

AI と人々による物語共創システムのプロトタイプ構築

代表研究者 秋元 泰介 九州工業大学 知能情報工学研究系 助教

1 まえがき

物語の認知は、人間の心・知能を特徴付ける側面の一つとして、人工知能においては古くから重要な問題として取り組まれてきた (Schank, 1982; Schank & Abelson, 1977; Winston, 2012). 人工知能における物語生成の研究 (Gervás, 2009) においては、一つのプログラムの内的な仕組み (アルゴリズムや知識) に焦点を合わせられることが多いが、物語が本来、社会の中で生み出される情報であるという側面にも目を向ける必要がある. 人工知能による物語創造の可能性を巡って、秋元・小方 (2016) は、物語生成プログラムと人々が、各々により作られる物語を媒介とする持続的な相互作用を通じて多数かつ多様な物語を生成していく、共創型物語生成システムの構想を提案している (図 1). この構想は、プログラムが人間による物語を知識として利用することで新しい物語を生成したり、人間がプログラムによる物語に触発されながら物語を創作したりする連鎖的な物語生成の中から、ボトムアップに新しい価値を生み出していくことを目標としている. 本研究では、まず、この構想の具現化に向けた一つのステップとして、試作プログラムの開発と、それをを用いたユーザ実験を行った. さらに、それによって得られた知見をもとに、物語生成の原理に関する人工知能の理論体系の構築を行った. 本報告書では、開発した試作プログラムと実験結果を中心に説明し、最後に構築した理論の概略とそれに基づく今後の展望を述べる.

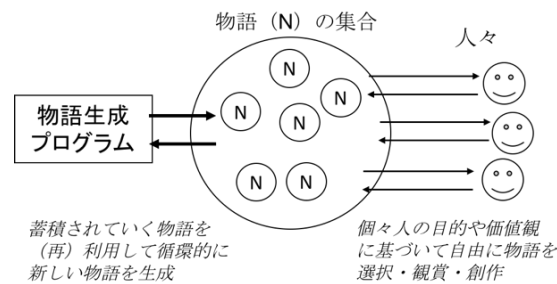


図 1 共創型物語生成システムの全体構造 (秋元・小方, 2016)

2 試作と実験の目的

共創型物語システムの構想に基づいて、人工知能と人々の間での共創を実現するためには、システムの形式的な枠組みだけではなく、個々の主体の振る舞いや相互作用の内容・質も考慮に入れてデザインをする必要がある. そのような観点から、物語生成プログラムとユーザインタフェースからなる試作プログラムを作成し、プログラムによって生成される物語が人間の物語創作に与える効果を実験的に分析する.

3 試作プログラムの構築

共創型物語生成システムの構想の一部を反映した試作プログラム (人間側の創作環境を含む) を構築した. これは、秋元・小方 (2013) による物語生成プログラム、Akimoto & Ogata (2015) による閲覧インタフェース、物語編集用のテキストエディタを組み合わせたものである.

3-1 物語生成プログラムの概要

この物語生成プログラムは、一つのストーリー構造を入力として、それに様々な構造変換操作を適用することによって、多数の異なる言説構造及びそれに対応する言語表現を生成する. ここでストーリー構造とは、物語の内容に相当する事象の生起時間順の並びを意味し、言説構造とはそれを語り方に相当する構造に変換したものを意味する. 以下ではこのプログラムの個々の出力 (言語表現) のことを単に物語と呼ぶ.

このプログラムが扱うストーリー構造と言説構造は、何れも「事象」を終端要素、事象間を結ぶ「関係」

を中間要素とする木構造により表現される。事象は、何らかの主体の行為ないし動作を表す概念表現であり、これが物語を構成する基本単位となる。言語表現においては、個々の事象がその意味を表す単純な文に変換される。図2に入力のストーリー構造に対応する言語表現を、図3にプログラムによる出力（言語表現）の一例を示す。

大蛇がヒロインを誘拐する。主人公がヒロインの探索を決意する。主人公がロケットランチャーを装備する。主人公が街を出発する。主人公が森へ着く。主人公が大蛇を発見する。大蛇が主人公に噛み付く。主人公が傷を負う。主人公がロケットランチャーを大蛇に発射する。主人公が大蛇に勝つ。主人公がヒロインを助ける。主人公がヒロインと結婚する。

図2 入力ストーリー構造の言語表現

大蛇がヒロインを誘拐した。大蛇がヒロインを誘拐した。主人公がヒロインの探索を決意した。[熊が農村に山から行った。熊が農民を襲った。]主人公がロケットランチャーを装備した。主人公が街を出発した。主人公が森へ着いた。[主人公が回想した。大蛇がヒロインを誘拐した。主人公がヒロインの探索を決意した。]主人公が大蛇を発見した。主人公が傷を負った。[主人公がロケットランチャーを装備した。主人公が街を出発した。[主人公が予言した。主人公が傷を負った。主人公がロケットランチャーを大蛇に発射した。主人公が大蛇に勝った。]]主人公がロケットランチャーを大蛇に発射した。主人公がロケットランチャーを大蛇に発射した。主人公が大蛇に勝った。

図3 出力の物語の一例

このプログラムに実装されている言説構造の変換操作（物語言説技法）は、ジュネット（1985）による物語言説論を参考に、その一部を上記構造表現に対する変換操作として形式化したものである。実装されている技法は全部で13種類あるが、何れの技法も、時間順序の入れ替え、省略、反復、背景や人物の描写の付加、新たな事象の付加、といった操作の中の幾つかを組み合わせたものとなっている。操作の単位は一つの事象または複数の事象を含む部分木である。また、複数の技法を順次的に適用することもできる。

