

## 物語論的解釈からみた情報可視化技法の理論的枠組み

6B-2-02

松下 光範<sup>†</sup>加藤 恒昭<sup>‡</sup>中小路 久美代<sup>§</sup>

mat@cslab.kecl.ntt.co.jp,

kato@boz.c.u-tokyo.ac.jp,

kumiyo@is.aist-nara.ac.jp

<sup>†</sup> 日本電信電話株式会社 NTT コミュニケーション科学基礎研究所<sup>‡</sup> 東京大学大学院 総合文化研究科 言語情報科学専攻<sup>§</sup> 奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

## 要旨

情報を効果的に伝達することを目的として様々な可視化手法が提案されているが、それらの包括的な位置づけが不明確であり、ある情報を伝達する際にどの手法が利用可能で、どのような効果が得られるかが明らかでない。そこで、可視化手法の表現能力を評価するためのひとつの切口として、物語論を用いてそれらの整理を試みる。

## 1 はじめに

近年、計算機の処理能力の向上やネットワーク環境の充実により、複数のユーザが大量で多様なデータを共有できるようになった。情報可視化は、ユーザによって異なる意図の下で、この膨大なデータを直観的に理解し効率良く利用するために有効な手段のひとつである [1]。

計算機上での可視化が印刷媒体による可視化と比較して最も大きく異なる点は、可視化された情報に対してユーザがインタラクションを行うことにより異なる視点や対象へと、連続的に変化させながら可視化できるという点である。

このことから分かるように、情報可視化の効果を体系的に論じるには、Tufte らが論じているようなスナップショットの印刷媒体に於ける可視化手法の整理だけでは不十分で、ユーザインタラクションに応じてどのように描画内容を変化させていくか、という視点からの整理が必要となる。

しかしながら、現在提案されている様々な情報可視化手法 [2] では、大半の手法が特定の対象やタスクを想定し、その下での有効性を主張するのみであり、その手法の汎用性の検証 (可視化全体に対する

位置付け) や、得られる効果の理論的な説明が十分になされているとはいえない。特に、視点を変更しながらインタラクティブにデータを分析するようなタスクに於いて、視点の移り変わりに伴う適切な描画内容の切り替え方法に関する考察、すなわち、ある意図の下で情報を提示したい場合には

- どの手法をどのような順序で用いれば最も効果的であるのか
- 何故その手法をそのような順序で用いることが効果的なのか

といった考察は殆どなされていない。そのため、特定のタスクに対して有効な可視化手法であっても、他のタスクに適用可能であるかを判断することはすぐには難しいし、異なるタスクを対象とする可視化手法同士を比較することも困難である。

このような問題点を解決し、対象とするタスクとそれに適した可視化手法とを対応付けるには、各可視化手法で用いられている技法を共通の視点から分類・整理し、各技法の表現力や適用可能な対象、得られる効果等を分析することが必要となる。

本稿ではこの問題への取り組みの第一歩として、可視化で使われている各技法を分類・整理する際にはどのような観点があるかについて検討する。具体的には、「視点の変更に応じて描画内容を切り替えられるという情報可視化の特徴を活かすには、物語技法 (storytelling) が有用である」という Gershon らの主張 [3] に着目し、このアイデアを深化させるために人文科学分野で研究されている物語論 (narratology) [4] を利用して考察する。

## 2 研究のアプローチ

## 2.1 研究の背景

まず、物語論に於ける分析視点を可視化手法に適用する意義について論じる。

情報を可視化する利点は、受け手に対して大量の情報を効率的かつ効果的に伝えられることにある。

A Conceptual Framework for Interactive Information Visualization: The Application of Narratology, Mitsunori Matsushita<sup>†</sup>, Tsuneaki Kato<sup>‡</sup>, and Kumiyo Nakakoji<sup>§</sup>

<sup>†</sup> NTT Communication Science Labs., NTT Corp.

