

Title	料理動作のアニメーション生成のための材料辞書の自動構築
Author(s)	竹島, 正泰
Citation	
Issue Date	2008-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/4334
Rights	
Description	Supervisor:白井 清昭, 情報科学研究科, 修士

修 士 論 文

**料理動作のアニメーション生成の
ための材料辞書の自動構築**

北陸先端科学技術大学院大学
情報科学研究科情報処理学専攻

竹島 正泰

2008 年 3 月

修 士 論 文

料理動作のアニメーション生成の ための材料辞書の自動構築

指導教官 白井 清昭 准教授

審査委員主査 白井 清昭 准教授
審査委員 島津 明 教授
審査委員 烏澤 健太郎 准教授

北陸先端科学技術大学院大学
情報科学研究科情報処理学専攻

0610056 竹島 正泰

提出年月: 2008 年 2 月

概要

本研究では、料理レシピの理解を支援することを目的として、料理レシピ文における料理動作のアニメーションをオンデマンドで生成し、ユーザに提示するシステムの構築を目指す。ここでは、大川らによって提案されたシステムを基盤とする。彼らのシステムは、レシピ文の動作表現のアニメーション生成に焦点をあて、料理の基本動作とそれに対応するアニメーションの情報を記載した動作辞書に基づいてアニメーションを生成する。この動作辞書は、同じ動作表現に対しても、動作の対象となる材料の違いによって異なるアニメーションが定義されていることに特徴がある。例えば、「くし形切りにする」という動作表現に対しては、種のある材料については種を取ってから材料をくし形に切るというアニメーションが定義されているが、種のない材料に対しては単にくし形に切るというアニメーションが定義されている。ところが、先行研究のシステムでは、材料が種を持つかといった材料に関する大規模な知識を持っていないため、ユーザによって与えられたレシピ文に対し、適切なアニメーションを一意に決めることができないという問題点があった。本研究では、材料に応じて適切な料理動作アニメーションを生成するための基礎知識として、材料を網羅的に収集し、それぞれの材料に対してその属性を記載した大規模な材料辞書を構築することを目的とする。材料辞書に記載する材料の属性は、種類、形状、構成要素（種、皮、芯）の有無とする。アニメーションを生成する際には、ユーザが入力したレシピ文から料理動作と材料名を検出し、動作辞書内の基本動作に定義されている材料の条件と、材料辞書によって定義されたレシピ文内の材料が持つ属性を照合し、条件を満たす基本動作を選択することで適切なアニメーションを生成する。本研究は材料辞書を構築するにあたり、材料名とその材料の属性をレシピコーパスから自動的に獲得することを目的とする。また、レシピコーパスとして、ウェブページから収集したレシピページの集合を用いる。

材料辞書を構築するためには、まず、材料名を大量に収集しなければならない。レシピページでは、料理に使われる材料と分量がリスト形式で書かれている材料領域と、調理の手順が書かれている調理領域の2つがある。それぞれの領域から材料を収集する2つの手法を提案する。1つ目はウェブページの構造解析によって、材料領域から材料を収集する手法である。まず、材料領域をキーワードやHTMLタグなどの情報を使って検出する。次に、材料領域をタグや空白で分割し、材料名の候補を得る。最後にパターンマッチなどで非材料名を除去する。予備実験では、材料名抽出の精度は94.9%であった。2つ目は調理領域のレシピ文を解析し、動作表現との共起によって材料を収集する手法である。ここでは、動作表現を述部とする文のハ格またはヲ格の格要素となる名詞を材料として収集する。予備実験での材料抽出の精度は、頻度上位100件の材料に対して88%であった。実験の結果、材料領域から材料を抽出する手法で3395個、動作表現との共起によって材料を抽出する手法で955個の材料からなる材料リストを得た。この2つの材料リストを統合し、最終的に、3550個の材料名からなる材料リストを作成した。

次に、材料の属性を自動的に付与することを試みた。材料の種類は、シソーラスの意味クラスや種類の特徴を表わすキーワードによって自動的に付与した。例えば、シソーラスの意味クラス「野菜」の単語と一致する材料の種類は vegetable、キーワード「菜」を含む材料の種類は vegetable のような規則を作成した。これにより、ほぼ 100%の精度で種類を付与できた。材料の形状は助数詞を手掛かりに付与した。例えば、「本」は細長い材料、「枚」は平らな材料を数えるのに使われると考えられる。そこで、レシピページの材料領域における材料と助数詞の共起頻度をパターンマッチによって求めた。この手法の予備実験における精度はおよそ 82%であった。種、皮、芯といった構成要素の有無に関する属性は、材料が構成要素を持つことを示唆する文をパターンマッチによって発見することで付与する。例えば、「(材料)の種」や「種を除いた(材料)」は、その材料が種を持つことを示唆する。上記のような文とマッチするパターンを作成し、パターンマッチに成功する回数が多ければ、その材料は種、皮、芯を持つとした。この手法の予備実験における精度はおよそ 57%であった。最後に、レシピコーパスから取得された材料リストに対して材料の属性を付与したところ、種類については 2141 個、形状については 294 個、種、皮、芯についてはそれぞれ 51 個、150 個、18 個の材料に対して属性を付与できた。

目次

第1章	はじめに	1
1.1	研究の背景	1
1.2	研究の目的	1
1.3	本論文の構成	2
第2章	関連研究	3
2.1	料理レシピ文の解析に関する研究	3
2.2	料理アニメーション生成に関する研究	3
2.3	レシピを対象とした研究	4
2.4	本研究の特色	5
第3章	材料辞書	6
3.1	材料辞書構築の動機	6
3.2	材料辞書の仕様	8
3.3	材料辞書構築の方針	10
第4章	材料リストの獲得	12
4.1	概要	12
4.2	レシピコーパス	13
4.3	レシピページの構造解析による収集	14
4.3.1	提案手法	14
4.3.2	予備実験	19
4.4	動作表現と共起する材料の収集	22
4.4.1	提案手法	22
4.4.2	予備実験	24
4.5	材料リストの作成	25
第5章	属性の獲得	27
5.1	種類の付与	27
5.1.1	シソーラスを用いる手法	27
5.1.2	キーワードを用いる手法	27
5.1.3	実験	28

5.2	形状の付与	31
5.2.1	提案手法	31
5.2.2	予備実験	33
5.3	構成要素の有無の判定	35
5.3.1	提案手法	35
5.3.2	評価実験	36
5.4	材料リストに対する属性の付与	38
5.5	異表記への対応	38
5.6	共通の属性を持つ材料の発見	39
第 6 章	おわりに	40
6.1	本研究のまとめ	40
6.2	今後の課題	41

第1章 はじめに

1.1 研究の背景

料理は日常生活の一部であり、人々の生活の中で重要な役割を担っている。しかしながら、料理をあまり経験していない非熟練者にとって、レシピの内容を完全に把握するのは容易ではない。例えば、「あられ切りにする」や「シャトー切りにする」といった専門的な調理動作が記述されていたり、「コリアンダー」や「ハラペーニョ」といった専門的な材料名が記述されているレシピ文もある。このような専門用語の掲載されたレシピ文は非熟練者には敷居が高く、何らかの理解支援が必要となる。ユーザのレシピ文の理解を補助するために静止画像で動作や材料を提示しているレシピもある。静止画像は視覚的な情報を与えることで、材料の理解支援の役割を果たしているといえる。しかし、静止画像では人の動きは再現できないので、非熟練者が動作の認識をすることは困難である。ユーザが一連の調理内容を理解するためには、画像よりも直感的な動画、アニメーションが有効と考えられる。このような背景から、本研究においては、レシピ文の料理動作を再現するアニメーションを自動的に生成することを検討した。

1.2 研究の目的

本研究では、料理レシピの理解を支援することを目的として、料理レシピ文からアニメーションを生成し、ユーザに提示するシステムの構築を目指す。

先行研究では、大川らが調理アニメーション生成のためのツールとして動作辞書を構築している [1, 2, 3]。この研究における動作辞書とは料理の基本動作の集合であり、各基本動作にはそれに対応するアニメーションを生成するための動作プランが記述されている。そして、レシピ文中の動作表現と動作辞書を照合して得られる動作プランを元にアニメーションを生成する。彼らは、作成した動作辞書が料理レシピに出現する動作表現をどれだけカバーしているか調べたところ、100 個の料理レシピ文章における動作表現の 92.6 %を含み、比較的大規模な動作辞書が構築できたと報告している。しかし、動作表現を検出できても一意にアニメーションを決定できない場合があり、それを問題点として挙げている。一意にアニメーションを生成できない要因は、同一の動作表現に対して異なるアニメーションが定義されていることにある。例えば、「くし形切りにする」という動作では、種がついている材料に対しては種を取ってからくし形切りにするという動作が定義が

されているが、種がついていない材料に対しては単に材料をくし形切りにするという動作が定義されている。このように、大川のシステムでは、動作表現を決定するだけでは生成するアニメーションを一意に決定することはできない。

本研究で基盤となるのは大川らのシステムであり、彼らのシステムにおける問題点の解決に取り組む。適切なアニメーションを生成するためには、先ほどの種の有無によって、「くし形切り」の動作が変わるように、材料に関する材料の情報が必要である。したがって、材料の情報を収録した材料辞書を構築することを本論文の目的とする。材料辞書には、前述した種の有無のような、動作表現との照合でアニメーションを決定するための情報を属性値として登録する。また、材料辞書を構築するために、材料名とその材料の属性をコーパスから自動的に獲得するための手法を提案する。

1.3 本論文の構成

本論文の構成は以下の通りである。第2章で料理分野を対象とした言語処理の関連研究やアニメーション生成に関する関連研究を紹介する。

第3章では、材料辞書を構築する目的と材料辞書の仕様について述べる。

第4章では、材料辞書に登録する材料名の収集手法を2つ提案し、提案手法のアルゴリズムとその評価実験について述べる。

第5章では、各材料の特徴を収集する手法を提案し、提案手法のアルゴリズムとその評価実験について述べる。

第6章では本研究のまとめと今後の課題を述べる。

第2章 関連研究

本章では、本論文の研究と関連のある研究について紹介する。

2.1 料理レシピ文の解析に関する研究

ここでは料理レシピ文の解析に関する研究をとりあげる。「料理レシピ文」とは調理手順を示した箇所を指す。通常、料理レシピは時系列に沿って記述される。しかし、「煮立てている最中に調味料を混ぜ合わせる」のように2つの作業を平行して行う場合や、「先ほど切ったものと混ぜてください」のようにどの材料に対する作業を表すのかが不明確な場合も多い。したがって、簡易的な機械処理では手順の構造が判らない点から、このような問題点を解決するために料理レシピ文の解析を行い、手順の構造化を行う研究が行われている。

浜田らは料理映像とテキスト情報との対応付けによるテキスト解析に焦点をあて、調理手順の構造解析手法を提案した [4]。その中で料理に関連を持つ語句を集めた名詞辞書と動詞辞書を構築し、テキストとの照合に利用している。名詞辞書とは「素材：にんじん、鶏肉、…」、「道具：オーブン、包丁、…」などのように、6つの属性に関する名詞を収集した辞書であり、動詞辞書とは「単一：焼く、切る、…」、「混合：加える、ふる」など、これもまた6つの属性に関する名詞を収集した辞書である。これらの辞書は、「皮ーむく」「水気ーきる」のような共起する語のパターンを抽出することで構築している。そして、構築した辞書を利用したレシピ文の構造解析手法を提案した。

