

Title	レシピ文における時間的關係構造の自動生成
Author(s)	林, 絵梨
Citation	
Issue Date	2002-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/1527
Rights	
Description	Supervisor: 東条 敏, 情報科学研究科, 修士

修 士 論 文

レシピ文における時間的關係構造の自動生成

指導教官 東条 敏 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

林 絵梨

2002 年 2 月 15 日

要 旨

人間は言語表現から各事象間の時間構造の合成を行い全体的な時間関係を把握する．しかし，事象の時間的側面 (アスペクト) や事象間の時間関係の解析ができない場合，文章全体の時間関係構造を理解することは難しい．

従来のアスペクト理論では，固有の言語に依存した文法形態によりアスペクトを決定する．また近年では，言語に依存せず全ての事象に共通に存在すると仮定される時間構造を考え，この時間構造のどの部位に着目したかによりアスペクトを決定する．どちらも構文を解析することからアスペクトを決定することは可能であるが，表面的な情報から他の文との時間関係は解析が困難な問題とされている．また，日常取扱っている時間概念を計算機処理させる研究はほとんど行われていない．

そこで本稿では，自然言語文から各事象のアスペクトを解析し，隣接する事象のアスペクト関係から文章全体の時間的な意味を限定させることを目的とする．対象とする自然言語文を「料理のレシピ文」とし，料理レシピ文に特化したアスペクトの型を分析する．型の分類により進行や完了の関係を見い出し，並行動作関係，終了時や開始時の前後関係，さらに背後に仮定される陽に記述されていない事象の発見，導入をめざす．解析結果をタイムマップとして表示し，事象群の進行を二次元的に表す．さらにユーザーフレンドリーなインターフェース構築を目標としブラウザによる最終出力画面を自動生成するシステムを構築する．

目 次

1	はじめに	1
1.1	背景と目的	1
1.2	本論文の構成	2
2	関連研究について	3
2.1	アスペクトについて	3
2.2	日本語におけるアスペクト理論	4
2.3	言語に依存しないアスペクト理論	6
2.4	事象関係について	8
2.5	調理画像システムに関する研究	8
3	料理のレシピ文における時間的關係構造	11
3.1	Karlin に基づいたアスペクト分類	12
3.2	提案するアスペクトクラス	13
3.2.1	完成相について	14
3.2.2	達成相について	16
3.2.3	進行相について	17
3.2.4	完了相について	17
3.2.5	提案するアスペクトクラス まとめ	18
3.2.6	語尾形式に依存するアスペクトクラス	18
3.2.7	隣接するアスペクトクラスの関係について	18
3.3	副詞句について	22
3.3.1	副詞による具体化	22
3.3.2	副詞句とアスペクトクラスの関係	23

3.4	省略されている動作について	24
3.4.1	動作のパッケージ化	24
3.4.2	動作完了相のみの動作の省略化	25
3.4.3	複数の材料にかかる1つの動作	25
3.4.4	移行するための自明な動作について	26
3.5	並行動作について	27
3.6	注目箇所について	27
4	システム構築について	29
4.1	構築したシステムの処理の流れ	29
4.2	料理レシピ文から中間表現の生成	30
4.2.1	料理レシピ文から抽出可能な情報の取り出し	31
4.2.2	抽出不可能な情報の取出し	35
4.3	中間表現からタイムマップ生成までの処理	43
4.3.1	事象関係および導入処理の表示	44
4.3.2	省略動作の導入	46
4.4	最終出力画面について	47
4.5	提案システムのまとめ	49
4.5.1	選定した料理レシピ文	49
4.5.2	処理1 必要となる形態素情報の取り出し	51
4.5.3	処理2 辞書による詳細な情報の特定	52
4.5.4	処理3 アスペクトクラスの特定	53
4.5.5	処理4 注目箇所の特定	54
4.5.6	処理5 省略表現動作に関する処理	55
4.5.7	処理6 タイムマップ生成	56
4.5.8	処理7 最終出力画面	59
4.6	考察	62
4.6.1	システムの依存関係について	62
4.6.2	実験対象外である料理レシピ文について	62
4.6.3	アスペクトクラスに関する提案アルゴリズムの妥当性	63

4.6.4	事象間の関係について	64
4.6.5	タイムマップ内の事象の出力形態について	65
4.6.6	汎用性のあるシステム構築について	65
5	おわりに	66
	謝辞	68

第 1 章

はじめに

1.1 背景と目的

人間は、言語表現から各事象間の時間構造の合成を行い、全体的な時間関係を把握する。しかし、事象の時間的側面（アスペクト）や事象間の時間関係の解析が困難場合、文章全体の時間関係構造を理解することは難しい。

文章全体の時間構造を理解するためには、事象の時間的な局面を把握する必要がある。動きの時間的な局面を問題にして、どの局面を動きとして、もしくは状態としてどのようにとらえるかということを表すカテゴリーをアスペクトという。従来のアスペクト理論では、固有の言語に依存した文法形態によりアスペクトを決定する。また近年では、言語に依存せず全ての事象に共通に存在すると仮定される時間構造を考え、この時間構造のどの部位に着目したかによりアスペクトを決定する。どちらも構文を解析することからアスペクトを決定することは可能であるが、表面的な情報から他の文との時間関係は解析が困難な問題とされている。また、日常取扱っている時間概念を計算機処理させる研究はほとんど行われていない。

そこで本稿では、自然言語文から各事象のアスペクトを解析し、隣接する事象のアスペクト関係から文章全体の時間的な意味を限定させることを目的とする。対象とする自然言語文を「料理のレシピ文」とし、料理レシピ文に特化したアスペクトの型を分析する。型の分類により進行や完了の関係を見出し、並行動作関係、終了時や開始時の前後関係、さらに背後に仮定される陽に記述されていない事象の発見、導入をめざす。解析結果をタイムマップとして表示し、事象群の進行を二次元的に表す。さらにユーザー

フレンドリーなインターフェース構築を目標としブラウザによる最終出力画面を自動生成するシステムを構築する．

1.2 本論文の構成

本稿は本章を含め 5 章で構成される．次章では，関連研究として従来のアスペクト理論，近年のアスペクト理論，そして料理分野に関する研究等について述べる．第 3 章では，タイムマップ生成に必要な菜情報を特定する為に料理レシピ文における言語表現の分析を行う．従来の料理分野に関するアスペクトクラスについての問題点を指摘し，日本語の料理レシピ文に特化したアスペクトクラスの提案を行う．また，隣接する事象間のアスペクトクラス関係から見られる特徴を分析する．さらに，レシピ文の省略言語表現について言及し，省略する動作に関しての導入処理を提案する．第 4 章では第 3 章の分析に基づき構築したシステムの処理過程について述べる．システムの処理過程を 3 つに大別し，具体的な処理について言及する．また最後にシステム設計等の考察を述べる．最後に第 5 章では，本研究のまとめと今後の課題について述べる．

第 2 章

関連研究について

2.1 アスペクトについて

アスペクトとはある一つの事象についてのある時間的側面を述べたものである [17] . また , アスペクトクラスとは , 各々の事象の内部の時間構造およびその意味を示すものである . しかしながら , 同時にアスペクトとは言語に依存し , 進行形や完了形等といった構文上の形態を指す . 従来 , 日本語におけるアスペクト理論はル形 , タ形 , テイル形 , テイタ形などの形式により , 完成相 , 継続相というような分類と各々の意味を既述している . それに対し近年 , 固有の依存したアスペクト形態ではなく , 言語に共通したアスペクト理論の研究が数多くなされている . これらの研究は , 全ての事象に共通であるイベント構造の概念により構築されており , イベント構造のどの部位に着目したかによりアスペクトが与えられる .

日本語のアスペクト分類として , 金田一 [4] は動詞を継続動詞と瞬間動詞に分け , 継続動詞が「シテイル」ならば , 進行態となり進行中の意味を表すとし , 瞬間動詞は結果状態の意味になるとした . さらに動詞を分類している .

また英語におけるアスペクト分類に関しては , 従来 , Vendler による分類が有名である .

Vendler のアスペクト分類

1. 'state'
2. 'activity'

3. ‘achievement’

4. ‘accomplishment’

‘state’ のアスペクトは通常 ‘状態’ を表し，例えば，「座る」，「夢中になる」などの動詞が分類される．‘activity’ は，斉一的な活動を表し，「歩く」「カートを押す」等が例となる．‘achievement’ は，瞬時的な出来事を表し，「見つける」「閃く」等があり，最後に ‘accomplishment’ は「円を描く」といったようなある時間間隔で出来事が遂行されることを表す．Vendler のアスペクト分類の概念は，改良や精密化が行われた際の比較対象として扱われている．

次節では日本語におけるアスペクト理論について言及し，2.3 節では言語に依存しないアスペクト理論について紹介する．

2.2 日本語におけるアスペクト理論

従来，アスペクト理論の研究は，進行形や完了形といった構文上の語形変化によるものに着目していた．特に，日本語という固有の言語においては，動詞句の特徴を四つに分類し，表面的な文法形態（ル形，タ形，テイル形，テイタ形）によりアスペクトの分類をしている [6][9]．

森山 [12] は，動詞句のアスペク的な意味を 6 つの素性によって定義し，5 つの素性の組み合わせにより，動詞を分類している．表 2.1 は，動詞のアスペクチュアルな素性を表す．また，それらの素性の組み合わせにより動詞を分類する．各素性の依存性により 6 種類のカテゴリーが考えられるとしている．表 2.2 はこの 6 つのカテゴリーを表す．分かりやすさの為に各素性を ‘+’，‘−’ と二分したが，各素性には段階性があり，明確な境界が存在するわけではないとしている．森山の動作のカテゴリーは，Vendler の分類に基づき比較するとカテゴリー 1 が ‘state’，カテゴリー 2,3 が ‘achievement’，カテゴリー 4,6 が ‘accomplishment’，カテゴリー 5 が ‘activity’ となる．本稿では，素性による分類を行い，動詞のカテゴリーを参考にする．

表 2.1: 動詞句のもつ素性

素性	素性表現	特徴
動作性	+d	述語が動きを表す
	-d	述語が状態を表す
持続性	-a	持続的な期間が存在する
		(過程持続) 動きそのものが展開する持続
		(結果持続) 動きの結果が維持する持続
過程性	+p	動きが展開する持続がある
終結性	+t	動きに終点がある
進展性	+g	動きに何らかの変化が内在し，時とともに深化進展

表 2.2: 素性表現による動詞のカテゴリ

カテゴリ	素性表現	動詞の例
1. 状态的	[-d]	ある，いる，そびえる
2. 一点的	[+d, +a]	ひらめく，見かける，飽きる
3. 変化 + 結果持続	[+d, -a, -p]	座る，立つ，ぶらさがる
4. 過程 + 結果持続	[+d, -a, +p, +t]	殺す，着る，開ける
5. 非進展的過程	[+d, -a, +p, -t, -g]	歩く，言う，歌う
6. 進展的過程	[+d, -a, +p, -t, +g]	腐る，高まる，近付く

また大石 [13] は，動詞のカテゴリーを決定するために，格成分，副詞，アスペクト形式の関係から提案アルゴリズムに基づいて動詞のカテゴリーを絞り込んでいる．中でも副詞は，動きのある部分に焦点を当て，その部分をより詳細に述べる働きをするとし，副詞を以下のように分類している．本稿でも料理分野に特化した副詞の分類を行う為，これらの副詞の分類方法について参考にした．

- 過程修飾副詞
- 進展的副詞
- 持続副詞
- 一時点化副詞
- 量規定副詞
- 結果修飾副詞
- 繰り返しの規定

さらに，提案アルゴリズムをもとに計算機により動詞の意味の自動推定実験を行っている．提案アルゴリズムに関して，人間による判断とプログラムの出力との再現率，正解率により評価を行い評価を行っている．本稿でも大石らの実験評価手法である再現率，正解率による実験評価を行う．

2.3 言語に依存しないアスペクト理論

近年のアスペクト理論の研究では，全ての事象に共通に存在すると仮定される時間構造（以下，イベント構造）を考え，このイベント構造のどの部位に着目したかという視点（以下，レファランス）を与えたものがアスペクトであるとしている．イベント構造とは，あらゆる事象に共通に存在すると仮定される時間構造であり，アスペクトなど特定の視点を導入する以前の原始的な事象であると考えられる．この共通の構造に対して，構造のどの部位に着目したかという視点を与えたものがアスペクトであると考えられる [2][10][16][17]．東条 [17] は，イベント構造について次のような定義を与えている．また，

イベント構造の関係を図 2.1 に示す．さらに，アスペクトとイベント構造内のレファランスについては，表 2.3 にまとめる．

定義 1(イベント構造)

動作区間：事象の開始点より達成に至る以前までの時間区間．

達成点：事象が達成された時点．

維持区間：達成された状態が継続されている時間区間．

事象によっては，達成後ただちに事象の前のもとの状態に復帰する場合もあるが，この達成された状態がある時間区間をとまって維持される場合もある．維持区間とはこの後者の場合の時間区間を指す．

結果区間：達成点から後の時間全体．

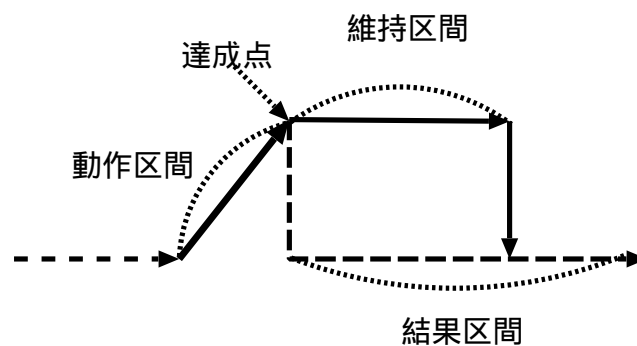


図 2.1: イベント構造

本稿は日本語における料理レシピ文を対象にしている為，言語に依存したアスペクト分類となるが，料理動作がどのレファランスに着目しているのかを考察する上で本節で述べたイベント構造の概念を取り入れる．