<sup>‡</sup> Graduate School of Arts and Sciences, The University of Tokyo

<sup>§</sup> Graduate School of Information Science, Nara Institute of Science and Technology

伝えたい情報を適切に表現している可視化表現を選択し、効率的かつ効果的にその情報を伝達することが情報可視化の目的である。ここでいう受け手は必ずしも他人とは限らない。大量の未知データを可視化を用いて探索的に分析するタスクでは、データを分析するユーザ自身が情報の送り手でもあり、受け手でもある。

この「情報を効率的かつ効果的に伝える」という点に於いて、情報可視化は物語と目的を一にする活動であると見なせる。物語は、言語の線状性に立脚した、いわば一次元の媒体であるため、飛ばし読みは通常考えにくく逐次的なアクセスが想定される。物語論は、伝えたい情報をこのような逐次的な伝達表現（テキスト）に変換するための理論的枠組みだと見なせる。同様に、情報可視化に於いても効果的かつ効率的に伝達表現（可視化表現）に変換するための理論的枠組みが必要なことは言うまでもない。

グラフなどの静的な可視化表現は、二次元ないしそれ以上の情報を同時に伝達可能な媒体であり、受け手が描画された内容のどの部分をどのような順序で見えていくかということも規定されないため、ランダムアクセスが可能である。しかし、計算機上の情報可視化では、描画されているグラフを観察することによって気付いた点に視点（attention）を切り替えながら描画内容を変更する、という一連のインタラクションが生じる。そして、そのインタラクションは逐次的に行われるものである。すなわち、様々な解釈可能なワンショットの可視化表現を「複数の分岐可能性を有するひとつの場面」とであると見なせば、インタラクションによって作られる一連の可視化表現の流れは「読者の意図によって選択されるインタラクティブな物語」とであると解釈できる。

同様の観点から情報可視化を捉える試みとしては Gershon らの提唱する story-like visual presentation が挙げられる [3]。Gershon らは、時々刻々変化する多量かつ複雑な情報を情報の送り手の意図を反映しながら受け手に整合的かつ効率的に伝えるには、単に情報を可視化するのではなく、物語技法を活用して情報を編集する必要がある、と指摘している。彼らはズームイン / ズームアウト等の単純な技法に着目し、物語的展開との対応を説明している。

本稿では、この Gershon らの考え方を深化させ体系化するため、より包括的な視点から「物語論」の情報可視化への適用を試みる。すなわち、物語論で用いられている技法を、計算機上での可視化にも当てはめることで、より多様な技法を議論の俎上に載せ、動的に情報を可視化する際に考慮すべき機能の整理・分類を試みる。

## 2.2 Genette の物語論

物語論は、物語を解析するための研究として人文科学分野で古くから行われている。物語論には一般に二つの流れがある。一方は、物語の言語形式に注目し、その技法を理論的に研究しようとするもので Gérard Genette によりその基盤が確立された [4]。もう一方は、物語を内容に基づいて構造化し、その基本構成を論じるものであり、Vladimir Propp がその先駆である [5]。本稿の目的は、可視化で使われている各技法を分類・整理する際の観点を明らかにすることであるため、形式論である Genette 流の物語論を基にして議論を進める。

Genette によれば、「物語」は、次の 3 つの異なる概念的側面から捉えられるという。

### 物語内容 (histoire)

物語言説の対象となる現実（ないし虚構）の出来事の継起とそれらの出来事を結びつける連鎖や対立、反復などの多様な関係を指す。

### 物語言説 (récit)

物語の言表そのものであり、ひとつあるいは一連の出来事の報告を引き受ける言説（テキスト）そのものを意味する。

### 物語行為 (narration)

物語を生産する際の「語る」という行為を意味する。

Genette はこれらの側面の関係性を時間 (temps)、叙法 (mode)、態 (voix) という 3 つの視点から整理を試みた。このうち「時間」と「叙法」は共に物語内容と物語言説との諸関係を示すものであるのに対して、「態」は物語行為と他の物語内容・物語言説との諸関係を示すものである。

本稿ではまず、Genette 流の分類の中でも、特に「時間」の側面に注目して考察する。物語内容と物語言説との対応関係には (1) 持続、(2) 頻度、(3) 順序、という分析視点があるとされている。その各々についての概略を述べる。

### 2.2.1 持続

物語内容は物語言説に単調に射影されるとは限らない。例えば、一日の話が数十頁に渡って記述されることもあれば、数行で記述されることもある。このように、物語内容の時間経過（持続）と物語言説の記述量とは必ずしも比例せず、場面によって大きく変動する。このような変動を生じさせる表現技法

