

Cooking Scenario -レシピの Scenario 化とその応用-

高野 哲郎[†] 上島 紳一[†]

料理のレシピは、ある料理を作るために必要な材料とその調理方法について書かれている文書である。しかし料理初心者にとって、レシピは十分な情報を与えているとは言えない。また、時間進行に応じた状況の把握や常識的な知識を前提としているため、字面のみの情報では不足しており、各工程が推測しにくい。レシピは一定の記述形式で構成されていることが多く、また、基本的に料理はレシピに書かれている順に調理を行わなければならないなどの特徴を持つ。本稿では、これらのレシピの特徴に着目し、レシピの構造化手法を提案する。本手法の特徴は、従来の半構造化文書の構造解析や意味付けに加えて情報補完を行う点、時間経過に伴い変化していく材料の状態を表現できる変数を導入して用いる点などがある。本手法により構造化を行った文書を Cooking Scenario と呼ぶ。我々は、Scenario 通りに実行をすると料理のシミュレートが行える情報システムの実現を目指している。

Cooking Scenario -Cooking support system used Cooking Scenario-

TETSURO TAKANO[†] and SHINICHI UESHIMA[†]

Recipe is a document which gives the materials and cooking instructions for preparing a dish. It, however, does not give a novice enough information for cooking, and more over presumes him/her an ability to understand situation and common understandings in each stage of cooking. In general recipe has common writing style, and writes instructions to do in order. In this paper we focus on these features, introduce *Cooking Scenario*, and propose a method for structuring recipes to this scenario when they are given as WEB documents. Our approach has the following features: (1) information supplement as well as structure analysis of semistructured WEB documents and meaning handlings, (2) definition of progress variable to represent the state of materials at each stage. Our final goal is to construct an information system that simulates stage of cooking with this scenario.

1. はじめに

インターネットの普及に伴い、WEB 文書として様々なレシピが登場している。料理のレシピは、ある料理を作るために必要な材料とその調理方法について書かれている文書である。しかし、レシピは簡潔に書かれているため、料理初心者にとって十分な情報を与えているとは言えない。また、時間進行に応じた状況の把握や常識的な知識を前提としているため、各工程が推測しにくい。このような点を解決することを目標として、我々は、Scenario 通りに実行をすると料理の

シミュレートが行える情報システムの実現を目指している。

レシピは一定の記述形式で構成されていることが多く、また、基本的に料理はレシピに書かれている順に調理を行わなければならないなどの特徴を持つ。本稿では、これらのレシピの特徴に着目し、レシピの構造化手法を提案する。まず、料理に十分な情報を記述できる枠組みとして Cooking Scenario を定義する。Cooking Scenario は、レシピに対して構造解析を行い、抽出できた情報を意味付けし、さらに不足している情報の補完を行った文書を指している。

これにより料理の工程に表われるオブジェクトを明示的に表現し、時間経過に伴う材料の変化、同じ単語で表現される材料の区別などが容易になる。また、従

[†] 関西大学大学院総合情報学研究科
Graduate School of Informatics, Kansai University

来の半構造化文書の構造解析や意味付けに加えてレシピの字面上に現れない情報を補完することで、調理器具の指定、調理場所などの調理工程での状況の把握が容易になる。

これまで内容が類似して定型的な HTML 文書から XML 文書への変換技術に関する研究¹⁾や、マルチメディア料理教材の統合を目指したレシピの構造化に関する研究²⁾などが行われている。しかし、これらの手法ではレシピの構造解析とその意味付けは行っているが、レシピが持つ文字列が明示的に与える情報のみしか扱うことができない。また、不足した情報を補ったり時間の経過に伴うオブジェクトの取り扱いを行っていないため、状況を把握しにくい。

2. で料理におけるシナリオとして Cooking Scenario について紹介する。3. では Cooking Scenario の生成とそれに必要なレシピの分析について述べ、4. でレシピの文書に欠けている情報の補完を行う。最後に 5. でまとめとする。

2. Cooking Scenario

2.1 Cooking Scenario とは

図 1 に Cooking Scenario の構成を示す。Cooking Scenario は、料理名、材料に関して書かれている材料部、調理の手順について書かれている工程部から構成されている。Cooking Scenario の作成には、3. に示すレシピの構造解析を行い、材料部と工程部に分けて意味付けを行う。さらに、レシピには手順の動作に関する記述しかされていない場合が多く、字面上ではその他の情報が不足している。このため、これらの処理に加えて、4. で示す不足している情報を補う処理が必要となる。つまり Cooking Scenario は、レシピから構造抽出、解析、意味付け、情報補完などの構造化を行って生成される構造化文書である。料理をシミュレートすることを目的とするため、Cooking Scenario は人間のみならず、機械がこれを理解して実行できる形式とする。

