

語り手と聴き手の相互作用による物語生成制御機構の拡張の構想

The Expansion of Narrative Generation Control Mechanism by Mutual Cycle between Narrator and Narratee

秋元 泰介^{*1}
AKIMOTO Taisuke

小方 孝^{*2}
OGATA Takashi

^{*1} 岩手県立大学大学院
Graduate School of Iwate Prefectural University

^{*2} 岩手県立大学
Iwate Prefectural University

Discourse mechanism that we have developed as a part of the narrative generation system by Common Lisp consists of mainly narrative discourse techniques and control module. The former is a set of rules for transforming a story structure into a discourse structure, and the latter is a mechanism to use the discourse techniques. We introduce Jauss's reception theory in the area of literary theories into the control module to make a control mechanism through the mutual and cyclic process based on the interaction between a narrator and a narratee inside the system. The goal of this paper is proposing of the expansion to new direction of the control module based on the consideration of problems in above developed system, and we discuss it based on two experiential programs.

1. まえがき

物語生成システム(コンピュータによる物語テキストの生成)に関する研究は、人工知能の一分野として、主に人間の創造性や自然言語処理などの観点から行われてきた(例えば[Meehan 1980], [Bringsjord 2000]). 近年は、インタラクティブフィクションやゲームなど、娯楽分野への応用を志向した研究(例えば[Barros 2008], [Montfort 2007])や、物語論・文学理論との融合を図るアプローチ(例えば[Montfort 2007], [Lönneker 2005], [Gervás 2006])も活発化して来ている。

筆者らは、早くから人工知能と物語論・文学理論の融合による物語生成システムの研究・開発を行ってきた([Ogata 1991], [小方 1995, 2003ab, 2010]). このシステムでは、物語の生成を物語内容、物語言説、物語表現の大きく3つに分ける。物語内容と物語言説はいずれも概念表現であり、物語内容が事象の生起過程(生起時間順の事象列)を表すのに対して、物語言説は物語内容を如何に語るかを表す。物語表現は文章や映像、音楽による表層的な表現である。物語言説機構の試作として、ジュネットの物語言説論[Genette 1972]とヤウスの受容理論[Jauss 1970]を取り入れたシステムを開発し、その評価実験を行った[秋元 2009, 2010, 2011b]. そして[秋元 2011a]では、評価実験を通じて得られた問題点の中の、制御機構に関連するものに焦点を当てて考察を行った。

本稿では、新たな制御機構の構想を示し、部分的な試験版プログラムの作成・実験を通じて考察を行う。以降、まず物語言説機構の概要(2節)と[秋元 2011a]の考察の概要(3節)を述べる。そして、4節で制御機構の構想を示し、試験版プログラムによる実験を通じた考察を行う。最後の5節は本稿のまとめである。

2. 物語言説機構の概要—制御機構を中心に—

物語内容と物語言説はいずれも事象概念(物語言説は描写も含む)を末端節点とし、事象概念(群)どうしを諸々の関係により結合した木構造形式の概念表現である。物語内容から物語言説への変換は、ジュネットの物語言説論を物語の構造変換技法として再構成した種々のタイプの物語言説技法により行う。ジュ

ネットの物語言説論とは、時間と叙法に代表される物語言説の方法を分類的に述べたものであり、[小方 1999]の整理によれば細かいものまで含めると57の技法や項目が含まれる。システムにはこの中から、外的後説法、補完的後説法_省略、補完的後説法_黙説、反復的後説法、外的先説法、補完的先説法_省略、補完的先説法_黙説、反復的先説法、空時法、休止法、暗示的省略法、反復法、黙説法を実装した。これらは表層的な言語表現の技法ではなく、物語の内的構造のための技法である。

そして、ヤウスの受容理論に示唆を得た制御機構により、物語言説技法を駆動して物語言説を自動生成する。ヤウスの受容理論は、文学の歴史的な進展を読者による作品の受容に焦点を当てて論じたものである。システムではこれを、文学作品の産出及びその変化が受容者の期待への各種の応答の反復の過程を通じて行われるという動的なモデルとして把握し、産出者を語り手機構、受容者を聴き手機構としてシステム中に位置付ける。従ってここで言う聴き手とはユーザとは異なる概念である。この産出と受容の反復を「生成サイクル」と呼ぶ。