西田らは料理を教示するシステムの実現化を目指し、その一環として、料理番組の映像とその教示発話の構造化を行った [5]。この研究では、河原らの提案した用言と対応する格要素を抽出する手法により [6]、料理レシピから料理用の格フレーム辞書を自動構築した。この格フレーム辞書を用いて教示発話の照応・省略解析を行い、その結果に基づいて教示発話を構造化している。

2.2 料理アニメーション生成に関する研究

ここでは料理アニメーション生成に関する研究をとりあげる。

植松らは料理レシピをアニメーション化するために、「言語情報から抽出すべき情報」「言語情報に対する付加情報」「準備する画像」の3つを明確にするべき情報として挙げ、

これらの点を考慮した料理レシピの解析を行っている [7, 8, 9]。具体的には、アニメーションとして示すべき画像要素の特定（材料・調理動作・調理器具・調理場所）、調理動作を明確にするための調理動作の「終点」に着目した分類、動作を修飾する副詞句の分類、画像出力時のための連続した調理動作の分類を行った。また、調理する材料の状態変化や内部構造についても言及している。そして、上記の分析を基に、調理アニメーション生成システムの構築を行った。

大川らは、レシピ文章をユーザに提示し、ユーザが理解しにくい動作表現をマウスで指定すれば、その動作表現をオンデマンドで提示するシステムを作成した [1, 2, 3]。彼らは、まず、調理アニメーション生成のための動作辞書を構築した。ユーザの入力したレシピ文に含まれる動作表現と動作辞書内の基本動作を照合し、動作辞書内の動作プランにしたがってアニメーションを生成する。上記の一連の処理手順を、図 2.1 示す。この図は彼らの論文から引用した。

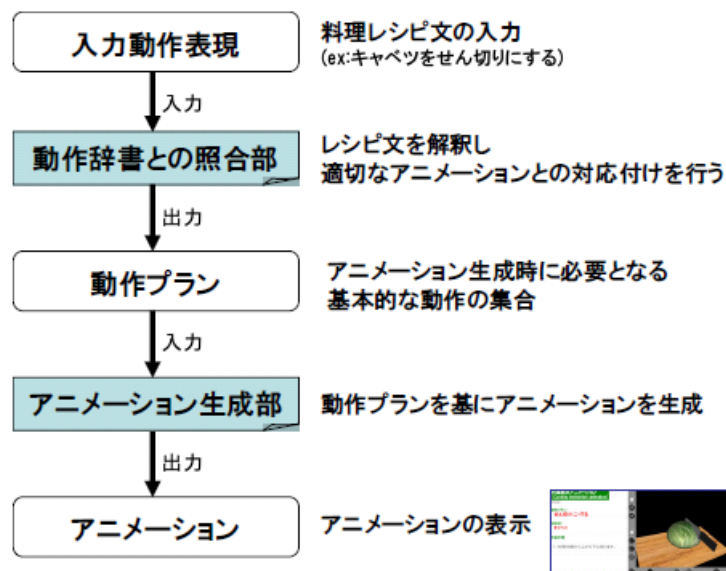


図 2.1: 先行研究の処理手順 (文献 [1] より引用)

2.3 レシピを対象とした研究

ここでは、レシピを対象とした研究に関する研究をとりあげる。

柴田らは映像情報の高度な利用を実用化するために、映像内容の理解が必要であると考える、料理番組の映像情報解析に取り組んでいる [10, 11, 12]。[10] では言語情報と映像情報を統合して、調理作業のまとまりを認識する手法を提案し、さらに、[11] ではテキスト・発話の要約を行い、主要部を抽出する手法を提案した。そして、[12] では言語情報・

映像情報・音声情報を用いて、映像のトピック推定を行った。

Kimberly らは言語障害者を対象として、テキストレシピとマルチモーダルレシピを用いた調理を比較する実験を行い、被験者による評価を行っている [13]。彼らは言語障害者たちのレシピに対する理解を促すために、テキスト、ピクチャー、サウンドを用いる VERA (Visual Enhanced Recipe Application) を構築し、様々なモーダルによる料理レシピの理解の支援を試みた。実験結果より、重度な言語障害者に対してはマルチモーダルレシピが特に有効であること、被験者の過半数がテキストだけのレシピよりも VERA の方を好んだことなどが示された。しかし、被験者数が少なかったため、この結果が必ずしも信頼できるわけではないとも述べている。

2.4 本研究の特色

本研究では、料理アニメーションを生成するために、材料に関する情報を収録した材料辞書を構築する手法を提案する。そのため、ウェブのレシピ文を材料辞書を構築するための知識源とし、それらから材料の特徴を属性値として収集する。浜田らの研究による名詞辞書 [4] や西田らの研究による格フレーム辞書 [5] とは異なり、材料に特化した情報を記載した辞書の構築を目指す点に特徴がある。また、本研究で材料辞書を構築する目的はアニメーション生成のためであり、アニメーションを生成する基盤システムは大川のシステムとする [1, 2, 3]。そのため、材料辞書に収録する属性値の定義は、大川のシステムに準ずることとする。

第3章 材料辞書

本論文の目的は、料理に用いられる材料を網羅的に収集し、各材料の種類や形状などの情報を記載した材料辞書を構築することを目的にする。本章では、まず材料辞書を構築する動機付けについて述べ、次に材料辞書の詳細な仕様について述べる。

3.1 材料辞書構築の動機

大川の研究では、調理アニメーション生成のための動作辞書を構築している [1]。そして、彼らによる動作辞書の評価では、100 個の料理レシピ文に含まれる動作表現のうち、約 92.6 % の動作表現は動作辞書に含まれる。つまり、レシピ内の動作表現は動作辞書でほぼ検出可能である。大川のシステムでは、ユーザによって指定された動作表現に対し、それに対するアニメーションを生成する。しかし、動作表現を指定しただけでは、適切なアニメーションを生成することができない場合がある。すなわち、材料に応じて適切な動作のアニメーションを生成できていないことがある。この問題については、以下に詳しく述べる。図 3.1 は動作辞書の一部である。その内容は以下の通りである。

動作辞書の内容は以下の通りである。

- 「A：くし形切りニする：1」はエントリの ID である。
- $\langle \text{expression} \rangle$ タグでは基本動作の表層表現を表わす。 $\langle \text{expression} \rangle$ タグ内の + は単語の連結を表わし、 $\langle \text{expression} \rangle$ タグ内の # は単語の表記と読みの区切りを表わす。
- $\langle \text{ingredient_in_book} \rangle$ では料理のテキストで説明に用いられた材料名を表わす。大川らは基本動作を定義する際に、料理のテキストを参考に行っている [14, 15, 16]。これらの本で例に挙げられている材料が、このタグ内で記載されている。
- $\langle \text{ingredient_requirement} \rangle$ では動作対象の材料が満たすべき条件を表わす属性値を記載する。sort は種類のことであり、「sort=vegetable」は野菜に対する動作であることを表わす。shape は形状のことであり、「shape=sphere」は丸い材料に対する動作であることを表わす。seed は種が有るか無いかの判定であり、「seed=1」は種を持つ材料に対する動作であることを表わす。
- $\langle \text{comment} \rangle$ はコメントを表わす。

A:くし形切りニする:1
 <expression> くし形切り#クシガタキリ+に#ニ+する#スル </expression>
 <ingredient_in_book> たまねぎ#タマネギ, かぼちゃ#カボチャ </ingredient_in_book>
 <ingredient_requirement> sort=vegetable,shape=sphere,seed=1 </ingredient_requirement>
 <comment> 芯・種を抜く動作が加わる </comment>
 ...
 ...
 ...
 A:くし形切りニする:3
 <expression> くし形切り#クシガタキリ+に#ニ+する#スル </expression>
 <ingredient_in_book> とまと#トマト, じゃがいも#ジャガイモ </ingredient_in_book>
 <ingredient_requirement> sort=vegetable,shape=sphere </ingredient_requirement>
 <comment> くし形に切るのみ </comment>
 ...
 ...
 ...

図 3.1: 動作辞書のエントリ

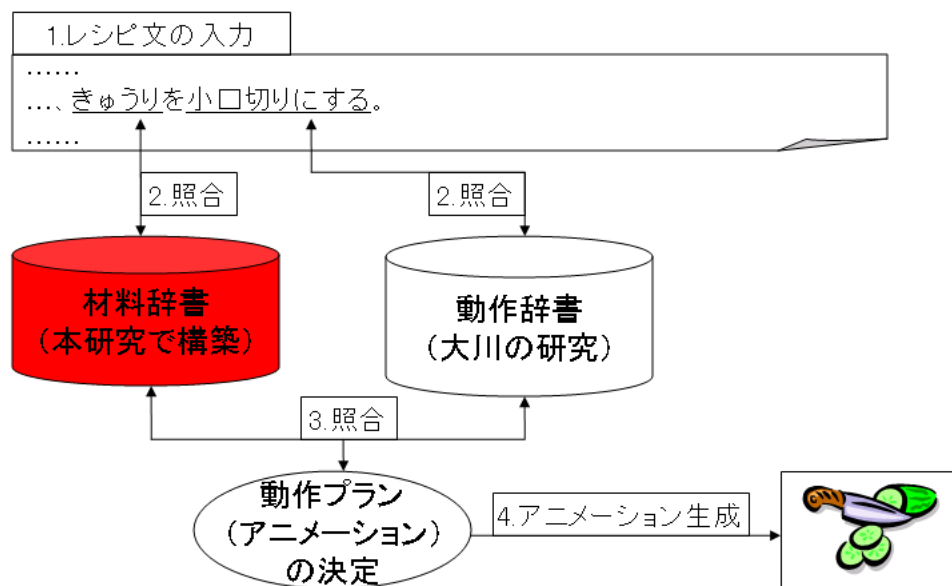


図 3.2: 調理アニメーション生成の概要

図 3.1 をみると 1 種類の動作表現「くし形切りにする」が複数のエントリに対応していることが分かる。また、複数のエントリを持っていることから、「くし形切りにする」という動作表現には複数のアニメーションが対応することが分かる。つまり、大川らのシステムでは、レシピ文からアニメーションで再現する動作表現を指定しても、その動作表現が複数のエントリを持つ場合には、複数のアニメーションが再生の候補となる。しかし、動作表現を与えるだけでは、これら複数のアニメーションの候補の中から適切なアニメーションを選択することはできない。図 3.1 の辞書は、「くし形切り」のアニメーションを表示する際に、たまねぎやかぼちゃの場合とトマト・じゃがいも・にんじんの場合とでは、種の有無によって切り方が異なることを示している。具体的に述べると、カボチャのように種を持つ材料が動作の対象となる場合には、種を取り除いてからくし形切りにする。じゃがいものように種を持たない材料が動作の対象となる場合には、そのままくし形切りにする。このように、材料の特徴に合わせて、異なったアニメーションを表示しなければならない。ところが、大川らのシステムでは、このような材料の特徴に関する大規模な知識がないことが問題点であった。すなわち、カボチャが種を持ち、じゃがいもが種を持たないという知識がないために、「カボチャをくし形切りにする」や「じゃがいもをくし形切りにする」というレシピ文を適切なアニメーションに変換することができない。従って、材料の特徴に関する知識として材料辞書を構築することが本研究の目的である。

最終的には、図 3.2 のような方式で調理アニメーションの生成を行う。まず、ユーザが入力したレシピ文に対して、動作辞書による照合を行う。この時に、材料によってアニメーションが変化しない調理動作は一意にアニメーションが決定される。材料によってアニメーションが変化する調理動作は材料辞書内の属性値と動作辞書内の `<ingredient_requirement>` タグにおける条件とを照合することで、生成するアニメーションを一意に決定する。

