

物語内容における状態を管理する機構の構築 —状態—事象間関係の知識ベースの内容的検討—

秋元 泰介[†]
Taisuke Akimoto

栗澤 康成[†]
Yasunari Kurisawa

福田 至[‡]
Itaru Fukuda

小方 孝[‡]
Takashi Ogata

[†]岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究科

[‡]岩手県立大学ソフトウェア情報学部

1. まえがき

本稿では、筆者らの統合物語生成システムにおいて、物語中で発生する事象とその背後にある状態との関係を扱う機構について述べる。物語生成システム研究における代表的な方法のひとつとして、プランニングの応用により、開始状態から目標状態に至る行動系列としての事象列を作るというものがある(例えば TALE-SPIN (Meehan 1980))。これには Schank (1975) の概念依存理論やフレーム等の人工知能技術が利用されている。本研究も、物語生成システムにおける事象と状態の関係を扱う。

筆者らが現在開発を進めている統合物語生成システム (Akimoto & Ogata 2012) は、事象(もしくは事象概念)やそれを複数含む構造的単位どうしを諸種の物語論的・談話論的な「関係」によって結び付けることで漸次的に物語構造を変換・拡張して行く処理(「物語技法」と呼ぶ)を基本的方式とする。システムは物語の構造的側面を物語内容、物語言説、物語表現の3つに分け、基本的にこの順で生成を行う。特に物語内容生成においては、概念辞書をはじめとする幾つかの知識ベースを用いた基礎的な知識処理によって、事象進行における一貫性や尤もらしさが管理される。また、制御機構が、生成処理全体を管理し、生成過程を実際に絞込む。システムは主に Common Lisp で実装されており、現状で約 550 の独自定義関数と概念辞書等の知識ベースが結合されている。

本論文は、物語内容における事象の展開を、事象と状態の関係というミクロな水準で支える知識ベース及び機構について述べる。特に、知識ベースの内容的側面に焦点を当てる(本機構の全般的説明は Akimoto, Kurisawa & Ogata (2013) が行った)。事象(もしくは事象概念)は、動詞的概念によって表される出来事を意味する。一方の状態は、物語内容の各時点における登場人物や物、場所の各具体的要素(インスタンス)の属性情報を記述する知識構造に相当する。すなわち、ある状態の知識構造は事象を介在に(通常はその一部分が)変化させられ別の知識構造となる。この意味で、状態が静的情報だとすれば事象は動的情報である。物語生成システム中での状態の主要な役割のひとつは、物語進行の一貫性や尤もらしさを管理することであり、もうひとつは事象の背景情報を格納・管理することである。さらに状態は、物語言説処理において、特定のインスタンスの描写や説明を付与するためにも使用される。つまり描写や説明の対象となる知識が状態の知識構造の中に格納されている。事象と状態には、主に次のふたつの関係がある——①事象は状態に何らかの変化を引き起こす、②ある時点で可能な事象はその時の状態によって制限される。事象と状態の関係は、これらの情報すなわち事象によって生じる状態変化及び事象の前提となる状態を定義した「状態—事象変換知識ベース」と、これを利用して事象から状態を生成する「状態管理機構」によって管理される。この機構と知識ベースの試作は Onodera, Akimoto & Ogata (2012) によって既に提案されており、状態や知識ベースの定義や処理の基本

方式等が示されている。本研究はその基本的アイデアを踏襲するが、しかしながらその試作は実装上の不備を多く持ち、拡張性の点でも問題があった。そこで、本稿で扱うシステムは全面的に再構築された新たな版である。再構築の過程で状態記述の変更や知識ベースの内容的側面のより精緻な検討等を行っているため、単なる実装上の変更だけでは留まらない。本稿では、この新しく作り直した版をベースに、状態—事象変換知識ベースと状態管理機構の詳細な説明を行い、その問題点と今後の発展への課題を明確にする。

