

物語エージェントの概念的枠組み —物語能力の計算論的モデル化を巡る考察—

A Conceptual Framework of Narrative Agent: A Discussion around the Computational Modeling of Narrative Ability

秋元 泰介

AKIMOTO Taisuke

電気通信大学大学院情報理工学研究科
The University of Electro-Communications

Abstract: This study exploratory tackles to computational modeling of narrative ability based on an assumption that the narrative ability will be a fundamental element for the mind of an artificial agent, as a basis for the subjective construction of a world inside the mind and interaction or communication with humans. In this study, narrative ability refers to all the cognitive processes treating narratives, such as generation, interpretation, transformation, and expression of narratives. In this paper, we propose a conceptual framework of “narrative agent” as a cognitive model based on the narrative ability. In particular, we discuss the functional aspects of the narrative ability in an artificial agent and design the system structure of a narrative agent.

1. はじめに

本研究は、人工知能 (AI) エージェントにおける自己や主観的な世界認識、またそれに基づく他者や環境とのコミュニケーションないしインタラクションといった問題に対して、「物語」という観点からアプローチする。本稿では、知能における物語に関連する能力全般をまとめて「物語能力」と呼び、それを基盤とするエージェントモデルとして、「物語エージェント」という概念を提案する。そしてこのモデルにおける物語能力の機能やシステム構成を議論する。なお本稿で行うのは長期的な視野による探索的な議論であり、研究の土台となる概念的な枠組みを組み立てること、今後の方向性や課題を考えることに主眼を置く。

AI 研究において、物語に関連する分野としては、物語の生成・理解・解釈・分析・表現や、物語型の知識表現、物語からの知識獲得等が挙げられる。また知能における物語の重要性に関しては、Schank らの研究[1, 2]や、Mateas と Sengers [3, 4]が提唱している Narrative Intelligence という研究指針等の中で、古くから主張されてきた。しかし、AI エージェントに物語能力を持たせようとする具体的な試みはまだ少なく、研究分野として確立しているわけではない。本研究においても、現時点で研究の具体的な目標・

課題・意義等が明確に定まっているわけではなく、探索的な議論を通じてそれらを明確化していくのと同時に、計算論的にそのモデルや方法を具体化していくというアプローチを採っている。

これ以降の構成であるが、まず 2 節で物語の性質や構造を諸分野の関連研究を参照しながら考察し、本研究が物語に着目する理由を明らかにする。そして 3 節で物語エージェントの基本概念を述べ、4 節でそのシステム構成に関する現在の構想を示す。5 節は本稿のまとめである。

2. 背景

AI エージェントにおける物語能力への計算論的アプローチの意義を考えるために、物語とは何か、そしてそれが人間や社会においてどのような働きをしているのかということを考察する。

2.1 物語 (narrative) とは

物語とは何かということ、幾つかの関連文献を参照しながら定義する。まず、物語論 (narratology) という、物語の構造・性質を主に構造主義的な立場から探求する学問領域の用語をまとめた Prince の『物語論辞典』[5]では、物語 (narrative) を、「一・二名あるいは数名の (多少なりとも顕在的な) 語り

手 (narrator) によって、一・二名あるいは数名の (多量なりとも顕在的な) 聞き手 (narratee) に伝えられる一ないしそれ以上の現実の、あるいは、虚構の事象 (event) の報告をいい、とりわけ、それら事象の結果とその経過、関与者 (物) とその行為、構造と構造化の報告」と定義している。また、「物語の再現の媒材は多様である (音声・書記・身体言語、静・動画像、身振り、音楽、さらには以上のものの組み合わせ)」ということも述べられている。

一方、心理学系の物語研究における定義として、やまだ[6]は物語を「2つ以上の出来事 (events) をむすびつけて筋立てる行為 (emplotting)」と定義している。これは物語するという行為としての意味合いを強く表している。なお心理学や社会学等の分野では、narrative をカタカナ表記にした「ナラティブ」という呼び方をされることも多いが、これは narrative という語が語られたものとそれを語る行為の両方を含意するのに対して、これらの両義性と連続性をうまく表す日本語が無いためであるとされる[7]。

本研究においては、以上のような定義を踏まえた上で、物語という用語を「現実または虚構の世界における一つ以上の事象を筋立てて表現したもの」という意味で用いる。これは語られたものとしての側面を表しており、行為としての側面を表す際は「語る行為」や「物語る」といった言い方をする。このように区別するのは、計算論的な観点から、プログラムにおけるデータと処理を明確に区別しておく必要があるためである。

2.2 物語の構造

物語論の中では、物語の構造を体系的に説明することを目標とする数々の議論が行われてきた。そこで構築されてきた知識は、現在は AI 領域における物語生成や物語分析の研究にも取り込まれている[8, 9, 10, 11]。こうした研究は物語論の側に対しても、物語に関する計算論的な知見をもたらすという形で寄与している。

物語論では、物語の内容面 (何を語るか) と表現面 (如何に語るか) を、「ストーリー」(story) と「物語言説」(discourse) という用語により区別している (ロシア・フォルマリズムの文学研究における用語を用いて、内容面をファブラ (fabula)、表現面をシュジュート (syuzhet) と呼ぶ場合もある) [5]。

Akimoto [12]は、物語論及び既存の物語生成システム研究を総合的に参考にしながら、オブジェクト指向の概念に基づく計算機処理用の物語構造モデルを提案している。なおここで問題とされているのは、特定の文化やジャンルの物語を特徴付ける共通構造といった類のものではなく、物語全般に通じる基本

