

調理における中間食材に対する呼称の解釈法の提案

山肩 洋子[†] 角所 考^{††} 美濃 導彦^{††}

[†] 情報通信研究機構 〒184-8795 東京都小金井市貫井北町 4-2-1

^{††} 京都大学学術情報メディアセンター 〒606-8501 京都市左京区吉田二本松町

E-mail: †yamakata@nict.go.jp, ††{kakusho,minoh}@media.kyoto-u.ac.jp

あらまし 本研究では、調理における中間食材のように、人間の創作活動において一時的にしか現われないために固有の名前を持たない中間物を、人間が呼称で指示する機構を解明することを目標とする。調理ドメインを対象に、まず調理中の各状態における食材に対し、人間がどのような呼称を与えるかをアンケート実験により調査した。その結果、食材は視覚的特徴の変化にかかわらず、その構成材料に基づき呼称が与えられることを示した。また、構成材料が競合する食材が他に存在する場合には、それと区別するために、直前に加えた加工の名前やその物体が後に形成する目的物の名前を追加することが分かった。それらの分析結果に基づいて構築した対象物同定アルゴリズムが、平均93%の精度で呼称を正しく解釈できたことにより、分析結果の妥当性をしめした。

キーワード 物体指示, 名付け, 音声対話, 調理

The method of word interpretation for intermediate object designation

Yoko YAMAKAT[†], Koh KAKUSHO^{††}, and Michihiko MINOH^{††}

[†] NICT 4-2-1, Nukui-kitamachi, Koganei, Tokyo 184-8795 Japan

^{††} ACCMS, Kyoto University Yoshida Nihonmatsu-cho, Sakyo, Kyoto 606-8501 Japan

E-mail: †yamakata@nict.go.jp, ††{kakusho,minoh}@media.kyoto-u.ac.jp

Abstract Usually an intermediate object that appears in a short time during a human creative activity does not have a fixed and a specific name. In this paper, we study how people designate such an intermediate object with their own wording. By conducting a survey with 20 housewife subjects, we find that people refer an intermediate object as the name(s) of its structure material(s) in spite of its visual change. And when the name(s) refer more than two candidates, they tend to add a name of manufacture that was performed toward the target object at the last, or add a name of a meal that the target is going to be.

Key words object designation, spoken dialogue, human-robot communication, cooking

1. はじめに

実世界中のある物体についてユーザがロボットに質問や命令を行なうとき、まずはユーザはどの物体について話をするかロボットに指し示す必要がある。その指示方法には、指差しなどダイクティックな方法や、「手前の」といった空間表現等があるが、本研究では「角切りしたリンゴ」といった呼称による指示に注目し、特に創作活動において加工や混合により特徴が変化してゆく物体をユーザどう呼ぶかを解析する。さらに、ユーザの提示した呼称から指示対象物体を正しく同定する手法を提案する。

物体を呼称で指定するためには、『呼称』と『観測可能な物体特徴』との関連付けを話者と聞き手が共有している必要がある。たとえばユーザが『赤くて丸い物体』を認識し「リンゴ」とい

う呼称をロボットに提示した場合、ロボットがこの「リンゴ」という呼称から指示対象を同定するには、「リンゴ」という呼称がユーザの認識機構において『赤くて丸い物体』を意味していることを知っておかなければならない。

従来より、数多くの画像認識研究がこの呼称と物体特徴の関係を曖昧性なく獲得する手法を提案してきたが、その多くは、物体の特徴は時間を経ても変化せず、その特徴から直接導けるような固有の名前が存在すると想定していた。しかしながら調理などの創作活動中において、加工を加えたり他の食材と混ぜたりすることにより特徴が変化する中間物は、それを観測して得た特徴は暫定的なものであり、それから誰もが共通して思いつくような呼称が存在しない、あるいは知られていない場合が多い。

例として図1を挙げる。ここでは、横方向を時間の経過とし、

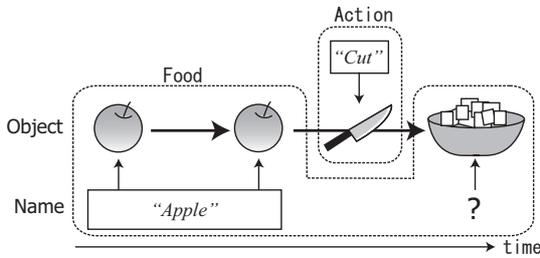


図1 物体の加工による特徴変化と呼称

Fig. 1 How should we call an object whose visual feature has been changed?

