

動画共有サイトにおける大規模な協調的創造活動の創発のネットワーク分析

ニコニコ動画における初音ミク動画コミュニティを対象として

Network Analysis of an Emergent Massively Collaborative Creation on Video Sharing Website

Case Study of Creation Community of Hatsune Miku Movie on Nico Nico Douga

濱崎 雅弘
Masahiro Hamasaki

産業技術総合研究所 / 科学技術振興機構 CREST
Advanced Industrial Science and Technology / JST, CREST
hamasaki@ni.aist.go.jp, <http://staff.aist.go.jp/masahiro.hamasaki/>

武田 英明
Hideaki Takeda

国立情報学研究所
National Institute of Informatics
takeda@nii.ac.jp, <http://www-kasm.nii.ac.jp/~takeda/>

西村 拓一
Takuichi Nishimura

産業技術総合研究所 / 科学技術振興機構 CREST
Advanced Industrial Science and Technology / JST, CREST
taku@ni.aist.go.jp, <http://staff.aist.go.jp/takuichi.nishimura/>

keywords: content creation, CSCW, online community, social network, world wide web

Summary

The Web technology enables numerous people to collaborate in creation. We designate it as *massively collaborative creation via the Web*. As an example of massively collaborative creation, we particularly examine video development on *Nico Nico Douga*, which is a video sharing website that is popular in Japan. We specifically examine videos on *Hatsune Miku*, a version of a singing synthesizer application software that has inspired not only song creation but also songwriting, illustration, and video editing. As described herein, creators of interact to create new contents through their social network. In this paper, we analyzed the process of developing thousands of videos based on creators' social networks and investigate relationships among creation activity and social networks. The social network reveals interesting features. Creators generate large and sparse social networks including some centralized communities, and such centralized community's members shared special tags. Different categories of creators have different roles in evolving the network, e.g., songwriters gather more links than other categories, implying that they are triggers to network evolution.

1. はじめに

情報技術の発展により、人々はこれまでにないほど多様な創造活動が可能になった。特に World Wide Web が大規模な情報共有およびコミュニケーションを広く一般に可能なものとする事で、新しいスタイルの創造活動が生まれている。本研究では、Web を介して多くの人々が集い、創発的・協調的に行われる創造活動の分析を行う。

例えば、動画作成ソフトウェアやコンポーザーなどにより、一人でも動画や音楽作成が可能になった。一方でそうして作られた作品は Web を介して多くの人々の手に渡り、鑑賞されるだけでなく、作品内の部品（動画であれば画像や音声など）が取り出され新しいコンテンツの中で再利用されるといったことが起きている。結果として、Web を介して人々の間でコンテンツが創造されている。

我々はそのようなコンテンツの創造、特に動画共有サ

イトの中に内包された形で存在するプロセスに興味を持っている。本研究では、特にそのような協調的な動画作成が起きているニコニコ動画^{*1}と呼ばれる動画共有サイトを対象として選択した。さらにその中でも初音ミク^{*2}というコンテンツに注目した。初音ミクとは音声合成ソフトウェアであるが、多くの人々がこの「初音ミク」に触発されて多数の音楽、イラスト、そして動画を作成した。初音ミク現象は、作詞作曲をする人、ソフトウェアをつかって合成音声を調整する人、絵を描く人、さらにはCGを作成する人といった異なるカテゴリのクリエイターたちの相互作用によって作品が生み出されているという点が特に興味深い。

複数領域の知識や技術を要する問題においては、一人で全ての問題を把握し解決することは困難であり、複数の

*1 <http://www.nicovideo.jp/>

*2 <http://www.crypton.co.jp/mp/pages/prod/vocaloid/cv01.jsp>

人が互いに補完しあうことで問題を解決できる。Fischer はこのような個人ではなく全体として発揮される創造性を Social Creativity と呼んだ [Fischer 00]。インターネットは人々がそれぞれの関心に基づいて世界中から集う場であり、Social Creativity に適している。先に述べたニコニコ動画における初音ミク動画はその成功例の一つといえよう。Social Creativity によりコンテンツ創造が行われているのは動画共有サイトだけではない。オンライン百科事典である Wikipedia や、数多くの QA サイトもまた、一人では到底作れないようなコンテンツが、多くの人々の参加によって生み出されている例である。

このような多人数による創造活動を本論文では協調的創造活動と呼ぶ(2章参照)。協調的創造活動は今後創造活動の重要な方法として様々な分野で行われていくと思われる。

大規模な協調的創造活動はインターネットの発達によってのみ可能になった新しい方法であり、それ自体興味深いものであるが、本論文ではとくに社会ネットワーク分析の視点から協調的創造活動を分析する。すなわち、創造活動のプロセスと作者によって構成される社会ネットワークの関係を分析することで、協調的創造活動がどのようなものであるかを明らかにすることが本論文の目的である。

本論文の構成を以下に示す。まず2章にて本論文が対象とする協調的創造活動を概説し、3章で関連研究について述べる。次に4章にて分析対象としたニコニコ動画と初音ミクについて説明する。続いて5章にて実験のために収集したデータについて説明し、6章および7章にてその分析結果を述べる。最後に8章にて本論文をまとめる。

2. インターネットを介した協調的創造活動

新しい作品や著作をつくりだす創造的活動は個人に帰する場合もあるが、複数の人が関与して協調的に行われることも多い。この協調的創造活動はかつては物理的に集まれる数人から数十人程度も規模でしかなかったが、近年のインターネットの発達によって、非常に多くの人々が関与する大規模な協調的活動が出現するようになった。それは単に規模が変わっただけではない。創造される作品や著作の種類から、参加者の集まり方、創造活動への関与のやり方、協調のやり方に至るまで、これまでになく新しいスタイルになっている。本章ではまずこのようなインターネットを介した大規模な協調的創造活動を概観して、本研究の分析対象の位置づけを明確化する。

インターネットを介した協調的創造活動がなぜ現在興隆しているかについて、活動を支える仕組み(技術的要因)と活動の文化・社会背景(社会的要因)に分けて考える。また創造されるコンテンツの種類によって活動が異なってくるので、客観的コンテンツと主観的コンテンツに大別して考える。

2.1 協調的創造活動の技術的要因

先に述べたようにこの大規模協調的創造活動はインターネットの発達が可能にしたもので、真っ先に取り入れたのもソフトウェア開発者であり、情報系の研究者であった。その典型例は Linux であり Wikipedia である。

Tapscott らはこれをマスコラボレーションと呼んで、次世代の開発・生産手法と評している [Tapscott 07]。マスコラボレーションの鍵となるのは個人による参加と協調(ピアリング)であり、これを実現する条件として(1)生産物が情報や文化であること(参加が容易)、(2)他の部分とは独立に個人が少しずつ貢献できること(貢献の費用対効果の高さ)、(3)得られた部品を最終成果物にするコストが低いこと(管理コストの抑制)、を挙げている。実際、Linux のようなオープンソースソフトウェアや、Wikipedia ではこういった条件が満たされている。(1)はソフトウェアやコンテンツを対象とした時点で実現されるが、(2)や(3)はそのようにはいかない。タスク内容や開発プラットフォームなどが要因として考えられるが、特に評価指標の共有が重要であると考えられる。評価指標が共有されていないと、部分の貢献が全体への貢献につながらなかったり、最終成果物にするコストが膨大になってしまう。速く・軽く・正確に動くことが求められるソフトウェアや、客観性が求められる百科事典などは条件を満たしていることがわかる。