的な構成要素に相当する原理的な水準のモデル化である。本研究では現在のところ、このモデルを物語エージェント用に拡張して応用することを想定している。以下では主にこのモデルに基づいて、処理対象として想定する物語がどのようなものであるのかということの説明する。

2.2.1 ストーリー (story)

ストーリーの構造を考えると、まず人・物・場所等の実体から構成される世界と、その中で生じる諸々の事象群という、二つの構造的次元に分けることができる。Akimoto [12]の物語構造モデルでは、前者を StoryWorld、後者を (時間的に関連付けられた事象群という狭い意味での) Story と呼んでいる。それぞれの構造は次に述べる要素からなる階層グラフ構造として表現される。

- **StoryWorld:** 人・物・場所等の複数の実体 (Entity) を基本要素とし、それらを人間組織や地理的・空間的単位等の階層的なまとまり (wGroup) と人間関係や所有関係等のつながり (wLink) により組織化する。
- **Story:** 事象 (Event) を基本要素とし、それらを時空間の連続性や意味的・機能的な共通性等の階層的なまとまり (sGroup) と、事象間の時間的な位置関係や因果関係等のつながり (sLink) により組織化する。

2.2.2 物語言説 (discourse)

物語言説に関しては、フランスの文学理論家である Genette [13]が、その構造的概念の体系的な分類を行っている。それを以下に概説する。

- (1) 時間: ストーリーにおける年代記的な時間と、物語言説における記述の流れや量としての時間の関係。どのような順序で語るか (順序)、どの程度の記述量で語るか (持続・速度)、何度語るか (頻度) という3つの下位カテゴリに分かれる。
- (2) 叙法: 物語言説におけるストーリーの再現の様態。語り方が模倣的であるか叙述的であるか (距離)、どのような視点・パースペクティブにより語るか (焦点化) という2つの下位カテゴリに分かれる。
- (3) 態: ストーリー及び物語言説に対する「語り」の様相。ストーリー (あるいはその部分) を、誰が (語り手)、いつの時点から (語りの時間)、誰に対して (聴き手) 語るかといった問題が含まれる。また、(第一の) 物語言説内の人物により語られる (第二の) 物語言説というような入れ子状の構造を「語りの水準」という概念で扱う。

Akimoto [12]の物語構造モデルでは、物語言説に相

当する構造的次元を **Discourse** と呼び、ここにも階層グラフ構造を適用している。これは自然言語（あるいはその他の表現メディア）による物語表現と直接的に対応する構造表現に位置付けられる。

Discourse の基本要素は事象の語り（**Narration**）、描写（**Description**）、説明（**Commentary**）の3種類である。これらは **Story** または **StoryWorld** の何らかの構成要素を参照する表現上の単位に相当する。そして、複数の要素からなる段落や節に相当するまとまり（**dGroup**）と、要素間の物語上での結合論理（談話的關係に相当）を表すつながり（**dLink**）によって、全体構造が作られる。

2.3 人間と物語

物語は、人間や社会を研究する様々な学術領域におけるキーワードの一つになっている。以下では諸分野における物語研究を幾つか取り上げて概観する。

- Bruner [14]は心理学の立場から人間の心における物語の重要性に着目し、人間の「経験」や「自己」が文化的な物語に基づいて、物語の形で構成されるという考えを提唱している。やまだ[6]も人の心や自己といった問題を物語に着目して捉えようとする研究を展望・考察している。
- 社会学においても、個人の自己を捉える一つの視点として、個人や共同体の物語に基づく自己論が展開されている[15, 16]。
- Schank ら[1, 2, 17, 18]はAI研究の立場から、物語ないしストーリーが様々な知的能力を支える重要な知識であることを主張し、スクリプトやストーリー等の知識モデルや、ストーリーとして形成された過去の経験に基づいて新しい問題を処理する事例ベース推論というモデルを提案している。
- 心理学における記憶研究では、個人的な過去の出来事に関する記憶を「エピソード記憶」[19]と呼んでいる。この概念は、認知アーキテクチャの研究（具体的には記号的認知アーキテクチャの一つである Soar [20]）にも導入されている。Soar におけるエピソード記憶は、仮想世界における状態の時系列的なログデータに相当するが、それをより物語的な知識表現へと拡張しようとする提案も行われている[21, 22, 23]。
- Ricoeur [24]は、主に現象学の立場から、人間の時間経験や歴史が物語の形で構成されるということを論じている。
- 野口[7]は、人や社会における様々な現象や問題を、人々が語る物語を通して理解・解明しようとする研究方法である「ナラティブ・アプローチ」について、様々な分野における実践例を通じて

議論している。

- 物語によりコミュニケーションをしたり、物語の受容を通じて総合的な知性や感性を養ったりすることは、世界中のほぼ全ての国や地域の文化に定着していると言ってもよいだろう。情報学、経営学、広告学、人工物設計、学習・教育等といった様々な領域でも、物語を効果的に用いるための方法論が議論されている。

以上のようなことから、物語と人間・知能が密接な関わりを持つことがうかがえる。物語能力の計算論的モデル化という研究には、AI エージェントの基礎技術として、また人の知能への計算論的なアプローチとして、新しい知見をもたらす可能性がある。

