

# 3次元可視化による史料データにおける人間関係構造変化の俯瞰 3D Visualization for Overviewing Changes in Historical Figures' Networks in Chronological Data

伊藤正彦<sup>1\*</sup> 赤石美奈<sup>2</sup>  
Masahiko ITOH<sup>1</sup> Mina AKAISHI<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東京大学 生産技術研究所

<sup>1</sup> Institute of Industrial Science, The University of Tokyo

<sup>2</sup> 東京大学大学院・工学系研究科, 科学技術振興機構さきがけ

<sup>2</sup> School of Engineering, The University of Tokyo, PRESTO, Japan Science and Technology Agency

**Abstract:** This paper proposes a 3D visualization tool to show time sequential changes in relationships among historical figures extracted from chronological data. The tool enables us to explore clusters of persons caused by regional reason or related events, and changes in a center and elements of a network and clusters. It also enables us to compare multiple networks extracted from different timestamps and/or different viewpoints.

## 1 はじめに

長期間にわたり大量に蓄積された史料データは、単純な統計的手法のみでは解析できず、データの動的な解釈が求められ、多様な基準、多様な視点が必要とされている [1, 2]。

本研究では、これら時間属性を伴う史料を解析し、様々な視点から人物関係を抽出し可視化することで、各時代を通じての人物関係の構造変化を可視化し、試行錯誤を通じて可視化結果から新たな知見を導き出すことを可能にするツールを作成することを目指す。

本稿では、史料データベースから抽出された時間属性をもつ人物関係ネットワークに対する3次元可視化システムを提案する。提案システムにより地域性やイベントによるクラスタの出現、中心人物およびクラスタの時間変化、周辺人物のクラスタ間移動、複数時間および複数観点からの人物ネットワーク比較が可能になる。

## 2 史料データ可視化ツール

### 2.1 史料データ

東京大学・史料編纂所で編纂されている大日本史料と、史料編纂所にて公開されている大日本史料データ

ベース [3] を用いる。各網文 (テキスト) に対して”和暦年月日”で示される時間属性、”人名”、”官職”、”地名”、”事項”、”備考”などの属性が付与されデータベースに格納されている。

### 2.2 人物ネットワークの抽出

様々な視点から、データを可視化し、その分布やパターンの変化の発見を促すツールである、編年型データ解析ツール (CAT: Chronicle Analysis Tool)[4] を用いて人物ネットワークの抽出を行う。

CAT は、scope、axis、focus のパラメータを設定することで、情報の時系列分布状況を俯瞰し、解析の観点を見つけ、詳細分析に至る解析プロセスを支援するシステムである。

本稿では編年型データ解析ツール CAT を用いて人物ネットワークを抽出し、時系列ネットワーク可視化ツールと連携することで人物ネットワークの可視化を行う。図 1 に、解析ツールの構成を示す。

第 1 層では、2.1 で述べたデータベースからデータをフィルタリングし、対象データの絞り込み方を変化させることにより、上層でのデータ分布、及び、値の変移パターンへの影響を見ることを可能とする。scope は、扱うデータの時間属性に関する範囲を規定する period と時間属性以外の属性に関する制約条件を規定する viewpoint により構成され、データに対する絞り込み条件を規定する。

\*連絡先: 伊藤正彦  
E-mail: imash@tkl.iis.u-tokyo.ac.jp

中間の第2層においては、絞り込まれたデータに対して、可視化のための軸を設定し、データ分布を概観し、分布パターンの発見を促す。パラメータ axis は、時間軸である横軸 (horizontal axis) と、ユーザが興味のある属性を軸として選択可能である縦軸 (vertical axis) から構成される。軸の設定を変化させることにより、分布のパターンが変化し、そこから、ユーザの興味を引く状況を見つけ出すことを視覚的に支援する。データ分布の上部に位置するヒストグラムは、時間軸に沿った期間毎のデータ件数を示し、左部のヒストグラムは、選択された属性の値毎のデータ件数を示す。