では、主観的評価が重視されるコンテンツ、例えば文芸作品やエンターテインメント性の高いコンテンツなどではどうであろうか。この点について濱野は、マスコラボレーション的な創造活動によって生み出されたコンテンツが国内に多数存在するという現状から、主観的評価が十分に共有されることでコミュニティにおける客観的評価となり、これによりマスコラボレーションが実現されているのではないかと指摘している [濱野 08]。

2.2 協調的創造活動の社会的要因

上で述べたように仕組み的に可能であっても、実際に参加する人がいなければ協調的創造活動は起こらない。ソフトウェアの分野では Linux をはじめとするオープンソースのソフトウェアの興隆で示されているように、実際に多くの開発者が参加して、日々ソフトウェアが作られている。Wikipedia も国内版で 60 万項目、英語版に至っては 290 万項目と膨大なコンテンツが生み出されている。すなわち、社会的に認知された活動であるといえる。

文芸的作品ではどうであろうか。一般に文芸的作品においては個々の作者の主観性や個別作品のオリジナリティが重視されるので、協調的創造活動は発生しづらいと考えられる。一方、日本においては連歌や本歌取りといった協調的作品が古来よりあり、日本の文化は比較的許容されやすい土壌であるといわれている [山田 02]。

その顕著なケースが漫画等における同人文化である。漫画等の同人誌においては、オリジナルな作品もあるが、

二次創作，すなわち商業作品からキャラクターやストーリーをとってそれを改変したり，新たに追加した創作も大きなウエイトを占めている．この同人文化は現在大変興隆しており，毎年2回開かれるコミックマーケットというイベントには毎回50万人以上の人々が参加している[霜月08]．

これは非常に特異な人々の現象であろうか．日本におけるコンテンツ創作に関与している人は潜在的にはもっと多いことが調査により明らかにされている[小山09]．この調査は20代から40代の日本人男女におけるイラスト，漫画，小説といった創作活動に関与に関するアンケート調査である．これによると6.3%の人が現在定期的にイラストを描いており，漫画では同2.6%，小説では同4.7%である．これを人口比で考えると創作人口はかなり多いことがわかる．しかも作品をイベントで販売した経験のある割合，Webなどで公開したことがある割合はそれぞれ10%程度で，コミックマーケットやWebといったところで顕在化している作者だけでなく潜在的に多数の作者がいることがわかる．またオリジナル創作と二次創作の割合は漫画でおおよそ2:1，小説で3:1で，二次創作が無視できない量で存在することもわかる．このように少なくとも日本においては二次創作という形での協調的創造活動は大規模かつ一般的な現象になっている．

2.3 協調的創造活動のとしての初音ミク動画

協調的創造活動のとしての初音ミク動画を分析するには2つの理由がある．1つめはその動画創作コミュニティの多様性が興味深い点であり，2つめは創作活動のデータとしての可視性である．

初音ミクに関わる創作活動は，作詞作曲，調整（合成歌声の作成），イラスト作成，アニメーション作成，動画編集と多岐にわたる（4.2節参照）．これらは従来，異なる創作コミュニティに属する活動である．そのような活動をする人々が動画データの再利用という形で結びついて，一つの創作コミュニティを形成している．これは近未来の創造活動を先取りする先駆的現象であり，興味深いと考えている．また，二次創作が多段になっているというものの興味深い点である．単にオリジナルに対する二次的な作品という関係だけではなく，その二次的作品に対する二次的作品というような関係で作られる創作（N次創作[濱野08]）が多く出現している．これも近未来の創造活動のあり方の一つで興味深い現象である．

このような協調的創造活動は一般にはデータとして把握することは困難であるが，ニコニコ動画上の初音ミク動画に関しては例外的にデータとして把握可能である．これまで困難であった大きな理由は，一般に文化的な創作活動においてはたとえ実際に影響を受けたり利用したりする関係があったとしてもそれを明示化することはあまり一般的ではない．ましてや二次創作自体が違法である場合もあり，明示化は行われることは少なかった．と

ころが，ニコニコ動画上の初音ミク動画に関しては，習慣的にもシステムのにも関係を明示化するということが行われていた．このコミュニティにおいては動画作成者はすでにある動画のデータを利用した場合，その元動画に説明文で参照するというのがマナーとして定着していた．これは元動画作成者に対する尊敬の表明あると同時にコミュニティに所属していることの証でもある．このデータを収集することで暗黙的になりがちなコンテンツの利用関係を明示化することが可能である*3．

3. 関連研究

本研究の目的は創造活動とソーシャルネットワークとの関係を調べることである．大規模協調的創造活動における作者のインタラクションの分析に着目した報告はいくつかある．Wikipediaを対象としたものでは，Kitturらは作者の役割分担と記事の品質との関係について分析している[Kittur08]．CGMという多数の人が参加することで品質が上がると思われがちであるが，一方で統率をとる人が重要であるということを経験から明らかにした．SpinellisらはWikipediaの記事間のリンク構造から，他の記事の存在が新規記事の追加に与える影響について調べている[Spinellis08]．伊藤らは国内のWikipediaにおいて作者の編集順序関係からネットワークを作成し分析している[伊藤09]．ここでもKitturらと同じく，秀逸な記事には，ごく少数の中心的な作者と多数の軽微な修正を行う作者の存在があることが示されている．Tapscottは管理コストの抑制をピアリングの条件として上げたが，管理コストが0にならない以上，管理に長けた人物の存在が重要であることが伺える．

Wikipedia以外では，例えばAdamicらはYahoo Answersにおける質問者と回答者のソーシャルネットワークを分析すると共に，ネットワーク構造を用いて高評価される回答を発見する手法について考察している[Adamic08]．松尾らは国内最大規模のSNSであるmixiのソーシャルネットワークを分析し，メンバー間のネットワークの密度から求められるコミュニティの結合性という指標を用いて，コミュニティの特性について考察している[松尾07]．松村らは同じく国内最大規模の掲示板である2ちゃんねるの分析を行っている[松村04]．2ちゃんねるではパターン化された発言やアスキーアートをベースに様々なコンテンツが生み出されている．松村らは発言やアスキーアートなどの要素が互いにどのように影響を与えているかをモデル化している．

動画共有サイトにおける創造活動は，コンテンツのフォーマットや目的が定まっているWikipediaやQAサイト

*3 このような参照関係をシステムの埋め込むという試みもある．江渡らは3Dモデル作成環境Modulobe[江渡08]において，3Dモデルの各パーツにユニークIDを付与し，3Dモデルの引用を可能にすると同時にその引用関係を自動的に追跡・可視化できるようにした．

等と比較すると、インタラクションの自由度が高く、分析は難しい。動画共有サイトの分析に関する報告はいくつかなされているものの、投稿動画の数量やユーザと動画の関係ネットワークの分析にとどまっておらず、作者間のインタラクションには踏み込んでいない [Cheng 08, Halvey 07]。