3. 物語エージェントの基本概念

本研究の大きな目標は、物語能力が知能の広範な領域に關与する基盤的要素であるという考えのもとに、AI エージェントにおける物語能力を計算論的にモデル化することである。本節では、前述の背景を踏まえながら、物語能力が介在すると考えられる主要な知的機能について考察する。なおAI エージェントが存在する環境としては一般的に実世界・仮想世界・Web 等が挙げられるが、本研究は特定の環境を定める以前の、基礎的なモデルの構築に主眼を置いている。

2.3 節で概観した諸学術分野において対象とされている「物語」には、物語る行為としての相とは別に、人の内面に存在する物語（的な記憶・知識）と、言葉等により表現された物語という、二つの相があるように思われる。そこで本節での議論の前提として、内面的な物語と表現された物語を図1に表すように区別する。

3.1 経験の記憶と世界認識

本研究では、人にとっての世界が時間的な連続性を持ち、それを統合的に認識する形が物語であることを仮定する。人にとっての世界を構成する諸々の



図1 内面的な物語と表現された物語

事物は、過去との結び付きによって豊かな意味を持つ。例えば、自己はこれまでの人生や社会的共同体の歴史等の中に位置付けられる。他者を知るということには、経験を共有したり、生い立ちを聞いたりすることが大きく関わってくる。場所や物に関しても、生まれ故郷、思い出の場所、形見の品等といったものは、過去との結び付きによって特別な意味を成す。反対に過去の記憶が失われると、世界の意味が大きく失われる。

エージェントの世界認識にそのような時間的連続性を持たせるためには、物語能力が必要になると考えられる。これはエピソード記憶を形成する働きとも関連する。エージェントにとっての「現在」の世界は、(それが認識された時点で既に過去である等という議論はさておき,) 過去から続く物語の先端に位置付けられる。このような考え方から、エージェントの世界認識を内面的な物語生成のプロセスとして捉えることはできないだろうか。そこには、事象の時間的分節と事象への意味付けという、主に二種類の処理が含まれると考えられる。

3.1.1 事象の時間的分節

現実または仮想的な世界における連続的な動きに人間的ないし意味的な区切りを与えて、事象を形成する処理である。物語においては、一瞬の出来事が数段落に及ぶ長い文章で詳述されることもあれば、一年間の出来事が一言にまとめられることもある。物語におけるこのような性質は、Genette [13]による物語言説の構造的な概念(2.2.2節参照)の中の「速度」(ストーリーにおける時間的な長さと言説における記述の長さとの関係)に対応する。

どのような時間幅を事象として認識するかは、ある程度の恣意性を持つ一方で、人間の認知的な制約(例えばあまりにも短い時間幅は認識できない)、人間にとっての意味(何らかの意味を成す時間幅が事象として切り出される)、言語的・物語的な慣習(慣れ親しんだ語り方が事象の認識に反映される)等にも依存するものと考えられる。

この処理に関連する研究として、Anderson [21]は、認知アーキテクチャにおけるエピソード記憶の事象分節に関する議論を行っている。具体的には、認知アーキテクチャ Soar [20]のエピソード記憶が現状では仮想世界の状態遷移を記録したデータであるのに対して、そこに事象に相当する意味的なまとまりを与える方法を考察している。

3.1.2 事象への意味付け

同じような出来事が起きても、人それぞれに異なる捉え方(意味付け)がなされるということは想像

に難しくない。例えば、あるスポーツ選手が「1年間厳しい稽古を積んだ後に、試合で負けた」という経験をした場合を考えてみる。それを「1年間厳しい稽古を積んだのに試合で負けた(自分はいくら練習しても駄目だ).」と捉える者もいれば、「1年間厳しい稽古を積んだつもりだったが、稽古がまだまだ足りなかったから、試合で負けた。」と捉える者もいるだろう。このように、事象はそれ単独としてではなく、他の事象あるいは概念との結び付きの中で、すなわち物語の中に位置付けられることによって、意味を成す。また事象への意味付け(物語化)の仕方は、個々人の認知的性向や文化的な背景によって異なるものになると考えられる。

3.2 コミュニケーション

次にエージェントの外側に視点を移して、他者とのコミュニケーションにおける物語能力の役割、すなわちエージェントが内面にある物語を他者に向けて表現したり、他者が語る物語を解釈・内面化したりする仕組みについて考察する。ここでは、コミュニケーションという行為ないし現象を、他者との情報共有と自己の表出という二つの観点から捉える。

3.2.1 情報の共有

物語は、仮想的・虚構的なものも含めて、世界の諸事物に関する情報を他者と共有する手段にもなる。例えば家族内で日々の経験を伝え合う、マスコミが国内外の社会的な出来事を発信する、組織内で未来の活動の方針や目標を共有する等といった活動においては、多くの場合、物語が用いられる。

AI エージェントが内面に前述のような物語的な世界を持つことを仮定すると、それを他者に向けて表現する行為は、内面の物語を選択・編集・言語化するような処理となる。ここでは、物語を巧みに表現する能力が、効果的なコミュニケーションの要因としての意味を持つ。

一方、他者の物語から情報を得るという行為は、表現された物語を解釈して、自身の内面的な物語の中に統合するような処理となる。このような能力を持つことで、他者の経験談、世間話、ニュース等の物語から、エージェントが自身の個人的な経験を超えて、豊かな世界を形成することが可能になる。

