

ChronoView の理解を助ける 変形アニメーションの開発

楊 金龍

修士 (工学)

(コンピュータサイエンス専攻)

指導教員 三末和男

2015年 3月

概要

時刻情報付きデータは事件や行動等のイベントとその発生した時刻を記録したデータを指す。時刻情報付きデータの可視化手法中の1つに ChronoView という手法がある。イベント集合を2次元平面上の位置として表現することで、多くのイベント集合を一度に俯瞰することができる。イベント集合の位置はその要素であるイベントの発生時刻に対応する位置の重心により決定している。

ただし、ChronoView を知らない人には配置方法を推測することが必ずしも容易ではない。本研究の目的は、ChronoView におけるイベント集合の配置方法の理解を助けることである。そのためのアプローチとして、変形アニメーションを利用する方法を試みた。いくつかの変形アニメーションを実装し、被験者実験においてアニメーションを使用しない静的な手法と比べ、その効果を評価した。本研究では2つの実験を実施した。1つ目の実験では、まずは静的な手法を観察させ、その後アニメーションを被験者に観察させた。2つ目の実験では、まずはアニメーションを観察させ、最後に静的な手法を被験者に観察させた。2つの実験の客観的な評価とアンケートの主観的な評価を分析した結果、4個のアニメーションは静的な手法より、イベントグループの配置方法の理解に役に立つことが示された。

目次

第1章	はじめに	1
1.1	大量の時刻データの可視化手法 ChronoView	1
1.2	ChronoView の問題点	2
1.3	研究の目的	3
1.4	研究の概要	3
1.5	本論文の構成	3
第2章	関連研究	4
2.1	理解を助ける可視化手法の紹介	4
2.2	アニメーションを用いた可視化手法の紹介	4
2.3	アニメーションと静的な画像の比較研究	5
第3章	ChronoView を解説するアニメーションの設計	6
3.1	解説するアニメーションの要件	6
3.2	問題点を解決するためのアイデア	6
3.3	開発したアニメーションの説明	7
第4章	解説アニメーションと静的な手法の比較実験	25
4.1	実験の目的	25
4.2	実験の設計	25
4.3	実験の環境	27
4.4	実験の流れ	28
4.5	被験者と実施期間	28
4.6	実験の結果	29
4.6.1	静的な手法とアニメーションの比較	30
4.6.2	被験者による主観評価	40
4.7	考察	41
第5章	まとめ	43
	謝辞	44
	参考文献	45
付録	実験に用いた同意書、実験手順書およびアンケート	48

図目次

図 1.1. ChronoView の外観	1
図 1.2. ChronoView の時刻の表現.....	2
図 1.3. イベントが発生した時刻を示す放射状の線の表示	2
図 3.1. アニメーション 1 の step1 から step3 までの変化する過程	9
図 3.2. アニメーション 1 の step4 から step5 までの変化する過程	10
図 3.3. アニメーション 2	10
図 3.4. アニメーション 3	11
図 3.5. アニメーション 4	12
図 3.6. アニメーション 5	13
図 3.7. アニメーション 6	14
図 3.8. アニメーション 7	15
図 3.9. アニメーション 8	16
図 3.10. アニメーション 9	17
図 3.11. アニメーション 10.....	18
図 3.12. アニメーション 11.....	19
図 3.13. アニメーション 12	20
図 3.14. アニメーション 13	21
図 3.15. アニメーション 14	22
図 3.16. 一般的なヒストグラムから ChronoView の円周上のヒストグラムにアニメーションで変形する.....	23
図 3.17. ChronoView の円周上のヒストグラムから一般的なヒストグラムにアニメーションで変形する、14 個のアニメーションの共通部分である	24
図 4.1. Twitter のデータの例.....	25
図 4.2. スピードと時間軸のスライドバー	26
図 4.3. ChronoView の放射線表現と一般的なヒストグラム	26
図 4.4. 質問の例図	27
図 4.5. アニメーション 1 のイベントグループの位置の決定方法は理解しやすいさの 5 段階評価.....	32
図 4.6. アニメーション 1 の面白さの 5 段階評価	33
図 4.7. アニメーション 1 のスピードの 5 段階評価	33
図 4.8. アニメーション 1 の疲労度の 5 段階評価	34
図 4.9. アニメーション 5 のイベントグループの位置の決定方法は理解しやすいさの 5 段階評価.....	34
図 4.10. アニメーション 5 の面白さの 5 段階評価	35
図 4.11. アニメーション 5 のスピードの 5 段階評価.....	35
図 4.12. アニメーション 5 の疲労度の 5 段階評価	36
図 4.13. アニメーション 6 のイベントグループの位置の決定方法は理解しやすいさの 5 段階評価.....	36
図 4.14. アニメーション 6 の面白さの 5 段階評価	37

図 4.15. アニメーション 6 のスピードの 5 段階評価	37
図 4.16. アニメーション 6 の疲労度の 5 段階評価	38
図 4.17. アニメーション 9 のイベントグループの位置の決定方法は理解しやすいさの 5 段階評価.....	38
図 4.18. アニメーション 9 の面白さの 5 段階評価	39
図 4.19. アニメーション 9 のスピードの 5 段階評価	39
図 4.20. アニメーション 9 の疲労度の 5 段階評価	40

第1章 はじめに

時刻情報付きデータは事件や行動等のイベントとその発生した時刻を記録したデータを指す。時刻情報付きデータの分析を支援する表現手法は多く存在している。そのような可視化手法の1つにChronoView(図 1.1)がある[1]。この手法では2次元の平面上に1つ1つのイベント集合を配置することで、多くのイベント集合を同時に俯瞰し、その発生の特徴を観察することができる。

1.1 大量の時刻データの可視化手法 ChronoView

ChronoView は、アナログ時計の文字盤のような円を表示し、その中にイベント集合（イベントグループ）を配置する。イベントグループは複数のイベントの集りであり、「文字盤」の内部で配置される円として表示され、その面積はイベント数の増加に従い増大する。そして、イベントグループと「アナログ時計」の時刻と繋がる線でイベントごとの発生時刻を表現する。イベントグループの時刻の集合をその中に配置することで、データに記録されているイベントグループと時刻の関係性の分布を視覚的に提示する。ChronoView を利用することで、イベントグループと時刻の関係性についての詳細をさらに分析していくことを可能にする。また、数千件以上のデータの俯瞰とイベントグループ発生周期性の両方を示す可視化手法である。

ChronoView の対象データは「時刻情報付きデータ」である。具体的には、事件や行動などのイベントグループとそれらが発生した時刻を記録したデータである。ChronoView はインターネットのアクセスの特徴、商品の販売履歴の特徴、また、医療機関のデータの特徴を分析することができる[2]。

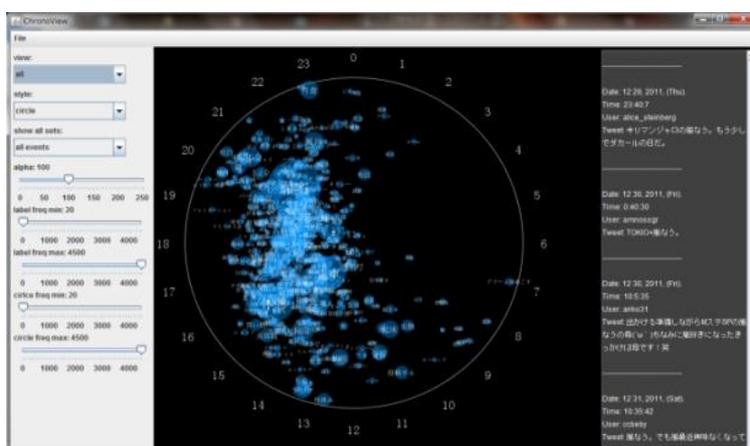


図 1.1. ChronoView の外観

ChronoView におけるイベントグループの位置は以下のように決定される。図 1.2 のよう

に、0時、8時、及び14時にあるイベントが発生していると仮定する。この3つのイベントの発生時刻を集計し、時刻の重心を計算し、その位置にイベントグループを表現する円を配置する。この配置方法により、イベントが広範囲に分散して発生しているのか、特定の時刻に集中して発生しているのかなど、イベントグループの特徴を把握することが可能になる。