システムは Common Lisp で実装した。図1に物語言説機構の概要を示す。物語言説自体の生成は語り手機構中の物語言説技法群によって行われ、この運用が語り手機構における生成目標と聴き手機構における期待及び評価との相互作用によって行われる。語り手機構の最初の生成目標は物語言説パラメータとしてユーザが与えるが、2回目のサイクルからは聴き手機構の評価に従って自動的に設定される。聴き手機構における期待も語り手機構の生成目標と同じ種類からなる物語言説パラメータであり、最初だけユーザが与える。物語言説パラメータとして、説明性、複雑性、サスペンス性、長さ、隠蔽性、描写性、反復性、冗長性、暗示性、時間的自立性の10種類を定義した。各パラメータは小(1)、中(2)、大(3)の3段階の値を取る。



図1 物語言説機構の概要

処理の流れは、以下に示す①～④の処理の反復である。

- ① **語り手機構-生成**: 生成目標に従って物語言説技法を選択し、それを適用して物語言説を生成する。技法の選択は、物語言説技法決定ルールというルール集合により行う。このルールには、例えば長さの値が 3 の場合は、休止法を 2 回、反復法、空時法、外的後説法を各 1 回使用するというように、各パラメータ値に対する物語言説技法群が定義されている。選択された物語言説技法を物語のどの部分に対して適用するかという具体的な方法は、一定の制約の下に乱数により決定する。
- ② **聴き手機構-評価**: 語り手機構の生成目標と期待を比較して物語言説の評価を行う。基本的に生成目標と期待の個々のパラメータの一致度及び期待の満足度(③で説明)が高い程良い評価を返すが、期待の逸脱(④で説明)が行われた場合にも良い評価を返す。また、評価には語り手に生成目標を変えさせるための要求に相当する「指摘」が含まれる。指摘はパラメータの名前及びそれが(期待に対して)「高い」、「低い」、「飽きた」のいずれかからなり、最も評価の低いパラメータひとつがその対象となる。なお、指摘が「無い」場合もある。
- ③ **聴き手機構-期待の更新**: 毎回の生成サイクルで生じる期待の変化として満足度の上下がある。満足度は期待の各パラメータに付与される値であり、評価の良し悪しに影響する。この値は、生成目標が期待に一致していた場合に上昇するが、生成サイクルを繰り返して行くと、ある時点から「飽き」によって下降に転じる。飽きが生じるタイミング(より早い/より遅い)は X_p という変数の値で決定される。また、期待の逸脱が生じた場合は、逸脱されたパラメータの値を生成目標のそれと同じ値に書き替える(一種の驚きによる期待の変化)。
- ④ **語り手機構-生成目標の調節**: ②の評価結果に従い、指摘が「高い」の場合そのパラメータの値を 1 減らし、「低い」の場合それを 1 増やし、「飽きた」の場合はそれを乱数で書き替える。最後のものを期待の「逸脱」と呼ぶ。

以上の手順の反復により、生成目標及び期待のパラメータ値が変化し、それに伴い生成される物語言説が変化して行く。このシステムの評価実験として、結果を幾つかの観点から分析した。詳細は[秋元 2011b]に示すが、概略を以下にまとめる。なお、評価 2~評価 4 では「計測値」により定量的に分析した。計測値とは、各パラメータに対応する物語言説の特徴量の計測基準を定義し、その定義に従って物語言説を木構造探索により解析して自動計測した数値である。

