

ネット掲示板の議論の盛り上がりと参照関係の可視化

塩澤 秀和^{†1} 中山 博文^{†1}

本論文では、ネット掲示板の議論の盛り上がりとメッセージの参照関係をインタラクティブに可視化する手法を提案し、さらに「2ちゃんねる」を対象として試作したソフトウェアと、実際に可視化を適用したことで見えてきたネット掲示板の議論のタイプと傾向について考察する。本手法では基本的に、横軸を時間とする積メッセージ数の折れ線グラフによって議論の盛り上がり可視化する。そしての同一グラフ上にメッセージの参照関係を可視化するために、Thread Arcs の手法を応用し、返信先と返信元を結ぶ半円の弧を描画する。さらに各メッセージをそのバイト数に応じた長さでプロットすることで、ユーザに情報量の目安を示す。

Visualizing Liveliness of Discussion and Reference Relations on Online Discussion Boards

HIDEKAZU SHIOZAWA^{†1} and HIROFUMI NAKAYAMA^{†1}

This paper proposes a new technique to interactively visualize liveliness of discussion and reference relations of messages on online discussion boards, and describes the prototype software that visualizes liveliness of a discussion thread on Ni-channel, the Japan's largest online discussion site. The visualization is basically a line graph which horizontal and vertical axes represent time and the number of posted messages respectively. To show reference relations on the same graph, our visualization utilizes the technique of Thread Arcs that shows message references as semicircle arcs connecting replied and replying ones. Furthermore users to know length of each message, messages are plotted as small bar graphs on the same line graph.

1. はじめに

インターネットにおける掲示板サイトは日本においては特に盛んであり、日々膨大な情報がやり取りされている。このようなネット掲示板では玉石混交の情報が飛び交っているが、多くの人が議論に参加し議論が盛り上がっている状態には、何らかの価値のある情報が含まれている可能性が高いと考えられる。しかし、議論の盛り上がっている状態だけを探し出そうとしても、通常の掲示板ではメッセージを最初から順番に読んでいくインタフェースしか提供されていない。

そこで、本研究では、ネット掲示板における議論の盛り上がりとメッセージの参照関係をインタラクティブに可視化する手法を提案し、日本最大(おそらく世界最大)の掲示板サイトである「2ちゃんねる」¹⁾を対象としたソフトウェアを試作した。なお、議論の「盛り上がり」にはいろいろな側面があるが、本研究ではおおむね「単位時間当たりのメッセージ投稿数」と同じ意味で用い、メッセージ間の参照(返信)関係の多

さなどを参考データとして扱う。

2ちゃんねるはさまざまな話題を扱う多数のWeb掲示板の集合であり、各掲示板には議論のテーマごとにユーザが「スレッド」を作ることができる。各スレッドにはユーザから投稿されたメッセージ(「レス」)が、1から最大1000までシーケンシャルに表示される。掲示板のなかのスレッドの表示順序は、最新の投稿が行われたスレッドが最上位に浮上することによって決まるが「sage」(下げ)コマンドによってユーザはスレッドを浮上させないで投稿することも可能である。

また、2ちゃんねるの特徴としてユーザ登録が不要な匿名性がある。実際ほとんどの投稿は匿名^{*1}(「名無しさん」)によって行われているが、近年その弊害を軽減するため、各メッセージに「ID」という一見無作為な文字列が付加される掲示板が多い。このIDは、接続元IPアドレスと日付から一方向ハッシュ関数によって算出される文字列であり、同じ接続元から投稿し続けていればその日のうちは同一のものになる。

^{†1} 玉川大学工学部(中山は2008年3月卒業)
Faculty of Engineering, Tamagawa University

*1 サーバに接続記録が保存されるので完全な匿名ではない。

2. 関連研究

2.1 ネット掲示板の議論の分析

ネット掲示板の盛り上がりについては、2ちゃんねるのログを分析した松村らの研究²⁾がある。彼らは2ちゃんねるの全掲示板からデータを収集し、含まれる各スレッドの特徴を以下のC (Contents), A (Activity), I (Interactions), S (Speed), V (Vocabulary), AA (ASCII Art), N (Nameless), ABONの8つの指標によって定量化することを提案した。

- (C) 1メッセージあたりの平均バイト数
(ただし、下記AAおよびVを除く)
- (A) 1スレッドあたりの平均メッセージ数
- (I) 1メッセージあたりの平均返信数
- (S) 1日あたりの平均メッセージ数
- (V) 2ちゃんねる語の割合(バイト数比)
- (AA) アスキーアート(文字絵)の割合(同上)
- (N) 名無し(匿名投稿)メッセージ数の割合
- (ABON) 管理人に削除されたメッセージ数の割合

彼らはこれらの指標を掲示板が属するカテゴリごとに集計することにより、各カテゴリの大まかな傾向を示している。さらに、各カテゴリにおけるこれらの指標の関係を考察し、共分散構造分析の手法を用いて2ちゃんねる全体の議論の傾向を「議論発散傾向」(A, Sが大)、「議論深化傾向」(C, Iが大)、「定型的表現傾向」(V, AAが大)の3つの傾向の因果関係で示す統計的なモデルを示した。