本研究では、ソーシャルネットワーク分析を適用し、動画共有サイトにおける作者間のインタラクションの分析を行う。Web コンテンツにネットワーク分析を適用した事例では、人々間のインタラクションの構造を明らかにするという研究があるが [Matsuo 06]、我々のケースでは、異なるタイプの作者たちが自身のソーシャルネットワークを通してどのように互いに影響を与え新しいコンテンツを創造しているのかを調査する。ソーシャルネットワークには、作者間における引用関係（作品の一部流用）を用いる。引用関係を用いた分析は、学術的活動の展開を調査するにおける古典的なアプローチである [Small 73]。特に現在は膨大な量の文献情報が得られるため、多くの引用関係の分析や可視化がなされているが [Chen 01]、創造的活動に関する分析についての報告は多くない。

4. 分析対象

4.1 ニコニコ動画

ニコニコ動画は国内においてもっとも有名な動画共有サイトの一つである。2006 年 1 月にサービス開始し、2009 年 1 月の時点でユーザ数は 1100 万を数え、登録された動画数は 200 万本を超える。基本的なサービスは世界的に有名な動画共有サイトである YouTube とほぼ同じであるが、幾つかのユニークな機能を持ち、急速に多くのユーザを獲得した。もっとも特徴的なのは動画の上にコメントを重畳表示できる機能である。ユーザはコメントを動画再生中の任意の時間の（ある程度）任意の場所にコメントを表示することができ、ユーザはまるで多くの人々と同時に動画を見ているかのような感覚を味わえる（図 1）。一方で作者にとっては、視聴者がどのポイントに特に興味を持ってくれたかを知ることができる。

ニコニコ動画において、人気カテゴリーの一つが MAD 動画と呼ばれるものであった。これは動画における二次創作のスタイルの一つで、オリジナルのアニメ作品から動画や音楽を取ってきてつなぎ合わせることで新しい動画を作成するというものである。これは既存の動画や音楽や画像をマッシュアップして動画を作っているといえ、マッシュアップ型の動画作成ともいえる。ニコニコ動画の特徴により、MAD 動画の作者は互いに刺激しあいながら多くの動画を再びニコニコ動画にアップロードしている。

MAD 動画の多くは商用アニメ番組から多くのパーツを抽出して用いている。これは人気の番組を異なった視点で見られるという点で人々にとってメリットがあった



図 1 ニコニコ動画のスクリーンショット。この動画は初音ミクに関する動画でもっとも再生回数が多いもの。

といえるが、当然ながら著作権的な問題が残る。初音ミク動画では、多くの場合、商用コンテンツから素材をとってくるのではなく、コミュニティが作り出した動画から素材を得て、新しい動画が作られている^{*4}。初音ミクの登場は、この点において MAD 動画に新しい方向性を与えたといえる。

4.2 初音ミク

初音ミクは合成音声に歌を歌わせるソフトウェアである。エンジン部分は YAMAHA 株式会社により開発されたものであり、ユーザはコンピュータミュージックのように曲と歌詞を入力してソフトウェアをチューニングすることで歌唱付きの合成音を作り出すことができる。初音ミクは Vocaloid2 と呼ばれる合成音声ソフトウェアのバージョンであるが、興味深いのはそこにアニメキャラクターが当てられており擬人化されている点である。初期においてはすでにある曲を初音ミクに歌わせるということが行われたが、次第にオリジナル曲が歌われるようになった。

同時に、初音ミクのマスコット化も進んでいった。最初はたった一つの企業側で提供した初音ミクのイラストだけであった。しかし人々が新しい初音ミクのイラストを作成し投稿するようになり、さらにそれらオリジナルソングやイラストを用いて、ミュージシャンの PV のような動画の作成も行われた。

図 2 は初音ミクにおける協調的創造活動の例である。minato 氏がオリジナルソングとオリジナルのイラストで構成された動画 (sm2019245) をアップロードしている。しかし minato 氏が作成したのはオリジナルソングと初音ミクのチューニングのみで、イラストに関しては

*4 ソフトウェアの発売元であるクリプトン・フューチャー・メディアではパッケージのイラストの二次創作を含め、初音ミクに関する二次創作を積極的に認めることを宣言しており、これが初音ミク動画の増加を加速させた [INTERNET Watch 08]。

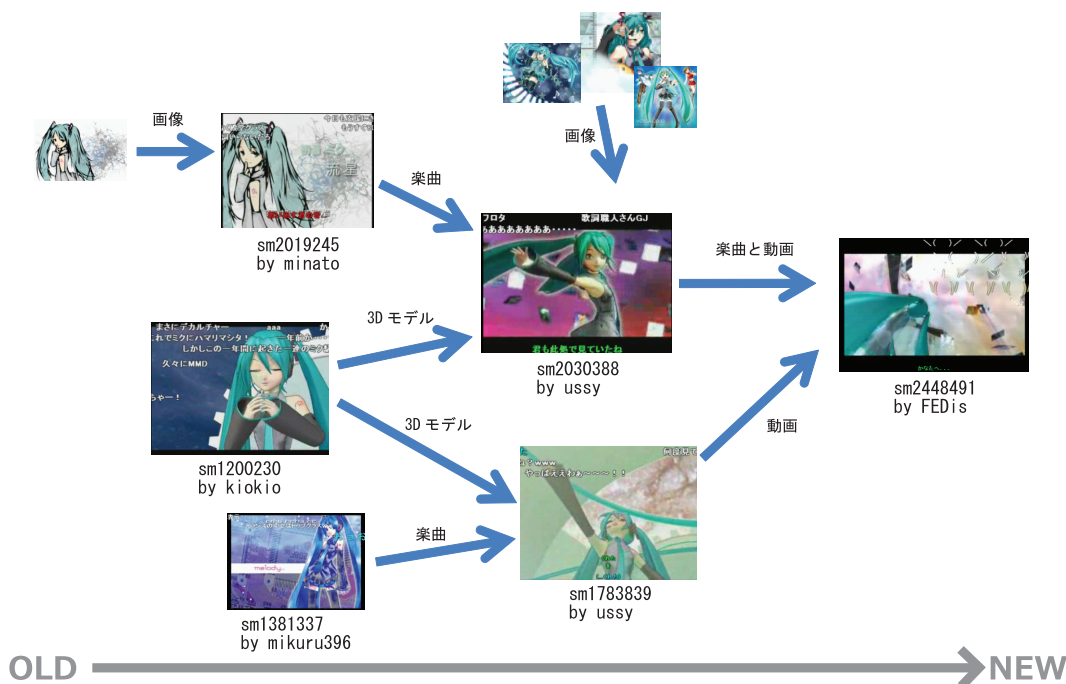


図2 ニコニコ動画における初音ミク動画の引用ネットワークの例。各画像は動画またはイラストを表しており、矢印が引用関係を示している。始点の動画の一部が、終点の動画に引用されている。矢印のラベルはどの部分を引用したかを示している。なお、動画の画像はいずれもニコニコ動画より、イラストの画像はいずれもクリプトン社が運営するコンテンツ共有サイト「ピアプロ (<http://piapro.jp/>)」より転載。