2. 物語内容の構造

物語内容の構成要素及び概念辞書との関係を図1に示す。概念辞書は、生成される物語の事象(下記)とその関連情報の素材となる概念情報を提供する(詳細は Oishi et al. (2012) を参照)。動詞概念辞書、名詞概念辞書、修飾概念辞書の3つがあり、各々は、上位下位関係による階層構造を持つ。名詞概念約12万個、動詞概念約1万2千個、修飾概念約2千個が格納されている。動詞の終端概念には、それが取る深層格の種類を表す「格フレーム」と、各深層格に入る値を名詞概念辞書の階層構造の範囲により指定する「制約条件」が記述される。

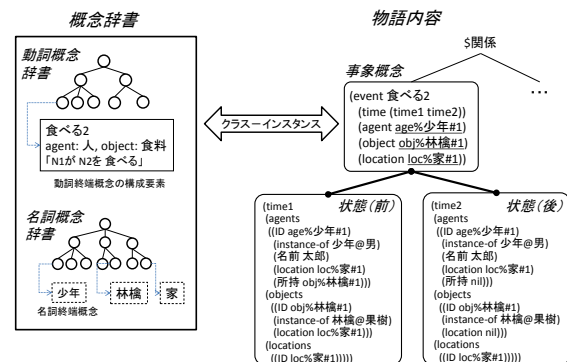


図1 物語内容の構造と概念辞書

物語内容は、複数の事象が関係によって結合された木構造によって表される。終端要素が事象であり中間要素が関係に相当する。すなわち、関係は個々の事象のみならず、ひとつ以上の関係を含む部分構造の結合節点ともなる。さらに、個々の事象の前後に状態が結び付く。ある事象の後の状態は、同時にその次の事象の前の状態となる。事象概念は、動詞概念とその深層格からなるフレーム構造により表現する。深層格には、time (事象の前後各時点の状態の番号), agent (主体), counter-agent (対象人物), object (対象物), instrument (道具), location (場所), from (始発地点), to (終着地点)の8種類があり、time以外の格には人・物・場所を表すインスタンスのID(固有記号)が記述される。インスタンスは、名詞概念辞書中の終端概念から生成される。一方、状態には、各インスタンスの属性情報が、スロット名と値の対の集合として記述される。

このインスタンスを構成するスロットの種類は, Onodera, Akimoto & Ogata (2012)を参考に, 人, 物, 場所の3タイプに分けて, それぞれの構成スロット及びそのデフォルト値を定めた雛形を用意した. 人タイプは25種類, 物タイプは17種類, 場所タイプは14種類のスロットを持つ. インスタンスの生成は, 物語内容の生成過程の中で随時行われる. その方法は, 名詞終端概念名とインスタンスタイプ(人, 物, 場所の何れか)を入力として, タイプに対応するスロットの雛形を獲得し, その中の「ID」(固有記号)と「instance-of」(対応する名詞概念名)のスロット値を, 入力概念名に基づき設定する. なお, 構想では名詞概念辞書に含まれる各概念に対して, スロットのデフォルト値を定義したフレームを付与し, インスタンスのスロットにそれを付与することを予定しているが, 現状では実現していないため, 多くのスロットのデフォルト値が空(nil)となっている.

3. 状態を管理するための知識ベースと機構

3.1 状態—事象変換知識ベース

状態—事象変換知識ベースは, 動詞概念辞書に含まれる各(終端)動詞概念に対して, その動詞概念による事象が引き起こす状態の変化を表す「変化内容」と, その事象が前提として必要とする状態の条件を表す「前提条件」というふたつの要素を定義したルール(変換ルールと呼ぶ)を格納する. なお, 厳密には, ひとつの動詞概念がふたつ以上の格フレーム(深層格の組み合わせ)を持つ場合があるため, その格フレーム毎に変換ルールが定義される. 動詞概念「食べる 2」¹(「[agent]が[object]を食べる」²という意味の動詞概念)に対応する変換ルール(図2)を例に, 具体的な記述内容を説明する.