また、松村らは、Yahoo!掲示板³⁾の盛り上がりについても統計的な分析⁴⁾を行っている。Yahoo!掲示板はユーザ登録型の掲示板であるため、ユーザ間の議論の応答関係とその影響をユーザ間の重みつき有効グラフを用いて分析する手法が提案されている。それによれば、Yahoo!掲示板の議論はユーザの役割に着目して、「リーダー主導型コミュニケーション」、「リーダー・追従者協働型コミュニケーション」、「追従者主導型コミュニケーション」の3タイプに分類できるという。

これらの研究は、ネット掲示板の数多くのスレッドをいくつかの特徴量で定量化することにより、マクロな視点からユーザの集団的行動の傾向を探るものであり、群集心理・社会学等の分野における意義は非常に大きい。しかしながら、ネット掲示板を利用する一般ユーザに直接的に役立てようとするものではない。

2.2 時系列的な盛り上がりの分析

ユーザの立場では、多くのメッセージが投稿され、新鮮な情報が豊富で活発な議論が行われている掲示板ほど、読む価値のある可能性が高いだろう。2ちゃん

ねるでは、スレッドの議論の盛り上がりは、しばしば「勢い」や「伸び」と表現される^{*1}。これらの言葉は、おおむね単位時間当たりの投稿数(「伸び」は最終的な総投稿数を含む)を示すと考えられる。

このような「盛り上がっている」スレッドを知りたいというユーザのニーズに応じて、掲示板用のソフトウェア^{5),6)}や掲示板の記事紹介サイト^{7),8)}のなかには、「勢い」や「投稿時速」などの表現で、掲示板の各スレッドの一定時間当たりの投稿数を表示したり、そのランキングを示したりしているものがある。

さらに、その変化を時間軸上に可視化するソフトウェアとしてV2C⁹⁾がある。V2Cは、横軸を時間、縦軸をメッセージ番号(累積メッセージ数)として、スレッドを折れ線グラフでプロットする。よって、グラフの傾きが単位時間あたりのメッセージ数(スレッドの「勢い」)を表す。

松村らは、文献2)の研究を発展させ、投稿間隔率(メッセージ間の投稿間隔)、インタラクション率(1メッセージあたりの返信数)、名無し率(名無しによる投稿数の割合)、2ちゃんねる語率(スレッドのバイト数に占めるジャーゴンの割合)、アスキーアート率(文字絵によく使われる特定文字の割合)、新規投稿率(新出名詞の割合)の6つの新しい指標を用いて、2ちゃんねるのスレッドに対して時系列的な盛り上がりの分析¹⁰⁾を試みている。

2.3 議論構造の可視化

ネットワーク上の文字コミュニケーションに対して従来から利用・研究されているものに議論構造の可視化がある。多くのネットニュース用ソフトウェアや電子メールソフトウェアでは、関連する議論をメッセージに含まれる件名(Subject:)やReference:ヘッダによってまとめる機能があり、さらにメッセージの関係をツリー型に表示することが可能である。個別メッセージ型のネットニュースでは、盛り上がった議論は複雑なツリー構造を構成する。

また、CSCWでは古くから可視化インタフェースを備えた議論システムが提案されており¹²⁾、そのようなシステムでは議論構造を分析し可視化するのに適した投稿フォーマットを用いているものが多い。松村らも掲示板の議論の構造を分析し可視化する研究¹¹⁾を行っている。これらの議論構造の可視化の多くは、枝分けられたり合流したりする議論の流れを2次元平面上の有向グラフによって図示する。

