

ツリー型 CGM 制作における共創効果の一検討

青木輝勝^{†1} 安田浩^{†2}

近年、インターネット上では CGM (Consumer Generated Media) コンテンツが急増している。CGM はこれまで困難であったエンドユーザの発信を可能にするという特徴を持つが、もう 1 つの特徴として、個々のコンテンツ自体の価値に加え、その集合体または融合体としてのコンテンツ群の価値が高いことがあげられる。この集合体・融合体としての価値の高さは「共創効果」によってもたらされたものと広く考えられている。その反面、共創効果に関しては概念論のみが先行し、それを定量的に測定するための方法論や共創効果を高めるために情報通信システム・情報通信サービスが何を行うべきかについてはこれまで十分な議論が行われていない。本稿では、筆者らが開発した DMD2.0 と呼ぶシステムを用いて開発した Animepedia という複数ユーザによる CGM アニメ制作システムを基盤として、ツリー型 CGM 制作における共創効果の定量化を試みる。まず、共創曲線と呼ぶ概念モデルを仮定し、実験を通じてこの曲線の存在を実証する。続いて、この曲線を用いた共創効果の最適化方法について提案を行う。

A Study on Co-creation Effects for Tree-based CGM Creation Systems

TERUMASA AOKI^{†1} and HIROSHI YASUDA^{†2}

In recent years, CGM content is rapidly increasing on the Internet. One of the largest contribution in CGM is to make it possible for end user to distribute his/her own content. And one more feature in CGM is that the collection or fusion of CGM content is more valuable than each individual content. This value is generally thought as “co-creation” effects. On the other hand, most of the discussion on co-creation effects is limited on the conceptual level, and there are not any practical discussion such as how to measure co-creation effects or what to do in information systems or information services in order to enhance co-creation effects. In this paper, we will discuss these problems by using Animepedia system, which is a new CGM animation creation system for multiple user. First, we assume a co-creation model called “co-creation curve” and we prove the existence of this curve by the experiments. Next, we propose how to optimize parameters on tree-based CGM systems based on this curve.

1. はじめに

近年、インターネット上では CGM (Consumer Generated Media) コンテンツが急増しており、映画、TV 番組、音楽、コンピュータゲーム等と並ぶ大きなコンテンツジャンルとしてその地位を確立しつつある。CGM は、従来受信のみで発信が困難であったエンドユーザが容易に情報を発信できるという特徴を持つが、それと並ぶもう 1 つの特徴として、個々のコンテンツ自体に加え、その集合体または融合体としての価値も高いことがあげられる。掲示板サイト、ブログサイト、会員制 SNS サイト、動画共有サイト、各種 Wiki サイト等はこの典型的なサービス事例といえる。

一方、近年「共創」という概念が広く社会に浸透しつつある。共創とは複数の人間が共同作業を行った結果、いわば $1+1$ が 2 にとどまらず 3 以上の成果を生み出すことを表す概念語であるが、CGM コンテンツの集合体・融合体の価値が高い理由として、この共創がうまく働いているからではないかと広く考えられている。

しかしその反面、共創に関してはこれまで概念論のみが先行し、それを定量的に測定するための方法論や共創効果を高めるために情報通信システム・情報通信サービスが何を行うべきかについては十分な議論が行われていないのが現状である。

本稿では、筆者らが開発した DMD2.0 と呼ぶシナリオ入力アニメ制作システムを基礎として複数ユーザによる CGM アニメ制作システム Animepedia を構築し、このシステムを用いた実証実験を通じてツリー型 CGM 制作における共創効果の定量化ならびに共創効果を高めるための方策について検討する。

本稿では、2 章で前提条件と既存技術ならびにその問題点について述べ、3 章では「共創曲線」と呼ぶ仮説を提案するとともに、Animepedia システムの設計、試作について論じる。続く 4 章では Animepedia を用いた実験の結果を述べ、3 章で述べた仮説が妥当であることを実証する。最後に 5 章でまとめと今後の課題を述べる。

^{†1} 東北大学未来科学技術共同研究センター

New Industry Creation Hatchery Center (NICHe), Tohoku University

^{†2} 東京電機大学未来科学部

School of Science Technology for Future Life, Tokyo Denki University

2. 前提条件および既存技術の問題点

2.1 共創とは

共創に関してはこれまで様々な議論がなされているものの、現時点で万人に受け入れられる正確な定義がなされているものとはいえない。しかしながら、文献 1) では、

単独の専門家では解けない問題に異分野の専門家や専門知識が、ある種の競争と協調原理の中で、新たな合意形成や方法論を創出すること

と定義されており、また、文献 2) では、知的生産活動を、着想・共創・出現・体感の 4 プロセスに分割したうえで、共創を

着想のプロセスで出たアイデアをチームメンバや、ときにはチームメンバ以外の人も交えたような意見を組み込みながら拡張したり、収束させたりするプロセスである

と定義づけている。これらからも明らかのように、

- 個人はもともとある特定分野において高い能力（知識，アイデア）を有していること（たとえば、会議の場において「場の空気を読んであえて異なる意見を出す」等の行動をとることは期待されていないこととする）。
- 単に「他者の意見を参考にする」ととどまらず、ある種の競争と協調（あるいは拡張と収束）のプロセスを経ること。
- 具体的な成果（合意，方法論，アイデア）が生まれること。また、この具体的な成果が個々人の成果の総和よりも大きいこと。

の 3 点については共通的な認識であるといえる。このため、本稿でもこの定義を踏襲するものとする。

上述のとおり、共創について現時点では明確な定義がなされていないため、上記以外の様々な定義がありうる。たとえば、上述の「あえて異なる意見を述べる」や「単に他者の意見を参考にすること」も共創の定義に含める、という考え方も必ずしも誤りではない。しかしながら、本稿では、これらは共創の定義に含めず、上述の 3 点のみに絞って共創を定義することとする。

2.2 CGM コンテンツの分類

複数のユーザ間で CGM コンテンツを創生する場合、コンテンツデータの一貫性を保つ必要がある。このための手法として大別すると排他ロック型と非排他ロック型がある。排他ロック型は何らかの方法でコンテンツデータへの同時アクセス数を 1 ユーザに限定するこ

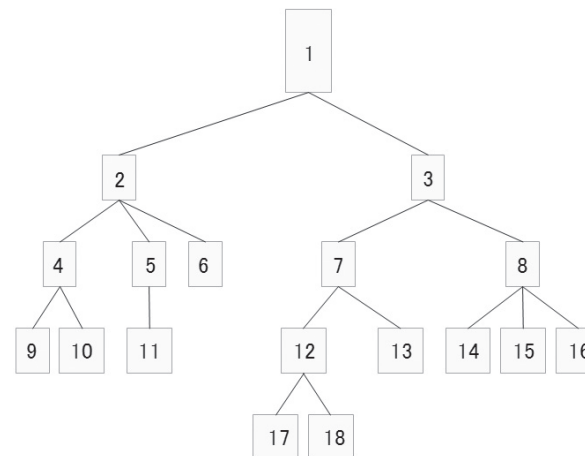


図 1 非排他ロック型（ツリー型）CGM コンテンツの履歴ツリー
Fig.1 A history tree of non-exclusive-lock CGM content.