第3層においては、ユーザの興味を視点として属性値の変移を視覚化し、それぞれの変移パターンの詳細を可視化して提供する。ユーザの興味の視点は、パラメータ focus によって属性を選択することにより設定する。変移パターンはネットワークデータとして抽出される。本稿ではノードを人物、エッジをその関係として抽出する。エッジとその方向は網文 (テキスト) における各人物出現の条件付き確率を求め値の小さいものから大きいものへリンクを張ることで生成している。ノード A のサイズは A に関する条件付き確率の合計  $\sum p(A|x)$  を用いる。本稿では第3層で時系列ネットワーク構造変化の3次元可視化ツールを用いることで、出現頻度上位の属性値群に関する人物ネットワークの構造変化を可視化し観測可能にする。

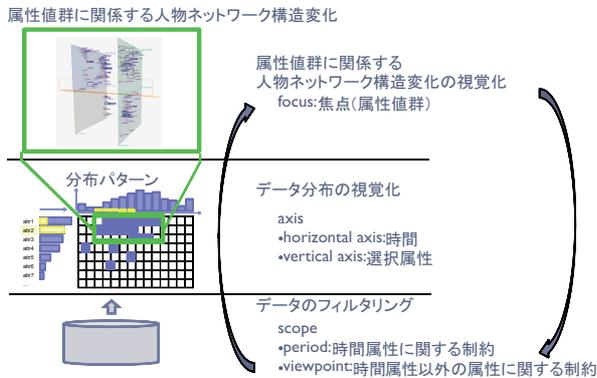


図 1: 解析ツール構成

### 2.3 時系列ネットワーク 3次元可視化基盤

可視化基盤として 3次元空間を用いた時系列ネットワークの可視化部品 TimeSlices [5] を用いた。図2に概要を示す。

TimeSlices では 3次元空間中の時間軸上に各時間に応じたネットワークを可視化する。ユーザは TimeSlice をドラッグしスライドさせることで時間をシームレスに変更させることが可能である。この操作により、グ

ラフの構造変化をアニメーション表示させることが可能となる。

また、時間軸をクリックすることで、クリックされた場所に新たな TimeSlice を自由に追加することが出来る。さらに、複数の観点から抽出されたネットワークを上下の TimeSlices に分けて表示することで、複数観点に対する比較を行うことが可能になる。観点間で共通する人物ノードは緑色で表される。

さらに、複数の TimeSlices をより詳細に比較するためのタイル表示モードも実現している。タイル表示は 3次元空間で実現され、ユーザはシームレスに通常の 3次元表示とタイル表示とを切り替えることが可能である。表示方式を自由に切り替え可能にすることで、ユーザは 3次元表示で全体を俯瞰し、興味のある領域を表示した状態でタイル表示に切り替え、その領域に関する詳細を探索する、といった操作が可能になる。

複数時間にまたがり存在する人物を表すノードは、隣り合う TimeSlices 上で同じ位置に配置される。さらに複数観点に同時に存在する人物を表すノードも上下の TimeSlices 上で同じ位置に配置される。このように、複数時間および複数観点にまたがるノード・エッジからなるネットワーク間で同じノードを同じ位置に配置するにあたり、Diehl [6] らの手法を拡張し、表示されている全 TimeSlices 上の全ノードおよびエッジのみからなるグラフを作成しレイアウト計算を行う手法を用いている。レイアウト計算には力学的アプローチに基づいた手法 [7] を用いている。ユーザは対話的にノードをドラッグしノードの位置を変更することができる。その際に、各 TimeSlice 間でノードの位置が自動的に同期される。また、ノードを選択することで注目したい人物に対してカラーマーキングを行い、時間変化に伴うネットワーク上の位置移動を追跡することを可能にしている。

