

状態／事象変換知識ベースの構築とストーリーワールド／ストーリーライン循環生成 Development of State-Event Transformation Knowledge Base and Circular Generation for Story World and Story Line

小野寺 康^{*1}
Kou Onodera

秋元 泰介^{*2}
Taisuke Akimoto

小方 孝^{*3}
Takashi Ogata

^{*1} 株式会社ジャステック
JASTEC Co., Ltd.

^{*2} 岩手県立大学大学院
Graduate School of Iwate Prefectural University

^{*3} 岩手県立大学
Iwate Prefectural University

This paper report “state-event transformation system” to transform story line and story world each other using transformation rules and conceptual dictionary. This mechanism is a part of our integrated narrative generation architecture which aims at the application to digital entertainment and literature. In tentative evaluations, we confirmed that the transformation of story world and story line is approximately logically correct and circular process produces the diversity of stories. Moreover, in this paper, we discuss a concrete method for integrate the mechanism into the narrative generation system.

1. まえがき

筆者らが研究を進めている物語生成システムにおける物語内容(ストーリー)と物語言説は木構造として構成され、その主要な要素は終端節点を構成する事象と中間節点に相当する関係であるが、本研究では一つの事象に対して前後二つの状態を付加することで、概念構造の構成を拡張する研究を行って来た([中嶋 2008], [Onodera 2012]). この研究は各種の研究と関連している.[野家 2005]は「物語の哲学」において出来事の単なる羅列としての年代記とその解釈による構成としての歴史とを区別するが、本研究ではそれに示唆を得て、状態の集合としての story world と事象によるストーリー化としての story line を分け、前者から複数の story line が生成される仕組みにおいて両者を関連付けた。また、状態集合から事象列を生成するために概念辞書に基づく事象生成ルールを使用するが、これは CD 理論[Schank 1975]や動詞項構造ソーラス[竹内 2011]と関連する。さらに、前提条件=状態から適切な事象が生成されそれが別の状態を帰結する連鎖はマイクロなプランニングによる物語生成[Meehan 1977]と類似する(目的がない点で異なる)。本稿では、物語生成システムにおけるこの状態-事象関係に基づく機構について、まず構想レベルに遡ってその位置付けや目標を整理して示した後、開発の現状を紹介し、両者の比較から次の段階における目標を確定する。

2. 物語生成システムの構想と本研究

図 1は物語生成システム全体構成の概要である。物語の生成過程は、物語内容、物語言説、物語表現の三段階から成り、先の二つの処理では物語の概念表現を生成する。物語表現機構は概念表現から文章、音楽、映像による表層表現を生成する。

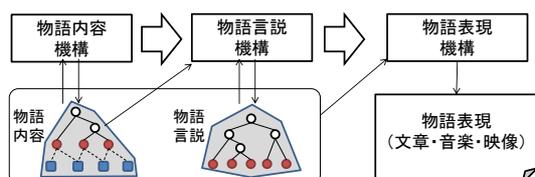


図1 物語生成システムの全体構成

物語内容の生成は、物語内容技法と呼ぶ関数による構造操作を通じて行われる。物語内容は、事象概念を終端節点とし、それらに関係によって結合した階層構造として表される。また、事象概念には、事象が生起して行く過程の各時点における状態の情報が付与される。特に事象列のことをストーリーライン、状態列のことをストーリーワールドと呼ぶ。図 2に示すように、物語内容技法は、大きく分けて状態、事象、構造の各レベルを操作する機構から成る。例えば、現時点でのストーリーの構造とその特定の箇所をスクリプト的に拡張する操作の技法によって、拡張された新しいストーリー構造が返される。物語内容における事象概念を構成するため動詞概念、名詞概念、修飾概念の情報はそれぞれの概念辞書[Oishi 2011, 2012]に格納される。この概念辞書を基礎として、物語内容を構造化するための各種知識ベースが用意される。本研究が扱うのは、状態と事象の関係を扱う構造操作及び知識の部分である。

