1I2-OS1b-11

物語内容におけるストーリー世界の表現と生成

The Representation and Generation of Story World in Story

小野寺 康[*1] Kou Onodera
花田 健自[*2] Kenji Hanata
小方 孝[*3] Takashi Ogata

[*1] 岩手県立大学大学院 Graduate School of Iwate Prefectural University
[*2] ゴーイング・ドットコム Going.com
[*3] 岩手県立大学 Iwate Prefectural University

The goal of this paper is a prototyping system development for the mechanism of story world generation from a story line as a part of our narrative generation system. Story world is a set of states of characters and a story line means a sequence of events that combine a state and another state. In the prototyping system, story world generation mechanism makes many sets of states from a story line using state-event transformation knowledge base and concepts ontology for verb concepts and noun concepts which are used in the representation of narrative events and states. We show the result of experimental generation by the system and consider on the problems.

1. まえがき—先行研究と本研究の位置付け—

物語生成システムの研究は従来から継続して行われている．最近の傾向については[秋元 2009]が言及している．筆者らも文学理論を取り込んだ物語生成システムの研究を行って来た([Ogata 1991][小方 1996, 2003ab, 2007]等)．筆者らの物語生成システムを構成する主要な 3 つのモジュールは，語られる内容を生成する物語内容機構，それを具体的な語りの構造に変換する物語言説機構及び表層的な表現を生成する表層表現機構である．**図 1**はこの物語生成システムの概要である．本研究で対象とするのは，物語内容機構に含まれる「ストーリー世界」と「ストーリーライン」であり，ここでは特にストーリーラインからのストーリー世界の生成を主題とする．

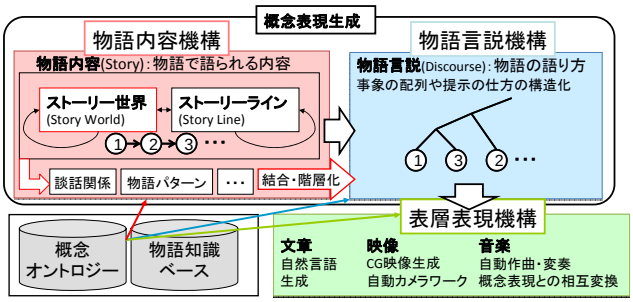


図 1:物語生成システムの概略構成

[中嶋 2008, 2009]は，物語内容機構をストーリー世界生成機構とストーリーライン生成機構のふたつに分割するアイディアを示した．ストーリーラインとは物語内容における顕在的な情報の集成であるのに対して，ストーリー世界とはそのすべてを包含したものを意味する．例えば，「Aさんが故郷の町の駅でBさんに別れを告げて東京に行く」というのがストーリーラインだとすると，ストーリー世界には東京に行かなかったBさんの行動も含まれている(例えば，「BさんはAさんと別れた後自宅に戻り，その後も長い間そこで過ごした」など)．つまり，ある時間範囲におけるストーリーに関与する全登場人物の行動の記録をストーリー世界と考える．ストーリーラインとはそこからの一定の原理に基づいた情報の切り取りである．中嶋は，行為-状態変換知識ベース(本稿では「状態-事象変換知識ベース」)を用いてストーリー世界とストーリーラインの相互変換を可能とするシステムを提案した．本研究ではこの枠組み(**図 2**)を踏襲する．なお，物語生成システムにおいて物語内容機構は，これらに物語の構造を扱う知識処理が加わることで完成する．これまで筆者らが行って来た研究の主要な主題はむしろこちらのほうであった([小方 1996, 2007]等)．

連絡先：小野寺康，〒020-0193 岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究科，岩手県岩手郡滝沢村滝沢字巣子 152-52，g231i007@s.iwate-pu.ac.jp

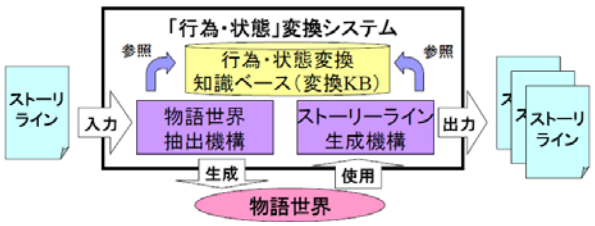


図 2:ストーリー世界-ストーリーライン相互変換の枠組み

中嶋の研究では以上の機構が物語生成システムのその他の機構と結び付いていなかったが，本研究では，物語内容機構のその他の部分，さらに物語言説機構と連携可能なように，事象やフレームの表現形式を変更し，またそれらを物語生成システムと共有される概念オントロジーと結合することを試みた．ストーリーライン生成に関する研究[小野 2010]も同じ知識表現の上に立っており，ここで提案するシステムはこれと一体のものとして成立する．以下，新たに設計・開発したシステムの構成・処理・実装・実行例について紹介し，議論する．