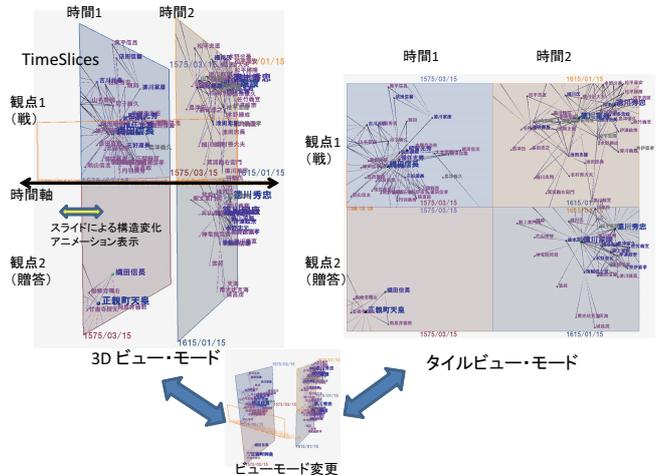


図 2: 時系列ネットワーク構造変化 3次元可視化ツール

### 3 可視化ツール適応例

#### 3.1 観点1：戦

戦国期および江戸初期における“戦”という観点から人物ネットワークを抽出し可視化を行った。まず、大日本史料データベースのデータを基に、1550年～1650年における戦に関わるキーワード（戦|攻撃|出兵|出陣|出征|降伏|陥落|落城|包囲|和睦|援軍|攻囲|陣|講和|襲撃|侵略|討伐|退却|侵攻）でデータのフィルタリングを行う（図1における第1層から第2層）。つぎに、データ分布テーブル（図1における第2層）において、出現頻度が上位の属性（合戦、攻撃、出兵、出陣、和睦、攻略、降伏、出馬、陥落、先行、和議、包囲、落城、嫡ジソ、援軍、討伐、出征、侵略、講和、攻囲、戦闘、侵攻）を選択し、人物ネットワークを一年刻みで抽出し、可視化した。

図3(a)では左から順に1568年、1569年、1570年の織田信長周辺の人物ネットワークを表示している。1568年は信長が足利義昭を奉じて上洛する年であり、この年から急激に信長が様々な人物と関係し始め、大きなノードに成長しているのが確認できる。1570年は姉川の戦いがあった年であり、図中では浅井長政と朝倉義景が大きめのノードとして信長の周辺に現れる。また、同時期に六角氏が信長と戦っているため大きめのノードとなって周辺に現れている。1570年の図の下部には姉川の戦い後、大阪本願寺西方で信長に対して抵抗を始めた三好三人衆を中心としたクラスターが現れている。このクラスター内に本願寺・顕如も現れている。本願寺・織田戦争（大阪合戦）はこの後10年間続くことから、本願寺・顕如はたびたび信長周辺に大きめのノードとして出現する。

図3(b)では左から順に1572年、1573年、1574年の織田信長周辺の人物ネットワークを表示している。1572年には本願寺・顕如（表示されず）、武田信玄、浅井長政、朝倉義景による反信長同盟が結成される。また、本願寺は三好義継、細川昭元、松永久秀らとも結集し東西南北から信長包囲網を作ったとされている。図では、これらの武将と反信長同盟のキーパーソンである足利義昭が信長周辺を大きめのノードで取り囲んでいるのが確認できる。この時期、上杉謙信は信長と同盟を結んでいる。しかしながら現状の可視化手法では同盟のために周辺にいるのか敵対のために周辺にいるのかまでは可視化結果からは判別出来ない。1573年に足利義昭は挙兵するものの敗北し室町幕府は滅亡する。続いて浅井氏、朝倉氏も信長に敗れて滅亡する。図では1573年から1574年にかけて義昭のノードが縮小し浅井・朝倉のノードが消滅しているのが確認できる。

図3(c)では左から順に1575年、1576年、1577年の織田信長周辺の人物ネットワークを表示している。1576

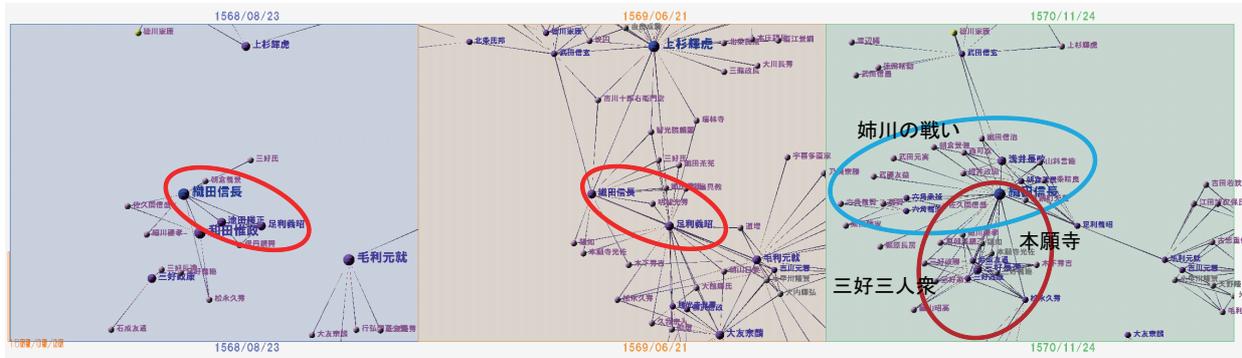
年に信長は荒木村重、細川藤孝、明智光秀、原田直政に大阪本願寺攻め命じている。図では、これらの武将が信長と本願寺の左下にクラスターを生成しているのが確認できる。本願寺・顕如側は足利義昭からの働きかけで、毛利輝元、上杉謙信、北条氏政、武田勝頼と反信長同盟を結成する。図では、これらの人物・武将が信長を取り囲む形でかなり大きなノードとして出現している。（北条氏はこの同盟に大きな役割を果たしていないためか信長と直接のリンクはなく小さめのノードとして存在している。）