本構造化の特徴を以下に示す。

- 半構造化文書の字面以上の情報の補完
- 時間経過に伴い変化する材料の状態を表現する
- 機械が実行可能な形式を生成する

2.2 Cooking Schema

レシピの工程部では、調理の基本となる作業単位から構成されている。各作業単位では以下の内容について複数の文で書かれている。

”どの材料を使い (A)、どの器具に入れて (C)、場所はどこで (B)、どの道具を使い (D)、どれだけの時

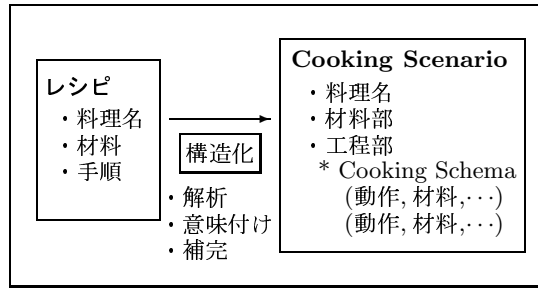


図 1 レシピの構造化と Cooking Scenario の構成

Cooking Schema

”Do A How B in/on C with D for E.”

要素名	説明	具体例
Do	動作内容	切る, 焼く
A	工程で扱う材料	卵, 塩
How	修飾語	少し固めに
B	調理を行う場所	調理台, コンロ
C	調理器具	まな板, ボウル
D	調理道具	包丁, 箸
E	時間, 条件	3分, 色づいたら

図 2 Cooking Schema の例

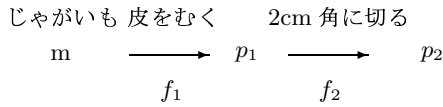
間・どのタイミングで (E)、何をどのように (How) するのか (Do)”

上記は図 2 のように一定のテンプレートにまとめられる。上記のテンプレートを”Cooking Schema”と呼び、Cooking Scenario 中の工程部に記述する。工程部はこのテンプレートを繰り返すことで構成されている。

2.3 経過変数

調理工程はレシピに書かれている順に前から後ろへ進む。初めに準備された材料は、次々と加工され、最終的に目的とする料理に変化する。工程部に書かれた材料名は、たとえ同じ名前であっても別のものを指している場合がある。このため、材料の様子や処理全体の流れを把握する目的で経過変数を導入する。つまり経過変数とは任意の処理結果を変数に格納する仕組みをいう。

[例 1] 「じゃがいもは皮をむいて、2cm 角に切ります。」という工程について考える。初めの動作で「皮をむく」じゃがいもは、調理開始前に用意されたままのじゃがいもである。「2cm 角に切る」時のじゃがいもは、初めに準備されたものではなく、直前の動作によって加工されたじゃがいも、つまり「皮をむいた」



経過変数

$p_1(=f_1(m))$: 皮をむいたじゃがいも
 $p_2(=f_2(f_1(m)))$: p_1 を 2cm 角に切ったじゃがいも

図 3 経過変数の利用例

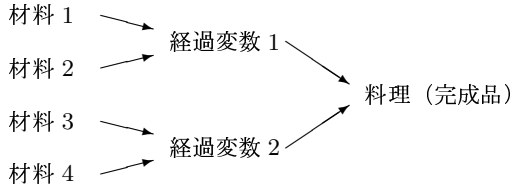


図 4 経過変数を利用した料理の展開

じゃがいもである。□

例 1 では、「じゃがいもは皮をむいて」という最初の動作で得られるものを経過変数 p_1 に代入し、次の「 2cm 角に切ります」という動作で使う材料は p_1 である。さらに、「 2cm 角に切った」じゃがいもを経過変数 p_2 に代入する。経過変数を使った各動作の流れを図 3 に示す。

このように、調理状況の進展具合、つまり加工されていく材料の様子を各時点で経過変数に代入する。これを Cooking Schema の材料の値として用いる。図 4 に経過変数を用いた材料から料理（完成品）への流れを示す。

3. Cooking Scenario の生成

3.1 レシピからの情報抽出

本節では、Web 文書として提供されているレシピを対象して Cooking Scenario を生成する手法について述べる。まず、レシピデータから料理名、材料、作り方についての情報を抽出する。