- **評価 1**: 物語言説技法による構造変換が定義通りに行われているかを分析し、技法の個別での使用は定義通り行われるが、複数の技法を組み合わせ使用した場合に、技法どうしが干渉し合うという問題が生じた。
- **評価 2**: 手動で生成目標を設定して生成を行い、生成目標を変化させることにより結果が多様に変化すること、また同一生成目標による結果にばらつきがあることを分析した。
- **評価 3**: 生成サイクルを通じた物語言説の変化と多様性を計測値により分析した。物語言説の変化は、同一生成目標による結果のばらつき(小刻みな波)と、期待の逸脱により生じる大局的な波からなり、大局的な波による変化の速さは、聴き手の飽きる速さ(X_p)の値が小さい程速くなる。また、 X_p を 20 及び 200 としてそれぞれ 10000 サイクル実行した結果、合計 20000 の物語言説からは、10 種類の計測値の総合として 18764 通りのパターンが記録された。
- **評価 4**: 生成目標を全通り($3^{10}=59049$ 通り)実行し、その結果の計測値との相関係数によって、生成目標と結果(計測値)との対応性を分析した。結果、この対応性は大

まかなものであり、パラメータどうしが相互影響し合うため完全な対応ではないことが示された。

3. 物語言説機構の制御機構の問題点の考察

問題点は、①生成サイクルによる物語言説の変化が単調な反復であること、②聴き手機構が単純化され過ぎていること、③物語言説技法の方法に関する問題の 3 つに分けられる。[秋元 2011a]は、このうち制御機構に関わる①と②について考察した。その概要を表 1 にまとめる。

表1 制御機構の問題点の考察 (秋元 2011a)の要約

①	聴き手機構は、どのような逸脱に対しても肯定的な反応を示すが、[Jauss 1970]も言及しているように、現実の読者は逸脱の仕方や自身の好みなどによって様々な反応を示すと考えられる。この問題に対して、聴き手機構に性格や思想などの属性を付与し、それに応じて異なる反応を示すモデルへ拡張することを検討した。
	逸脱の処理は、ひとつのパラメータの値を乱数で変化させるだけであるため、逸脱による変化の程度は穏便かつ固定的であり、また逸脱の仕方に戦略性がない。この問題に対して、語り手機構にも聴き手機構と同様に属性集合を付与し、これによって逸脱の仕方が変化するモデルに拡張することを検討した。なお、変化の程度の調節は、一度の逸脱で変化させるパラメータ数の可変性により可能であると考えられる。但し、より根本的には逸脱を単なるパラメータ変化としていること自体の妥当性にも検討の余地がある。
②	生成可能な物語言説の範囲に限界があり、特定パラメータを極端化することが出来ない。この範囲の拡張は、パラメータ値の上限を拡張し、それに応じて柔軟に使用技法を選択する新たな制御方法を試作した結果可能であった[秋元 2010]。
	生成サイクルにおいて保持される情報がその時点での生成目標と期待のパラメータ値だけであり歴史的な蓄積がない。最低限生成サイクルごとの期待を蓄積しておけば、例えば過去の期待と完全に合致する物語言説が生成された場合に、それを単なる古い形式として拒絶することが出来る。
②	評価処理は、生成目標と期待のパラメータ比較により行っており、物語言説自体の解析は行っていない。物語言説を解析して評価を行う方法として、評価実験で使用した「計測値」の考え方を採用して、物語言説から得られた計測値と期待を照らし合せて評価を行う方法が考えられる。
	ヤウスが集団としての読者を想定しているのに対して、システムではそれを単一の聴き手機構として実装している。これに対する考え方として、聴き手機構をひとつの「解釈共同体」(特定の読み方を共有する読者集団[Fish 1980])と捉えることが出来る。聴き手機構がある解釈共同体の代表的な振る舞いを示すと考えれば、小さな集団と見なすことが出来るだろう。

4. 制御機構拡張の構想と実験を通じた考察

以上の考察をまとめた新たな制御機構の構想を図 2 に示す。システムの構成要素の種類としては、語り手機構と聴き手機構それぞれに属性を付与すること以外は以前の制御機構と同じだが、各要素の中身を次のように改訂する。