他の作者のものを借りてきている。

ussy氏は初音ミクのプロモーションムービーのような動画 (sm2030388, sm1783839) を作成している。この動画ではオリジナルソングと初音ミクの3Dモデルと多くのイラストが利用されており、それら全てが他の作者によるものである。この協調的創造活動はここで留まらず、FEDis氏はさらに新しい動画 (sm2448491: ussy氏が作成した動画の長編) を作成している。

これらの動画はMAD動画のマナーにしたがって作成されている。多くの動画は一部を借用すると同時に新しいコンテンツを付け加えることで、新しい作品としている。また、元のコンテンツの作者が極力わかるようにしている。このため多くの作者は他の作者から引用されることを歓迎しているようである。その結果として、多くの動画が協調的創造活動による作品として公開される。

初音ミクにおける協調的創造活動で興味深いのは、異なるタイプの創作活動が交わっている点である。例えばコンピュータミュージック分野のクリエイター、同人誌やイラスト分野のクリエイター、さらにはCGクリエイターなどである。大半はアマチュアであるが、中にはプロフェSSIONナルの人もある。

我々は分析にあたり、初音ミクに関する創作活動を以下のように分類した。

- (a) 作曲: アマチュア作曲者は自身の歌をプロモーションする機会を望んでいるが、一般的にプロの歌手に歌ってもらうのは時間的にも金銭的にも困難である。しかし現在は、コンピュータミュージックのような感覚で、自身の歌を歌唱してもらうことが可

能である。これがアマチュア作曲者がオリジナルソングを初音ミクに歌わせて公開するのを促した。

- (b) 調整: 初音ミクに自然に聞こえるような声で歌わせるのは容易ではない。初音ミクをチューニングする確かな技術が必要となる。そのため、楽譜や歌詞を入れてボーカロイド用のデータに変換しただけで投稿しているケースもある。しかし一方でチューニングはより良い曲を作るという楽しみを伴う作業でもあり、作者の中には互いにチューニングの腕を競い合うかのように作品を公開しているケースもある。「調整」という言葉からは主に後者が想起されるが、本研究では既存の楽曲をボーカロイド用コンテンツとして変換しただけの前者のケースも調整というカテゴリに入れる。これは前者も後者も、初音ミクにある楽曲を歌わせることに動画の(コミュニティ内における)オリジナリティがあるという点で同一であると判断したためである。
- (c) 作画: 初音ミクのイメージ図は典型的なアニメキャラクターであり、アニメファンの興味を惹きつけた。彼らは自分自身でお気に入りのキャラクターを描き、様々な情景や表情の初音ミクイラストを作成し、さらにはアニメーションを投稿するものも現れた。
- (d) 編集: 初音ミク動画は膨大にある。中にはお気に入りのものを集めたりサマライズしてランキング付けした動画を投稿している作者もいる。本研究では、このような他の作者が作った動画を、あるテーマにもとづいてまとめて新しい動画にしているケースを

編集と呼ぶ。

5. データセット

5.1 収集したデータ

「初音ミク」というタグのついた動画 26,709 本 (2008 年 5 月 31 日時点) のうち、再生回数が 3000 回以上の動画 7,138 本のデータを収集した。動画データの収集は 2008 年 6 月 1 日から 6 月 5 日にかけて行った。収集した動画 7,138 本に対し、ユニークな投稿者は 2,911 人であった。なお、ニコニコ動画では動画の作者と投稿者が異なることがあるが、本分析では投稿者 = 作者として扱う。そのため以下では投稿者のことも含めて「作者」と呼ぶ。

5.2 創造活動カテゴリの分類

4.2 節にて述べた 4 つの創作活動のカテゴリに従い、収集したデータを分類する。カテゴリは作曲、調整、作画、編集の 4 つであるが、編集は他の 3 種類と異なりメタ的な位置づけになるため、特に作曲、調整、作画のデータのみを用意する。

動画につけられたタグには「これはすごい」「ゲーム音楽」といった、評価や作品カテゴリなどを示すタグだけでなく、「オリジナル曲」「歌ってみた」「踊らしてみた」など、作者がどういったことをやったのかを示すタグがついていることが多い。これを利用することで、作者の創作カテゴリを推定できると考えられる。

そこで、人手で分類用のタグを用意した。まずタグ付け動画数の多い上位 50 個のタグを人手で確認し、分類に寄与すると思われるタグを見つけた。次にそのタグと共起確率が高く、かつ、タグ付け動画数の多いタグから、同じく分類に寄与すると思われるタグを見つけた。このようにして人手により合計 24 個のタグを用意した。得られたタグの一部を表 1 に示す。

表 1 のいずれかのタグがつけられている場合、その動画は対応する創作カテゴリに該当すると考える。なお、複数の創作カテゴリを持つ動画も存在する。作者の創作カテゴリは、自身が作った動画の創作カテゴリをそのまま継承する。なお、作者によっては異なる創作カテゴリをもつ複数の動画を作ることや、複数の創作カテゴリを持つ動画を作る場合もある。いずれの場合も作者は複数の創作カテゴリをもつとすることで対応する。基本となる 3 種類にそれぞれの組み合わせを含めると合計 7 種類の創作カテゴリができる。

なお、今回対象とするのは作曲、調整、作画であるため、人手で確認して編集に該当すると判断された 179 本の動画については、事前に取り除いた。このような手順で行った分類では、やはり分類に失敗してしまう作者も現れる。被リンク数の多い上位 70 人の作者を確認したところ、8 人が適切なタグが見あたらず未分類に、2 名

表 1 動画の分類に用いたタグの例

創作カテゴリ	分類に用いたタグ
作曲	ミクオリジナル曲
作画	描いてみた、踊ってみた、 初音ミク 3D 化計画、など全 12 個
調整	歌わせてみた、神調教、 アレンジ曲、など全 10 個

が誤って他のカテゴリに分類されていた。影響が大きいと思われる被リンク数の多い作者 (今回は被リンク数 20 件以上とした) に対しては、人手で分類を行うことで対応した。

5.3 引用関係ネットワークの作成

動画には投稿者が付けたタイトルと説明文がある。他の動画からデータを引用した場合には、その元データを持つ動画へのハイパーリンクが説明文にしばしば書かれている。これを辿ることで引用関係のネットワークを作成することができる。分析対象とする動画から引用関係を抽出したところ、他の動画へのハイパーリンクが説明文に書かれている動画は 4,845 個あり、得られた動画間リンクの数は 12,507 本であった。

動画 A から動画 B に引用があった場合、それぞれの作者の間にも引用関係が成立すると考えると、動画間のリンクを元にして作者間のリンクを作成することができる。このようにして得られた作者間ネットワークのノード数 (ネットワークに含まれる作者数) は 1,362、作者間リンク数は 2,270 本であった。以後はこのネットワークを作者のソーシャルネットワークとして扱う。

6. ネットワーク構造と創作活動カテゴリに関する分析

6.1 ネットワークの構造

動画間の引用関係ネットワークを図示したのが図 3 である。中心に二つ、多くのリンクを集めている動画があることがわかる。左は「【初音ミク】みくみくにしてあげる【してやんよ】^{*5}」という動画で、いくつかある初期のオリジナル曲の中でも特にヒットしたものであり、初音ミクにオリジナル曲を歌わせるという流れを作った動画である。右は「VOCALOID2 初音ミクに「Ievan Polkka」を歌わせてみた^{*6}」という動画で、曲は既存の音楽を用いているが、初音ミクにネギを持たせた最初の動画であり、初音ミクのキャラクター化を大きく牽引した動画である。

