

料理のレシピ文における時間的關係構造の自動生成

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

林 絵梨 東条 敏

e-mail:{eri-h,tojo}@jaist.ac.jp

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關係を把握する。しかし、事象の時間的側面(アスペクト)や事象間の時間關係の解析ができない場合、文章全体の時間關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關係は解析が困難な問題とされている。また、日常取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關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關係を見出し、並行動作關係、終了時や開始時の前後關係、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。

2 関連研究について

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[2][4]が、単文のみしか扱っておらず、隣接する文との關係については言及していない。

また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[5][7][8]。

東条[8]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、イベント構造の各部位を図1に示し、アスペクトとイベント構造内のレファランスを表1に示す。

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。
- 結果区間：達成点から後の時間全体。

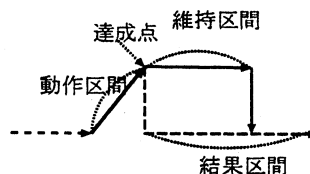


図1: イベント構造

表1: アスペクトとイベント構造のレファランス

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)

このイベント構造の概念によって構築されるアスペクト理論を本研究でも取り入れ、料理の動作はどのようなレファランスに着目しているかを考察する。

Moensら [5] のアスペクト分類定義に従い Karlin [1] 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、料理動作におけるイベントのアスペクト分類を行っている。Karlinによれば、終点を含む動詞は 'Culminated process' に分類され、大抵の料理動作がこのアスペクトクラスに分類されるとしている。また、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。

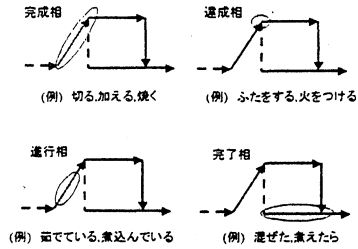


図 2: 各料理動作において着目するレファレンス

3 レシピ文における時間関係構造

3.1 Karlin によるアスペクト分類

Karlin [1] のアスペクト分類に基づき、日本語の料理レシピ本 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 2 に示す。

表 2: Karlin に基づいたアスペクト分類

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

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かった。さらに料理動作の特徴として、全ての料理動作は必ず終点を持つ。しかし動詞自体が終点をもたないからといって 'Process' に分類すると、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を同じアスペクトクラスとして扱うことになる。これら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。

3.2 提案するアスペクトクラス

前節を考慮に入れ、日本語の料理レシピ文に対応したアスペクトの型を提案する。各料理動作において着目するイベント構造のレファレンスと具体的な動作例を図 2 に示す。

前節と同様に 53 個のレシピ文を対象に料理動作を提案したアスペクトに分類すると 90% が完成相に分類される。また完了相は、材料の形状状態の表現と調理者の動作を表す表現が存在する。本稿では完成相、完了相をさらに細分化する。細分化をすることにより並行動作の可能性のある事象、前後関係のある事象を導き出すことができる。

完成相の細分化 大石ら [6] の動詞のカテゴリー分類を参考に完成相の分類を行うと「変化+結果持続動詞」、「過程+結果持続動詞」に二分することができる。「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、動き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。

また、料理動作は主眼を置く必要のある動作、主眼を置く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が存在する。動詞のカテゴリーによる分類と調理者の注目度による分類の双方を考慮に入れ、完成相を 3 つのサブクラスに分ける。

完了相の細分化 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する。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 [1][9] 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と同様に扱う。以上の細分化から得られる結果を表 3 に示す。

表 3: 提案モデルのまとめ

アスペクト	型の細分化	料理動作例
完成相	完成相 A	切る, 加える
	完成相 B	揚げる, 炒める
	完成相 C	ゆでる, 煮る
達成相	—	ふたをする
進行相	—	煮込んでいる
完了相	状態完了相	色が変わったら
	動作完了相	炒めたら