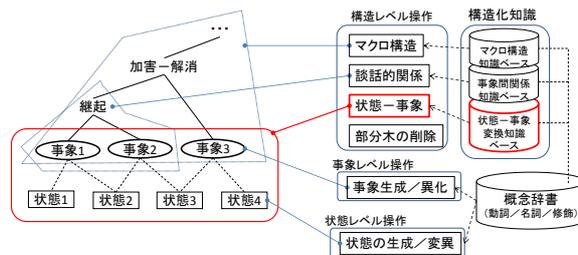


図2 物語内容機構における状態-事象関係の機構の位置付け

物語内容の木構造は、図 3に示すように、Lisp のリスト形式による階層構造データである。各事象概念は格フレームにより記述される(“event”で始まるリスト)。事象概念中の time スロットの値には、事象の発生前の状態と発生後の状態を意味する時間の番号が記述される。一方、各時点の状態は、物語中の各インスタンスの属性情報を表すフレームの集合により表現される。フレームを構成するスロットは、人、物、場所、時間のそれぞれのタイプごとに用意する。図 4は現在実装されているシステムにおける状態の記述例である。

```
($継起
(event 行く(3) (type action)(ID 1)(time (time1 time2))(agent age%男#1)(counter-agent nil)(location nil)(object nil)(instrument nil)(from loc 家#1)(to loc 山#1))
(event 食べる(2) (type action)(ID 2)(time (time2 time3))(agent age%男#1)
(counter-agent nil)(location loc%山#1)(object obj%弁当#1)(instrument nil)
(from nil)(to nil)))
```

図3 物語内容の木構造の例

```
(time1 (time ((ID time1) (名称 nil)))
(location
  ((ID loc%家#1) (time time1) (名称 家) (is-a 家) (height nil) (in-or-out in) (has-a nil) (in nil) (distance nil) (外装 nil) (湿度 乾燥) (明滅 nil) ...) ...)
(agent
  ((ID age%男#1) (type nil) (time time1) (location loc%家#1) (名前 太郎) (所持 nil) (健康状態 100) (体勢 nil) (外見 nil) (is-a 男) (職業 学生) ...) ...)
(object
  ((ID obj%弁当#1) (time time1) (location loc%家#1) (名称 弁当) (耐久性 100) (is-a 弁当) (外見 nil) (外装 nil) (湿度 nil) (位置 nil) ...) ...))
```

図4 ある一時点の状態の記述例

図5は、状態から事象を生成する機能と事象から状態を生成する機能それぞれについて、物語内容処理への結合方法の構想を図式化したものである。事象から状態への変換は、他の技法で拡張された木構造から状態列を生成する機能として主に使用する。生成された状態列から逆に事象を作り直すことも出来る。

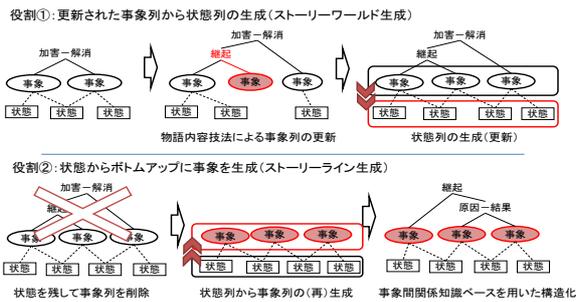


図5 物語内容機構における状態-事象関係機構の基本的役割

3. ストーリーワールドとストーリーラインとを相互変換するシステムの開発

前述のようにここで紹介する物語生成システムの中の一機構は、物語内容構造の最下層を形成する状態の階層とその上の事象の階層を生成する。この機構において、状態の集合を story world (ストーリーワールド) と呼び、事象の一連の流れを story line (ストーリーライン) と呼んでいる。提案する機構では、ストーリーワールドからストーリーラインを生成する処理と、逆にストーリーラインからストーリーワールドを生成する処理の両方が可能であり、この意味で両者は相互的に変換されると言える。この相互変換の全体枠組みを図6に示す。相互変換にとって最も重要なのは「状態-事象変換知識ベース」と呼んでいる本物語生成システムにおける概念辞書 [Oishi 2011, 2012] と結び付いた一種の知識ベースであり、それについては 3.3 節で述べる。