とにより一貫性を保つ手法であり、本分野に限らず情報通信分野全般において幅広く利用されている。一方、非排他ロック型とは、図 1 に示すようにツリー型（またはグラフ型）の形式で更新履歴を残すことにより一貫性を保つ手法である。図 1 の各ノードはそれぞれ制作された CGM コンテンツを指すものとし、たとえばノード 3 からノード 7 とノード 8 が派生していることから、ノード 7、ノード 8 はともにノード 3 を基本としてそれを編集することにより生成されていることを示している。この手法を用いると同時に複数ユーザが 1 つのコンテンツデータにアクセスできるという利点がある反面、ユーザ数の増加やデータ更新回数の増加にともない履歴ツリー上のノード数が単調増加してしまう。このため、集合体・融合体としての CGM コンテンツ全体の内容を鑑賞するためにはより多くの時間を要するという欠点が生じる。これを解決するためには、システム内部のデータ構造はツリーまたはグラフであっても、ユーザに対しては 1 つまたは代表的な数個のコンテンツに限定して提示する等の工夫を行う必要がある。最も簡便な実現方法としては、ノードの親子間、または同階層の他ノードとの差分を表示する手法が考えられる。しかしながら、この手法は対象コンテンツがテキスト型の場合には適用が容易である反面、対象コンテンツが非テキスト情報であるイラスト、写真、映像、音楽等の場合にはどのように差分をとり、どのようにユーザに提示するのか自体が難題であるため、別の手法を検討しなければならない。

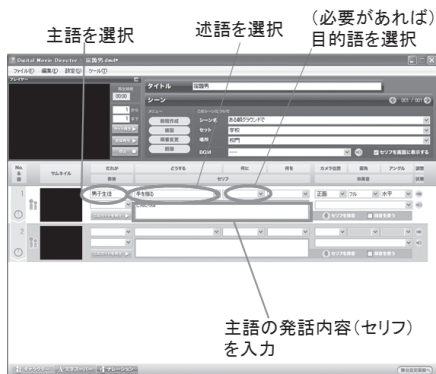


図 2 DMD2.0 の基本インターフェイス
Fig. 2 Basic user interface in DMD2.0.

本稿では、この 2 種類の CGM コンテンツのうち後者のツリー型 CGM コンテンツを対象を絞り、議論を進めることとする。

2.3 DMD2.0 とは

DMD2.0³⁾ とは、STA (Scenario To Anime) システム⁴⁾ の一種であり、図 2 に示す基本インターフェイス上において、1 行ずつ主語、述語、目的語をプルダウンメニューから選択し、セリフを入力してゆくことにより、簡易アニメ映像を自動生成するシステムである。元来、アニメ映像を生成するためには、キャラクタ、カメラ、小道具等の座標や向き、キャラクタ動作、発話、SE (Sound Effect) のタイムライン上の開始時刻等、空間・時間に関するすべての数値情報をユーザが入力する必要がある。しかし、DMD2.0 ではこれらの情報をシステム内でシナリオに合わせて最適に自動設定することにより上述の入力情報のみでの映像生成を可能としている。この DMD2.0 によって出力されるアニメ映像の例を図 3 に示す。

また、DMD2.0 ではあらかじめ用意された 3DCG 舞台素材に加え、ユーザ指定の写真を背景として使用することもできる。写真挿入の例を図 4 に示す。

2.4 共創制作システムの研究開発事例

「共創」という語自体の歴史は浅いものの、複数ユーザが共同で行う知的生産活動が円滑に進むように支援することを目的としたシステムの研究開発事例はすでにたくさん行われている。これらは、臨場感を重視したもの⁵⁾⁻⁸⁾、アウェアネス支援を目的としたもの¹⁰⁾⁻¹²⁾、



図 3 DMD2.0 による出力アニメ映像の例
Fig. 3 An example of output animations in DMD2.0.



図 4 写真挿入の例
Fig. 4 An example of photo insertion.

ワークフロー管理に特化したもの^{13),14)}、オフィス環境における知的生産活動支援を行うもの^{2),9)}、教育応用を前提としたもの¹⁵⁾ 等多岐にわたる。これらのシステムでは、それぞれの研究開発目的にあった個別の評価方法を用いており、それらはいずれも学術的に意義の高いものである。たとえば、文献 5) では TV 会議参加者の視線一致、文献 6) では多人数の参加者間の音声の指向性等、文献 7) ではゲイズアウェアネス、文献 8) では接近感についてそれぞれ臨場感要素としての重要性を実証している。また、文献 10) では、CRUISER と呼ばれるシステムを用いたインターン学生と指導者の間のコミュニケーションについてコミュニケーション内容に基づく詳細な解析が行われており、文献 11) では、アウェアネスの支援とユーザ個人のプライバシー保護を両立させるという観点から適切な画像加工手法につ

いての評価を行っている．さらに，文献 2) では，次世代型ワークスタイルとワークプレイス (WS&WP) というコンセプトのもと実オフィス環境における多人数・長期間の実証実験 (約 200 名，約 4 カ月) を実施しており，文献 9) では，卓上領域の共有方法について詳細な検討が行われている．しかしながら，これらの評価方法は必ずしも汎用的なものではなく，そのまま CGM コンテンツ制作における共創度の評価に利用できるものではない．

3. 共創曲線の仮説とツリー型 CGM 共創制作システム Animepedia の構築

3.1 共創曲線

2.1 節で述べた共創の定義に基づき，本節では共創曲線と呼ぶ仮説を立てることとする．図 5 は 2 人の人間 A, B が共同で知的生産活動を行っている様子を概念的に示したものである．図 5 中の丸は 2 人の人間 A, B が持つ専門知識・アイデアを示しており，丸の大きさはその専門知識・アイデアの知的生産価値の高さ (面積が大きいほど知的生産価値が高い) を表現しているものとする．また，2 つの丸の間の距離 (AB 間距離) は専門知識・アイデアの概念的な距離 (近いほど 2 つの専門知識・アイデアが似ている) を表現しているものとする．

図 5 (a) は A, B 間の距離が大きく，いわば A, B の専門知識・アイデアに基づく共創が行われていない状態を示している．この場合， $T_d(A)$, $T_d(B)$ を A, B 個別の知的生産価値の高さ (図 5 中の丸の面積)， $T_d(A+B)$ を A, B の共創に基づく成果を表すものとする (ただし d は AB 間距離を表し，図 5 中の (a) ~ (c) と対応して，L (large), M (medium), S (small) のいずれかの値をとるものとする)，単純に，

$$T_L(A+B) = T_L(A) + T_L(B) \tag{1}$$

となる．一方，A, B の間の距離が近づき，何らかの共創が生まれると (図 5 (b))，A, B

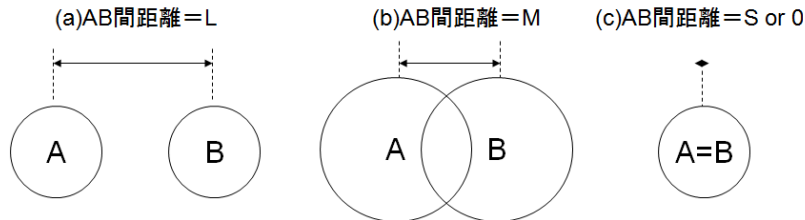


図 5 共創モデル
Fig. 5 Co-creation model.