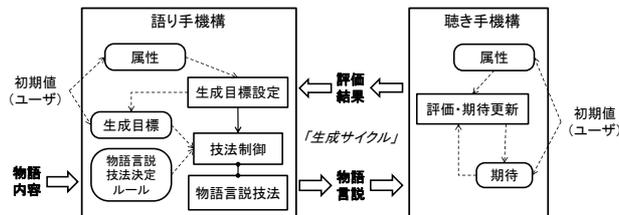


図2 制御機構の拡張の構想

まず語り手機構について述べる。物語言説技法決定ルール及びそれをもとに使用する物語言説技法を決定する部分は、3 節で述べたように[秋元 2010]で試みた方法を取り入れる。同時に、生成目標の値の範囲には上限・下限を(可能な限り)設けない。評価に応じて生成目標を設定する部分(生成目標設定)の

改訂点は、語り手機構に付与した属性(集合)によって生成目標設定に戦略性を持たせること及び逸脱方法の拡張として逸脱の程度の変動(さらには逸脱技法の導入)である。

次に聴き手機構の改訂点を述べる。まず、評価及び期待の更新を行う部分には、聴き手機構に付与された属性に応じた戦略性の付与、生成された物語言語を解析して評価を行う方法の導入というふたつの改訂を行う。また、期待は生成サイクル一回毎にそのパラメータを蓄積するように改訂する。

続いて、この構想の中の幾つかの部分を試験的に改訂して実験を行い、改訂によってどのような結果が得られるか及び新たに生じる問題点を検討する。今回は、次のふたつの実験結果を示す。ひとつ目は、語り手機構の生成目標設定における逸脱程度の変動、ふたつ目は、聴き手機構の評価において、生成された物語言語を解析して評価を行うようにした実験である。

4.1 逸脱の程度を可変的にする実験

現状の逸脱方法がひとつの生成目標のパラメータ値を変化させるだけなのに対して、一度の逸脱で複数のパラメータ値を変化させるという拡張処理の実験を行った。プログラムの変更点であるが、聴き手機構が評価として返す指摘の数を1~10の範囲で設定可能にし、語り手機構の逸脱は、指摘のすべてが「飽きた」となった場合にその、指摘に挙がったすべてのパラメータを乱数で書き替えるようにした。これによって、設定した指摘の数が一度の逸脱で変化するパラメータの数となる。以下、このパラメータ数を逸脱量と呼ぶ。

逸脱量を2及び8としたふたつの実行結果を比較する。X_pはいずれも20として500サイクル実行した。逸脱が行われた時点から、その次の逸脱が行われるまでの間をひとつのまとまりと見なし、このまとまりごとに各計測値の平均値を算出した。10回目の逸脱が行われるまでの結果を表2(逸脱量2)と表3(逸脱量8)に示す。例えば、表2では1回目の逸脱が8サイクル目、2回目が19サイクル目に行われており、1~7サイクル目の各計測値の平均値、同じく8~18サイクル目の平均値というように示している。また、例として長さと説明性の計測値の変化をグラフ化したものを図3に示す。

表2 逸脱量2の場合の逸脱による計測値の変化

サイクル	各計測値の平均値									
	説明性	複雑性	サスペンシブ	長さ	隠蔽性	描写性	反復性	冗長性	暗示性	時間的自立性
11~7	0.29	0.43	0.00	17.29	3.43	2.71	1.29	-2.14	0.00	0.14
218~18	2.00	2.00	0.00	27.45	0.00	5.27	1.64	1.64	0.00	1.00
319~26	4.00	3.13	0.00	27.88	1.00	4.38	1.50	0.50	1.00	1.00
427	4.00	7.00	1.00	29.00	1.00	4.00	3.00	2.00	1.00	1.00
528~36	4.00	9.11	0.22	32.78	1.00	5.00	4.44	3.44	3.00	1.00
637~43	4.00	10.57	1.28	38.29	1.00	5.00	8.86	7.86	3.57	1.00
744~54	4.00	12.84	0.73	30.18	4.18	0.00	8.91	4.73	4.00	1.00
855	4.00	14.00	1.00	29.00	5.00	0.00	10.00	5.00	4.00	1.00
956~63	2.00	7.50	0.38	21.50	6.88	0.00	8.13	1.25	1.63	0.00
1064~72	2.00	5.78	0.56	19.67	6.67	0.00	6.44	-0.22	1.88	0.00