3.2.2 自己の表出

コミュニケーションの観点から見た物語の特徴の一つとして、表現された物語の中には、それを語る者(語り手)そのものを表現する記号が含まれる。なおこれは物語論の用語における「態」(2.2.2節参照)に関連する。例えば3.1.2節で例示したように、

「厳しい稽古を積んだのに負けた」や「厳しい稽古を積んだつもりだったが、稽古がまだまだ足りなかったから負けた」といった語り方の中に、語り手がこれらの事象をどのように捉えているのかということが反映されている。(但し内面の物語と表現された物語が必ずしも一致するわけではなく、また状況によって異なる語り方がされるだろう。)

以上のような、物語に含まれる自己表出的な性質を人とエージェントの関係に当てはめると、人がエージェントの物語を聞くことによって、そのエージェントが世界をどのように認識しているのかということが推測できるようになる。別の言い方をすると、エージェント自身が主観的な世界観を持って話しているような印象を与えることにつながるだろう。

3.3 行動計画

3.1 節で述べた記憶や世界認識が過去を形成する物語であるとする、行動計画は未来に向けられた物語に相当する。この種の物語には、短期的なものから長期的なものまで、また漠然としたものから細密に練られたものまで、様々な性質の物語が含まれる。3.2 節で述べたように、このような未来の物語を他者と共有する手段もまた物語であり、さらには他者との対話を通じて未来の物語を生成していくこともあるだろう。

エージェントの行動をこのような内面的な物語に基づいて駆動することは、エージェントの行動における一貫性や主体性の基礎になると考えられる。例えば Sengers [25]は、AI エージェントと人間の知能の本質的な違いとして物語性の欠如を挙げ、エージェントが主体的に行動しているように振る舞うためには、物語性が必要であるということを主張している。具体的には、人は他者の行動を物語的に解釈しようとする認知的性向を持ち、エージェントによる行動(事象)列にも、事象間のつながりや意図を見出そうとするが、それが見出せないような物語性を欠いた行動には違和感を覚えるというような仮説について、認知的実験を交えて議論している。

3.4 学習・変容

人は様々な経験を積むことや、物語を聞く・読む・観ることを通じて、知性を養っているように思われる。また、時間の流れや環境の変化とともに、身体的にも精神的にも、人は少しずつ変わる。知能のこのような側面を、内面的な物語の蓄積や変容としてモデル化することはできないだろうか。

Schank らが提唱してきた事例ベース推論の概念は、経験を組織化した知識としてのストーリーが、新しい問題の解決や、経験の組織化、物語の理解とい

た知能の様々な領域に適用されるものとして議論されている[17, 18]。この考え方を踏襲すると、内面に多様な物語を蓄積していくことは、それ自体が学習であるという見方ができる。なお事例的なストーリーを別の新しい問題に適用する際には、ストーリーを一般化する能力が必要になるが、これも物語能力の一端となる。

一方、賢くなることとは別に、「変化する」というのも知能の重要な性質であると考えられる。エージェントの世界認識が、自己や他者の位置付けも含めて、物語として構成されることを仮定すると、エージェントの変化という現象は、環境の変化や内面における物語間の相互作用や物語を語るプロセス等を通じて、内面の物語が変容するというメカニズムとして捉えることができる。

3.5 フィクションの生成

フィクション(虚構の物語)の生成も物語能力に含まれる。物語エージェントにおけるフィクションの生成は、創造的な目的や衝動により、あるいは人から命じられた作業として、虚構的なストーリー及びその表現としての物語言説を生成するような処理となる。

フィクションを生成するためには、現実の世界に関する知識(写実的であるか空想的であるか等に拘わらず、フィクションにも現実世界との類似性は必要である)や、既存の物語(文学作品等やそのジャンル)に関する知識が必要になる。物語エージェントにおいては、内面に形成された物語(群)が、生成の源泉的な知識となる。内面の物語(知識)には、エージェントの経験・世界認識や物語の受容経験等が反映され、その内容的な違いによって個々のエージェントの物語生成に違いが生じる。このように考えると、物語エージェントの概念は、生成の背景に位置する所謂「作家性」ないし作り手の個性という問題に関連付けることができる。

これまで AI 領域で行われてきた物語生成システムの研究では、基本的に昔話や文学等のフィクションを生成することに主眼が置かれてきた[11, 26]。その方法には様々な考え方があるが、主要なアプローチの一つとして、新しい物語の生成を既存の物語の変形的な操作としてモデル化する、事例ベース推論型の物語生成がある[27, 28]。物語エージェントにおけるフィクション生成も、技術的にはこのような事例ベース推論型のモデルと関連付けられる。ただ、エージェントの記憶・世界認識等を含めた内面的な物語を生成の源泉に位置付けるというのは、従来の物語生成システム研究とは少し異なる発想である。

4. 物語エージェントの構成

次に、以上のような知能の基盤としての物語能力を計算論的にモデル化することを目標として、そのシステム構成を検討する。まず、前節では、エージェントの内面に形成される知識・記憶あるいは世界認識としての物語と、言語等により表現された物語という、2種類の物語の存在を仮定した。すると、「物語る」という行為は、内面にある物語(の一部)を、誰かに向けて表現する処理となる。ここで内面の物語と表現された物語との関係を考えて、前者は語りの源泉となる内容という意味で物語論の用語におけるストーリーの側面に、後者はそれを語った結果としての物語言説の側面に相当するように思われる。そこで、内面の物語を「ストーリー型知識」、それを物語る処理のことを「物語言説生成」とそれぞれ呼ぶことにする。また、エージェント自らがストーリー型知識を形成したり変形したりする能力を持つ必要があるため、その処理を「ストーリー生成」と呼ぶ。以上の3つ、すなわちストーリー型知識及びストーリー生成と物語言説生成の機構を、物語能力の主要な要素とする。それに加えて、物語を処理するためには、ストーリー型の知識だけではなく、言語的知識をはじめとする基礎的な(ストーリーが具体的・統合的な知識であるのに対して抽象的・要素的な)知識が必要になる。そこにどのような種類の知識が含まれるかはまだ明らかではないが、ひとまずはそれらをまとめて「基底知識」と呼ぶことにする。