2. ストーリー世界とストーリーライン

ストーリー世界とストーリーラインの関係を**図 3**に示す．状態はある時点における登場人物に関連する情報の静的な情報であり，事象はある状態から別の状態に推移させる登場人物の行為等である．ストーリー世界は**図 4**のように記述される．ここで，「13:10」の時点における「太郎」という登場人物の状態は，「花屋にいて，花を所持している」というものである．ところが「13:30」になると，「太郎」は「公園にいて，花を所持して」おり，またこの同じ「公園」には花子もいる．「太郎」は「13:10」から「13:30」の間に「花屋」から「公園」に移動したことになる．この状態間の移動

は，諸種の具体的行為によって実行されることになり，これが事象の一種を成す．

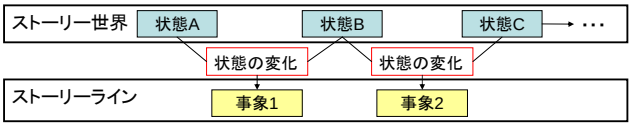


図 3:ストーリー世界とストーリーラインの関係

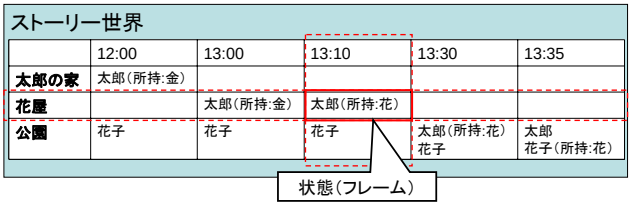


図 4:ストーリー世界における状態のイメージ

さらに，ある状態は，登場人物，それに加えて時間，場所，物の情報は，time，location，agent，objectのそれぞれのフレームによって構成される．各フレームの記述形式を**図 5**に示す．location，object，agentの各フレームのis-aスロットとは上位概念を示しており，後述の概念オントロジーにおける特定の概念とリンクしている．なお，状態は物理的な状態を表す外的な状態，心理的な状態を表す内的な状態に分けられるが，本研究で扱うのは外的な状態のみとする．

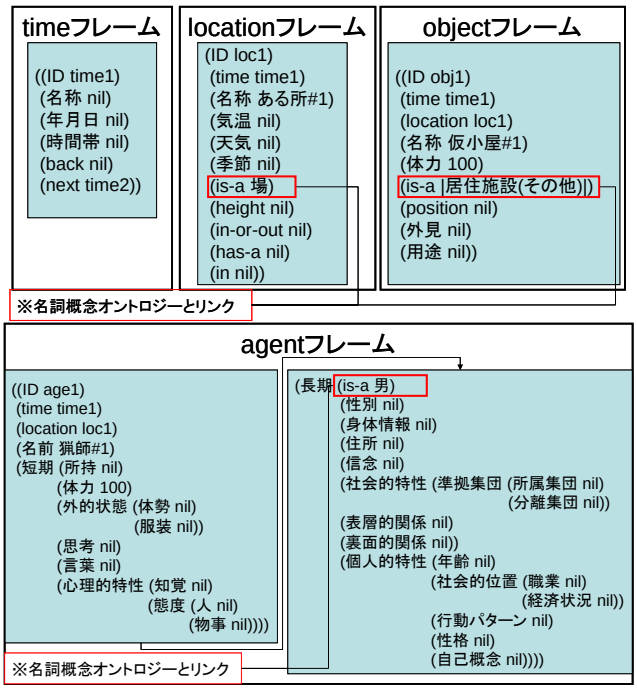
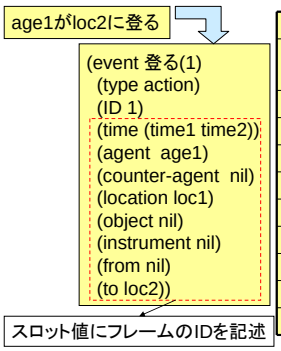