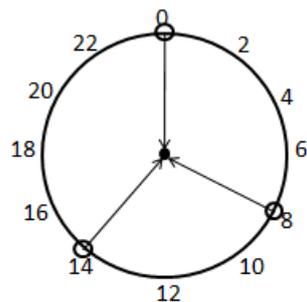


図 1.2. ChronoView の時刻の表現

イベントグループ内の全てのイベントの発生時刻を表現するために、イベントグループを表す円と円周上の時刻の間に放射状の線を引くという方法が取られている (図 1.3)。

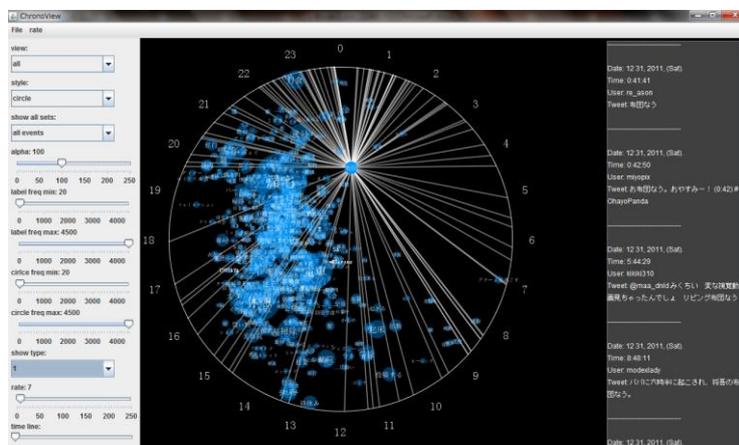


図 1.3. イベントが発生した時刻を示す放射状の線の表示

1.2 ChronoView の問題点

ChronoView によりイベントグループを2次元平面上の位置で表現することで、多くのイベントグループを一度に俯瞰することができる。ただし、ChronoView を使うためには、イベントグループの配置方法を理解することが必要である。しかしながら、ChronoView の表現は日常生活にある表現ではないため、初めてこの表現方法に触れる人にも直感的に理解で

きるものとは言い難い。初心者が最初にこの表現を見るときに、イベントグループを表す円の大きさと配置規則、そしてイベント発生時刻との関連性を直ぐに理解できない可能性がある。そのため、表現から全体の把握や必要な情報を取り出すといった ChronoView の当初の目的を達成できない可能性がある。

1.3 研究の目的

本研究では、ChronoViewにおけるイベントグループの配置方法とイベントの発生時刻の関係をシステムの初心者にも迅速に理解できるようにすることを目的とする。元のChronoViewの静的表現の上にアニメーションを加えることで、イベントグループの配置がイベントの発生時刻により決定することを説明し、ChronoViewの表示内容をより直感的、明白的にすることを目指している。

1.4 研究の概要

アニメーションの動きで人の注意を引くことに非常に有効であり、人の理解力を向上させる重要な手段である。ChronoViewのイベントグループの配置規則を直感的に理解させるためのアプローチとして、放射状の線、イベントグループを表す重心の移動、円周上の点、円周上のヒストグラムを解説用のアニメーションで表現した。詳しい内容は第3章3.2節で説明する。これらの方法によって、問題点を解決することができると考えた。

そこで、本研究では ChronoView のイベントグループの配置方法の理解を助けるために、いくつかのアニメーションを作成した。本研究は被験者実験によって、ChronoView を知らない人に対して、作成したアニメーションの有用性を計測し、効率的にイベントグループの配置方法を理解させることができるかどうかを実証した。

本研究の貢献は以下の2点である：

- ChronoView を理解させるアニメーション手法を開発した
- 14 個の ChronoView を理解させるアニメーションを実装し、その中の 4 個のアニメーションを用いて評価実験を行い、提案したアニメーション手法の有用性を評価した、すなわち、ChronoView のイベントグループの位置の決定方法が理解しやすくなることを実証した

1.5 本論文の構成

本論文では、まず先行研究について述べる。続いて第2章で関連研究について述べる。第3章では、ChronoView を解説するアニメーションの設計について述べる。第4章では、被験者実験の詳細について述べる。最後に第5章で全体を総括する。

第2章 関連研究

理解を助ける可視化手法の研究、解説アニメーションの研究、静的な手法とアニメーションの比較研究について、様々な研究、実験が存在する。この章では、これらの研究について紹介する。

2.1 理解を助ける可視化手法の紹介

Huron ら[3]は、自由落下運動をより理解しやすくするために、様々なビジュアライゼーションのツールを開発した。日常生活における四六時中の変化、特に年齢と収入上の変化に関するデータを、より直観的に表現した。

Perin ら[4]は、サッカーゲームの解説に対する理解を深めるために、サッカーゲーム解説用のビジュアライゼーションツールを開発した。折れ線グラフ、ヒストグラム、MATRIX 図などを利用することによって、サッカー解説者は選手たちの動きをより直観的に把握でき、さらに選手の動きのビジュアライゼーションと統計ツールの組み合わせによって次の試合でのパフォーマンスも予測できるようになる。

Liu ら[5]の論文では、映画の主旨を視聴者にわかりやすく理解させるために、有効な美学的なビジュアライゼーションの方法で、時間の流れにしたがって、アニメーションの中の人物関係と物語の展開をユーザに提示した。さらに、本研究の成果は SNS とブログに対する分析においても運用できる。

以上の理解を助ける可視化研究は多くの研究がなされてきている。異なる可視化手法に対して、異なる理解させる方法がある。本研究では、ChronoView のイベントグループの位置を理解させる方法だけに注目した。重心を理解させるアニメーションを開発した。

2.2 アニメーションを用いた可視化手法の紹介

Rolf ら[6]は、実験を通して、人は知能指数の高低にかかわらず、アニメーションを見ることで見ているモノ(例:運動の方法など)に対する理解を深められると考えた。Falvo ら[7]の実験によると、空間的能力の高い学生は空間的能力の低い学生より、アニメーションの中で、多くのものを勉強することができる。また、男性の学生と比較して、女性の学生はアニメーションの中で、多くのものを勉強することができる。

Boucheix ら[8]の実験によると、低い能力を持った人に対しては、アニメーションの UI コントロールは学習を促進するとされる。Richard ら[9]は、アニメーションを見る時、UI コントロールがユーザの理解を助ける、アニメーションを操作する時は、停止できることが重要であるとした。Spanjers [10]と Tabbers[11]らの研究も関連知識を持っている学生に対して、アニメーションを理解させるために、アニメーションの中断とユーザのコントロールの有用性を示している。時間がかかるが、しかし、この操作時間は無駄ではない。Vafa ら[12]は面白いアニメーションの有用性を示していて、面白いアニメーションは人の記憶力と理解

力を上げることができるとしている。Jeffrey ら[13]は、ヒストグラムからパイチャートへの変化プロセスを作り、データの比率分布状態を示した最も理解しやすい図の変化プロセスを選出している。ここで、アニメーションの変化過程が相互に対応することはとても重要であると示した。

Jeffrey らの研究によると、時間がかかるが、アニメーションはユーザの情報空間の再構築能力を促進できる。アニメーションのスピードが遅すぎず早すぎず、適切なスピードをとることは重要である。また、アニメーションのメリットは、オブジェクトの位置、サイズ、形状、および色の変化を自然に行えることである、アニメーション動作は因果関係や志向性の認識を生じさせることができる。

本研究では、以上のような解説アニメーションの利点について総合的に考え、初めての人に ChronoView の理解を助けるために、ユーザのコントロール、アニメーションの面白さ、またスピードの設定などを工夫した解説アニメーションを開発した。

2.3 アニメーションと静的な画像の比較研究

Jean-Michel ら[14]の研究によると、機械のシステムについて説明する際、静的な手法と比べて、アニメーションの方が理解しやすい。また、彼らはユーザコントロールの重要性についても示している。

Dibiase ら[15]の研究によると、静的な地図と動的な地図の比較研究において、動的な地図のほうが空間と時間の変化をより簡単に理解できることが実証された。アニメーションは多様な相補の形でデータを表現することによって、分析能力を強化する。Karlsson ら[16]の研究は、アニメーションが人の問題解決力を向上させると述べる。Lin ら[17]の研究によると、授業をするとき、授業の内容について、静的な画像より、アニメーションの方が理解しやすく、勉強時間を短くすることができる。Wong ら[18]もアニメーションの方も同じ観点を持っていた。Lowe ら[19]の研究は、静的な画像とアニメーションを比較した時、知覚の能力が高い人に対しては、アニメーションの方が理解を促進することを示している。