ともに良い意味での刺激を相手の専門知識・アイデアから受けて，ある種の競争と協調 (あるいは拡張と収束) のプロセスを経て，

$$T_M(A) \geq T_L(A)$$

$$T_M(B) \geq T_L(B)$$

となり，この結果，

$$T_M(A+B) \geq T_L(A+B) \tag{2}$$

となることが期待される．これこそが共創効果である．さらに A, B の間の距離がさらに近づき完全に一致してしまうと (図 5 (c))，同一の専門知識・アイデアが 2 つ存在するだけなので共創は消え，

$$T_S(A) = T_L(A)$$

$$T_S(B) = T_L(B)$$

に戻り，この結果，

$$T_S(A+B) = T_S(A) = T_S(B) \tag{3}$$

となるものと推定される．

以上の共創モデルが正しいと仮定すると，横軸に AB 間距離 d を，縦軸に共創効果 $T_d(A+B)$ をとることにより，図 6 に示す共創曲線が得られるはずである．

本稿では，この共創曲線の仮説の正当性，すなわち，この共創曲線が本当に存在するのかどうかを実験を通じて実証することを最大の目的とする．

しかしながら，この共創曲線を実際に実験データとして取得することは決してやさしいこ

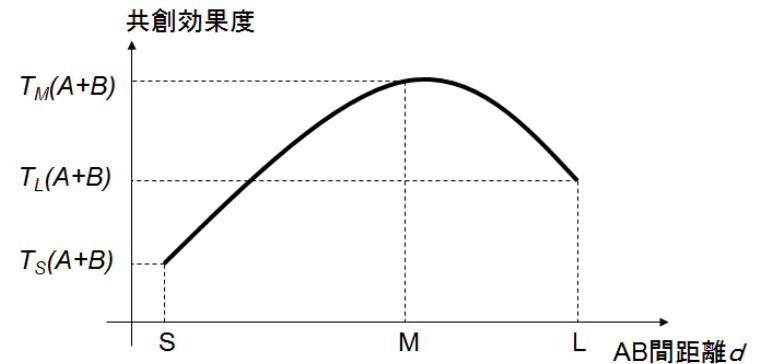


図 6 共創曲線
Fig. 6 Co-creation curve.

とではない。図 6 の横軸，縦軸はいずれも概念的な量であり，これらの概念量を実測可能な何らかのパラメータと対応付けすることが必要だからである。

3.2 Animepedia システムの設計と試作

3.2.1 Animepedia システムの概要

3.1 節で述べた共創曲線の存在を実証するために，2.3 節で述べた DMD2.0 を現在のスタンドアロン型からサーバクライアント型に仕様変更した Animepedia システムを開発した。Animepedia は，本稿の実証実験用に開発したシステムであるが，最終的にはアニメ版 Wikipedia¹⁶⁾ を実現することを目標としている。つまり，複数のユーザが共同で個々の項目（アイテム）をアニメコンテンツで説明し，それらを統合してインターネット上にアニメ百科事典を構築することを目指している。

3.2.2 共創効果測定のためのツリーノード推薦システム

Animepedia では，図 1 に示すような履歴ツリーによって CGM コンテンツを管理することとした。このため，2.2 節で述べたように 1 つの作品に対し複数ユーザが個別に編集を行った場合，それらの編集箇所を反映したファイルすべて視聴するためにはノード数分の視聴が要求されることになる。このため，この履歴ツリーが大きくなるにつれ，全ノードの全視聴に要する時間は非現実的な大きな値となってしまう。

そこで，Animepedia では，履歴ツリーの情報から「代表的な作品（ノード） N 個を選択しユーザに推薦する」ための仕組みを実装することとした。

この推薦方法については様々な方法が考えられる。たとえば，

- 分岐の多いノードを選択する（図 1 で $N = 2$ の場合，ノード 2 とノード 8），
- 深さの深いノードを選択する（図 1 で $N = 2$ の場合，ノード 17 とノード 18），
- グラフ理論におけるグラフクラスタリング技法^{17),18)} を用いてノード群をクラスタ分割し，各クラスタからランダムに 1 つずつのノードを選択する，

等である。あるいは，はじめからツリー構造を使わず，

- ランダムに N 個のノードを選択する，
- ノード内容の何らかの特徴に基づき，データマイニング等で用いられているクラスタリング手法^{19)–21)} を用いてノード群をクラスタ分割し，各クラスタからランダムに 1 つずつのノードを選択する，

等も考えられる。

しかし，Animepedia ではこれらの方法を用いず「ノード間距離 D 」を推薦の指標とすることとした。ここで，ノード間距離 D とは 2 つのノード間のホップ数のことで，たとえば

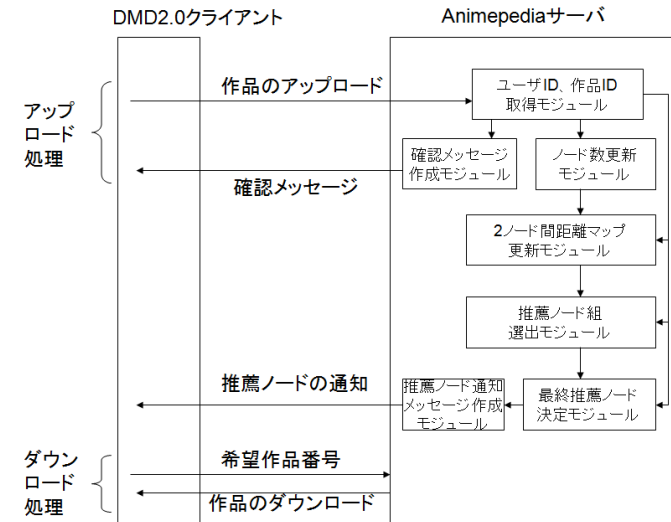


図 7 Animepedia サーバの構成
Fig. 7 Structure of Animepedia Server.