例として、図 5 に「かにクリームコロッケ」のレシピを示す。材料からは材料名と分量の組を抽出する。また、その材料で何人分の料理を作れるかが書かれていればそのデータも抽出する。作り方からは工程句ごとに文を抽出する。レシピではいくつかの段階にわけて調理工程が書かれている。これを工程句と呼ぶ。図 5 では がこれに相当する。

3.2 材料部の分析

3.1 で抽出した材料部について分析を行う。材料部の情報から原材料変数、材料名、数量、単位の 4 つの項目について分析する。

■料理名
かにクリームコロッケ

■材料（4人分）

かに缶詰	大 1 缶
じゃがいも	2 個
牛乳	1/2 カップ
小麦粉	大さじ 2
バター	大さじ 1
生クリーム	大さじ 2
顆粒コンソメ	小さじ 1/2
塩, こしょう, 小麦粉, とき卵, パン粉, 揚げ油	各適量

■作り方

牛乳と小麦粉を混ぜ、ラップをして電子レンジで 1 分 30 秒加熱し、熱いうちにバターと生クリーム、顆粒コンソメを加えて混ぜる。

じゃがいももラップに包んで電子レンジで約 5 分加熱し、熱いうちにに加え、つぶしながら混ぜていく。

かにの身を混ぜ、塩、こしょうで調味したら、直径 3cm のボールに丸め、小麦粉、とき卵、パン粉をつけて、 170°C の油で揚げる。

図 5 レシピの例

まず、材料毎の分量を明示する。図 5 の材料では「塩、… 揚げ油 各適量」のように、同じ分量の材料名はまとめられている。この部分を「塩 適量」…「揚げ油 適量」というように、各材料の分量を記述する。

次に、各材料の分量を数量と単位の 2 項目に分ける。例えばレシピに書かれている材料が 4 人前の分量の場合、2 人前の料理を作る場合には半分の量の材料を用意すべきである。このような計算を行えるように上記の 2 項目を調べる。

最後に、各材料に対して原材料変数を与える。原材料変数は調理前に準備された材料を示す。材料は調理工程を経て次々と加工されていく。この様子を把握するために調理前の材料と加工された材料を区別する。前者に原材料変数、後者に経過変数をそれぞれ用いる。この 2 種類の変数を利用することで各工程時の材料の状態を把握することができる。原材料変数は材料の書かれている順に m_1, m_2, m_3, \dots とする。表 1 に図 5 の「材料部」において上記の分析を行った結果を示す。

原材料変数	材料名	数量	単位
m1	かに缶詰	1	缶
m2	じゃがいも	2	個
m3	牛乳	1/2	カップ
m4	小麦粉	2	大きじ
m5	バター	1	大きじ
m6	生クリーム	2	大きじ
m7	顆粒コンソメ	1/2	小さじ
m8	塩	適量	
m9	こしょう	適量	
m10	とき卵	適量	
m11	パン粉	適量	
m12	揚げ油	適量	

表 1 材料部の分析の例

m3 と m4 混ぜ、ラップをして電子レンジで 1 分 30 秒加熱し、熱いうちに m5 と m6、m7 を加えて混ぜる。m2 もラップに包んで電子レンジで約 5 分加熱し、熱いうちに に加え、つぶしながら混ぜていく。m1 を混ぜ、m8、m9 で調味したら、直径 3cm のボールに丸め、m4、m10、m11 をつけて、170℃の m12 で揚げる。

図 6 材料名から変数への置換

3.3 工程部の分析

3.3.1 材料名から変数への置換

3.1 で抽出した工程部について分析を行う。各工程句から Cooking Schema に当てはまる情報を抽出する。まず初めに、工程句の中の材料名を原材料変数に変換する。工程を経ることで変化していく材料を把握するために、調理前の材料を原材料変数に置き換える。

工程の文書内に書かれている材料名が 3.2 にある材料名と完全に文字が一致しない場合でも、その材料に該当する変数名に置き換える。図 5 の材料には「かに缶詰」、作り方の には「かにの身」とそれぞれ書かれているが、これらは同じ材料を意味している。よって、3.2 で「かに缶詰」に原材料変数 m1 を与えたので、作り方の「かにの身」を m1 と変換する。図 5 の「工程部」に対して、上記の処理を行った結果を図 6 に示す。