3.2 材料辞書の仕様

ここでは、材料辞書の仕様を定義する。本研究では、材料辞書内の属性値と動作辞書内の `<ingredient_requirement>` タグ内のとの属性を照合するによって、適切なアニメーションを生成する。従って、大川らのシステムにおける動作辞書の `<ingredient_requirement>` タグ内で指定されている条件に準じて、属性値をまとめ定め、材料辞書の仕様を決定した。動作辞書の `<ingredient_requirement>` タグ内で指定されている材料の条件を、表 3.1 にまとめる。

表 3.1(a.) において、材料の種類は以下の 8 つのいずれかである。

vegetable(野菜)、mushroom(茸類)、fruit(果物)、meat(肉)
fish(魚)、shellfish(貝)、seafood(タコなどの海産物)、condiment(調味料)

表 3.1: 〈ingredient_requirement〉タグ内で指定されている材料の条件

(a.)	sort	材料の種類を限定する条件である。
(b.)	shape	材料の形状を限定する条件である。
(c.)	seed	材料の種が有るか無いかを判定する条件である。
(d.)	peel	材料の皮が有るか無いかを判定する条件である。
(e.)	core	材料の芯が有るか無いかを判定する条件である。

表 3.1(b.) において、材料の形状は以下の 6 つのいずれかである。

sphere(球)、cube(四角)、oval(楕円球状)、stick(棒状)、plate(平ら)、filiform(麺類)
--

表 3.1(c.) において、材料の種の有無については以下の 2 つのいずれかである。

0 (無し)、1 (有り)

表 3.1(d.) において、材料の皮の有無については以下の 2 つのいずれかである。

0 (無し)、1 (有り)

表 3.1(e.) において、材料の芯の有無については以下の 2 つのいずれかである。

0 (無し)、1 (有り)

以上をふまえ、材料辞書の仕様を図 3.3 のように定める。図 3.3 は材料辞書の 1 つのエントリを表わす。その詳細は、以下の通りである。

- 「材料名」は材料の表記である
- sort では野菜、茸、果物などの分類を記載する
- shape では棒状、平ら、糸状などの分類を記載する
- seed では種の有無について記載する
- peel では皮の有無について記載する
- core では芯の有無について記載する

材料名	
sort	vegetable、mushroom、fruit、meat、fish、shellfis、seafood、condiment のいずれか
shape	stick、plate、filiform、sphere、cube、otval のいずれか
seed	0 または 1
peel	0 または 1
core	0 または 1

図 3.3: 材料辞書の仕様

カボチャ		じゃがいも	
sort	vegetable	sort	vegetable
shape	cube	shape	cube
seed	1	seed	0
peel	1	peel	1
core	0	core	0

図 3.4: 材料の例

また、材料辞書に登録されるべき材料の例を表 3.4 に示す。ここでは、カボチャとじゃがいもに対する各属性値を付与して示している。

なお、色や大きさも属性値の候補として考えられる。しかし、本研究ではこれらを属性値と定めなかった。色や大きさは材料の描画に必要であるが、これらが正確でなくても、調理動作さえアニメーションで再現することができれば、レシピの理解を支援することができる。このような考え方にに基づき、色や形は材料辞書に記載すべき属性値と定めなかった。

3.3 材料辞書構築の方針

材料辞書を構築する上での方針は以下の通りに述べる。

1. 大規模な材料辞書の作成

- 多数の材料へ対応したアニメーション生成を行うために、材料名を大量に収集する。
- 人手で材料を集めることは困難であるので、コーパスから自動的に収集する。

2. 材料の属性を自動的に獲得する

- 大量の材料に対して人手で属性を与えるのは多大な労力を必要とする。ここでは、コーパスやシソーラスから材料の属性を自動的に獲得する。
- 属性値が正しいかどうかの判定、誤っていた場合の修正など、人手による作業は必要である。したがって、自動獲得の目的はあくまで人的コストの削減とする。

以下、1 の材料名の収集については4 節で、2 の材料の属性の自動獲得については5 節で述べる。

第4章 材料リストの獲得

本章では、材料辞書を構成する材料名の獲得について述べる。材料辞書とは料理で 사용되는材料名の集合体であり、1 エントリを1つの材料名として構成するデータベースである。そして、1つの材料名には複数の属性値が登録されている。ここではコーパスから材料を網羅的に獲得する手法について述べる。各材料名に対して、属性値を付与することが必要であるが、属性値を付与する手法については5章で述べる。

4.1 概要

ウェブのレシピ文をコーパスとした場合、どのような手続きで材料名を収集できるのか調査した。図4.1がレシピコーパスの一例である、このようなレシピコーパスを多く調査した結果、材料名は主に2つの領域に記述されているという事実を観測できた。

- 材料領域
調理を行う前の準備段階として、料理に必要な材料とその分量を記載している領域を指す。この材料領域を抽出できれば、大量に材料名を収集できる。なお、レシピページにおいて調理手順よりも前方に記述されていることが多い。
- 調理領域
レシピのメインパートであり、調理の手順を説明している領域を指す。材料は動作表現の主題や目的語にとして現れることが多く、動作表現の係り受け関係を解析することで、材料を収集できる。

図4.1の例では、右上側の材料領域と、下側の調理領域に材料名が出現している。材料名が記述される2つの領域のうち、材料領域では材料はリストとして記述されており、調理領域では文章中に記述されている。リスト化された材料名と文章中の材料名ということで、領域ごとに材料名が記述される方式が異なっている。そのため、材料を収集する手法はそれぞれ別に提案しなければならない。4.3節では材料領域から材料名を収集するために、レシピページの構造解析による手法について述べる。また、4.4節では調理領域から材料名を収集するために、動作表現との共起する材料名を抽出する手法について述べる。4.3節と4.4節では、各手法の評価についても述べる。4.5節では、2つの手法によって収集した材料リストの統合について述べる。



図 4.1: レシピページの例

4.2 レシピコーパス

材料名を収集するための知識源としてレシピコーパスが必要である。本研究では、以下のコーパスを用意する。

- レシピコーパス R_1
 レシピコーパス R_1 とは、ウェブのレシピページの集合である。ページの総数は 45077 ページである。レシピコーパス R_1 は手法を検討するための調査や、提案手法の精度向上のための調査に活用する。また、クローズドテストとなる予備実験の評価にも利用する。
- レシピコーパス R_2
 レシピコーパス R_2 とは、本研究での評価実験に利用するウェブのレシピ文の集合である。ページの総数は 97205 ページである。なお、レシピコーパス R_2 は以下の手順で収集した。
 1. TSUBAKI による検索結果の取得
 TSUBAKI API[17] により、「レシピ リンク集」で検索した結果から、上位 50 件の URL を収集した。「レシピ」での検索ではレシピページのみを上手く収集できなかったため、「レシピ リンク集」の検索結果から、料理関連サイトの URL をまとめて収集した。
 2. 料理レシピサイトの URL の収集
 関連度の高い上位 50 件のページを対象として、田村らの手法[18]でウェブペー

ジ内からリンク集の領域を判定し、その領域から料理レシピサイトと推定される 185 個の URL を収集した。

3. 人手による正解判定

収集した 185 個の URL に対して、料理レシピサイトかどうかの判定を人手で行う。新しいサイトへのリンクが貼られているページについては、新しい URL を取得した。その結果、料理レシピサイトである 82 個の URL を収集した。これらの URL はいずれも料理レシピサイトのトップページである。

4. レシピページのダウンロード

収集した 82 個の URL に対して、リンクを階層的にたどり、そのサイト内のウェブページをダウンロードした。

レシピコーパス R_2 は料理レシピサイトのトップページから階層的にダウンロードしているため、料理用語集、Q&A、書籍の紹介、掲示板など、レシピページ以外のウェブページも含んでいる。

4.3 レシピページの構造解析による収集

前節では、材料名は材料領域と調理領域に存在することを述べた。本節では、そのうちの材料領域から材料名を収集する手法を解説する。

4.3.1 提案手法

材料領域においては、材料名がリストとして掲載されている。この材料領域を正しく検出して、その中から材料名を取り出すことができれば、材料辞書に登録すべき材料名を大量に収集できる。そこで、材料領域の開始位置と終了位置を検出することを検討した。

まず、予備実験用に用意したレシピコーパス R_1 を対象として、材料領域の開始位置と終了位置に共通する特徴について調査した。ウェブページのテキストやタグに着目し、材料領域の先頭に現れる表現を調査したところ、材料領域の開始位置はテキストか画像で「材料」と表記されている場合がほとんどであった。一例を挙げると、図 4.1 のウェブページではテキストで「■材料（2 人分）」と記述されている。そのため、テキストで「材料」と表記されている場合にはテキスト、画像で「材料」と表記されている場合には HTML の `img` タグの `alt` 属性が、材料領域の先頭を検出するための手掛かりとなる。また、材料領域は `table` タグでレイアウトされている場合がほとんどであり、`table` タグの終了タグが材料領域の終了を検出する手掛かりとなる。この調査結果を参考にして、レシピコーパスから材料領域を検出するアルゴリズムを考案した。その詳細は後述の 1. と 2. で述べる。

材料領域の検出に関しては前述のとおりであるが、単に材料領域を検出しただけでは材料名は収集できない。なぜなら、材料領域内で材料名以外のテキストがノイズとして含ま

れていることや、材料名同士が記号・空白で分割されていることが挙げられる。図 4.1 のウェブページでは「鶏もも肉 200g」、「○にんにく 1 かけ」、「●唐辛子（輪切り）少々」などが 1 つのテキストとして抽出されるが、抽出した文字列がそのまま材料名となる場合はこのように非常にまれである。したがって、空白でテキストを分割したり、分割後のテキストから「200g」や「少々」を削除したり、材料名候補から数量表現などを取り除いて補正するといった処理を行わなければならない。また、図 4.1 では、1 行に 1 つの材料名が表記されているが、1 行に複数の材料が表記されている場合もある。そのような場合には材料と材料の間に記号を挟むので、テキストの分割を行う場合には、空白だけでなく記号での分割も必要となる。上記の処理の詳細は以下の 3. と 4. と 5. で述べる。3. ではテキストを分割する条件、4. では非材料名を削除する条件、5. では材料名候補を補正する処理をそれぞれ説明する。

以下、材料領域から材料を収集する手法の詳細について述べる。なお、本研究では、材料領域は table タグを用いてレイアウトされていると仮定する。

1. 材料領域の開始位置の検出

レシピコーパス R_1 に対する調査結果を基に、表 4.1 のように材料領域の開始位置を検出する条件を定める。表 4.1 のパターンに該当する場合には、材料領域の開始位置であると判断する。(a.) と (b.) はテキストとのパターンマッチであり、(c.) は HTML タグとのパターンマッチである。

表 4.1: 材料領域の開始位置を検出する条件

	正規表現によるパターンマッチの条件	フォーマット
(a.)	(基本) 材料 ([数字] (人前 人分 台))	テキスト
(b.)	[数字] 人分の材料	テキスト
(c.)		画像