(変化内容
((actor agent) (slot 所持) (op nil) (order (del object)))
((actor object) (slot location) (op nil) (order (alt nil)))
(前提条件
(条件 1 (条件名 存在) (op nil) (actor agent) (slot 所持)
(val (contain object)))
(格フレーム ((agent N1) (object N2)))
(動詞概念群 (食べる 2)))

図2 「食べる 2」の変換ルール

図2の最終行の「動詞概念群」には, 「格フレーム」, 「変化内容」, 「前提条件」のすべてが共通する動詞概念が列挙される. 「変化内容」は特定のインスタンスの特定のスロット値の書き換え操作を0個以上定義する. 個々の操作は, 表1に示す項目によって定義される. 例えば, 図2の「変化内容」のひとつ目の操作は, 「[agent]の所持スロットから[object]を削除する」ことを意味する. 一方, 「前提条件」は, 特定のインスタンスの特定のスロットにおける値の条件を0個以上記述する. 個々の条件は, 表1の項目を用いて定義される. 例えば, 図2の「前提条件」は, 「[agent]の所持スロットに[object]が含まれる」という条件を意味する. なお, 「事象中の各人・物インスタンスの居場所(location スロット)が, 事象の[location]と同じ」(条件 n (type 存在) (actor {agent/object/etc.}) (slot location) (val (v_eq location)))³という条件は, 多くの動詞概念に共通するため記述上は省略し, 処理時に自動で追加する.

¹ 動詞概念名の末尾の数字は, 同じ動詞が複数の異なる意味で用いられる場合にそれらを区別するための番号である.

² 事象概念の深層格に入るインスタンスを指す場合, [agent]のように格を角括弧で括る.

³ 人・物タイプのインスタンスの「居場所」は, 「location」スロットに, 場所インスタンスのIDを指定して表す. これは事象概念の「location 格」とは異なる.

表1 「変化内容」及び「前提条件」の定義項目

項目	意味
actor	対象インスタンス. 事象中の深層格により指定.
slot	対象スロット. スロット名により指定.
order	「actor」と「slot」により指定されるスロットの値の操作を, 「操作記号」と「パラメータ」の対により記述. 操作記号の種類: add(追加), del(削除), alt(上書き), plus(数値加算), minus(数値減算)の5種類. パラメータに指定される値: 事象概念中の深層格(のインスタンス), 記号, 数値, nilの何れか.
val	「actor」と「slot」により指定されるスロットの値の条件を, 「条件記号」と「パラメータ」の対により記述. 条件記号の種類: 「v_eq」(等しい), 「n_v_eq」(等しくない), 「contain」(含まれる), 「n_contain」(含まれない)の4種類. パラメータに指定される値: 事象概念中の深層格(のインスタンス), 記号, 数値, nilの何れか.
type	条件の種類. 「存在」「所持」等がある.
op	以上の項目以外の特別な条件・操作を指定(現状未使用).

※order: 変化内容のみ, val と type: 前提条件のみ

さらに, 状態変化の仕方によって, 動詞概念及び変換ルールを体系的に分類・整理することが出来る. Onodera, Akimoto & Ogata (2012)が試作した状態—事象変換知識ベースでは, 動詞概念辞書の中で「人が主体となる物理的な動作」に分類される動詞概念 2391 種類を対象に変換ルールを構築した. これらのルールは状態変化の性格の違いによって分類されているが, 変化した要素(スロット)による大分類 29 種類とその要素がどのように変化したかによる小分類 75 種類からなる階層的分類となっている. さらに, 各小分類の中で格フレームが共通する動詞概念をまとめたものそれぞれに対して, ひとつの変換ルールが定義される.

現在の知識ベースには, このような分類は反映されておらず, 個々の動詞概念の格フレームごとにひとつの変換ルールを定義しているが, 今後上述の方法により動詞概念を分類し, それに基づき変換ルールを整理する予定である. なお, 現状で対象としている動詞概念は, 上述の試作が構築したルールに含まれるものであり, 総計 3178 件のルールが格納されている(状態変化なしのルールも含む).