3.3 提案するアスペクトアルゴリズム

アスペクトクラスを特定するアルゴリズムを図 3 に示す。処理 1, 2, 3, 4 は人間の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動作の辞書内に保持されている。それに対し、進行相や完了相を表す事象は辞書に含まないため、各事象は辞書から取

出した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。この処理過程は処理 5, 6, 7 である。

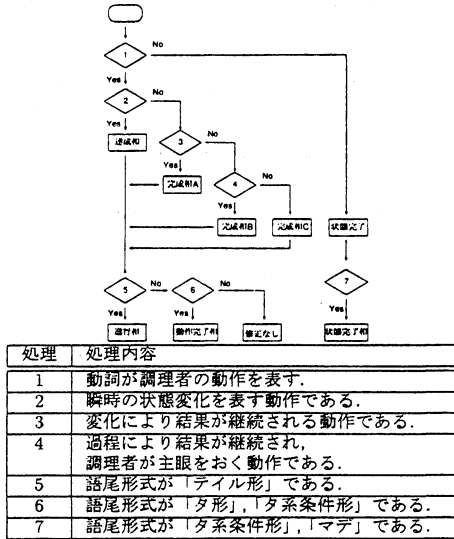


図 3: アスペクトクラス決定アルゴリズム

3.4 隣接するアスペクトクラスの関係

事象間の前後関係 状態完了相に分類される事象で「タラ」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開始点は前後関係が成立する。タイムマップ上では、終了点と開始点を点線で結び前後関係を表す。

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。タイムマップ上では、終了点を点線で結び動作関係を表す。

並行動作関係 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。タイムマップ上で並行動作を表す為に、複数の動作の構造が並行に重なる表示をする。上記の他に完成相 C に分類される事象、電子レンジなど一部の料理道具を利用した事象の場合も並行関係となる可能性がある。しかし、レシピ文中から並行動作であると特定することは出来ないため、タイムマップ内では並行関係を表現せず、最終出力画面でのタイムマップ外で表示する。

3.5 省略言語表現に対する処理

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。そこで本稿で

は省略言語表現のパターンを以下のように分け、各々の場合に対応した省略動作を導入する。

- 1つの動作に含まれる複数の動作
- 動作完了相のみ動作の省略化
- 複数の材料にかかる1つの動作
- 次の動作へ移行する為の自明な動作

1は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さし、本稿ではこれを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、火をかけ、熱湯で煮る」といった動作が省略されている。そこで、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リンクを張り、見えない動作が存在していることをタイムマップ上で表すことを提案する。

2は達成相、完成相としての動作がレシピ文中に明示されてなく、動作完了相によって事象の存在を表現していることをさす。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いる必要がある。そこで省略動作を発見し、動作完了相以前に導入する。しかし、導入箇所を特定することはできないため、本稿では動作完了相の直前に導入し、タイムマップ上では他の事象と色を変えて表現する。

3は複数の材料が1つの料理動作にかかり簡単化されている場合をさす。例えば、「キュウリとトマトを切る」といった場合、「キュウリを切る」「トマトを切る」といった二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。

4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。例えば、「葱を切る」「茄子を切る」という動作の間には、「切った葱を皿にのせる」「茄子を取る」「茄子をまな板の上のにのせる」といった動作が必要となる。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、本稿では次の動作間の自明な動作として分類し扱わない。

4 実験システム

実験システムの処理手順は、まず入力文である料理レシピ文から形態素解析 (JUMAN)、構文解析 (KNP) を行う。解析結果から品詞、見出し語、接尾辞を抽出し、抽出した情報は、材料、道具、動作、副詞句の辞書を参照し、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図3で示したアルゴリズムにより特定し、省略言語表現の処理に関しては既述した処理を行う。以上の処理により、タイムマップに必要な情報を抽出し、情報を保持したものを中間表現とよぶ。中間表現に含まれている情報を基に各事象に相応しい出力構造を呼び出し、タイムマップを生成する。さらにタイムマップの他に料理に関する情報を付加