「リンゴ」と呼ばれていた食材が角切りされ『角切りしたリンゴ』に変化する様子と、その時々での物体の呼称を示している。切られる前のリンゴは従来の画像認識における考え方と同様「リンゴ」という名前である考えるのが一般的だが^(注1)、切られた後のリンゴはそれ以前に「リンゴ」と呼ばれる物体が持つべき視覚的特徴を失っているため、もはや「リンゴ」とは異なる物体で、別の名前(たとえば「角切りリンゴ」や「角切り(されたもの)」など)で呼ばなければならないと考えることもできるし、物質的には同じだから「リンゴ」であるとも考えることもできる。すなわち、加工を加えられ視覚的特徴が変化した物体は、その物体のその時点での視覚的特徴だけでなく、その履歴に基づき呼称が与えられ、かつその与え方は個々のユーザによっても異なると考えられる。

そこで本研究では、視覚的特徴が変化する食材が多数存在する環境として調理ドメインを調査対象とし、(i) 個々のユーザが食材のどのような属性に基づき呼称を与えるかをアンケート実験により分析し、さらにその結果に基づいて、(ii) ユーザの提示した呼称より、調理場に存在する複数の食材からユーザの指定した食材を同定するアルゴリズムを提案する。

以降、2章では関連研究に対する位置づけについて述べ、3章では本研究で想定するタスクと、これに則したアンケート実験の方法について述べる。4章ではアンケート回答を分析することにより、中間物の呼称がどのように決められるかを解析する。5章ではその解析結果に基づき構築した物体同定アルゴリズムにより妥当性を検証する。最後に6章でまとめを述べる。

2. 関連研究に対する位置づけ

画像処理分野において、視覚的特徴以外を用いた物体認識の関連研究としては、物体をその機能によりモデル化した「機能モデル」に基づく物体認識手法があげられる[1]。この研究では「椅子」を例にあげ、同じ名前を持つもの同士が共通して持つ特徴として、『座ることができる』といった機能を取り上げた。ここは、物体の機能はその物体の視覚的特徴を三次元的に解釈することで推測されるものであったが、[2], [3]では実際に対象物体が使われる(操作される)様子を観測し、その操作特徴に基

(注1): これは、短期的はそれらの材料が「リンゴ1個」というように何らかの呼称に基づき呼び集められたものであるためであり、長期的にはそのようにして呼び集められる機会が頻繁にあるために固有の名前が与えられたと考えることもできる。

づき対象物体を認識する手法が提案された。また[4], [5]では、視覚的特徴による物体認識とその物体に対する操作認識とを両方用いて物体・操作を同時認識する手法が提案された。しかしこれらの研究では、物体の使われ方や視覚的特徴の変化は想定されておらず、呼称は変化しなかった。

一方、人間の物体に対する名付けに関する研究は、認知心理学や発達心理学の分野で行なわれている。[6]は、コップらしい物体に対し名前をつける課題において、「マッシュポテトが盛ってある」「花が挿してある」といった使用法を指定することにより、物体の呼称が「cup」から「bowl」や「vase」に変わることを示した。また[7]は、同じ絵でも「美術の授業で先生を描いた」と教えられた場合は「a man」や「a guy」と呼び、「ペンキが落ちた」と教えられた場合は「a painting」と呼ぶというように、制作意図に基づき呼称が決められることを示した。以上の研究では、同じ物体でもコンテキストが異なればそれに従い呼称が変化することを示したが、対象とした物体は特徴の変化しない言わば「完成品」であった。