3.2 状態管理機構の処理概要

状態管理機構は, ひとつの物語技法によって単一の事象もしくは複数の事象が新たに生成される度に, 新たな状態列を生成する. 処理手順は次のようになる. 最初に, 各インスタンスのデフォルト値に基づき先頭の状態すなわち先頭事象の前の状態が生成される. その後, 次の処理が先頭の事象から順に最後の事象まで繰り返される——1)対象の事象の動詞概念及び格フレームをキーとして, 状態—事象変換知識ベースからひとつの変換ルールを獲得する. 2)前提条件に記述された各要素を順にチェックし, その事象の前状態を満足するかどうかを調べる. 満足しない場合, その条件に該当するスロットの値を満足するように書き替えた状態を作成して追加(補完)する. 3)その事象の前状態(上で状態が追加された場合はその中の最後の状態)に対して, ルールの変化内容の各要素に基づく値を変化させる処理を順に実行し, 事象の後状態を生成する.

4. 状態—事象変換知識ベースの内容的検討

前述の通り, 状態—事象変換知識ベースには現状で 3178 個の変換ルールが定義されている. ルール定義の実作業は, 筆者らの中の2名が行った. インスタンスを構成する各スロットに入る値の種類や変換ルールの記述形式(表1)を予め決めた上で, 各動詞概念に対して具体的な状態変化の定義を記述した. 変換ルールとして定義出来ないと判断した動詞概念は, 変化内容及び前提条件に何も定義しない(状態変化無

し)こととした。

定義したルールの形式的な記述ミス等のチェック・修正はまだ行っていないためこれを行う必要がある。また、動詞概念辞書における制約条件の設定ミス等が原因となる問題も幾つか見られた。これは統合物語生成システムにおける仕様の見直しやミスの修正を行う必要がある。それらを除き、ルールの定義作業を進める中で、様々な問題が挙がって来た。そこで、現時点で一度問題点の整理やルールの定義方法の基準を整理する。この目的は、定義方法をなるべく形式的に明文化して作業員間で共有することと、現状の機構の仕様ではルールを定義出来ない動詞概念の問題を分類し、それぞれの解決策を検討することである。

そのために、定義した変換ルールの中から、なるべく異なるタイプのルール(変化するスロットやその変化の仕方が異なるもの)や、定義作業において問題となった動詞概念を抽出した。抽出したルールの中から、まず 4.1 節で問題無く定義出来たものを幾つか紹介した後、4.2 節で問題のあるルール・動詞概念について検討する。

4.1 変換ルールを定義出来た動詞概念

問題無く定義出来たと筆者らが判断したルールを幾つか挙げる。図 3 は、「[agent]が[object]を獲得する」という意味の動詞概念に対する変換ルールである。この状態変化は、[agent]の「所持」スロット(所持物を表す)に、[object]を追加するという操作とした。また、前提条件は、[agent]が[object]を所持していない(「所持」に[object]が含まれない)こととした。

```
((変化内容
  ((actor agent) (slot 所持) (op nil) (order (add object))))
(前提条件
  (条件 1 (条件名 所持) (op nil) (actor agent) (slot 所持)
    (val (n_contain object))))
(格フレーム ((agent N1) (object N2)))
(動詞概念群 (獲得する 1)))
```

図 3 「獲得する 1」の変換ルール

同様に、図 4 は「[agent]が[object(目)]を覚ます」という意味の動詞概念に定義した変換ルールである。この状態変化は、[agent]の「意識」スロット(人物の意識を「覚醒」か「睡眠」の 2 種類の記号により表す)を、「覚醒」に書き替える操作とし、前提条件に[agent]の「意識」スロットが「睡眠」であることを記述する。(スロット名を「意識」とすること自体には問題があるとも考えられる。その値は「意識」か「無意識」とすべきとも考えられるためである。これから分かるように、概念の属性記述には意味的な困難が多数存在するが、筆者らは本研究では作業の大枠を決めた上で物語生成システムが稼動することを目標に定義し、その上で理論的考察・改訂を行うというボトムアップなアプローチを採る。)

```
((変化内容
  ((actor agent) (slot 意識) (op nil) (order (alt 覚醒))))
(前提条件
  (条件 1 (条件名 状態) (op nil) (actor agent) (slot 意識)
    (val (v_eq 睡眠))))
(格フレーム ((agent N1) (object N2)))
(動詞概念群 (覚ます 1)))
```