1572年の反信長同盟結成時には上杉謙信は信長側との同盟を組んでいるが、1576年の反信長同盟では逆に信長包囲網に加わったと言われている。しかしながら、現状のキーワード・属性から抽出され可視化されたネットワークからのみでは、彼らを表すノードが敵対のために近くに存在するのか、もしくは同盟のために近くに存在するのか、その違いを判別することは出来ない。他の観点もしくはデータと組み合わせで可視化することで、その構造変化から同盟・敵対といった関係の種類の違い、関係の変化を観測するための仕組みの構築できるのではと期待される。これは今後の目標および課題である。

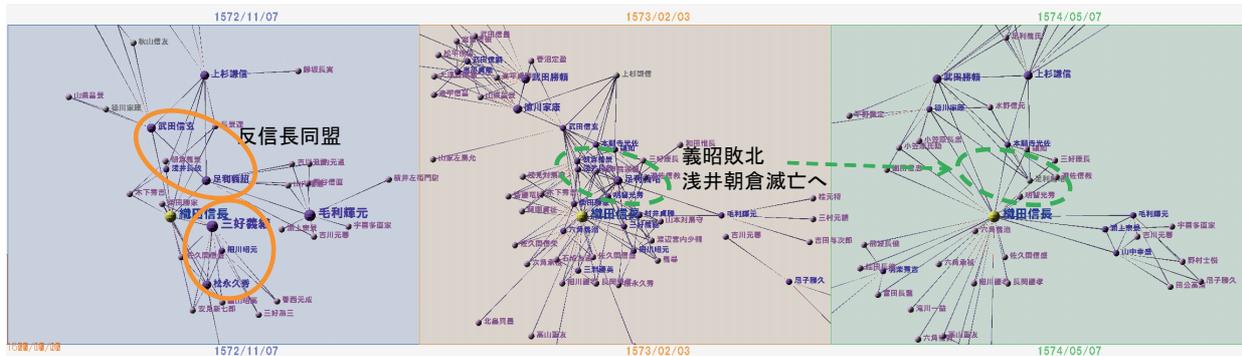
#### 3.2 観点2：贈答

戦国期および江戸初期における“贈答”という観点から人物ネットワークを抽出し可視化を行った。データベースから、1550年～1650年における贈答に関わるキーワード（贈|献|進上|下賜）でデータをフィルタリングし、それにより表れた出現頻度が上位の属性（献上、下賜、贈答、進上、贈与）を選択し、人物ネットワークを一年刻みで抽出し可視化を行った（図4）。