*1 さらに、スレッドが非常に盛り上がり、盛り上がることでそれ自体が目的化したような状態は、俗に「祭り」と呼ばれる。

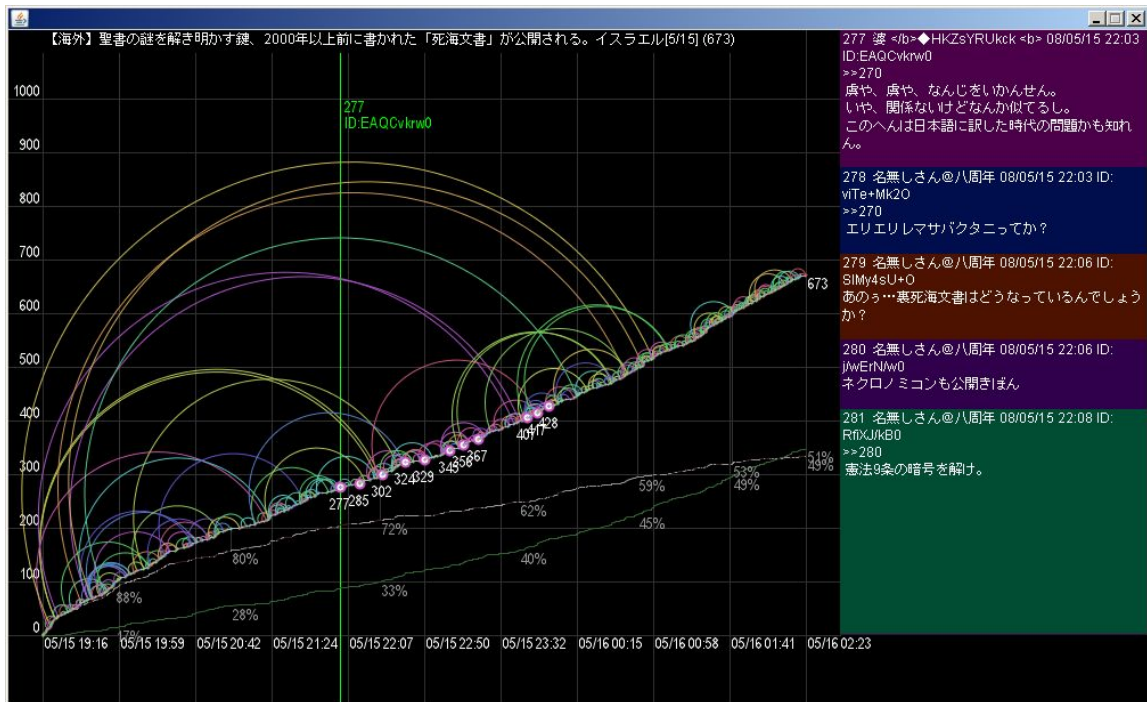


図 1 試作した可視化ソフトウェア（左がグラフによる可視化領域，右がメッセージ領域）

それに対して，本研究で参考にしたものには Thread Arcs¹³⁾がある．これは個人のメールボックスの中の電子メールの返信関係を可視化する手法として提案されたものである．この手法では横一列に配置されたメッセージの関係を可視化するときに，メッセージの返信元と返信先を弧（半円）でつなぐことによって，2次元的な配置を用いずに，1次元配置のままメッセージの返信関係を可視化する．

3. 本研究で可視化する情報

我々は「勢い」や「伸び」という言葉が端的に示すように，ユーザが掲示板の盛り上がりを感じるのには，時間経過に対するものが大きいと考え，時間軸によるグラフ表示を基本とすることにした．その上で，本研究では次のような情報について可視化する．

累積メッセージ数 時間にともなう議論の盛り上がりを示す最も基本的な表示であり，V2Cと同様のグラフである．松村らの指標のA，Sに関係する．

同一IDによる投稿 ユーザの選択メッセージと同一のIDによる投稿をハイライト表示する．

累積ユニークID数 そのメッセージまでに出現したユニークなIDの個数である．これが少ない場合は少数ユーザが多数の投稿をしていることになる．

「sage」による投稿 メッセージが「sage」コマン

ドによって投稿されたので，スレッドが掲示板のなかで最上位に浮上していないことを示す．

メッセージの情報量 メッセージのバイト数と記号を除くバイト数をそれぞれ表示する．記号の多いメッセージは文字絵（アスキーアート）であることが多いため，松村らの指標のC，AAに関係する．

メッセージの参照関係 メッセージの個々の返信関係の図示である．松村らの指標のIに関係する．

累積返信数 スレッドにおける累積の返信数である．松本らの指標のIに関係する．

なお，現在のところ上記には松村ら^{2),10)}が示した指標のうち，2ちゃんねる語(V)，名無し率(N)と管理人による削除率(ABON)に対応するものはない．

2ちゃんねる語については近年流行期間が短くなっているため実装しなかった．名無し率と削除率については1つのスレッドにおける記名投稿や削除の出現率は低いので，インタラクティブな環境での可視化では優先度はそれほど高くないと判断した．

これらに対して，付加される掲示板が増えているIDと，参加メンバーが固定されているスレッドでよく見られる「sage」投稿による進行は，スレッド特徴づける上で有用性が高いと考え，可視化の項目に含めた．