表 2.3: アスペクトとイベント構造内のレファランス

アスペクト	レファランスの位置
完結相	なし
非完結相	動作区間全体
静止相	維持区間内
完成相	動作区間 + 達成点
達成相	達成点
進行相	動作区間内 (達成点を含まない)
完了相	結果区間内 (達成点を含まない)

2.4 事象関係について

Shoham[14] は、事象関係について述べている。11 個の事象関係を図 2.2 に示す。本稿ではこれらの事象関係を参考にし、言語表現と実世界で成り立つ事象の関係を可視化させる。

2.5 調理画像システムに関する研究

Karlin[3] や植松 [18] は料理レシピ文を入力文として調理画像システム構築について言及している。Karlin[3] は、料理分野を扱ったコンピュータアニメーション生成の研究において、9 冊の料理本から約 110 個のレシピ文の分析をし、Moens ら [10] のアスペクト分類定義に従い料理分野に特化したアスペクトクラスについて言及している。Moens ら [10] のアスペクトは ‘Culminated Process’, ‘Culmination’, ‘Point’, ‘Process’ の 4 つに分類される。Karlin によれば、‘Culminated process’ は、同じテンポで状態が続き、状態変化が起きる達成点が存在するとしている。この達成点が状態を変える誘因となる。また料理動作においてはどんな料理タスクも有限のプロセスが存在する為、どんなプロセスも達成点をもつという特徴がある。したがって、大抵の料理動作が ‘Culminated process’ に分類されるとしている。

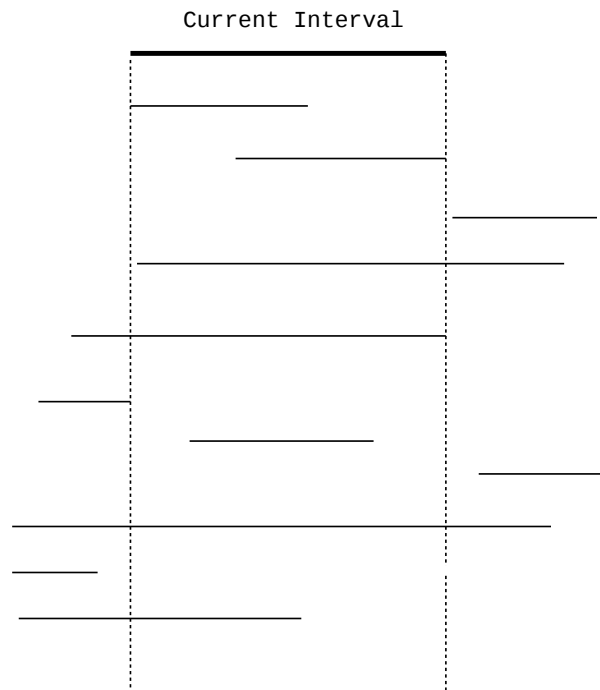


図 2.2: 11 の事象関係

また，‘Culmination’の定義は以下のようにされている．達成点とは，話し手が新しい状態変化に伴ったと見なすことのできるイベントである．つまり，時間が拡張されているわけでないプロセスであり，達成点のプロセスである．例えば「ポットにふたをする」等が挙げられる．

さらに，終点を含まない動詞は‘Process’に分類され，この場合多くは副詞句によって動作期間が具体化されるということを論じている．例えば「かき回す」という料理動作はかき回し終わる情報がないため，‘Process’に分類される．そこで「10 分間」といった副詞句が伴えば，プロセスの終点が明確になる，このため，‘Process’に分類される多くは副詞句を伴うとしている．開発したシステム SEFACT においては，言葉表現を分析し動詞のアスペクトを見分ける．入力文として副詞句を伴わず，達成点の明らかにならない‘Process’に分類された事象は，アニメーションシステム SEAFAC においてシステム拒否されるとしている．まず本稿では，Karlin のアスペクト分類に従い，料理分野動作を分析する．

植松 [18] もまた言語表現を動画に変換する問題を取り上げ、料理のレシピ文を入力とした調理画像生成システムについて言及している。日本語における料理レシピ文の特徴を分析し、画像化すべき「画像要素」を材料、調理動作、調理器具、調理場所と特定し、時間関係を明確にする手がかりとなる 調理動作 の分類を行っている。調理動作については、その動作をいつまで継続するかという点に関して「終点を特定できる動作」と「終点を特定できない動作」に二分し、Karlin[3] 同様、「終点を特定できない動作」の多くは動作期間を特定する手がかりとなる副詞句が存在するとしている。また、日本語における料理レシピ文の言語表現の特徴分析とともに、アニメーションシステムを開発している。必ずしもレシピ文中に全ての情報が記述されているわけではないことを指摘し、システムには予め知識を保持させ、調理画像を自動生成するために必要な情報の分析について言及している。特定した情報から調理画像を生成する過程を具体的に述べている。

第 3 章

料理のレシピ文における時間的 関係構造

日常生活の中で，料理知識の少ない人達，また時間概念の知識を持ち合わせていないロボットにとって，レシピ文を手際よく調理することは困難な問題である [18]．これは言語情報から効率的な調理手順を正しく理解することが困難であること，またレシピ文に含まれる料理分野特有の表現や料理動作特有の時間的な特徴を知らないという点等が原因としてあげられる．このような問題を解決するためには，各料理動作の内的時間側面や複数の料理動作の関係を明確化にする必要があると考える．そこで本稿では，料理レシピ文に表現される事象，事象間の関係，さらに背後に仮定されており陽に記述されていない動作の導入を表示したタイムマップ生成を目指す．

タイムマップを生成するためには，まず事象のアスペクト解析が必要であるそこで本章では，料理動作の特徴を分析し，料理分野に特化したアスペクト分類を提案する．また 1 つの事象のアスペクトを特定し，隣接する事象のアスペクト関係から事象の終了点と別の事象の開始点の一致を表す前後動作関係，終点と終点の一致を表す終点同一関係，並行動作関係を導き出す．さらに，省略されている動作を表す言語表現特徴について分析し，動作の発見，導入について述べる．

3.1 Karlin に基づいたアスペクト分類

事象の時間関係構造を明確にする為には、各事象のアスペクトのクラスを明確にする必要がある。第2章で紹介したように、料理画像システムを開発した Karlin[3] は、Moens and Steedman[10] のアスペクト分類に従い、料理分野に特化したアスペクトクラスについて言及している。Moens and Steedman[10] のアスペクト分類は、‘Culminated process’, ‘Process’, ‘Culmination’, ‘Point’ の4つの型で表される。Karlin[3] は、終点を特定できる料理動作は ‘Culminated process’ とし、大抵の料理動作が分類されるとしている。また「かき混ぜる」「ゆでる」といった終点が特定できない動詞は、‘Process’ に分類し、この場合の多くは動作期間を特定する手がかりとなる副詞句を伴うとしている [3][18]。さらに、‘Culmination’ は、時間拡張のないプロセスをさし、瞬時に状態変化が伴うと見なされる事象が分類される。

しかし、上述した Karlin のアスペクト分類に基づいて日本語における料理レシピ文をアスペクト分類してみると、次のような問題が挙げられる。

- ‘Process’ に分類される動詞は副詞句が伴わない場合が多い。
- ‘Process’ は、動作進行中の意味と動作の意味の両方を含んでいる。
- 動作の完了を表す表現がレシピ文中で見られる。

そこで、料理レシピ本6冊、53個のレシピ文を対象に料理動作のアスペクトクラス、及び、共起する副詞句の調査を行った。調査結果を表3.1に示す。

調査結果から大抵のアスペクトクラスは ‘Culminated process’ に分類されることは明らかであるが、‘Process’ に分類される料理動作は、多くが副詞句を伴うとは言い難い。また料理動作の特徴として、動詞自体は終点を含まなくても全ての料理動作は必ず終点を持つ。したがって動詞が終点をもたないからといってプロセスに分類してしまうと、終点をもつプロセスの意味と終点を含まない動作進行中の意味2つを同一のアスペクトクラスとして扱うことになってしまう。これら2つの事象は時間的側面が異なるため、同じアスペクトクラスとして分類するのは問題がある。さらに完了の意味をもつ料理動作は、4つのアスペクトクラスに含めることができない。

次節では日本語における料理レシピ文に対応したアスペクトクラスの型を提案する。

表 3.1: 各アスペクトクラスに分類される料理動作数と共起する副詞句数

アスペクトクラス	動作数	副詞句数
Culminated process	380	98
Process	191	68
Culmination	7	1
Point	0	0
その他（動作完了）	47	0

3.2 提案するアスペクトクラス

本稿ではイベント構造の概念を用いて料理分野に特化したアスペクトクラスを提案する．まず，料理動作がイベント構造のどのレファランスに注目しているかを分析し，レファランスの位置によりアスペクトの型を決定する．

東条[17]のアスペクトクラスの定義に基づき，料理動作におけるアスペクトを完成相，達成相，進行相，完了相の4つに分類する．各相に着目したレファランスの位置について以下に述べる．

まず完成相のレファランスの位置は動作区間および達成点である．既述したように，料理動作は有限プロセスであるため必ず終点をもつ．そこで本稿では，動詞が終点を含まなくても全て完成相に分類する．したがって終点が含まず，副詞句が伴わない動詞に関しても完成相に分類する．達成相は達成点にレファランスが置かれる事象进行分类する．達成相においては本稿と Karlin の分類は同一である．また進行相のレファランスの位置は動作区間のみであり達成点は含まれない．本稿では，動作進行の意味と動作プロセスの意味を別の相で扱う．進行相に分類される事象は前者の意味の動作を表す．最後に完了相は動作の結果区間を表す事象が分類される．既に料理動作が完了している事象が完了相となる．

各料理動作において着目するレファランスと具体的な動作例を図 3.1 に示す．また前節で調査に利用したのと同じレシピ文 53 個を用いて，料理動作を提案するアスペクトクラスに基づいて分類した．これを表 3.2 に示す．

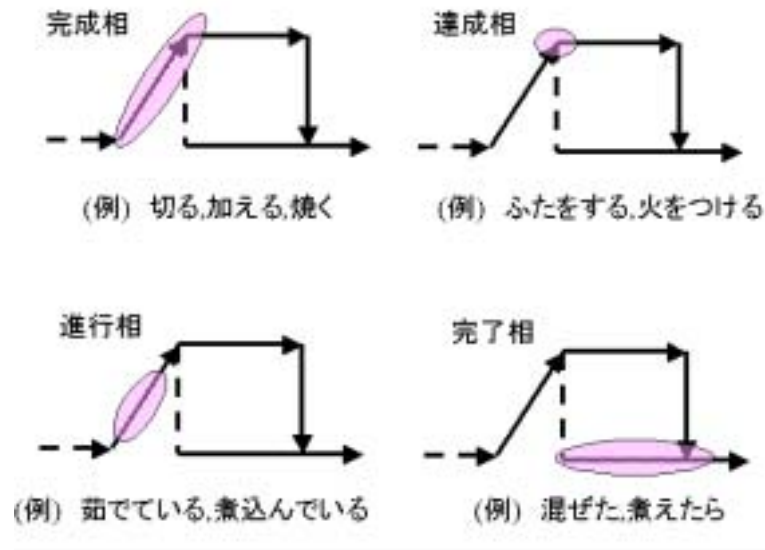


図 3.1: 各料理動作において着目するレファランス

3.2.1 完成相について

表 3.2 より前節と同じく大抵のアスペクトクラスは完成相に分類されることがわかる．90% が完成相に分類されるため，完成相をさらに細分化することを試みた．本稿では動詞の素性を用いた完成相の細分化と料理動作毎の調理者の注目度による細分化を試みた．

動詞の素性を用いた完成相の分類

2 章で紹介した森山 [12] による素性に基づいて完成相に分類される動詞をさらに細分化する．これにより料理動作の特徴をふまえた分類をすることができる．

完成相に分類される動詞は，「動作性」「持続性」といった素性をもつことが考えられる．また，料理動作の特徴として終点を必ずもつことから「終結性」が挙げられる．さらに，動きの中に何らかの変化が内在していて，時とともにその程度が深化進展する点に関しては，進展するものと進展しないものに二分することができる．前者を完成相 1，後者を完成相 2 とする．

動詞の素性の組み合わせから，動詞のカテゴリー分類を参考に動詞を分類してみると，完成相 1 は「変化 + 結果持続動詞」，完成相 2 は「過程 + 結果持続動詞」に分類される．

表 3.2: 提案するアスペクトクラスに分類した料理動作数

アスペクトクラス	動作数
完成相	567
達成相	7
進行相	4
完了相	47
合計	625

表 3.3: 動詞の素性による完成相の細分化

アスペクトクラス	素性	動詞のカテゴリー
完成相 1	動作性, 持続性, 終結性, 進展性あり	変化 + 結果持続動詞
完成相 2	動作性, 持続性, 終結性, 進展性なし	過程 + 結果持続動詞

「変化 + 結果持続動詞」とは, 変化によってある状態が成立し, その結果が持続されるという意味の動詞をさす. このクラスに分けられる動詞は, 過程性がないので, 動くの展開や変化の過程を取り上げてはいない. また「過程 + 結果持続動詞」とは, 過程によって主体あるいは客体に変化が生じ, その結果が持続されるという動詞である. 以上をまとめたものを表 3.3 に示す.

料理動作毎の調理者の注目度による完成相の分類

料理動作には調理者が注目する動作, 注目をしなくても構わない動作が存在する. 調理者が注目する動作とは, 調理者が常に注意を払う必要のある動作であり, 反対に調理者が注目しない動作とは, 常に注意を払う必要はなく, 時折注目すれば他の動作を行っても構わない動作をさす. 前者を「主眼をおく動作」, 後者を「主眼をおかない動作」とする. また, 完成相を主眼をおく動作によって細分化されたクラスを完成相 a, 主眼をおかない動作によって細分化されたクラスを完成相 b とする.

表 3.4: 料理動作毎の調理者の注目度による完成相の細分化

アспект	主眼をおく/おかない	料理動作例
完成相 a	主眼をおく	切る, 加える, 揚げる
完成相 b	主眼をおかない	ゆでる, 加熱する, 冷やす

本稿で取り入れる細分化

動詞の素性による分類, 調理者の注目度による分類, 双方を考慮に入れると完成相は表 3.5 のような 3 つのクラスに分けることができる. 細分化を行うことにより並行動作の可能性を含む事象として完成相 C を導き出すことができる.