一つの言説構造は、一つ以上の技法を用いて生成される。使用する技法は、目標とする出力の特徴を表す10種類のパラメータの設定値（1:小, 2:中, 3:大）に応じて選択される。具体的には、各パラメータの設定値それぞれに対して、0個以上の技法を一意に対応付けたルールに従って、使用する技法のセットが作られる。例えば、「長さ」の設定値が1の場合は、「暗示的省略法」と「黙説法」が技法セットに追加される。選択された各技法の適用部位は、一定の制約のもとに無作為に選ばれる。従って、使用する技法の数・種類及びその適用部位によって出力構造が変化する。またこのプログラムは、反復的に多数の物語を生成して行く過程の中で、自動的にパラメータを変化させる機能を持つ。簡単に説明すると、同一のパラメータによって緩やかに類似した出力の集合（物語グループと呼ぶ）を形成し、概ね一定の間隔でパラメータを部分的に変化させることで、次々に新しい物語グループを形成して行く。

3-2 閲覧インタフェースの概要

この閲覧インタフェースは、物語生成プログラムの出力を読み込み、前処理として個々の物語構造の特徴を解析・数値化し、それをもとに物語系列を二次元空間上に視覚化する。ユーザは、視覚化されたオブジェクトを介して物語を閲覧することができる。

このインタフェースは次の三つの画面から構成される。

- ・ 画面1：物語グループの分布を表示する。各物語グループは長方形により表される。
- ・ 画面2：一つの物語グループ内の物語の分布を表示する。各物語は小さな円により表される。
- ・ 画面3：物語の言語表現と構造図を表示する。この構造図は、物語の構造的な理解を助けることを意図しており、個々の事象をノード、それらを語る順序をエッジとするグラフ構造となっている。

各画面の例を図4に示す。ユーザはマウスを用いて操作する。まず、画面1の中の一つのグループをクリックすると、その内部（画面2）に視点が移動する。同様に、画面2の中の一つの物語をクリックするとその中身（画面3）が表示される。なお、画面2上で複数の物語の中身（画面3を縮小したもの）を表示することもできる。画面2または画面3から上の層に視点を戻すこともできる。画面3の「save」（保存）ボタンをクリックすると、表示中の物語が編集用のテキストエディタに取り込まれる。これは今回の実験用に追加

した機能であり、ユーザは、こうして取り込まれたテキストを自由に編集することができる。

画面1と画面2においては、縦軸と横軸がそれぞれ一種類の特徴量に対応している。扱うことができる特徴は全部で10種類（物語生成プログラムのパラメータに対応）あり、その中の二つ（縦軸と横軸）を任意に選択することができるが、今回の実験では、操作の簡略化のために横軸を「長さ」、縦軸を（時間順序の）「複雑性」という特徴量にそれぞれ固定した。前者の値は物語構造に含まれる事象・描写の数、後者の値は物語構造における時間順序の入り組み具合に基づいて解析・数値化される。従って、画面右側に位置する程「長さ」が、画面上側に位置する程「複雑性」が大きいことを意味する。画面1の各物語グループを表す長方形は、その中の物語群における各特徴量の範囲（最大値・最小値）を表す。

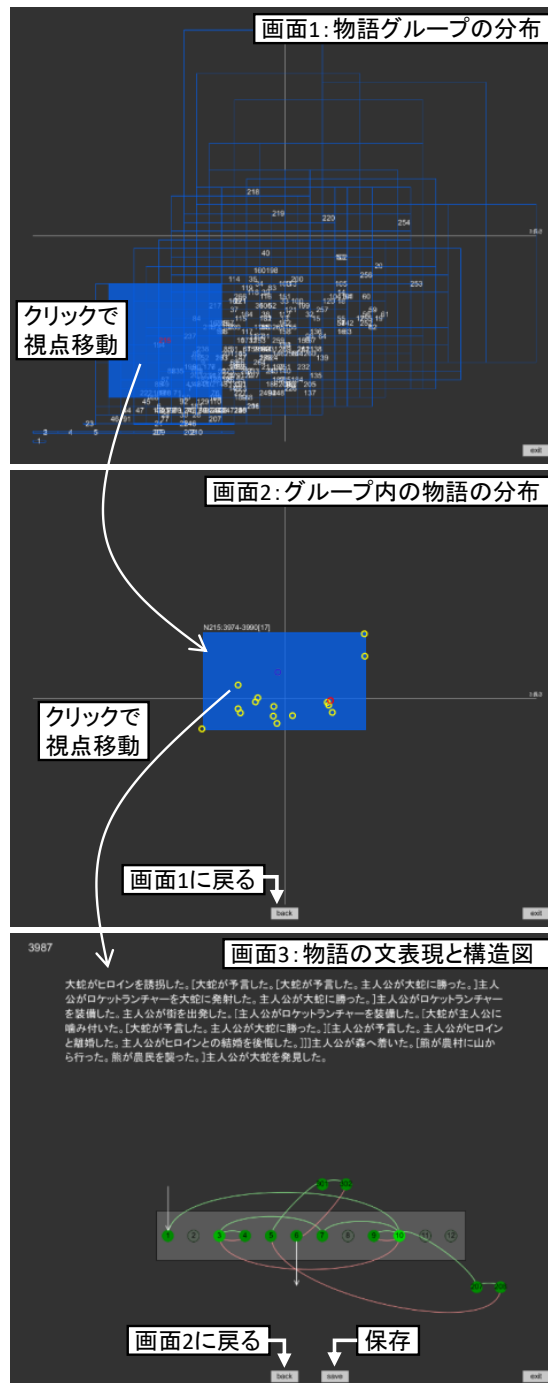


図4 閲覧インターフェースの画面構成

4 実験の方法と手続き

実験の方法を説明した後に、実際の実験における創作環境と実施の手続きを説明する。

4-1 実験の方法

この実験では、被験者に2章で説明した物語生成プログラム及び閲覧インタフェースが介在する環境の中で物語を創作してもらい、その創作結果を定性的に分析する。その際、プログラムの効果に焦点を絞るために、プログラムが介在しない環境で同様の創作を行った場合の結果とも比較する。