なお，本研究ではスレッドの1番のメッセージに対する返信は返信数に数えないものとした．

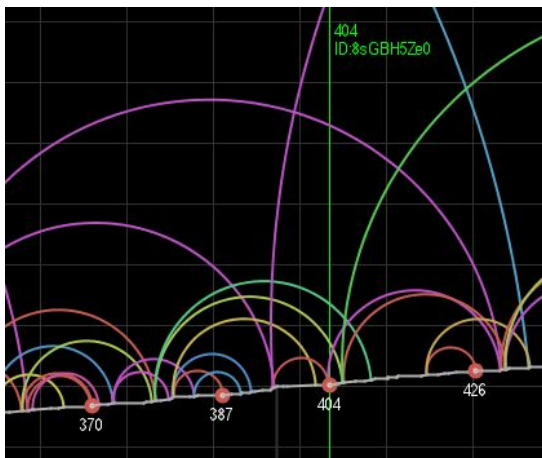


図2 参照関係を表す弧と同一 ID 投稿の強調

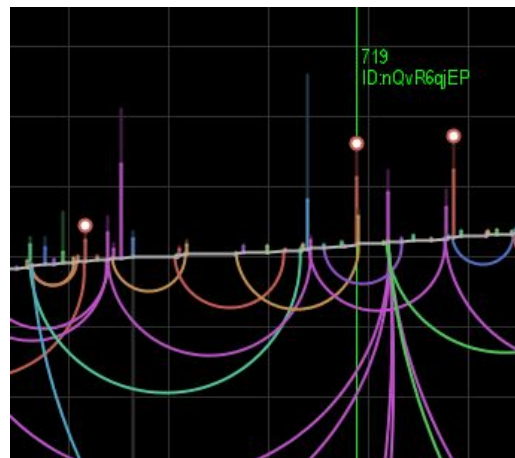


図3 各メッセージの情報量の可視化

4. 可視化手法の提案と実装

本章では、可視化手法についてより詳しく述べる。ソフトウェアはグラフィックスに適したプログラム言語 Processing¹⁴⁾ によって試作した。Jane Style⁵⁾ などの 2 ちゃんねるブラウザで取得したログデータや、クローラ用のログデータサーバ¹⁵⁾ から、dat 形式のファイル（または URL）をドラッグアンドドロップすると、図 1 のような可視化画面が表示される。

4.1 盛り上がりに関する可視化

本手法の可視化の基本は、横軸を時間とした累積メッセージ数の折れ線グラフである。これにより、現在までのスレッドの総メッセージ数と、スレッドの議論の盛り上がりの過程が読み取れる。すなわち、グラフの傾きが大きければ議論が盛り上がっている状態、小さければ盛り上がっていない状態である。

グラフ上の各メッセージは、その ID から算出された色（色相）でプロットされ、ユーザが現在選択しているメッセージと同一の ID による投稿メッセージは、グラフ上で特に大きなプロット点を用いて強調表示される（図 2 および図 3）。これらの機能によってユーザの投稿傾向がある程度わかる。

4.2 ID と「sage」投稿に関する可視化

また、累積ユニーク ID 数を、累積メッセージ数と縦軸を共有する折れ線グラフによって可視化し、100 メッセージごとに累積メッセージ数に対する割合をパーセント表示した。この割合が少ない場合はそのスレッドに継続的に投稿し続けるユーザが多く、逆に多い場合には新規投稿者が多いことを示す。

「sage」コマンドによる投稿が行われた場合には、累積ユニーク ID 数のグラフにおいて次のメッセージ

までを通常より薄い線で描画する。通常、このようにして「沈んだ」状態のスレッドは、その掲示板を訪れた新規ユーザから見つかりにくいといえる。

4.3 各メッセージの情報量の可視化

各メッセージに含まれる情報量の目安を示すため、各メッセージのバイト数と、記号を除く文字のみのバイト数を表示させることができる。これらは、累積メッセージ数のグラフ上で、メッセージのプロットの位置から上に伸びる小さな縦棒グラフで可視化される（図 3）。なお後者は前者よりも薄く描画される。

これらの差が大きいメッセージは記号の含有率が高く、アスキーアートと呼ばれる文字絵や表組みのための罫線や空白が多数含まれていることが多い。松村らは辞書を用いてアスキーアートを有効なメッセージサイズから除去しているが、ユーザが内容を判断できるインタラクティブな可視化としては本手法を用いた。

4.4 参照関係に関する可視化

本手法の可視化の特徴は、Thread Arcs の手法を応用し、返信によるメッセージ間の参照関係を累積メッセージ数の折れ線グラフ上に半円の弧で同時表示することである（図 2）。これにより、スレッド全体における返信の傾向を把握したり、返信の特に多いメッセージや、返信の数が多く対話的な議論が盛り上がっている部分を見つけ出すことができる。

Thread Arcs は 1 次元上の 2 点間の関係を可視化する手法であるため、このように既存の折れ線グラフ上に付加的な情報として、プロット点同士のつながりを可視化することが可能になった。なお、上述のメッセージの情報量が表示されていない場合には、弧は折れ線グラフの上側、されていない場合には重なりを避けて下側に表示される。