表 3.5: 本稿で取り入れる完成相

細分化された完成相	素性による分類	調理者の注目度	料理動作例
完成相 A	変化 + 結果持続	主眼をおく	切る, 加える
完成相 B	過程 + 結果持続	主眼をおく	焼く, 揚げる
完成相 C	過程 + 結果持続	主眼をおかない	煮る, 茹でる

3.2.2 達成相について

達成相とは, 調理者が達成したと見なす動作プロセスであり, 時間の拡張がないプロセスを指す [3]. 動作によって状態が成立するが, 動作と共にすぐに状態が完了する. 達成相に分類される動作は完成相に比べ大変少ない. また, 副詞句を伴うことが少ない特徴もある.

(例) ふたをする, 火をとめる, 火にかける.

3.2.3 進行相について

進行相に分類される料理動作は動作進行を表し，進行相に分類される料理動に終点は含まれない．進行相の特徴は，直後に位置する動作と並行動作関係が成立する．また終点が含まれないため，動作進行の終了点は動作完了の表現によって示される．

(例) 鶏肉を冷している間に野菜を切る．

このような場合，「茹でている」は進行相を表し，「切る」完成相（完成相 A）を表す．次の例のような表現により動作進行の終点は示される．

(例) 鶏肉が冷めたら，器に盛る．

3.2.4 完了相について

完了を表す動詞は完了相に分類される．完了相は「動作」の完了を表す動詞と「状態」の完了を表す動詞に分類することができる．本稿では，前者を動作完了相，後者を状態完了相と細分化を行う．3.2.1 節同様，細分化を行うことにより隣接する事象間の関係を導き出すことができる．動作完了相と状態完了相は，直後に位置する動作と前後関係が成立する．これらの詳細な関係については 3.5 節で述べる．

- 完了相

- 動作完了相 (例) 熱した，煮込んだ，
- 状態完了相 (例) 香りが立ったら，透き通るまで

また状態完了相は，副詞句として動詞を修飾し，動作期間を具体的にしている働きがあるとしている [3][18] が，期間を表す副詞句としては取り扱わず，状態に関する 1 つの事象として動作完了相同様に扱う．

3.2.5 提案するアスペクトクラス まとめ

本稿で提案する料理分野におけるアスペクトクラスと特徴，料理動作例を表 3.6 にまとめる．

表 3.6: 提案するアスペクトクラスの特徴と料理動作例

アスペクトクラス	アスペクトクラスの細分化	動作の特徴	料理動作例
完成相	完成相 A	変化により結果が持続	切る, 加える
	完成相 B	過程による結果が持続	揚げる, 炒める
	完成相 C	過程による結果が持続	茹でる, 煮る
達成相	—	材料とは関係ない動作	ふたをする
進行相	—	後に位置する動作と 並行動作をする.	茹でている 煮込んでいる
完了相	動作完了相	動作の完了を表す	熱した, 煮た
	状態完了相	材料の状態変化を表す	香りが立ったら

3.2.6 語尾形式に依存するアスペクトクラス

提案するアスペクトクラスは，動詞と承接する語尾形式により分類することができる．各アスペクトクラスの語尾形式と動作例を表 3.7 に示す．このアスペクト分類アルゴリズムに関しては，4.2.2 節で説明する．

3.2.7 隣接するアスペクトクラスの関係について

事象のアスペクトクラスを特定した上で，隣接する事象間のアスペクトクラス関係を分析した結果，動作間における 3 つの関係を導き出すことができる．

表 3.7: 提案するアスペクトクラスと承接する語尾形式の特徴

アスペクトクラス	語尾形式	例
完成相 A	ル形	切る, 加える
完成相 B	ル形	炒める, 揚げる
完成相 C	ル形	ゆでる, 煮る
達成相	ル形	ふたをする
進行相	テイル形	加熱している
動作完了相	タ形, タ系条件形	熱した
状態完了相	タ形, タ系条件形, マデ	キツネ色になるまで

事象間の前後関係

動作完了相に分類される事象および状態完了相に分類される事象で「タ」「タラ」を承接する場合, 動作完了相, 状態完了相の終了点と直後に位置する完成相および達成相の開始点は前後関係が成立する. 事象関係を図 3.2 に示す.

(例 1) 熱したフライパンに野菜を入れる.

(例 2) 色が変わったら, 野菜を加える.

例 1 の場合, 「フライパンを熱する」といった調理者の動作が終了したら「野菜を入れる」ことができるといった前後関係が成立する. 例 2 の場合は, 「色が変わる」といった材料の形状が変化したら「野菜を入れる」ことができる. このようにある事象(状態)の終点とある別の事象の始点が一致する前後関係が存在する.

事象の終点同一関係

状態完了相に分類される事象で「マデ」を承接する場合, 状態完了相の終了点と直後に位置する完成相および達成相の終了点は同一である関係が成立する. 事象関係を図 3.3 に示す.

(例 3) 色が変わるまで，野菜を炒める．

このような場合は，「色が変わる」といった材料の形状が変化するまで，「野菜を炒める」ことをさす．これはある事象（状態）の終点とある別の事象の終点が一致する前後関係が成立する．また，ある事象（状態）が起っている場合，必ずそれよりも広い時間帯である別の事象が起っており並行関係も成立する．

事象の並行動作関係

3.2.3 節でも述べたように，進行相とその後ろに位置する事象には並行動作関係が成立する．事象関係を図 3.4 に示す．

(例 4) 鶏肉を酒蒸している間に，キュウ리를刻む．

このような場合は，「酒蒸しをする」といった動作と「刻む」といった動作が並行で行われていることをさす．また，並行動作関係が存在する場合は，前節でも述べた調理者の動作と材料の形状状態に並行関係が存在するという意味（例 3）と調理者が並行して動作をしているという意味（例 4）がある．事象間の各関係には依存関係があり，明確な境界が存在するわけではなく，複数の関係をもつ事象が存在する．

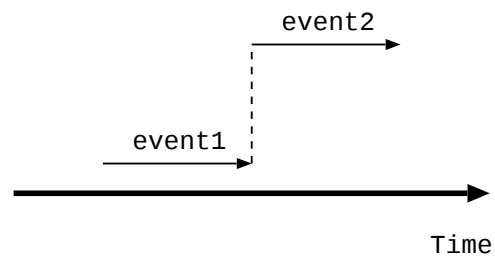


図 3.2: 事象の前後関係

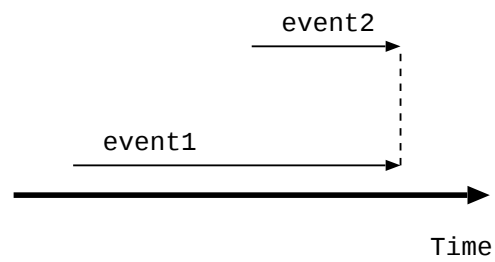


図 3.3: 事象の終点同一関係

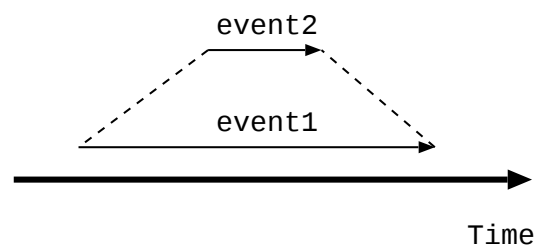


図 3.4: 事象の並行関係

3.3 副詞句について

料理動作は、動詞を修飾する副詞句によって、具体的に状態や期間が特定される。本節ではこれらの副詞句について特徴を分類し、アスペクトクラスとの関係を述べる。

3.3.1 副詞による具体化

植松[18]は副詞句について分類を「状態」に関する副詞句と「期間」に関する副詞句に大別し、さらに各々で「数値を含んだ具体的な表現」と「抽象的な表現」に分けている。本研究でもその分類方法に基づき、さらに「状態」に関する副詞句を「温度」「量」「大きさ」に分ける。しかし、植松は材料の形状を表す表現（例：色が変わるまで等）を「期間」を特定するための副詞句として分類している。前節でも述べたように材料の形状であっても1つの動きと本稿では見なし、事象として取扱う。副詞句の分類と例を以下に示す。

- 「状態」に関する副詞句
 - － 「温度」に関する場合
 - * 具体的表現 (例)170 度で、
 - * 抽象的表現 (例) 強火で、中火で、とろ火で
 - － 「量」に関する場合
 - * 具体的表現 (例) 大さじ 1
 - * 抽象的表現 (例) 一つまみ、少々、たっぷり
 - － 「大きさ」に関する場合
 - * 具体的表現 (例)1 センチ幅に、3 センチ角に、5cm の長さに
 - * 抽象的表現 (例) 一口大に、食べやすい大きさに
- 「期間」に関する副詞句
 - － 「時間」に関する場合
 - * 具体的表現 (例)2 ~ 3 分、1 時間
 - * 抽象的表現 (例) さっと、手早く、ゆっくりと

3.3.2 副詞句とアスペクトクラスの関係

本稿で提案するアスペクトクラスと副詞句の共起関係について調査を行った．調査結果を 4.1 に示す．括弧内の数値は各アスペクトクラスに対する割合である．また，料理レシピ文は，前節同様のものを対象としている．

表 3.8: 副詞句とアスペクトクラスの共起関係

アスペクト	動作数	状態の副詞句	期間の副詞句	副詞無し
完成相 A	380	78 (21%)	2 (1%)	300 (78%)
完成相 B	145	13 (9%)	26 (18%)	106 (73%)
完成相 C	42	5 (12%)	16 (38%)	21(50%)
達成相	7	0	0	7
進行相	4	0	0	4
動作完了相	20	0	0	20
状態完了相	27	0	0	27
合計	625	96	44	485

上記の結果から以下のことが言える．

- 完成相 A に共起する副詞句は，「期間」に対し「状態」に関する副詞句が多い．
- 動作のカテゴリーとして「過程＋結果持続動詞」である完成相 B，完成相 C は，「状態」に対し「期間」に関する副詞句方が多い．
- 達成相に共起する副詞は少なく，進行相，動作完了相，状態完了相に共起する副詞句は本調査では見られなかった．

この調査結果を基に副詞句によるアスペクトクラスの変化について考察することができ「状態」を表す副詞句は，材料の「大きさ」や「量」，「温度」等の修飾をするため，事象の内的時間側面を表すアスペクトの変化は考えにくい．したがって「期間」を表す副詞句によりアスペクトクラスが変化することを考える「変化＋結果継続動詞」にカテ

ゴリー分けされる完成相 A は，状態に関する副詞句が多いことに対し「過程 + 結果継続動詞」すなわち完成相 B，完成相 C は，期間に関する副詞句が多いことがわかった．そこで，完成相 B と完成相 C の関係を分析したところ，アスペクトクラスが変化する場合が一部で存在する．具体的には「さっと」「手早く」「すばやく」といったような時間の短い期間を表す表現の副詞句を伴った場合である．このような場合，アスペクトクラスが完成相 C から完成相 B へと変化する．

(例) ゆでる 完成相 C
 「さっと」ゆでる 完成相 B

3.4 省略されている動作について

料理のレシピ文は，動作全体を包括して指し示していることが多い．すなわち，動作を行うのに必要な具体的な記述は省略されていることがある．まず，言語表現の省略には次の 4 つのパターンが挙げられる．

1. 1 つの動作に含まれる複数の動作（動作のパッケージ化）
2. 動詞完了相のみの動作の省略化
3. 複数の材料にかかる 1 つの動作
4. 次の動作へ移行する為の自明な動作

3.4.1 動作のパッケージ化

1 つの表現の中に省略された複数の事象が存在する場合を本稿では動作のパッケージ化とよぶ．例えば「茹でる」という動作には「鍋に水を入れ」「火にかける」「熱湯で煮る」といった動作が省略されている．図 3.5 は動作のパッケージ化を表し，1 つの事象に 3 つの事象が含まれていることを示す．

本研究では，予め，パッケージ化される動作の知識をシステムに保持させることにより，動作の省略化を可視化することを提案する．詳細に関しては，4.2.2 節で説明する．

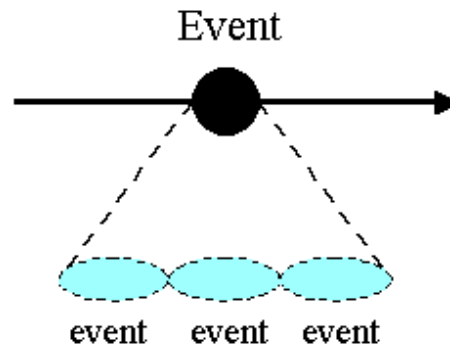


図 3.5: 動作のパッケージ化

3.4.2 動作完了相のみの動作の省略化

動作完了相に分類された事象には 2 つの場合がある．

- 動作がすでにレシピ文中に明示されており，その動作のの終点を示す為に動作完了相が表現されている場合
- 動作がレシピ文中に明示されておらず，動作は完了させておくものとして考えられる場合

本節では，後述の場合について述べる．動作完了相のみの表現とは，完成相もしくは達成相としての動作がレシピ文中に書かれること無く，それらの意味を含め動作完了相によって事象の存在を表している場合のことを指す．この場合，動作完了相の事象が存在する時点で既に動作は完了しておく必要がある．しかしこのような表現がされている場合，調理者によっては認識できない場合や見落としてしまうことが考えられる．そこで本稿では，この表現されていない動作を発見し，料理動作として導入する．導入箇所については，時間的に考えると，動作完了相以前に導入する必要がある．しかし，導入箇所を特定することはできないため，本研究では動作完了相の直前に導入する．詳細は 4.4.2 節で説明する．

3.4.3 複数の材料にかかる 1 つの動作

複数の材料に対して 1 つの動詞にかかり動作が簡単かされている場合がある．

(例) きゅうり と 玉ねぎ を切る .

上記の例の場合 , きゅうりと玉ねぎ双方が動詞切るにかかっている . 実際 , 調理者にとってキュウリを切ることと玉ねぎを切るとは同時には通常不可能である . そこで , 「キュウリをきる」「玉ねぎをきる」といった2つの事象として取り上げることにより , 実世界の動作を実現させる .