表 1: 物語の「持続」

技法	内容
情景法	物語内容を詳細に記述する技法。主として対話の場面で用いられる。 $R(H) = k\Delta T(H)$
要約法	詳細は記述せず、概略だけを数節ないしは数頁で記述する技法。 $R(H) \ll k\Delta T(H)$
休止法	時間経過を伴わない描写技法。主に補足や説明のために用いられる。 $R(H) > 0, \Delta T(H) = 0$
省略法	物語内容は存在するが、その時間に伴う内容を記述しない技法。 $R(H) = 0, \Delta T(H) > 0$

を不等時法 (anisochronie) と呼ぶ。Genette は、この不等時法を物語内容の時間経過と記述量との関係から情景法 (scène)、要約法 (summary)、休止法 (pause)、省略法 (ellipse) の 4 種類に分類している。ある物語内容  $H$  に対応する (仮想的な) 時間を  $\Delta T(H)$ 、それを記述した物語言説の量を  $R(H)$  ( $\approx$  テキストの長さ) と表現すると、これらの技法は表 1 のように定式化される。

### 2.2.2 頻度

物語の頻度とは、物語内容に於ける出来事の反復と物語言説に於ける叙述の回数との関係である。頻度に関する技法は単起法 (récit singulatif)、反復法 (récit répétitif)、括復法 (récit itératif) の 3 つに分類できる。単起法は一度生じた事を一度だけ物語る場合、もしくは  $n$  度生じた事を  $n$  度物語る場合に用いる技法であり、反復法は、一度生じた事を  $n$  度物語る場合に用いる技法である。また括復法は、 $n$  度生じた事を一度だけ物語る場合の技法である。例えば、「毎日、私は早くから床に就いた。」というように、厳密には異なる実体である「月曜日早く床についた」、「火曜日早く床についた」、「水曜日早く床についた」… という一連の出来事を「早く床に就いた」という類似点のみに着目してひとつの言説として表現することが、括復法である。

### 2.2.3 順序

物語言説に於ける順序は、物語内容と物語言説との捻れの関係から生じる。物語内容は (現実ないし仮想の) 実時間上で進むものであり、そこに存在する時間概念は単調かつ不可逆的なものと捉えられるが、それを物語言説に射影する場合には、必ずしも

表 2: 元データの例 (各市町村の降水量)

県	観測日時	降水量 (mm)
相生市	1990-01-01	5
相生市	1990-01-02	4
相生市	1990-01-03	0
...	...	...
蘇市	1995-12-30	0
蘇市	1995-12-31	3

物語内容の時間経過に沿う必要が無く、生じた事象の順序を入れ替えて表現することも可能である。このような表現技法は錯時法 (anachronie) と呼ばれる。錯時法は後説法 (analepse) と先説法 (prolepse) とに分けられる。後説法は、物語内容の現時点に対して先行する出来事を後になってから描写する技法であり、先説法は、逆に未来の出来事を予め描写する技法である。

### 2.3 可視化手法との対応

2.2 節で述べた物語内容、物語言説、物語行為が各々計算機上での情報可視化に於いて何に対応するかを考える。

物語内容に対応するのは元データ (raw data) である。例えば、表 2 が「各市町村で観測された毎日の降水量」を記述した元データの例である。

物語内容に於ける「時間」軸は、情報可視化に於いては、元データの内容全てをスキャンするような軸に対応すると考えられる。例えば元データが表 2 の降水量データの場合、まず市町村ごとのデータテーブルを五十音順に並べ、その先頭から各市町村について日付順にスキャンするような軸を考えることができる。上述した持続、頻度、順序といった概念はこれらのデータをどのように省略したり集約したりするのか、といった操作への指針となる。

情報可視化に於いて、ある時点での元データに対するユーザの興味を可視化対象と呼ぶ。例えば上述の降水量データが元データである場合、「1992 年の近畿地方の年間降水量」がひとつの可視化対象となる。情報可視化に於いて、物語言説に対応するのは、この可視化対象 (と、それを満たすデータ) のシーケンスであり、ひとつの可視化対象が、物語に於ける「一場面」に相当する。