多くの研究者によると、静的な画像より、アニメーションの方が多くのメリットを持っている。Boucheix ら[20]は手かがり(例：矢印)は人の注意力を集めることができ、静的な手法と比べると、アニメーションの中で、人はたくさんものを学習することができる。また、静的な画像と比べて、関連知識のあるものはアニメーションの方がより多くの知識を学ぶことができる。Rebetez ら[21]は、環境の影響について考慮した場合、同じ環境においては、静的な画像と比べて、アニメーションの方が理解しやすいと述べている。

一方で、Zhu ら[22]の実験によると、ユーザは静的な画像とアニメーションと比べると、理解能力は同じと示される。Tversky ら[23]はアニメーションと比べて、静的な表現が有効であると示した。

第3章 ChronoView を解説するアニメーションの設計

本研究では、ChronoView を知らない人に対して、イベントグループの位置の決定方法の理解が容易ではない問題点を解決、重心を直感的に理解するために、放射状の線、イベントグループを表す重心の移動、円周上のヒストグラムを解説用のアニメーションに利用する。具体的には、放射線のアニメーションで、放射状の線の数量、放射状の線の拡散、収束の様子を表すことで、また、視覚要素の漸次変化によって、重心の描画規則の理解を向上させられると考えられる。イベントグループの配置方法を、利用者に速やかに理解させることを目指した。

3.1 解説するアニメーションの要件

Rolf らは、実験を通して、中短時間の解説アニメーションの利用によって視聴者の記憶と理解力が促進できることを実証した。そこで、解説アニメーション全体の時間が長くないように設計した。

イベントグループの配置の方法を理解させるため、要件は以下のようにする：

要件 1： 少ない記憶負担で重心を理解させるために、また、観察の利便性も考慮し、時間毎のイベントの発生件数を明確に表現する。

要件 2： イベントグループ内の「イベントがいつ発生するか」ということを明確に表現する。

要件 3： イベントグループの発生時刻を一度ではなく、時刻に沿って変化するアニメーションで表現する。すなわち、使用者の記憶負担を減少するために、発生時刻を一気に表示するのではなく、1つ1つ（また1時間毎に）表示する必要がある（全て同時に表示すると、見ている人が認識できないため）

3.2 問題点を解決するためのアイデア

本研究の中で、ChronoView の各視覚要素のアニメーションの遷移を用いて、ChronoView を知らない人に対して、イベントグループとイベント発生時刻と発生件数の関係に対する理解を助ける。また、放射状の線の密度の観察だけではなく、円周上の点、円周上のヒストグラムの総合的に観察させることで、重心であることを理解させたい。これらを実現するために、時刻とイベントグループとの関係を示すために、イベントの発生時刻を表す放射状の線と外円周上の点に、イベントグループから外円周上に移動するアニメーションを加える。線の移動から円周に達するまで、またはその逆の過程において、ユーザの注意を引く。アニメーションを用いた放射状の線と点の関係に、より注意をはらって見ることができ、イベントグループの配置方法の理解を助けることができる。アニメーションを用いた放

放射状の線の方がイベントグループの位置と発生時刻の対応関係について、以前の使用していない放射状の線よりも理解しやすいと考えられる。更に、円周のヒストグラムによって、重心（イベントグループの位置と発生時刻と件数の関係）ということが理解できると考えられる。

視覚要素の変形と移動の他に、グループとなる視覚要素（例えば、イベントグループに繋がるすべての放射状の線）の逐次増加や減少を用いることも考えられる。例として、1つのイベントが1回発生するとき、この重心は円周上の発生時刻点に当たる場所である、発生件数が2つになる時、イベントグループ、すなわち重心の位置は円周上の2つの発生時刻点の中点である。このように、発生件数が増加すると、重心は次第に移動し、アニメーションの発生件数が増える度に重心が少し動くので、イベントグループはその円の中で発生件数が多い方にイベントグループが引き寄せられる、という現象に対する観察により、重心の位置に配置されているということがより簡単に理解させることができる。視覚要素の漸次変化によって、重心ということを理解しやすいと考えられる。

一部のアニメーションを設計するとき、放射状の線などイベントと発生時刻の関係を示す要素を1時間毎の表示にまとめた。こうすることにより、最大24個の視覚要素を確認することでイベントグループの位置を理解でき、ユーザの負担を軽減できる。

3.3 開発したアニメーションの説明

3.1節の要件によって、まず3つの要件に対応するように、3つのパターンを設定した。アニメーション要素を最終のアニメーションに使用するかしないかによって、以下3つのパターンに分け、それぞれに番号をつけた。

パターン1: 線を1時間毎にまとめるかどうか（まとめる「a」まとめない「b」）

a: 1時間毎にまとめる、すなわち、1時間毎の発生件数の重みの比が線の太さまた面積比で表されている円、高さで表されている長方形である。

b: 1時間毎にまとめない

パターン2: 線が繋がるかどうか（線が繋がっている「c」、線が繋がっていない「d」）

c: 線が繋がっている

d: 線が繋がっていない

パターン3: 放射状の線が拡散と集合をする「e」、イベントの発生時刻の表示に順番がある（円周上に時計回りに描画する）「f」また順番がない（ランダム）「g」

e: 線の拡散と集合をする

f: 順番がある（円周上に時計回りに描画する）

g: 順番がない（円周上にランダムに描画する）

また、パターン2で線が繋がっている、パターン3で線が拡散と集合をする場合(ce)、最初から線の先端に目印として円を表示させる「h」、また線が拡散した後に円周に時刻を示す円を表示させる「i」というパターンを挙げた（この円は1時間毎のイベントまた1つ1つの

イベントと表示する)

ce+h: 線の最初から円を出す

ce+i: 線の最後に円周に円を出す

そこで、パターンを組み合わせることで、本研究のデザイン方法から全てのアニメーションの可能性を列挙し、その中から適切であるアニメーションのデザインを選出することを試みた。以下の様な 14 種類のアニメーションを作成した (表 3.1) :

表 3.1 14 個のアニメーションと属性の対応関係

アニメーション番号	表現の組み合わせ
1	bce
2	bde
3	ade
4	adf
5	bcf
6	bcg
7	bdf
8	acf
9	bceh
10	aceh
11	acei
12	bdg
13	acg
14	adg

14 個アニメーションの説明 :

アニメーション 1 :

イベントグループを表す円から放射状に線が伸び、外周に達すると、外周上に長方形が形成される。放射状の線は各イベントに対応しており、すべてのイベントの時間分布が表示される。Return ボタンをクリックすると、下の画像の逆のアニメーションを見ることが出来る。

各 Step に対応する画像を図 3.1、図 3.2 に示す。ChronoView の初始画面で、観察したいイベントグループを表す円をクリックすると以下の 5 段階のアニメーションが再生される。

Step1: 観察したいイベントグループを表す円だけを残る。

Step2: 放射状の線が拡散し始める。

Step3: 放射状の線が円周に達する際円周上の円が示される。

Step4: 円周上のヒストグラムを形成過程。

Step5: 円周上のヒストグラムを形成完成。

アニメーション 1 を紹介する。ChronoView ツールの中で、調べたいイベントの円形をマウスの右側でクリックする。このことを受け、円形の線は中心からだんだん伸び、外の円周に達すると、円周に長方形を形成する。Step5 の時、図 3.2 の Step5 のように、放射状の線

と円周上のヒストグラムを一緒に観察すると、重心描画規則がより理解しやすい。円周上の長方形の高さは相応時間帯（例、0時から1時まで）のイベントの件数である。円周上のヒストグラム上に数字で件数を表示している。

上記のアニメーションの逆再生も可能にした。具体的には、画面の右下の **Return** ボタンをクリックする。この結果、対応する円周の位置から放射状の線が描かれ、だんだん縮小して、本来のイベント位置に戻る。逆再生を可能にしたことで、イベントグループの位置と発生時刻と発生件数の関係の理解が促進されると考えている。