加工を加えることによる物体の呼称の影響は[8]で報告されている。この論文では、物体に「切る」「つぶす」などの視覚的特徴変化を伴う加工を加えた場合、その変化が大きいほど被験者は元の名前では呼べないと判断することを示した。しかし、ではどのような呼称で呼ばれるのかについては調査しておらず、また複数の名前の食材を混ぜ合わせるような混合加工は対象としていなかった。

3. タスク設定とアンケート実験方法

3.1 調理における物体同定タスク

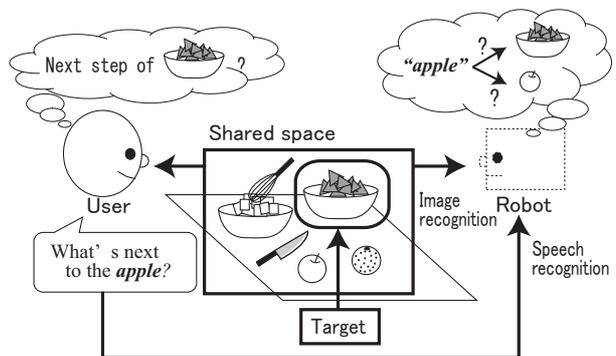


図2 調理における物体同定タスク

Fig. 2 Object specification task on Cooking

本研究では、図2に示すような環境において、ユーザがレシピに従い調理を行なう中で、調理対象食材について「リンゴは次どうしたらいいの?」といった質問を行なった場合に、ユーザの意図した食材を同定し質問に回答することのできるロボットをアプリケーションとする。

具体的には、以下のような環境を設定した。まず、ユーザとロボットは調理開始から終了までの間、常に調理台上を視覚的に共有している(これを以降「共有空間」と呼ぶ)。調理の流

これはレシピとしてユーザとロボットの間で知識共有されており、ユーザはこのレシピに従い共有空間中に存在する複数の食材に対し様々な調理加工を加えている。すべての食材は、材料が目的物（料理の完成品）のときは何らかの固有の名前を持つが、それ以外の中間物のときは名前が決められていない。一方、食材に加える加工は何らかの決まった名前を持つ（これを以降“加工名”と呼ぶ）。

これは、図3のようなグラフ表現で説明することができる。この図は、グラフにおいて葉に相当する各材料が、様々な加工を経て目的物（根に相当）に行き着く様子を示しており、このような共有知識のもと、丸のノードで表された中間物にどのような呼称を与えるかを解く問題となる。

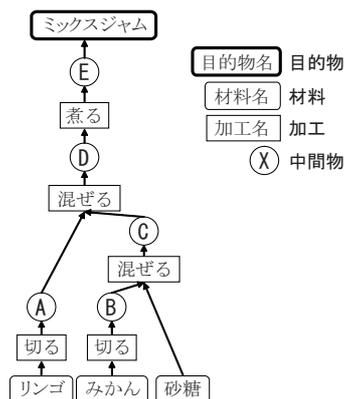


図3 調理の流れと名前定義のツリー表現（ミックスジャムのレシピを例として）

Fig.3 Shared knowledge between the user and the robot about the cooking processes

ロボットは調理開始時点から共有空間中存在する各食材を継続してカメラにより観測し、食材が材料の時点や加工を加えられる時点で図3のようなレシピと対応付けて認識することにより、任意時刻に存在する各食材がレシピのどのノードに相当する物体であるかを把握しているものとする。また、このとき認識誤りは生じないと想定する。

以上のような状況において、被験者が中間物に与える呼称を調べることにより、物体名が対象物体の変化をどこまで許容するか、加工名が対象物体を絞る上でどのような役割を果たすか、また物体名と加工名はどのように結びつくかを調査する。

3.2 食材の呼称に対するアンケートとその分析法

物体同定タスクは特徴が似た物体が他に存在するほど困難となり、ユーザが与える呼称も変化すると考えられる。そこで、材料数が多く、また材料の多くが重複するレシピとして「肉じゃが」と「カレー」を選び、これら両方を並列に調理する状況を想定した。アンケートは以下の4種類の書類から成る。