図 4 「覚ます 1」の変換ルール

4.2 変換ルールを定義出来なかった動詞概念及び定義に問題のある動詞概念

定義作業において問題となった動詞概念を対象に問題点の検証を行った。以下、問題のタイプ毎に事例を挙げながら考察する。

(1) 事象概念の外側の知識や情報を必要とする動詞概念

現状で、変換ルールの変化内容における変化後のスロット

値(すなわち order のパラメータ)として指定可能な値は、事象中の深層格、特定の状態を表す記号(「睡眠」「覚醒」等)、数値、nil(空)の何れかである。しかし、これらでは変化内容を適切に定義出来ない事例があった。図 5 は、「[agent]が[counter-agent]を来襲する」という意味の動詞概念に対応する変換ルールである。[agent]の「location」スロット(居場所)を、[counter-agent]に変更すると定義した。しかし、基本的に[counter-agent]は何らかの人物となるため、正確には移動先を「[counter-agent]の居場所」と指定するべきである。現状の変換ルールの仕様ではこれを定義することが出来ない。これと類似した事例として、「帰宅する 1」([agent]が[from]から帰宅する)がある。これは、「[agent]の居場所が[from]から、[agent]の「家」に対応する場所に変化する」という定義が適当と考えられるが、「家」を指定することが出来ない。仮に、[agent]の「住所」スロットを参照出来れば、ルールが定義可能である。これらの問題は、事象に含まれるインスタンスの属性情報を参照するための記述方式を定めれば解決出来る。

```
((変化内容
  ((actor agent) (slot location) (op nil) (order (alt counter-agent))))
(前提条件
  (格フレーム ((agent N1) (counter-agent N2)))
(動詞概念群 (来襲する 2)))
```

図 5 「来襲する 1」の変換ルール

(2) 変化後の状態を一義的に決められない動詞概念

図 6 は、「[agent]が[counter-agent]を殴る」という動詞概念である。[counter-agent]の健康状態(人物の体調を、健康、怪我、病気、死亡の記号により表現)が、「怪我」に変化すると定義した。しかし、殴ることによって「死亡」という可能性も考えられる。これに対しては、何らかの推論的处理を設けるという解決も考えられる。あるいは、ある事象に副詞や形容詞的情報(「とても強く殴る」等)を付与し、それによって変化後状態を細分化するという解決も考えられる。数多くの動詞概念でこの問題は生じると思われる。あらゆる可能性を予め網羅・記述しておくという方法では解決困難であり、将来的には別の抜本的な解決策を考案しなければならない。現状では、可能な限り数少ない「典型例」を記述することで対処する予定である。

```
((変化内容
  ((actor counter-agent) (slot 健康状態) (op nil) (order (alt 怪我))))
(前提条件
  (条件 1 (条件名 状態) (op nil) (actor counter-agent)
    (slot 健康状態) (val (n_v_eq 死亡))))
(格フレーム ((agent N1) (counter-agent N2)))
(動詞概念群 (殴る 1)))
```

図 6 「殴る 1」の変換ルール

(3) 属性の表現方法の検討が必要な動詞概念

4.1 節でも述べたが、属性をフレーム形式で表現しようとする際に、どのような種類の情報を、どの程度詳細に、どのような記号で表現するかということに関する方針は未確定であり、今後具体的に検討を進める必要がある。これとの関連で問題となる事例を幾つか紹介する。まず、図 7 は「[agent]が[counter-agent]を演じる」という意味の動詞概念の変換ルールである。これは、[agent]の「行動目的」スロット(その時に人物が持つ行動の目的)に、演じる対象となる人物の ID を上書きする操作により、「[counter-agent]を演じる」を目的として表した。しかし、「(行動目的 [counter-agent])」というスロット表現では、述語すなわち「演じる」という意味が欠落する。