3.3.2 工程句の形態素解析

次に、各工程句に対して形態素解析を行う。形態素解析には茶筌³⁾を使用する。工程句を入力文にして、表層語・基本形・品詞・活用を出力させる。一般的に Cooking Schema の要素である動作は動詞、場所・容器・道具は名詞であると考えられる。形態素解析は、

表層語	基本形	品詞	活用
m3	m3	未知語	
と	と	助詞-格助詞-一般	
m4	m4	未知語	
を	を	助詞-格助詞-一般	
混ぜ	混ぜる	動詞-自立	連用形
,	,	記号-読点	
ラップ	ラップ	名詞-一般	
を	を	助詞-格助詞-一般	
し	する	動詞-自立	連用形
て	て	助詞-接続助詞	
電子	電子	名詞-一般	
レンジ	レンジ	名詞-一般	
で	で	助詞-格助詞-一般	
1	1	名詞-数	
分	分	名詞-接尾-助数詞	
30	30	未知語	
秒	秒	名詞-一般	
加熱	加熱	名詞-サ変接続	
し	する	動詞-自立	連用形
,	,	記号-読点	

図 7 工程句の形態素解析

工程句の文中からこれらの要素を後で行う処理で抽出するための前処理として行う。

Cooking Schema の動作の値には動詞の基本形を代入する。動詞・助動詞の活用形についても後の処理で利用するので出力させる。形態素解析を行った結果の一部(図 5 中工程句の一部)を図 7 に示す。

3.3.3 単純工程句の作成

形態素解析後、工程句を単純工程句に分割する。工程句の中には複数の動作が含まれていることが多い。よって、工程を単一動作ごとの工程に細分化する。この細分化された工程を単純工程と呼ぶ。単純工程を動作の最小単位と定義し、工程は単純工程の集合体であるとする。

単純工程句の作成は、まず形態素解析後の工程句から品詞が動詞の語をリストアップする。その中で単一の工程の動作としてふさわしい言葉を単純工程句の動作とする。動作は必ずしも一単語でなくても構わない。工程句に「ラップをし」と書かれている場合、「ラップをする」までを動作とする。このように動作の中身がある程度分かる言葉で記述する。また、「つぶしながら混ぜていく」というような場合、「つぶしながら」は「混ぜる」の修飾語と解釈し、「混ぜる」のみを動作とする。

動作	連用形
混ぜる	○
ラップをする	○
加熱する	○
加える	○
混ぜる	×
つつむ	○
加熱する	○
加える	○
混ぜる	○
混ぜる	○
調味する	○
丸める	○
つける	○
揚げる	×

図 8 単純工程句

動作の値は動詞の基本形を代入する。工程句で「混ぜて」と書かれていても、基本形の「混ぜる」を代入する。またこの時、動詞もしくは同文節の助動詞の活用形が連用形の場合はそれを明記しておく。この処理の実用例を図 8 に示す。

3.3.4 Cooking Table の作成

次に、単純工程毎に Cooking Schema の要素となる情報を抽出する。この時に、抽出した情報を整理した表である Cooking Table を作成する。Cooking Table の例を表 2 に示す。

まず初めに、3.3.3 で作成した単純工程句の動作・連用形の値 (図 8) を代入する。次に、Cooking Table の項目にある経過変数を単純工程の数だけ用意する。経過変数の名前は“p” + “工程句の番号” + “-” + “単純工程句の番号”とする。

経過変数を準備後、レシピに書かれている文から Cooking Table を埋める。つまり、3.3.2 で行った形態素解析結果から表の該当部に言葉を埋める。各項目の埋め方は以下の通りにする。

・材料

単純工程句内の原材料変数を記述する。文書内の工程句番号は、その工程句の最後の動作の処理変数に変換する。図 6 の工程句の「熱いうちに に加え」を例に挙げると、文章中の「 」は前工程句 で加工済みの材料全体を示す。よって、単純工程「熱いうちに に加え」の材料の値には、工程句 の動作結果を示す経過変数“p1-5”を代入する。

また、動作によっては材料を 2 つ以上必要なものがある。例えば、工程句 にある「混ぜる」という動作

は、目的語を 2 つ以上持つ。しかし、ここでは「m1 を混ぜ」と混ぜる材料が 1 つしか書いていない。この場合、直前の動作で加工した材料をいっしょに混ぜていると解釈する。よって、この単純工程句の材料の値には“p2-4,m1”を代入する。