図5にこの実験の模式図を示す。まず、複数の被験者を、プログラムが介在する環境で創作を行う「使用群」と、プログラムが介在しない環境で創作を行う「非使用群」という二つのグループに分ける。そして、両グループの各被験者に、「シナリオ原案」を改変して複数の「シナリオ」を創作する課題を与える。シナリオ原案は、創作の元となる簡素な筋書きを文で記述したものであり、全被験者に同一のものを提示する。今回の実験では、3.1節の図2に示したテキストをシナリオ原案とした。シナリオは物語映像のための脚本に相当し、所定の形式により記述する。創作課題をシナリオとしたのは、記述形式を制約することで後の分析を容易にするためである。

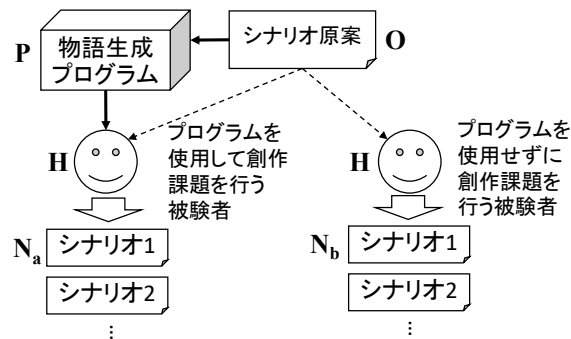


図5 実験の概要

この環境において、物語生成プログラムは、シナリオ原案を所定のデータ形式に書き換えたストーリー構造を読み込み、自動的に多数の異なる物語（テキスト）を出力する。使用群の被験者は、この出力の中から毎回任意のものを一つ選択し、それを改変することによって独自のシナリオを創作する。一方の非使用群は、毎回白紙の状態からシナリオを作成する。

4-2 実験に用いた創作環境

(1) 使用群

使用群は2章で説明した創作環境を用いるが、被験者が実際に操作するのは、閲覧インタフェースとテキストエディタの部分である。物語生成プログラムの部分は予め実行して、5000個の物語を生成しておく。その中から被験者が、閲覧インタフェースを介して一つの物語を選択・保存すると、テキストエディタ上に新しいタブが追加される。タブにはテキスト領域が対応し、そこに選択した物語が格納される。被験者はこれを編集してシナリオを作る。

(2) 非使用群

非使用群の被験者には専用のテキストエディタのみを提供する。基本的な機能は使用群のそれと同じであるが、プログラムによる物語を取得する機能が無い代わりに、白紙の新規タブを追加するボタンが設けられている。

4-3 実験の手続き

被験者として、情報系の大学生14名を用意した。使用群は8名、非使用群は6名とし、学年・年齢がなるべく均一になるように振り分けた。被験者には以下の4種類の用紙により課題を説明する。

- ・ 用紙1：被験者の役割・課題の設定（図6）。
- ・ 用紙2：シナリオ原案（図2）。
- ・ 用紙3：シナリオの記述方法と例（図7）。
- ・ 用紙4：創作環境の使用法と作業手順の解説（使用群と非使用群で説明内容が異なる）。

<p>背景</p> <p>あなたは情報学を専攻している大学4年生です。所属する研究室で、あなたを含む5名のメンバーと共同で、<u>コンピュータウィルスの駆除ソフトを開発しました。</u></p> <p>これを世間にPRするための<u>広告映像をメンバー全員で協力して作成すること</u>にしました。世代や性別を問わず、より多くの人々にこのソフトを印象付けることが目標です。完成した映像は研究室のWebページや動画投稿サイトで公開する予定です。</p> <p>これまでの話し合いで、<u>駆除ソフトを「ロケットランチャー」に、コンピュータウィルスを「大蛇」にそれぞれ喩えて、主人公がロケットランチャーで大蛇を退治する、というシナリオ原案</u>を作りました[用紙2]。映像の長さは30~60秒程度とし、実写とCGで表現することにしました(メンバーの中に撮影機材やCGを巧みに扱える人がいます)。</p> <p>現在、この原案をアレンジ・改変して<u>広告映像のシナリオ(脚本)</u>を作ろうとしています。まずは各自でシナリオ案をたくさん出し合うことにしました。その後、アイデアを絞り込んで練り上げていく予定です。</p>
<p>課題</p> <ul style="list-style-type: none"> • メンバーの一員として広告映像のシナリオ案をなるべく多数作成してください。 • 制限時間は50分です。 • シナリオ案の書き方と作成例を[用紙3]に示します。 • 専用のツールを用いて作成してください。 • その他補足 <ul style="list-style-type: none"> ◇ シナリオ案は[用紙2]の原案をもとに作成してください。「アレンジ・改変」には一切の制約を設けません。どのようなことをしてもよいので独創的なアイデアを出してください。 ◇ シナリオは、時系列的な流れに沿った筋の通った話である必要はありません。例えば音楽のプロモーション映像のように、話の筋や意味が見えにくいものでも構いません。 ◇ 多少の粗は気にせずに思いつくままに書いてください(ブレンストーミングのようなつもりで)。