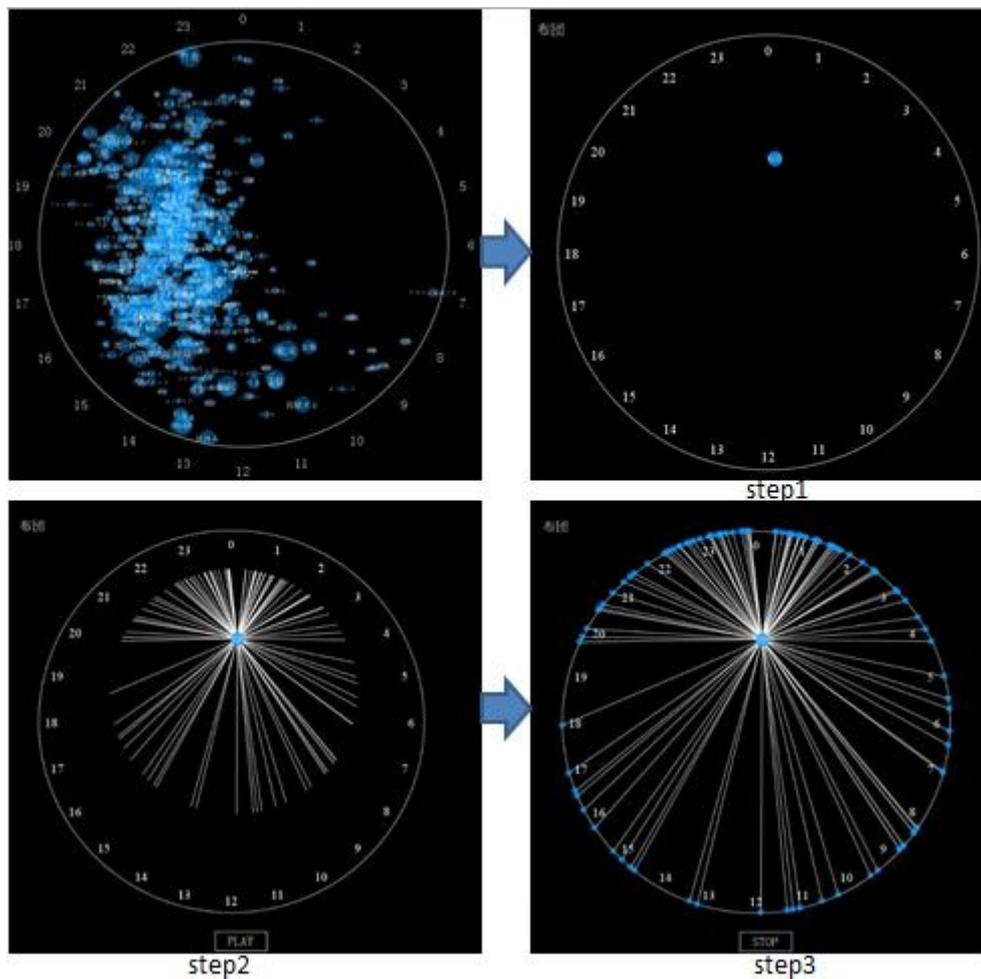


図 3.1. アニメーション 1 の step1 から step3 までの変化する過程

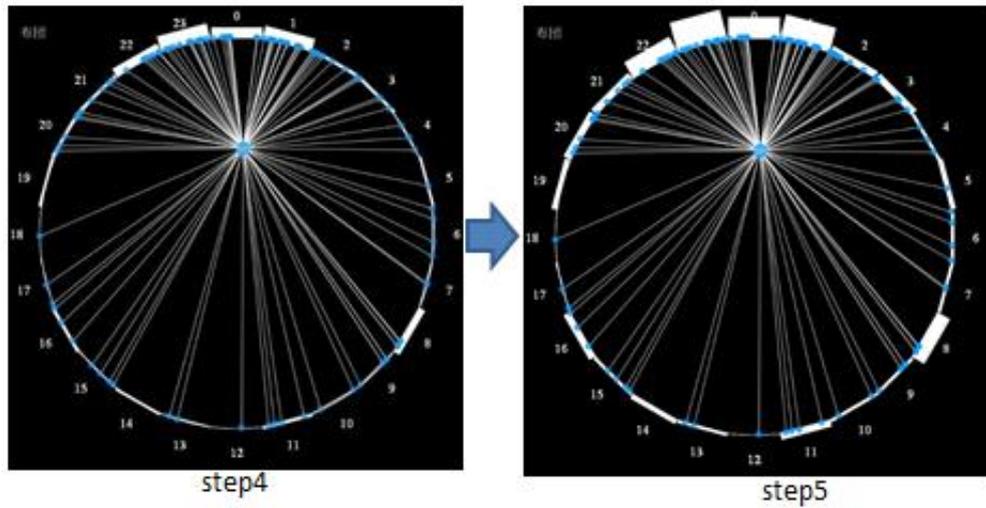
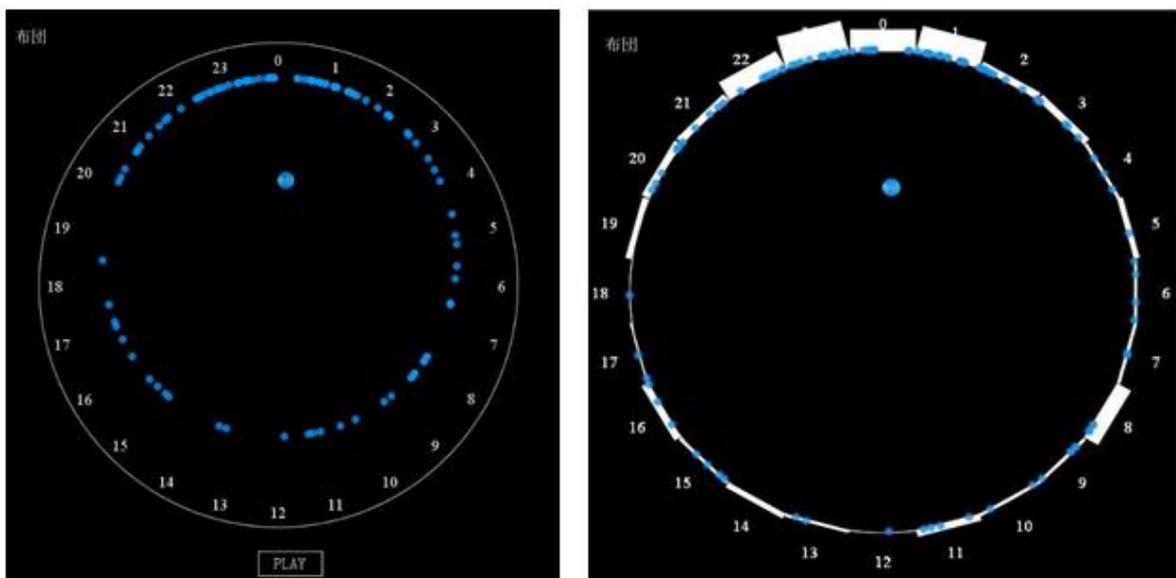


図 3.2. アニメーション 1 の step4 から step5 までの変化する過程

アニメーション 2:

イベントグループを表す円から 1つのイベントに対応した同じ大きさの円を外周に向けて拡散させ、外周上に長方形を形成する(図 3.3)。



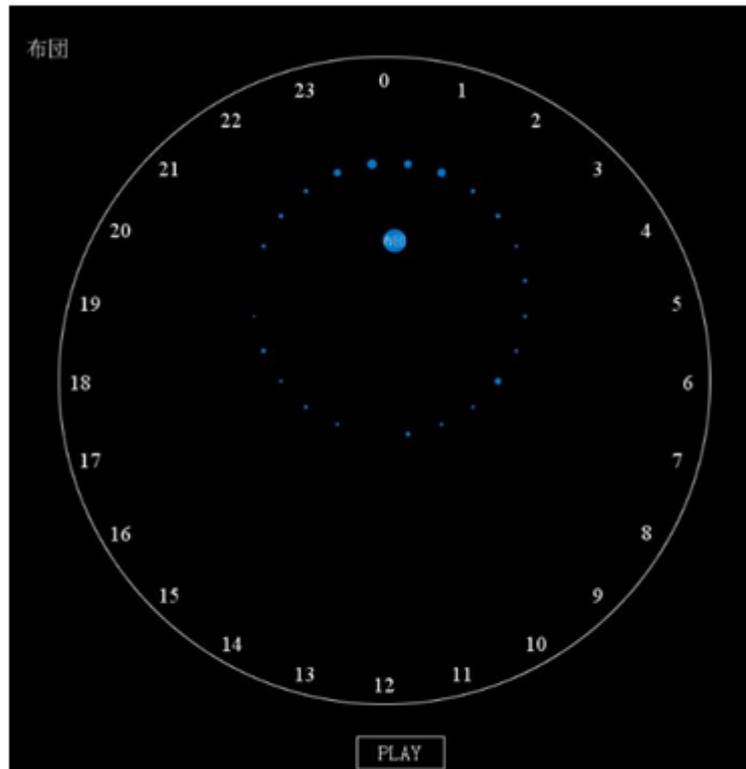
(a). 1つのイベントに対応した同じ大きさの円を外周に向けて拡散する

(b). 1つのイベントに対応した同じ大きさの円を外周に向けて拡散する

図 3.3. アニメーション 2

アニメーション 3 :