2. 材料領域の終了位置の検出

材料領域は table タグでレイアウトされているので、table タグの終了タグを終了位置の検出条件とする。開始位置を表わすテキストまたは画像が <td> タグ内にあれば、それに対応する終了タグ </td> を材料領域の終了位置とする。ただし、検出した領域の中に、開始位置を表わすテキスト以外のテキストが存在しないときは、探索の範囲を広げる。具体的には、開始位置を含む <tr> タグに対応する終了タグ </tr> を探し、それを新たな終了位置とする。同様に、検出した領域にテキストが含まれなければ、開始位置を含む <table> に対応する終了タグ </table> を探し、領域の終了位置とする。ただし、上記に定めた終了位置まででテキストを抽出できていないこともある。これは、材料領域の開始位置を表わす「材料」の表記と材料を列挙しているテキストが別々の table タグ内に存在する場合にあたる。この場合には、次の

table タグの閉じタグまでを材料領域とみなす。つまり、終了タグとテキストを抽出できたかどうかの判定が終了位置を決定する条件となる。

また、前述の処理だけでは正しい終了位置を検出できないページもある。このようなケースでは、材料領域に調理領域が含まれる場合がある。この例を図 4.2 に示す。「作り方」以降の調理領域には調理手順が文章として掲載されており、材料領域とは書かれているテキストの内容が大きく異なる。したがって、調理領域を探知した場合には、その地点を材料領域の終了位置とする必要がある。このような停止手続きを例外処理として定める。1. の調査と同様にレシピコーパス R_1 を調査し、例外処理を行うためのキーワードを表 4.2 のとおりに定める。材料領域の終了位置を探す過程でこれらのキーワードが見つければ、その直前を材料領域の終了位置とする。

```
<td>
  ■材料
  鶏肉 ……200g
  ジャガイモ ……中 1 個
  たまねぎ ……1/2 個
  にんじん ……1/2 本
  …
  ■作り方
  1. 鶏肉、野菜は食べやすい大きさに切る。
  2. 鍋にバターを溶かし、鶏肉、たまねぎ、にんじん、ジャガイモの順に炒める。
  …
</td>
```

図 4.2: 材料領域と料理領域が同一タグ内である例

表 4.2: 材料領域の終了位置を判定するためのキーワード

キーワード	除外すべき領域
作り方 作り方 作成 レシピ	調理領域
下準備	アドバイスを表記した領域
道具	調理器具を表記した領域

上記をまとめると、材料領域の範囲を決定する手続きは図 4.3 のようになる。

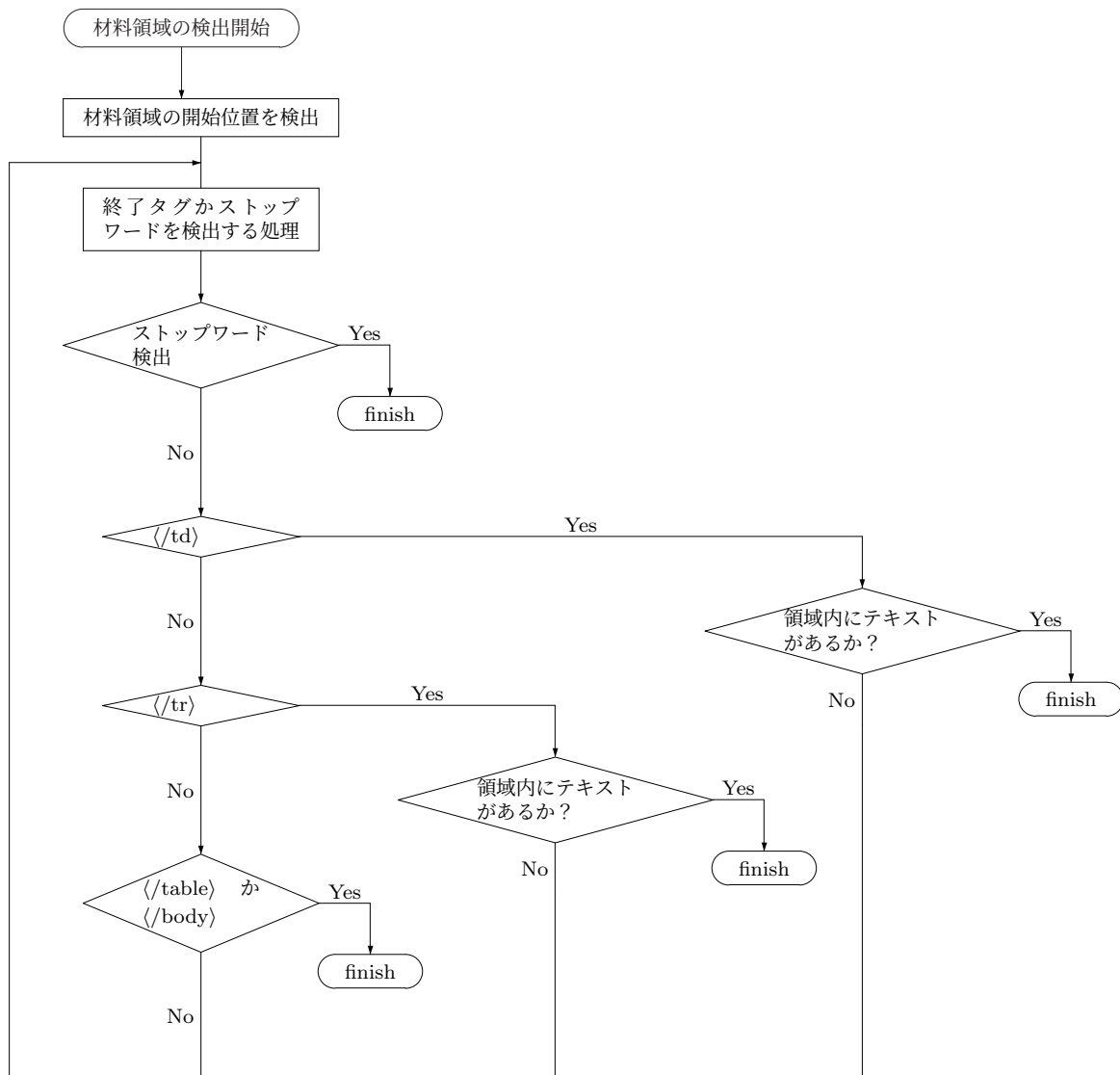


図 4.3: 材料領域を検出するアルゴリズム

3. テキストの分割

2. で検出した材料領域において、その中のテキストを記号・空白・タグで分割し、分割された個々のテキストを材料名候補とする。

4. 非材料名候補の削除

この段階では、非材料名にもかかわらず材料名として収集されている材料名候補も多い。従って、材料名候補の中から非材料名を削除する必要がある。本節で材料名を収集する範囲は材料領域であるが、必ずしも材料領域のみから材料名候補を取り出している訳ではない。材料領域の終了位置を正しく検出できない場合には、調理領域から材料名候補を収集していることもある。一方、材料領域の中にも、分量のように材料名以外のテキストが存在する。したがって、材料名候補内の非材料名は以下の2つのパターンに分類できると考えられる。以下の2種類の非材料名は、実際にレシピコーパス R_1 を対象として1. ～ 3. までの処理を行った結果からも確認できた。

- 材料領域で収集される非材料名
数量や計量が材料名候補として収集される可能性が高い。
- 調理領域で収集される非材料名
文章が材料名候補として収集される可能性が高い。

したがって、材料名候補から数量・文章といった非材料名を除去する条件を考案する。本研究では、そのための条件を表4.3のとおりに定めた。数量かどうかの判定は(a.)の正規表現によるパターンマッチで十分であるが、文章かどうかの判定は(b.)だけでは不十分である。そこで、文章かどうかを判定するために新たに考案したのが、(c.)と(d.)の品詞によるパターンマッチである。この条件は、動詞の有無で文章かどうかを判定できるという考えに基づいている。品詞の判定をするために chasen[20]を用いて形態素解析を行い、(c.)か(d.)の条件とマッチした材料名候補は削除する。なお、動詞で終わる材料名候補を無条件に非材料名としなかったのは、図4.4で示す「かつおぶし」「めかぶ」「梅じそ」のように、形態素解析では動詞と判定されても材料を表す文字列があることを考慮したからである。材料の最後の単語が動詞となるほとんどの場合は chasen による解析誤りよりによる。

表 4.3: 非材料名を削除する条件

	材料名候補の削除条件	削除する理由
(a.)	先頭の文字が漢字、ひらがな、カタカナ以外	数量の可能性が高い
(b.)	15 文字以上	文章の可能性が高い
(c.)	形態素解析した時、最後の単語が「動詞-基本形」	文章の可能性が高い
(d.)	形態素解析した時、最後の単語が「動詞」であり「助詞」を含む	文章の可能性が高い

かつお	カツオ	かつお	名詞-一般			
ぶし	ブシ	ぶす	動詞-自立	五段・サ行	連用形	
EOS						

め	メ	め	名詞-一般			
かぶ	カブ	かぶる	動詞-自立	五段・ラ行	体言接続特殊 2	
EOS						

梅	ウメ	梅	名詞-一般			
じそ	ジソ	じす	動詞-自立	五段・サ行	未然ウ接続	
EOS						

図 4.4: 最後の単語が動詞となる材料の例

5. 材料名候補の補正

4. で材料名候補から非材料名を除去すると、収集した材料名候補の多くは材料名となる。だが、材料名候補の一部には「じゃがいも100g」や「塩 小さじ1」のような材料名と数量が複合された文字列が存在する。ここでは、このような文字列の中から材料名の部分だけを抽出する。数量を取り除く条件を表 4.4 にまとめる。なお、表 4.4 の KW1 と KW2 は 2 種類のキーワードの集合を表わす。その定義を表 4.5 に示す。この処理を終えた後、残された材料名候補を材料名とみなして収集する。

表 4.4: 材料名候補を補正する条件

材料名候補の補正条件	材料名候補となる文字列	除去される文字列
文字列 ((KW1)(KW2)[数字])	文字列	(KW1)(KW2)[数字]

4.3.2 予備実験

4.3.1 項の手法を評価するために、評価対象としてレシピコーパス R_1 の中から 235 のウェブページをランダムサンプリングによって選択し、提案手法によって材料名を収集した。まず、材料領域の検出に関する評価を表 4.6 に示す。

提案手法によって材料領域を検出した時の再現率は (a1-1.) の 75.8 % であった。したがって、表 4.1 に示した材料領域の検出条件によって、多くのページの材料領域を検出できることが分かった。また、材料領域を検出できなかった原因としては、材料領域の開始位置

表 4.5: 材料名を補正するためのキーワード

	材料名候補の削除条件
キーワード KW1	各、大、中、少、約
キーワード KW2	適量、適宜、少々、少量、お好み、大さじ、小さじ、こさじ、おおさじ、大匙、小匙

で「材料」ではなく料理名が表記されているページがあったこと、「材料」という表記なしに材料リストが記載されるページがあったことが挙げられる。検出できなかった (a1-2.) はこのようなページが該当する。これらのページで材料領域の先頭を検出できる条件を考えるのは、かなり困難であると考えられる。

表 4.6: 材料領域の検出に対する予備実験

(a.)	総ページ数	235
(a1.)	材料領域を含むページ数	132 [100.0 %]
(a1-1.)	材料領域検出したページ数	100 [75.8 %]
(a1-2.)	材料領域を検出できなかったページ数	32 [24.2 %]
(a2.)	材料領域を含まないページ数	123

次に、材料名の抽出に関する評価結果を表 4.7 に示す。材料領域が記載されている全 132 ページを対象とした (a.) の場合、材料名収集の再現率は 70.5 % であった。一方、材料領域を検出できた 100 ページを対象とした (b.) の場合には、材料名収集の再現率は 87.3 % であった。132 ページを対象とした場合に再現率はやや低くなってしまったが、材料領域を検出した 100 ページを対象とした場合には十分な値が得られた。つまり、材料領域から材料名を収集する提案手法が有効であるとわかった。