図6 用紙1：課題設定

<p>記述方法</p> <ul style="list-style-type: none"> • 最初に登場人物の設定を記述してください(主人公、ヒロイン、その他自由に追加可)。 • 映像上で表示する順序に沿って、シーン毎に内容を記述してください。各シーンの内容として以下の情報を記述してください。 <ul style="list-style-type: none"> ◇ <u>場所</u>(及びその他背景設定(時間帯等)) ◇ <u>主要なイベント</u>(登場人物等の動きや台詞を簡条書き) • 原則として、映像の最後にこのウィルスソフトを説明するカットを挿入することとします。これは記述不要です。
<p>記述例</p> <p>(登場人物)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・主人公：太郎(どこにでもいそうなごく普通の青年) ・ヒロイン：花子(街の花屋の看板娘) <p>(シーン1)</p> <p>@花屋 //場所(先頭に「@」を付ける)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・花子が仕事をしている。 //イベントを簡条書き ・突然大蛇が現れ花子連れ去る。 <p>[以下省略]</p>

図7 用紙3：シナリオの記述方法・記述例

用紙1によって、被験者に仮想的な背景・役割設定を与えた。これには多数の独創的なシナリオ(の案)を作成すること、改変には一切の制約を設けないこと等の教示も含まれる。創作課題を広告的な映像としたのは、比較的表現の自由度が高く、個人差が現れやすいと考えたためである。シナリオ原案(図2)は、本実験用に人手で作成したものであり、加害-解消(誘拐-救出)型の事象展開となっている。

実験は2回に分けて行った。1回目は使用群、2回目は非使用群である。実験の手順を以下に説明する。各被験者に一台の端末(PC)を用意し、予め創作環境を起動し、開始時に前述の4種類の用紙を各被験者に配布した。その後、実験者が課題を説明した。まず用紙1に沿って課題を説明した。その中でシナリオ原案(用紙2)及びシナリオの記述方法(用紙3)も説明される。次に、用紙4を用いて創作環境の使用方法を説明した。使用群はこの時に操作練習も行った。最後に改めて課題の要点や注意点を口頭で説明した後に、課題を開始した。制限時間は50分とした。実施中の質問は挙手で受け付けることとしたが、両被験者群ともに質問は無かった。以上で実験は終了である。終了後、参考のために、課題の内容や創作環境に関するアンケートを行ったが、その結果は本論文では扱わないこととする。実験一回あたりの所要時間は約80分であった。

4 創作結果の分析

結果として使用群からは合計 26 個、非使用群からは合計 27 個のシナリオが作られた。なお、制限時間終了時点で創作途中であったものは対象から除外する。一人当たりの平均創作数は、使用群が 3.25 個、非使用群が 4.5 個となり非使用群の方が多いが、一人当たりの創作物の総文字数の平均値は、使用群が 1163 字、非使用群が 1170 字であり、ほぼ等しかった。

このデータを対象に、人間側の働きを詳細かつ形式的に記述するための分析を行う。この分析方法を簡単な数式に喩えて説明する。まず、本実験環境における創作過程は、シナリオ原案を 0 、プログラムによる操作内容を P 、人間による操作内容を H として、使用群の創作物 $N_a=0+P+H$ 、非使用群の創作物 $N_b=0+H$ と表すことができる（図 5 に付されたアルファベット記号を併せて参照されたい）。

分析の狙いは、使用群における創作物 N_a 及び人間による操作内容 H の特徴を、プログラムの出力との影響関係を含めて、なるべく詳細かつ形式的に記述することである。それを以下の三つの手順により段階的に明らかにする。

分析 1 「創作物とシナリオ原案の差異」：使用群・非使用群の個々の創作物を分析して、その操作内容、すなわち創作物 N_a/b とシナリオ原案 0 の差異 ($N_a/b-0$) を記述する。使用群の場合は $P+H$ 、非使用群の場合は H の部分に対応する。

分析 2 「使用群の創作物の特徴」：分析 1 による使用群の操作内容 ($P+H$) と非使用群のそれ (H) との比較に基づいて、使用群の創作物の特徴を明らかにする。

分析 3 「使用群における人間の働き」：分析 2 における使用群の操作内容には、プログラムの働き (P) と人間の働き (H) が混ざり合っている。使用群の創作物の特徴が如何にして生じたのかを明らかにするために、プログラムの出力 ($0+P$) と N_a の差異に基づいて、 H の内容を推測する ($H=N_a-(0+P)$)。その際、プログラムの出力におけるどのような構造がそれ (H の内容) に影響を与えているのかという点に着目する。

4-1 分析 1：創作物とシナリオ原案の差異

シナリオ原案との差異に着目して各創作物を分析する。まず、全創作物の予備的な分析を通じて、原案に対して加えられている操作の種類（操作タイプ）を表 1 のように分類した。この分類は、物語の創作を、物語の構造的な操作として解釈することを基本的な考えとしている。その後、各創作物を再度分析し、表 2 における小分類の記号を創作物中の該当箇所 ($a1$ と $b1$ は全体) に付与した。

表 1 の操作タイプを詳しく説明する。まず、大分類の a は登場人物や舞台の設定、 b はストーリーにおける事象・シーンの並び、 c は言説構造に対応する。小分類は、各構成要素の変化の仕方に対応する。 $a1$ は原案とは異なる独自の世界構造（例えば、警察と銀行強盗の話や、大蛇を飼う夫人の話）、 $b1$ は加害 - 解消とは異なるパターンの事象展開を意味する。 $a2-4$ 及び $b2-6$ は要素的な変化に対応する。従って $a1$ は $a2-4$ を、 $b1$ は $b2-6$ を包含する。 a の小分類における要素には人、物、場所、及びそれらの属性的情報が含まれる。但し、 $a2-4$ は微細な変化も含めるとかなりの多数になるため、ストーリー上重要な意味・役割を持っていると分析者が判断した変化にのみ付与する。 b の小分類においては、事象またはシーンを要素とする。原案に含まれない意味・役割を持つシーンが挿入されている場合は、それが複数の事象から構成されていても一つの操作 ($b2$) と見なす。