イベントグループを表す円から、単位時間毎のイベント発生件数に対応した大きさの円を外周に向けて拡散させる。イベントグループを表す円と拡散させる点の間に線がなく、外周上に長方形が形成される。イベントの頻度を単位時間毎にまとめたため、詳細情報が表示されないがおおまかな傾向をつかめる(図 3.4)。

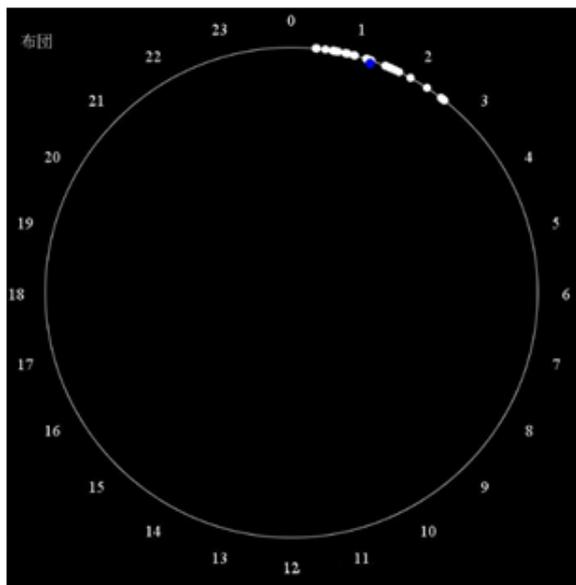


(a). 単位時間毎のイベント発生件数に対応した大きさの円を外周に向けて拡散する

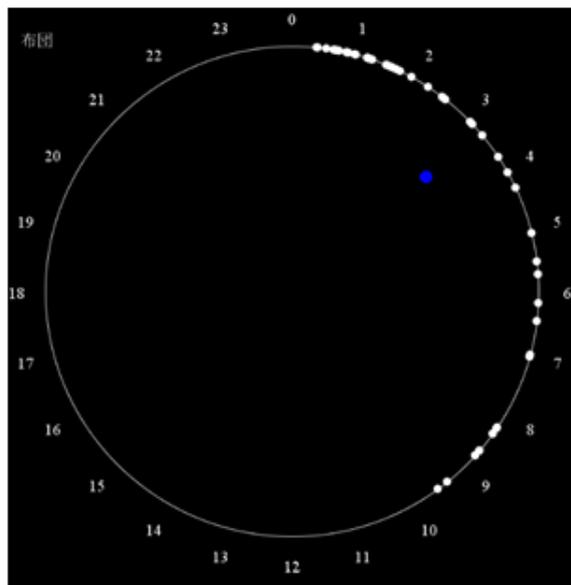
図 3.4. アニメーション 3

アニメーション 4:

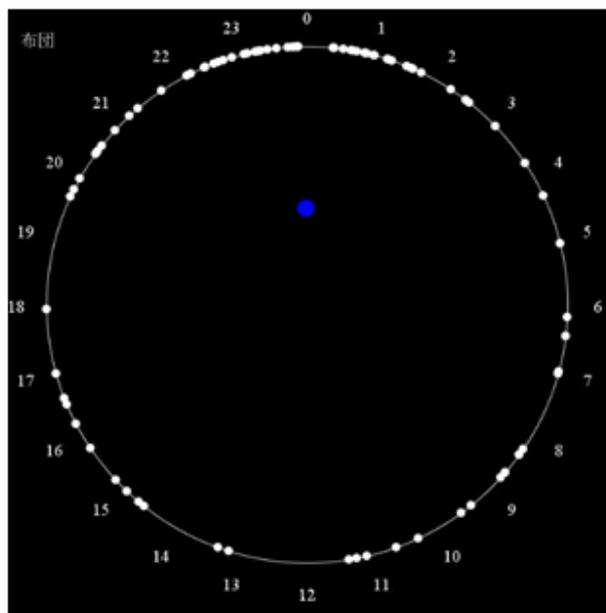
1 単位時間毎のイベント発生件数と発生時刻によって、イベントグループを表す円の位置が最大 24 回次第に変化する。イベントグループを表す点と円周の点の間に線はない(図 3.5)。



(a)



(b)



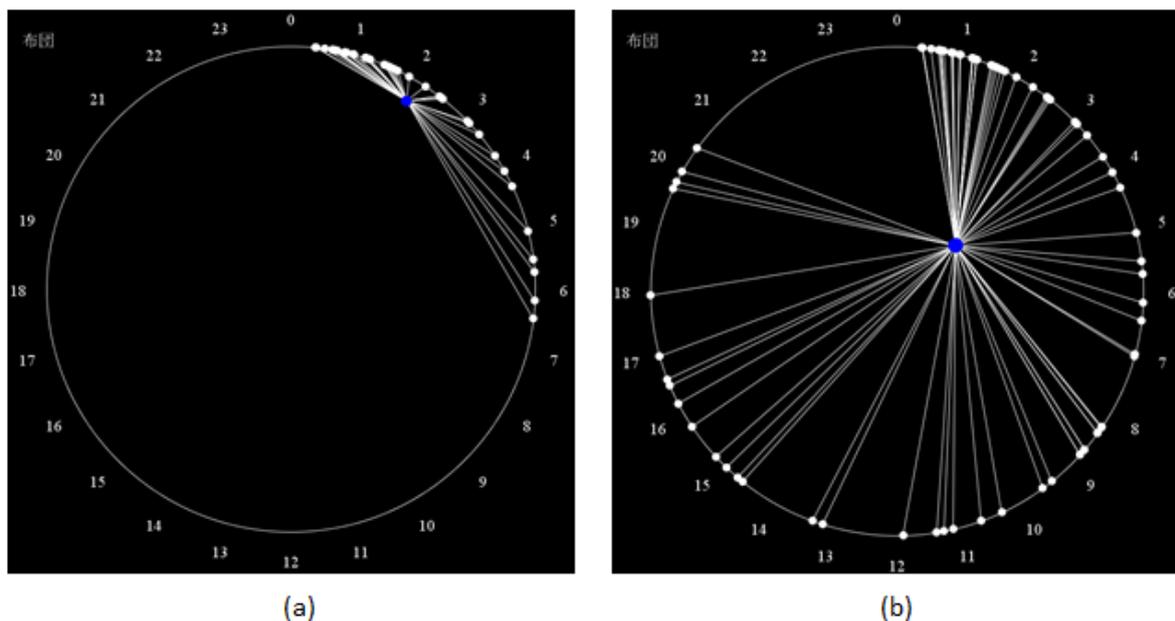
(c)

(a)から(c)のように、1単位時間毎のイベント発生件数と発生時刻によって、イベントグループを表す円の位置の変化する過程

図 3.5. アニメーション 4

アニメーション 5:

最初にイベントグループの1つ1つのイベントが円周上に次第に増加していき、次にイベントグループを表す円の位置がこれらのイベントの発生件数と発生時刻によって次第に変化する。イベントグループを表す点と円周上の点が線で連結される。この中で、イベントグループの遷移が見られる。イベントグループを表す円の面積は発生時刻の増加につれて増えていく(図 3.6)。