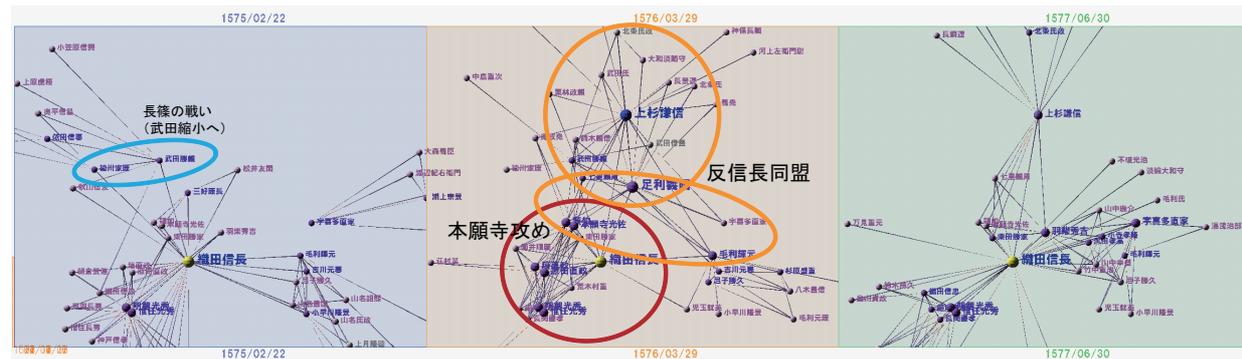
1560年代から1580年代前半までは天皇（正親町）を中心に贈答のネットワークが現れる（図4(a)）。織田信長や足利義昭も比較的大きな中心ノードとして現れるが、全体としては天皇を中心にネットワークが変化していく。秀吉の時代は秀吉が中心のネットワークが構成されるがデータが少ないため図では省略している。秀吉没後、再び天皇（後陽成）を中心とした贈答ネットワークが出来る（図4(b)）が、徐々に徳川家康の力が上昇していくのが観察できる。1614年の大阪冬の陣の際には完全に家康を中心としたネットワークが現れる（図4(c)）。その後、徳川将軍家と天皇の双方を中心としたネットワークが続くことが観測出来る（図4(d)）。



(a) 1568-1570年における信長周辺図(信長上洛から姉川の戦い、大坂合戦へ)



(b) 1572-1574年における信長周辺図(反信長同盟から室町幕府滅亡、浅井氏・朝倉氏消滅へ)



(c) 1575-1577年における信長周辺図(新たな反信長同盟)

図 3: 1568-1577 年における“戦”に関する信長周辺ネットワーク変化

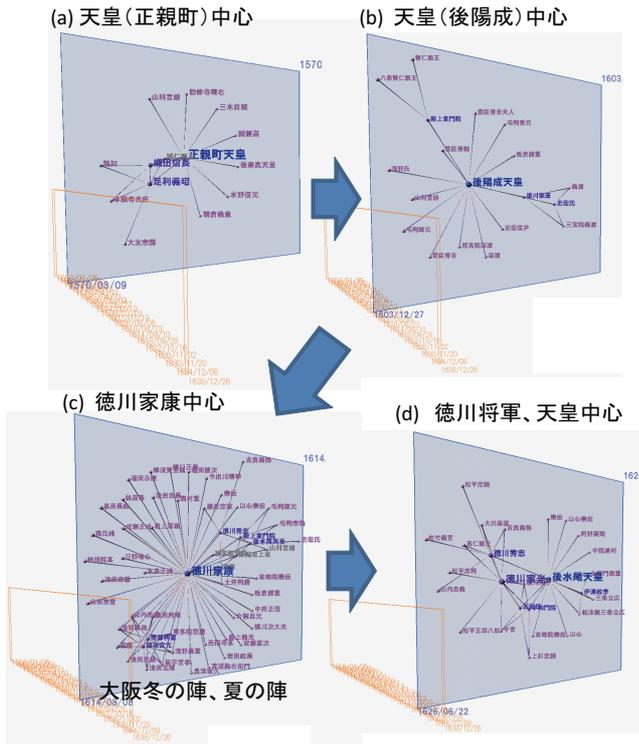


図 4: 戦国期 - 江戸時代初期における“贈答”に関する人物ネットワーク変化

### 3.3 戦 - 贈答

3.1 節および 3.2 節で生成した“戦”および“贈答”といった複数の観点からなる時系列人物ネットワークを同時に可視化し比較する。図 5 に可視化結果を示す。図上部が“戦”の観点から抽出したネットワークを表し、下部が“贈答”の観点から抽出したネットワークを表す。双方のネットワークに共通して現れる人物ノードは緑色でハイライト表示されている。図 5 では左側の TimeSlices で信長時代の人物関係を右側の TimeSlices で大坂の陣の年の人物関係を表示しており、双方の時代の比較が可能になっている。

図 5 から、信長の時代には、戦に関わる人間関係の活発さが見取れるが、贈答に関しては、正親町天皇を中心とする比較的小さな人間関係が見受けられる。これに対して、大坂夏の陣のころは、贈答関係の人間関係の活発さがあきらかに示されている。また、戦に関する人間関係の活発さも同様に示されている。さらに、緑色のノードが多数見られることから、二つの観点間で多数の共通人物によりネットワークが構成されていることが分かる。