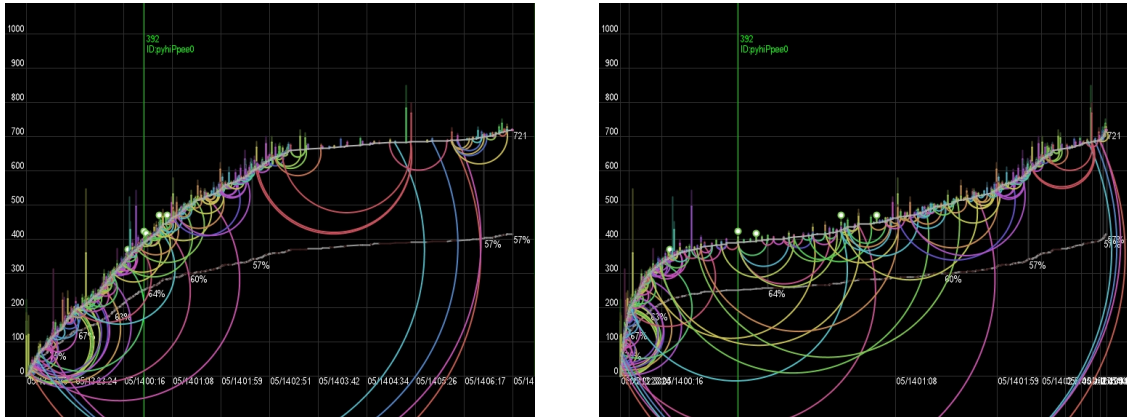


図 4 魚眼ビューによる非線形拡大の適用前（左）と適用後（右）

累積の返信数は、累積メッセージ数や累積ユニーク ID 数と同様に、折れ線グラフによって可視化した。お互いに反対する立場のユーザーがいるスレッドでは、相互に活発な返信が行われるので、この返信数が比較的多くなる傾向がある。

4.5 拡大表示と魚眼ビュー

グラフの横軸の範囲はスレッドの作成された日時から最終メッセージの日時までとし、縦軸の範囲は 1~1000 としたが、最大 1000 個のメッセージがプロットされるため、非常に密な表示となることが多い。そこで、まず選択メッセージの前後それぞれ 10 メッセージの範囲だけを拡大して表示する機能を実装した。

しかしながら、メッセージの参照関係はしばしば時間的に離れた範囲に及んでいるので、一部だけを切り取って拡大表示したのでは分かりにくいことも多い。そこで、Graphics! Fisheye View¹⁶⁾ による典型的な魚眼ビューを実装した（図 4）。これは前述の拡大表示と同時に適用することも可能である。

魚眼ビューのモードでユーザーがメッセージを選択すると、次の数式によってインタラクティブに x 座標が計算しなおされる。

$$x_{feye} = \frac{(d+1)x_{max}x}{dx + |x_{max}|}$$

ここで、 x はフォーカスの座標を 0 としたときの変換前の x 座標、 x_{feye} は変換後の x 座標、 x_{max} は拡大方向の表示限界の座標（ x の正負によって異なる）、 d は拡大のパラメータである（図では $d=8$ ）。

これによって、スレッド全体を大まかに表示しつつ、選択メッセージ付近を詳細に表示でき、参照関係を表す弧のだいたいの行き先を把握できるようになった。

5. 可視化の適用による考察

本手法を 2 ちゃんねるのさまざまなスレッドに適用したところ、いくつかの特徴的な傾向が見えてきた。松村らは比較的容易に定量化できる指標から、マクロ的な視点で議論の傾向を明らかにしたが、我々は可視化によって見えてきた個別のスレッドの動きから、イベント型 vs トピック型、感想型 vs 議論型、オープン型 vs 常連型という 3 つの観点で、2 ちゃんねるのさまざまなスレッドの特徴を考察したい。

5.1 イベント型 vs トピック型

さまざまなスレッドについて、それが作成されてから終わるまでの議論の盛り上がりを観察すると、スレッド作成から早い段階で盛り上がり最大になり、あとは時間が経つにつれて徐々に減衰し終息するものと、スレッドの生成や終わりとは関係なく、不定期に盛り上がり訪れているものがある。

これはそのスレッドの目的（スレッドを作成した理由）が関係していると考えられる。前者は、ニュース系の掲示板などで何かのイベントをきっかけとしてユーザーがスレッドを立てた場合によく見られ、後者は地域やスポーツチームの話題など、トピックによってスレッドが維持されている場合によく見られる。

たとえば、図 5 の左は国債残高に関するニュース速報のスレッド（約 1 日）であり、右はタイ王国のさまざまな話題に関するスレッドである（約 3 年間）。後者のスレッドはタイに関連するさまざまな話題で維持されていたが、クーデターが勃発起きたときに前後と比較して非常に大きな盛り上がりを見せている。