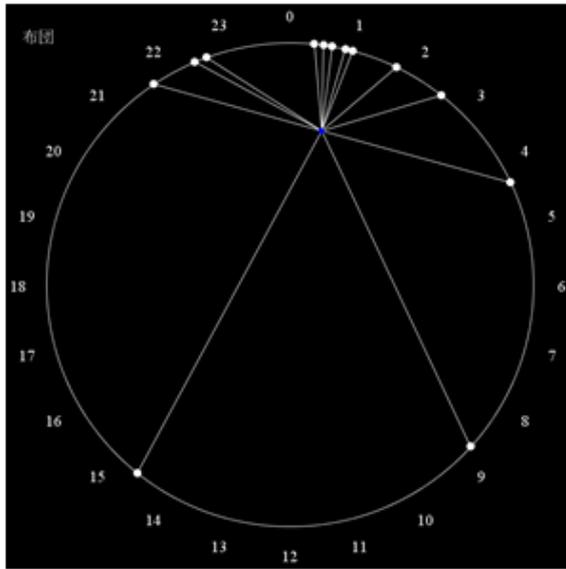


(a)から(b)のように、円周上に時計回り1つ1つのイベントが次第に増加しイベントグループを表す円がこれらのイベントの発生件数と発生時刻によって位置が次第に変化する過程

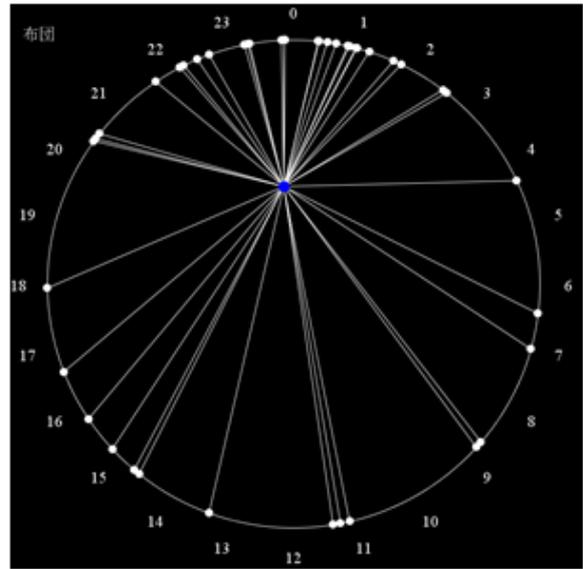
図 3.6. アニメーション 5

アニメーション 6:

円周上にランダムに配置されたイベントグループの1つ1つのイベントが次第に増加し、イベントグループを表す円の位置がこれらのイベントの発生件数と発生時刻によって、次第に変化し、イベントグループを表す点と円周上の点が線で連結される。イベントグループを表す円の面積は発生時刻の増加につれて増えていく(図 3.7)。



(a)



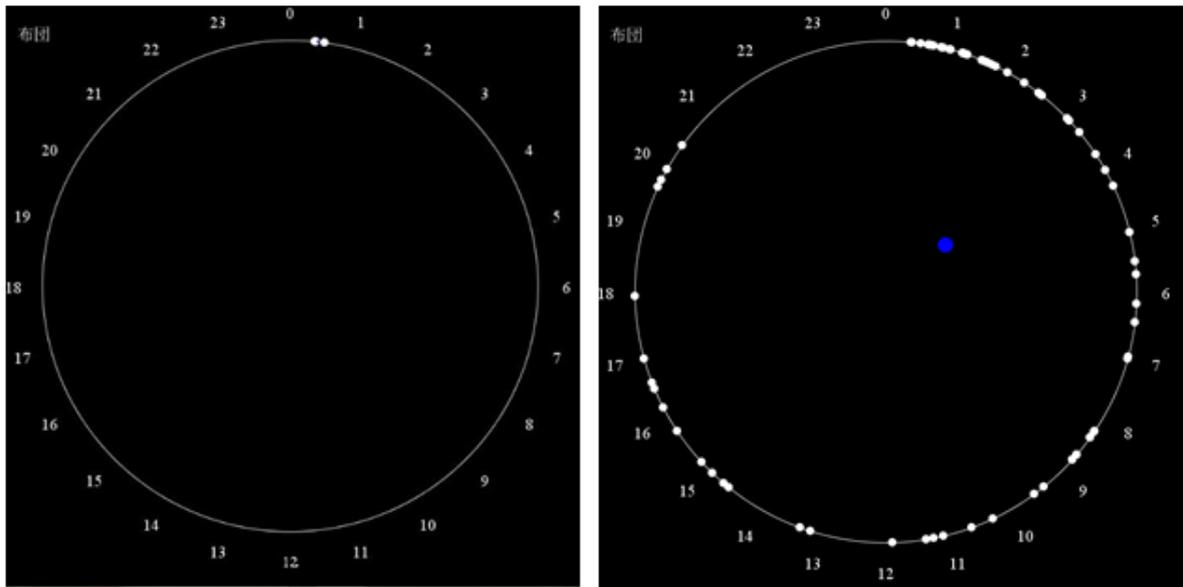
(b)

(a)から(b)のように、円周上にランダムに配置されたイベントグループの1つ1つのイベントが次第に増加し、イベントグループを表す円の位置がこれらのイベントの発生件数と発生時刻によって、次第に変化する過程

図 3.7. アニメーション 6

アニメーション 7:

最初にイベントグループの1つ1つのイベントが円周上に次第に増加していき、次にイベントグループを表す円の位置がこれらのイベントの発生件数と発生時刻によって次第に変化する、イベントグループを表す点と円周上の点の間に線がない。イベントグループを表す円の面積は発生時刻の増加につれて増えていく(図 3.8)。



(a)

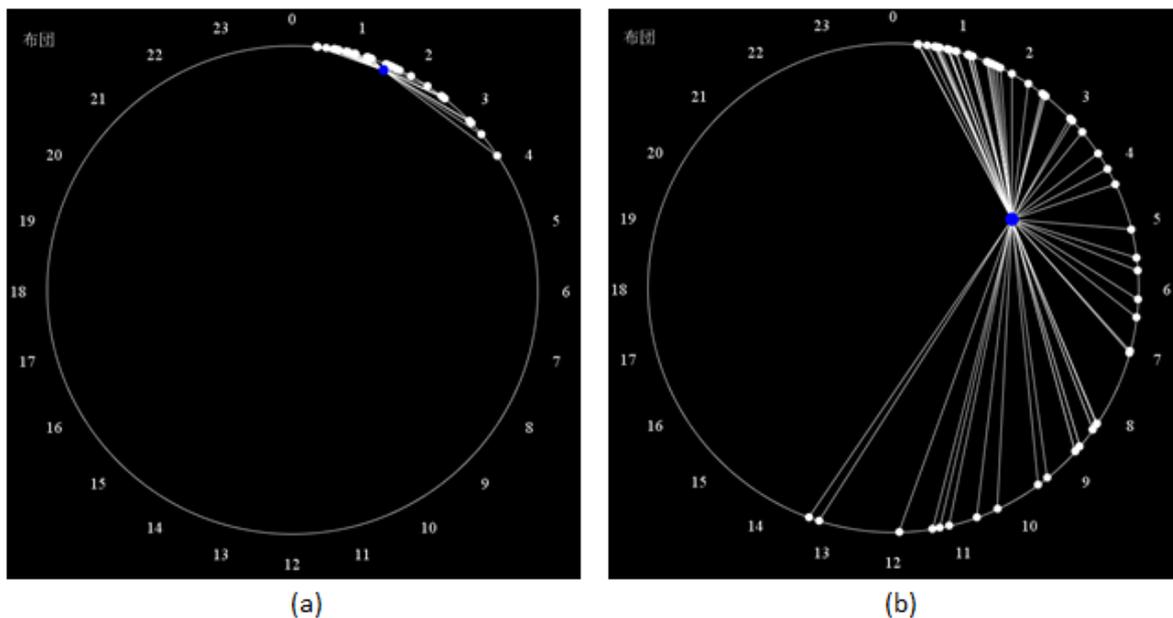
(b)

(a)から(b)のように、円周上に時計回りにイベントグループの1つ1つのイベントが次第に増加し、位置が次第に変化する過程

図 3.8. アニメーション 7

アニメーション 8 :