表 2 は被リンク数の多い動画である。創作カテゴリは、4.2 節で述べた 4 つのカテゴリのいずれに該当するかを人手で確認してつけたものである。編集をのぞく全ての

*5 <http://www.nicovideo.jp/watch/sm1097445>

*6 <http://www.nicovideo.jp/watch/sm982882>

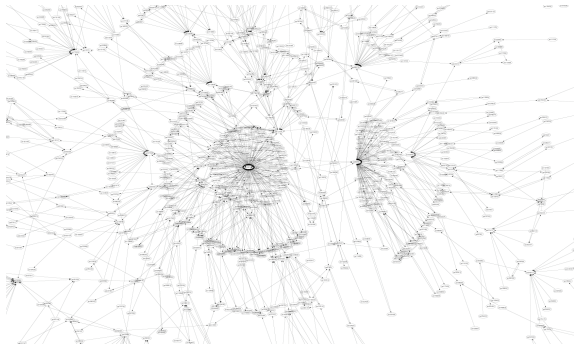


図3 動画の引用関係ネットワーク(一部).

表2 被リンク数が多い動画

順位	被リンク数	投稿日	創作カテゴリ
1	237	2007/09/20	作曲
2	124	2007/09/04	調整&作画
3	93	2008/02/34	作画
4	74	2007/12/07	作曲
5	55	2007/09/13	作曲

カテゴリが上位に入っている. また, 被リンク数の多い動画は再生回数も多い傾向にあった. 被リンク数と再生回数の相関係数は0.81であった. 視聴者に人気の動画は他の作者からの引用においても人気であるという傾向は, 消費者と作者が一緒である UGC(User Generated Content)らしい特徴といえる.

6.2 カテゴリ間の関係

表3は各カテゴリに属する作者の人数と, その作者の平均被リンク数を示したものである. そして図4は各カテゴリ間の関係である. 矢印上の数字は各カテゴリに属している作者の間のリンク数を示している.

これらの結果から作曲が特に多くのリンクを集めていることがわかる. 一方で, 作画は多くの作者がいるにも関わらず, 被リンク数は少ないことがわかる. このことから, 作曲が創作活動を誘発するのに大きく影響したことがわかる. 同時に, 作画が参加者の裾野を広げていることも伺える.

表3 創作カテゴリごとの作者数

創作活動カテゴリ	作者数	被リンク数の総和
作曲	111	589
作画	346	487
調整	254	263
作曲&調整	49	351
作曲&作画	15	21
調整&作画	33	176
作曲&作画&調整	11	36
分類不能	543	347
合計	1,362	2,270

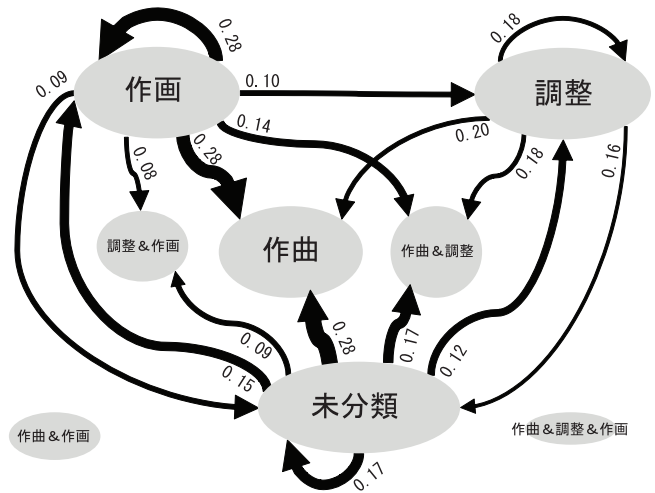


図4 創作活動カテゴリ間の引用関係. ノードがカテゴリ, リンクが各カテゴリに属する作者間での引用関係を示している. ノードの大きさが属する作者の数, リンクの太さが作者間の引用関係の数を示している. リンクの横の数字は引用関係の数を引用元カテゴリの引用関係の総数で割ったもの. カテゴリ間の引用関係の数が50以下の場合にはリンクを表示していないため, 全てのリンクの数字を足しても1.0にはならない.

6.3 作者のコミュニティ

前節では作者ネットワーク全体におけるカテゴリ間の関係を分析したが, 本節ではネットワーク内にあるコミュニティに着目して分析する. ここでいう作者のコミュニティとは, 作者ネットワークの中でリンクが密な集団を指す. コミュニティの発見は, 作者ネットワークに Newman クラスタリング [Newman 04] を適用することで行う.

Newman クラスタリングは, モジュラリティ(Q値)という評価指標が最大になるようにクラスタを統合していくことで高速にクラスタリングを行う手法である. Q値はクラスタ間を横断するリンクの割合が少ないほど高い値を取る. つまりQ値を最大化するということは, 外部に対してリンクをあまり持たず, 内部で多くのリンクをもつようなクラスタを発見することである. Newman クラスタリングはソーシャルネットワーク内のコミュニティ抽出を目的としたものであり, その速度とクラスタリング性能から, 本研究の目的に適していると判断した.

作者ネットワークは一つの巨大なコンポーネントと, 多数の小さなコンポーネントによって構成されている*7. そこで今回の分析にあたっては, 作者ネットワークの最大コンポーネント(ノード数1227)に対して Newman クラスタリングを適用した. 結果, 24個のクラスタ(コミュニティ)が得られた.

表4は得られた24個のクラスタのうち, 上位10個のクラスタのサイズ(含まれている作者の数), 次数中心性,

*7 ここでいうコンポーネントとは, 任意の2つのノード間においてリンクをたどっていくことで互いに到達可能なノード集合を指す. 有向グラフの場合, リンクの向きに従っても相互に到達可能であるものを strong component, 向きを無視した場合に到達可能であるものを weak component と呼ぶ [Scott 91] が, ここでは weakcomponent をコンポーネントと呼ぶ.

表 4 上位 10 個のクラスタ

#	サイズ	次数中心性 ($\times 10^{-3}$)	中心人物の カテゴリ	多数派の カテゴリ
1	161	4.293	作曲	作画
2	144	0.080	-	作画
3	118	5.257	作画&調整	作画, 調整
4	95	1.868	-	作画
5	91	5.897	作画	作画
6	90	7.055	作曲&調整	調整
7	79	5.164	作曲	調整
8	56	3.012	-	調整, 調整&作画
9	55	6.923	作曲&調整	調整
10	51	4.000	-	作画

中心人物の創作カテゴリ, 属する作者の数をもっとも多かった創作カテゴリ(表中では「多数派のカテゴリ」)を示している. 次数中心性 [Freeman 78] とは, ネットワーク構造がどれだけ中心的(ある特定のノードにリンクが集中している)かを示す指標であり, 値が高いほどより中心的なノードにリンクが偏った構造をしていることを示している. 中心人物のカテゴリは, 中心人物の創作カテゴリを示している. 今回はクラスタ内でリンク数が最も多く, かつ, クラスタ内の全リンク数の 1 割以上を占めている作者を中心人物とした.