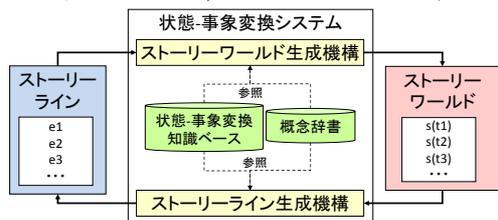


図6 状態-事象変換機構の全体枠組み

3.1 ストーリーワールドからのストーリーライン生成

図7に示されたストーリーライン生成の流れを説明する—(1)ユーザがストーリーワールドの中から時間の ID 番号順に二つ以上の状態を指定する。(2)システムはその先頭から二つの状態を比較し、どのフレームのどのスロットが変化したかを計算する。(3)システムは状態-事象変換知識ベースを検索し、時間の古い一つ目の状態と前提条件、二つ目の状態の変化と変化内容がそれぞれ一致する変換ルールを探し、見つかった変換ルールをすべて列挙する。(4)システムはそれらの変換ルールを先頭から一つずつ選択し、その変換ルールに格納されている動詞概念から一つを無作為に選び、その制約条件をチェックする。

すなわち、ストーリーワールド中の要素(人物・物・場所)がその動詞概念の制約条件の範囲内にあるか否かを、名詞概念体系を参照することで調べ、制約条件をすべて満たした動詞概念の格フレームに人物・物・場所を割り振り、一つの事象を生成する。制約条件を満たさなかった場合、動詞概念群から別の動詞概念の一つを選択して、同じ処理を行う。制約条件を満たす動詞概念がなかった場合は、残りの変換ルールに格納された動詞概念群についても同様の制約条件チェックを行う。それでも制約条件を満たす動詞概念が見つからなかった場合は、事象を生成せずに次の処理に移る。(5)まだ状態があれば(2)へ戻り、なければ終了する。

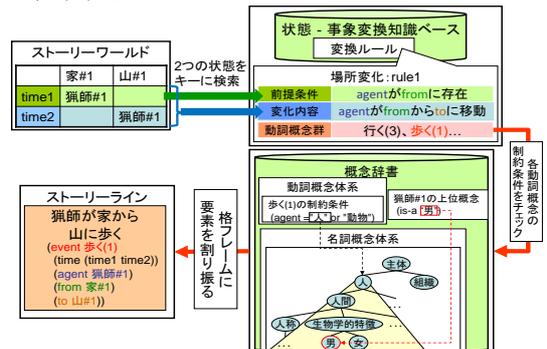


図7 ストーリーワールドからのストーリーラインの生成過程

3.2 ストーリーラインからのストーリーワールド生成

一方、逆向きの処理であるストーリーライン生成の流れは以下の通りである(図8)—(1)ユーザが対象となるストーリーラインとその中の人物・物・場所の概念フレームの初期値を指定する(この処理は物語生成システム全体の中で本来はシステムによって自動的に行われる必要がある)。(2)システムはストーリーラインの先頭の事象から、動詞概念をキーとして状態-事象変換知識ベースを検索し、その動詞概念を動詞概念群中に含む変換ルールを一つ任意に選択する。(3)システムは選択した変換ルール的前提条件から、事象が発生する前の時点の状態を生成する。もし既に状態が存在している場合、新しい状態を単純に上書きする。(4)システムは変換ルールの変化内容を参照し、上記(3)で得た状態を変化させ、それを事象が発生後の時点の状態とする。(5)次の事象があれば(2)へ戻り、なければ終了する。

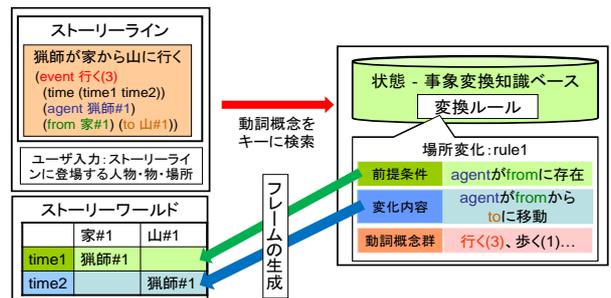


図8 ストーリーラインからのストーリーワールドの生成過程

3.3 状態-事象変換知識ベース

以上のように、状態-事象変換知識ベースはそれぞれの処理のための中心となる機構である。この中に、状態と事象を相互変換するための状態-事象変換ルールが格納されている。個々のルールは、以下の3つの要素から成る。