以上をまとめると、物語エージェントのシステム構成は図2のようになる。ストーリー生成は、諸々の外部情報をストーリーの形で内的に統合する機構となる。ここで外部情報としては、他者により表現された物語(日常的な物語、文学的な物語他)を含め、五感で知覚され得る情報全般を想定する。一方、物語言説生成の結果は自然言語表現としての物語である(絵等の映像表現でもよい)。なお物語言説生成

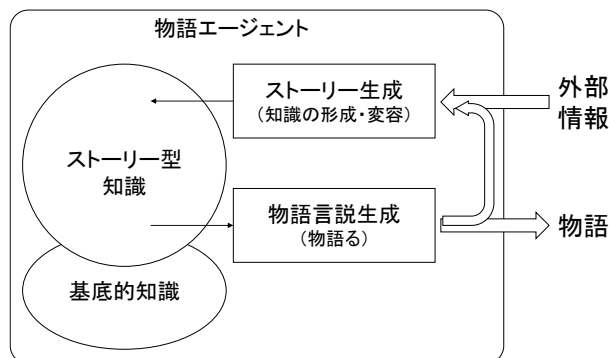


図2 物語エージェントのシステム構成

からストーリー生成に向かう矢印は、語ることを通じて内面のストーリーが形成・変容するという現象を想定する。

以下ではこれら4つのシステム要素の内容や機能について検討していく。

4.1 ストーリー型知識

ストーリーとしての性質・構造を持つと考えられる知識をまとめてストーリー型知識と呼ぶ。また、以下ではストーリー型知識に格納される個々のまじりのことを単にストーリーと呼ぶ。ここに含まれる知識の種類としては、現在のところ、主に表1に示すものを想定している。3つの分類(A, B, C)は、そのストーリーが何から生成されるかという観点から分けている。BとCそれぞれの下位分類はストーリーの性質上の違いによるものである。

表1について二点補足する。まず、Bの下位分類である事実的ストーリー(B-i)と虚構的ストーリー(B-ii)の境界は、エージェントがそのストーリーを事実と見なすか虚構と見なすかという解釈に委ねら

表1 ストーリー型知識の分類

分類	概要
A. 経験に基づくストーリー	エージェント自身の世界における経験(過去)を統合したものとしてのストーリー。
B. 物語から得たストーリー	何らかの物語(他者の発話、文学作品、ニュース他)を解釈した結果として形成されるストーリー。以下の2種類の下位分類を含む。 i. 事実的ストーリー: エージェントが存在する世界において実際に起きた出来事に対応するストーリー。 ii. 虚構的ストーリー: 虚構の世界における出来事としてのストーリー。
C. 内的に生成されたストーリー	エージェントの内面で生成されるストーリー。主に以下の3種類の下位分類を含む。 i. 未来のストーリー: エージェントまたはそれが属する共同体における未来の行動計画としてのストーリー。 ii. 想像のストーリー: フィクションを生成する際に、エージェントの内面で作られるストーリー。 iii. 一般化されたストーリー: 具体的な事象を表すストーリー(群)を何らかの形で抽象化した、スキーマ的な知識(例えばスクリプト[2]やストーリーグラマー[29])。

れる。それから、C-iii の一般化されたストーリーは、複数の事象を組織する点でストーリーに類似する性質を持つが、具体的な事象・時間・人物・場所等を表すわけではないという点で、本来の意味でのストーリーとはやや異なる性質を持つ。

ストーリー型知識の構築においては、ストーリーの性質をより豊かに表現可能な知識表現を設計することが主要な課題となる。Akimoto [12]の物語構造モデルは基本的に表現された物語を対象として設計されているが、本研究ではこのモデルを内面的なストーリーの知識表現にも拡張していくことを計画している。エージェントの知識としてストーリーを扱う際には、特にそのエージェント自身の位置付けや主観性がストーリー構造の中に反映されるような知識表現を検討する必要があるだろう。なお知識表現という観点からの物語構造のモデル化に関しては、León [23]が探索的な検討を行っているため、これも参考になるだろう。

4.2 基底の知識

計算機で物語を処理する際に必要となる知識として、まずは言語的な知識が挙げられる。名詞・動詞・形容詞等の単語の意味に関しては、自然言語処理の分野で、数々の言語資源が構築されている（例えば日本語語彙大系[30]、述語項構造シソーラス[31]、日本語 WordNet [32]）。その他にも、概念間の様々な関係を定義する ConceptNet [33]や、事象と状態変化の関係[34]等といった、常識的な知識も必要になる。小方らにより開発が進められている統合物語生成システム[11]では、動詞や名詞の概念辞書、事象と状態変化の関係、事象間の関係等の知識を複合した知識体系が実装されている。本研究においても、物語の処理という観点から、必要な知識の種類や複数の知識タイプを体系的に組み合わせる仕組みを考えていくことが課題になる。