図 1 でノード 2 とノード 7 は $D = 3$ と定義される。ノード間距離 D を用いる理由は，

- ツリー構造においてノード間の近さを定義する最も簡便な方法であり，Web ページのクラスタリング等の分野でも広く使用されているメトリックである，
- 「各ノード（作品）にはユーザの具現化されていなかった専門知識・アイデアが正しく反映されている」と仮定できるとするならば，図 5，図 6 の AB 間距離 d はこのノード間距離 D と同義と見なすことができる，

等の性質を有するためである。また，これらの本質的な理由に加え，

- 毎回推薦されるノードが異なるようにしたい，
- ツリーの初期形状のわずかな差によってそれ以降の推薦ノードが影響を受けないようにしたい。たとえば分岐の多いノードを選択することになると，はじめに分岐したノードはそれ以降ずっと推薦されることになってしまうため不適である，

等の運用上の条件も同時に満足でき，前述のいかなる方法よりも適しているからである。

3.2.3 Animepedia サーバの設計

Animepedia システムの全体構成を図 7 に示す。

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	0	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4
2	1	0	2	1	1	1	3	3	2	2	2	4	4	4	4	4	5	5
3	1	2	0	3	3	3	1	1	4	4	4	2	2	2	2	2	3	3
4	2	1	3	0	2	2	4	4	1	1	3	5	5	5	5	5	6	6
5	2	1	3	2	0	2	4	4	3	3	1	5	5	5	5	5	6	6
6	2	1	3	2	2	0	4	4	3	3	3	5	5	5	5	5	6	6
7	2	3	1	4	4	4	0	2	5	5	5	1	1	3	3	3	4	4
8	2	3	1	4	4	4	2	0	5	5	5	3	3	1	1	1	2	2
9	3	2	4	1	3	3	5	5	0	2	4	6	6	6	6	6	7	7
10	3	2	4	1	3	3	5	5	2	0	4	6	6	6	6	6	7	7
11	3	2	4	3	1	3	5	5	4	4	0	6	6	6	6	6	7	7
12	3	4	2	5	5	5	1	3	6	6	6	0	2	4	4	4	5	5
13	3	4	2	5	5	5	1	3	6	6	6	2	0	4	4	4	5	5
14	3	4	2	5	5	5	3	1	6	6	6	4	4	0	2	2	1	1
15	3	4	2	5	5	5	3	1	6	6	6	4	4	2	0	2	3	3
16	3	4	2	5	5	5	3	1	6	6	6	4	4	2	2	0	3	3
17	4	5	3	6	6	6	4	2	7	7	7	5	5	1	3	3	0	2
18	4	5	3	6	6	6	4	2	7	7	7	5	5	1	3	3	2	0

図 8 2 ノード間距離マップ
Fig. 8 Distance map between 2 nodes.

Animepedia サーバでは、ユーザが作品をアップロードしたときに、ユーザ ID、作品 ID を取得して履歴ツリーを更新するとともに、次に推薦するノード（作品）を決定する処理を行う。推薦するノードの決定は、図 7 中の 2 ノード間距離マップ更新モジュール、推薦ノード組選出モジュール、最終推薦ノード決定モジュールによって行われる。以下、これらの処理について概説する。

まず、本サーバでは履歴ツリーとともに 2 ノード間距離マップを作成する。2 ノード間距離マップとは i 行 j 列にノード i とノード j の距離 $d[i][j]$ の値を記した表であり、図 8 にこの一例を示す（この図 8 は図 1 に対するマップである）。

また、以上の定義から明らかのようにこのマップでは、

$$d[i][j] = d[j][i]$$

$$d[i][i] = 0$$

を必然的に満たす。

続いて、この 2 ノード間距離マップを用いて、推薦ノード組をすべてを抽出する。たとえば、 $N = 3$ 、ノード間距離 $D \geq 4$ という条件の場合、現在のノード（以下、 $C_{current}$ とする）の行と列から 4 以上の値をとるノードを 2 つ選び出し（これらのノードを C_A 、 C_B とする）、 $C_{current}$ 、 C_A 、 C_B の行と列で作られる 9 交点の値を調べる。9 交点のうち 3 交点は $d[C_{current}][C_{current}] = 0$ 、 $d[C_A][C_A] = 0$ 、 $d[C_B][C_B] = 0$ ゆえ必然的に 0 となる

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	0	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4
2	1	0	2	1	1	1	3	3	2	2	2	4	4	4	4	4	5	5
3	1	2	0	3	3	3	1	1	4	4	4	2	2	2	2	2	3	3
4	2	1	3	0	2	2	4	4	1	1	3	5	5	5	5	5	6	6
5	2	1	3	2	0	2	4	4	3	3	1	5	5	5	5	5	6	6
6	2	1	3	2	2	0	4	4	3	3	3	5	5	5	5	5	6	6
7	2	3	1	4	4	4	0	2	5	5	5	1	1	3	3	3	4	4
8	2	3	1	4	4	4	2	0	5	5	5	3	3	1	1	1	2	2
9	3	2	4	1	3	3	5	5	0	2	4	6	6	6	6	6	7	7
10	3	2	4	1	3	3	5	5	2	0	4	6	6	6	6	6	7	7
11	3	2	4	3	1	3	5	5	4	4	0	6	6	6	6	6	7	7
12	3	4	2	5	5	5	1	3	6	6	6	0	2	4	4	4	5	5
13	3	4	2	5	5	5	1	3	6	6	6	2	0	4	4	4	5	5
14	3	4	2	5	5	5	3	1	6	6	6	4	4	0	2	2	1	1
15	3	4	2	5	5	5	3	1	6	6	6	4	4	2	0	2	3	3
16	3	4	2	5	5	5	3	1	6	6	6	4	4	2	2	0	3	3
17	4	5	3	6	6	6	4	2	7	7	7	5	5	1	3	3	0	2
18	4	5	3	6	6	6	4	2	7	7	7	5	5	1	3	3	2	0

$C_{current}=16$ 、 $C_A=9$ 、 $C_B=11$ の場合

図 9 推薦ノード組の抽出

Fig. 9 Extraction of recommendation nodes group.

が、残り 6 交点の値がすべて 4 以上であればこの $(C_{current}, C_A, C_B)$ を推薦ノード組とする（図 9）。これは、

$$D = \min(d[C_{current}][C_A], d[C_A][C_B], d[C_B][C_{current}]) \geq 4 \tag{4}$$

を満たすノード組 $(C_{current}, C_A, C_B)$ を推薦ノード組としていることにほかならない。

最後に、推薦ノード組が複数存在する場合に最終的に推薦するノード組を 1 組に決定する方法を述べる。この決定法にも様々な方法が考えられるが、本システムでは、実証実験におけるパラメータ精度を最優先に考え、 $\max(d[C_{current}][C_A], d[C_A][C_B], d[C_B][C_{current}])$ が最も小さい値となる推薦ノード組を選択することとした。たとえば、3 ノード間の距離がそれぞれ $(4, 10, 10)$ の場合と $(4, 4, 4)$ の場合を比較した場合、いずれも式 (4) よりノード間距離 D の値は 4 となるが、 $(4, 4, 4)$ を用いたほうが実験のパラメータ精度を高めるうえで都合が良いからである。これは、仮に $(4, 10, 10)$ を最終的な推薦ノード組とし、かつ、ユーザが 3 候補の中から $D = 10$ のノードを選択してしまった場合に $D = 10$ の実験結果がパラメータ $D = 4$ の場合のデータとして扱われることになってしまうことを考えれば、この定義の妥当性は明らかである。なお、この処理を経ても推薦ノード組が 2 組以上存在する場合には、残った候補の中からランダムに 1 組を選択するものとする。

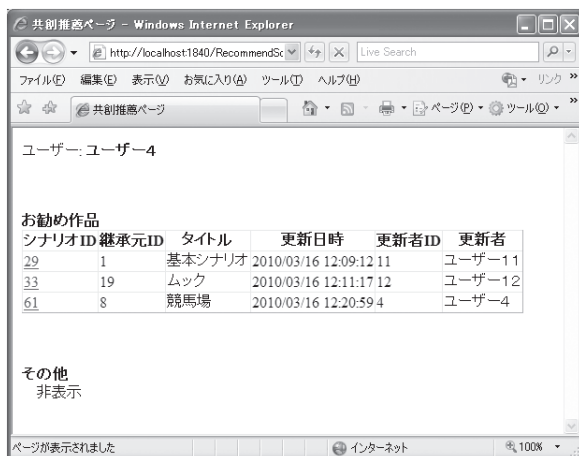


図 10 推薦ノードの提示画面例

Fig. 10 An example of recommendation pages.