(b.) で材料名を収集できなかった原因には、材料領域の終了位置を検出する条件が上手く設定できずに、材料領域の途中を終了位置としてしまう、という問題点があったことが挙げられる。終了位置の検出条件で、`</table>` タグの検出時には、検出した領域内にテキストが含まれているかどうかを判定せず、無条件に終了位置としている。再現率を高めるために、`</table>` タグを検出した時にも、検出された材料領域内にテキストが含まれているかを判定し、含まれていない場合は探索の範囲を広げる処理を付加した手法を試した。条件を付加する前と比較して、材料領域の範囲が広くなり、材料が条件付加前よりも多く得られて、再現率は高くなった。しかし、範囲を広げると非材料名が獲得されるケースも増え、精度はかなり低下した。精度が大きく低下したため、現在の終了位置の検出条件の方がよいと判断し、`</table>` を検出した時は無条件で終了位置とすることにした。

表 4.7: 材料領域からの材料の抽出

(a.)	材料領域を持つ 132 ページの材料名	1828
(a1.)	収集した材料名	1346
(a1-1.)	収集できた正しい材料名	1288
(a1-2.)	収集した正しくない材料名	58
再現率	-	70.5 %
精度	-	95.7 %
(b.)	材料領域を検出した 100 ページの材料名	1475
(b1.)	収集した材料名	1346
(b1-1.)	収集できた正しい材料名	1288
(b1-2.)	収集した正しくない材料名	58
再現率	-	87.3 %
精度	-	95.7 %

異なり数で材料名抽出の精度を評価した結果を表 4.8 に示す。収集された材料名候補の異なり数は (a1.) の 510 個であった。この材料名候補に対して材料か否かを人手で判定すると正解数が 484 個となり、材料名を抽出する精度は 94.9 % となった。提案手法は十分に高い精度で材料を検出できることがわかった。

表 4.8: 材料領域からの材料の抽出 (異なり数)

(a.)	収集した材料数	1346
(a1.)	収集した材料名の異なり数	510
(a1-1.)	収集できた正しい材料名	484
(a1-2.)	収集した正しくない材料名	26
精度	-	94.9 %

4.4 動作表現と共起する材料の収集

本節では調理領域から材料名を収集する手法を述べる。

4.4.1 提案手法

調理領域の文においては、動作表現とその動作表現に対する対象として材料が存在する。また、以下の2つの例のように、材料は動作表現の主題や目的語として出現しやすい。

- 青ネギは5cmの長さに**切り**ます。
- イカをさっと**炒め**ます。

また、大川の研究では、アニメーション生成のための知識として動作辞書を構築した[1]。1章でも述べたが、彼らは、100個のレシピ文章における92.6%の動作表現は動作辞書でカバーされていると述べている。したがって、動作辞書を利用すれば調理領域の料理動作を検出することが可能である。これら2つの事実をふまえ、本節では動作辞書を利用して材料名を収集するための手法を提案する。

ここでは、レシピ文を係り受け解析し、動作表現を述部とする文のハ格とヲ格の名詞を材料として抽出する手法を提案する。抽出したアルゴリズムは後述の1.と2.に該当し、そこでは動作対象の名詞を抽出するための条件を記述する。上記の方法で単に材料を抽出して収集しただけではノイズが多くなる。例えば、「1.をみじん切りにする」のように材料として数詞が抽出される場合と、「味噌汁を添える」のように材料が完成品である場合などがある。材料候補を抽出し調査した結果、ノイズが多くなる原因は以下の2点であると判明した。

- 動作辞書に一般的な動作表現が登録されていること
「加える」、「入れる」、「切る」のような動作表現は料理の動作を表す時もあれば、料理とは関係のない動作を表す時もあるという意味で一般的である。レシピコーパスは自動収集しているため、その中には料理に関係のないページが含まれる可能性がある。従って、一般的な動作表現のハ格とヲ格の名詞を材料として抽出しても、材料以外の名詞が抽出される可能性がある。
- 数字や完成品などが動作対象となること
料理動作表現の場合でも、数字や完成品のような非材料名とよく共起する。したがって、材料候補の中から非材料名を除去する条件を設定する必要がある。

これらの原因を考慮して、ノイズを除去するための条件を決定した。これらの条件は後述の2.と3.で解説する。2.では一般的な動作表現を検出の対象としない条件、3.では材料候補から非材料名を除去する条件を記述する。

1. 料理動作表現の検出

レシピコーパス中から、大川原によって作成された動作辞書 [1, 2, 3] 内の動作表現を含む文章を検出する。この動作辞書には、料理のテキストから選定された基本動作と、コーパスの高頻度語から選定された基本動作の2種類の基本動作によって構成されている。このうち、コーパスから選定した基本動作は、先に述べた一般的な動作表現に該当する場合が多い。したがって、料理のテキストから選定した265個の基本動作のみを検出対象とする。

表 4.9: 料理動作表現を検出する条件

	動作表現の分類	動作数	検出判定
(a.)	全動作表現	297	-
(a1.)	料理教示本から選定した基本動作	265	検出対象
(a2.)	コーパスから選定した基本動作	32	非検出対象

2. 材料名候補の抽出

1. で検出した文章を cabocha で解析する。動作表現を含む文節の係り元の主辞が名詞でその格要素がハ格かヲ格ならば、その名詞を材料名候補として抽出する。この条件を表 4.10 にまとめる。

表 4.10: 材料名候補の抽出の条件

	係り元の主辞	係り元の格	係り先文節
(a.)	名詞 (材料名候補)	ハ格	動作表現
(b.)	名詞 (材料名候補)	ヲ格	動作表現

3. 非材料名の除外

1. と 2. の処理によって材料名候補を抽出する。しかし、2. 終了時の段階では材料名候補内に多くの非材料名が含まれている。したがって、抽出した材料名候補を非材料名と判定する条件を定め、材料名候補から非材料名を除去する。予備実験で収集された非材料名を分類すると、以下の3つに大別される。これらを非材料名の条件として設定する。

- 数詞

レシピ文では数詞によって前の手順で作成された材料を省略することがある。そのため、数詞から始まる名詞は非材料名とみなし除外する。

(例.) 1. をみじん切りにする、5. を盛る

- 料理名

「カレー」や「肉じゃが」のような料理名は材料名ではないので、材料辞書に登録すべきではない。したがって、料理名である名詞は非材料名とみなし除外する。なお、料理名か否かの判定は、日本語語彙体系 [21] の「0847：料理」という意味クラスに属しているかで判定する。「0847：料理」には「0848：飯」「0849：麺類」「0850：パン」「0851：汁」「0852：料理(その他)」といった下位クラスが存在し、これらの下位クラスを意味クラスとして持つ全 633 個の料理名が除去の対象となる。

(例.) 味噌汁 を添える、餃子 を焼く

- ストップワード

レシピコーパス R_1 で料理動作表現との共起頻度が 30 以上であった材料候補のうち、上記で述べた条件に当てはまらなかった非材料名を分析すると、上位概念と材料部位と抽象名詞の 3 通りに分けられた。詳細を表に示す。そのため、表 4.11 に示した 41 単語をストップワードとして登録し、材料名候補から除去した。

表 4.11: ストップワードとして登録する非材料名の分類

分類	登録した単語	個数
上位概念	野菜、肉、材料、豆、魚	5
材料部位	葉、皮、ヘタ、軸、茎、身、胴、目、たね、実、殻、芯、種、果肉、ワタ	15
抽象名詞	両面、場合、もの、全体、部分、表面、とき、時、先、個、類、これ、時間、本、あと、枚、半量、それ、量、分、半分	21
合計	-	41

4.4.2 予備実験

4.4.1 項の手法を評価するために、レシピコーパス R_1 を対象とした実験を行った。

まず、動作表現は動作辞書内の全ての動作とし、4.4.1 項のステップ 2 までの処理で材料名を抽出した。すなわち、動作表現を述部とする文のハ格とヲ格の格要素を材料として抽出した。その後、抽出した材料のうち、頻度上位 100 件の材料に対して、人手で材料か否かを判定した。その結果を表 4.12(a.) に示す。精度は 62 % と低く、精度を向上させるための条件が必要であると考えた。

次に、料理テキストから選定された基本動作のみ (表 (a1.)) を用い、さらに、4.1.1 項のステップ 3 によって非材料名を自動的に除去する処理を追加して実験を行った。抽出した

材料のうち、頻度上位 100 件の材料に対して、人手で材料か否かを判定した。その結果を表 4.12(b.) に示す。精度は (a.) よりも大幅に向上し、88 % という値が得られた。しかし、収集した材料名候補の数が少ないことが、この手法の欠点となっている。

表 4.12: 動作表現との共起による材料名収集の予備実験

		材料名候補 (異なり数)	precision(頻度上位 100 件)
(a.)	条件付加前	3580	62 %
(b.)	条件付加後	1822	88 %

4.5 材料リストの作成

4.3 節と 4.4 節では材料名を獲得する 2 つの手法を提案した。予備実験で十分な精度が得られ、提案手法の有効性が確認できた。次に、レシピコーパス R_2 を対象として、材料辞書に登録するための材料名を収集する。材料名の収集の手順は図.4.5 のとおりである。

まずは、4.3 節で提案したレシピの構造解析による手法で 15005 個の材料名候補を抽出した。次に、出現頻度 1 である材料名をノイズとみなして材料名候補から除外し、8572 個の材料候補を得た。その後、人手によって材料か否かの判定を行い、材料ではないと判定された材料候補を除外した結果、3395 の材料からなるリストを得た。これを材料リスト A と呼ぶ。

一方、4.4 節で提案した料理動作書と共起する材料を抽出する手法で 2865 個の材料名候補を抽出した。次に、材料リスト A に登録されている材料名と重複しているものを材料候補から除外し、2035 個の材料候補を得た。人手による正解判定を行い、非材料名と判定された材料名候補を除外し、155 の材料リストを得た。これを材料リスト B とする。

最終的に、材料リスト A と材料リスト B を統合し、3550 個の材料名からなる材料リストを得た。以下、これを材料辞書を構成する材料の集合とする。

最後に、各手法の評価について述べる。4.3 節の手法では、抽出された材料候補 8573 個のうち 3395 個が真の材料であった。一方、4.4 節の手法では、抽出された材料候補 2865 個のうち 955(830+155) 個が真の材料であった。両者の重なりは 830 個であり、4.4 節で抽出された材料のほとんどは 4.3 節で抽出された材料に含まれていた。つまり、材料名を抽出する手法としては、4.3 節の手法の方が有効性であるとわかった。