4.3 ストーリー生成

物語エージェントにおけるストーリー生成は、従来の物語生成システム研究で対象とされてきた民話や文学等の虚構的なストーリーの生成だけではなく、自身の経験の統合、行動計画、物語の解釈といった、より広い意味を持つ。この機構に含まれ得る処理は、何からストーリーを作るかという点で、表 1 の大分類に対応する 3 種類に分けることができる。

4.3.1 経験からのストーリー生成

エージェントが知覚情報（例えば実世界であれば諸種のセンサーデータ、仮想世界であればその世界の時系列的な変化の観測データ）を、ストーリーの

形式にまとめ上げる処理である。3.1 節で考察したように、事象の時間的分節化と事象への意味付けという、主に 2 種類の下位処理が含まれることを想定する。このような意味でのストーリーの生成能力は、エージェントが豊かな世界観を形成する（個々の事象や事象間に豊かな意味付けを行う）能力となる。

また、Schank [18]は、人が経験をストーリーとして統合するプロセスにも、過去に取得したストーリー群に基づく事例ベース推論型のトップダウン処理が介在するという考えを述べている。このような考え方を敷衍すると、経験のストーリー化における個人差や文化差は、それ以前にエージェントの内面に形成・蓄積されてきたストーリーの違いから生じるというモデルとして捉えることができる。

経験を動的かつ即時的にストーリー化していくプログラムを実現することは技術的にもかなり困難な課題であるが、近年の自然言語生成研究においては、限定的ではあるものの、センサー等により観測されたデータに物語的な解釈を与えて言語化するシステムも提案されている（例えば室内での人の行動の物語化[35]や鳥の行動の物語化[36]）。このような技術は、経験からのストーリー生成という問題にも関連付けられる。研究の初期段階では意味の乏しいストーリーしか生成することができないとしても、より豊かなストーリーを生成できるようにすることは研究の一つの方向性になる。

4.3.2 物語からのストーリー生成

自然言語等により表現された物語を入力として、その解釈の結果としてのストーリーを形成する処理である。なお AI や認知科学においては、これに類する処理を物語の「理解」と呼ぶ場合が多いが、物語から読み取られるストーリーは、経験に基づくそれと同様に、受け手の認知的な性向や文化に依存して異なるものになると考えられる。そのようなことから、生成的な意味合いを含む「解釈」という用語を当てはめる。

物語からストーリーを生成する処理は、特に学習能力と密接な関わりを持つ。他者の経験や歴史、文学等の物語から、自身の経験を超えてストーリー型知識を形成することは、その知識に基づく諸々の知的能力を高めることにつながるためである。

4.3.3 内面的なストーリー生成

外部情報からではなく、内面的に行われるストーリー生成である。表 1 に示したように、主に未来の行動計画を立てる処理、創造ないし虚構のストーリーを作る処理、それからエージェントが持つ既存のストーリー（群）を何らかの形に一般化する処理が

挙げられる。これらの処理は特に問題解決能力や創造性に関連付けられる。

未来や想像のストーリーを生成する方法に関しては、これまでに物語生成システム研究の中で考案されてきた様々な生成方法が応用できる。例えば未来のストーリーの生成に関しては、物語生成を登場人物の目標・欲求・願望等に基づく行動計画（主に問題解決型のプランニング）としてモデル化するという考え方が、物語生成システム研究における主要なアプローチの一つになっている[37, 38, 39]。

また、事例ベース推論の概念を踏襲すると、経験や物語から生成されたものも含め、既存のストーリーは行動計画や想像のストーリーを生成するための主要な知識にもなる。その際、既存のストーリーの一般化は、具体的な経験等を別の問題に適用するために必要な処理として、物語からの学習能力の基礎となる。

以上のような生成に加えて、既存のストーリーそのものを書き変えるような処理もここに含まれる。例えば、過去の記憶は恒久的に不変のものではなく、時の流れとともに少しずつ変容（忘却含め）することもあるであろうし、ストーリーを語る行為を通じて過去の経験に新たな意味付けが行われることもあるだろう（図2の物語言説生成からストーリー生成に向かう矢印）。また、虚構的なストーリーの生成においても、最初にストーリーを決め、それを物語言説化するというようなパイプライン型の流れではなく、物語言説を書き進める中でストーリーを具体化・修正していくような、双方向的な流れが存在するものと考えられる。

4.4 物語言説生成

物語エージェントにおける物語言説生成とは、コミュニケーション的または創造的等の何らかの目的や義務・命令等のもとに、ストーリー型知識中のストーリーを他者（あるいは自身）に向けて表現する処理である。この生成能力は、他者に情報を効果的に伝えるための表現力という意味を持つ場合もあれば、文学的あるいは娯乐的に新しい表現を生み出すための創造性という意味を持つ場合もある。

この機構には主に、物語る状況に応じた語るべきストーリーの検索・選択、選択したストーリーの語り方の構造レベルでの決定、同じく表現レベルでの語り方の決定という、3つの処理段階に分けることができる。特に後の2つは、技術的には自然言語生成[40, 41]や物語生成システム研究における物語言説生成[42, 43]と関連する。

4.4.1 ストーリーの検索

エージェントが物語を語る状況に応じて、ストーリー型知識の中から適切なストーリーないしその部分を見つけ出す処理である。例えば、エージェントが自身の過去を語る場合であっても、自己紹介のような場面と酒宴の席で面白い経験のエピソードを求められている場面とでは、それぞれ求められるストーリーは異なるものになるだろう。