図 11 Animepedia サーバの設定画面例

Fig. 11 An example of configuration pages in Animepedia Server.

3.2.4 Animepedia システムの試作

3.2.3 項で述べた設計に基づき Animepedia システムを試作した．最終的にユーザに提示される推薦結果の画面例 ($N = 3$ のとき) を図 10 に示す．ユーザは図 10 で推薦された作品のうち 1 作品を選択し，クリックすると，その作品が DMD2.0 クライアント上にダウンロードされる仕組みとした．また，図 11 に Animepedia サーバの初期設定画面例を示す．図 11 において，ノード間距離 D ，推薦作品数 N 等を指定すると，それ以降このパラメータ値に基づいた推薦が行われる．なお，これらのパラメータは，システム管理者が実験開始時に設定するものとし，実験途中での変更，ならびに各ユーザの変更は行えない仕様とした．

4. 共創効果の測定と考察

4.1 実証実験の目的

3.1 節で述べた共創曲線の存在を確認することを目的に実証実験を行った．本章ではその結果について報告する．

実証実験を行うにあたり最大の課題は，すでに 3.1 節で述べたとおり図 6 における縦軸（共創効果度）を実測可能なパラメータとして何にすべきか，である．この共創効果度として用いることが可能な実測パラメータの具体的な候補としては，客観評価指標として，

- 一定時間における作品数（ツリー上のノード数）
- 一定時間における作品履歴ツリーの幅
- 一定時間における作品履歴ツリーの深さ

等が，また，主観評価指標としては，

- アンケートによる「制作のおもしろさ」の評価
- アンケートによる「良い作品ができたか」の評価
- アンケートによる「他作品が参考になったか」の評価

等が考えられる．これらのうち，「良い作品ができたか」は制作者自身が作品を主観評価しているものとはいえ，共創効果度を直接的に測定しているものと見なすことができる．そこで，本実証実験では，

- 「良い作品ができたか」を縦軸にとることにより本当に共創曲線が得られるか，
 - 縦軸を「良い作品ができたか」としたときのグラフと類似のグラフ形状が生じるのはどのパラメータを用いた場合か，
- の 2 点に着目して考察することとした．

4.2 実証実験の方法

実証実験の実施に先立ち、2 回の予備実験を実施した。これらの予備実験は、それぞれ 5 名、6 名の被験者に対して行ったものであり、この結果、以下のことが判明した。

- 被験者は平均 5 分に 1 回程度の編集作業を行うことができる。
- ツリーの平均幅はおおよそ 2 程度となる。
- 本実験は D の値を変えて複数回実施するものであるが、それらの実験順序は実験結果にはほとんど影響を与えない。

そこで、実証実験は、これらの結果に基づき、以下の条件のもとで実施した。

- 被験者
被験者は大学院生 3 名、大学生 10 名、社会人 2 名の計 15 名とした。被験者の男女比は男性 12 名、女性 3 名であった。また、被験者は全員が DMD2.0 の操作に熟知しており、本実証実験の主旨についてはいっさいの情報を与えないこととした。
- 制作時間
制作時間を 40 分とした。40 分を前半・後半 20 分ずつに分け、前半 20 分間は「ひな形作成時間」と位置づけ、被験者 1 人ずつがそれぞれ自由なテーマ（タイトル）のもと制作を行い、後半 20 分間は「共創時間」と位置づけ、Animepedia サーバから推薦された N 作品のうち 1 作品を選択し、この作品を編集することとした。編集が完了した作品をアップロードすると、即座に新たな作品が推薦されるため、被験者は、ダウンロード、編集作業、アップロードを何度も繰り返すことになる。この実験条件は、上述の予備実験の結果を勘案すると、後半 20 分間で 1 被験者あたり平均 4 回程度の編集作業を行うことができることを意味している。
- 作品のテーマ
制作開始後前半 20 分間はアニメ版百科事典 Animepedia に適したテーマならば自由とした。後半 20 分間は推薦作品のうち 1 作品を選択することになるので、選択した作品のテーマにあわせて制作を行ってもらった。また、作品が作りやすいように、あらかじめ 268 枚の写真を用意し、これらを作品の中で自由に使用してもよいこととした。
- 推薦ノード数 N
推薦ノード数は実証実験全体を通じて $N = 3$ とした。この理由として N の値が大きくなるほど被験者が 1 作品を選択するために多くの時間がかかってしまうためである。
- ノード選択における制約条件
推薦されたノードの中に前回自身が制作したノードが含まれている場合にはそのノード

を選択しない、という制約条件を設けた。

- ノード間距離 D

$D = 3, 5, 7, 9$ について 4 回の実験を行った。なお、4 回の実験のうち、1 回目は $D = 5$ 、2 回目は $D = 9$ 、3 回目は $D = 3$ 、4 回目は $D = 7$ とした。

なお、ノード間距離 D は、本実験における最重要パラメータであるが、この D の範囲を $3 \leq D \leq 9$ とした理由は次のとおりである。

仮に全ノード数 m について完全 n 分木が生成されることを仮定した場合、この完全 n 分木の深さ x は

$$m = \sum_{i=1}^x n^{i-1} = \frac{n^x - 1}{n - 1}$$

より、

$$x = \log_n(m(n-1) + 1)$$

となる。これより、2 ノード間の最大距離 D_{max} は

$$D_{max} = 2x = 2 \log_n(m(n-1) + 1) \quad (5)$$

と表すことができる。ここで 2 回の予備実験の結果と本実験の計画より $m \simeq 15 + 4 \times 15 = 75$ 、 $n \simeq 2$ と仮定すると、 $D_{max} \simeq 12.5$ が得られる。以上の議論はツリーが完全 n 分木の場合であり、実際の不完全なツリー構造においては、 D_{max} はこれより若干大きな値となる。しかしその反面、 N ノード間の距離の定義 (3.2.3 項の式 (4)) から明らかなように、 D の範囲は D_{max} の値よりも小さくすべきである。以上より、 D の最大値としてはおおよそ 10 以下が妥当であるといえる。