3.4.4 移行するための自明な動作について

最後に , 次の動作へ移行する為の自明な動作とは , レシピ文には書かれていない料理動作間の自明な動作のことをさす .

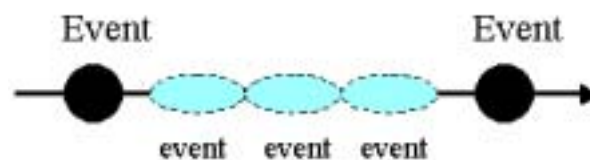


図 3.6: 移行するための自明な動作について

例えば , 「キュウリを切る」「トマトを切る」という動作の間には , 「切ったキュウリを皿にのせる」「トマトを取る」「トマトをまな板の上にのせる」といった動作が必要となる . 図 3.6 は , 移行するための自明な動作を表したもので , 事象と事象の間に移行するための3つの動作が隠れていることを示している . この場合も動作のパッケージ化に含まれるものとして考えられるが , 本研究では , 次の動作間の自明な動作として分類し , 取り扱わない .

3.5 並行動作について

多くの料理レシピ文では，手順通り調理を行えば料理を完成させることができる．しかしレシピ文の中には，並行的に調理を行うことを表す表現や，レシピ文中に並行動作が表現されていないけれども，実際には並行動作することが可能であるといった場合がある．

並行動作を表す表現としては，以下の場合とその後ろに位置する動作が並行関係となる可能性がある．

- 進行相が存在する場合
- 完成相 C に分類される動詞が存在する場合
- 電子レンジなど料理道具を利用した動作が存在する場合

語尾形式がテイル形である進行相に分類される動詞は，3.2.4 節でも述べたように動作進行をさす．進行相がある場合，その直後に位置する動作と並行関係となる．例えば「茹でている間にトマトを切る」といった場合，茹でると切るが並行動作関係がもたれる．

アスペクトクラスが完成相 C と判別される場合，その動作とその直後に位置する動作は並行動作関係となる．ただし進行相とは異なり，必ず並行動作であるとは言い切ることはできない．本稿では，タイムマップ内で並行動作が行われている構造としては記さないが，タイムマップ外に並行動作の可能性あることを表現していく．具体的なシステムの表現手法に関しては次章で述べる．

電子レンジやオーブントースターなどといった一部の料理道具を利用する際，道具を利用した動作とその直後に位置する動作は並行動作関係に値する．例えば「電子レンジで加熱している間，ボールに卵を割る」といった場合「加熱する」と「卵を割る」は並行動作関係となる．

3.6 注目箇所について

料理のレシピ文には 2 段階のステージにより料理が作られることが多い．まず準備段階として各材料をレシピ文で指示された形に整える料理動作を行い，材料自体だけに注

目している段階をさす．これを第 1 段階とする．第 2 段階は，第 1 段階で準備した材料を道具等を用いて実際に調理を行うことをさす．主に調理者の注目箇所は道具の中で調理されている複数の材料である．以上のことを次のようなレシピ文で具体的に考える．

1. 白菜は食べやすい大きさのざく切りにする．
2. にんじんは薄切りにする．
3. フライパンにサラダ油を熱し，にんじんを炒めて塩を振り，油がまわったら白菜を加え，炒め合わせる．

まず手順 1 は，第 1 段階であり，白菜に調理者が注目している動作である．手順 2 も第 1 段階であり，にんじんに注目している動作である．最後に手順 3 は，手順 1，手順 2 で調理した材料を利用して道具のフライパンの中に注目をおく第 2 段階である．

本稿では調理者の注目箇所をタイムマップの縦軸として利用する．詳しいことに関しては次章で述べる．

第 4 章

システム構築について

本章では，3 章で示した料理レシピ文の言語表現の特徴に基づいて構築した時間構造の自動生成システムについて述べる．まず構築したシステムの全処理過程を 3 つに大別し，各々の処理について述べる．次に，選定した料理レシピ文を基に具体的な処理過程を説明する．生成したタイムマップ，最終出力画面を明示し，最後に考察点について述べる．

4.1 構築したシステムの処理の流れ

構築したシステムの処理過程を図 4.1 に示す．まず入力文である料理レシピ文からタイムマップ生成に必要な情報を抽出する．本稿ではこの抽出した情報を保持したものを中間表現とよぶ．次に中間表現に含まれている情報を基に各事象にふさわしいイベント構造を呼び出し，タイムマップを生成する．そして，最終出力画面としてタイムマップ表示の他にレシピ本文，材料分量表，完成写真，料理動作の説明等の付加情報を添付し，効果的なインターフェース構築を行う．システム処理過程を図 4.1 に示す．

システム処理過程を以下の 3 つに大別し，各々の処理について具体的に述べる．

1. 料理レシピ文から中間表現の生成
2. 中間表現からタイムマップ生成
3. 生成されたタイムマップを基にした最終出力画面の生成

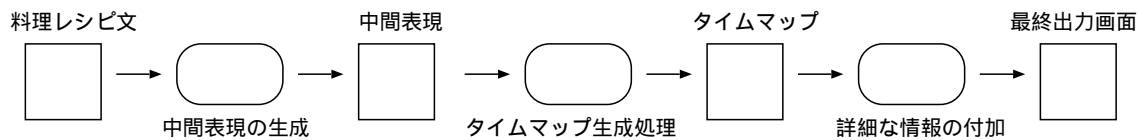


図 4.1: システム処理の流れ

4.2 料理レシピ文から中間表現の生成

中間表現の生成は最終出力画面における基盤となるものであり，大変重要な処理過程である．最終出力画面を生成するにあたり必要となる情報は以下の通りである．

- 材料
- 料理道具
- 料理動作
- 副詞句
- 助詞
- 料理動作のアスペクトクラス
- 調理者の注目する箇所
- 省略されている動作

材料，料理道具，料理動作，料理動作，副詞句，助詞は，料理レシピ文から直接取り出すことが可能である．それに対し，各料理動作のアスペクトクラス，調理者の注目する箇所，省略されている動作に関する情報は料理レシピ文内に言語表現されていない為，直接抽出することはできない．したがって，中間表現内に保持される情報は料理レシピ文に書かれる情報ばかりでなく，陽に記述されていない情報も含める．

本節では，中間表現の生成過程における処理をレシピ文から抽出可能な情報の取り出し処理と補完する必要がある情報の導入処理に二分し，各々の処理について述べる．中間表現の生成処理過程を図 4.2 に示す．

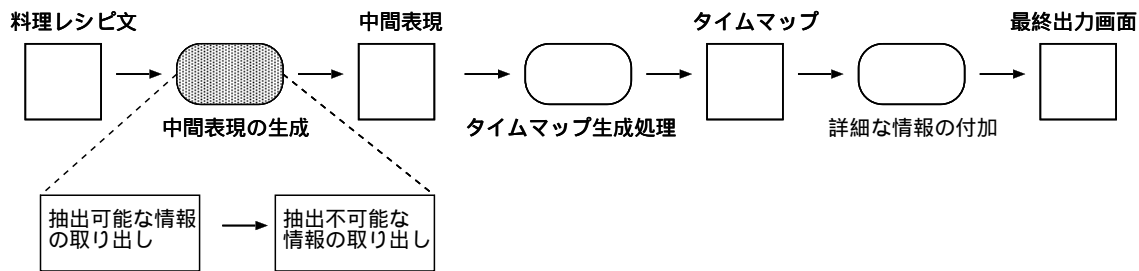


図 4.2: 中間表現の生成処理過程

4.2.1 料理レシピ文から抽出可能な情報の取り出し

料理レシピ文から抽出できる情報を取り出すには2つの処理を行う。まず処理1として、入力された料理レシピ文に対して形態素解析、構文解析を行い、文節毎に品詞等の必要となる形態素情報を抽出する。次に処理2として、処理1で抽出した情報は、システムが保持する知識を参照し、詳細な情報を獲得する。

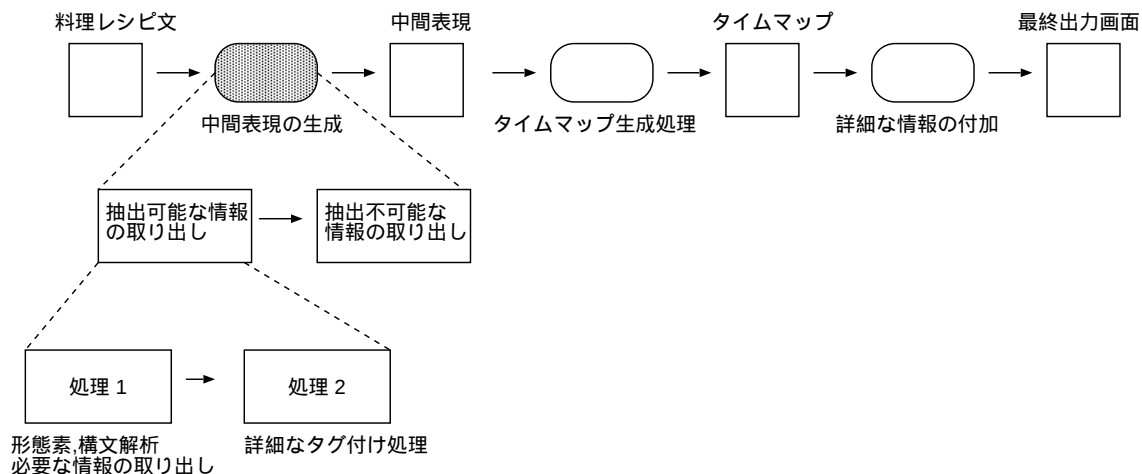


図 4.3: 中間表現を生成するための処理

処理 1：形態素解析，構文解析解析および必要情報の抽出

入力文である料理レシピ文は日本語形態素解析システム JUMAN と日本語構文解析システム KNP により解析を行う．解析結果をリスト形式による表示で出力させ，解析結果から以下の形態素情報を取出す．接尾辞は承接する語尾形式情報として利用する．

- 品詞（名詞，動詞，副詞，助詞）
- 見出し語
- 接尾辞

処理 2：詳細なタグ付け処理について

処理 1 で抽出された各文節はシステム内に保持される知識を参照する．各文節毎の品詞に関する辞書と照合し，「材料」「料理道具」「料理動作」「副詞句」を特定する．参照する辞書を図 4.4 に示す．また品詞と参照する辞書関係，辞書に書かれる詳細情報，参照される見出し語例を表 4.1 に示す．

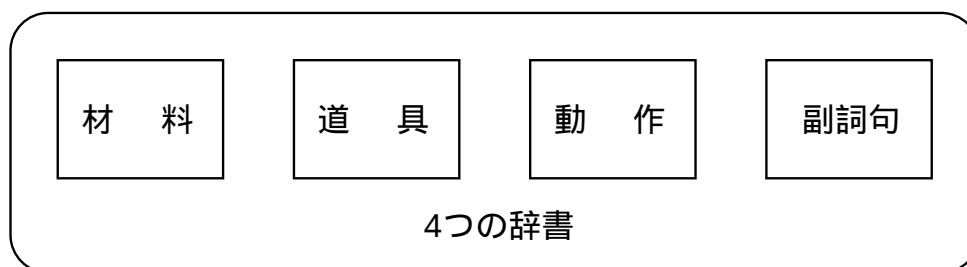


図 4.4: システムに保持させる知識

品詞が名詞である場合，「材料」もしくは「料理道具」の辞書が参照される．処理 1 で取出した見出し語と辞書内に書かれた情報が一致した場合，品詞は辞書に書かれた詳細な情報に変更される．また品詞が動詞である場合，「料理動作」の辞書を参照し，同じく詳細な情報を付与する．料理動作の辞書に用意された詳細情報は，「完成相 A」，「完成相

表 4.1: 品詞と辞書の関係

品詞	関係のある辞書	辞書内の詳細情報	例
名詞	材料	材料	海老, 豚肉, 苺, 卵
名詞	材料	(材料の) 詳細	骨, 茎, 足, 表面
名詞	料理道具	道具	鍋, フライパン, 電子レンジ
動詞	動作	達成相	ふたをする, 火を消す
動詞	動作	完成相 A	切る, 入れる, 合わせる
動詞	動作	完成相 B	揚げる, 炒める, 加熱する
動詞	動作	完成相 C	茹でる, 酒蒸しする
動詞	動作	状態変化	冷える, 変わる, しんなりする
副詞	副詞	副詞期間	3 分, さっと, すばやく
副詞	副詞	副詞状態	そのままの状態
副詞	副詞	副詞状態大きさ	1cm 角に, 5cm の長さに
副詞	副詞	副詞状態量	一つまみ, 大さじ 1 杯
副詞	副詞	副詞状態温度	170 度で, 中火で, とろ火で
助詞	なし	助詞	は, が, を, で

B」「完成相 C」「達成相」といったアスペクトクラスと「状態変化」の四種類である。調理者の料理動作を表す動詞の場合はアスペクトクラス情報が付与され、材料の形状変化を表す動詞の場合は「状態変化」情報が付与される。さらに品詞が副詞の場合、「副詞期間」「副詞状態」「副詞状態大きさ」「副詞状態量」「副詞状態温度」の詳細情報をもつ副詞の辞書が参照される。

料理レシピ文を例にあげ処理 1 および処理 2 を以下に示す。

(料理レシピ文)

1. キュウリを 2～3cm の長さに切る。
2. トマトを 3cm 角に切る
3. ボールにキュウリとトマトを加え、混ぜ合わせる。

(処理 1)：料理のレシピ文から情報を抽出

1. <名詞> キュウリ </名詞> <副詞> 2～3cm の長さ </副詞> <動詞> 切る </動詞>
2. <名詞> トマト </名詞> <副詞> 3cm 角 </副詞> <動詞> 切る </動詞>
3. <名詞> ボール </名詞> <名詞> キュウリ </名詞> <名詞> トマト </名詞> <動詞> 加える </動詞> <動詞> 混ぜ合わせる </動詞>