5.2 感想型 vs 議論型

多くのスレッドのなかには、ある程度の盛り上がり（メッセージの増加）があるにもかかわらず、返信の数

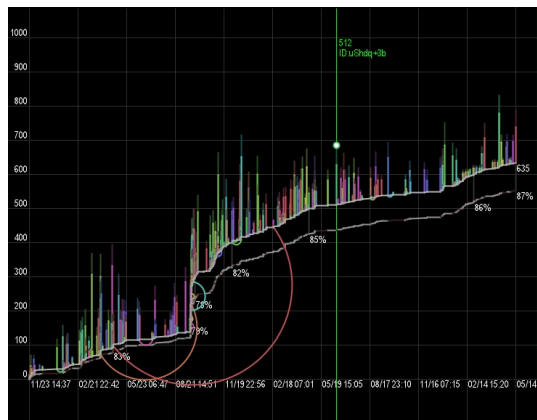
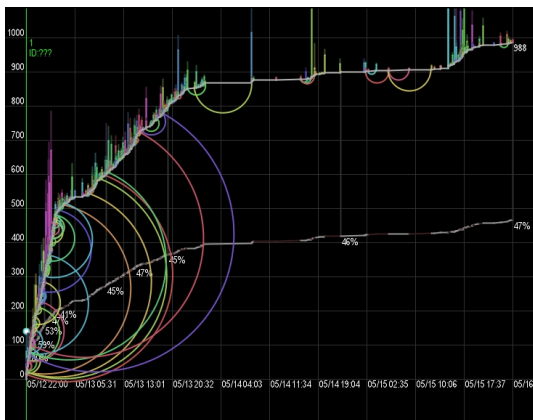


図 5 イベント型スレッド (左: 国債残高のニュース) vs トピック型スレッド (右: タイ王国の話題)

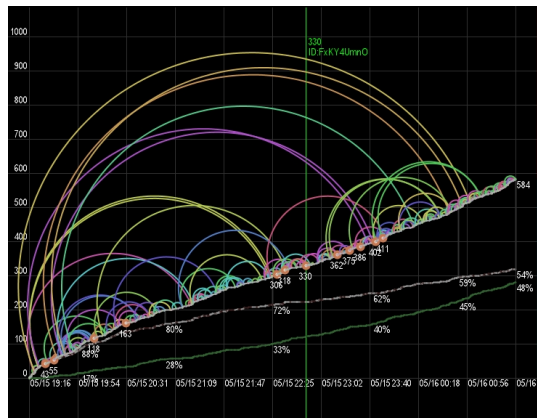
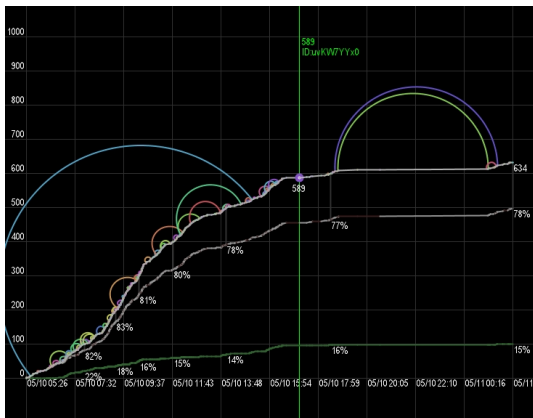


図 6 感想型スレッド (左: 首相発言のニュース) vs 議論型スレッド (右: 死海文書のニュース)

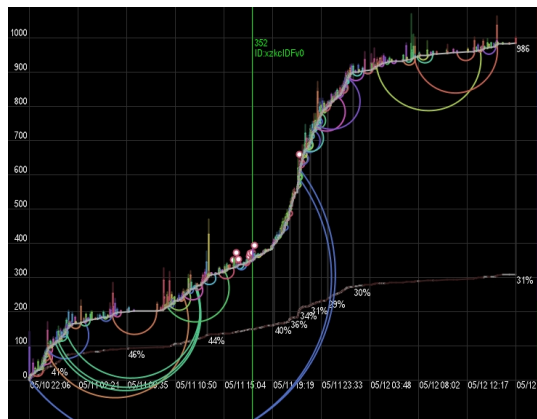
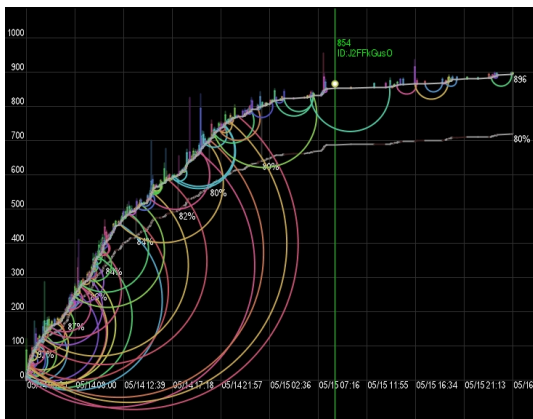


図 7 オープン型スレッド (左: 地域のニュース) vs 常連型スレッド (右: プロ野球チームの話題)