4.3 制作された作品例

本実証実験において制作された作品の具体的な内容について、すべての作品を本稿に記載することは現実的ではないが、共創制作された作品の一例を付録 (図 15 ~ 図 19) に示す。

また、ノード間距離 D を変化させて行った 4 回の実証実験によって得られた履歴ツリーの様子を図 12 に示す。ただし、図 12 は表記の都合上、結節点が親と各子ノードの中央にあるが、図 1 と同様にある親に対する子どうしは距離 2 とカウントする。

図 12 よりノード間距離 D の変化にともないツリー形状が明らかに異なっている様子が読み取れる。特に、 D が小さくなると履歴ツリーの幅が大きく深さが小さくなる傾向が顕著に示されている。これらの結果は 2 回の予備実験の結果とも合致するものであった。

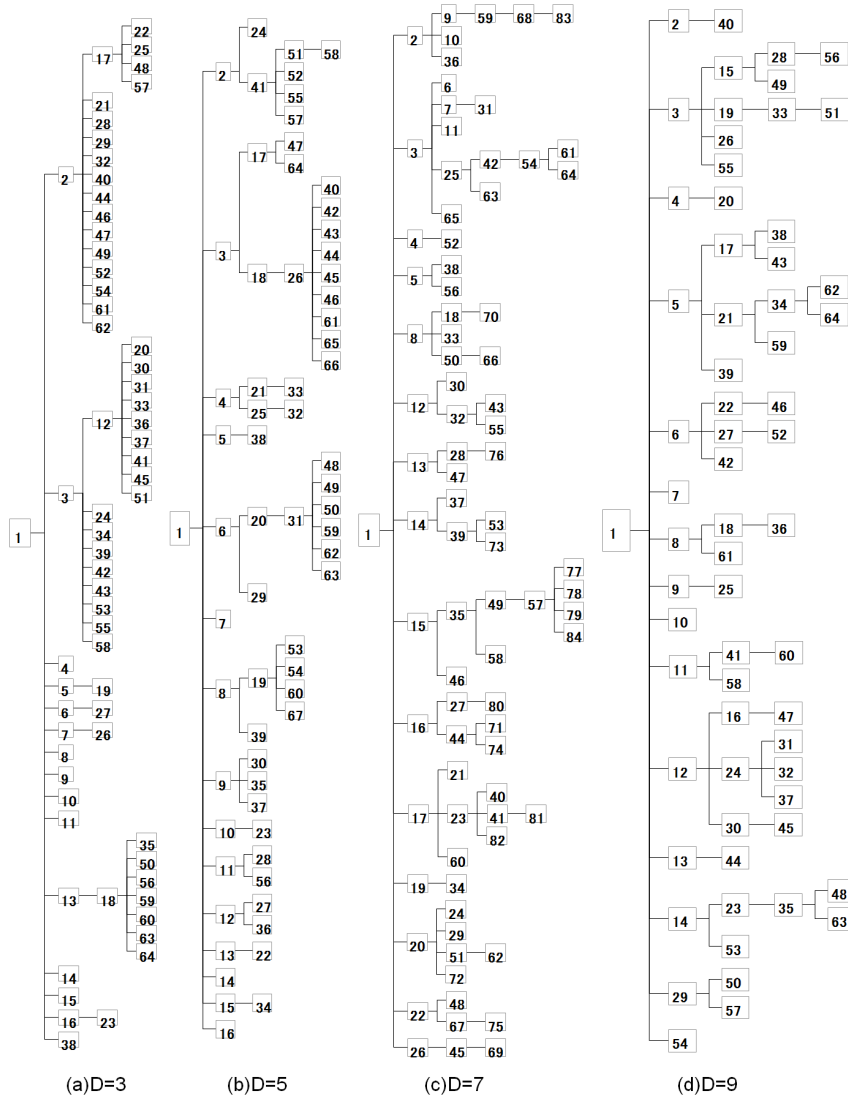


図 12 実験結果 (履歴ツリー)

Fig. 12 Experimental results (history trees).

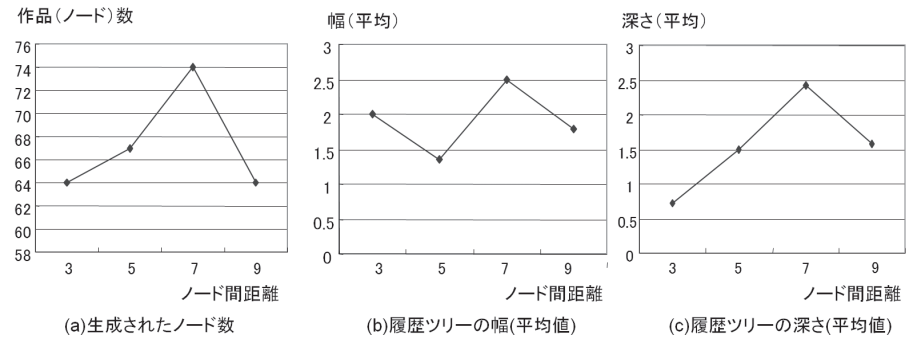


図 13 客観評価結果

Fig. 13 Results of objective evaluation.

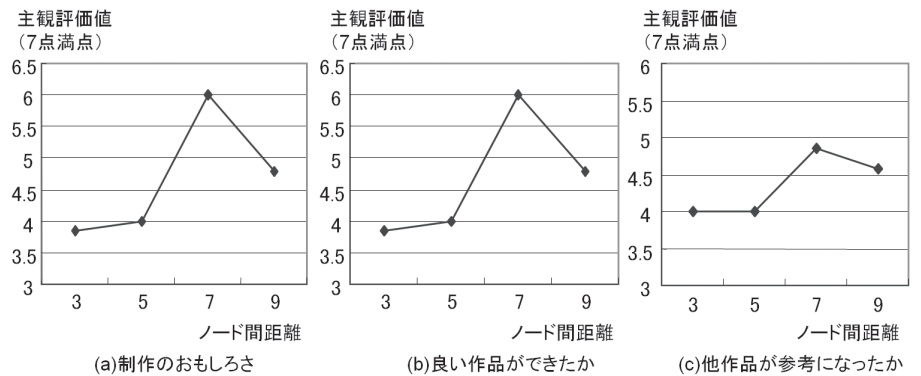


図 14 主観評価結果

Fig. 14 Results of subjective evaluation.

4.4 客観評価結果

客観評価結果を図 13 (a), (b), (c) にそれぞれ示す. 4.1 節で述べたように, 客観評価項目として, ツリー構造の視点から (a) 履歴ツリーのノード数, (b) 履歴ツリーの幅 (平均), (c) 履歴ツリーの深さ (平均), を評価項目として用いた.

4.5 主観評価結果

主観評価結果として, 実証実験時に被験者に対して行ったアンケートをまとめた結果を図 14 に示す.