- 変化内容: 状態変化によって変化する状態の記述
- 前提条件: 状態変化が発生する前提となる状態
- 動詞概念群: 状態変化に対応する共通の深層格を持つ動詞概念の集合

具体的な記述例として、図 9 に「人物の移動を表す状態変化」のルールを掲げる。図中の「変化内容」の後のリストは、“ageX の location スロットの値 (ageX の居場所) が locX から locY に変化すること”を意味する。ここで、ageX や locX/Y は人物・場所の情報のための変数である。「前提条件」の後のリストは、“変化前の状態において ageX の location のスロット値が locX であること”を意味する。「動詞概念群」の後に羅列された動詞概念列が変化内容に対応する動詞概念の集合である。

(変化内容 ((actor ageX) (slot location) (op nil) (before locX) (after locY))) (前提条件 (条件 1 (条件名 存在) (op nil) (actor ageX) (slot location) (val1 locX))) (動詞概念群 (迂回する(1) 寄る(4) 寄る(5) 戻りする(1) 後戻りする(1) 就く(7) 退散する(1) 返す(6) 歩く(5) 歩く(6) 観光する(1) 走る(8) 退席する(2)))
--

図9 一つの状態-事象変換ルールの記述例

現時点での実装において、動詞概念辞書における「人が主体となる物理的行動」に含まれる動詞概念に対応する 384 個のルールが定義され、その中に 2391 種類の動詞概念が登録されている。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 種類から成る階層的分類となっている。表 1 にその実際を示す。

表1 状態-事象変換知識ベースにおける状態変化の分類

大分類	小分類	説明
場所の変化	移動	fromからtoへ移動 歩く(1): agentがfromからtoに歩く
	移動 [上]	from(低)からto(高)へ移動 上る(1): agentがtoに上る
	移動 [下]	from(高)からto(低)へ移動 落ちる(3): agentがfromからtoに落ちる
	移動 [外]	from(中)からto(外)へ移動 抜け出す(1): agentがfromから抜け出す
	移動 [中]	from(外)からto(中)へ移動 入り込む(1): agentがtoに入り込む
	移動 [近]	fromから距離が近いtoへ移動 ずれる(1): agentがfromからずれる
	移動 [遠]	fromから距離が遠いtoへ移動 遠出する(1): agentがtoに遠出する
	運搬	agentとcounter-agent/objectが一緒に移動 運ぶ(2): agentがobjectをfromからtoに運ぶ counter-agent/objectがagentのいる場所へ移動
	接近	追い立てる(1): agentがcounter-agentを追いつける counter-agent/objectがagentのいる場所から移動
	逃亡	逃れる(1): agentがcounter-agentから逃れる

3.4 変異による循環を通じた変化の導入

以上の仕組みを利用すると、それぞれの変換を循環的に反復する処理や二つの変換方向を混ぜ合わせた循環、すなわち循環を通じたストーリー生成という処理も可能となる。そのための工夫として、ストーリーに漸進的に変化を加えるための単純な変異の機能を二種類用意した。一つは、ストーリーワールド生成機構において、ある一時点の状態の生成後、生成された人物・物・場所フレームの値をストーリー中に登場する他の人物・物・場所や新たに作成した人物・物・場所に一定確率で無作為に変化させる機能であり、もう一つは、ストーリーライン生成機構において、一つの事象概念の生成後、その格フレームの値をストーリー中に登場する人物・物・場所や新たに作成した人物・物・場所に一定確率で無作為に変化させる機能である。