円周上に時計回りに単位時間毎のイベント発生件数と発生時刻によって、イベントグループを表す円の位置が最大 24 回変化し、イベントグループを表す点と円周上の点が線で連結される。イベントグループを表す円の面積は発生時刻の増加につれて増えていく(図 3.9)。

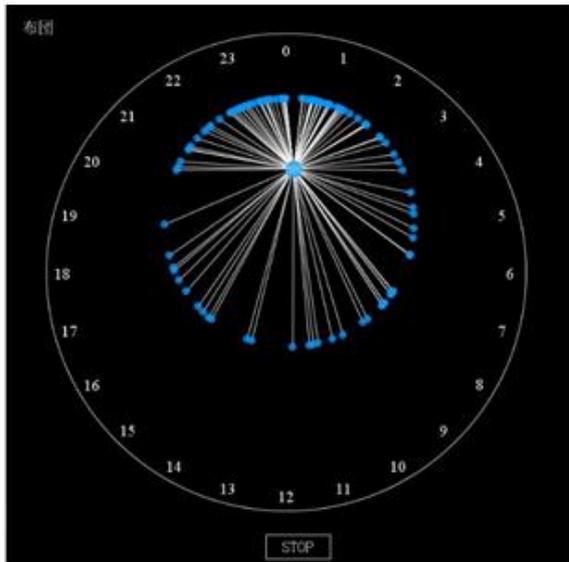


(a)から(b)のように、円周上に時計回りに単位時間毎のイベント発生件数と発生時刻によって、イベントグループを表す円の位置が次第に変化する過程

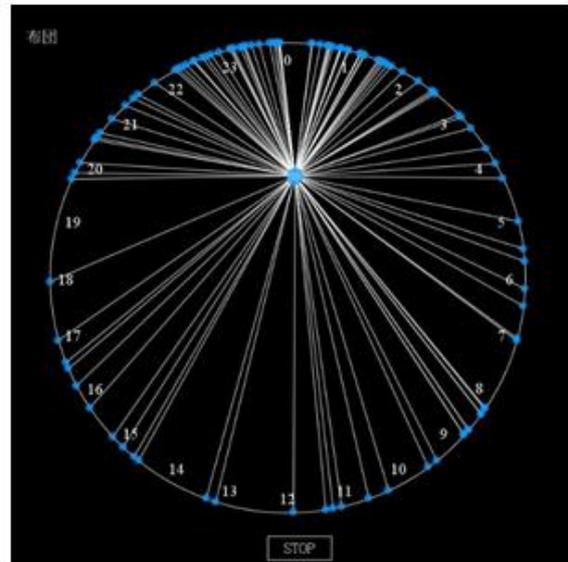
図 3.9. アニメーション 8

アニメーション 9 :

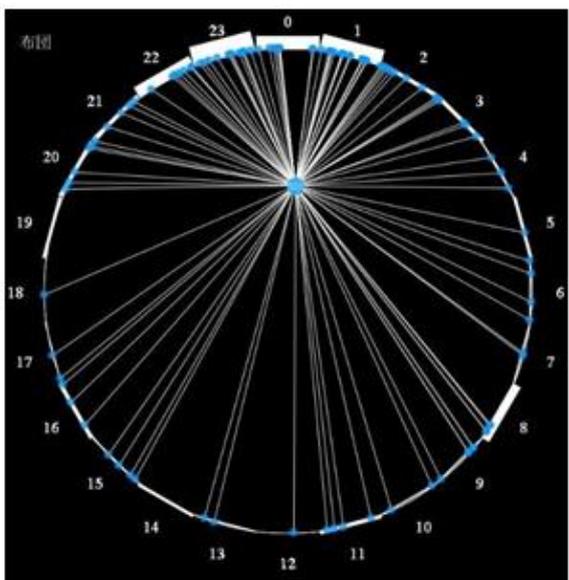
イベントグループを表す円から放射状に線が伸び、外周に達する。その間、線の末端に 1 つ 1 つの円がある、外周上に長方形が形成される。放射状の線は各イベントに対応しており、すべてのイベントの時間分布が表示される。アニメーション 1 と類似している(図 3.10)。



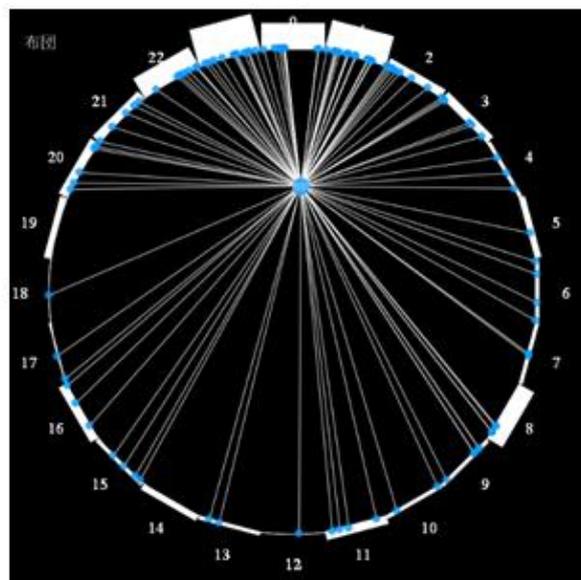
(a).円から放射状に線が伸び、その間、線の末端に1つ1つの円がある



(b).放射状の線が外周上に達する



(c).円周のヒストグラムを形成過程



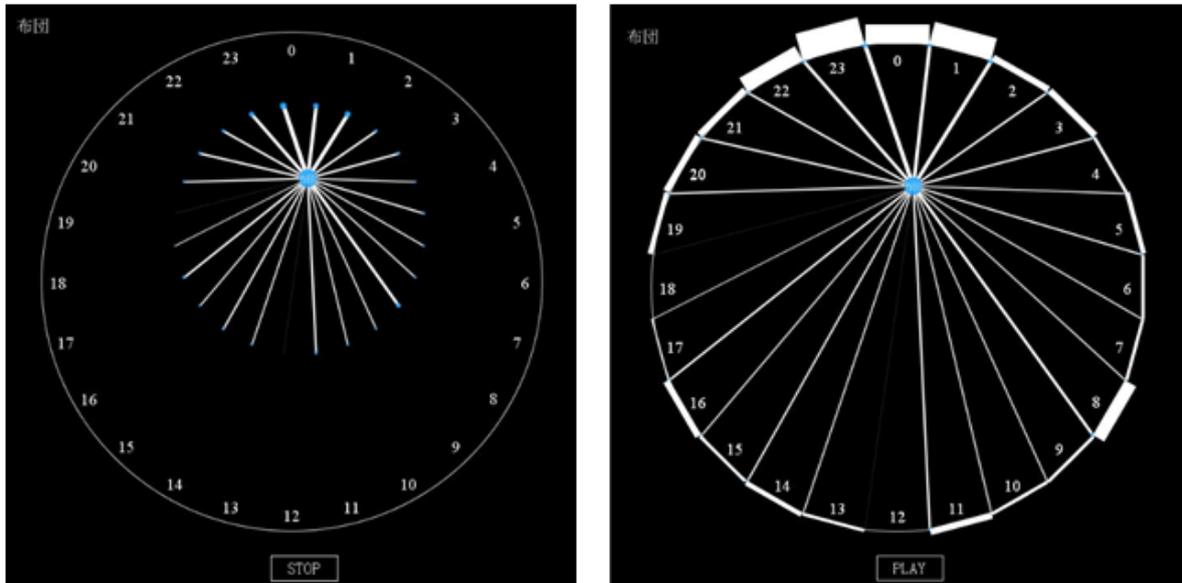
(d).円周のヒストグラを形成完成

図 3.10. アニメーション 9

アニメーション 10 :

イベントグループを表す円から 1 時間毎に放射状に線 (すなわち、一番多い場合は 24 個放射状の線) が伸びる。その間、線の太さは単位時間毎のイベント発生件数に対応し、線の一端には単位時間毎のイベント発生件数に対応した大きさの円がある。線が外周に達すると、外周上に長方形を形成する。放射状の線は各イベントに対応しており、すべてのイベントの