・修飾語

動作に関する修飾語を値として代入する。

・場所・器具・道具

各単純工程句に含まれる名詞を以下の項目に振り分ける。

場所：調理場の中で動作を行う場所、もしくは機械
器具：加工する材料を入れたり置いたり包んだりする物

道具：調理人が使う道具 (手の場合もある)

・時間

各単純工程句中の時間 (例：20 秒)、もしくはその動作を行う時間的条件 (例：きつね色になるまで) を値として代入する。助詞「から」「まで」を含む文節、助動詞「たら」(仮定) を含む文節などはこの項目に該当する。

これらの要素、特に場所・器具・道具に該当する言葉は数百数千語も存在しないと考えられる。そのため、事前に辞書を用意しておけば自動判別も可能であると考えられる。

4. 工程情報の補完

3.3.4 で作成した Cooking Table の情報は、図 2 を見てもわかるように不完全である。Cooking Table において、動作の値は工程を構成するにあたって不可欠な情報であるため、どの単純工程句にも値が存在する。しかし、動作以外の要素はレシピを読めば理解できるために明示されず、字面上では省略されている場合が多い。そこで Cooking Table で空値となっている部分の情報を補完する。3.3.4 で作成した Cooking Table に埋められている動作などの値から他の要素の値を推測する。以下に、Cooking Table の各項目の補完方法を記述する。

・材料が空値の場合

何らかの動作を行うということは、少なくとも 1 つ以上の材料を加工する。よって、どの単純工程句の材料においても空値は存在しないはずである。しかし、単純工程句で加工する材料は、文章中に明示的に書かれていない場合が多くある。

図 5 工程句 の文頭「牛乳と小麦粉を混ぜ、ラップをして…」を例に挙げる。この時、「混ぜる」材料は「牛乳」と「小麦粉」と書かれているが、「ラップをす

経過変数	動作	連用形	材料	修飾語	場所	器具	道具	時間
p1-1	混ぜる	○	m3,m4					
p1-2	ラップをする	○						
p1-3	加熱する	○			電子レンジ			1分30秒
p1-4	加える	○	m5,m6,m7					熱いうちに
p1-5	混ぜる	×						
p2-1	つつむ	○	m2			ラップ		
p2-2	加熱する	○			電子レンジ			約5分
p2-3	加える	○	p1-5					熱いうちに
p2-4	混ぜる	○						
p3-1	混ぜる	○	p2-4,m1					
p3-2	調味する	○	m8,m9					
p3-3	丸める	○						
p3-4	つける	○	m4,m10,m11					
p3-5	揚げる	×	m12					

表2 Cooking Table

経過変数	動作	連用形	材料	修飾語	場所	器具	道具	時間
p1-1	混ぜる	○	m3,m4	*1	調理台	ボウル	混ぜ棒	*3
p1-2	ラップをする	○	p1-1	*1	調理台	ラップ	手	*3
p1-3	加熱する	○	p1-2	*1	電子レンジ	ラップ	*2	1分30秒
p1-4	加える	○	p1-3,m5,m6,m7	*1	調理台	ボウル	手	熱いうちに
p1-5	混ぜる	×	p1-4	*1	調理台	ボウル	混ぜ棒	*3
p2-1	つつむ	○	m2	*1	調理台	ラップ	手	*3
p2-2	加熱する	○	p2-1	*1	電子レンジ	ラップ	*2	約5分
p2-3	加える	○	p1-5,p2-2	*1	調理台	ボウル	手	熱いうちに
p2-4	混ぜる	○	p2-3	つぶしながら	調理台	ボウル	混ぜ棒	*3
p3-1	混ぜる	○	p2-4,m1	*1	調理台	ボウル	混ぜ棒	*3
p3-2	調味する	○	p3-1,m8,m9	*1	調理台	ボウル	混ぜ棒	*3
p3-3	丸める	○	p3-2	*1	調理台	手	手	*3
p3-4	つける	○	p3-3,m4,m10,m11	*1	調理台	トレイ	手	*3
p3-5	揚げる	×	p3-4,m12	170℃の	コンロ	鍋	箸	*3

*1: 修飾語が空値 *2: 道具がいない場合は空値 *3: 動作に相応な時間を表す

表3 情報補完後の Cooking Table

る」材料については明示されていない。人間は文を読めば、「ラップをする」材料が「混ぜる」動作を行った後の「牛乳」と「小麦粉」の混合物であることがわかる。ここでは、明示的に書かれていない材料の補完について述べる。