クラスタはその構造から大きく 2 種類に分けられる. クラスタ 1, 3, 5 と 6 は, 多くのリンクを集める中心的な作者が一人存在する. 一方でクラスタ 2 と 4 はそのような作者はおらず, 幾つかのリンクを集める数人が存在する形になっている(図 5). 中心人物のカテゴリは作曲または作曲&調整が多い. 初音ミクにおいて作曲という創作カテゴリを含んでいる人が, inspire される人を増やす, つまり創作活動の牽引役となっていると考えられる. しかし一方で, 作画を中心としたコミュニティが成立している点も興味深い. 作画を中心としたコミュニティによってキャラクタ化や 3D モデル作成環境の充実化がなされたことも, 重要な役割を果たしていたと考えられる.

表 5 は各クラスタの頻出タグと, クラスタに属する作者らが持つタグに対する二乗値である. 二乗値が高いほど, 全体から見て偏ったタグの持ち方をしていることを示している. 二乗値と表 4 で示した次数中心性との相関係数は 0.63 と, 強い正相関が見られた. 中心性の強いコミュニティほど共通の他にはないタグが共有されていることがわかる.

7. ネットワークモチーフを用いた分析

本節ではネットワークモチーフを用いて, 今回扱った初音ミク動画の作者ネットワークと他のソーシャルネットワークとの比較を行う. ネットワークモチーフとはネットワーク中の小さなパターン(モチーフ)に着目することでネットワークのダイナミクスを分析しようとする手

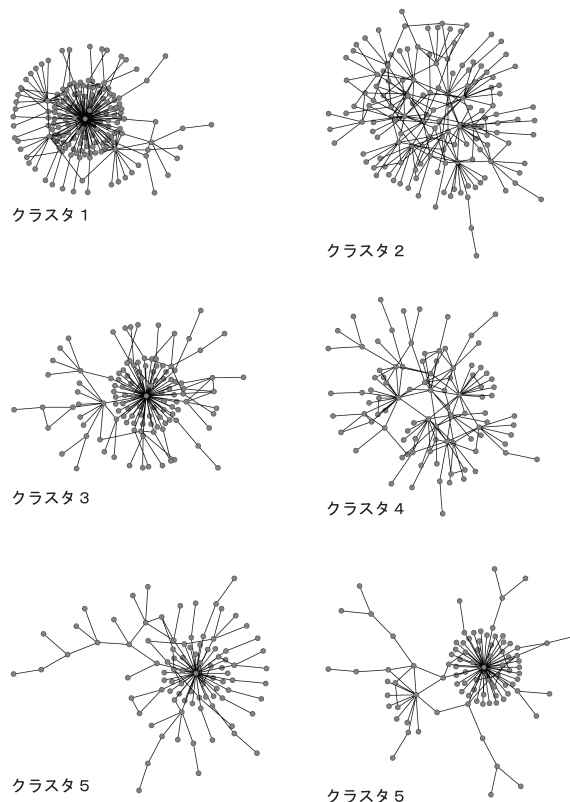


図 5 各クラスタ内のネットワーク構造. 次数中心性の低いクラスタ 2 と 4 は, 中心的なノードが存在しない.

法である [Milo 02].

ネットワークモチーフ分析ではネットワーク中の少数のノードで構成されるモチーフを数え上げ, 同じノード数およびエッジ数のランダムネットワークと Z スコアを用いて比較することで, そのネットワークの統計的な特徴量を求める. Z スコアは各モチーフごとに $Z = \frac{N_{real} - \mu_{N_{rand}}}{\sigma_{N_{rand}}}$ で求められ, p 値(有意確率)により有意性を検定できる.

モチーフにはノード数やリンクの向きの有無などで様々な種類が存在するが, ここでは孤立ノードを含まない 3 つのノードと有向グラフから構成される 13 種類のモチーフを利用する. なお, 今回の分析にあたっては FANMOD を用いた [Wernicke 06].

動画作者のネットワークに適用した結果が図 6 である. 横軸が各モチーフ, 縦軸が特徴量(正規化された Z スコア)である. 縦軸で高い値をとっているパターンが, このネットワークにおいて特徴的なパターンであることを示している. 動画作者ネットワーク(niconico)は, 140 番と 238 番の値がない. 140 番は動画作者ネットワーク中に一度も出現しなかったため, 238 番はランダムネットワーク中に十分な数が出現しなかったため Z スコアが求められなかったケースである. その他のモチーフの Z スコアは, いずれも有意水準 5% で有意であったものである. その他のグラフ yahoo, prison はそれぞれ [Adamic 08] と Yahoo Answers ネットワーク, [Milo 04] の囚人ネットワークを示す.

表5 各クラスターの頻出タグと 二乗値

#	χ^2	出現頻度の高いタグ
1	2130.5	みくみくにしてあげる (91), 歌ってみた (25), ネギ踊り (17), ゲーム (17)
2	1747.3	ミクオリジナル曲 (22), KAITO (16), VOCALOID 殿堂入り (16), MEIKO (16)
3	1921.0	はちゅねミク (23), ロイツマ (21), 歌ってみた (20)
4	1857.7	ミクオリジナル曲 (28), VOCALOID-PV (17), 鏡音リン (16), 初音ミク名曲リンク (16)
5	2799.9	VOCALOID3D 化計画 (63), MikuMikuDance (55), 踊ってみた (46)
6	2333.7	メルト (50), ハジメテノオト (14), (13)
7	1942.8	デッドボール P (14), OSTER_project (14), 演奏してみた (10), VOCALOID-PV (10)
8	1797.1	KAITO (11), ゲーム (10), ミクオリジナル曲 (10)
9	2079.6	コンビニ (12), 歌ってみた (11), その恋、温めますか? (10), 初音ミクの暴走 (10)
10	1761.1	VOCALOID3D 化計画 (14), 鏡音リン (12), KAITO (12), MEIKO (12)

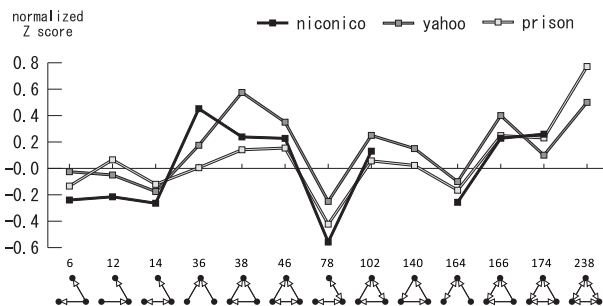


図6 3つのソーシャルネットワークのネットワークモチーフ. 各ネットワークの内訳は以下のとおり (N はノード数, E はエッジ数を示す): (i) ニニコ動画における作者の引用関係ネットワーク (niconico $N = 1,454, E = 2,339$). (ii) Yahoo Answers の Wrestling コミュニティにおけるユーザの質問・回答関係ネットワーク (yahoo $N = 9,959, E = 56,859$). (iii) 囚人の友人関係ネットワーク (prison $N = 67, E = 182$).