大分類 a と b の小分類には、付加・削除・置換という原始的な操作タイプを主に用いたが、それらと意味的に区別できかつ頻出した操作タイプとして $b5$ と $b6$ を加えた。 c の小分類はジュネット (1985) による物語言説の構造的分類を参考にした。

図 8 は使用群の創作物及び分析結果の一例である。これは、図 3 に示した出力を元に創作されたものである。図 9 は非使用群の創作物及び分析結果の一例である。世界構造が全体的に作り変えられている ($a1$) が、加害 - 解消型の事象展開は残されている。加害部分は主人公たちが「負ける」という事象に、主人公が「ロケットランチャー」を装備するという部分は「何か」によって強くなるという事象にそれぞれ変形 ($b4$) されている。

表1 操作タイプの分類

大分類	小分類
a. 世界構造	a1. 全体
	a2. 要素付加
	a3. 要素削除
	a4. 要素置換
b. 事象展開	b1. 全体
	b2. 要素付加
	b3. 要素削除
	b4. 要素置換
	b5. 要素移動
	b6. 詳細化
c. 言説構造	c1. 時間順序
	c2. 反復
	c3. 省略
	c4. 描写・説明的記述の付加
	c5. 切断的配列

a2	(登場人物)	チャーを持ち出す
	・熊	・主人公が熊に乗って森に向かう
b2	・主人公	(シーン5)
	・ヒロイン	@森
b2	(シーン1)	・熊が隠れる
	@主人公の家	・主人公が大蛇と対峙する
b2	・主人公とヒロインが仲良く暮らしている	・大蛇が主人公に噛み付く
	(シーン2)	・主人公が大蛇に刀で切りつける
b2	@畑	・大蛇と主人公が戦う際に熊がヒロインを助ける
	・熊が餌を探しに山から降りてくる	・熊がロケットランチャーで大蛇を打つ
b2	・熊が罠にかかる	・大蛇が死ぬ
	・ヒロインが熊を助ける	・主人公が大蛇の毒で倒れる
b2	・熊がヒロインと別れを告げる	・熊がヒロインと主人公と大蛇を乗せて家に向かう
	(シーン3)	
b6	@主人公の家	(シーン6)
	・主人公が仕事に出かける	@主人公の家
b2	・大蛇がそれを見かける	・熊が主人公の家に着く
	・大蛇がヒロインを誘拐する	・ヒロインが大蛇の毒から血清を作る
b2	・熊がそれを見かける	・主人公に投与する
	・熊が主人公の職場に向かって走る	・主人公が元気になる
b2	(シーン4)	・主人公とヒロインが熊に感謝する
	@主人公の職場	・熊が主人公のペットになる
b2	・熊が主人公の職場に到着する	
	・職場がパニックになる	
b2	・主人公が熊に襲いかかる	
	・熊が事情を話す	
	・主人公が職場からロケットラン	集計: a2: 1, b2: 6, b4: 2, b6: 1

図8 分析例1 (使用群)

a1	(登場人物)	(シーン3)
	・主人公: 小さい微粒子群兵士(擬人化)	@別陣
b4	・ヒロイン: 微粒子のお姫様	・GMが外部から何か物を挿入する
	・敵微粒子(ウイルス)	・主人公群強くなる
b4	(シーン1)	(シーン4)
	@自空間	@別陣
b4	・お姫様優雅にお茶	・敵ウイルスに向かう主人公群
	・見回り兵士黒い塊を見つける	(シーン5)
b4	・向こう側からウイルス群が飛んでくる	@自陣
	(シーン2)	・敵ウイルスと戦い見事勝利
	@同上	b3(結婚に相当する事象の削除)
	・凄強い軍勢で主人公たち負ける(戦闘シーンあり)	集計: a1: 1, b3: 1, b4: 2

図9 分析例2 (非使用群)

4-2 分析2：使用群の創作物の特徴

使用群と非使用群の操作内容の比較に基づいて、使用群の創作物の特徴を明らかにする。この分析は二つの視点から行う。一つは、各操作タイプの適用回数を比較する、要素的な視点である。もう一つは、個々の創作物の特徴を、適用された操作タイプの組み合わせ方に着目して分類・比較する、全体的な視点である。

(1) 操作の適用回数に基づく要素的な比較

まず、各操作タイプの適用回数に着目した要素的な比較を行う。使用群と非使用群それぞれにおける一人当たりの操作タイプ毎の適用回数（全創作物の合計）の平均値を図10に示す。使用群において、c1とc4が多く、a1とb4が少ないという結果となった。