物語論の主眼である物語内容から物語言説への射影は、情報可視化に於いては、(1) 可視化対象を満たす必要十分なデータ (上述の元データの部分集合) を特定し、その特定したデータの場合に応じて適切な粒度に集約することと、(2) ユーザからのインタ

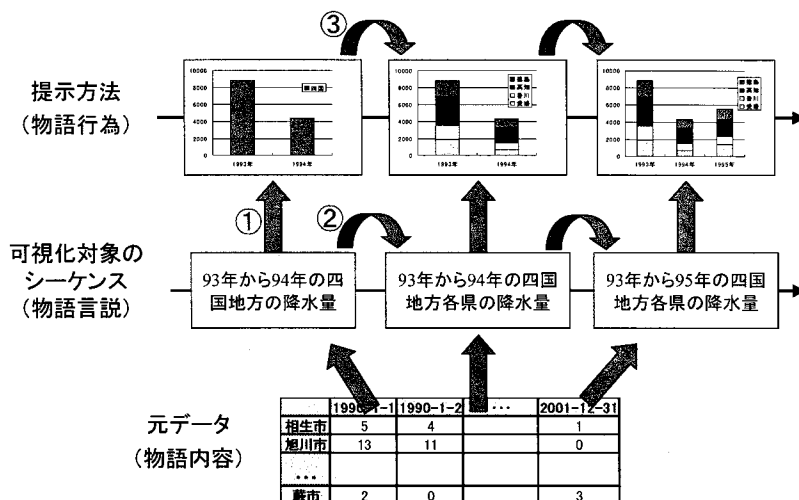


図 1: 概念図

ラクションに応じて可視化対象のシーケンスを構成すること、に位置付けられる。

最後に、物語行為に対応するのは、物語言説に対応する可視化対象シーケンスをどのようにユーザに伝えるのか、という提示に関する方法である。情報可視化の場合は、逐次的な伝達表現 (テキスト) を対象とする物語とは異なり、動的に情報を提示することも可能であるため、物語論とは異なる検討が必要になる。すなわち「ひとつの可視化対象をどのような可視化表現を用いて提示するか」だけでなく、「ひとつの可視化対象からユーザインタラクションによって決定された別の可視化対象への遷移をどのように見せるか」についても検討しなくてはならない。

前者の「ひとつの可視化対象の提示」では、それを空間的に配置して見せるのか、それとも時間的に変化させながら見せるのか、時間的に見せるのであればゆっくり見せるのが良いのか、それとも速く見せるべきなのか、などが検討課題となる。

また、後者の「可視化対象間の遷移の提示」に関しては、アニメーション効果の利用が重要な役割を果たす。例えば「1991年から2000年にかけての近畿地方の年間降水量」が棒グラフで描かれている場合に、ユーザが「1992年の近畿地方の県ごとの年間降水量」を要求したとする。ここで、いきなり県ごとの円グラフが表示が変更されると、ユーザが直前まで見ていた棒グラフのコンテキストは失われ、前後のグラフ間の対応付けがすぐには出来なくなってしまう。それに対して、1992年以外の棒グラフ

をゆっくりと消去して1992年の降水量に焦点をあて、それを県ごとに分割してから円グラフへと描き換えるようなアニメーション処理を施せば、インタラクションがよりスムーズになり、ユーザにとって対応関係の把握が容易になる。

これらのように、計算機上で情報可視化に於いては、(1) ひとつの可視化対象をどのように提示すれば、ユーザにとって最も理解しやすいか、(2) その時点までに可視化されているコンテキストや状況を加味しながら、如何にコンテキストを失わずにユーザにデータを理解してもらうか、ということが重要になる。これらは、データ内容という「物語」を語る行為そのものである。