(処理 2)：辞書と照合し、詳細なタグを付与する

1. <材料> キュウリ </材料> <副詞状態大きさ> 2～3cm の長さ </副詞状態大きさ> <完成相 A> 切る </完成相 A>
2. <材料> トマト </材料> <副詞状態大きさ> 3cm 角 </副詞状態大きさ> <完成相 A> 切る </完成相 A>
3. <道具> ボール </道具> <材料> キュウリ </材料> <材料> トマト </材料> <完成相 A> 加える </完成相 A> <完成相 B> 混ぜ合わせる </完成相 B>

4.2.2 抽出不可能な情報の取出し

本節では、各料理動作におけるアスペクトクラスの決定、調理者が注目している箇所の特定、省略されている動作の発見、省略動作の導入に関する処理について述べる。これらの処理過程を図 4.5 で示す。

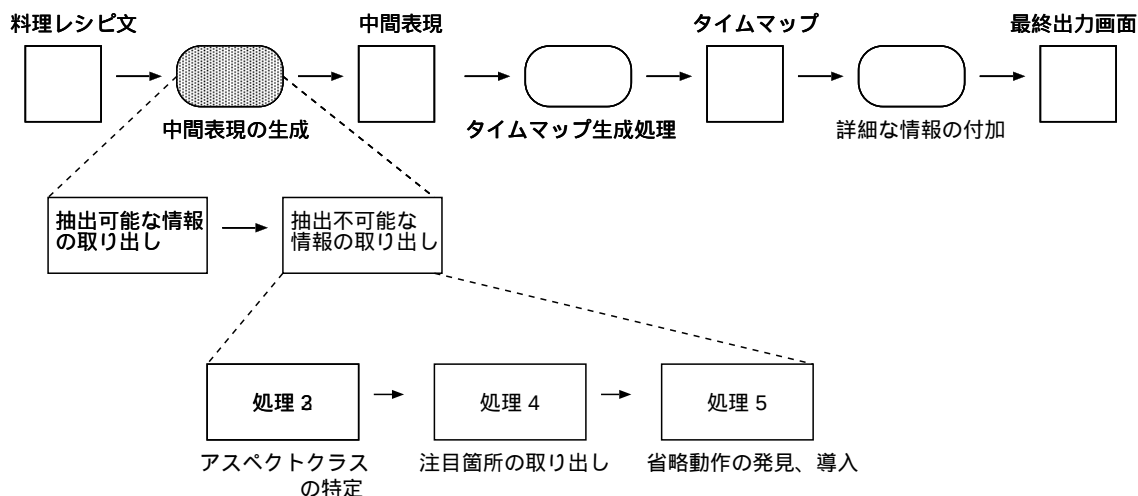


図 4.5: 中間表現の生成過程における処理手順

処理 3：アスペクトクラスの特定について

3 章でも述べたようにタイムマップ上で料理動作の前後関係や並行動作関係、動作進行を表示するためには、各事象のアスペクトクラスを解析する必要がある。そこで本研究では、各事象に対し動詞と承接する語尾形式（アスペクト形式）の特徴からアスペクトクラスを特定する方法を提案する。アスペクトクラスにおける提案するアルゴリズムを図 4.6 に示す。

図 4.6 に示される処理 1, 2, 3, 4 は人間による判断によりアスペクトクラスを特定し、システムの知識として料理動作の辞書内に保持される。それに対し、進行相や完了相を表す事象は辞書内に含まれていないため、各事象は辞書から取り出したアスペクト情報と承接する語尾形式情報を基に各事象の最終的なアスペクトクラスを特定する。これが処理 5, 6, 7 である。動詞が調理者の動作を表し、承接した情報が「テイル」形ならば

事象から取り出したアスペクト情報は進行相に修正される．また「タ」形、「タラ」形が承接するならばアスペクト情報は動作完了相に修正される．さらに承接する情報が「ル」形ならば，修正はなく，辞書内に書かれた情報がアスペクト情報となる．

以下に処理過程例をあげる．なお，自明である処理過程に関しては予め省略する．

(料理レシピ文)

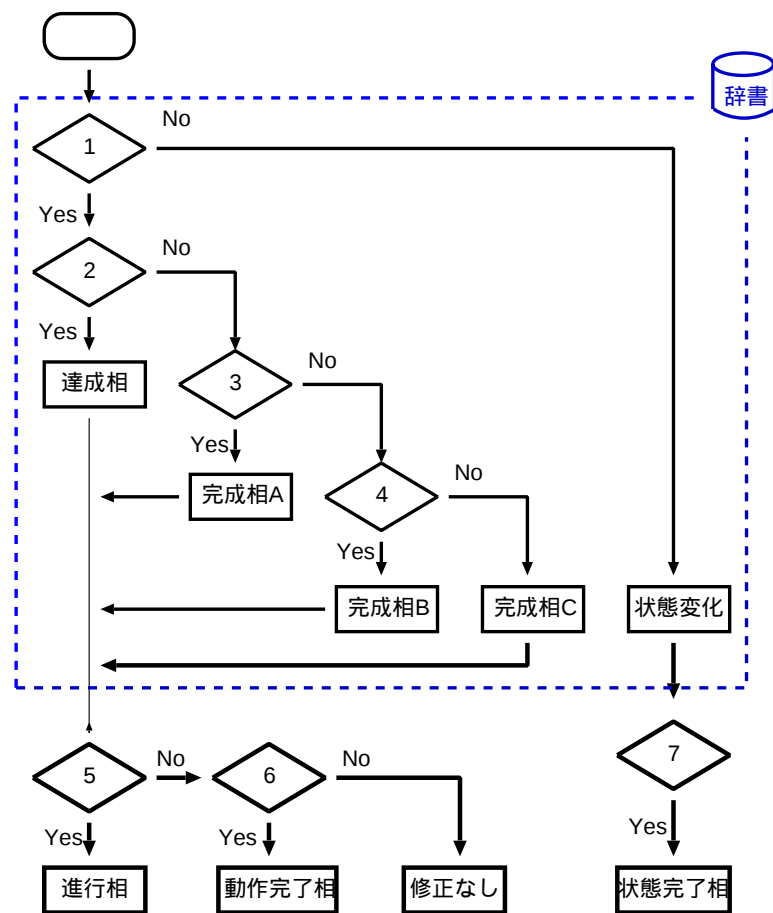
1. 鶏肉を酒蒸ししている間に，キュウリを千切りにする．

(処理 2)：辞書を参照し詳細な情報の付与

1. <材料> 鶏肉 </材料> <完成相 C> 酒蒸しする </完成相 C> <アスペクト形式> ている </アスペクト形式> <材料> キュウリ </材料> <完成相 A> </完成相 A>

(処理 3)：アスペクトクラスの特定

1. <材料> 鶏肉 </材料> <進行相> 酒蒸しする </進行相> <材料> キュウリ </材料> <完成相 A> </完成相 A>



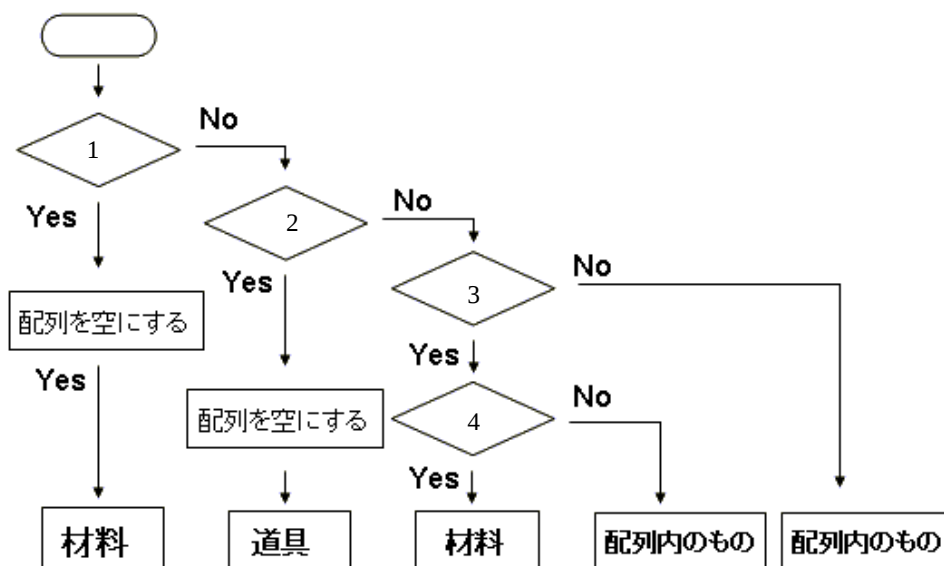
処理番号	処理内容
1	動詞が調理者の動作を表す
2	瞬時に状態が変化する動詞を表す
3	動作は変化により結果が継続されている
4	動作は過程により結果が継続されており，調理者の主眼をおく動作である
5	語尾形式が「テイル形」である
6	語尾形式が「タ形」，「タ系条件形」である
7	語尾形式が「タ系条件形」，「マデ」である

図 4.6: アスペクトクラス決定アルゴリズム

処理 4：注目箇所取り出し処理について

3.6 節でも述べたように，多くのレシピには調理段階が存在する．調理者は各々の調理段階に注目し，料理動作を進行させる．調理者が注目している箇所は主に材料，道具，材料の形状変化である．この注目箇所をタイムマップの縦軸とする．そこで，承接する「助詞」との組み合わせにより注目箇所を取り出すアルゴリズムを提案する．

処理 2 で，一部の道具というのは，電子レンジやオーブンといった料理に使う電化製品，材料を調理する際に使用する鍋やフライパンなどをさす．この時スプーンや包丁，ラップなどの料理道具は注目箇所の対象にはならない．



処理番号	処理内容
1	材料 + 助詞「は」
2	一部の道具 + 助詞「に」
3	材料 + 助詞「が」
4	注目箇所情報を空である

図 4.7: 注目箇所特定アルゴリズム

(料理レシピ文)

1. キュウリは 2～3cm の長さに切る .
2. トマトは 3cm 角に切る
3. ボールにキュウリとトマトを加え , 混ぜ合わせる .

(処理 2) : 辞書を参照し , 詳細な情報を付与する

1. <材料> キュウリ </材料> <副詞状態大きさ> 2～3cm の長さ </副詞状態大きさ> <完成相 A> 切る </完成相 A>
2. <材料> トマト </材料> <副詞状態大きさ> 3cm 角 </副詞状態大きさ> <完成相 A> 切る </完成相 A>
3. <道具> ボール </道具> <材料> キュウリ </材料> <材料> トマト </材料> <完成相 A> 加える </完成相 A> <完成相 B> 混ぜ合わせる </完成相 B>

(処理 4) : 注目箇所の特定する

1. <材料 M> キュウリ </材料 M> <副詞状態大きさ> 2～3cm の長さ </副詞状態大きさ> <完成相 A> 切る </完成相 A>
2. <材料 M> トマト </材料 M> <副詞状態大きさ> 3cm 角 </副詞状態大きさ> <完成相 A> 切る </完成相 A>
3. <道具 M> ボール </道具 M> <材料> キュウリ </材料> <材料> トマト </材料> <完成相 A> 加える </完成相 A> <完成相 B> 混ぜ合わせる </完成相 B>

上記の例の場合 , 手順 1 の <材料 M> キュウリ <材料 M> とは , 材料であるキュウリに注目して調理動作を行うという意味を持つ . 同様に手順 2 は材料トマトに注目することを示す . また , <道具 M> ボール <道具 M> とは道具のボールを使った料理動作に注目していることを示す .

提案したアルゴリズムについては , 53 個の料理レシピ文例中 8 個 (全体の 15%) が全

での注目箇所を取り出すことが出来なかった．取り出せない場合としては，調理に利用する道具が省略され表現されている場合や複数の材料が主格として存在する場合である．これはレシピ文の著者の表現方法に依存したものである．

処理 5：省略動作導入について

省略された動作には以下の場合がある．各々処理過程が異なる為，以下の 3 つに分けて説明する．

- <処理 5.1> 動作のパッケージ化
- <処理 5.2> 動作完了相のみ動作の省略化
- <処理 5.3> 複数の材料にかかる 1 つの動作

<処理 5.1> 動作のパッケージ化

3 章でも述べたように動作のパッケージ化とは，一つの表現の中に省略された複数の事象が存在する場合を指す．

本システムでは，パッケージ化されている動作に関してハイパーテキスト化によりタイムマップからリンクを張り，見えない動作が存在していることを示す．リンクを張るパッケージ化された動作もタイムマップとして表示する．

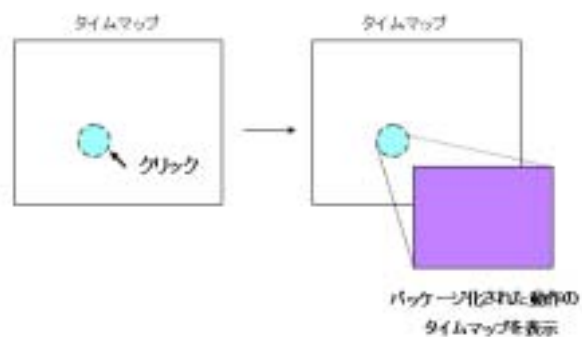


図 4.8: 動作のパッケージ化

<処理 5.2> 動作完了相のみの動作の省略化

料理レシピ文には動作の完了形が示されているだけで、レシピ文の料理手順内に動作が表現されていない場合がある。この場合、動作完了相が出現した時点で、その動作は完了していなければならない。

本研究では、動作完了のみの省略動作を発見し、料理動作として導入する。導入箇所は、時間的に動作完了相以前に導入する必要がある。しかし導入箇所を特定することはできないため、本研究では、動作完了相の直前に導入する。事象の前後関係が固定されていないので、導入位置よりも早く動作を行うことが可能であるという意味を含め、タイムマップ内の他のイベント構造とは異なる色で表示する。

(料理レシピ文)

1. スパゲティーは、塩を加えた熱湯でゆでる。

(処理 4)：注目箇所の特定をする

1. <材料 M> スパゲティー <材料 M> <材料> 塩 </材料> <動作完了相> 加える </動作完了相> <材料> 熱湯 </材料> <完成相 C> ゆでる </完成相 C>