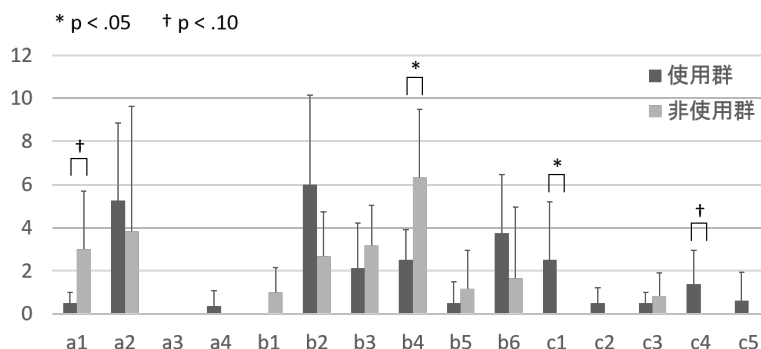


図10 各操作タイプの適用回数（一人当たりの平均値。エラーバーは標準偏差）

(2) 創作物の全体的な特徴の比較

次に、個々の創作物の全体的な特徴に着目した分析を行う。本研究は全体を通して、創作の内容や結果を、シナリオ原案との相対的な関係に基づいて捉えている。以下の分析では、各創作物の全体としての特徴を、シナリオ原案に対する改変操作の組み合わせ方の類型として捉えて、使用群と非使用群の比較を行う。

使用群と非使用群の全創作物を、表2に示す四つのカテゴリに分類した。分類は次のように行った。まず、a1（世界構造の全体的変化）とb1（事象展開の全体的変化）は、シナリオ原案を大きく変える操作であり、a1は非使用群に多い傾向があった。そこでまず、a1とb1の有無に着目して、①a1とb1の両方を含むものと、②a1のみを含むものを、それぞれ一つのカテゴリにまとめる（b1のみを含むものはなかった）。次に、a1とb1の両方を含まない創作物について、さらなる分類の可能性を探ったところ、記述例（図7、用紙3）の模倣と見なせるものが複数見つかったため、それをカテゴリ③とする。そして、以上三つのカテゴリに当てはまらないものをカテゴリ④とする。これは、シナリオ原案に対する部分的な改変操作の複合によるものとして括ることができる。

全体として、使用群の創作物には、①が0個、②が4個、③が3個、④が19個あった。一方、非使用群の創作物には、①が6個、②が12個、③が6個、④が3個あった。非使用群においては個人差が大きく、6名中4名の創作物は全て①か②の何れかであり、残り2名のうち1名の創作物は全て④に、1名の創作物は全て③に該当した。

使用群と非使用群それぞれにおける各カテゴリに対応する創作物の個数（一人当たりの平均値）を図11に示す。使用群の創作物には④に該当するものが有意に多かった。

表2 全体的な特徴のカテゴリ

	a1を含む	a1を含まない
b1を含む	①	該当なし
b1を含まない	②	③ (記述例の模倣)
		④ (部分的な改変操作の複合)

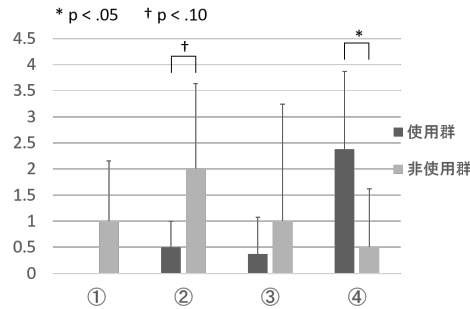


図 11 各カテゴリの事例数 (一人当たりの平均値. エラーバーは標準偏差)

カテゴリ④に該当する創作物の内容的な特徴を概括的に見ると、他のカテゴリと比較して、話の筋（事象展開や言説構造）が複雑なものが多く見受けられた。これは、シナリオ原案の内容を一から作り変えるのではなく、元の内容を概ね残した上に、様々な操作が加えられたことによるものと考えられる。

4-3 分析 3：使用群における人間の働き

分析 2 により、使用群の創作物には、シナリオ原案に対する部分的改変操作を中心とするカテゴリ④に該当するものが多いことが分かった。それらが如何にして作られたのかを明らかにするために、分析 3 では、使用群の④の各創作物（全 19 個）とその元になったプログラム出力（元出力と呼ぶ）を照らし合わせて、元出力の構造とそれに対する人間による操作内容の関係を分類的に記述する。すなわち、元出力のどのような構造が、人間のどのような操作を引き起こしているのかという影響関係を見つけ出すことがこの分析の目的である。また、この分析が焦点を合わせるのは、人間による操作の中でも特に、元出力の構造が影響していると解釈できる、特徴的な操作内容である。結果として、事象展開と言説構造に対応する、以下に記すような操作が見つかった。各項目の波括弧はそれを含む創作物（付録表における被験者と創作物の番号）を示す。

事象展開の操作（大分類 b）：

- I. プログラムによって付加された事象に何らかの異なる意味を付与する、あるいはその事象を元に話を膨らませる。例えば、元出力において「熊が農村に現れて農民を襲う」という本筋との関連性が弱い事象が唐突に挿入されている部分に対して、それを主人公が異変を察知する（誘拐に気付く）きっかけとして話を展開する。
- II. プログラムによって付加された人物（または動物）にストーリー上の重要な役割を与えて、異なる事象展開を作る。例えば、I の例として挙げた「熊」が現れる事象が付加された元出力を、「熊」が主人公の仲間として活躍するシナリオに書き換える（図 8）。
- III. 元出力の言説的構造に対して、ストーリー的な意味を付与・変換する。例えば、元出力における唐突な過去への移行に、「走馬灯」という意味を与える（図 12 後半部分）。
- IV. 元出力における言説上の時間順序を、事象の意味的な変換によって、ストーリーの事象展開に置き換える。例えば、主人公が森に着くという事象の後に、街でロケットランチャーを装備するという過去の事象が挿入された元出力を、ロケットランチャーを森で（拾って）装備するという流れに変形する。
- V. 上記何れかの操作によって生じる構造・流れの歪みを整えるように事象の付加や置換を行う。例えば、III の例として挙げた「走馬灯」への変換に伴って、その前に「主人公が（蛇の）毒に侵される」という別の事象展開を作る（図 12 前半部分）。