図1にこれらの概念図を示す。このような対応関係に基づいて、物語論で議論された各技法が、情報可視化ではどのような技法に相当するかについて、以降の章で検討する。

### 3 何をどの順に可視化するか: 可視化手法に於ける物語言説

まず、物語論で論じられている物語内容と物語言説との関係性に基づいて、元データと可視化対象のシーケンスとの関係性について考察する。

#### 3.1 情報可視化に於ける持続の表現

2.2.1 節で述べたように、物語論に於ける不等時法は、情景法、要約法、休止法、省略法に大分される。これらは各々以下の可視化技法に対応する。

表 3: 情報可視化に於ける「持続」

物語論	情報可視化	対象	
情景法	直接表現法	可視化対象	
要約法	系列的要約法		
省略法	場面内省略法		
		場面間省略法	シーケンス
休止法	付加情報提示法		

情景法は、「元データをそのままの粒度で可視化する」ことに相当する。情報可視化に於けるこのような表現方法を、**直接表現法**と呼ぶことにする。これは、一般に全ての可視化手法で可能な表現であると考えられる。

要約法は「元データを集約して、観測された粒度よりも粗い粒度で可視化する」ことに相当する。情報可視化に於けるこのような表現方法を、**系列的要約法**と呼ぶことにする。元データが表 2 の場合、このデータを県や地方単位、もしくは月や年単位などの粗い粒度で集約することが、系列的要約法の例として挙げられる。

物語に於いては、出来事や登場人物の行動を描写することが主たる目的のため、休止法はストーリーから離れて専ら読み手に情報を提供するために用いる技法と見なされている。この考え方に基づくと情報可視化に於ける休止法は「元データに関連するが、対象とする元データそのものではないデータを表示する」ことに相当する。例えば元データが表 2 の場合、各市町村の面積を提示する、等が考えられる。これは、ユーザがデータをより理解するために必要となる情報の付加が目的であるので、**付加情報提示法**と呼ぶことにする。この付加情報提示法は厳密な意味での独立した表現技法ではなく、系列的要約法や直接表現法で表現された別の元データがシーケンスに挿入されている、と見なせるので、シーケンスの構成に係わる技法だといえる。

省略法は「特定期間の元データを可視化しない」ことに相当する。情報可視化に於いて、この省略は**場面内省略法**と、**場面間省略法**の 2 つが考えられる。場面内省略法とは、ある可視化対象の中で、例えば 1993 年から 1997 年のデータを表示するとき、対象とする情報の量が多すぎるなどの理由により 1995 年と 1996 年を省略する場合である。それに対して場面間省略法とは、例えば 1995 年の降水量のデータを描いた可視化対象から、1997 年の降水量のデータを描いた可視化対象へと推移する場合である。

これらの対応関係から、情報可視化に於ける「持

表 4: 情報可視化に於ける「頻度」

物語論	情報可視化	対象
単起法	—	—
反復法	反復表現法	シーケンス
括復法	周期的要約法	可視化対象

続」の表現技法は、場面間省略法と付加情報提示法が主にシーケンスの構成に係わる技法であり、その他の技法が主にひとつの可視化対象の表現に係わる技法である、といえる。これらを整理すると表 3 のようになる。

### 3.2 情報可視化に於ける頻度の表現

2.2.2 節で述べたように、物語論に於ける頻度表現は、単起法、反復法、括復法に大分される。

単起法は Genette も述べているように、最も基本的な表現技法である。これは情報可視化に当てはめた場合も同様である。

反復法は「同一のデータを繰り返し可視化する」ことに相当する。情報可視化では、同一のデータを提示する際に必ずしも同一の可視化表現が利用されるとは限らない。例えば、同じデータを棒グラフと折れ線グラフの両方で表現することが必要な場合もある。

括復法は「時間の周期性に着目して集約する」ことに相当する。これは一種の要約法であるが、要約法との違いは、要約法に於ける集約が時間軸上でのデータ間の前後関係を保存しながら集約するのに対し、括復法では周期性に着目するために、データ間の前後関係が保存されないことである。例えば、異なる年度の同一月のデータを同じ折れ線グラフに重ねて表示するような場合がこれにあたる。

これらを整理すると表 4 のようになる。

### 3.3 情報可視化に於ける順序の表現

可視化に於ける錯時法は、例えば、1999 年の降水量から順に過去に遡って 1997 年の降水量まで提示するような、可視化対象を提示する順序だと見なすことができる。すなわち、後説法はある可視化対象を基準として、別の可視化対象を、より自然に想定される順序通りに見せることに相当する。先説法はその逆に、自然に想定される順序より前に見せることに相当する。