3.5 実行例

『午後の曳航』[三島 1963]の大詰めに当たる第 2 部第 7 章を題材として循環生成を行った。この部分の筋は、“船乗りの竜二が、子供達(登や首領)と共に横浜の丘から彼らのアジトである乾ドックへ向かう。その後、登から睡眠薬入りの紅茶を渡され、それを飲んでしまう”というものである。図 10 は手作業で作成したストーリーラインの記述を文変換プログラムで自動変換したものであり、表 2 はこれを入力としてシステムが自動生成したストーリーワールドの記述を手作業で図式化したものである。

event1: 竜二が船員帽#1を手取る event2: 竜二が丘#1へ店#1から行く event3: 首領#1が丘#1へ赴く event4: 登#1が丘#1へ赴く event5: 竜二が船員帽#1を首領#1へ給与する event6: 登#1が船員帽#1を譲り受ける event7: 登#1が船員帽#1を竜二へ引き渡す event8: 竜二が丘#1から杉田#1へ発つ event9: 登#1が丘#1から杉田#1へ発つ event10: 首領#1が丘#1から杉田#1へ発つ event11: 竜二が坂道#1に行く event12: 登#1が坂道#1に行く event13: 首領#1が坂道#1に行く event14: 竜二がトンネル#1に至る event15: 登#1がトンネル#1に至る	event16: 首領#1がトンネル#1に至る event17: 竜二が丘#2を目指す event18: 登#1が丘#2を目指す event19: 首領#1が丘#2を目指す event20: 首領#1が丘#2から乾ドック#1へ到着する event21: 登#1が丘#2から乾ドック#1へ到着する event22: 首領#1が丘#2から乾ドック#1へ到着する event23: 竜二が座る event24: 登#1が座る event25: 首領#1が座る event26: 竜二が船員帽#1を登#1へ給与する event27: 登#1が船員帽#1を手放す event28: 登#1が紅茶#1を手取る event29: 登#1が紅茶#1を竜二へ供与する event30: 竜二が紅茶#1を飲む
---	--

図10 入力ストーリーライン

表2 システムによって生成されたストーリーワールドの図式化

	店#1	丘#1	...	乾ドック#1
time1	竜二#1, 船員帽#1			登#1, 首領#1, 紅茶#1
time2	竜二#1 (所持: 船員帽#1), 船員帽#1			登#1, 首領#1, 紅茶#1
time3		竜二#1 (所持: 船員帽#1), 船員帽#1		登#1, 首領#1, 紅茶#1
time4	竜二#1 (所持: 船員帽#1), 登#1, 首領#1, 船員帽#1			紅茶#1
time5		竜二#1, 登#1, 首領#1 (所持: 船員帽#1), 船員帽#1		紅茶#1
time6		竜二#1, 登#1, 首領#1 (所持: 船員帽#1), 船員帽#1		紅茶#1
time7		竜二#1 (所持: 船員帽#1), 登#1, 首領#1, 船員帽#1		紅茶#1
...				

さらに、変異を加えて循環生成を行った二つの例を示す。図 11 は、人物の場所や所有物をストーリー中に登場する別の要素に無作為に書き換えた場合のストーリーラインの生成結果である。“竜二と登が別々に様々な場所に赴き、一旦は合流して船員帽の受け渡しを行い、再び移動する。首領も同様に様々な場所へ移動する。最終的に竜二が睡眠薬入りの紅茶を店へ運び、自らそれを飲む。”というストーリーが生成された。各人物が別々に移動し、竜二が自ら紅茶を飲む結末になる点で、元のストーリーとは大きく異なる。原作のストーリーから感得される物語としての意味は恣意的に破壊されている。

event1: 竜二が船員帽#1を“円”で取得する event2: 竜二が船員帽#1を店#1から丘#1へ運搬する event3: 竜二が船員帽#1を乾ドック#1に渡す event4: 竜二が船員帽#1を丘#1に在馬船で運ぶ event5: 竜二が船員帽#1を乾ドック#1に搬入する event6: 竜二が店#1まで出かける event7: 竜二が店#1でラジオフォートで送る event8: 竜二が船員帽#1を乾ドック#1から杉田#1へ輸送する event9: 登#1が出かける	... event63: 竜二が坂道#1から丘#1に送る event64: 竜二が坂道#1から乾ドック#1に帰着する event65: 首領#1が丘#1に座る event66: 竜二が竜二#1に集合を掛ける event67: 竜二が船員帽#1を渡す event68: 竜二が船員帽#1を竜二#1に買う event69: 登#1が船員帽#1を放棄する event70: 竜二が紅茶#1を店#1までラジオフォートで送る event71: 竜二が空罐で紅茶#1を当てる event72: 竜二が紅茶#1を竜二#1に電話で送る event73: 竜二が店#1を引き返す event74: 竜二が紅茶#1を飲む
---	--