図 5:フレームの記述形式

ストーリーラインは事象の生起時間順の系列であるが，ここでは事象を，[Prince 1987]に拠り，「経過陳述（～が～するという形式）で表される状態の変化」とする．つまり事象とは，2 つの状態間における変化を表現するものである．また，事象には動作主が存在する行為（action）と動作主が存在しない自然現象（happening）の 2 種類が存在するものとする．

事象は**図 6**のような概念表現で記述される．timeスロットにはある状態と状態の間で起こったことを示すために，2 つのtimeのIDを一緒に含める．



event	一つの事象を表す
type	事象の種類を表す (action,happening)
ID	事象のID
time	事象が行われる時間
agent	事象の動作主
counter-agent	事象の対象（人）
object	事象の対象（物）
instrument	事象に用いられる道具
location	事象が行われる場所
from	事象の開始位置
to	事象の終了位置

図 6:事象の概念表現

3. ストーリー世界生成機構の構成と処理

物語生成システムにおけるストーリー世界の構成方法には，人手による構成及び何らかの情報からのシステムによる自動的な構成の方法がある．後者についても様々な可能性が考えられる．処理の順番としては，本来ストーリー世界→ストーリーラインとなるが，ここでは入力情報としてストーリーラインを与える方法を検討する．この場合のストーリーラインは，ストーリー世界に当たって付与される入力情報の一種と考えられ，将来的には，より少ない情報から自動的にストーリー世界が構成される方式が検討されるべきである．システムの概略構成を**図 7**に示す．システムは，ストーリーラインを入力とし，状態-事象変換知識ベース及び概念オントロジーを利用して，ストーリー世界を生成する．同じ入力から，複数のストーリー世界が生成される．

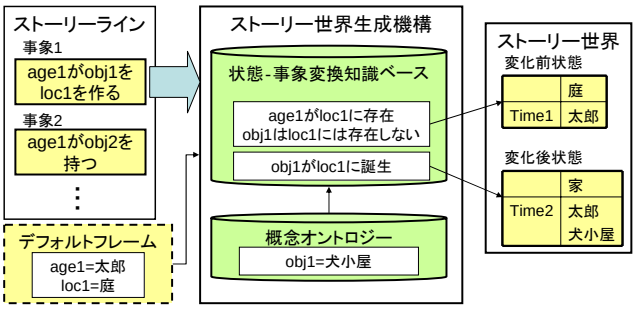


図 7:ストーリー世界生成機構の概要

まず概略フローであるが，システムは，まずストーリーラインから事象を 1 つずつ読み込み，事象の値に対応して，予めフレームの初期状態を記述したデフォルトフレームを読み込む．これは，ストーリーラインの事象中で使用されているフレームの初期状態を予め任意に設定したものである．本来は，概念オントロジー等を利用して，フレームをシステムが自動的に作成することが目標であり，デフォルトフレームの処理はあくまで暫定的なものである．次に，状態-事象変換知識ベースを参照して，適合するルールを取得し，ルールを駆動して事象の生起前状態と生起後状態をそれぞれ生成する．なお，初期状態が設定されていないフレームに対しては，概念オントロジーを参照し，値を自動で設定する処理を行う．これら一連の処理をストーリーライン中の事象の数だけ繰り返すことで，ストーリー世界を生成する．状態-事象変換知識ベースと概念オントロジーはストーリーライン生成ステムと共有であり，説明は[小野 2010]で行う．

この過程をより詳細に記述する（**図 8**）．ストーリー世界生成処理は大きく 3 つの処理機構に分けられる．ストーリーラインやデフォルトフレームを読み込む前処理，状態-事象変換知識ベースを参照して事象から状態への変換を行う処理，概念オントロジーを参照してフレームの新規作成を行う処理である．

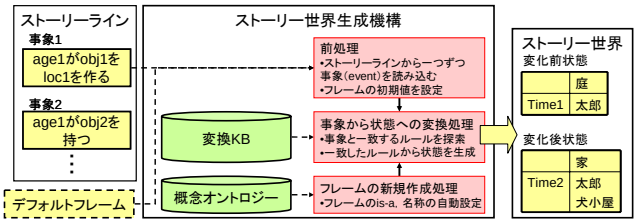


図 8:ストーリー世界生成の全体的な処理の流れ

(1) 前処理

デフォルトフレームを読み込み，それぞれのフレームの初期値を設定する．次にストーリーラインから 1 つずつ事象を取り出し，その事象の概念表現における time や agent，from，to 等の値を抽出した後，事象から状態への変換処理やフレームの新規作成処理へ移行する．