- 設定状況説明ガイダンス (1 頁)

対象物体を指示する手段として言葉（音声）のみに注目するため、『調理手順を遠隔地の友人に教えるため、自分で調理しながら調理手順を説明した音声を録音する』という状況を設定し、これを絵付きで説明した。

- 材料 (1 レシピにつき 1 頁)
レシピごとに、材料名とその使用分量のリストと、それらの材料を調理台にならべた様子を撮影した写真において各材料の脇に材料名のラベルを付与したもの。

- 問題用紙 (12 頁：1 ページにつき 2 手順説明)
調理手順ごとに、『赤矢印で指定した場所に置いてあった食材を手元を持ってきて加工を加えた後、青矢印で指定した場所に置く』といった一連の作業を写真で図示し、その下にその手順で被験者が発話する台詞を付与した。この台詞は、食材の呼称が入る部分が空欄になっており、被験者はこの空欄に入れる呼称を回答するよう求められる。各手順には手順番号が、空欄には記号が付与されている。図4は実際のアンケートにおける初めの手順の説明である。

- 回答用紙 (3 頁)
問題用紙の手順番号と空欄の記号の対に対応する回答欄が並んでいる。回答欄は行間 12mm、幅 130mm と十分な広さがあり、ほとんどの場合回答は余白を残して記入された。

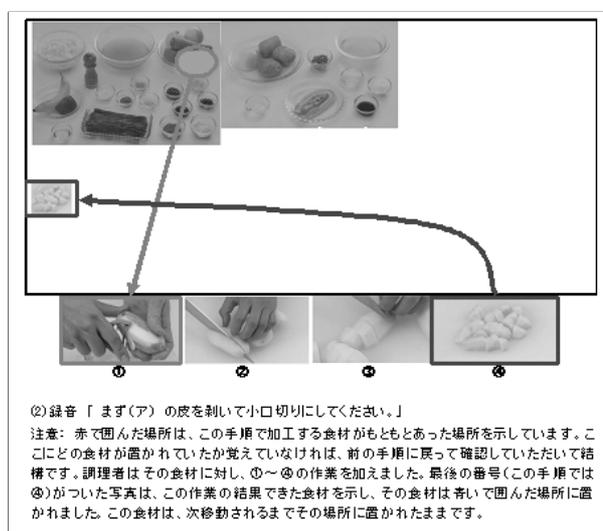


図4 アンケートの問題用紙における初めの手順の説明

Fig.4 An explanation for an operation in the questionnaire

手順数は 24、回答項目数（呼称を決める食材数）は 45、被験者は 30～60 代の主婦 20 名である。20 名中 3 名 4 項目において、明らかな設問の読み間違いがあり、これらは分析に含めていない。

3.3 アンケートにおける食材の分類内訳

まずアンケート結果を大まかに分析したところ、食材は

- 構成材料数が 1 種類か、それ以上か？
- 未加工か、加工済みか？
- 構成材料が 1 種類以上同じ食材（以降、“構成競合物”と呼ぶ）が共有空間中に同時に存在するか？

の 3 つの要素により名付けの振る舞いが異なることがわかったため、これらの食材分類ごとに呼称の分析を行なった。ただし、2 種類以上の材料から構成されるが、そのうち 1 種類以外はすべて調味料である場合は振る舞いが異なることから、これについては別分類とする。アンケートに登場する各分類の食材数は

分類 ID	構成材料数	加工	構成競合物の存否	食材数
A	1 種類	未	無	17
B			有	8
C		済	無	6
D			有	3
E	1 種類+調味料		無	2
F	2 種類		無	2
G	以上		有	7