図11 循環生成によるストーリーラインの生成結果: 既存の要素への変異による

一方、人物の場所や所有物をストーリー中には存在しない新しいものに書き換える処理を用いた結果、“竜二が船員帽を持って乾ドックを往來する。以後、竜二は時には首領と合流しながら様々な場所へ移動する。登は夜桜のある場所から乾ドックへ移動し、睡眠薬入りの紅茶を竜二に渡す。竜二はその紅茶を飲み、首領はトンネルの中で腰を下ろす。”というストーリーが生成された。入力ストーリーラインと比較して、本来の目標地点である乾ドックに竜二が物語の始めからいること、首領だけ別の場所で行動していること、などの違いが見られた。

3.6 評価

実装した機構に関する 3 種類の評価実験を行った。まず、ストーリーワールド生成の評価として、一つのストーリーラインから 20 回ストーリーワールドの生成を行い、状態が変換ルールの仕様通りに変換できた割合と生成されるストーリーワールドの内容を調査した。前者では、一つの事象から生成された二つの状態が、変換ルールの前提条件及び変化内容の仕様と一致しているかを調べ、すべての事象が変換ルールの通りの状態に変換できているという結果を得た。後者では、同一のストーリーライン

は常に同一の状態集合すなわちストーリーワールドに変換されることが確認された。変換ルールの仕様が正確であれば一つのストーリーラインは常に同一のストーリーワールドに収束する。

次に、ストーリーライン生成の評価として、一つのストーリーワールドからストーリーライン生成を 20 回行い、その事象としての質及び量の調査を試みた。前者では、常識的な感覚で考えた場合の物理的に可能な事象・不可能な事象の生成割合を調べた。生成された 470 個の事象を 6 人がそれぞれに分類し、結果を平均化した。92.98%が物理的に可能と判断されたが、不可能と判断されたものも存在した。その主な原因は、事象の道具となるものを制約条件の範囲内の名詞概念から無作為に選択しているためと考えられる。一方後者では、ストーリーワールドにおける同時点の状態変化から変換されたストーリーラインの事象を、変換ルールの大分類において集計した。その結果、場所や所持の変化の事象が比較的多く生成されていた。

最後に、循環生成におけるストーリー全体の変化の分析も試みた。前提として「変化度」という概念を設けた。変化度とは循環前後のストーリーの差異の大きさを数値化したものであり、循環生成における最初のストーリーライン/ワールドの対と、ある時点のストーリーライン/ワールドの対とを比較して算出する。例えば、入力に含まれない新たな状態変化を起こす事象概念が循環後のストーリーラインに出現した場合、それ一つにつき 3 点を加算するというように、ストーリーの内容の変化が大きい程大きな値となるように基準を設定した。図 12 に結果を示す。変異を行った方が循環を増やすごとに変化度が増えている。また、新しい要素への変異の場合の方が既存の要素への変異の場合より高い変化度を帰結している。これは、作成された新しい物や場所に対応する行為が発生したためである。『遠野物語』ではこの差は比較的少ないが、これは生成された物語の長さ起因のものであり、それ以外の項目は新しい要素への変異の場合の方が明らかに変化が大きくなっている。