次に、「練習する 1」([agent]が[object]を練習する)は、[agent]の「能力」スロットの変化([object](料理等)の能力が向上する)という定義が考えられる。しかし、能力の程度を表現する方法を設けていないため、変換ルールを定義出来なかった。また、3.1 節で例題として挙げた図 2 は、定義出来たと判

```

((変化内容
  (actor agent) (slot 行動目的) (op nil) (order (alt counter-agent))))
(前提条件
  (条件 1 (条件名 状態) (op nil) (actor agent) (slot 行動目的)
    (val (n_v_eq counter-agent))))
(格フレーム ((agent N1) (counter-agent N2)))
(動詞概念群 (演じる 1))

```

図7 「演じる 1」の変換ルール及び適用例

断した例であるが、食べた結果として「[agent]が満腹になる」という意味の状態変化が必要であるという考え方もあり得る。

(4) 統合物語生成システムの仕様と関連する問題

最後に、統合物語生成システムにおける事象概念の仕様に関連する問題を挙げる。「改題する 1」(「[agent]が[object]を[to]と改題する」)は、[object]の「名称」スロットに[to]を上書きするという状態変化が定義出来る。しかし、原則として事象概念の深層格には何らかのインスタンスが入るため、変化後の状態として、「(名称 obj%概念名#1)」のようにインスタンス ID が書き込まれてしまう。本来、名称は何らかの言葉(例えば「太郎」)により表されるべきである。動詞概念辞書の各動詞概念の深層格に対して、それが取る値のタイプ(インスタンス、言葉、他)を表す情報を付与するという解決案が考えられる。

4.3 考察

以上から、現状の状態表現及び状態－事象変換知識ベースの仕様で変換ルールを定義するために動詞概念が満たすべき条件について考えてみた。

- 事象概念中に、状態変化を特定するために必要な情報が含まれていること。
- 動詞概念による状態変化が一義的に決まること。
- 動詞概念に対応する状態変化を表すための適当なスロットがあること。
- スロットが意味する属性を、記号やインスタンス ID によって表現出来ること。
- 動詞概念辞書における動詞概念の定義自体に問題がないこと。

逆に、これらの条件の何れかが欠けると問題が生じる。E は本稿で述べた機構の範囲からは外れる(4.2 節の(4))。A は、変換ルールの「変化内容」(の order)や「前提条件」(の val)が参照出来る情報の範囲を拡張することによって解決出来る(4.2 節の(1))。残りの問題は、本稿では明確な結論には至らないが、今後より詳細に仕様を定める必要がある(B は 4.2 節の(2)、C と D は、4.2 節の(3)に関連する)。なお、以上の議論は「人が主体となる物理的行為」に関する動詞概念を対象に定義を行った中で挙げた主な問題を対象としており、この範囲内の動詞概念の多くは、上に挙げた問題の解決によって整備出来ると予想される。しかし今後は精神的な行為を含め、対象とする動詞概念の範囲を広げた作業も並行して進める予定であり、上記のものとは異なる問題や課題が生じることが予想される。

最後に、既存の言語資源研究との共通点や相違点について述べる。動詞的概念の意味を記述した言語資源としては、FrameNet (Fillmore & Baker 2010) や VerbNet (Kipper-Schuler, Dang & Palmer 2000)、動詞項構造シソーラス⁴(竹内 2011)等がある。この中の動詞項構造シソーラスは、動詞的概念を意味的に分類した階層構造を持ち、その中の一部の動詞概念(状態変化動詞)は、状態の変化によりその意味が定義される。例えば、「借りる」という動詞概念は、「([動作主]の働きかけで) (<動作主[2]>が<対象[1]>を借用し