4.4.2 物語言説の構造化

続いて、選択したストーリーの語り方を構造レベルで決定する。ここでも状況に応じて異なる語り方が求められる。例えば、自己紹介においては過去のストーリーを全体的かつ要約的に語り、酒宴の席では選択したストーリーを面白く脚色して語り、文学的な作品を作る際には修辭的な技巧を含めた語り方をする等である。

物語生成システム研究の中では、主に Genette [13] による物語言説の技法分類 (2.2.2 節参照) を参考に、物語言説の生成をストーリーから物語言説への構造変換としてモデル化されている[11, 42, 43]。そのような技術がこの部分に応用できるだろう。

4.4.3 自然言語表現の生成

最後に、上記の処理によって作られた構造をもとに、自然言語による物語表現を生成する。ここでは、構造を適切に表現に反映すること（例えば事象間の関係を適切に表すような接続表現の決定等）に加えて、文体等の表層的な水準での表現技巧も求められる。例えば、砕けた話し言葉、フォーマルな書き言葉、平易な表現、文学的・詩的な表現等である。

5. おわりに

本稿では、AI エージェントにおける物語能力を、自己を含む世界を物語（ストーリー）の形で内面に構成する機構と、それを同じく物語（言説）の形で他者に向けて表現する機構の大きく二つに分けてまとめた。また、それが世界認識、自己形成、他者理解、学習、問題解決、情報表現、コミュニケーション、創造等の様々な知的能力の基盤になることを考察した。

計算機で物語の意味や構造を処理することは、それ自体が技術的にかなり困難な問題であるため、上述のような意味での物語能力を実現するにはまだ多くの課題がある。今後の研究では、この研究の枠組みを概念的により精緻化していくことに加えて、ス

トリー型の知識表現の検討と問題を限定した簡易な試作の開発にも着手していく予定である。

なお、本研究は AI エージェントの物語が必ずしも人間の物語のように質感豊かなものである必要はないと考えている。AI は生物ではなく機械であるため、仮に人間からは奇怪に見えたとしても、AI には AI ならではの物語があることの方が自然であるとも考えられる。その際に「物語」は、人間と AI が互いの異質性を越えてインタラクションするためのインタフェースとして、重要な役割を果たすのではないだろうか。

参考文献

- [1] Schank, R. C.: *Tell Me a Story: Narrative and Intelligence*, Northwestern University Press, (1990)
- [2] Schank, R. C. and Abelson, R. P.: *Scripts, Plans, Goals, and Understanding: An Inquiry into Human Knowledge Structures*, Lawrence Erlbaum, (1977)
- [3] Mateas, M. and Sengers, P.: *Narrative Intelligence, Narrative Intelligence: Papers from the AAAI Fall Symposium, Technical Report FS-99-01*, (1999)
- [4] Mateas, M. and Sengers, P. (Eds.): *Narrative Intelligence*, John Benjamins Publishing, (2003)
- [5] Prince, G.: *A Dictionary of Narratology*, The University of Nebraska Press, (1987) (遠藤 健一 訳: 物語論辞典, 松柏社, (1991))
- [6] やまだ ようこ: 人生を物語ることの意味—ライフストーリーの心理学, In やまだ ようこ 編著, 人生を物語る, ミネルヴァ書房, pp. 1-38, (2000)
- [7] 野口 裕二 (編): *ナラティブ・アプローチ*, 勁草書房, (2009)
- [8] 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天地, 専修大学出版局, pp. 127-181, (2003)
- [9] Gervás, P., Lönneker-Rodman, B., Meister, J. C., and Peinado, F.: *Narrative Models: Narratology Meets Artificial Intelligence, Proc. Satellite Workshop: Toward Computational Models of Literary Analysis, 5th International Conference on Language Resources and Evaluation*, pp. 44-51, (2006)
- [1 0] Mani, I.: *Computational Modeling of Narrative*, Morgan & Claypool Publishers, (2013)
- [1 1] Ogata, T.: *Computational and Cognitive Approaches to Narratology from the Perspective of Narrative Generation*, In T. Ogata & T. Akimoto Eds., *Computational and Cognitive Approaches to Narratology*, IGI Global, pp. 1-74, (2016)
- [1 2] Akimoto, T.: *Toward a Basic Model of Narrative Structure Representation for Computer Processing: Proposal of a Hierarchical Graph Model, Proc. the International Workshop on Language Sense on Computer in IJCAI2016*, pp. 9-16, (2016)
- [1 3] Genette, G.: *Discours du Récit, Essai de Méthode, Figures III*, Seuil, (1972) (花輪 光, 和泉 涼一 (訳): 物語のディスコース, 水声社, (1985))
- [1 4] Bruner, J.: *Acts of Meaning*, Harvard University Press, (1990) (岡本 夏木, 仲渡 一美, 吉村 啓子 訳: 意味の復権—フオークサイコロジ—に向けて—, ミネルヴァ書房, (1999))
- [1 5] 片桐 雅隆: 自己の発見—社会学史のフロンティア, 世界思想社, (2011)
- [1 6] 浅野 智彦: 自己への物語論的接近—家族療法から社会学へ, 勁草書房, (2001)
- [1 7] Riesbeck, C. K. and Schank, R. C.: *Inside Case-Based Reasoning*, Lawrence Erlbaum, (1989)
- [1 8] Schank, R. C. and Abelson, R. P.: *Knowledge and Memory: The Real Story*, In R. S. Wyer Jr. Ed., *Knowledge and Memory: The Real Story*, Lawrence Erlbaum, pp. 1-85, (1995)
- [1 9] Tulving, E.: *Elements of Episodic Memory*, Oxford University Press, (1983) (太田 信夫 訳: タルヴィングの記憶理論—エピソード記憶の要素—, 教育出版, (1985))
- [2 0] Laird, J. E.: *The Soar Cognitive Architecture*, The MIT Press, (2012)
- [2 1] Anderson, T. S.: *From Episodic Memory to Narrative in a Cognitive Architecture, Proc. 6th Workshop on Computational Models of Narrative*, pp. 2-11, (2015)
- [2 2] Szilas, N.: *Towards Narrative-Based Knowledge Representation in Cognitive Systems, Proc. 6th Workshop on Computational Models of Narrative*, pp. 133-141, (2015)
- [2 3] León, C.: *An Architecture of Narrative Memory, Biologically Inspired Cognitive Architectures*, Vol. 16, pp. 19-33, (2016)
- [2 4] Ricoeur, P.: *Temps et Récit, I-III*, Seuil, (1983-1985) (久米 博 訳: 時間と物語 I-III, 新曜社, (1987-1990))
- [2 5] Sengers, P.: *Schizophrenia and Narrative in Artificial Agents*, In M. Mateas & P. Sengers Eds., *Narrative Intelligence*, John Benjamins Publishing, pp. 259-278, (2003)
- [2 6] Gervás, P.: *Computational Approaches to Storytelling and Creativity, AI Magazine*, Vol. 30, No. 3, pp. 49-62, (2009)