表3 逸脱量8の場合の逸脱による計測値の変化

サイクル	各計測値の平均値									
	説明性	複雑性	サスペンシブ	長さ	隠蔽性	描写性	反復性	冗長性	暗示性	時間的自立性
11~17	0.00	0.00	0.00	15.29	3.59	2.82	0.06	-3.53	0.00	0.00
2118~39	4.00	7.45	0.55	35.95	1.00	4.95	7.59	6.59	2.95	1.00
340~61	4.00	13.36	1.73	24.09	6.36	0.00	5.68	-0.68	1.86	2.00
462~83	0.00	6.55	1.05	33.36	0.00	4.91	8.18	8.18	1.00	1.00
584~105	2.00	6.18	1.68	28.73	3.55	5.55	5.14	1.59	0.00	2.00
6106~127	4.00	10.64	0.41	33.18	5.36	4.95	8.82	3.45	3.09	1.00
71128~149	2.00	9.32	1.82	23.55	3.64	0.00	4.91	1.27	1.00	1.00
81150~171	4.00	11.64	1.23	33.36	3.59	2.32	9.18	5.59	3.14	1.00
91172~193	4.00	14.18	1.41	25.86	6.23	0.00	6.91	0.68	1.95	2.00
10194~215	4.00	9.45	0.23	38.27	0.00	2.59	10.77	10.77	4.05	1.00

逸脱量が大きい表3の方が、表2よりも一度の逸脱で多数の計測値が変化することが見て取れる。また、10種類の計測値の中で、生成目標における多数のパラメータが影響するもの(例えば長さ)は、逸脱量が大きい程一度の逸脱により急激に変化する傾向がある。一方、影響するパラメータが少ない計測値(例えば説明性)の変化量は逸脱量にあまり影響されない。なお、逸脱量8の方が逸脱の頻度が小さいのは、逸脱量が大きい程期待中の多くのパラメータが「飽きる」まで語り手が逸脱を行わないからである。

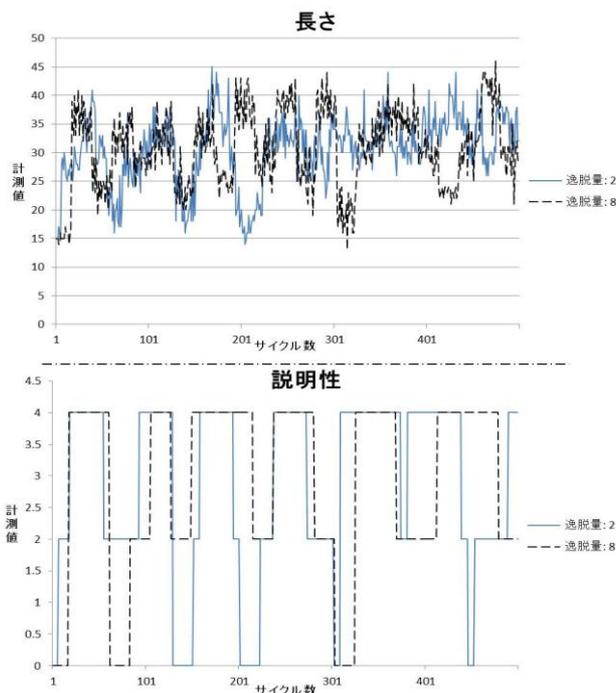


図3 逸脱量2と逸脱量8による物語言語の変化の比較
—長さの説明性の計測値—

以上のように、一度の逸脱で変化するパラメータの数を増やすことで、逸脱の程度が調節可能であった。この他にも、先述した生成目標のパラメータ値の範囲を限定しない制御方法[秋元2010]と合わせれば、個々のパラメータ値の変化量による逸脱の調節も考えられる。

4.2 物語言語を解析して評価を行う方法の実験

聴き手機構が、生成された物語言語を解析して評価する方法として、評価実験で使用した計測値の考え方を使用方法を試みた。聴き手機構の評価処理を次のように変更した。まず、生成された物語言語の計測値を算出し、後述する方法により計測値を1~3の3段階の値に置き換え、この値と期待を比較してこれまで同様の方法で評価を行う。計測値を3段階の値に置き換える方法であるが、2節で述べた評価実験により得られた各計測値の最小値と最大値の範囲(結果は[秋元2011b]参照)をもとに、計測値がこの範囲の3分の1より小さい場合は1、3分の2より大きい場合は3、それ以外を2とする。