(2) 事象から状態への変換処理

状態-事象変換知識ベースを利用して事象から状態への変換処理を行う．処理の概要を**図 9**に示す．まず，読み込んだ 1 つの事象における事象名をキーに状態-事象変換知識ベースを参照してその事象がどのルールの動詞概念群と一致するかを探索し，一致したものの中から 1 つのルールを選択する．そして，選択したルールの前提条件から変化前状態を，変化内容から変化後状態を生成する．

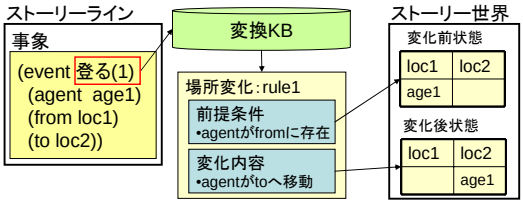


図 9:状態-事象変換知識ベースによる事象-状態変換

(3) フレームの新規作成処理

概念オントロジーを利用したフレームの新規作成処理は，事象から状態への変換処理を行う際にデフォルトフレームが設定されていなかった場合にのみ発生する．この処理の流れを，obj1 フレームを新規作成する場合を例として**図 10**に示す．まず 1 つの事象における事象名をキーに動詞概念オントロジーを参照し，ある要素（新規作成されるフレーム）に当てはまる単語の範囲を示す制約条件を取得する．動詞概念オントロジーの各動詞概念は，**図 11**のように，文型パターン・制約条件・格フレーム型の組から成っている．次にその制約条件を基に名詞概念オントロジーを参照し，制約条件以下の概念の中から 1 つを選択し，フレームのis-aスロットの値とする．その後，選択した概念に属する単語から 1 つを選択し，フレームの名称スロットの値とする（なおこの処理はまだ構想段階であり，実装はされていない）．

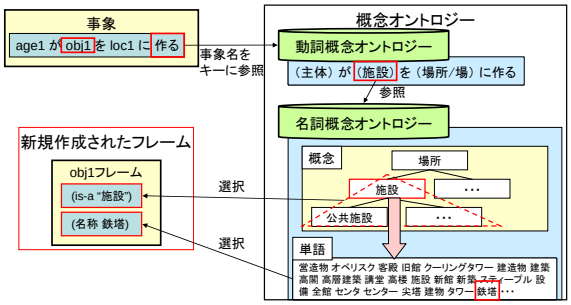


図 10:概念オントロジーによるフレームの新規作成

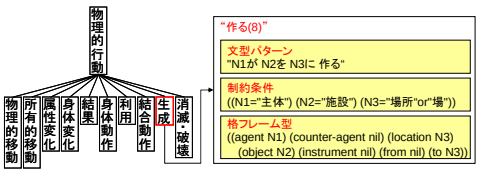


図 11:動詞概念オントロジーの一要素の構造

4. 実行例とその考察

システムの実装はCommon Lispによって行った．実行例を**図 12**に示す．これは複数の事象からなるストーリーラインを入力とし，かつデフォルトフレームを与えた場合の例で，入力は概念表現による実際の形式（**図 13**）を自然言語に変換したもので，出力はフレームによる記述（**図 14**）を理解しやすく表記したものである．**図 12**で，「event1:猟師#1 が餅#1 を手に取る」という 1 つの事象に着目すると，猟師#1 が何も所持していない状態と，猟師#1 が餅#1 を所持した状態の 2 つが作られている．また，1 つの事象で複数の状態変化を処理する機構があるため，例えば「evnet3:猟師#1 が餅#1 を炉#1 に置く」という事象を入力とした場合，餅#1 の位置の変化と猟師#1 が餅#1 を放棄する変化の 2 つの状態変化が発生する．