表 1 アンケートに登場する食材の分類

表 1 のとおりである。

4. アンケート回答の分析結果

4.1 食材の呼称に用いられた属性

食材の呼称に用いられた属性と用例を以下に示す。

- 材料名：
 - － 単独型：例) 玉葱のみからなる食材に対し「玉葱」
 - － 列挙型：例) 玉葱, 人参, じゃが芋の混ざったものに対し「玉葱, 人参, じゃが芋」
 - － 代表型：例) カレー粉と小麦粉が混ざったものに対し「カレー粉」
- 分量名：レシピで指定された分量・単位：例) 「だし 1 リットル」
- 目的物名：
 - － 使用目的の限定：例) 「カレー用の」「肉じゃが用の」
 - － 完成間近の中間物の指定：例) 完成前(ルーが入っていない)の食材に対し「カレー」
- 直前の加工名
 - － 文中の用語：例) 「みじん切りした」「ボウルに取っ
 - － 文中以外の用語：例) 「塩・胡椒した」
- 中間物名
 - － 混合物の指定：例) 「野菜」「食材」「材料」, 「(カレー)ルー」
 - － 使用目的の限定：例) 「ルー用の」
- その他
 - － 容器による指定：例) 「フライパンに入っている」
 - － 競合する食材との対比：例) 「先ほどの」「残った方の」

呼称はこれらの属性の組み合わせで構成される。たとえば「カレー用の牛肉 100 グラム」という呼称は、「カレー用」が目的物名、「牛肉」が材料名、「100 グラム」が分量名であるため、材料名・分量名・目的物名の 3 つの属性から構成されると考える。また、玉葱・人参が混ざったものが「カレー用の玉葱・人参」と呼ばれた場合、「カレー用」が目的物名、「玉葱・人参」が材料名の列挙型と考える。

『その他』に挙げた呼称は他の物体を参照物とする相対的な指示法であり、対象食材を直接的に指示していないと考えられるため、今回は分析対象外とした。

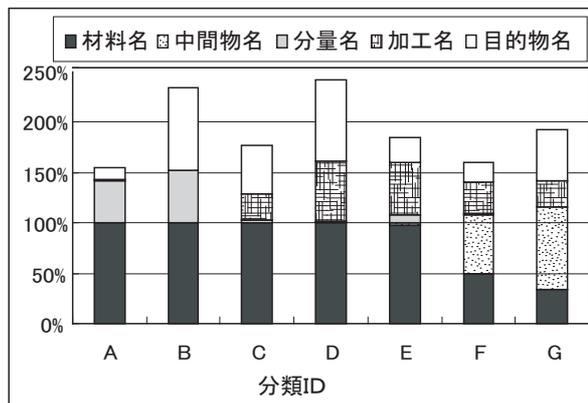


図 5 食材の分類ごとの呼称の属性の構成

4.2 各分類の食材の呼称の傾向

各分類の食材の呼称がどのような属性により構成されたかを図 5 に示す。横軸のアルファベットは、表 1 における最左欄に示した分類 ID に対応する。たとえば分類 A の食材は、材料名が 100%、分量名が 41%、目的物名が 11% であるため、呼称には常に材料名が付き、さらに 41% には分量名が、11% には目的物名がそれぞれ追加される。

また、食材の分類ごとの呼称の属性数の割合を図 6 に示す。

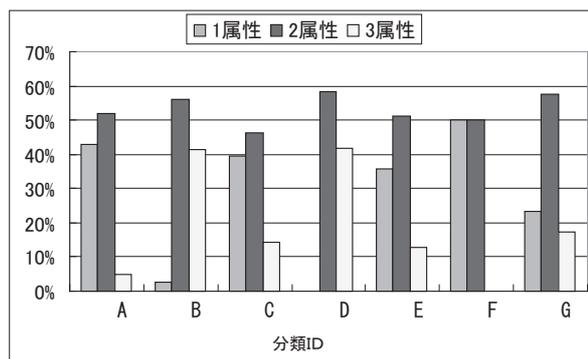


図 6 食材の分類ごとの呼称の属性数の割合

これら二つのグラフより以下のルールが導出される。

(1) 調味料以外に 1 種類の材料から構成される食材 (A,B,C,D,E) はほぼ 100% 「材料名」が用いられ、2 種類以上の材料から構成される食材 (F,G) の半分以上は「材料名」に代わり「中間物名」が指定される。これは、食材は構成が変わらない限り加工を加えられても同じ名前と呼ぶことができることを示す。