(処理 5.2)：動作完了相のみの省略化

1. <材料 M> 熱湯 </材料 M> <材料> 塩 </材料> <完成相 A> 加える </完成相 A>
2. <材料 M> スパゲティー </材料 M> <完成相 C> ゆでる </完成相 C>

< 処理 5.3 > 複数の材料にかかる 1 つの動作

一手順内もしくは一ステップ内において複数の材料に対して 1 つの料理動作でまとめて表現されている場合がある．通常，調理を進行するにあたり，個々の材料において料理動作を行う．したがって，一つの料理動作でまとめている表現の場合は，料理動作が個々の材料に対する動作である表現をする必要がある．

(料理レシピ)

1. キュウリとトマトを切る

(処理 5.3): 複数の材料にかかる料理動作の省略化

1. <材料 M> キュウリ </材料 M> <完成相 A> 切る </完成相 A>
2. <材料 M> トマト </材料 M> <完成相 A> 切る </完成相 A>

上記の例の場合「キュウリを切る」と「トマトを切る」という 2 つの事象をさす．本システムでは省略されている動作を導入することにより，中間表現に全ての料理動作が示されているようにする．

4.3 中間表現からタイムマップ生成までの処理

タイムマップは中間表現の情報に基づいて生成される．中間表現から料理動作，形状変化を取り出し，アスペクトクラスの型にあった構造をタイムマップに出力する．

出力する二次元表示のタイムマップは x 軸が「調理者の注目箇所」，y 軸が「時間」である．各事象は実線で表示され，事象の進行を示す．出力する形態は，アスペクトクラスの型によって出力表示が異なる．各々のアスペクトクラスの型による出力構造を 4.9 に示す．全ての出力構造はイベント構造を考慮した構造をもつ．

達成相は，始点と終点が時間的に一致するため動作区間は y 軸と並行となる形態をもつ．完成相 A および完成相 B は，斜線部分より動作区間が存在していることを示す．ま

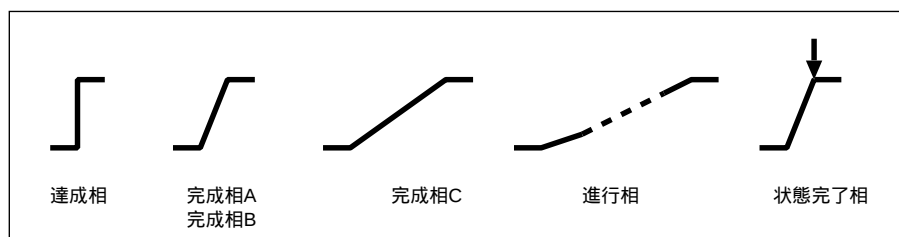


図 4.9: アスペクトクラスによる出力構造

た完了相 C および進行相は，完成相 A，B に動作区間が時間的に長いと考えられるので斜線部分を長く出力させる．さらに，状態完了相は達成点に矢印を出力させ，矢印付近には動作の達成となる具体的な情報を付加する．

4.3.1 事象関係および導入処理の表示

タイムマップ上ではレシピ文に書かれる事象ばかりでなく，隣接する事象のアスペクト関係や省略されている動作に関しても表示する．各々の場合にわけ，各タイムマップ表示を以下に示す．

事象の前後関係

状態完了相「～たら」は，動作の始点を示す条件である．状態完了相を表すイベント構造の終点部分と状態完了相で修飾されている動作のイベント構造の始点部分点線で結び以下のように表示させる．

（例）玉ねぎを炒め，香りが立ったら皿に移す．

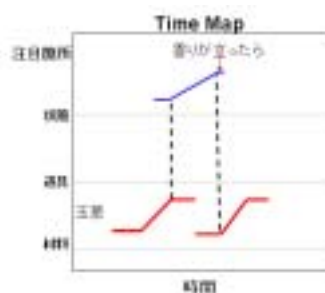


図 4.10: 事象の前後関係

事象の終点一致関係

状態完了相「～まで」は、動作の終点を示す条件である。状態完了相を表すイベント構造の終点部分と状態完了相で修飾されている動作のイベント構造の終点部分点線で結び以下のように表示させる。

（例）玉ねぎは香りが立つまで炒める。

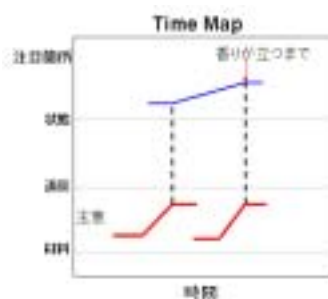


図 4.11: 事象の終点同一関係

並行動作関係

進行相は後ろに位置する事象と並行関係をもつ。並行動作を表す為には、複数の動作の出力構造の動作進行部分が重なる必要がある。

（例）スパゲティーを茹でている間、ブロッコリーを食べやすい大きさに切る。

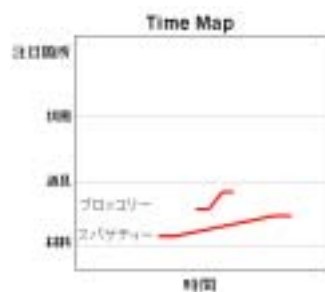


図 4.12: 並行動作関係

4.3.2 省略動作の導入

完了相のみの表現で動作を導入する場合，導入される動作は修飾されている動作の直前に位置している．しかし，実際には動作完了相よりも前に位置していれば問題は無い．そこで，導入された動作はイベント構造の色を変えて表示させる．

（例）塩を加えた熱湯でスパゲティを茹でる．

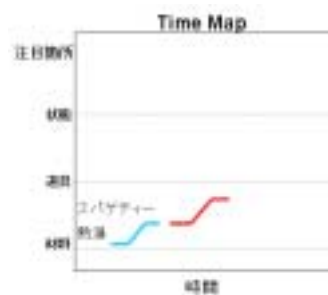


図 4.13: 省略動作の導入

labelfig:17

4.4 最終出力画面について

ユーザーフレンドリーなタイムマップを生成するために、タイムマップの表示のみではなく、以下の情報が添付される必要があると考えた。

- 料理する上での基本情報
 - － 料理のレシピ本文
 - － 各材料における分量情報
 - － 出来上がり写真
- 各料理動作における詳細な情報
 - － 料理動作名
 - － 注目箇所名
 - － 動作ポイント（副詞句より）
 - － 並行動作 可能 / 不可能
 - － 料理特有動作の説明

各料理動作における詳細な情報の項目は、タイムマップ上では書き表させない情報をまとめ、タイムマップと隣接するウィンドウによって表示する。タイムマップのイベント構造毎にマウスカーソルを移動すると、隣接したウィンドウの表示が変化するようにする。この料理動作の詳細な情報の書かれたウィンドウは中間表現の情報に基づき生成される。

また、これらの情報が出力される最終出力画面は、ブラウザにより表示される。このため、上述した情報が含まれたHTMLソースが必要となる。本稿では、このHTMLソースを自動出力させる。このような情報を加えた最終出力画面生成のための処理過程を図4.14で示す。

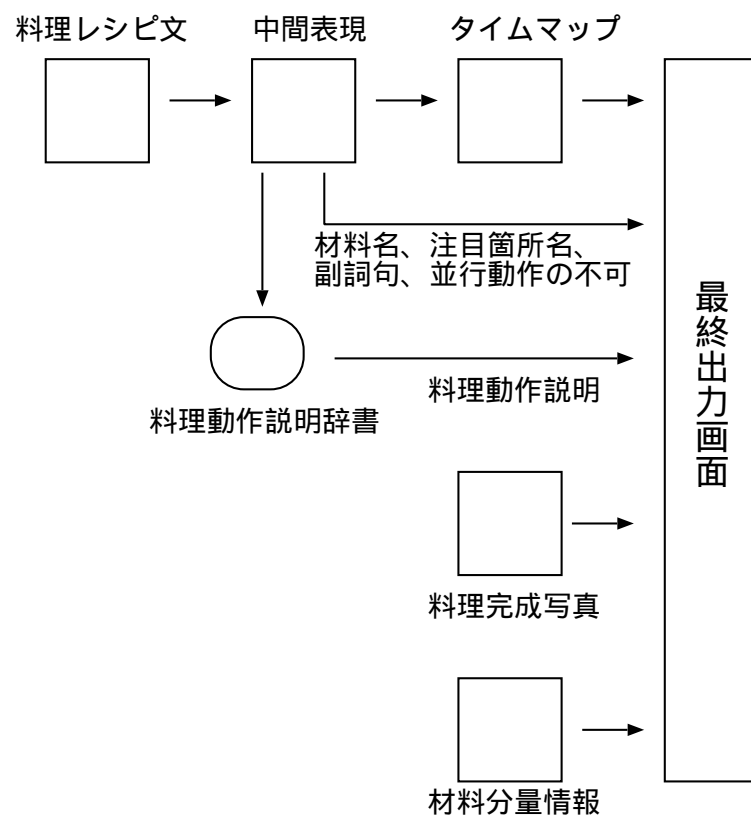


図 4.14: 最終出力画面生成までの流れ

4.5 提案システムのまとめ

既述した提案システムの全処理過程を図 4.15 で表す。本節では、実際にシステムに料理レシピ文を入力し、タイムマップを用いた最終出力画面までの出力結果を処理毎に示す。

4.5.1 選定した料理レシピ文

作り方：

1. スパゲティーはお湯でゆでる。
2. ゆでている間に、ニンニクは薄くスライスする。
3. 熱したフライパンにオリーブオイルを入れ、ニンニクのスライスと唐辛子を入れる。ニンニクがキツネ色になるまで炒める。
4. スパゲティーがゆであがったら、すばやくお湯をきる。
5. フライパンにスパゲティーを入れ、軽く炒めて、塩、こしょうで味を調整してできあがり。

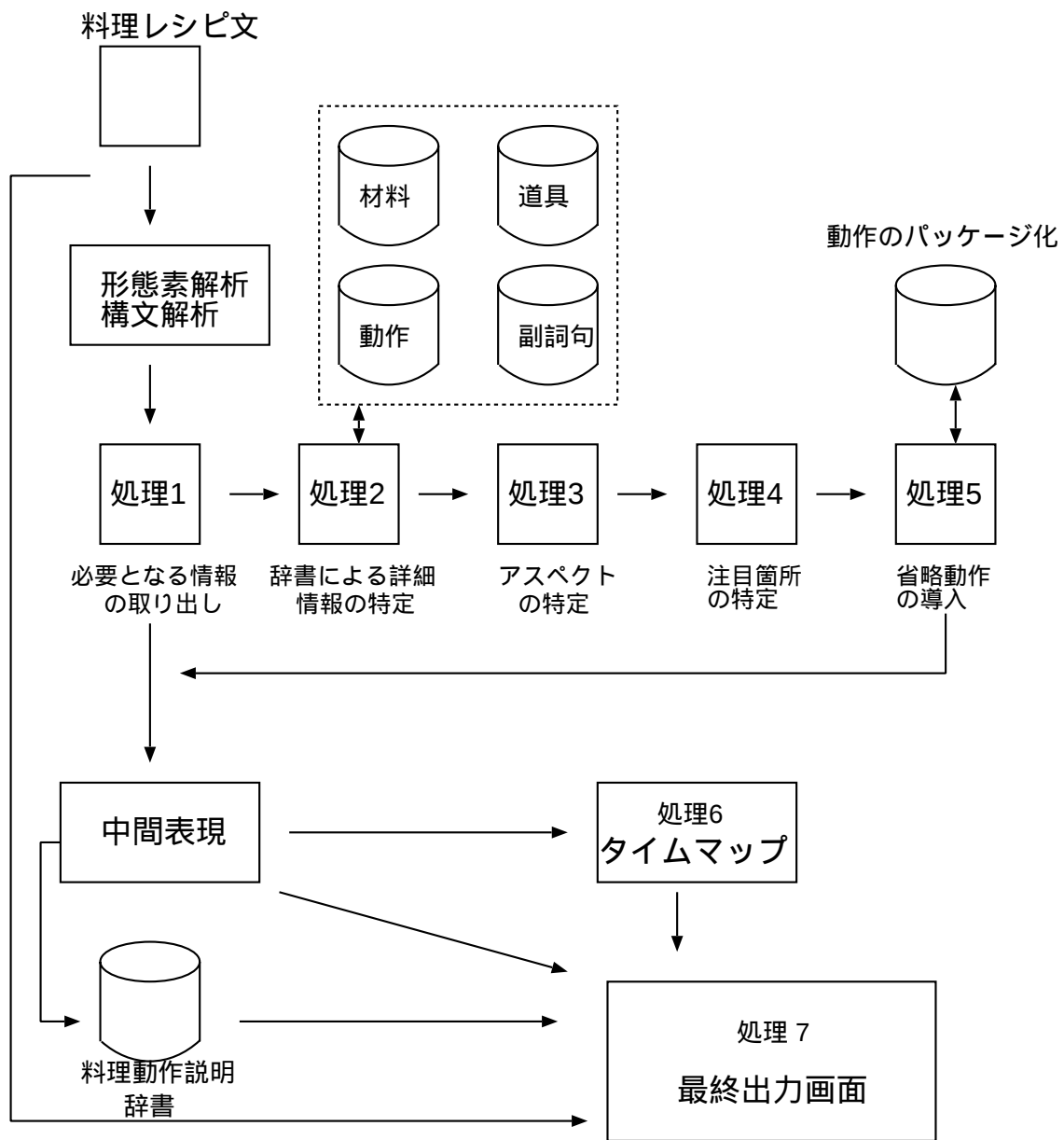


図 4.15: 本システムの全処理過程

4.5.2 処理 1 必要となる形態素情報の取り出し

形態素解析，構文解析システムの解析結果より，品詞，見出し語，接尾辞を取り出す．
取り出した形態素情報を表 4.2 に示す．また解析結果から動詞の見出し語を取り出す際は，動詞の原形（ル形）を取り出す．