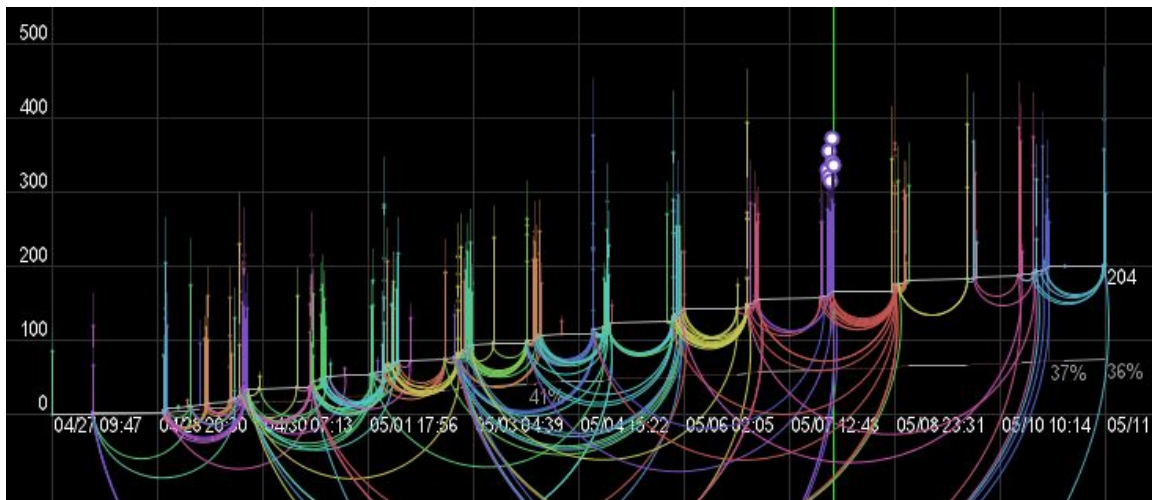


図 8 時間（時刻）と盛り上がりの相関が大きいスレッドの例

は非常に少ないものがある。またその逆に、メッセージの増加は緩やかだが、活発に返信による議論が行われているスレッドもある。

このような違いには多くの要因が考えられるが、スレッドの話題が議論しやすいものかどうかも要因のひとつであろう。1 番のメッセージで提示された以上に議論の余地があまりないニュースでは、驚きや反発などの個人的な感想が多数投稿されて盛り上がりつつも、あまり相互的な議論にはならない。

また、1 番のメッセージの内容が衝撃的なニュースなどの場合には、感想、賞賛、同意等の返信を伴わない投稿が急増し、盛り上がっているのかかえって議論が少ない状態になることもある。このようなコミュニケーションを有意義なものともみなすかどうかは、ユーザによって判断が分かれるところであろう。

これに対して、社会問題、歴史問題、ユーザに直接関係する話題などの場合には、ユーザの意見や思い出話から話題がいろいろな方向に発展し、ユーザ同士の活発なコミュニケーションを促進させるので、スレッドのなかの返信数も多くなる。

たとえば、図 6 の左右の図は、ともに「ニュース速報+」掲示板に立てられたスレッドの可視化であるが、左は首相の発言を扱ったスレッド、右は死海文書の公開に関するニュースに関するスレッドである。投稿数にはそれほど差がないが、返信数は前者が投稿数比で 15%，後者は 48% と対照的な数となっている。

5.3 オープン型 vs 常連型

ユニーク ID 数の割合が多いスレッドは、さまざまなユーザが参加しすぐに離脱しているオープン型のスレッドといえる。逆に、ユニーク ID の割合が少ない

スレッドは、比較的少数の参加者が継続的にメッセージを投稿し続けている常連型のスレッドといえる。

常連型のスレッドは、その他の人にとっては興味がないことも多いので、しばしば「sage」投稿の継続による進行が用いられる。このような新規参加者がほとんどいない状況でも盛り上がりがあることがあるが、これはそのスレッドのトピックに関連した何らかのイベントが起きた（試合結果など）ために、1 人あたりの投稿量が増えたからであると考えられる。

たとえば、図 7 の左は地方ニュースの速報スレッド、右は特定のプロ野球チームのファンのためのスレッドである。前者はユニーク ID の比率が 80% に上るのに対し、後者は「sage」進行にもかかわらず、31% とどまっている。

5.4 盛り上がりと時刻の関係

多くのスレッドは人間の生活リズムに合わせて深夜から次の日の午前中にかけて投稿数が減っていく。また、図 8 のように時間との盛り上がりの相関が非常に大きく、毎日夜遅くに長文投稿されているスレッドもある。そこで、我々は 1 日のそれぞれの時間帯における掲示板の平均投稿数に対する特定スレッドの盛り上がりを算出することを試みた。

まず数週間にわたり 2 ちゃんねるのデータを約 20GB 収集し、10 分単位での 1 スレッドあたりの平均投稿数を算出した。図 9 は「ニュース速報」掲示板における 10 分ごとの平均投稿数のグラフである。このグラフでは 20 時から 24 時までの間に議論が盛り上がっていることがわかる。このように多くの掲示板では、投稿が活発な時間帯とそうでない時間帯で盛り上がり数倍の開きがある。

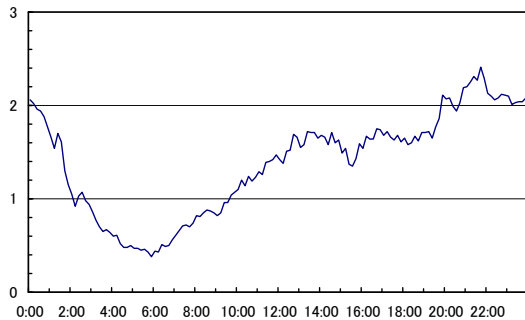


図9 10分単位での1スレッドあたりの投稿数(ニュース速報)