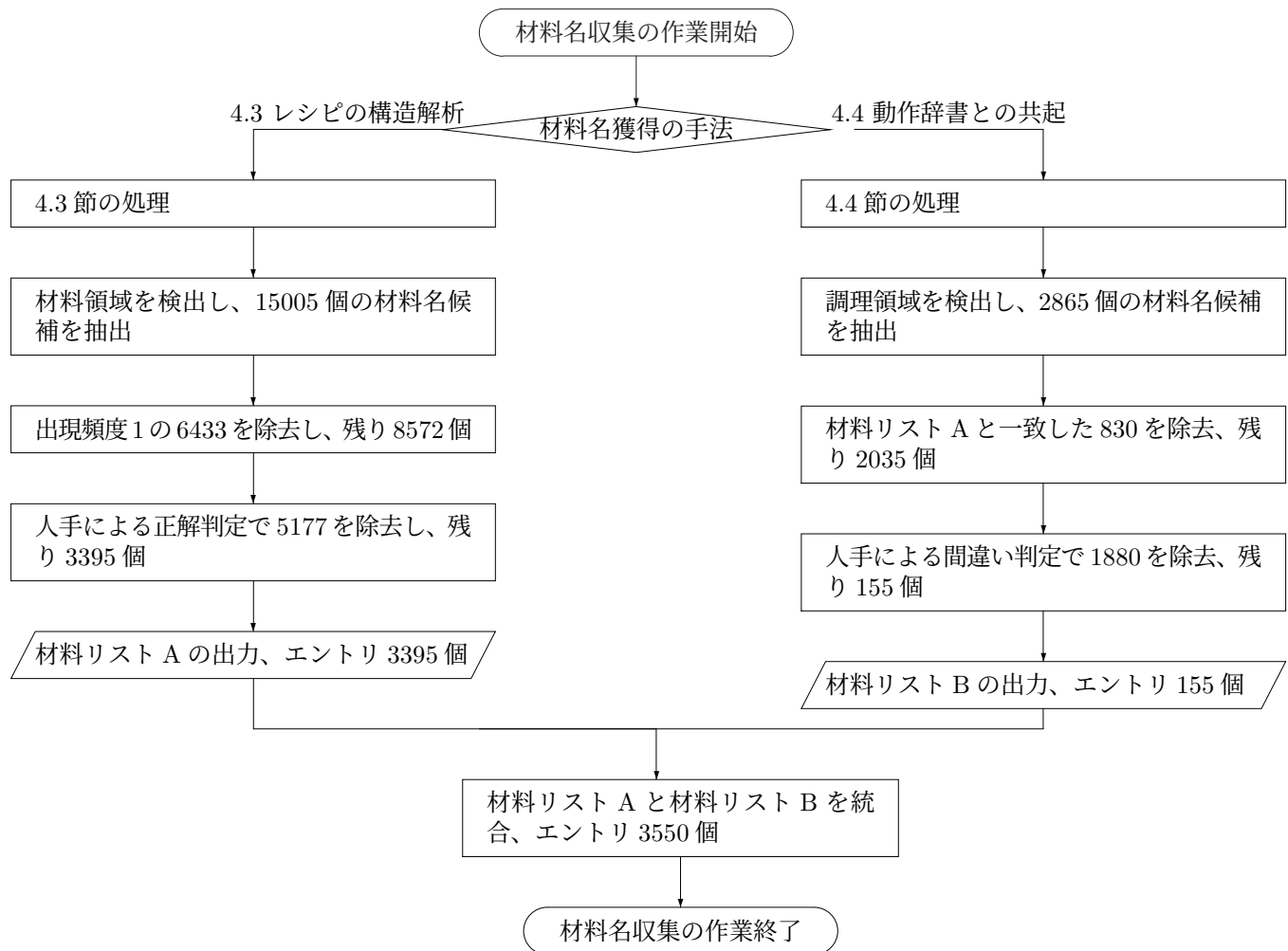


図 4.5: 材料リストの作成手順

第5章 属性の獲得

本章では、材料名の属性を自動的に付与する手法について検討する。属性は種類、形状、種の有無、皮の有無、芯の有無の5つであり、これらを自動的に付与する手法を以下に述べる。

5.1 種類の付与

本節では、材料の種類を獲得するための手法について解説する。

5.1.1 シソーラスを用いる手法

本研究では、3章で述べたように、材料の種類は以下の8つのいずれかと定義した。

vegetable(野菜)、mushroom(茸類)、fruit(果物)、meat(肉)
fish(魚)、shellfish(貝)、seafood(タコなどの海産物)、condiment(調味料)

材料を上記8つの種類に分類するための手続きを検討した結果、シソーラスを用いる手法を考案した。シソーラスに定義されている意味クラスの中には、材料の種類が同じという観点で定義されたものもあるからである。

本研究では、シソーラスとして日本語語彙大系 [21] を用いることにする。8つの材料の種類に対して、それぞれ対応すると思われる日本語語彙大系の意味クラスを調査した。その結果、表5.1のような材料の種類と意味クラスの対応関係が得られた。材料名が表5.1のいずれかの意味クラスに属している場合には、それに対応する種類を自動的に付与する。

5.1.2 キーワードを用いる手法

前項では、シソーラスを用いた種類の付与について述べたが、意味クラスの単語をそのまま用いただけでは、多くの材料に対して種類を決めることはできない。そのため、シソーラスによって種類を付与するだけでなく、他の手法も検討した。

材料リストの中には、材料名の部分文字列が材料の種類を表すものもある。例えば、「小松菜」や「ちんげん菜」や「野沢菜」といった材料名は、「菜」という共通のキーワードをもっている。そして、このキーワードをもつ材料名の種類は vegetable になる可能性が

表 5.1: 材料の種類と意味クラスの対応

種類	ノード番号と意味クラス名
vegetable	0677 作物、0688 芽、0678 草花、0841 野菜
mushroom	0684 きのこと
fruit	0674 果樹、0854 果物
meat	0843 肉・卵
fish	0543 魚、0842 魚介類
shellfish	0546 貝
seafood	0546 たこ・いか・えび・かに、054 うに・くらげ、0679 水草
condiment	0846 調味料

高い。このような観察から、材料名の部分文字列は種類を付与するためのキーワードとして活用できる見込みが得られた。したがって、材料の種類を付与できる材料の数を増やすために、材料名内のキーワードを手掛かりとして材料に種類を付与する。

前節で作成した材料リストを調査した結果、材料の種類とキーワードの対応関係が表 5.2 のように得られた。材料名が表 5.2 に記載されたキーワードのいずれかを含む場合には、それに対応する種類を自動的に付与する。

5.1.3 実験

5.1.1 項の手法を評価するため実験を行った。その結果を表 5.3 に示す。3550 個の材料のうち約 60 %にあたる 2141 個の材料に自動的に種類を付与した。一方、シソーラスとキーワードによる種類の付与では、誤った種類が付与されるケースはほとんどなかった。すなわち、シソーラスの意味クラスや材料名中のキーワードを用いる提案手法は、高い信頼度で材料の種類を付与していることがわかった。そのため、本論文においては、種類の付与に対する提案手法の精度はほぼ 100 %とみなす。

提案手法の課題としては、種類が未付与となっている約 40 %の材料に対して、材料の種類を付与できるようにすることが挙げられる。日本語語彙大系以外のシソーラスを利用し、種類を付与できる意味クラスを新たに導入したり、種類に対応するキーワードを新たに登録することで、種類を付与できる材料の割合を改善することができる。一方、材料によっては、本研究で定義した 8 つの材料の種類のいずれにも分類できないものもある。例えば、「カマンベールチーズ」・「パルメザンチーズ」・「いちごヨーグルト」・「プレーンヨーグルト」のような乳製品や、「食パン」・「ロールパン」のようなパン製品などは、8 つの種類のいずれにも分類できない。このような材料が材料辞書を構成する材料リストに含まれていることも、種類を付与できない材料数の増加の原因となっている。したがって、

表 5.2: 材料の種類を示唆するキーワード

キーワード	登録数		種類
草、くさ、クサ、花、はな、ハナ、菜、胡麻、ごま、ゴマ、豆、まめ、マメ、葉、根、こん、コン	17	→	vegetable
茸、きのこ、キノコ、たけ、タケ、だけ、ダケ	7	→	mushroom
果、樹、じゅ、ジュ	4	→	fruit
肉、ニク、にく、牛、うし、ウシ、ぎゅう、ギュウ、豚、ぶた、ブタ、とん、トン、鶏、とり、トリ、にわとり、ニワトリ、けい、ケイ、鳥、卵、たまご、タマゴ、ソーセージ、ソーセージ、ういんなー、ウィンナー、はむ、ハム	19	→	meat
魚、さかな、サカナ、うお、ウオ、ぎょ、ギョ	7	→	fish
貝、かい、カイ	3	→	shellfish
蛸、たこ、タコ、烏賊、いか、イカ、海老、えび、エビ、蟹、かに、カニ、雲丹、海胆、うに、ウニ、海苔、のり、ノリ	20	→	seafood
料、りょう、リョウ、じゃむ、ジャム、ピュレ、シロップ、醤油、しょうゆ、ショウユ、出し、だし、ダシ、酒、さけ、サケ、しゅ、シュ、粉、こな、コナ、ふん、フン、汁、しる、シル、じる、ジル、つゆ、たれ、タレ、だれ、ダレ、酢、液、えき、エキ、味噌、みそ、ミソ、ソーす、ソース、ペーすと、ペースト、エッセンス、クリーム、パウダー、オイル、バター、油、ドレッシング、ブイヨン、リキュール、シュガー、ぺっぱー、ペッパー、合わせ、あわせ、胡椒、こしょう、コショウ、ビール、ワイン、水	61	→	condient
合計	158	-	-

種類の定義を見直して、新しいカテゴリを追加する必要がある。

表 5.3: 種類の付与に関する実験

材料数	種類が付与された材料数
3550	2141

5.2 形状の付与

本節では、材料の形状を獲得するための手法について解説する。なお、3章で述べたように、材料の形状を表わす属性は以下の6つのいずれかである。

sphere(球)、cube(四角)、oval(楕円球状)
stick(棒状)、plate(平ら)、filiform(麺類)

5.2.1 提案手法

材料の形状を上記の6つのいずれかに分類する手続きを検討した結果、助数詞を用いる手法を考案した。材料を数える助数詞は材料の形状を表す手掛かりとなる。例えば、ごぼうやネギのような細長いものを数える際には「本」が用いられ、油揚げやはんぺんのような平らなものを数える際には「枚」が用いられる。そのため、6つの形状を表す助数詞を検討した。その結果、表5.4のような材料の形状と助数詞との対応関係が得られた。「本」、「枚」、「玉」はそれぞれ、stick、plate、filiformといった形状に一意に対応する。一方、sphere、cube、ovalについては、1対1に対応する助数詞を発見できなかった。しかし、これらの形状を持つ材料は「個」によって数えられることが多いと予想した。したがって、「個」はsphere、cube、ovalのいずれかに該当すると定義した。

表 5.4: 助数詞と形状情報の対応

助数詞	形状
本 →	stick
枚 →	plate
玉 →	filiform
個 →	(sphere cube oval)

次に、材料名と助数詞の共起関係を取り出し、助数詞と対応する形状を材料に付与するための手法を提案し実装する。なお、材料と助数詞の組は、レシピページにおける材料領域から取り出すことが適切であるので、4.3節で述べたレシピページから材料領域を検出する手法を再び用いる。

後述の1. では材料領域の開始位置の検出、2. では材料領域の終了位置の検出、3. では助数詞の組の抽出、4. では材料と助数詞の共起頻度表の作成、5. では材料の形状の決定に関して述べる。

1. 材料領域の開始位置の検出

4.3 節と同様の処理で、材料領域の開始位置を検出する。

2. 材料領域の終了位置の検出

4.3 節と同様の処理で、材料領域の終了位置を検出する。

3. 助数詞の組の抽出

材料領域内で表 5.5 のパターンマッチを試みる。(a.) は材料名と数量表現が別々のタグ内にあるパターン、(b.) は材料名と数量表現が同一タグ内に 1 組だけ存在するパターン、(c.) は材料名と数量表現が同一タグ内に複数組あるパターンの条件をまとめた。なお、[材料] は前章で作成した材料リストの材料のいずれかとする。

表 5.5: 材料名と助数詞の組を抽出するパターン

	分類	材料名と助数詞を抽出する条件	例
(a.)	材料名と数量表現が別のタグにあるパターン	<code><td>[材料]</td> <td>[数字](本 枚 玉 個)</td></code>	<code><td>にんじん</td></code> <code><td>1 本</td></code>
(b.)	1 つの材料の材料名と数量表現が同一のタグにあるパターン	<code><td>[材料]([記号][空白]) [数字](本 枚 玉 個)</td></code>	<code><td>にんじん1 本</td></code>
(c.)	全材料の材料名と数量表現が同一のタグにあるパターン	<code>[材料]([記号][空白])[数字](本 枚 玉 個)、[材料]([記号][空白])[数字](本 枚 玉 個)…</code>	<code><td>にんじん1 本、 じゃがいも1 個…</td></code>

4. 頻度表の作成

3. の処理を繰り返し、各材料に対する助数詞の共起頻度を数えて、表 5.6 のような共起頻度の表を作成する。

表 5.6: 助数詞の共起頻度の表

材料	本	枚	玉	個
にんじん	121	4	0	2
じゃがいも	0	0	0	112
しいたけ	0	47	0	4
...				