表 4.2: 取り出した形態素情報

手順	品詞	見出し語	助詞	接尾辞
1	名詞	スパゲティー	は	
	名詞	お湯	で	
	動詞	ゆでる		
2	動詞	ゆでる		テイル
	名詞	ニンニク	は	
	副詞	薄く		
	動詞	スライスする		
3	動詞	熱する		タ
	名詞	フライパン	に	
	名詞	オリーブオイル	を	
	動詞	入れる		
	名詞	ニンニクのスライス		
	名詞	唐辛子		
	動詞	入れる		
	名詞	ニンニク	が	
	動詞	キツネ色になる		マデ
	動詞	炒める		
4	名詞	スパゲティー	が	
	副詞	すばやく		
	動詞	お湯をきる		
5	名詞	フライパン	に	
	名詞	スパゲティー	を	
	動詞	入れる		
	副詞	軽く		
	動詞	炒める		
	名詞	塩		
	名詞	こしょう		
	動詞	味を調える		

4.5.3 処理 2 辞書による詳細な情報の特定

処理 1 で抽出した見出し語は、材料、料理道具、料理動作、副詞句の辞書を参照し、品詞情報を詳細な情報に変更する。辞書により詳細な情報を特定したものを表 4.3 に示す。

表 4.3: 辞書による詳細な情報の特定

手順	詳細情報	見出し語	助詞	接尾辞
1	材料	スパゲティー	は	
	材料	お湯	で	
	完成相 C	ゆでる		
2	完成相 C	ゆでる		テイル
	材料	ニンニク	は	
	副詞	薄く		
3	完成相 A	スライスする		
	完成相 B	熱する		タ
	道具	フライパン	に	
	材料	オリーブオイル	を	
	完成相 A	入れる		
	材料	ニンニクのスライス		
	材料	唐辛子		
	完成相 A	入れる		
	材料	ニンニク	が	
	状態変化	キツネ色になる		マデ
	完成相 B	炒める		
	材料	スパゲティー	が	
4	副詞期間	すばやく		
	完成相 A	お湯をきる		
	道具	フライパン	に	
5	材料	スパゲティー	を	
	完成相 A	入れる		
	副詞期間	軽く		
	完成相 B	炒める		
	材料	塩		
	材料	こしょう		
	完成相 B	味を調える		

4.5.4 処理 3 アスペクトクラスの特定制

処理 2 から動詞の詳細情報としてアスペクト情報が得られる．しかし，動詞の辞書内にはル形の動詞しか情報として含んでいないため，進行相や完了相のアスペクト情報は含まれていない．そこで，処理 3 では図 4.6 で示したアルゴリズムにより全事象のアスペクトクラスを特定する．アスペクトクラスを特定したものを表 4.4 に示す．

表 4.4: アスペクトクラスの特定制

手順	詳細情報	見出し語	助詞
1	材料	スパゲティー	は
	材料	お湯	で
	完成相 C	ゆでる	
2	進行相	ゆでる	
	材料	ニンニク	は
	副詞	薄く	
	完成相 A	スライスする	
3	動作完了相	熱する	
	道具	フライパン	に
	材料	オリーブオイル	を
	完成相 A	入れる	
	材料	ニンニクのスライス	
	材料	唐辛子	
	完成相 A	入れる	
	材料	ニンニク	が
	状態変化相	キツネ色になるまで	
	完成相 B	炒める	
4	材料	スパゲティー	が
	動作完了相	ゆであがったら	
	副詞期間	すばやく	
	完成相 A	お湯をきる	
5	道具	フライパン	に
	材料	スパゲティー	を
	完成相 A	入れる	
	副詞期間	軽く	
	完成相 B	炒める	
	材料	塩	
	材料	こしょう	
	完成相 B	味を調える	

4.5.5 処理 4 注目箇所の特定

処理 4 では，調理者の注目箇所を取り出す．図 4.7 で示したアルゴリズムにより注目箇所を特定する．取り出した結果を表 4.5 に示す．

表 4.5: 注目箇所の特定

手順	注目箇所	副詞句	料理動作
1	スパゲティ		ゆでる
	スパゲティ		ゆでる（進行相）
2	ニンニク	薄く	スライスする
3	フライパン		熱する（動作完了相）
	フライパン		入れる
	フライパン		入れる
	状態		キツネ色になるまで（状態完了相）
4	フライパン		炒める
	状態		ゆであがる（状態完了相）
	スパゲティ	すばやく	お湯をきる
	フライパン		入れる
5	フライパン		入れる
	フライパン	軽く	炒める
	フライパン		味を調える

4.5.6 処理 5 省略表現動作に関する処理

処理 5 では省略表現動作の処理を行う。まず、動作完了相のみの動作の省略化がされている表現に関する処理を行う。表 4.5 の手順 3 では「熱する」が動作完了相になっており、「熱する」という処理は手順 3 以前に表現されていない。このため、本システムは「熱する」という動作を導入する。導入する際には動作の辞書を参照し、アスペクトクラス情報を取り出す。取り出した情報は、動作完了相の変わりに導入される。また、動作完了相を示す動作が動作完了相以前に表示されている場合は、動作完了相は終点となるため処理を行う対象とはならない。

また、動作のパッケージ化がされている動作に関する処理を行う。パッケージ化されている事象が表 4.5 に含まれている場合、パッケージ化される動作の辞書を参照し、辞書内から動作に含まれている事象を取り出す。辞書内には省略動作およびアスペクト情報が含まれている。これら情報を用い、省略された事象だけのタイムマップを生成する。

以上の処理が中間表現の生成における過程である。表 4.6 は中間表現を示す。

表 4.6: 中間表現

手順	注目箇所	副詞句	料理動作
1	スパゲティー		ゆでる
	スパゲティー		ゆでる（進行相）
2	ニンニク	薄く	スライスする
3	フライパン		熱する
	フライパン		入れる
	フライパン		入れる
	状態		キツネ色になるまで（状態完了相）
	フライパン		炒める
4	状態		ゆであがる（状態完了相）
	スパゲティー	すばやく	お湯をきる
5	フライパン		入れる
	フライパン		入れる
	フライパン	軽く	炒める
	フライパン		味を調える

4.5.7 処理 6 タイムマップ生成

表 4.6 の中間表現に基づき、タイムマップ生成を行う。中間表現内の各事象は図 4.9 のアスペクトの型に基づいた出力形態を呼びだし出力させる。タイムマップは二次元で表示され、x 軸が「時間」、y 軸が「注目箇所」である。各事象は実線で表示され、また事象関係は点線で結ばれる。さらに処理 5 で行った動作完了相における事象の導入は他の事象と出力構造の色を変え表示する。

次に進行相をもつ事象が存在する場合における事象の出力構造について述べる。実験対象レシピを例にあげると、「ゆでる」という進行相が手順 1 の完成相 C「ゆでる」の後に存在する。進行相の出力構造の始点は完成相 C の「ゆでる」の事象の始点の位置である。また「ゆであがったら」という状態完了相の事象が進行相の終点となる。したがって、完成相 C の「ゆでる」という事象と状態完了相「ゆであがる」の事象の間に存在する事象は、「ゆでる」と並行動作関係が成立する。以上のことを考慮し、生成したタイムマップが図 4.16 である。

また、「ゆでる」はパッケージ化された動作である。したがって、処理 5 で既述したようにパッケージに含まれている動作のタイムマップも生成される。料理レシピ本文のタイムマップ上で「ゆでる」の場所をマウスでクリックすると生成したパッケージに含まれる動作だけのタイムマップが重なり表示される。これを図 4.17 に示す。

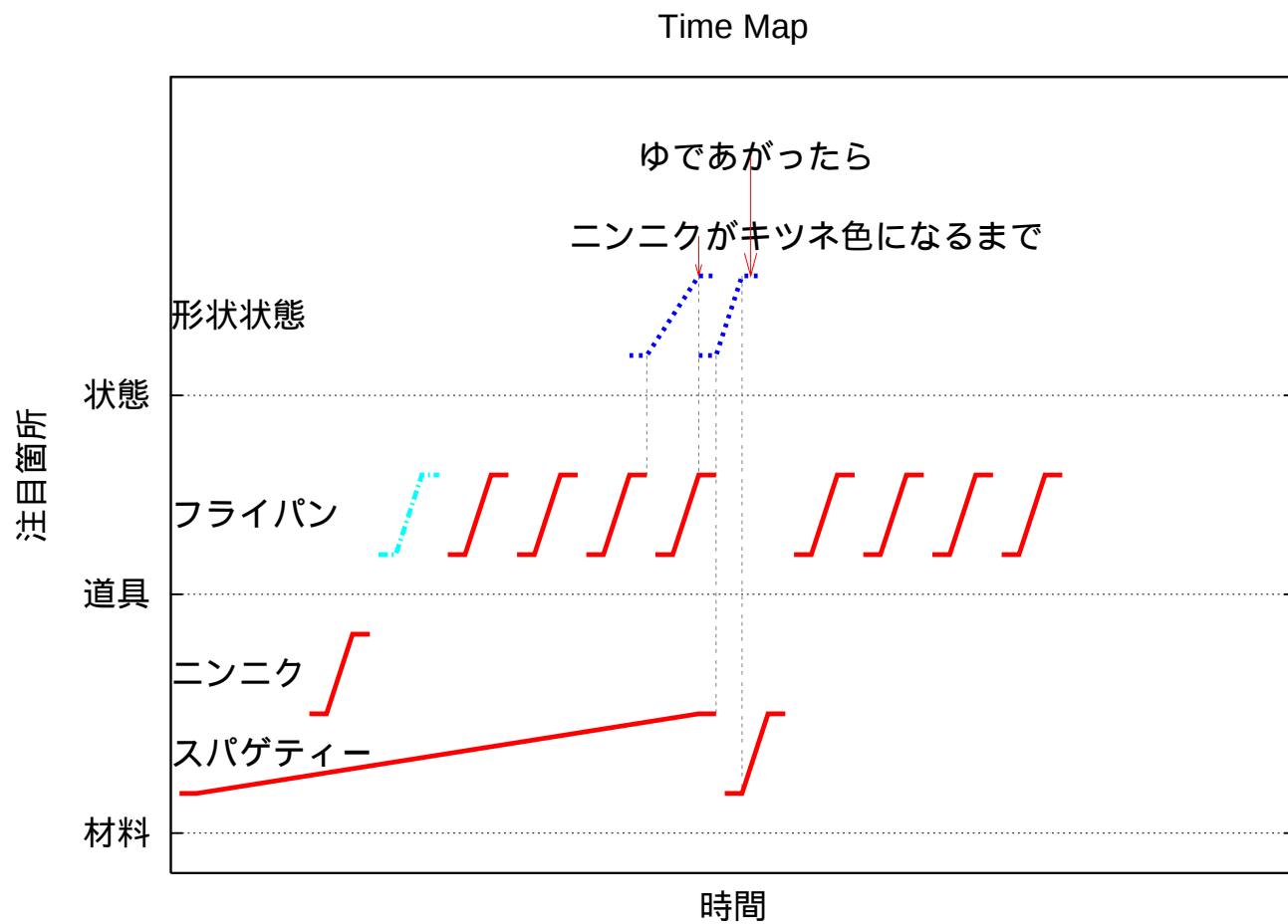


図 4.16: 生成されたタイムマップ

4.5.8 処理 7 最終出力画面

処理 6 で生成したタイムマップの他に料理レシピ文，材料分量表，料理完成写真，各事象に関する詳細情報を付加する．最終出力画面を図 4.18 に示す．

料理レシピ文，材料分量表，料理完成写真は画面右上に示す．タブをマウスでクリックするとこれら 3 つの情報が入れ替わり表示される．文章が長いレシピ文限られたスペースで表示するためにスクロールバーで対応している．これら 3 つの画面を図 4.19 に示す．

またタイムマップ内の各事象にマウスカーソルを重ねると，事象に関する詳細な情報が右したのウィンドウで表示される．詳細な情報とは，料理動作名，注目箇所名，副詞句による動作ポイント，並行動作の不可，料理動作の説明である．料理動作名，注目箇所名，動作ポイント，並行動作の不可は中間表現から情報を抽出している．また料理動作の説明に関しては，辞書をシステムに保持させ対応している．

以上が本稿で構築したシステムの処理過程である．

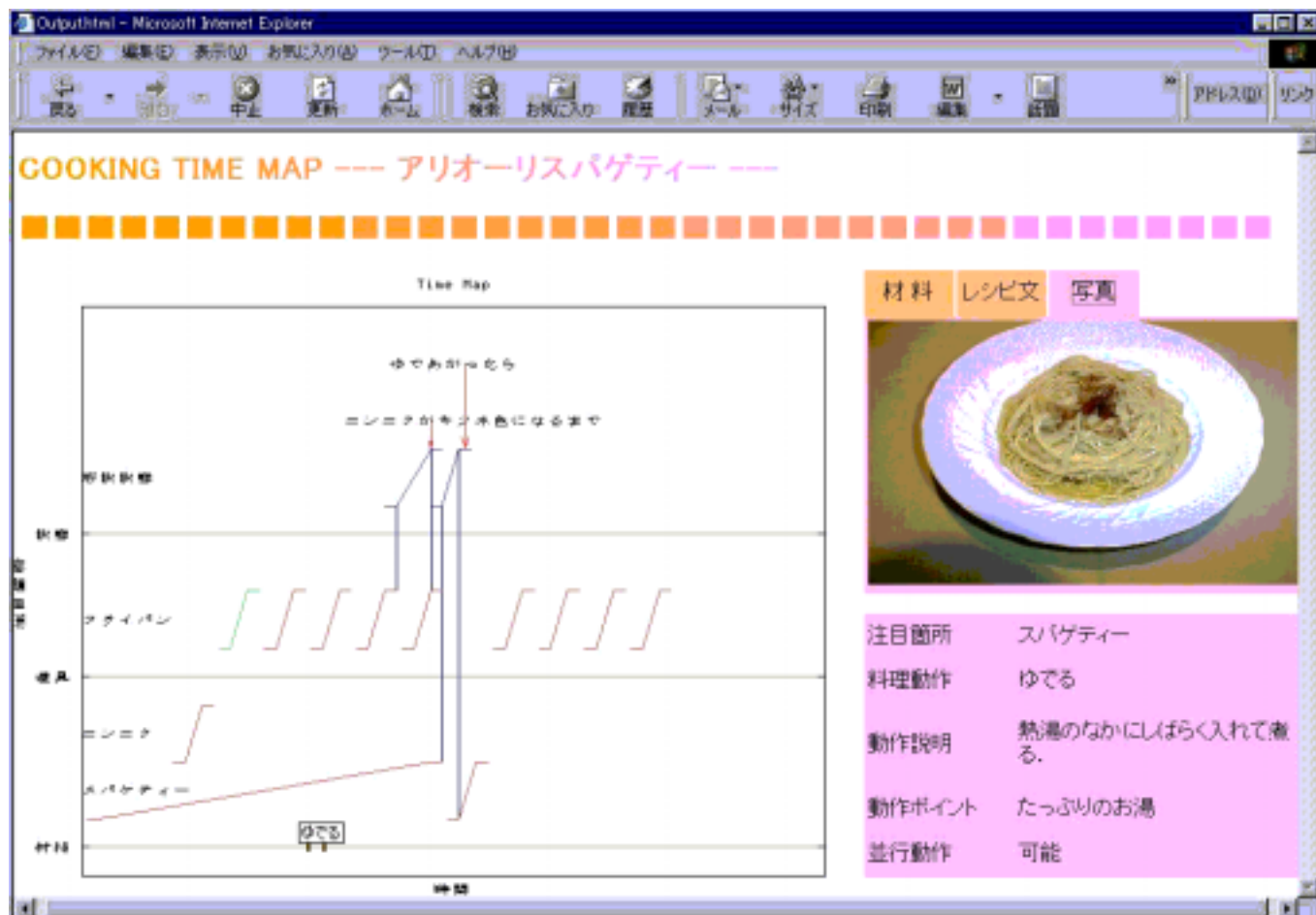


図 4.18: 最終出力画面

材 料	レシピ文	写真
	1. スパゲティーはたっぷりのお湯でゆでる。 2. ゆでている間に、ニンニクは薄くスライスする。 3. 熱したフライパンにオリーブオイルを入れ、ニンニクのスライスと唐辛子を入れる。ニンニクがキツネ色になるまで炒める。 4. スパゲティーがゆであがったら、すげめとお湯をきス。	
材 料	レシピ文	写真
スパゲティー	100g	
ニンニク	ひとかけ	
唐辛子	1本	
オリーブ油	少々	
塩	少々	