- 入力: 21の事象からなるストーリーライン
  - デフォルトフレームを与えた場合

event1(time1~2):猟師#1が餅#1を手に取る event2(time2~3):猟師#1が餅#1を齧る event3(time3~4):猟師#1が餅#1を炉#1に置く event4(time4~5):坊主#1が家#1へ入り込む event5(time5~6):坊主#1が餅#2を手に取る event6(time6~7):坊主#1が餅#2を齧る event7(time7~8):猟師#1が餅#3を手に取る event8(time8~9):猟師#1が餅#3を炉#1に置く event9(time9~10):坊主#1が餅#3を譲り受ける event10(time10~11):坊主#1が餅#3を齧る	event11(time11~12):坊主#1が餅#3を炉#1に置く event12(time12~13):坊主#1が家#1を出る event13(time13~14):坊主#1が家#1へ入り込む event14(time14~15):坊主#1が餅#4を手に取る event15(time15~16):坊主#1が餅#4を齧る event16(time16~17):坊主#1が餅#4を炉#1に置く event17(time17~18):坊主#1が石#1を手に取る event18(time18~19):坊主#1が石#1を齧る event19(time19~20):坊主#1が石#1を家#1に投げる event20(time20~21):坊主#1が家#1から山#1に飛び出す event21(time21~22):坊主#1が命を落とす

- 出力されたストーリー世界

	家	山	nil
time1	猟師#1, 餅#1, 餅#2, 餅#3, 餅#4, 石#1, 炉#1	坊主#1	
time2	猟師#1(所持:餅#1), 餅#1, 餅#2, 餅#3, 餅#4, 石#1, 炉#1	坊主#1	
time3	猟師#1(所持:餅#1), 餅#1(体力:90), 餅#2, 餅#3, 餅#4, 石#1, 炉#1	坊主#1	
time4	猟師#1, 餅#1(位置:炉#1の中, 体力:90), 餅#2, 餅#3, 餅#4, 石#1, 炉#1	坊主#1	
time5	猟師#1, 坊主#1, 餅#1(位置:炉#1の中, 体力:90), 餅#2, 餅#3, 餅#4, 石#1, 炉#1		
time6	猟師#1, 坊主#1(所持:餅#2)餅#1(位置:炉#1の中, 体力:90), 餅#2, 餅#3, 餅#4, 石#1, 炉#1		
time7	猟師#1, 坊主#1(所持:餅#2), 餅#1(位置:炉#1の中, 体力:90), 餅#2(体力:90), 餅#3, 餅#4, 石#1, 炉#1		
time8	猟師#1(所持:餅#3), 坊主#1（所持:餅#2）, 餅#1(位置:炉#1の中, 体力:90), 餅#2(体力:90), 餅#3, 餅#4, 石#1, 炉#1		
time9	猟師#1, 坊主#1, 餅#1(位置:炉#1の中, 体力:90), 餅#2(体力:90), 餅#3(位置:炉#1の上), 餅#4, 石#1, 炉#1		
time10	猟師#1, 坊主#1(所持:餅#3), 餅#1(位置:炉#1の中, 体力:90), 餅#2(体力:90), 餅#3,(体力:90), 餅#4, 石#1, 炉#1		
time11	猟師#1, 坊主#1(所持:餅#3), 餅#1(位置:炉#1の中, 体力:90), 餅#2(体力:90), 餅#3(体力:90), 餅#4, 石#1, 炉#1		
time12	猟師#1, 坊主#1, 餅#1(位置:炉#1の中, 体力:90), 餅#2(体力:90), 餅#3(位置:炉#1の下, 体力:90), 餅#4, 石#1, 炉#1		
time13	猟師#1, 餅#1(位置:炉#1の中, 体力:90), 餅#2(体力:90), 餅#3(位置:炉#1の下, 体力:90), 餅#4, 石#1, 炉#1	坊主#1	
time14	猟師#1, 坊主#1, 餅#1(位置:炉#1の中, 体力:90), 餅#2(体力:90), 餅#3(位置:炉#1の下, 体力:90), 餅#4, 石#1, 炉#1		
time15	猟師#1, 坊主#1(所持:obj4), 餅#1(位置:炉#1の中, 体力:90), 餅#2(体力:90), 餅#3(位置:炉#1の下, 体力:90), 餅#4, 石#1, 炉#1		
time16	猟師#1, 坊主#1(所持:obj4), 餅#1(位置:炉#1の中, 体力:90), 餅#2(体力:90), 餅#3(位置:炉#1の下, 体力:90), 餅#4(体力:90), 石#1, 炉#1		
time17	猟師#1, 坊主#1, 餅#1(位置:炉#1の中, 体力:90), 餅#2(体力:90), 餅#3(位置:炉#1の下, 体力:90), 餅#4(位置:炉#1の近く, 体力:90), 石#1, 炉#1		
time18	猟師#1, 坊主#1(所持:石#1), 餅#1(位置:炉#1の中, 体力:90), 餅#2(体力:90), 餅#3(位置:炉#1の下, 体力:90), 餅#4(位置:炉#1の近く, 体力:90), 石#1, 炉#1		
time19	猟師#1, 坊主#1(所持:石#1), 餅#1(位置:炉#1の中, 体力:90), 餅#2(体力:90), 餅#3(位置:炉#1の下, 体力:90), 餅#4(位置:炉#1の近く, 体力:90), 石#1(体力:90), 炉#1		
time20	猟師#1, 坊主#1, 餅#1(位置:炉#1の中, 体力:90), 餅#2(体力:90), 餅#3(位置:炉#1の下, 体力:90), 餅#4(位置:炉#1の近く, 体力:90), 石#1(位置:炉#1の中, 体力:90), 炉#1		
time21	猟師#1, 餅#1(位置:炉#1の中, 体力:90), 餅#2(体力:90), 餅#3(位置:炉#1の下, 体力:90), 餅#4(位置:炉#1の近く, 体力:90), 石#1(位置:炉#1の中, 体力:90), 炉#1	坊主#1	
time22	猟師#1, 餅#1(位置:炉#1の中, 体力:90), 餅#2(体力:90), 餅#3(位置:炉#1の下, 体力:90), 餅#4(位置:炉#1の近く, 体力:90), 石#1(位置:炉#1の中, 体力:90), 炉#1		坊主#1