このような順序は、ある単一の可視化対象内での順序と見なすことができるが、複数の可視化対象間

の順序であると見なすこともできる。前者を**場面内錯時法**、後者を**場面間錯時法**と呼ぶことにする。

物語では、物語内容に於ける出来事の因果関係が存在するために順序が大きな意味を持つものに対し、可視化が対象とする元データは、必ずしも因果関係が存在するとは限らないため、順序を入れ換えることが物語ほど大きな意味を持たない場合も想定される。一方、物語に於いては因果関係を考えることにより、物語言説に射影された段階に於いても、それらの時間順序を判断することは容易であるが、情報可視化では、順序の前後を把握するための手がかりは、例えばグラフの軸やグラフの表題などの変化であり、順序の直観的な把握という点では物語に劣るとも考えられる。いずれにしろ、情報可視化の順序表現に於いては、その順序が先説法であるか後説法であるかということ判断することよりも、順序関係を如何に明示するか、ということのほうが大きな問題になると考えられる。

#### 4 どのように可視化するか：可視化手法に於ける物語行為

1章で述べたように、計算機上での情報可視化の特徴は、ユーザとのインタラクションを介して逐次的に描画内容を変更できる点にある。このとき、どの可視化表現をどのような順序で見せるか、そしてその遷移をどう提示するか、が情報の受け手の理解にとって重要な役割を果たす。したがって「ひとつの可視化対象を如何に見せるか」(図1中の①)という視点だけではなく、「ある可視化対象から異なる可視化対象への推移を如何に見せるか」(図1中の③)という視点からも考察する必要がある。そこで本章では、まず可視化対象の提示方法を考察し、その後「場面転換」という概念を用いて可視化対象間の遷移の提示方法を考察する。

##### 4.1 可視化対象の提示技法

印刷媒体による静的な可視化の場合でも、ひとつの可視化対象を表現する手段は様々である。例えば1993年の近畿地方の月間降水量を県ごとに比較する場合、これを積上げ棒グラフで描画することもできるし、折れ線グラフで描画することもできる。計算機を用いて可視化する場合には、これらの統計グラフのような静的な可視化に加えて、動的な可視化も可能になる。

計算機上での可視化に於いて、情報の提示方法には空間的な提示と時間的な提示があり、それらはトレードオフの関係である、と考えられている。

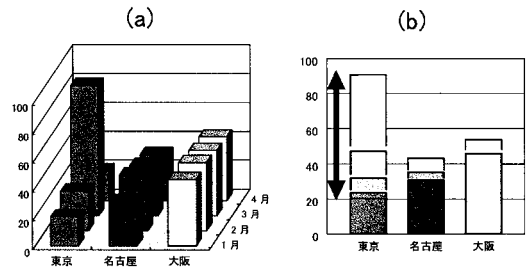


図 2: 静的な可視化と動的な可視化

この考え方にに基づき、Spence は RSVP (Rapid Serial Visual Presentation) という動的な可視化手法を提案している [6]。RSVP は、あるフォルダ内のファイルを概観する際に、全てのファイルを空間的に配置して見せる代わりに、本をパラパラと捲るように一定時間の間に次々と入れ換えて表示する可視化手法である。また Nakakoji らは、時系列データの時間的な変化をアニメーションを利用して提示する手法を提案している [7]。これは、例えば各都市の降水量を月毎に比較する場合に、図 2 の (a) に示すような提示をする代わりに、1月から4月にかけての観測値の時間変化を、(b) のように棒グラフの各棒を伸縮させるアニメーション表現を用いることによって分かりやすく提示する手法である。

一般に、静的な可視化は可視化対象を概観するのに適しているのに対して、動的な可視化は時間変化を直観的に理解するのに適していると考えられる。

対象とするデータやタスクにとって、空間的な提示方法と時間的な提示方法のどちらが適しているかという議論は、可視化技法を体系化するためには重要であるが、本稿の興味は形式論の話であるため、この問題には触れず今後の課題とする。