し、最終出力画面を生成する。システムの処理過程を図4で示し、実験例を示す。

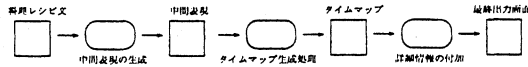


図4: システム処理の流れ

実験例

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、こしょうで味を調べてできあがり。

表4: 生成した中間表現 (一部)

手順	注目箇所	料理動作	アスペクト
1	スパゲティー	ゆでる	完成相 C
2	スパゲティー	ゆでている	進行相
	ニンニク	スライスする	完成相 A
3	フライパン	熱する	完成相 B
	フライパン	入れる	完成相 A
	フライパン	入れる	完成相 A
	フライパン	入れる	完成相 A
	形状状態	キツネ色になる	状態完了相
	フライパン	炒める	完成相 B
4	形状状態	ゆであがる	動作完了相
	スパゲティー	お湯をきる	完成相 A
5	フライパン	入れる	完成相 A
	フライパン	炒める	完成相 B
	フライパン	味を調える	完成相 B
	フライパン	味を調える	完成相 B

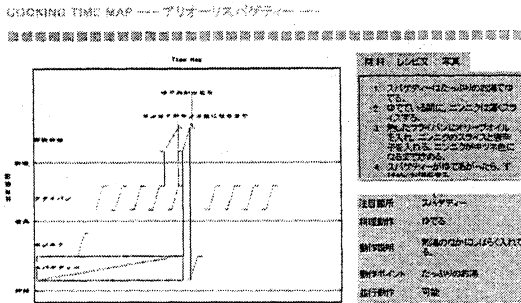


図5: 最終出力画面の表示

既述した処理過程に基づいてレシピ文から中間表現を生成する。生成した中間表現の一部を表4に示す。図5は構築したシステムの最終出力画面である。画面左側はタイムマップであり、縦軸は、調理者の注目箇所、横軸は時間をさす。各事象は実線で出力され、また事象間の関係がある場合は点線で結ばれる。事象にマウスカーソルを合わせると、画面右下に詳細な情報が表示される。また画面右上は、レシピ文、材料分量表、出来上がり写真、並行動作の不可等の情報が表示される。このような出力画面により事象間の関係を可視化させることができた。

5 今後の課題

本稿では、隣接する事象間の関係を明らかにすることにより、動作の前後関係、並行動作関係を導き出すことができた。これは事象関係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。また、時間概念を計算機上で扱い、各事象の時間的側面、事象間の時間関係を可視化することができた。

しかし、中には事象の始点、終点を取り出すことができない場合があり、複数の事象関係を導くことが不可能な場合が存在する。また、アスペクトの型により事象の出力形態を決定しているため、具体的な期間を表示することができなかった。

実世界では、本稿で扱った事象間の関係以外にさらに多くの事象関係が存在する。複雑な時間構造の組み合わせを表現し、各事象の時間的な特性を生かしたタイムマップ生成が今後の課題である。

参考文献

- [1] Karlin, R. F., "Defining the Semantics of Verbal Modifiers in the Domain of Cooking Task", *Proceedings of the 26th Annual Meeting of ACL*, pp.61-67, 1988.
- [2] 草薙 裕, "文法と意味 I - 朝倉日本語新講座 3", 朝倉書店, 1983.
- [3] 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.
- [4] 町田 健, "日本語の時制とアスペクト", アルク社, 1989.
- [5] Moens, M. and Steedman, M., "Temporal Ontology and Temporal Reference", *Computational Linguistics Vol.14, No.2*, pp.15-28, 1988.
- [6] 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.
- [7] Tojo, S., "Event, State, And Process In Arrow Logic", *Minds and Machines Vol.9*, pp81-103, Kluwer Academic Publisher's, 1999.
- [8] 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.
- [9] 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.