図 12:複数の事象からなるストーリーラインを入力とした出力

しかし，例えば，坊主#1 が餅#2 を所持しており，次に「event9:坊主#1 が餅#3 を譲り受ける」という事象が入力された場合，餅#2 を放棄した後，餅#3 を所持する情報が生成される．これは，**表 1** に示すように，事象「譲り受ける」の前提条件が「agent は何も所持していてはならない」であり，それにより坊主#1 の状態を強制的に書き換えてしまうためである．このような状

況もあり得るが，餅#2 と餅#3 を両方所持している状況もあり得る．現状ではどちらにするかシステムが判断できないため，一律に上記のような処理をしてしまう．

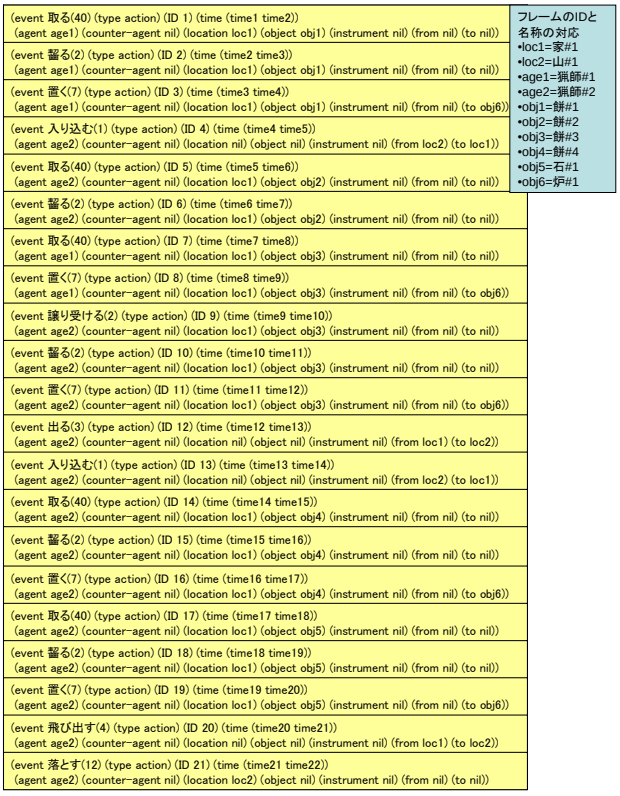


図 13:入力の実際の概念表現

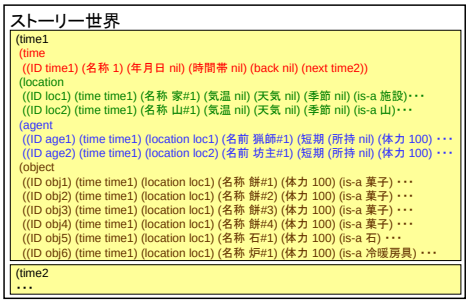


図 14:出力の実際の記述(一部)