5. 形状の決定

それぞれの材料に対し、4つの助数詞のうち最も共起頻度が高く、かつ頻度が3以上の助数詞を1つ選択し、その助数詞に対応する形状を属性として付与する。表5.6で示すように、(a.)ではにんじんが「本」と数えられた頻度が121、(b.)ではじゃがいもが「個」と数えられた頻度が112、(c.)ではしいたけが「枚」と数えられた頻度が47であり、それぞれで最も共起頻度が高い。これらの助数詞に対応している形状(表5.4)を材料に付与する。ただし、最も共起頻度が高い助数詞が2つ以上存在する材料に対しては形状を付与しない。これは、2つ以上の助数詞と同じくらいよく共起する材料はその形状が断定できないので、材料名の形状を付与しない方がよいと判断したためである。

5.2.2 予備実験

5.2.1項の手法を評価するために、レシピコーパス R_1 を対象とした予備実験を行った。各助数詞に対し、パターンマッチに成功した回数(材料ののべ数)、重複する材料を1つと数えた異なり数、頻度2以下の材料を除去した材料数を表5.7に示す。また、頻度3以上の材料に対し、人手で正解判定を行い、精度を計算した。ここでは材料と助数詞の対応関係がどれだけ正しく取れているかを評価するため、「個」に対応する材料については、その形状が sphere か oval か cube のいずれかなら正解とした。

表 5.7: 形状の付与に関する予備実験

	助数詞	パターンマッチ 成功数 (のべ数)	材料の 異なり数	低頻度除去後	正解数	誤り数	精度
(a.)	個	1289	181	62	50	12	80.6 %
(b.)	本	857	130	50	46	4	92.0 %
(c.)	枚	1225	130	50	37	13	74.0 %
(d.)	玉	14	8	1	1	0	100 %
(e.)	全体	-	-	163	135	29	82.8 %

表5.7に結果を示したように、(a.)「個」に関しては、収集した材料名候補62個のうち50個が正解となり、精度は80.6%であった。(b.)「本」に関しては、収集した材料名候補50個のうち46個が正解となり、精度は92.0%であった。(c.)「枚」に関しては、収集した材料名候補50個のうち37個が正解となり、精度は74.0%であった。(d.)「玉」に関しては、収集した材料名候補1個のうち1個が正解となり、精度は100%であった。(e.)全

体の精度は、82.8 %であった。助数詞によって値が多少異なるが、どの助数詞でも十分な精度が得られたと言える。

一方、形状を判定できた材料はかなり少ない。その原因としては、提案手法の問題点とコーパスの問題点がある。提案手法の問題点としては、表 5.4 のパターンマッチに成功する回数が少ないという点が挙げる。より多くの材料に対して形状の情報を付与するためには、パターンを増やす必要がある。また、材料領域の検出に失敗している点も問題点として挙げられる。したがって、表 4.1 の材料領域の開始位置の検出パターンを増やす必要もある。コーパスの問題点としては、レシピコーパス R_1 の中に非レシピページが含まれるという点がある。レシピコーパス R_1 は料理サイトのトップページから階層的に収集したものであるため、料理用語集、Q&A、書籍の紹介、掲示板などのレシピでないページも多く含まれている。また、じゃがいもやにんじんなどの代表的な材料名は多く出現するが、非代表的な材料名はあまり出現しない点も挙げられる。そのため、レシピページがないページをレシピコーパスから除いたり、非代表的な材料名を掲載したページを収集することが必要となる。

5.3 構成要素の有無の判定

本節では、材料の構成要素の有無に関する属性値を獲得するための手法について解説する。

5.3.1 提案手法

材料の構成要素とは、ここでは種と皮と芯のことであり、材料辞書内には構成要素の有無を判定した結果を属性値として登録する。構成要素の有無を判定する手法を検討した結果、レシピ文の係り受け解析結果に対するパターンマッチによる手法を考案した。1つの文で材料と構成要素が表記されていれば、その材料名はその構成要素を持つと推測できる。そのため、材料が種、皮、芯といった構成要素を持つことが明示されている文をパターンマッチによって検出することを考える。

以下の手順で、材料が構成要素を持つと判定できるパターンマッチの条件を検討した。

1. 種、皮、芯を文節の主辞とする文をコーパスから抽出
2. 抽出された文を人手で解析し、多く現れるパターンを分析

上記の処理により、表 5.8 のパターンが構成要素の有無の判定に有効と判断した。表 5.8 において、「(名詞 | 未知語)」の部分が材料に対応する。(a.) では「梅干の種」、「レモンの皮」、「白菜の芯」、(b.) では「種を除いた唐辛子」、「皮を取ったトマト」、(c.) では「梅干は種を取り」、「ゴボウは皮を取って」といった文章から、材料と構成要素の組を抽出する。

表 5.8: 構成要素の情報を獲得するためのパターンマッチ

(a.)	(名詞 未知語) の	→	(種 皮 芯)
(b.)	(種 皮 芯) を	→	(取る 除く) → (名詞 未知語)
(c.)	(名詞 未知語) は	→	(種 皮 芯) を → (取る 除く)

※「→」は係り受け関係を表わす。

材料に対する構成要素の有無を判定するアルゴリズムの詳細を以下に示す。1. では構成要素の検出、2. では材料名の検出、3. では構成要素の判定について述べる。

1. 構成要素の検出

レシピページ中の文を cabocha で解析し、文節の主辞が「種」または「皮」または「芯」かどうかを判定する。文節の主辞が「種」または「皮」または「芯」であれば、材料名の構成要素に関する情報を持つ可能性があると判断し、材料名を取得するために 2. の処理へ移る。

2. 材料名の検出

「種」または「皮」または「芯」を含む文が表 5.8 のパターンとマッチする場合、名詞または未知語を材料名候補として抽出する。また、マッチに成功した材料名候補と構成要素の共起頻度を数える。

3. 構成要素の判定

各材料に対し、共起頻度が 3 以上の材料はその構成要素を持つと判定する。共起頻度が 2 以下の材料は、それが構成要素を持つ十分な証拠が得られていないと判断する。

5.3.2 評価実験

5.3.1 項の手法を評価するために、レシピコーパス R_1 を対象にした予備実験を行った。

まず、パタンの有効性に関する実験について述べる。表 5.8 の各パターンごとのマッチングの成功数と全体に対する割合を表 5.9 に示す。構成要素を検出した総数 4556 のうち、表 5.8(a.) のパターンによるでのマッチ数が 4132 個で全体の 90.7 % となり、表 5.8(b.) のパターンによるマッチ数が 294 個で全体の 6.5 % となり、表 5.8(c.) のパターンによるマッチ数が 130 個で全体の 2.8 % となった。これより、レシピコーパス内では (a.) のパターンが頻繁に出現し、このパターン条件が最も有効であることが判明した。

表 5.9: パタンマッチに成功した回数

パターン	出現数
表 5.8 の (a.)	4132 [90.7 %]
表 5.8 の (b.)	294 [6.5 %]
表 5.8 の (c.)	130 [2.8 %]
-	4556 [100.0 %]

次に、材料に付与された構成要素の有無に関する属性の正解率を評価した。評価基準は以下の 3 つである。

- 精度 1

材料の構成要素が実際にあるかないかで自動付与された属性の正しさを判定したときの精度。また、この基準によって正解と判定された材料の数を正解数 1 とする。

- 精度 2

提案手法で抽出した材料数の中から、動作辞書に属性値を登録すべきかどうかで自動付与された属性の正しさを判定したときの精度。また、この基準によって正解と判定された材料の数を正解数 2 とする。例として、トマトには種があるが、トマト

の種を取り除いて調理するといった場面はあまり目にしない。したがって、トマトは実際には種が有るが、アニメーション生成の観点から、種がないと材料辞書に記載すべきである。

まずは精度 1 による評価結果を表 5.10 に示す。各構成要素ごとのパターンマッチ成功数 (のべ数)、パターンマッチに成功した材料の異なり数出現頻度が 2 以下の材料を削除した後の材料数、正解数 1、精度 1 をそれぞれ表 5.10 に示す。(a.) 種があると正しく判定された材料数は 20 個で、精度が 74.0 % であった。(b.) 皮があると正しく判定された材料数は 60 個で、精度が 61.7 % であった。(c.) 芯があると正しく判定された材料数は 8 個で、精度が 66.7 % であった。(d.) 全体の精度が 64.7 % であった。

表 5.10: 構成要素の判定に関する評価 (精度 1)

		のべ数	異なり数	頻度 2 以下の除去後	正解数 1	精度 1
(a.)	種	653	101	27	20	74.0 %
(b.)	皮	3664	247	97	60	61.7 %
(c.)	芯	239	32	12	8	66.7 %
(d.)	全体	-	-	136	88	64.7 %

次に、精度 2 による評価結果を表 5.11 に示す。(a.) 種があると材料辞書に記載すべきであると正しく判定された材料数は 16 個で、精度が 59.2 % であった。(b.) 皮の場合の正解数は 60 個で、精度が 57.7 % であった。(c.) 芯の場合の正解数は 8 個で、精度が 50.0 % であった。(d.) 全体の精度が 57.4 % であった。

表 5.11: 構成要素の判定に関する評価 (精度 2)

		頻度 2 以下の除去後	正解数 2	精度 3
(a.)	種	27	16	59.2 %
(b.)	皮	97	56	57.7 %
(c.)	芯	12	6	50.0 %
(d.)	全体	136	78	57.4 %

構成要素の有無に関する属性を付与できた材料の数は少ない。この原因は、前節の手法と同様に、表 5.8 のパターンマッチに成功する回数が少ない点、レシピコーパス R_1 の中に非レシピページが多いという点、非代表的な材料名はあまり出現しない点などが挙げられる。

5.4 材料リストに対する属性の付与

4節で作成した3550の材料からなる材料リストに対し、材料の属性を自動的に付与する評価実験を行った。形状ならびに構成要素の有無の情報はレシピコーパス R_2 から獲得した。表5.12はそれぞれの属性値を獲得できた材料数を表している。

表 5.12: 材料の属性の自動獲得

材料数	種類	形状	構成要素		
			種	皮	芯
3550	2141	294	51	150	18

- 種類の付与に関する評価と考察
種類が付与された材料数は2141個であった。この実験結果については、5.1.2項で考察した。
- 形状の付与に関する評価と考察
3550個のうち294個の材料名に対して自動的に形状を付与している。形状を付与された材料数はかなり少なかった。この原因としては、非代表的な材料名がコーパス中に出現しにくく、助数詞との共起情報を十分に得られないことなどが挙げられる。
- 構成要素の判定に関する評価と考察
種が付与された材料が51個、皮が付与された材料が150個、芯が付与された材料が14個となった。この手法も形状を付与する手法と同様に、非代表的な材料名がコーパス中に出現しにくく、構成要素との共起情報が十分に得られなかった。そのため、構成要素があると判定された材料の数は少なかった。