動画作者ネットワーク (niconico) について見てみると、一つのノードが他の二つから一方的に参照され、参照している二つのノード間には関係がないモチーフ (36番) がもっとも高い。同様に参照している二つのノード間の関係は異なるものの、一つのノードが他の二つから一方的に参照されているモチーフ (38番, 46番) も高い値をとっている。しかし一方で一つのノードが他の二つのノードと相互参照関係にあるというモチーフ (78番) は低く、一方的に参照される人気ノードが存在することを示していると考えられる。また他の特徴としては、前述の人気ノードと考えられるノードとその他の二つのノードとが相互参照関係を持つモチーフ (102番, 166番, 104番) が見られる。なお、238番は作者ネットワーク中にも出現しているモチーフであるが、ランダムネットワークで比較可能な出現回数を得られていないため特徴量が出せていない。これは作者ネットワークがノード数に対してエッジ数が極端に少ないネットワークのためである。スコアは得られていないが、ランダムネットワークではまったく出現しないが作者ネットワークでは出現しているので、238番のモチーフは作者ネットワークの特徴の一つであるといえる。

このような特徴は、作者ネットワーク特有なのか、それともソーシャルネットワーク全般にいえることなのだろうか。そこで他のソーシャルネットワークとの比較を行い、作者ネットワークの特徴を明らかにする。Miloらは囚人や組織の新人、学生らのソーシャルネットワークを、ネットワークモチーフで分析している [Milo 04]。AdamicらはQAサイトにおける質問者と回答者のネットワークを、ネットワークモチーフで分析している [Adamic 08]。いずれも人と人との関係を示すソーシャルネットワークではあるが、前者は実世界の交流をもとにしたネットワーク、後者はコミュニケーションをもとにしたネットワーク、そして我々のものは特殊なコラボレーションをもとにしたネットワークと、それぞれタイプは異なる。

三つを見比べると、46番, 166番, 102番, 238番といったモチーフが共通して高い値をとっているなど、全体的に似ている傾向がある。これらはソーシャルネットワーク全般にいえる特徴ではないかと考えられる。一方、その中で違いに目を向けると、Miloらのネットワークでは238番が、Adamicらのネットワークでは38番が、我々の作者ネットワークでは36番が特に特徴的であるといえる。

Miloらのネットワークは実世界のコミュニティをベースにしている。この場合、複数人で同時にコミュニケーションをとることが比較的簡単のため、一度のコミュニケーションで238番のモチーフが多数生まれると考えられる。一方、Adamicや我々のネットワークは質問に対する回答や作品の引用など基本的に1対1関係を元に行っているため、コミュニケーションの積み重ねでしか238番のようなネットワークにたどり着かない。その差が現れているのではないかと考えられる。

Adamicらは38番のモチーフについて、このような分析をしている。38番のモチーフでは、一つのノードが二つのノードに助けられている (質問に対し回答を受け取っている) が、助けた側のノードも、もう一方のノードに助けられている。これは、より高いレベルの専門性を持つ人が質問のレベルにかかわらず広く回答しているというオンラインコミュニティに見られる特徴である、と述

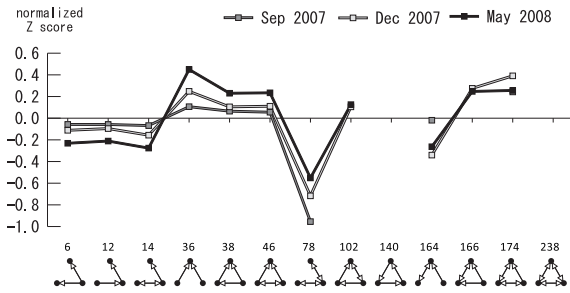


図7 時間分類でのネットワークモチーフの変化。各ネットワークのノード数およびエッジ数は以下のとおり：(i) Sep. 2007 ($N = 240, E = 296$). (ii) Dec. 2007 ($N = 976, E = 1,450$). (iii) May 2008 ($N = 1,454, E = 2,339$).

べている。

動画作者ネットワークにおいて特に顕著に現れる 36 番のノードは、少数の人気ノードが存在していることを示していると考えられる。また、その人気ノードとつながっているノード同士ではつながりが無いことを示している。これは初音ミク動画における作者のつながりが主に補完関係によるものであるためと考えられる。作曲を行う作者に対して調整を行う作者がつながった（作品を引用した）場合、調整を行ったもの同士は競合関係になるためつながりは発生しにくい。

動画作者ネットワークには、他のソーシャルネットワークで見られるようなモチーフの傾向があること、その中でも特徴的な傾向として人気ノードの存在があることがわかった。では、そのような傾向はネットワークの成長過程においてどのようにして獲得されたのだろうか。今後、このような傾向は先鋭化していくのか、それとも鈍化していくのだろうか。この点について調べるため、投稿時期を元に初期、中期、現在の三つの作者ネットワークを作成した。

図7はそれら三つのネットワークのネットワークモチーフの比較である。36 番や 38 番、46 番は時間が経つにつれより特徴量として顕著になっていることがわかる。このことから、これらの特徴は時間経過と共に強化されていく傾向にあることが伺える。唯一、現在よりも過去の方が高い値をとったのが中期のモチーフ 174 番である。爆発的に動画数および作者数が増えた初期に比べて中期は新規作者数も落ち着き、また、オリジナル曲など初音ミクというトピック内で関係したコンテンツが増加してきた頃であったため、作者間の関係は密になる傾向にあったのではないかと考えられる。しかし一方で、定期的に新規作者は増加し続け、ネットワーク自体は人気ノードを作る傾向にあるため、時が経つにつれ相対的に密な関係は特徴として弱くなってきたのではないかと考えられる。

8. ま と め

本論文では、動画共有サイト上で行われている大規模な共同創作活動について、ソーシャルネットワークという点から分析を行った。注目した共同創作活動においては、主に作曲、作画、調整、編集という 4 種類の創作活動が行われていた。作者間の引用関係ネットワークは、スパースではあるものの互いにつながって大きなクラスタを一つ形成していた。そのクラスタ内でも、ある特定の人物を中心に集まっているところもあれば、散り散りであるところもあった。そしてそのような構造から、作曲が創作活動において牽引力を持っていること、作画がその間口を広げることに貢献していることが伺えた。また、ネットワークモチーフを用いた分析から、他のネットワークとの比較して中心的なノードが現れやすいこと、その傾向は時間経過と共に強くなることがわかった。

Wikipedia においても優れた記事を協調的創造活動に生み出す背景には、中心的人物の存在があることが示唆されていたが、初音ミク動画に見られる協調的創造活動においても中心的人物の存在があることが示された。また、それが創作カテゴリとも関係していることがわかった。一方で興味深いのは、特定の創作カテゴリの人のみが中心的人物となるわけではない点である。このような傾向が、単に初音ミク動画独特の傾向なのか、それとも協調的創造活動を盛り上げる重要な要因なのか、これについては他のデータセットとの比較分析が必要である。

今回のこの「初音ミク」を中心とした協調的創造活動を分析したが、我々はこのような協調的創造活動は特異なものではないと思っている。「初音ミク」はたまたま素材のインパクトや改造のし易さ、著作権問題といった条件がそろっていたということであろう。インターネットが社会のインフラとなった今、むしろ、こういった協調的創造的活動は創作の重要な実現方法となっていくと思われる。そしてそのインタラクションを分析することは、コンテンツ共有プラットフォームの構築および管理にとって重要であると考えられる。