4.1 節で述べたように、主観評価項目として、(a) 制作のおもしろさ、(b) 良い作品ができたか、(c) 他作品が参考になったか、の 3 評価項目を用いた。これらの評価項目に対し、被験者には 4 回の実験のうち 1 回ごとの実験終了時に上記項目についてアンケートを記入してもらった。ただし、1 回目の実験 ($D = 5$) ではアンケートは行わず、2 回目 ($D = 9$)、3 回目 ($D = 3$)、4 回目 ($D = 7$) の終了時に、1 回目 ($D = 5$) を 4 点としたときの上記項目の差異についてどのように感じられたかを 1~7 点で評価する形式とした。

4.6 共創曲線の存在と共創効果度の指標

図 13、図 14 の結果より、履歴ツリーの幅 (図 13(b)) を除き、仮定した共創曲線の傾向がある程度現れており、特に、客観評価における履歴ツリーの深さ (図 13(c))、主観評価における制作のおもしろさ (図 14(a))、良い作品ができたか (図 14(b)) に対しては、 $T_M(A+B)$ が最大であるばかりでなく、 $T_M(A+B) > T_L(A+B) > T_S(A+B)$ の関係まで含めた共創曲線の特性全体が明確に現れている。

これらの結果のうち、図 14(b) は 4.1 節で述べたとおり被験者が自身の作品を主観評価しているとはいえ共創効果度そのものを直接的に評価したものと見なすことができる。この図 14(b) が共創曲線の特性を忠実に示しているということは、共創曲線が確かに存在していると考えることができる。

また、履歴ツリーの深さ (図 13(c))、制作のおもしろさ (図 14(a)) はこの図 14(b) と類似した特性を示していることから、共創曲線 (図 6) 縦軸の「共創効果度」は履歴ツリーの深さ、制作のおもしろさのいずれか、あるいはこれらの線形和のような形式で定義しても良いことが示されている。

この 2 つのパラメータのうち特に履歴ツリーの深さについては履歴ツリーの形状から簡単に算出できるパラメータであり、これにより共創効果度が測定できれば、各種共創システムのパラメータ最適化にきわめて有効であるといえる。

5. まとめと今後の課題

本稿では、ツリー型 CGM コンテンツ制作を対象に共創効果の定量化について検討を行った。Animepedia システムを試作し、このシステムを用いて実証実験を行ったところ、限定的な実験条件であるとはいえ、客観評価、主観評価いずれの評価結果からも共創曲線が存在することを実証することができた。また、「共創効果度」について具体的、かつ、測定可能な評価尺度を与えることができた。

以上の結果は、これまで経験的、あるいは定性的にしか議論されてこなかった「共創効

果」という概念に対して、定量的評価を与えるものであり、その成果は今後様々な応用が期待できるものである。

今後の課題は、より多様な実験条件のもとで共創効果の定量化を検討することである。特に、制作対象の多様化と非同期型システムへの拡張は不可欠である。本稿では Animepedia システムを用いたアニメ制作を対象としたが、アニメ制作以外のツリー型 CGM コンテンツ制作に対して同様の結果が得られるのか否かはさらに検討が必要である。また、本実証実験は実験実施の都合上被験者全員が同時時間帯に作業を行う同期型として実施したが、CGM コンテンツ制作時には非同期型の運用が多いため非同期型の実験環境でも同様の結果が得られるのかどうかについてもさらに検討する必要がある。

謝辞 本研究を進めるにあたり研究計画段階から実証実験の実施方法に至るまで有益なご意見を賜った日本電気株式会社 C&C イノベーション研究所の山田敬嗣氏、国枝和雄氏、加藤大志氏に深謝いたします。また、本稿の実証実験の実施にご協力いただいた (株) ビッグタウンズの能代明子氏、東北大学の武藤伸子氏、東京電機大学の工藤浩輔氏に深謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 上田完次：共創とは何か，培風館 (2004)。
- 2) 神戸雅一，桑田喜隆，本橋賢二，小豆川裕子，箱守 聡：シンククライアント環境を用いた次世代型ワークスタイルとワークプレイス，情報処理学会論文誌，Vol.49, No.1 (2008)。
- 3) 青木輝勝，安田 浩：シナリオ入力映像制作システムとその制作工程の考察，情報処理学会論文誌，Vol.49, No.6 (2008)。
- 4) 青木輝勝：映像 CGM 時代に向けた Scenario to Anime 技術の最新動向，電子情報通信学会誌，Vol.92, No.1, pp.67-69 (Jan. 2009)。
- 5) Buxton, W.: Telepresence: Integrating Shared Task and Person Spaces, *Proc. Graphic Interface'92* (1992)。
- 6) Sellen, A.J.: Speech Patterns in Video Mediated Conversations, *Proc. CHI'92* (1992)。
- 7) Okada, K., Maeda, F., Ichikawa, Y. and Matsushita, Y.: Multiparty Videoconferencing at Virtual Social Distance: MAJIC, *Proc. CSCW'94* (1994)。
- 8) Aoki, T., Widoyo, K., Sakamoto, N., Yamamura, Y. and Yasuda, H.: Next-Generation Videoconference System with Sense of Reality, *International Conference on Computer Communications'99 (ICCC'99)* (1999)。
- 9) Scott, S.D., Sheelagh, M., Carpendale, T. and Inkpen, K.M.: Territoriality in Col-

- laborative Tabletop Workspaces, *CSCW'04* (2004).
- 10) Fish, R.S., Kraut, R.E. and Root, W.R.: Evaluating Video as Technology for Informal Communication, *CHI'92*, pp.37-48 (1992).
 - 11) Zhao, Q.A. and Stasko, J.T.: Evaluating Image Filtering Based Techniques in Media Space Applications, *CSCW'98*, pp.11-18 (1998).
 - 12) Bastos, A., Oei, M., Menezes, L., Maciel, R.S.P. and David, J.M.N.: Aw2SOA: An aspect-oriented awareness service for distributed groupware, *12th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design (CSCWD'08)*, pp.404-409 (2008).
 - 13) Abbott, K.R. and Sarin, S.K.: Experiences with Workflow Management: Issues for the Next Generation, *CSCW'94*, pp.113-120 (1994).
 - 14) He, W., Wang, H. and Cui, L.: A Groupware-supported Workflow Model and its Applications in Electric Power Enterprise, *11th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design (CSCWD)*, pp.789-794 (2007).
 - 15) Scacchi, W., Nideffer, R. and Adams, J.: Collaborative game environments for informal science education: DinoQuest and DinoQuest Online, *International Symposium on Collaborative Technologies and Systems (CTS'08)*, pp.229-236 (2008).
 - 16) <http://en.wikipedia.org/>
 - 17) Cormen, T.H., Leiserson, C.E., Ronald, Rivest, L. and Stein, C.: *Introduction to Algorithms, 2nd Edition*, pp.643-700, MIT Press and McGraw-Hill (2001). (ISBN 0-262-03293-7)
 - 18) Zhou, D., Huang, J. and Scholkopf, B.: Learning from Labeled and Unlabeled Data on a Directed Graph, *Proc. 22nd International Conference on Machine Learning*, pp.1041-1048, ACM press (2005).
 - 19) Giacomo, E.D., Didimo, W., Grilli, L. and Liotta, G.: Graph Visualization Techniques for Web Clustering Engines, *IEEE Trans. Visualization and Computer Graphics*, Vol.13, No.2, pp.294-304 (2007).
 - 20) Forsati, R., Meybodi, M.R., Mahdavi, M. and Neiat, A.G.: Hybridization of K-Means and Harmony Search Methods for Web Page Clustering, *IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology 2008 (WI-IAT'08)*, Vol.1, pp.329-335 (2008).
 - 21) Petridou, S.G., Koutsonikola, V.A., Vakali, A.I. and Papadimitriou, G.I.: Time-Aware Web Users' Clustering, *IEEE Trans. Knowledge and Data Engineering*, Vol.20, No.5, pp.653-667 (2008).