##### 4.2 場面転換

可視化対象のシーケンスに於いて、ある可視化対象から別の可視化対象への遷移を**場面転換**と呼ぶことにする<sup>1</sup>。場面転換には (1) 対象に関する場面転換 (追加や削除など)、(2) 詳細度に関する場面転換 (詳細化や粗大化など)、(3) 観測視点の転換 (割合化や推移化、実量化など)、などが挙げられる。

インタラクティブな情報可視化に於いて、この場面転換が生じるきっかけは、ユーザからのインタラクションである。このインタラクションには、直接操作と間接操作がある。直接操作は、表示されているオブジェクトを操作する方法で直観性に優れている

<sup>1</sup>場面転換は、厳密には提示方法だけの問題ではなく、可視化対象シーケンスの構成にも係わる概念である。

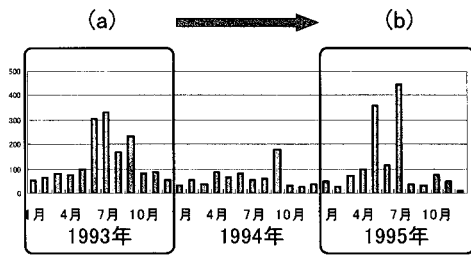


図 3: 補完表示法の例

る。それに対して、タスク解決の視点から「どのような情報が知りたいか」という要求を入力する方法が間接操作である。

直接操作では、図 1 中の ③ をユーザが指定することによって ② が生じる。これに対して、間接操作では逆に、図 1 中の ② をユーザが与えることによって ③ の遷移が生じる。このように、可視化手法が採用するインタラクションのタイプによって可視化対象シーケンスの構成モデルは変わるため、どちらのインタラクションを想定するかが重要になる。

また上述したように、ひとつの可視化対象を表現する方法は様々である。ユーザインタラクションを伴う計算機上での可視化に於いて、どの可視化表現(グラフ)が最も適切かを判断する際には、描画するデータの属性だけでなく、ユーザの描画意図(= 場面転換の種類)や、どのようなコンテキストでの下での描画なのか(= 現在提示されているグラフ)を考慮すべきであることが既に指摘されている [8]。すなわち、場面転換が生じた際に、何を考慮して新たな可視化表現を選択しているかも可視化手法を評価する上で重要な観点である。

### 4.3 可視化対象間の遷移の提示技法

上述した場面転換の際に、前後の可視化表現をどのように接合して提示するかは、計算機上での情報可視化に於いては重要な問題となる。これは、物語では登場人物や場所等の固有名詞によって、場面間の連関関係の把握が容易であるのに対して、可視化では描画されるオブジェクトは物語中の登場人物名などに比べて識別性に劣るためである。

この場面遷移の表現方法としては、途中の状態を表示しながらアニメーション処理を伴って遷移する方法、前後の可視化表現に於いて対応するオブジェクトをアニメーションでつなぐ方法、瞬時に切り替わる方法の 3 つが考えられる。

途中の状態を表示しながら遷移する方法は、図 3

表 5: 情報可視化手法の「諸元表」

可視化手法名	KEVIN
対象とする元データ	統計データ
可視化対象の表現技法	
直接表現法	○
系列的要約法	○
場面内省略法	×
周期的要約法	×
場面内錯時法	×
シーケンスの構成技法	
反復表現法	○
場面間省略法	○
付加情報提示法	○
場面間錯時法	○
可視化対象の提示技法	
空間的表現	2D 統計グラフ
時間的表現	×
場面転換	
直接操作	×
間接操作	○
新たな可視化の選択方法	データ属性 + 場面転換の種類 + 現在のグラフ
場面転換のバリエーション	対象 / 詳細度 / 観測観点
遷移の提示技法	
瞬時切替え法	○
対応関係表示法	○
補完表示法	×

の (a) から (b) へと、カメラをパンさせるように中間のデータを表示しつつ切替える手法である。これを補完表示法と呼ぶことにする。

場面転換の前後の可視化表現に於いて対応するオブジェクト同士をアニメーションでつなぐ方法は、描画対象の関係だけを保持することが目的である。この技法を対応関係表示法と呼ぶことにする。対応関係表示法では、途中の状態を補完するわけではないため、アニメーションの途中段階のデータは意味を持たない。