表 1:実装した状態-事象変換知識ベースの一部

状態変化	変化内容	前提条件	用言の意味属性	動詞群
所持変化	agent が object を取得	agent が location に存在	23 身体動作	取る(40) 入る(28) 譲り受ける(2) 渡る(10)
		object が location に存在		
		location が存在		
		agent が何も所有していない		
	agent が object を放棄	agent が location に存在	23 身体動作	置く(7) 投げる(2) 食う(2) 食べる(2)
		object が location に存在		
		location が存在		
		agent が object を所有		

5. むすび

先行研究[中嶋 2008, 2009]におけるストーリー世界-ストーリーライン変換のアイディアをもとに，概念表現やフレーム表現の形式の変更，概念オントロジーの利用等により，物語生成システムの他の機構と連携可能なように，ストーリーラインからストーリー世界を生成するシステムを拡張した．しかしここで実装したシステムはまだ非常に小規模かつ原始的であり，特に状態-事象変換知識ベースや概念オントロジーの拡張が今後の課題の中心である．また，ここではストーリーラインを入力としたが，それ以外の生成順序，生成方法の考案も今後の課題である．

なお物語内容機構におけるストーリー世界やストーリーラインの処理は，主に物語における論理的な処理に関与するものである．すなわち，登場人物や出来事の論理的に，もしくは現実的に可能な展開の処理が主要な目的である．これに対して物語内容機構にも芸術的な機構が必要であり，それは物語さらには芸術特有の知識の導入を必要とする．[小方 1996, 2007]等で検討したのはむしろこのような側面であった．また，本稿で検討した物語生成の部分は，プランニングや推論と関連する部分であり，その意味ではこれまでの物語生成研究で主に行われていたテーマと考えることも出来，新しい視角からそれらを再検討することが必要である．これまでに研究して来た物語論的な水準での物語生成の諸技法が AI や認知科学における諸技法とつながったものと考えることも可能である．今後は双方の側面を統合してより十全な物語内容生成機構に発展させていく予定である．

参考文献

[秋元 2009] 秋元泰介・小方孝:物語言説システムの評価について―評価方法の調査と物語言説システムの予備評価―，日本認知科学会文学と認知・コンピュータ研究分科会 II (LCC II)第 19 回定例研究会予稿集，19G-01，2009.

[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.

[中嶋 2009] 中嶋美由紀・小方孝・小野淳平: ストーリーと物語世界の関係のモデルに基づくシステムの実装，人工知能学会全国大会(第 23 回)論文集，1J1-OS2-6，2009.

[Ogata 1991] Ogata, T. & Terano, T.: “Explanation Based Narrative Generation Using Semiotic Theory”, Proc. of National Language Processing Pacific Rim Symposium 91, pp.321-328, 1991.

[小方 1996] 小方孝・堀浩一・大須賀節雄: 物語のための技法と戦略に基づく物語の概念構造生成の基本的フレームワーク，人工知能学会誌，Vol.11，No.1，pp.148-159，1996.

[小方 2003a] 小方孝: 物語の多重性と拡張文学理論の概念―システムナラトロジーに向けて I―，In 吉田雅明(編)，複雑系社会理論の新地平，pp.127-181，専修大学出版局，2003.

[小方 2003b] 小方孝: 拡張文学理論の試み― システムナラトロジーに向けて II―，In 吉田雅明(編)，複雑系社会理論の新地平，pp.309-356，専修大学出版局，2003.

[小方 2007] 小方孝: プロップから物語内容の修辞学へ―解体と再構成の修辞を中心として―，認知科学，Vol.14，No.4，pp.532-558，2007.

[小野 2010] 小野淳平・花田健自・小方孝: 物語内容におけるストーリーライン生成機構の試作の実装，人工知能学会全国大会(第 24 回)論文集，1l2-OS1b-12，2010. (to appear)

[Prince 1987] Prince, G.: “A dictionary of narratology”, University of Nebraska Press, 1987.(『物語論辞典』，遠藤健一訳，松柏社，1991.)