 (右下) 文献[10] より引用

きる。

料理の量と器のサイズは料理と器の比率と置き換えることができる。料理と器, 一方の大きさや分量が決まれば, もう一方も決定される。従来研究では, 料理と器の関係性を調査するため, 食事画像を料理と器に分離するマスク基礎画像データセットの構築を行った。データセットの概要を表 6 に, データセットに格納されているマスク基礎画像の例を図 4 に示す。データセット構築には UECFOOD100 [3] の食事画像の内, 10 カテゴリにおける各 20 枚の画像を使用している。このデータセットを使用することで, 料理と器の比率を算出することが可能である。また, 汁物の場合, 食事画像から器の形状 (底面) が curve であることが考えられ, 半球状の器が使われていることが推定できる。材質も同様に, 料理の温度がわかれば, 耐熱・保温性を持っている器であることが判定できる。

## 7 おわりに

本研究では, 料理と器の関係性における可換性に着目し, 器選択支援のための器データセットの検討を行った。料理と器の関係における可換性には, サイズの可換性, 形状の可換性, 材質可換性が存在し, それぞれの可換性において関係性の高い料理の属性を器データセットに格納する属性とした。また, 器データセットのデータ収集方法と活用方法を述べた。データ収集では, 食事画像だけではなく, 料理レシピからの属性値抽出の可能性を示し, 活用方法では具体的な器選択支援の方法について述べた。

本稿では, 器の機能的側面に影響する属性のみに着目した。これは, 機能的側面に影響する器の属性は器選択の前提となる要素である。しかし, 食事の魅力を扱う上で, 料理の見栄えは重要であることから, 器選択において美的側面の料理と器の関係性も重要である。そのため, データセットのアノテーションには, 美的側面に影響する要素も含める。器データセットに格

納したデータを用いて, 料理と器のベースカラーの抽出や, 組合せによる印象の違いなどを調査することが可能である。

本稿のデータ構造の検討では, 可換性に着目している。しかし, 可換性は器選択の適切性を考慮していない。現状の設計では, 例えば一定の量の料理に対して, その料理を器の底面に盛り付けることができれば, どれだけ大きくても問題がないことになる。そのため, 器選択の指標として, 適切性を考慮する必要がある。料理と器のサイズであれば, 料理と器の比率がどの程度であれば適切であるかを料理カテゴリごとの条件にする必要がある。適切性の定義は, 器選択における機能的側面や美的側面に関係なく, 器の全ての属性に影響する。機能的側面は, 料理の物理的性質に対して適切な器を選択する支援が必要である。また, 美的側面では, 料理と器の見栄えの良さが適切性の指標となる。

## 文 献

- [1] Aizawa, K., Maeda, K., Ogawa, M., Sato, Y., Kasamatsu, M., Waki, K. and Takimoto, H.: Comparative study of the routine daily usability of FoodLog: A smartphone-based food recording tool assisted by image retrieval, *Journal of diabetes science and technology*, Vol. 8, No. 2, pp. 203–208 (2014).
- [2] Kagaya, H., Aizawa, K. and Ogawa, M.: Food Detection and Recognition Using Convolutional Neural Network, *Proc. of 22nd ACM International Conference on Multimedia*, p. 1085–1088 (2014).
- [3] Matsuda, Y., Hoashi, H. and Yanai, K.: Recognition of Multiple-Food Images by Detecting Candidate Regions, *Proc. of IEEE International Conference on Multimedia and Expo* (2012).
- [4] Takahashi, K., Doman, K., Kawanishi, Y., Hirayama, T., Ide, I., Deguchi, D. and Murase, H.: Estimation of the Attractiveness of Food Photography Focusing on Main Ingredients, *Proc. of 9th Workshop on Multimedia for Cooking and Eating Activities*, p. 1–6 (2017).
- [5] Wang, Y., Chen, J.-j., Ngo, C.-W., Chua, T.-S., Zuo, W. and Ming, Z.: Mixed Dish Recognition through Multi-Label Learning, *Proc. of 11th Workshop on Multimedia for Cooking and Eating Activities*, p. 1–8 (2019).
- [6] 志土地由香, 高橋友和, 井手一郎, 村瀬洋: 調理レシピテキストからの代替素材の発見, 人工知能学会全国大会論文集, 一般社団法人 人工知能学会, pp. 6–6 (2008).
- [7] 柿森隆生, 岡部誠, 柳井啓司, 尾内理紀夫: 料理写真撮影におけるおいしそうな構図決定および撮影支援モバイルアプリ, 信学技報, Vol. 115, No. 494, pp. 85–90 (2016).
- [8] 浜田玲子, 井手一郎, 坂井修一, 田中英彦ほか: 料理教材における手順の構造化, 第 60 回全国大会講演論文集, Vol. 2000, No. 1, pp. 9–10 (2000).
- [9] 鷺見和彦, 関真規人, 波部斉ほか: 物体検出—背景と検出対象のモデリング—, 情処研報. CVIM, Vol. 2005, No. 88, pp. 79–98 (2005).
- [10] 福元颯, 松下光範, 山西良典: 盛り付け支援のための料理と器の関係性の分析—色ヒストグラムに着目した特徴分析—, HCG シンポジウム 2020 論文集 (2020).