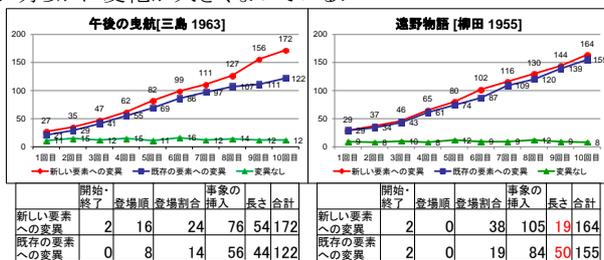


図12 変化度に基づく循環生成における変化の度合い

3.7 物語生成システム全体との統合

現在このシステムは、統合物語生成システム[Akimoto 2011] 全体における物語内容機構の一機構として、ストーリーワールドを出発点(入力)としてストーリーラインを生成する機能、ストーリーラインを入力として、一回循環生成を通じて別のストーリーラインを生成する機能として結合されている。しかし、現状の統合物語生成システムにおける物語内容機構は、図 2 に示した形の技法集合にはなっておらず、幾つかの処理機構が並列的に分断されている。現在その改訂作業を進めているところであるが、状態-事象変換の機構に関しては、他の物語内容技法により生成された木構造を入力として状態列を生成する機能を実現することが当面の目標となる。具体的な課題を二つ挙げる。まず、現在のシステムはストーリーラインからストーリーワールドを生成する際、登場する人物、物、場所のフレーム情報を人手で予め用意する必要がある。インスタンスフレームを自動生成する機能がないためである。従って、物語内容技法によって新たに出現した人物、物、場所のインスタンスフレームを自動生成する処理を

追加する必要がある。インスタンスフレームに適切な属性情報を与えるためには、名詞概念体系中の各名詞概念の属性情報を定義する名詞属性フレームの整備も必要になる。次の課題は、事象概念の深層格や状態のインスタンスフレームの各種スロットの値の記述形式が現在統一されていないため、それを統一して物語生成システム全体で参照したり操作したりできる枠組みとして整備することである。

4. あとがきに代えて—整理と総括—

物語内容における事象と状態の相互変換を行う機構の構想と試作の現状を述べた。現在の試作における状態-事象変換知識ベースには、状態変化の種類ごとに定義された変換ルールが 384 種類あり、それらに総数 2391 種類の動詞概念が対応付けられている。システムはこれを用いてストーリーラインとストーリーワールドの相互変換を行う。生成はどちらを起点にしても可能であり、相互変換を循環的に繰り返すこともでき、循環中に状態または事象に対して単純な変異を加える機能も用意した。評価実験を通じて両方の変換が正しく行われていること、循環生成によって徐々に物語内容が変化することも確認出来た。

今後は、構想(図 2)に示したように本機構を物語内容の構造化のための一機構として物語内容機構全体と統合することを中心に研究を進める予定である。具体的には、物語に登場するインスタンスのフレームを生成する機能を追加することや、事象概念及びインスタンスフレームの各種スロットの値の内容や記述形式を整理・統一して、システム全体で参照・操作可能な枠組みとして整備することが課題となる。

参考文献

- [Akimoto 2011] T. Akimoto & T. Ogata: A Consideration of the Elements for Narrative Generation and a Trial of Integrated Narrative Generation System, Proc. of the 7th International Conference on Natural Language Processing and Knowledge Engineering, 369-377, 2011.
- [Meehan 1977] J. R. Meehan: Tale-Spin, an Interactive Program that Writes Stories, Proc. of the 5th International Joint Conference on Artificial Intelligence, 1(5), 91-98, 1977.
- [三島 1963] 三島由紀夫: 午後 0 時航, 講談社, 1963.
- [中嶋 2008] 中嶋美由紀・小方孝: 物語内容の構造, 人工知能学会全国大会(第 22 回)論文集, 1C2-3, 2008.
- [野家 2005] 野家啓一: 物語の哲学, 岩波書店, 2005.
- [Oishi 2011] K. Oishi & T. Ogata: Towards the Development of Conceptual Dictionary for Narrative Generation System, Proc. of the 7th International Conference on Natural Language Processing and Knowledge Engineering, 351-358, 2011.
- [Oishi 2012] K. Oishi & T. Ogata: The Development of Conceptual Dictionary for Narrative Generation System: The Structure and Functions, Proc. of the Fourth IEEE International Conference on Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning, 168-170, 2012.
- [Onodera 2012] K. Onodera & T. Ogata: Sequence Generation based on Mutual Relationship between State and Action: As a Mechanism in Narrative Generation System, Proc. of the Fourth IEEE International Conference on Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning, 159-161, 2012.
- [Schank 1975] R. C. Schank: Conceptual Information Processing, North-Holland, Amsterdam, 1975.
- [竹内 2011] 竹内孔一: 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(LCCII)第 25 回定例研究会予稿集, 25G-05, 2011.
- [柳田 1955] 柳田国男: 遠野物語一付・遠野物語拾遺, 角川書店, 1955.