このプログラムにより、X_pを20として500サイクル実行した。結果の中から、長さと隠蔽性の変化をこれまでの評価方法により同じ条件で実行した結果と共にそれぞれ図4に示す。このグラフから、物語言語を解析して評価を行った結果は、これまでの評価方法と比べて変化が穏便であることが見て取れる。この原因として次のことが挙げられる。生成目標と聴き手による解析結果として得られた値が一致しない場合が多く、また同一生成目標から生成された結果の計測値にもばらつきがあるため、期待に合致する物語言語が生成されない場合が多く見られた。例えば、生成目標の複雑性が最大の時に聴き手機構が「複雑性: 低い」という指摘を返し、生成目標が変化せず、期待にも合致しないまま生成サイクルが繰り返されるという現象が発生した。このように、期待に合致する物語言語がなかなか生成されないため、「飽き」が生じにくくなり、期待の変化が鈍化する。一方、偶然的に結果が期待に一致したり一致しなかったりするため、語り手機構が逸脱処理を行っていないのに、聴き手機構が逸脱を受けた場合と同様に期待を書き替えるという現象も見られた。

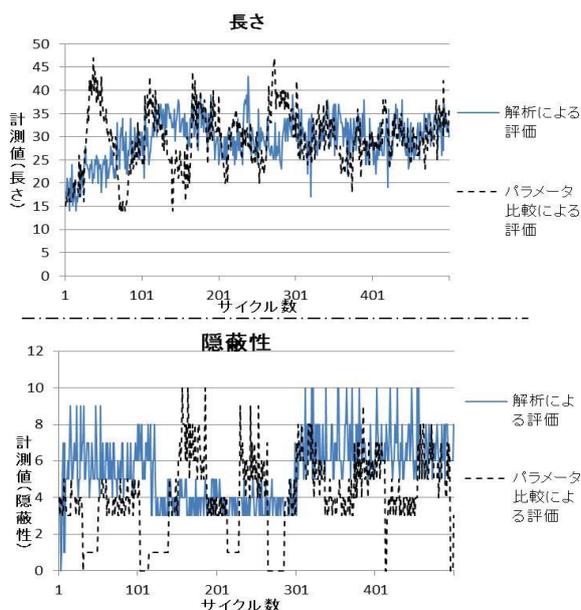


図4 解析評価とパラメータ比較評価の生成サイクルによる物語言説の変化の比較—長さと隠蔽性の計測値—

以上のように、システムの不確実性が増し、複雑な動作を示すようになった点は肯定的に捉えることも出来る。しかし、語り手機構については、生成目標と結果の対応性を向上させることが課題となるだろう。[秋元 2010]で試みた方法を導入することでも、ある程度の改善は見込める。しかし、より精度を高めるためには、語り手機構に聴き手機構同様の解析機能を持たせ、生成結果の計測値と生成目標を比較して、フィードバック的に結果を修正して行く方法などへの拡張が必要になるだろう。

5. むすび

以上、本稿では物語言説機構の新たな制御機構の構想を示し、ふたつの部分的な試験版プログラムを作成・実験した。ひとつ目のプログラムでは、これまでの語り手機構による逸脱処理が、単一のパラメータを乱数で変化させるだけという単純かつ穏便なものであったのに対して、逸脱による変化量を可変的なものにする試みを行った。一度の逸脱で変化させるパラメータの数の可変化によって、その数を多くする程逸脱による変化の程度が大きくなることを確認出来た。

ふたつ目のプログラムでは、聴き手機構の評価処理を、生成目標と期待の比較という単純化した方法から、生成された物語言説の構造を解析して評価を行う方法への改訂を試みた。その結果、生成サイクルにおいて大局的に生じる物語言説の変化が鈍化するという現象が発生した。この原因は、語り手機構の生成目標と生成結果との対応性が不完全であり、聴き手機構の期待に完全に合致する物語言説がなかなか生成されないためである。語り手機構側の生成の精度を向上させることが課題となるが、語り手—聴き手の相互作用に不確実性が生じ、複雑な動作を示すようになった点は肯定的に捉えられる。