- [2 7] Turner, S. R.: *The Creative Process: A Computer Model of Storytelling and Creativity*, Lawrence Erlbaum, (1994)
- [2 8] Gervás, P., Díaz-Agudo, B., Peinado, F., and Hervás, R.: Story Plot Generation Based on CBR, *Knowledge-Based Systems*, Vol. 18, No. 4-5, pp. 235-242, (2005)
- [2 9] Rumelhart, D. E.: Notes on a Schema for Stories, In D. G. Bobrow & A. Collins Eds., *Representation and Understanding: Studies in Cognitive Science*, Academic Press, (1975) (淵一博 監訳: 人工知能の基礎—知識の表現と理解—, 近代科学社, (1978))
- [3 0] 池原 悟, 宮崎 正弘, 白井 諭, 横尾 昭男, 中岩 浩巳, 小倉 健太郎, 大山 芳史, 林 良彦: 日本語語彙大系, 岩波書店, (1997)
- [3 1] Takeuchi, K.: Thesaurus with Predicate-Argument Structure to Provide Base Framework to Determine States, Actions, and Change-of-States, In T. Ogata & T. Akimoto Eds., *Computational and Cognitive Approaches to Narratology*, IGI Global, pp. 192-212, (2016)
- [3 2] Bond, F., Isahara, H., Fujita, S., Uchimoto, K., Kuribayashi, T., and Kanzaki, K.: Enhancing the Japanese WordNet, *Proc. the 7th Workshop on Asian Language Resources*, pp. 1-8, (2009)
- [3 3] Liu, H. and Singh, P.: ConceptNet: A Practical Commonsense Reasoning Tool-kit, *BT Technology Journal*, Vol. 22, No. 4, pp. 211-226, (2004)
- [3 4] Mueller, E. T.: *Commonsense Reasoning*, Morgan Kaufmann Publishers, (2006)
- [3 5] Vaudry, P.-L. and Lapalme, G.: Narrative Generation from Extracted Associations, *Proc. the 15th European Workshop on Natural Language Generation*, pp. 136-145, (2015)
- [3 6] Siddharthan, A., Green, M., van Deemter, K., Mellish, C., and van der Wal, R.: Blogging Birds: Generating Narratives about Reintroduced Species to Promote Public Engagement, *Proc. the 7th International Natural Language Generation Conference*, pp. 120-124, (2013)
- [3 7] Meehan, J. R.: *The Metanovel: Writing Stories by Computer*, Garland Publishing, (1980)
- [3 8] Okada, N. and Endo, T.: Story Generation Based on Dynamics of the Mind, *Computational Intelligence*, Vol. 8, No. 1, pp. 123-160, (1992)
- [3 9] Riedl, M. O. and Young, R. M.: Narrative Planning: Balancing Plot and Character, *Journal of Artificial Intelligence Research*, Vol. 39, pp. 217-267, (2010)
- [4 0] Reiter, E. and Dale, R.: *Building Natural Language Generation Systems*, Cambridge University Press, (2000)
- [4 1] Callaway, C. B. and Lester, J. C.: Narrative Prose Generation, *Artificial Intelligence*, Vol. 139, No. 2, pp. 213-252, (2002)
- [4 2] Montfort, N.: Curveship: An Interactive Fiction System for Interactive Narrating, *Proc. the NAACL HLT Workshop on Computational Approaches to Linguistic Creativity*, pp. 55-62, (2009)
- [4 3] 秋元 泰介, 小方 孝: 物語生成システムにおける物語言説機構に向けて—物語言説論と受容理論を導入したシステムの提案—, *認知科学*, Vol. 20, No. 4, pp. 396-420, (2013)