言説構造の操作（大分類 c）：

- VI. プログラムによる言説的操作とは別に、時間順序や描写等の言説的操作を加える。この種の操作（c1 や c4）は非使用群には見られなかったため、プログラムの模倣により生じたものと解釈することができる。
- VII. 元出力において時間順序変換によって断片化された部分（事象列）を再配列・再構成する。
- VIII. プログラムによって削除された事象を暗示するような事象を付加する。具体的には、「誘拐」の事象の省略に対して「ヒロインの叫ぶ声が聞こえる」という事象を追加する。

世界構造の操作（大分類 a）に関しては、元出力において追加されている要素（例えば「熊」）を残しているものや、被験者独自の創作（例えば主人公に「軍人」という属性を付与する）と見なせるものが多く、元出力の影響により生じたと解釈できる操作は見つからなかった。

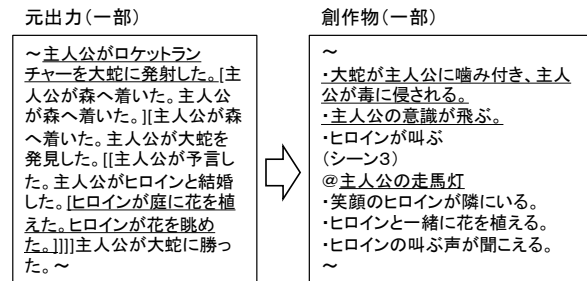


図 13 人間による変形操作の一例

4-4 考察

分析 3 で挙げられた操作内容の多くは、プログラムによる物語の要素または要素間に意味や結び付きを付与することによって、物語全体に一貫した流れを持たせるような操作として捉えることができる。そうすると、まず、プログラムが生成する物語の構造的なまとまりの弱さという特徴が、それを一貫したまとまりのある話に作り変えるような方向に人間の創作を触発する、という関係が見出せる。一方、分析 3 で挙げた操作内容の多く（特に I～V。また VIII も主に登場人物の行動を動機付けるような役割を持つ）は、そのための手段と見なすことができる。

一方、非使用群の創作物の多くは、世界構造を独自のものに変形するという創作方針によるものとして解釈することができるだろう。このような創作方針が生じた要因としては、シナリオ原案が主人公、ヒロイン、敵対者からなる明快な世界構造を持っているため操作しやすかったこと等が推測できる。

5 今後の展望

全体として、プログラムの不手際を人間が補うというだけでは、人々と機械による「共創システム」という目標に対しては不十分である。人間とプログラムの間、あるいは多様な個人どうしの間での相互作用を触発するような方法を探っていく必要がある。

そのような観点から、物語の生成は、心の統合的な働きすなわち認知システムとしてモデル化する必要がある。人間は、物語の形で、過去の経験を記憶したり、未来の目標や計画を考えたり、空想的な世界を描いたりする。このような形で、多様な個が、多様な物語を持つからこそ、多様な個体間での共創が生じる。その共創を媒介するコミュニケーションの手段もまた物語である。物語の生成をこのように捉えると、それは、単なる機械的なアルゴリズムとしてではなく、「個体」の内部で生じる主観的な認知プロセスとして捉える必要がある。すなわち、人工知能も一つの「個」として、内部に物語を持ち、他者と物語をやり取りし、さらには異なる物語どうしを融合して新しい物語を生み出すような仕組みとして構築する必要がある。このような観点から、これまで、いくつかの基礎的な理論を提案してきた。その一部を簡単に説明する。

まず、個体は、ストーリーの形で世界を時間的・言語的に構造化する (Akimoto, 2018)。ストーリーは、過去の記憶 (エピソード記憶)、未来の予想・計画・目標、現在直面している状況、虚構や仮想の世界、他者の心的状態等を含む、多面的な情報である。個体の内部には、こうしたストーリーがたくさん記憶されている。社会に流通する物語を通して得られる情報もまたストーリーである。これらのストーリーは、新しいストーリーを生み出すための知識・素材になる。記憶 (既存のストーリー) に基づいて、新しいストーリーを作り出す原理としては、主にアナロジー (Gentner, 1983; Holyoak & Thagard, 1995)、事例ベース推論 (Riesbeck & Schank, 1989)、Conceptual Blending (Fauconnier & Turner, 2002) の 3 種類が挙げられる。特に、新しい情報を生み出すという観点からは、複数の既存の情報・知識を組み合わせ、新しい情報・知識を生み出す仕組みの認知モデルである、Conceptual Blending 理論が参考になる。Conceptual Blending 理論は、近年、人工知能の領域でも注目されており、計算モデル化の研究も行われている (Eppe et al., 2018; Goguen &

Harrell, 2010). 但し、これらの計算モデルが扱うのは比較的単純な概念（例えば「船」と「家」）であるのに対して、ストーリーは具体的な内容や時間構造を含むという点で、従来の計算モデルが扱う問題とは異なる。これまでに、Story Blending の計算モデル化を目指した、理論的な枠組みを提案した (Akimoto, 2019)。それを簡略化した図式を図 14 に示す。概略、二つのストーリー (input stories) を組み合わせて、新しいストーリー (blended story) を作り出すというものである。そのプロセスには、二つのストーリーどうしの共通構造を見出し、それを融合する際の骨格にするというような、アナロジーに関連する処理も含まれる。今後は、この理論的枠組みを、実装レベルに発展させることを主な目標の一つとして、研究を進めていく予定である。