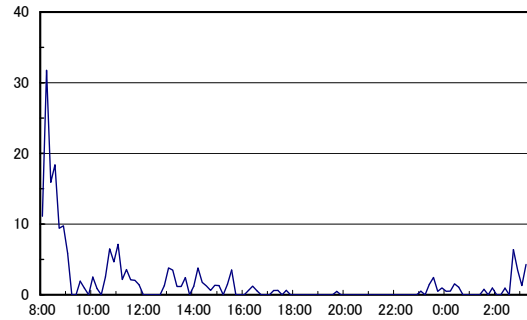


図10 掲示板の平均に対する特定スレッドへの投稿数の比

図10は、図9のデータと、その掲示板のあるスレッド(芸能人のニュース)の投稿数の比をグラフ化したものである。このグラフから、このスレッドは、その時間帯の調査期間の全スレッド平均と比較すると、開始された直後に30倍強盛り上がり上がっていたと言えることになる。このような時間的な特性を考慮に入れた盛り上がりの可視化は今後の課題である。

6. まとめ

本論文では、ネット掲示板の議論の盛り上がりとメッセージの参照関係をインタラクティブに可視化する新しい手法について述べた。本手法は横軸を時間とし、累積メッセージ数の折れ線グラフによって議論の盛り上がりを表す可視化と、そのグラフ上で Thread Arcs を応用して返信先と返信元を結ぶ半円の弧でメッセージの参照関係を表す可視化などから構成される。

本手法を2ちゃんねるの現実のスレッドに適用したところ、スレッドごとのさまざまな特徴が見えてきたので、イベント型 vs トピック型、感想型 vs 議論型、オープン型 vs 常連型という3つの観点および、盛り上がりと時間の関係から考察した。

今後の課題としては、本手法の有効性の評価やその結果に基づいた改良、時間帯を考慮した上での盛り上がりの可視化方法の考察、この可視化によって示唆された結果から統計的な手法へのフィードバックなどが考えられる。また、納豆ビュー¹⁷⁾のような3次元表示を補助的に用いて、引用関係のつながりを対話的に表示することも有効ではないかと考えている。

参考文献

- 1) 2ちゃんねる, <http://www.2ch.net>
- 2) 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, 情報処理学会論文誌 Vol.45, No.3, pp. 1053-1061, 2004.
- 3) Yahoo!掲示板, <http://messages.yahoo.co.jp>

- 4) 松村真宏: Yahoo!掲示板が盛り上がるダイナミズム, 人工知能学会 第19回全国大会, 2C1-02, 2005.
- 5) Style/kK.s氏: 2ちゃんねる専用ブラウザ「Jane Style」, <http://janestyle.s11.xrea.com/>, 2003~.
- 6) noby氏: 2ch ホットスレッド検索, <http://www.vector.co.jp/soft/win95/net/se391717.html>, 2006~.
- 7) スレッドランキング, <http://www.bbsnews.jp>
- 8) 中島竜馬: 2NN - 2ちゃんねるニュース速報 + ナビ, <http://www.bbsnews.jp>, 2004~.
- 9) n|a氏: Java+Swingによる2chブラウザV2C, <http://v2c.s50.xrea.com/>, 2004~.
- 10) 松村真宏, 柴内康文, 西村博之, 三浦麻子, 西田豊明: 2ちゃんねるにおけるコミュニケーションの時系列解析, 人工知能学会 第4回 AI 若手の集い, 第4回 MYCOM オンライン資料集, 2003.
- 11) 松村真宏, 加藤優, 大澤幸生, 石塚満: 議論構造の可視化による論点の発見と理解, 日本知能情報フレンジ学会, Vol. 15, No. 5, pp. 554-564, 2003.
- 12) P. Kirschner, S. Buckingham-Shum, C. Carr (ed.): Visualizing Argumentation - Software Tools for Collaborative and Educational Sense-Making, Springer, 2003.
- 13) B. Kerr: THREAD ARCS: An Email Thread Visualization, Proc. IEEE InfoVis 2003, pp. 211-218, 2003.
- 14) C. Reas, B. Fry: Processing: A Programming Handbook for Visual Designers and Artists, MIT Press, 2007 (<http://processing.org>).
- 15) 2ちゃんねるクローラー専用サーバ, <http://liveb1.2ch.net>
- 16) M. Sarkar, M. H. Brown: Graphical Fisheye Views of Graphs, Communications of the ACM, Vol. 37, No.12, pp.73-84, 1994.
- 17) 塩澤秀和, 西山晴彦, 松下温: 「納豆ビュー」の対話的な情報視覚化における位置づけ, 情報処理学会論文誌 Vol. 38, No.11, pp. 2331-2342, 1997.