これらのことから、信長らが活躍した時代は信長ら一部の武将のみが天皇との贈答行為を利用しつつ勢力の拡大を行ったが基本的には武力による勢力争いが中

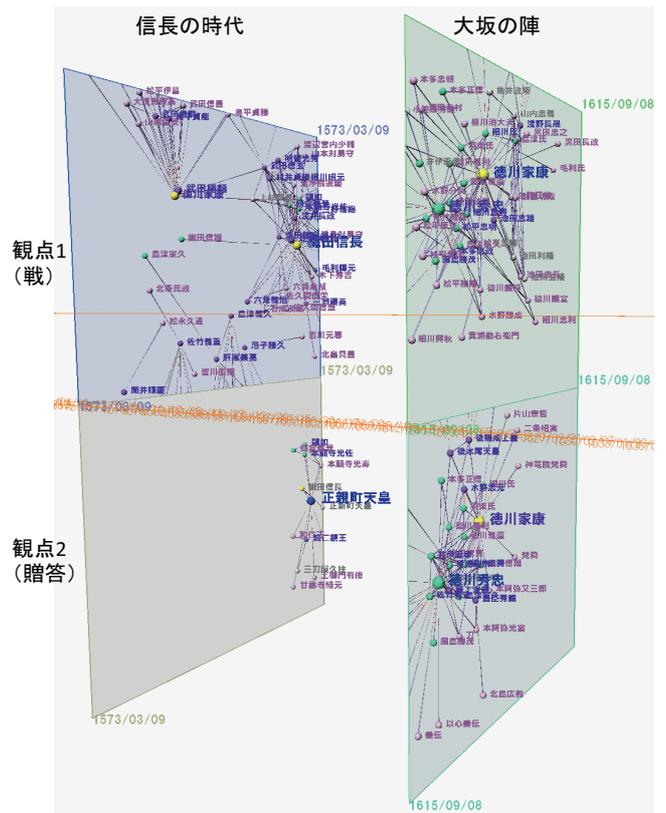


図 5: 戦国期 - 江戸時代初期における“戦”および“贈答”に関する人物ネットワークの比較

心であったことが伺える。また、大坂の陣の時代では贈答ネットワークと戦ネットワークがかなり重なっており、武力のみではない駆け引きが徳川家を中心に行われていたことが伺える。

## 4 むすび

本稿では、大日本史料データベースから複数観点からなる時系列人物ネットワークを抽出し、3次元可視化を行うことで、それら人物ネットワークの構造変化を観測し、中心人物、クラスタの変化を比較観測可能にした。

本研究の大きな目標としては、可視化結果から新たな知見を導き出すことがあげられる。しかしながら、今回の可視化分析結果は歴史的事実を知っているから解釈可能な部分が大きく、新たな知見を見つけるには至っていない。また、例えば、複数観点の共通部分の変化を観測することで敵味方の判別、和睦・裏切りなどが起こったかなどの推測ができないか、などが期待されたが、今回の手法ではそこまで観察するに至らなかった。これらは今後の課題として研究を進めたい。

## 参考文献

- [1] 横山伊徳, 石川徹也 (著、編): 歴史知識学ことはじめ, 勉誠出版, 2009
- [2] 石川徹也, 赤石美奈: 人工知能学会誌, *Vol.25, No.1* 特集「歴史知識学」, 2010
- [3] 東京大学史料編纂所: <http://wwwap.hi.u-tokyo.ac.jp/ships/db.html>
- [4] 赤石美奈、伊藤直之、箱石大、石川徹也: 編年型データ解析ツールの開発、第 24 回人工知能学会全国大会, 2010
- [5] M. Itoh, M. Toyoda, and M. Kitsuregawa: An Interactive Visualization Framework for Time-Series of Web Graphs in a 3D Environment, *In Proc. IV 2010*, pp. 54-60, 2010
- [6] S. Diehl, C. Görg: Graphs, They Are Changing, *Proc. GD 2002*, pp. 23-30, 2002
- [7] T. M. J. Fruchterman and E. M. Reingold: Graph Drawing by Force-directed Placement, *Software Practice and Experience*, 21 (11), pp. 1129-1164, 1991