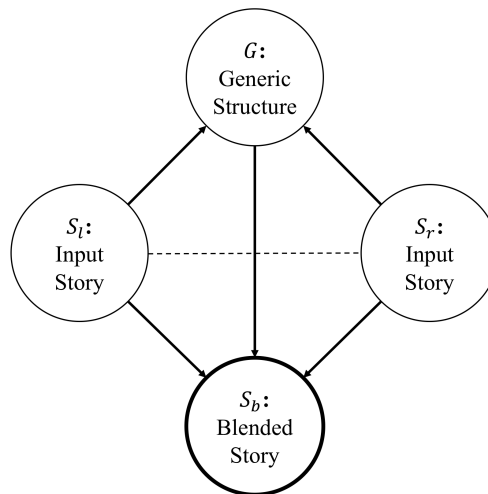


図 14 Story Blending の基本図式

【参考文献】

- Akimoto, T. (2018). Stories as Mental Representations of an Agent's Subjective World: A Structural Overview. *Biologically Inspired Cognitive Architectures*, 25, 107–112.
- Akimoto, T. (2019). Theoretical Framework for Computational Story Blending: From a Cognitive System Perspective. In *Proc. 10th International Conference on Computational Creativity*. (to appear)
- 秋元 泰介・小方 孝 (2013). 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*, 20(4), 396–420.
- Akimoto, T. & Ogata, T. (2015). A Visual Interface for a Collection of Computer-Generated Narratives. *Information Engineering Express*, 1(4), 43–52.
- 秋元 泰介・小方 孝 (2016). 共創型物語生成システムに向けて. *人工知能学会論文誌*, 31(6), AI30-O_1-8.
- Eppe, M., Maclean, E., Confalonieri, R., Kutz, O., Schorlemmer, M., Plaza, E., and Kühnberger, K. U. (2018). A Computational Framework for Conceptual Blending. *Artificial Intelligence*, 256, 105–129.
- Fauconnier, G., and Turner, M. (2002). *The Way We Think: Conceptual Blending and the Mind's Hidden Complexities*. NY: Basic Books.
- ジュネット, G. 著, 花輪 光・和泉 涼一 訳 (1985). *物語のディスコース*. 水声社.
- Gentner, D. (1983). Structural-Mapping: A Theoretical Framework for Analogy. *Cognitive Science*, 7, 155–170.
- Gervás, P. (2009). Computational Approaches to Storytelling and Creativity. *AI Magazine*, 30(3), 49–62.

- Goguen, J. A., and Harrell, D. F. (2010). Style: A Computational and Conceptual Blending-based Approach. In *The Structure of Style: Algorithmic Approaches to Understanding Manner and Meaning*, 147–170. Berlin: Springer-Verlag.
- Holyoak, K. J., and Thagard, P. (1995). *Mental Leaps: Analogy in Creative Thought*. MA: MIT Press.
- Riesbeck, C. K., and Schank, R. C. (1989). *Inside Case-Based Reasoning*. NJ: Lawrence Erlbaum.
- Schank, R. C. (1982). *Dynamic Memory: A Theory of Reminding and Learning in Computers and People*. NY: Cambridge University Press.
- Schank, R. C., and Abelson, R. P. (1977). *Scripts, Plans, Goals, and Understanding: An Inquiry into Human Knowledge Structures*. NJ: Lawrence Erlbaum.
- Winston, P. H. (2012). The Right Way. *Advances in Cognitive Systems*, 1, 23–36.

〈発表資料〉

題名	掲載誌・学会名等	発表年月
共創型物語生成システムへの実験的アプローチプログラムが作る物語が人間の物語創作に与える効果の分析	日本認知科学会テクニカルレポート (JCSS TR-76), 28 頁	2018 年 2 月
Narratives of an Artificial Agent: Mental World and Narrating	Content Generation through Narrative Communication and Simulation, Ch. 7, pp. 241-264, IGI Global	2018 年 3 月
生きた表象としてのストーリー— 創発的な世界構築の計算モデルのための考察	人工知能学会全国大会 (第 32 回) 論文集, 2L3-0S-6b-04, 鹿児島	2018 年 6 月
Stories as Mental Representations of an Agent's Subjective World: A Structural Overview	2018 Annual International Conference on Biologically Inspired Cognitive Architectures, プラハ	2018 年 8 月
Stories as Mental Representations of an Agent's Subjective World: A Structural Overview	Biologically Inspired Cognitive Architectures, Vol. 25, pp. 107-112	2018 年 9 月
世界の表象としてのストーリーの主観的構成— 計算論的な観点からの考察	日本認知科学会第 35 回大会論文集, pp. 450-454, 大阪	2018 年 8 月
Emergentist View on Generative Narrative Cognition: Considering Principles of the Self-Organization of Mental Stories	Advances in Human-Computer Interaction: Special Issue on Language Sense and Communication on Computer, Vol. 2018, Article ID 6780564	2018 年 11 月
認知システムのためのストーリーの多面的関連付けモデルの概念と部分的実装	人工知能学会ことば工学研究会 (第 60 回) 資料, pp. 15-25, 大阪	2018 年 12 月
Consideration of Fundamental Methods and Principles for Human-Computer Co-Creation of Narratives	Post-Narratology Through Computational and Cognitive Approaches, Ch. 4, pp. 164-191, IGI Global	2019 年 2 月
Key Issues for Generative Narrative Cognition in a Cognitive System: Association and Blending of Stories	Story-enabled Intelligence, AAAI 2019 Spring Symposium, カリフォルニア, パロ・アルト	2019 年 3 月
Theoretical Framework for Computational Story Blending: From a Cognitive System Perspective	10th International Conference on Computational Creativity, ノースカロライナ, シャーロット	2019 年 6 月 (発表予定)