今後は、これらの考察を踏まえて物語言説機構のための制御機構改訂を進めるとともに、物語生成システム全体への拡張も図る予定である。

参考文献

- [秋元 2009] 秋元泰介・小方孝:語り手と聴き手の相互作用による物語言説システム, 人工知能学会第二種研究会ことば工学研究会(第33回)資料, 1-11, 2009.
[秋元 2010] 秋元泰介・小方孝:物語生成システムにおける物

- 語言説機構の再検討, 人工知能学会全国大会(第24回)論文集, I12-OS1b-6, 2010.
[秋元 2011a] 秋元泰介・小方孝:受容理論を援用した物語言説制御機構の統合物語生成システムの制御機構への拡張に向けて, 日本認知科学会文学と認知・コンピュータII研究分科会(LCC II)第24回定例研究会予稿集, 24G-07, 2011.
[秋元 2011b] 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の開発と評価, 言語処理学会第17回年次大会発表論文集, 631-634, 2011.
[Barros 2008] Barros, L. M. & Musse, S. R.: Towards Consistency in Interactive Storytelling: Tension Arcs and Dead-ends, ACM Computers in Entertainment, 6(3), 186-193, 2008.
[Bringsjord 2000] Bringsjord, S. & Ferrucci, D. A.: Artificial Intelligence and Literary Creativity: Inside the Mind of BRUTUS, a Storytelling Machine, New Jersey: Lawrence Erlbaum, 2000.
[Fish 1980] Fish, S.: Is There a Text in This Class?: The Authority of Interpretive Communities, Harvard University Press, 1980. (小林昌夫 訳:このクラスにテキストはありますか?:解釈共同体の権威3, みすず書房, 1992.)
[Genette 1972] Genette, G.: Discours du récit, essai de méthode, Figures III, Paris: Seuil, 1972. (花輪光・和泉涼一 訳:物語のディスクール, 水声社, 1985.)
[Gervás 2006] Gervás, P., Lönneker-Rodman, B., Meister, J. C. & Peinado, F.: Narrative Models: Narratology Meets Artificial Intelligence, Proceedings of Satellite Workshop: Toward Computational Models of Literary Analysis, 5th International Conference on Language Resources and Evaluation, 44-51, 2006.
[Jauss 1970] Jauss, H. R.: Literaturgeschichte als Provokation. Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag, 1970. (饗田収 訳:挑発としての文学史, 岩波書店, 2001.)
[Lönneker 2005] Lönneker, B.: Narratological Knowledge for Natural Language Generation, Proceedings of the 10th European Workshop on Natural Language Generation, 91-100, 2005.
[Meehan 1980] Meehan, J. R.: The Metanovel: Writing Stories by Computer, New York: Garland Publishing, 1980.
[Montfort 2007] Montfort, N.: Generating Narrative Variation in Interactive Fiction, A dissertation in computer and information science, University of Pennsylvania, 2007.
[Ogata 1991] Ogata, T. & Terano, T.: Explanation-Based Narrative Generation Using Semiotic Theory, Proc. of National Language Processing Pacific Rim Symposium 91, 321-328, 1991.
[小方 1995] 小方孝:物語生成—物語のための技法と戦略に基づくアプローチ—, 博士(工学)論文(東京大), 1995.
[小方 1999] 小方孝:物語生成システムの観点からの物語言説論の体系化へ向けた試み, 情報処理学会人文科学とコンピュータ研究会報告, 99(85), 31-38, 1999.
[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, 専修大学出版局, 127-181, 2003.
[小方 2003b] 小方孝:拡張文学理論の試み—システムナトロジーに向けてII—, In 吉田雅明(編), 複雑系社会理論の新地平, 専修大学出版局, 309-356, 2003.
[小方 2010] 小方孝・金井明人:物語論の情報学序説—物語生成の思想と技術を巡って—, 学文社, 2010.