5.5 異表記への対応

前節で述べたように、属性が付与された材料の数は十分とは言えない。ここでは、材料名の表記を手掛かりに、より多くの材料に対して属性値を定義する方法を検討する。4節で構築した材料リストの中には、異表記で同じ材料を表すものが含まれる。例えば、「あゆ」と「鮎」、「のり」と「海苔」などは同じ材料名を表すとみなせる。材料辞書を構築する際、このような異表記で表現された材料名はひとつのエントリとして統合した方が望ましい。また、異表記の材料名を統合することによって、属性が付与できなかった材料に対して、その異表記の材料名に付与された属性を補完できる可能性がある。

異表記の材料を発見し、それらを1つのエントリとして結合する最も簡単な方法は、読みが同じ材料を見つけることである。材料リストを形態素解析して読みが同じものは同

じ材料を表すとみなすと、表 5.13 のような結果となった。異表記を統合する前のエントリ数は (a.) の 3550 であるが、異表記を統合した後のエントリ数は (b.) の 2837 となった。また、異表記をもつ材料数は 506 個となった (表 5.13(b1.))。この 506 個の材料は各々の異表記の材料の中で属性を共有できるので、属性が付与された材料の割合を高めることができる。

表 5.13: 異表記の統合に関する評価

(a.)	異表記統合前の材料数	3550
(b.)	異表記統合後の材料数	2837
(b1.)	異表記を持つ材料数	506
(b2.)	異表記を持たない材料数	2331

5.6 共通の属性を持つ材料の発見

「キャベツ」と「紫キャベツ」、「胡麻」と「黒胡麻」など、名前が類似した材料には同じ属性を持つ場合がある。このような同じ属性を持つ材料の組を自動的に発見できれば、材料の属性を新たに付与できる可能性がある。ここでは、以下の 2 つの条件を満たす材料のグループは同じ属性を持つと仮定する。

- 末尾の 2 文字以上の文字列が同一
- 末尾の文字が漢字

上記の条件を満たす材料のグループを調査したところ、394 グループが作成され、グループに属する材料の総数は 2075 個であった。つまり、1 グループ当たり約 5 つの材料が含まれる。これらの材料については、他の材料の属性が獲得されていなくても、共通の属性を持つとみなせるグループ内の他の材料に属性が付与されていれば、その属性を自身の属性として獲得できる。ただし、上記で発見された材料のグループが常に同じ属性を持つとは限らない。例えば、「カイワレ大根」と「大根」の末尾 2 文字は同じであり、種類と構成要素も同じである。しかし、形状は異なっている。したがって、上記の条件とマッチした場合に、全ての属性値を共有できるという訳ではない。材料リストから同じ属性を持つ材料のグループを発見する方法については更なる検討が必要である。

第6章 おわりに

6.1 本研究のまとめ

本研究では、料理レシピ中の調理動作をアニメーションで再現するシステムの構築を目指し、そのための基礎知識として、大規模な材料辞書を構築する手法について述べた。以下に本研究についてまとめる。

材料名の獲得

材料辞書は調理アニメーションを生成するための知識源である。将来的に、材料辞書は動作辞書との併用によって料理動作のアニメーションの生成に利用される。多様なレシピ文に対して適切なアニメーションを生成するためには、材料辞書に多くの材料と材料に関する属性を登録する必要がある。そのため、ウェブのレシピページから材料名を網羅的に収集した。材料名の出現領域は主に2つに分けられるので、各々の領域から材料名を抽出するための手法を提案した。

- 材料領域から材料名を取得するために、レシピ文の構造解析による手法を提案し実装した。その結果、15005 個の材料名候補を収集することができた。低頻度である材料名候補を除去した後に人手による正解判定を行った結果、3395 個の材料名を収集することができた。
- 調理領域から材料名を取得するために、動作表現と共起する材料を抽出する手法を提案して実装した。その結果、2865 個の材料名候補を収集することができた。上記で収集した 3395 個の材料名と重複する材料を除去した後、人手で判定を行い、新たに 155 個の材料名を収集することができた。

上記で収集した材料名をまとめると、3350 個の材料名が得られた。これにより、ウェブのレシピ文から大量に材料名を収集することができたと言える。本研究では 97205 のレシピページを対象に材料名を収集したが、解析対象のレシピコーパスを増加させることにより、さらに多くの材料名が収集できると考えられる。

属性値の付与

調理アニメーションを生成する際に、ユーザの入力したレシピ文内での動作表現と材料名を参照しただけでは、一意にアニメーションを決定することができない。一意なアニメーションの決定には材料の属性値が必要となる。そのため、本研究では、材料の属性値を自動的に付与する手法を提案した。なお、属性値は種類、形状、種の有無、皮の有無、芯の有無の5つとした。

- 種類の付与

日本語語彙大系における意味クラスとキーワードによって種類を自動的に付与する手法を提案し実装した。その結果、3550 個の材料のうち、2141 の材料に種類を付与することができた。すなわち、全材料の約 60 % に対して属性値が得られた。

- 形状の付与

形状を自動的に付与するために、助数詞との共起を手掛かりに形状を自動的に付与する手法を提案し実装した。その結果、3550 個のうち、294 個の材料名に種類を付与することができた。

- 構成要素の付与

パターンマッチによって構成要素の有無を自動的に判定する手法を提案して実装した。その結果、3550 個のうち、種が付与された材料が 51 種類、皮が付与された材料が 150 種類、芯が付与された材料が 14 種類となった。

異表記の統合

構築した材料辞書内には、同じものを指す材料名が複数のエントリで登録されている。このような異表記の問題を解決するために、読みが同じ材料をまとめる手法を試みた。その結果、3550 個のうち約 20 % にあたる 713 個は異表記として検出できた。

類似材料からの属性値の獲得

材料に付与された属性値が少なかったため、末尾の共通する材料名同士を同類とみなして属性値を共有する手法により、新たに属性値を獲得することを検討した。その結果、2075 個の材料に対して 394 の同類グループを作成することがわかった。

6.2 今後の課題

本研究の課題は以下の通りである。

全材料に対する属性値の付与

より多くの材料に対して属性を付与する新しい手法を提案する必要がある。形状の属性に関しては、文章中での材料名と助数詞との共起頻度が少なく、テキストだけで属性値を取得するのは困難であるかもしれない。また、材料辞書の構築において

は人手による作業が必須である。そのため、この労力をいかに軽減できるかといった観点で、効率のよい手法を検討すべきである。

異表記の統合

現在のところ、検討しているのは読みを考慮した手法だけである。「じゃがいも」と「ばれいしょ」や「唐辛子」と「鷹の爪」など、別のタイプの異表記の結合も検討すべきである。

謝辞

本研究を進めるにあたり、北陸先端科学技術大学院大学・自然言語処理学講座の島津明教授、白井清昭准教授、中村誠助教授には様々な御指導して頂き、大変お世話になりました。また、自然言語処理学講座の諸先輩方、同期生、後輩の皆様方には研究に関する助言をして頂きました。お世話になった皆様に心から御礼を申し上げます。

参考文献

- [1] 大川寛志. 料理レシピに含まれる動作表現からの調理アニメーション生成に関する研究. 北陸先端科学技術大学院大学 修士論文 2005.
- [2] 白井清昭, 大川寛志. アニメーション生成のための料理動作辞書の構築. 情報処理学会自然言語処理研究会 SIGNL-164-21, pp.123-128, 2004
- [3] Kiyoaki Shirai, Hiroshi Oookawa. Compiling a lexicon of cooking actions for animation generation. Proceedings of the COLING/ACL on Main conference poster sessions, 2006.
- [4] 浜田玲子, 井出一郎, 坂井修一, 田中英彦. 料理テキスト教材における調理手順の構造化. 電子情報通信学会論文誌 D- , Vol. J85-D-, No.1, pp.79-89 2002.
- [5] 西田悠介, 柴田知秀, 河原大輔, 岡本雅史, 黒橋禎夫, 西田豊明. 料理教示発話の構造解析. 言語処理学会第9回年次大会, pp.601-604, 2003.
- [6] 河原大輔, 黒橋禎夫. 用言と直前の格要素の組を単位とする格フレームの自動構築. 自然言語処理, Vol.9, No.1, pp.3-19, 2002.
- [7] 植松秀樹. レシピ文からの3 DCG 調理画像生成システムの開発. 北陸先端科学技術大学院大学 修士論文, Feb. 2001.
- [8] 植松秀樹, 島津明, 奥村学. レシピ文からの3 DCG 調理画像生成. 人工知能学会 言語・音声理解と対話処理研究会, Vol.2001, No.33, SIG-SLUD-A102-2, Nov. 2001.
- [9] Hideki Uematsu, Aakira Shimazu, and Manabu Okumura. Generation of 3D CG Animations from Recipe Sentences. the sixth Natural Language Proceeding of Pacific Rim Symposium, pp.461-466, Nov. 2001.
- [10] 柴田知秀, 立木将人, 河原大輔, 岡本雅史, 黒橋禎夫, 西田豊明. 言語情報と映像情報の統合による教示発話の構造解析. 言語処理学会第10回年次大会, pp.532-535, 2004.
- [11] 柴田知秀, 黒橋禎夫. 料理教示発話の理解と作業構造の自動抽出. 情報処理学会 自然言語研究会, Vol.2004, No.108, SIG-NL-164-20, pp.117-122, Nov. 2004.

- [12] Tomohide Shibata, Sadao Kurohashi. Unsupervised Topic Identification by Integrating Linguistic and Visual Information Based on Hidden Markov Models Proceedings of The Joint 21st International Conference on Computational Linguistics and 44th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (COLING/ACL2006, poster), pp.755-762.
- [13] Kimberly Tee, Karyn Moffatt, Leah Findater, Eve MacGregor, Joanna McGrenere, Barbara Purves, Sidney S. Fels. A Visual Recipe Book for Persons with Language Impairments. Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing system, 2005, pp.501-510.
- [14] 熱田陽子. 野菜の切り方 BOOK 究極のシンプル野菜全 167 点. 集英社, Mar. 2004.
- [15] 藤野嘉子. 新・料理の基本. SS コミュニケーションズ, Sep. 2003.
- [16] 高城順子, 検見崎聡美. HOMEPALE DELUXE スタンダードクッキング 料理の基本 知恵・技・レシピ. 小学館, Jul. 2004.
- [17] 新里圭司, 黒橋禎夫. 検索エンジン基盤 TSUBAKI. 京都大学 黒橋研究室.
- [18] 田村 雅樹, 白井清昭. 語義の曖昧性を考慮した WWW 関連リンク集の自動生成. 第 12 回言語処理学会年次大会, pp. 931-934, 2006.
- [19] 工藤拓, 松本祐治. 日本語係り受け解析器 cabocha version 0.53. 奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 2005.
- [20] 松本裕治, 高岡一馬, 松田寛浅原正幸, 日本語形態素解析システム chasen version 2.2.3. 奈良先端科学技術大学院大学 松本研究室 2003.
- [21] 永田昌明, 天野 成昭, 秋葉泰弘, 鈴木敏, 吉田仙, 平博順, 藤田早苗, 小林哲生, 麦谷綾子, Franklin Chang. 日本語語彙大系. 日本電信電話株式会社 コミュニケーション科学基礎研究所 1999.