付 録

A.1 実証実験で制作された作品例

実証実験において制作された作品の一例として「ボーリング」の作品内容を以下の図 15, 図 16, 図 17, 図 18, 図 19 に示す. この作品は図 12 中の $D = 7$ の履歴ツリーのノード 2

カット	舞台	キャラクター	動作(表情)	台詞
1	学校	男子生徒2	(笑い顔で)	今度ボーリングに行かない?
2	学校	女性生徒	(悲しそうな顔で)	私ボーリングは知ってるけど、どんなルールなのか分からないの。
3	学校	男子生徒2	顔を抱える(悲しそうな顔で)	そ、そんな・・・。
4	学校	男子生徒	両手を広げる(笑い顔で)	じゃあ僕が教えてあげよう。

図 15 作品例 (1) (図 12 (c) のノード 2)

Fig. 15 An Example of Generated Items (1) (Node 2 in Fig.12 (c)).

カット	舞台	キャラクター	動作(表情)	台詞
1	学校	男子生徒2	(笑い顔で)	今度ボーリングに行かない?
2	学校	女性生徒	(悲しそうな顔で)	私ボーリングは知ってるけど、どんなルールなのか分からないの。
3	学校	男子生徒2	顔を抱える(悲しそうな顔で)	そ、そんな・・・。
4	学校	男子生徒	両手を広げる(笑い顔で)	じゃあ僕が教えてあげよう。
5	学校	男子生徒		1回あたり2投するんだ。
6	学校	男子生徒	縦に殴る	こんな感じにね。

図 16 作品例 (2) (図 12 (c) のノード 9)

Fig. 16 An Example of Generated Items (2) (Node 9 in Fig.12 (c)).

カット	舞台	キャラクター	動作(表情)	台詞
1	学校	男子生徒2	(笑い顔で)	今度ボーリングに行かない?
2	学校	女性生徒	(悲しそうな顔で)	私ボーリングは知ってるけど、どんなルールなのか分からないの。
3	学校	男子生徒2	顔を抱える(悲しそうな顔で)	そ、そんな・・・。
4	学校	男子生徒	両手を広げる(笑い顔で)	じゃあ僕が教えてあげよう。
5	学校	男子生徒		1回あたり2投するんだ。
6	学校	男子生徒	縦に殴る	こんな感じにね。
7	学校	女性生徒	悩む姿勢をして戻す	1投目で全部倒しちゃったら?

図 17 作品例 (3) (図 12 (c) のノード 59)

Fig. 17 An Example of Generated Items (3) (Node 59 in Fig.12 (c)).

120 ツリー型 CGM 制作における共創効果の一検討

カット	舞台	キャラクター	動作(表情)	台詞
1	学校	男子生徒2	(笑い顔で)	今度ボーリングに行かない？
2	学校	女性生徒	(悲しそうな顔で)	私ボーリングは知ってるけど、どんなルールなのか分からないの。
3	学校	男子生徒2	顔を抱える(悲しそうな顔で)	そ、そんな・・・。
4	学校	男子生徒	両手を広げる(笑い顔で)	じゃあ僕が教えてあげよう。
5	学校	男子生徒		1回あたり2投するんだ。
6	学校	男子生徒	縦に殴る	こんな感じにね。
7	学校	女性生徒	悩む姿勢をして戻す	1投目で全部倒しちゃったら？
8	学校	男子生徒	ガッツポーズする(笑い顔で)	それはストライクさ。2投目はいらさない、喜ぶべきことさ。

図 18 作品例 (4) (図 12 (c) のノード 68)
Fig. 18 An Example of Generated Items (4) (Node 68 in Fig.12 (c)).

カット	舞台	キャラクター	動作(表情)	台詞
1	学校	男子生徒2	(笑い顔で)	今度ボーリングに行かない？
2	学校	女性生徒	(悲しそうな顔で)	私ボーリングは知ってるけど、どんなルールなのか分からないの。
3	学校	男子生徒2	顔を抱える(悲しそうな顔で)	そ、そんな・・・。
4	学校	男子生徒	両手を広げる(笑い顔で)	じゃあ僕が教えてあげよう。
5	学校	男子生徒		1回あたり2投するんだ。
6	学校	男子生徒	縦に殴る	こんな感じにね。
7	学校	女性生徒	悩む姿勢をして戻す	1投目で全部倒しちゃったら？
8	学校	男子生徒	ガッツポーズする(笑い顔で)	それはストライクさ。2投目はいらさない、喜ぶべきことさ。
9	写真背景(ボーリング)	男子生徒	(笑い顔で)	ボーリングとは、このように老若男女に好かれているスポーツなんだ。
10	写真背景(ボーリング)	男子生徒2		へーそうなんだ。

図 19 作品例 (5) (図 12 (c) のノード 83)
Fig. 19 An Example of Generated Items (5) (Node 83 in Fig.12 (c)).

9 59 68 83 という流れを経て制作されたものである。図 15～図 19 のうち、図 15 は前半 20 分で制作されたもの(ノード 2)、図 16～図 19 は後半 20 分で他被験者によって編集されたもの(それぞれノード 9, 59, 68, 83)である。

(平成 22 年 4 月 19 日受付)

(平成 22 年 10 月 4 日採録)



青木 輝勝 (正会員)

平成 10 年東京大学大学院博士課程修了。同年同大学先端科学技術研究センター助手、平成 14 年同センター講師。平成 19 年東北大学電気通信研究所准教授。情報コンテンツ創生・理解・流通に関する研究に従事。平成 5 年(財)電気電子情報通信振興財団猪瀬学術奨励賞、平成 14 年情報処理学会山下記念賞、平成 18 年情報処理学会優秀教育賞、平成 19 年文部科学大臣表彰若手科学者賞等々を受賞。博士(工学)。



安田 浩 (正会員)

昭和 47 年東京大学大学院博士課程修了。同年日本電信電話公社(現 NTT)入社。昭和 53 年米国カリフォルニア州ジェット推進研究所客員研究員。平成 9 年東京大学教授、先端科学技術研究センター所属、平成 14 年東京大学国際・産学共同研究センター長。平成 19 年東京電機大学未来科学部教授。1995～1996 年米国 TV アカデミーエミー賞(技術開発部門)等受賞多数。IEEE フェロー。