て)<対象[1]>が[2=人]のもとにある状態 になる」のように定義される。これについては、本研究の状態－事象変換知識ベースにおいても同様の意味の定義がなされている。しかし、「パンチする」という動詞概念は、「状態変化なし(活動動詞)」に分類され、「<動作主[1]>が<対象[2]>(と接触する/に触れる)」と定義される。これは、図 6(4.2 節)に示した「殴る 1」と類似した概念であるが、本研究ではこれを対象が怪我をするという状態変化で表した。この違いは、動詞項構造シソーラスが、動詞概念そのものを成り立たせるための最低限の意味的要素に焦点を絞るのに対して、本研究の知識ベースは、その動詞概念(による事象)の後にどのような状態が生じるかというより動的な視点で定義しているためであると考えられる。従って、動詞項構造シソーラスを参考に定義出来る動詞概念も存在するが、基本的には本研究独自の基準を明確化して行く必要がある。

5. むすび

以上、統合物語生成システムにおける事象と状態の関係を管理するための機構及び知識ベースを紹介し、特にその中の知識ベースの内容的側面に焦点を当てた検証・議論を行った。知識ベースは、動詞概念によって生じる状態の変化を形式的に記述した変換ルールの集合となる。現状で、物理的な行為を中心に 3178 個のルールを定義した。定義を進める中で多くの問題が挙げた。知識ベースの内容的側面については、今回は検討の途中経過に止まったが、特に、状態の情報として、どのような情報を、どの程度詳細に扱うかという問題は、今後も深く検討する必要がある。今後は、これまでに定義したルールの形式的及び内容的なチェック・評価を行うのと並行して、対象とする動詞概念の範囲を広げて行くことを予定している。

参考文献

- Akimoto, T., Kurisawa, Y. and Ogata, T. (2013). "A Mechanism for Managing the Progression of Events by States in Integrated Narrative Generation System." *Proc. of the 2nd International Conference on Engineering and Applied Science*. To appear.
- Akimoto, T. and Ogata, T. (2012). "Macrostructure and Basic Methods in the Integrated Narrative Generation System by Introducing Narratological Knowledge." *Proc. of 11th IEEE International Conference on Cognitive Informatics & Cognitive Computing*, pp. 253-262.
- Fillmore, C. J. and Baker, C. (2010). "A Frames Approach to Semantic Analysis." In Heine, B. and Narrog, H. (Eds.). *The Oxford Handbook of Linguistic Analysis*, pp. 313-339. Oxford University Press.
- Kipper-Schuler, K., Dang, G. T. and Palmer, M. (2000). "Class-based Construction of a Verb Lexicon." *Proc. of AAAI-2000*, pp. 691-696.
- Meehan, J. R. (1980). *The Metanovel: Writing Stories by Computer*. Garland Publishing.
- Oishi, K., Kurisawa, Y., Kamada, M., Fukuda, I., Akimoto, T. and Ogata, T. (2012). "Building Conceptual Dictionary for Providing Common Knowledge in the Integrated Narrative Generation System." *Proc. of the 34th Annual Conference of the Cognitive Science Society*, pp. 2126-2131.
- Onodera, K., Akimoto, T. and Ogata, T. (2012). "A State-Event Transformation Mechanism for Generating Micro Structures of Story in an Integrated Narrative Generation System." *Proc. of the 34th Annual Conference of the Cognitive Science Society*, pp. 2150-2155.
- Schank, R. C. (1975). *Conceptual Information Processing*. Amsterdam: Elsevier Science.
- 竹内孔一 (2011). 項構造レベルの動詞の類義・差違を考慮した言語処理のための動詞シソーラスの構築. 日本認知科学会文学と認知・コンピュータ II 研究分科会第 25 回定例研究会予稿集, 25G-05.

⁴ <http://vsearch.cl.cs.okayama-u.ac.jp/index.php>