(2) 未加工の材料 (A と B) には約半数で分量名が付与された。ただしこれは食材によって異なるのではなく、被験者によって分量名を付与する人と付与しない人が半数ずついたためであり、付与する被験者は概ねすべての材料に分量名を付与した。これは、分量名は対象物体を指示する目的ではあまり用いられていないことを示唆する。

(3) 構成競合物が存在する食材 (B,D,G) は、構成競合物が存在しない食材に比べ加工名と目的物名が追加される場合が多い。これは、ユーザの呼称により指定された項目をより多く満

たす食材が対象食材であることを示す．また，逆に満たさない項目をもつ食材ほど対象食材ではない．

以下で各属性の詳細について述べる．

4.2.1 調味料の食材の呼称への影響

図 5 によると，1 種類の材料と調味料からなる食材 E の呼称は，2 種類以上の材料から構成される食材 F より，1 種類の材料から構成される食材 C に類似している．食材 E の呼称をより詳細に分析すると，調味料を材料名として列挙した被験者は一人もおらず，46%が「塩・胡椒を加えた牛肉」というように調味料を加えたことを加工名の形で示していたことが分かった．混ぜた食材が野菜や肉類の場合はそのような現象が生じなかったことを考えると，調味料は食材の構成を変化させたとはみなされないと考えることができる．

また逆に，調味料を除けば目的物と同じ構成となっている食材は目的物名が中間物名として用いられる．たとえば 20 名中 9 名が，醤油の入っていない肉じゃがを「肉じゃが」と呼んだ．

以上の現象は，複数の物体を混ぜ合わせたとき呼称がどう変化するかは，その物体間の量的関係に依存することを示唆しており，一般化するにはさらなる調査が必要である．

4.2.2 中間物名の生成

中間食材である「玉葱・人参・じゃが芋が混ざった食材」に対し，材料名を列挙した被験者は 19 名（1 名は誤回答）中 2 名のみであり，17 名が「野菜」もしくは「食材」と呼んだ．これは，構成する 3 つの食材をすべて含む広義語が「野菜」もしくは「食材」であるためであると考えられる．さらに，この食材を「野菜」と呼んだ 17 名の被験者が，さらに牛肉を加えた食材に対し与えた呼称は「野菜（など）」が 12.5%，「牛肉（肉）と野菜」が 56.3%，「材料」が 25.0%，容器による指定が 6.3%であった．これらの呼称は「野菜」という材料名の食材に「牛肉」を加えたと考えたときの『代表材料名』『材料名の列挙』『中間物名』とみなすことができ，一度中間物名で指定された混合物は，以降その中間物名を固有の名前ととらえることができることを示唆する．また「野菜」と「牛肉」の混合物に相当する中間物名としては，シソーラスから得られる広義語である「食材」のほかに「材料」という用語が用いられた．これは「カレーの材料」というように目的物名と組み合わせ，レシピの材料リストに掲載されている食材の部分集合を指していると考えられる．全体としては図 7 のような概念構造を背景知識として解釈すればよい．

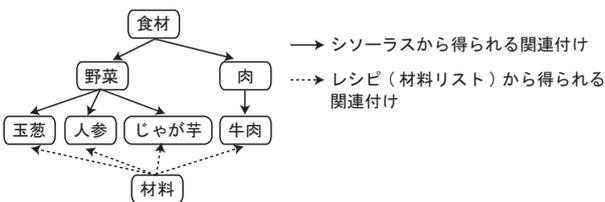


図 7 食材の呼称の概念構造

4.2.3 加工名による対象候補の限定

加工名は加工対象食材を，別の加工が加えられるまでの間指定する役割を持ち，加工を加えられた全食材のうち 33.5%に付

与された．このうち，67.9%は「乱切りした」「炒めた」というように，レシピに記述された加工名やその広義語を使ったが，28.4%は 4.2.1 節で述べたように「塩胡椒した」「カレー粉を加えた」など調味料を加える加工を意味する加工名が用いられた．残りの 3.7%は「下味を付けた」「下ごしらえした」であった．