場面が瞬時に切り替わる方法は瞬時切替え法と呼ぶことにする。これは最も基本的な場面遷移の表現方法であるが、場面転換の前後での関連性が低い場合には、むしろ他の手法よりも適切である場合があるため、アニメーション処理でつなぐことが常に優れた遷移表示方法だとは限らない。

これらのどの手法を使うとどのような効果が得られるか、については内容分析であるため本稿の対象外であるが、このような視点から分析する必要があることは明らかである。

以上、3 章および 4 章で言及した検討事項が、情報可視化手法を比較評価する上での観点である。

これらの観点に基づき、対話型情報可視化システム KEVIN [8] を位置付けると表5 のようになる。KEVIN は自然言語インタフェースによって視点を変えながらデータを分析するための可視化システムである。

## 5 結論

本稿では、情報可視化手法の体系化を目指して、各手法で用いられている可視化技法を物語論に基づいて解釈する試みを行った。本研究の目的は「電化製品の諸元表」や「通知表」のように、複数の情報可視化手法を比較するための比較観点を整理することである。

我々は、様々な解釈可能なワンショットの可視化表現を「複数の分岐可能性を有するひとつの場面」であると見なすことで、インタラクションによって作られる一連の情報可視化の流れを「読者の意図によって選択されるインタラクティブな物語」と位置付けた。その上で Genette の物語論を用いて物語の技法と可視化の技法を整理した。

本稿での議論は、「動的可視化に於ける技法の体系化」を目指した第一歩であり、まだまだ議論が不十分な点も多い。今後、さらに様々な検討を重ね、より客観的かつ敷衍的な評価指標へと改良していきたい。

また、このようにして整理された可視化技法の効用、すなわち、どの技法を用いると、どのような効果が得られるか、という内容的な観点からの整理が必要だと考えている。例えば、月間売上高を元データとして、そこから、昨年と今年の売上高を比較する資料を作成する場合を考えると、

1. 昨年初頭の売上高を先に示してから (途中を省略して) 現時点の売上高を提示する [後説法 + 場面間省略法]
2. 現在の売上高を先に提示してから過去の売上高を対比させる [先説法]
3. 自昨年の他社比売上高と今年の売上高を、ひとつのグラフとして提示する [系列的集約法ないし周期的集約法]
4. 一ヵ月毎に順に提示して行き、伸びが増加する様子を強調する [直接表現法]

など様々な方法が考えられる。ここで1. と2. は可視化対象のシーケンスとして表現されるが、3. と4. は一つの可視化対象として一枚のグラフで表現

されている。これらの各々の場合に、情報の受け手が得る情報は同じであっても、与える印象は異なると思われる。このように、用いた技法と期待される効果との対応について、今後検討していきたい。

## 参考文献

- [1] Tufte, E. R.: *Visual Explanations*, Graphics Press, Cheshire, CT (1997).
- [2] Card, S. K., Mackinlay, J. D. and Shneiderman, B. (eds.): *Readings in Information Visualization — Using Vision To Think —*, Morgan Kaufmann Publishers (1999).
- [3] Gershon, N. and Page, W.: “What Storytelling Can Do for Information Visualization,” *Communications of the ACM*, Vol. 44, No. 8, pp. 31-37 (2001).
- [4] Genette, G.: “Discours du récit, essai de méthode,” in *Figures III*, Seuil (1972), (邦訳: 物語のディスコース — 方法論の試み —, 花輪 光, 和泉 涼一訳, 水声社 (1985).)
- [5] Propp, V.: 昔話の形態学 (邦訳), 北岡 誠司, 福田 美智代 訳, 白馬書房 (1983).
- [6] Spence, R.: “Time as a Component of Interaction Design,” *Proc. IV-2001*, p. 765 (2001).
- [7] Nakakoji, K., Takashima, A. and Yamamoto, Y.: Cognitive Effects of Animated Visualization in Exploratory Visual Data Analysis, *Proc. IV-2001*, pp. 77-84 (2001).
- [8] Matsushita, M. and Kato, T.: “Interactive Visualization Method for Exploratory Data Analysis,” *Proc. IV-2001*, pp. 671-676 (2001).