図 4.19: 料理レシピ文本文，材料分量表，料理完成写真

4.6 考察

本稿ではイベント構造の概念に基づき、料理分野に特化したアスペクトのクラスについて分析した。言語情報から時間関係構造の可視化を行うことにより、事象群の進行、隣接する事象関係の解析し、前後関係および並行動作関係等を示した。本稿では構築したシステムの考察について述べ、今後の課題について言及しまとめる。

4.6.1 システムの依存関係について

本システムは、料理レシピ本の著者による言語表現形態や形態素解析、構文解析システムの解析結果に依存する。例えば、料理特有の表現として「ひと煮する」や「回し入れる」等は取り出すことができない。「ひと煮する」を入力すると形態素解析では「煮する」と語認識してしまい、また「回し入れる」は二つの事象として抽出され「回す」「入れる」という2つの動詞として認識されてしまう。このため、本システムは、このような料理特有の動作に関する表現がレシピ文中に含まれている場合に関し、修正処理を行っている。ただし、このような認識不能な情報は誤認識されてからの修正となるため、人間の修正処理を行うことが必須となる。多くのレシピ文に対し実験を行い、修正処理を行うことが現時点での対応策である。

4.6.2 実験対象外である料理レシピ文について

料理レシピ文の多くは、手順番号を用いて表現されている。例えば、「1と2をボールに入れ、かき混ぜる」などが挙げられる。このような手順番号による表現の料理レシピ文は対象外とした。ただし、この手順番号による省略化は前後関係を導き出す可能性があると考えられる。

また、「○○の材料を合わせる」といった表現もレシピ文中にある。本稿ではこれを材料のパッケージ化とよぶ。人間は材料のパッケージ化された表現に対して、レシピ本文に隣接している材料分量表から情報を取り出し、どのような材料を合わせるべきか認識する。しかし、本システムでは材料分量表との関係について処理を行っていないため材料のパッケージ化に含まれている材料および動作については抽出できずまとめて一材料、

一動作として見なしている．動作のパッケージ化だけでなく材料のパッケージ化の可視化もタイムマップ上で表現する必要がある．

4.6.3 アスペクトクラスに関する提案アルゴリズムの妥当性

本稿ではル形の動詞のアスペクト情報および動詞に承接する語尾形式によりアスペクトクラスを特定した．アスペクトクラスに関するアルゴリズムの評価についての分析結果を表 4.7 に示す．

表 4.7: アスペクトアルゴリズムの分析結果

	人間による 判断 (a)	プログラム の出力 (b)	判断が一致 したもの (c)	再現率 c / a (%)	正解率 c / b (%)
完成相 A	380	386	380	100	98
完成相 B	145	147	145	100	99
完成相 C	42	41	41	98	100
達成相	7	7	7	100	100
進行相	4	4	4	100	100
動作完了相	20	15	15	75	100
状態完了相	27	27	27	100	100
合計	625	627	619	99	98

表 4.7 によると，全体の再現率，正解率が高い．これは，料理レシピ文の承接するパターンが少なく，かつ動作の進行や完了の表現において限られた特徴によって表現されているためであると考えられる．しかし，本稿が提案したアルゴリズムにより取り出せないアスペクトクラスが存在する．この原因は以下の二つに大別される．

- 料理特有の表現をもつ動詞
- 材料の状態を表すもの

「料理特有の表現をもつ動詞」とは、例えば「炒め合わせる」「溶き入れる」「戻し入れる」などの動詞をさす。本来ならばこれは1つの動作であると考えられるが、形態素解析を行う上で、2つの事象として取り上げられてしまう。したがって、「回し炒める」ならば「回す」「炒める」と解析される。そこでこれらの問題に対して、このような料理特有の表現をもつ動詞においては、既述したように修正処理を行い、2つの事象として取り出された動詞を1つの事象に修正し解決している。

また「材料の状態を表すもの」が取り上げられなかったものが表4.7の動作完了相の再現率75%に影響している。例えば「ぬれたままの」「丸く重ねた状態で」などの状態表現では、「ぬれる」「重ねる」が動詞として取り上げられ、また「タ」形を含むため、動作完了相として誤認識してしまっている。これに関しても上記と同様、修正処理により解決をした。

4.6.4 事象間の関係について

他の文章との時間関係は表面的な情報からでは容易に解析できないとされている。事象間の関係するパターンを分析することにより、一部の事象において前後関係や並行動作関係等を導きだすことが可能となった。このように隣接する文のもつアスペクトクラスの関係を考えることにより、事象の時間的な意味を限定できる可能性があると考えられる。

しかし、本稿で取り扱った事象関係は実世界で成り立つ事象関係の一部にしか過ぎない。Shoham[14]が示すように11の事象関係が存在する。料理レシピ文中には、事象の始点、終点が明示されない場合が多いため、11の事象関係を明らかにすることは困難であるが、このような問題が解消すれば、事象の時間構造を複雑に組み合わせることのできるタイムマップを生成することが可能であると言える。複雑な時間構造をタイムマップで表現してこそ、タイムマップの果たす役割は大きい。隣接する事象間の関係の分析や文脈に依存した事象関係より事象の始点、終点の導出を期待したい。

また、料理レシピ文を分析するにあたり、事象間の始点同一関係を表す表現がほとんど存在しない。これは言語学的な観点から人間は終点に関しては関心をもつが始点に関しては注目をおかないのではないかといったことが考えられる。

4.6.5 タイムマップ内の事象の出力形態について

従来，アスペクト理論を用いて日常的に取り扱っている時間概念を計算機上で取り扱っている研究は少ない．本稿では料理動作をタイムマップとして表示し，各事象の時間的側面や事象間の時間関係を可視化させることができた．しかし，アスペクトの型により事象の出力形態構造を特定しているため，各アスペクトクラスの出力構造は固定されている．したがって，各々の料理動作による具体的な期間を表すことができなかった．副詞句により具体的な時間情報を取り入れ，またアスペクトの型に依存しない表示形態の出力が今後の課題である．

4.6.6 汎用性のあるシステム構築について

本稿ではユーザーフレンドリーな出力画面の生成を目標にした．最終出力画面において，料理アニメーションなども考慮することが可能となれば，なお効果的なインターフェースを構築することができる．本稿では料理動作におけるアニメーション処理の開発を行った植松 [18] の処理過程を参考にしている．中間表現に関してはほぼ共通の情報により保持されている．本稿で扱っていない情報としては「料理場所」に関する情報のみである．そこで，今後の課題としてタイムマップと料理アニメーションの同時再生が可能となる出力画面生成を期待する．

第 5 章

おわりに

本稿では，自然言語文から各事象の内部的な時間構造を解析し，各事象の時間的側面や事象間の時間的関係構造の分析を行った．自然言語文として「料理のレシピ文」を対象とし，事象間の時間的構造を可視化したタイムマップの自動生成システムを実装した．

まず，料理レシピ文を分析し，料理分野における事象の型を「達成相」「完成相」「進行相」「完了相」の4つに分類し，完成相，完了相をさらに細分化させた．この提案したアスペクトの型から隣接する事象のアスペクト関係を分析し，事象間の前後動作関係，終点同一関係，並行動作関係を導き出した．他の文章との時間関係は表面的な情報から容易に解析できないとされているが，1つの事象を特定し，隣接する事象とのアスペクト関係を分析することによって，事象間の時間的な意味を限定させる可能性が見られる．

またこれらの分析に基づいて言語情報から二次元のタイムマップを自動生成した．タイムマップを生成することに関しては必要となる情報を分析し，「材料」「料理道具」「料理動作」「副詞句」「アスペクトクラス」「注目箇所」「省略動作」について明示する必要があることわかった．「材料」「料理道具」「料理動作」「副詞句」といったレシピ文から抽出できる情報は，システムが保持する辞書を参照し，詳細な情報をシステムに認識させる．また「アスペクトクラス」は，承接する語尾形式と動作の辞書内のアスペクト情報を基に決定アルゴリズムを提案した．注目箇所に関しては，材料もしくは道具と承接する助詞により調理者が注目しているところを特定する提案アルゴリズムを用いて特定した．省略動作の発見，導入に関しては，3つの場合に分けることができ各々の場合に分けた導入処理を行った．これらの情報を中間表現としてまとめ，タイムマップを生成した．さらにユーザーを考慮したインターフェース構築として，タイムマップの他に材

料分量表や料理完成写真，料理特有動作説明等の詳細な情報を付加した最終出力画面を生成した．

今後の課題としては，各事象の複雑な時間関係の表示に対応できるようなシステム構築である．本稿が取り上げた関係は実世界における事象関係の一部分にしかすぎないため，隣接する事象関係の分析や文脈に依存する事象関係の分析をすることにより，始点や終点の曖昧性を解消する必要がある．また本稿では，タイムマップ内に表示される事象の出力形態をアスペクトの型により決定しているため，事象固有の時間構造の出力を考慮する必要がある．さらに汎用性のあるシステム構築を目指すために，多くのレシピ文を分析し，出力画面にアニメーションを含めるなど効果的なインターフェース構築が課題としてあげられる．

謝辞

終始熱心な御指導を賜りました東条 敏教授には大変感謝しております。さらに鳥澤 健太郎助教授，永田 裕一助手，博士後期課程の吉岡 卓氏，研究室の学生の皆様には多くの貴重な御意見，アドバイスを頂きました。また，自然言語処理学講座の島津 明教授に大変貴重な御意見，御助言を頂戴致しました。本研究を進めるにあたり，多くの方々に心より感謝の意を表したいと思います。最後に，私の学生生活を支えて下さった家族および友人に感謝します。本当に有難うございました。

参考文献

- [1] Adachi, H., “A Generation Method of Cooking Definitions Based on Similarity between A Couple of Recipes”, *NLPRS*, pp.135-140, 1997.
- [2] Kamp, H. and Reyle, U., “From Discourse to Logic”, Kluwer Academic Publisher’s , 1993.
- [3] Karlin, R. F., “Defining the Semantics of Verbal Modifiers in the Domain of Cooking Task”, *Preedings of the 26th Annual Meeting of ACL*, pp.61-67, 1988.
- [4] 金田一 春彦, “日本語動詞のアスペクト”, むぎ書房, 1976.
- [5] 工藤 真由美, “アスペクト テンス体系とテキスト - 現代日本語の時間の表現 - ” ひつじ書房, 1995.
- [6] 草薙 裕, “文法と意味 I - 朝倉日本語新講座 3”, 朝倉書店, 1983.
- [7] 黒橋 禎夫, “日本語構文解析システム KNP version 2.0 b6”, 京都大学大学院 情報科学研究科, 1998.
- [8] 黒橋 禎夫, 長尾 真, “日本語形態素解析システム JUMAN version 3.61”, 京都大学大学院 情報科学研究科, 1998.
- [9] 町田 健, “日本語の時制とアスペクト”, アルク社 , 1989.
- [10] Moens, M. and Steedman, M., “Temporal Ontology and Temporal Reference”, *Computational Linguistics Vol.14, No.2*, pp.15-28, 1988.
- [11] 桃内 佳雄, “日本語複文の時間構造構成規則に関する基礎的考察”, 人工知能学会誌 *Vol.8, No.1*, 1993.

- [12] 森山 卓郎, “動詞のアスペクチュアルな素性について”, 待兼山論叢, 17巻, 大阪大学国文学研究室, 1983.
- [13] 大石 亨, 松本 裕治, “表層表現による日本語動詞句のアスペクトの推定”, 自然言語処理 Vol.4, No.4, 1997.
- [14] Shoham, Y., , “Reasoning About Change”, The MIT press, 1988.
- [15] 白井 賢一郎, “自然言語の意味論 モンタギューから「状況」への展開”, 産業出版, 1992.
- [16] Tojo, S., “Event,State,And Process In Arrow Logic”, *Minds and Machines Vol.9*, pp81-103, Kluwer Academic Publisher's, 1999.
- [17] 東条 敏, “アロー論理によるアスペクト解析”, 自然言語処理 Vol.7, No.4, 2000.
- [18] 植松 秀樹, “レシピ文入力からの3DCGの調理動作生成システムの開発”, 修士論文, 2001.