また『炒めてポウルに取っておく』の調理手順のように，一つの手順で複数の加工が連続して加えられる食材は「炒めた」「ポウルに取っておいた」「炒めてポウルにとっておいた」のすべてが呼称に用いられたことから，食材の指定に用いられる加工名は厳密に最後に加えた加工ではなく，ほぼ同時にまとめて行われた加工はすべて呼称の候補となりうることを意味する．

5. 指示対象食材同のための呼称解釈アルゴリズム

本章では，前章の分析結果に基づき，ユーザが提示した呼称から対象食材を同するアルゴリズムを作成し，そのアンケート回答に対するカバー率を示すことで，呼称の各属性に対する解釈の妥当性を評価する．

5.1 アルゴリズム

調理者が単語 w_k の連結からなる呼称 W を提示したとき，その時刻に共有空間に存在する食材 $z_i \in Z$ の中から以下の 3 ステップの処理により対象食材を同定する．

【Step. 1】

(1) 食材 z_i についてレシピより以下の 3 つの値を得る．

- 最後の手順で加えた加工の加工名リスト $A_i = (a_i^1, \dots, a_i^{L_i})$
 - 構成材料名のリスト $M_i = (m_i^1, \dots, m_i^{N_i})$
 - 最終的に至る目的物の目的物名 g_i
- (2) 各構成材料名 m_i^j について，レシピよりその分量名 v_i^j を得る．

【Step. 2】

各単語 w_k について以下の処理を行なうことにより，食材 z_i の得点 s_i を算出する．

- w_k が材料名ならば， $w_k \in M_i$ のとき $s_i = s_i + 1$ ，そうでないとき $s_i = s_i - 1$
- w_k が中間物名ならば，
 - $w_k = (\text{“材料”} | \text{“食材”})$ ならば， $N_i \geq 2$ のとき $s_i = s_i + 1$
 - それ以外ならば， w_k を広義語に持つような m_i^j の数だけ $s_i = s_i + 1$ を実行
- w_k が分量名ならば， $w_k = v_i^j$ のとき $s_i = s_i + 1$
- w_k が目的物名ならば， $w_k = g_i$ のとき $s_i = s_i + 1$
- w_k が加工名ならば， $w_k = a_i^j$ のとき $s_i = s_i + 1$

【Step. 3】

s_i が最大であるような食材 z_i を指示対象食材とする．

5.2 評価と考察

前節のアルゴリズムを 3 章で行なったアンケートの回答に対し適用することで，その対象物体同定の精度を評価した．その結果を図 8 に示す．これによると，すべての被験者で 8 割以上の食材を呼称から正しく同定できたことがわかる．平均精度は

93%であった。このことから、アルゴリズムに導入した呼称の各属性に対する意味づけが、被験者の別に限らず妥当であることが示された。

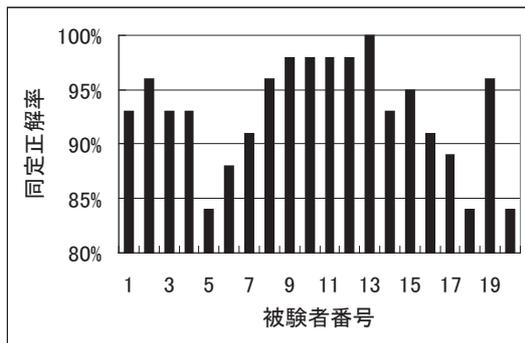


図 8 アルゴリズムによる指定対象物体の同定正解率

同定が失敗した呼称の 37%は、人間が解釈しても対象が同定できなかった。これは特に調理の中ごろで中間食材が複数存在しているときに発生する傾向にあり、中間物は呼称が変動的であるために、ある呼称が対象食材のみを指すかを判断することが難しくなるためと考えられる。よって、調理のように固有の名前を持たない中間物が多数存在する中での物体指示タスクは、対象物体が一意に特定できない場合は聞き返すといったインタラクションが特に重要になるといえる。残りの 63%は「ポウルの食材」のように容器名で食材を指定したものであった。これは、調理において呼称から対象物体を特定するためには、今回対象とした履歴による物体指定に加え、参照物に対する空間表現による物体指定も解釈できなければならないことを意味しており、今後の課題である。