まず、単純工程の材料が空値である場合、直前の単純工程の動作が連用形であればその単純工程の処理変数を材料に記入する。前述の「牛乳と小麦粉を混ぜ、ラップをして…」の場合を考える。「混ぜる」動作と「ラップをする」動作が牛乳と小麦粉に対して連続して行われている。このため、「ラップをする」材料は文中では省略されている。よって、単純工程で「ラップをする」の材料の値は空値となっている。

同じ材料に対して連続して動作が行われていれば、後の動作の材料は直前の動作で加工された材料となる。同じ材料に対して連続して動作が行われていることを判断する指標として、前の動作の活用形を用いる。前の動作「混ぜる」が連用形であるので、後の動作「ラップをする」との何らかの関連を持つ、つまり連続して

行われていると判断する。よって、文中には省略されている「ラップをする」材料は、直前の動作（「混ぜる」）で加工された材料＝直前の経過変数となる。

この他に、動作によって材料が決まる場合がある。動作が「煮る」の時は鍋に入っている材料全て、「加える」「調味する」の時は直前の経過変数を材料に加える、などがある。またここでは、3.3.1で変換した原材料変数に対して修正を加える。先の処理で材料を原材料変数に変換しても、その変数がある工程句より前の単純工程で処理していれば、その材料は原材料ではなく加工済みの材料となる。この場合は適当な経過変数に置き換える。

・修飾語が空値の場合

修飾語は空値でも構わない項目である。

・場所・器具・道具が空値の場合

それぞれ動作や材料によって決まる。場所であれば、主として材料を焼いたり煮たりするのは「コンロ」、水で洗うのは「流し」となる。器具や道具は、動作が「切る」の場合「器具：まな板」「道具：包丁」となる。

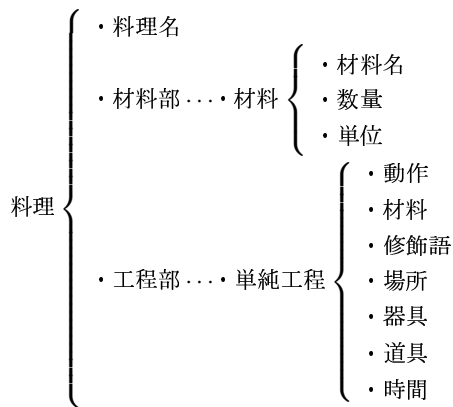


図 9 Cooking Scenario の XML 文書の構造

・時間が空値の場合

特に指定がなければ「動作に相応な時間がかかる」という意味で空値にしておく。

情報補完の例を表 3 に示す。これらの Cooking Table と表 3.2 を利用して Cooking Scenario を作成する。Scenario の記述形式としては XML を利用し、XML の文書構造は図 9 に示す。以上のように、レシピの特徴を生かした構造化文書 Cooking Scenario を作成する。

5. おわりに

本稿では、レシピの特徴について述べ、これを利用したレシピ文書の構造化を提案した。その中では、調理の流れを把握できるように経過変数という概念を用いた。そして、レシピをその要素毎に分析し、不足している情報を補完して Cooking Scenario にまとめる手順について述べた。

今後はレシピからの情報抽出・情報補完の際に利用できる辞書を構築し、これらの処理を実用的精度をもつ自動処理にしたい。また、より複雑な構造をもつレシピにも対応していきたい。例えば、材料の中に書かれている調味料は複数の材料から構成されている場合がある。このような入れ子構造を持つ材料部も扱えるように改良を加えていきたい。

調理の経験や知識のある人は、料理における制約（物や時間等）を考慮しながら調理を行うことができる。しかし、初心者にとっては、レシピを読みながらであっても調理をするのは困難である。Cooking Scenario の利用法としてはこのような初心者に対して、調理のシミュレーションを行うのが有用であると考えている。我々はこのような調理作業の情報支援システムの実現を目指している。

参考文献

- 1) 梅原 雅之, 岩沼 宏治, 永井 宏和, ”事例にも基づく HTML 文書から XML 文書への半自動変換 -シリーズ型 HTML 文書における類似性の利用-”人工知能学会論文誌 16 卷 5 号 B, 2001, pp.408-416
- 2) 浜田 玲子, 井手 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文誌 Vol.J85-D-II, No.1 pp79-89 2002 年 1 月
- 3) 形態素解析システム 茶釜 (<http://chasen.aist-nara.ac.jp/>).