謝 辞

ニコニコ動画を作ったニワンゴ、初音ミクを作ったクリプトンフューチャーメディア、また、それらのコミュニティを支える皆様に心より感謝いたします。なお、本研究の一部は科研費（20700146）の助成を受けたものです。ここに謝意を表します。

◇ 参 考 文 献 ◇

- [Adamic 08] Adamic, L. A., Zhang, J., Bakshy, E., and Ackerman, M. S.: Knowledge Sharing and Yahoo Answers: Everyone Knows Something, in *Proceedings of the 17th International World Wide Web Conference (WWW2008)* (2008)
- [Chen 01] Chen, C. and Paul, R. J.: Visualizing a Knowledge Domain's Intellectual Structure, *Computer*, Vol. 34, No. 3, pp. 65-71

(2001)

[Cheng 08] Cheng, X., Dale, C., and Liu, J.: Statistics and Social Network of YouTube Videos, in *Proceedings of the 16th International Workshop on Quality of Service (IWQoS2008)*, pp. 229–238 (2008)

[江渡 08] 江渡 浩一郎, 渡辺 訓章, 川崎 禎紀, 濱崎 雅弘, 西村 拓一: Modulobe: 多数のモジュールによる動く表現物の創造と共有環境, *情報処理学会論文誌*, Vol. 49, pp. 3942–3953 (2008)

[Fischer 00] Fischer, G.: Symmetry of Ignorance, Social Creativity, and Meta-Design, *Knowledge-Based Systems Journal*, Vol. 13, No. 7-8, pp. 527–537 (2000)

[Freeman 78] Freeman, L. C.: Centrality in Social Networks Conceptual Clarification, *Social Networks*, Vol. 1, pp. 215–239 (1978)

[Halvey 07] Halvey, M. J. and Keane, M. T.: Exploring social dynamics in online media sharing, in *Proceedings of the 16th International World Wide Web Conference (WWW2007)* (2007)

[濱野 08] 濱野 智史: アーキテクチャの生態系 - 情報環境はいかに設計されてきたか, NTT 出版 (2008)

[INTERNET Watch 08] INTERNET Watch, 「初音ミクの著作権ってどうなの?」販売元のクリプトン伊藤社長が講演 (2008), <http://internet.watch.impress.co.jp/cda/event/2008/03/18/18840.html>

[伊藤 09] 伊藤 諭志, 伊藤 貴一, 熊坂 賢次, 井庭 崇: マスコラボレーションにおけるコンテンツ形成プロセスの分析, 第 20 回セマンティックウェブとオントロジー研究会 (2009)

[Kittur 08] Kittur, A. and Kraut, R. E.: Harnessing the wisdom of crowds in Wikipedia: quality through coordination, in *Proceedings of the ACM 2008 Conference on Computer Supported Cooperative Work (CSCW '08)*, pp. 37–46, New York, NY, USA (2008), ACM

[小山 09] 小山 友介: 「作品『で』楽しむ」コンテンツ創作の厚み, KDDI 総研 R&A (2009), <http://www.kddi-ri.jp/pdf/KDDI-RA-200904-02-PRT.pdf>

[松村 04] 松村 真宏, 三浦 麻子, 柴内 康文, 大澤 幸生, 石塚 満: 2ちゃんねるが盛り上がるダイナミズム, *情報処理学会*, Vol. 45, pp. 1053–1061 (2004)

[Matsuo 06] Matsuo, Y., Mori, J., Hamasaki, M., Takeda, H., Nishimura, T., Hashida, K., and Ishizuka, M.: Polyphonet: An advanced social network extraction system, in *Proceedings of the 15th International World Wide Web Conference (WWW2006)* (2006)

[松尾 07] 松尾 豊, 安田 雪: SNS における関係形成原理 - mixi のデータ分析 -, *人工知能学会論文誌*, Vol. 22, pp. 531–541 (2007)

[Milo 02] Milo, R., Itzkovitz, S., Kashtan, N., Chklovskii, D., and Alon, U.: Network Motifs: Simple Building Blocks of Complex Networks, *Science*, Vol. 298, No. 5594, pp. 824–827 (2002)

[Milo 04] Milo, R., Itzkovitz, S., Kashtan, N., Levitt, R., Shen-Orr, S., Ayzenshtat, I., Sheffer, M., and Alon, U.: Superfamilies of Evolved and Designed Networks, *Science*, Vol. 303, No. 5663, pp. 1538–1542 (2004)

[Newman 04] Newman, M.: Fast algorithm for detecting community structure in networks, *Physical Review E*, Vol. 69, (2004)

[Scott 91] Scott, J.: *Social Network Analysis*, SAGE Publications (1991)

[霜月 08] 霜月 たかなか: コミックマーケット創世記 (2008), <http://www.comiket.co.jp/info-a/WhatIsJpn080225.pdf>

[Small 73] Small, H.: Co-citation in the scientific literature: A new measure of the relationship between two documents, *Journal of the American Society of Information Science*, Vol. 24, pp. 265–269 (1973)

[Spinellis 08] Spinellis, D. and Louridas, P.: The Collaborative Organization of Knowledge, *Communication of ACM*, Vol. 51, No. 8 (2008)

[Tapscoth 07] Tapscoth, D. and Williams, A. D.: ウィキノミクス マスコラレーションによる開発・生産の世紀へ, 日経 BP 社 (2007)

[Wernicke 06] Wernicke, S. and Rasche, F.: FANMOD: a tool for fast network motif detection, *Bioinformatics*, Vol. 22, No. 9 (2006)

[山田 02] 山田 奨治: 日本文化の模倣と創造, 角川書店 (2002)

〔担当委員: 庄司 裕子〕

2009 年 5 月 1 日 受理

著者紹介

濱崎 雅弘(正会員)

2000 年同志社大学工学部知識工学科卒業。2002 年奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科博士前期課程修了。2005 年総合研究大学院大学数物科学研究科博士後期課程修了。博士(情報学)。同年より、産業技術総合研究所情報技術研究部門勤務。情報推薦やオンラインコミュニティの研究に従事。人のネットワークを活用した情報システムに興味がある。ACM, AAAI, 各会員。

武田 英明(正会員)

1991 年東京大学大学院工学系研究科博士課程修了。1993 年 4 月奈良先端科学技術大学院大学助手, 1995 年 4 月同助教授。2000 年 4 月国立情報学研究所助教授, 2003 年 5 月同教授, 現在に至る。同研究所学術コンテンツサービス研究開発センター長(兼任), 東京大学人工物工学研究センター教授(兼務)。人工知能, 特に知識共有, オントロジー, ネットワークコミュニティなどの研究に従事。AAAI, 電子情報通信学会, 情報処理学会など各会員。

西村 拓一(正会員)

1992 年東京大学工学系大学院修士(計測工学)課程修了。同年, NKK(株)入社。X 線, 音響・振動制御関係の研究開発に従事。1995 年技術研究組合新情報処理開発機構つくば研究センタに向。2001 年独立行政法人産業技術総合研究所サイバーアシスト研究センターに所属, 2005 年同情報技術研究部門に所属, 2009 年 NEC に出向、現在に至る。博士(工学)。時系列データ検索・認識, 実世界情報支援に興味を持つ。電子情報通信学会, 情報処理学会, ヒューマンインタフェース学会各会員。