また、得点が 1 位の 2 位の食材との間には平均 2.4 の得点差があった。これは、被験者がある程度冗長性をもたせた呼称で対象を指示していることを示唆しており、万一どれかの属性の解釈を間違ったり、その属性について対象物の認識に失敗した場合でも、対象物体を正しく特定できる可能性が高いことを意味する。このような冗長性をうまく利用することで、誤解や認識誤りの解消を行うことができると考える。

6. ま と め

本研究では、調理における中間食材のように、人間の創作活動において一時的にしか現われないために固有の名前を持たない中間物に対し、人間が呼称を与える機構を解明することを目標とした。

調理ドメインを対象に、まず人間が食材のどのような属性に基づき食材に呼称を与えるかをアンケート実験により調査し、『構成材料名』『分量名』『中間物名』『目的物名』『加工名』の 5 属性にわけて分析した。この結果、食材は視覚的特徴の変化にかかわらず、その構成材料に基づき呼称が与えられることを示した。また、構成材料が競合する食材が存在する場合には、直前に加えた加工の名前や、その物体が後に形成する目的物の名前を追加することにより、対象を絞り込むことが分かった。

次に、アンケート分析結果に基づいて、ユーザの提示した呼

称より対象食材を同定するアルゴリズムを構築した。これをアンケートの回答に適用した結果、どの被験者に対しても 84%以上の精度で呼称が解釈できた。これにより、上で述べた対象食材指定に対する 5 分類の用語に対する解釈が妥当であることが示された。

今回はアンケート回答の分析結果より構築したアルゴリズムを同じアンケート結果で検証したが、別のレシピを調理する場合や、調理がより簡単あるいはより複雑な場合も、本アルゴリズムが有効かなどをより一般的に評価することが今後の課題である。

文 献

- [1] Louise Stark and Kevin Bowyer: "Achieving generalized Object Recognition through Reasoning about Association of Function to Structure", IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.13, No.1, 1991.
- [2] Patrick Persum, Svetha Venkatesh, Geoff A.W. West, and Hung H. Bui: "Object Labelling from Human Action Recognition", IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications(PerCom), pp. 399-406, 2003.
- [3] 樋口未来, 小島篤博, 北橋忠宏, 福永邦雄: "協調型ベイジアンネットワークを用いた動作と動作対象の統合的認識", 情報処理学会研究報告 CVIM Vol.2005 No.18, pp.117-124, 2005.
- [4] Moore, D.J., Essa, I.A., and Hayes, M.H., III: "Exploiting human actions and object context for recognition tasks", The Proceedings of the Seventh IEEE International Conference on Computer Vision, Vol. 1, pp.80-86, 1999.
- [5] Pratt, M.; Regli, W.C.: "Manufacturing feature recognition from solid models", IEEE Transactions on Robotics and Automation, Vol.16, Issue 6, pp. 782 - 796 , 2000.
- [6] William Labov: "The boundaries of words and their meanings", New Ways of Analyzing Variation in English, 1973.
- [7] Susan A. Gelman and Karen S. Ebeling; "Shape and representational status in children 's early naming", Cognitive Science, Vol.66, No.2, pp.35-47, 1998.
- [8] Grant Gutheila, Paul Bloomb, Noemy Valderramaa and Rebecca Freedman: "The role of historical intuitions in children 's and adults ' naming of artifacts", Cognition, Vol.91, pp. 23-42, 2004.