時間分布が表示される(図 3.11)。



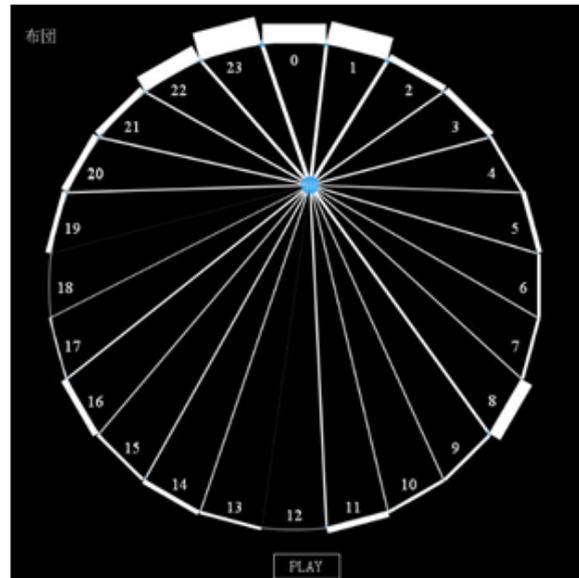
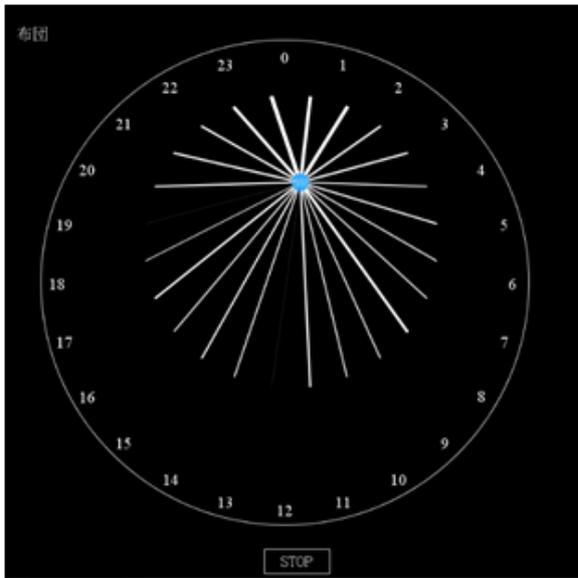
(a).円が1時間毎に放射状に線が伸びる過程

(b).外周に達すると、外周上にヒストグラムを形成する

図 3.11. アニメーション 10

アニメーション 11 :

イベントグループを表す円から1時間毎に放射状に線が伸びる、その間、線の一端には1つ1つの円がない、外周に達すると、外周上に長方形を形成する。放射状の線は各イベントに対応しており、すべてのイベントの時間分布が表示される(図 3.12)。



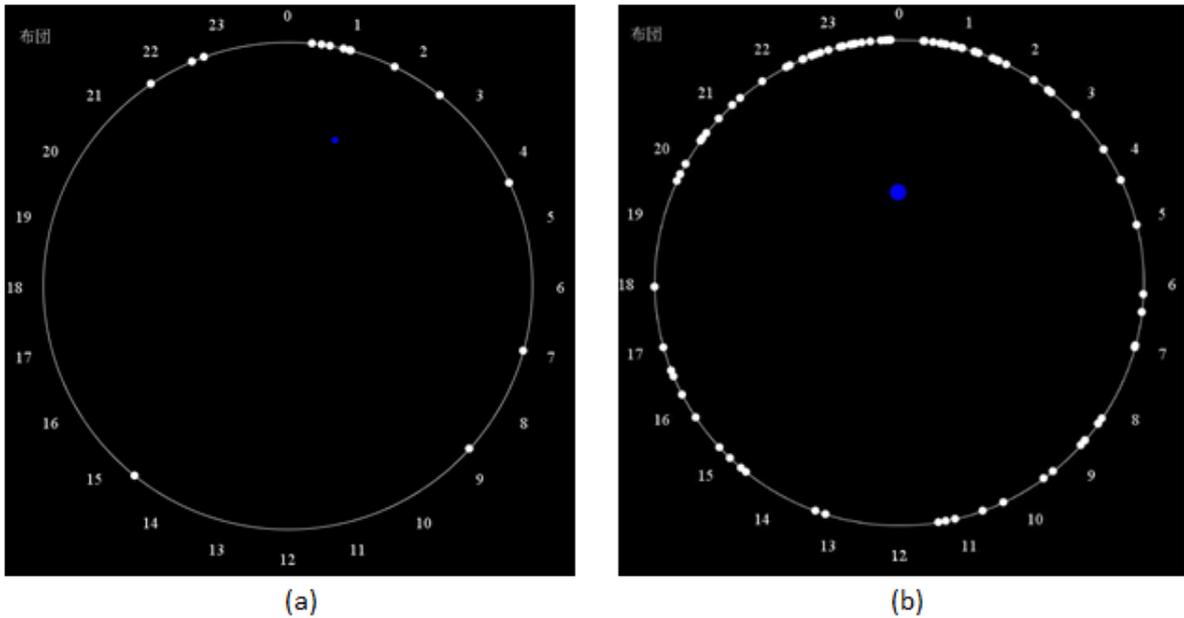
(a). イベントグループを表す円が一時間毎に放射状に線が伸びる。線の一端が1つ1つの円はない

(b). 外周に達すると、外周上に長方形を形成する

図 3.12. アニメーション 11

アニメーション 12 :

円周上にランダムにイベントグループの1つ1つのイベントが徐々に増え、イベントグループを表す円がこれらのイベントの発生件数と発生時刻によって、位置がだんだん変化する。イベントグループを表す点と円周上の点の間に線はない(図 3.13)。

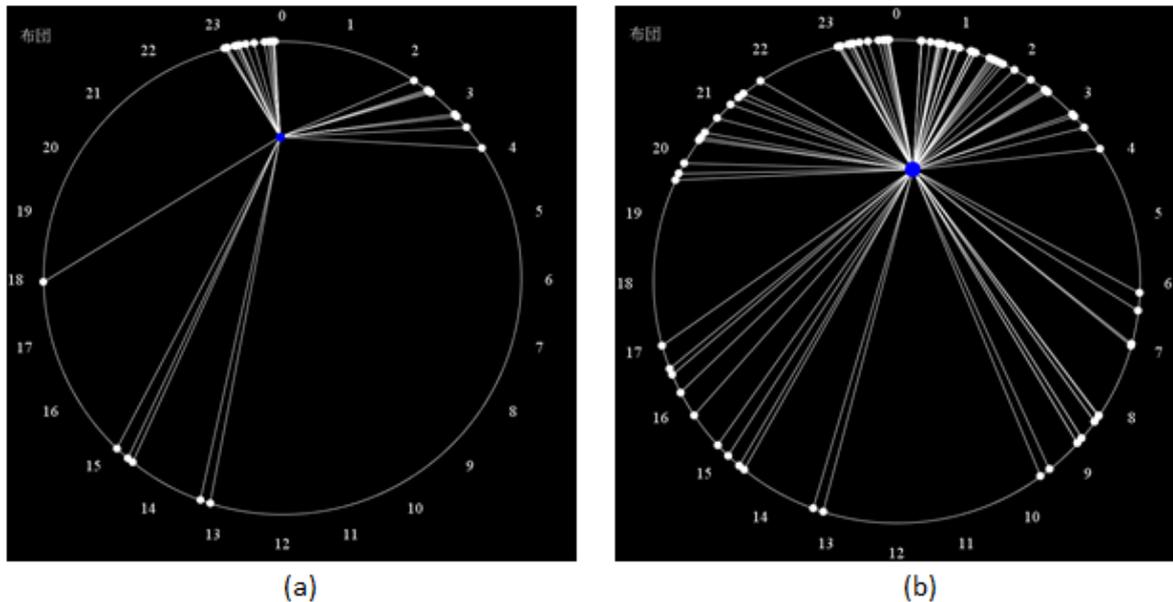


(a)から(b)のように、イベントグループの1つ1つのイベントが円周上にランダムに増えていく、イベントグループを表す円がこれらのイベントの発生件数と発生時刻によって、位置が徐々に変化する過程

図 3.13. アニメーション 12

アニメーション 13 :

円周上にランダムにイベントグループの1時間毎のイベントが徐々に増える。イベントグループを表す円がこれらのイベントの発生件数と発生時刻によって、位置がだんだん変化し、イベントグループを表す点と円周上の点と先に繋がる。イベントグループを表す円の面積は発生時刻の増加につれて増えていく(図 3.14)。

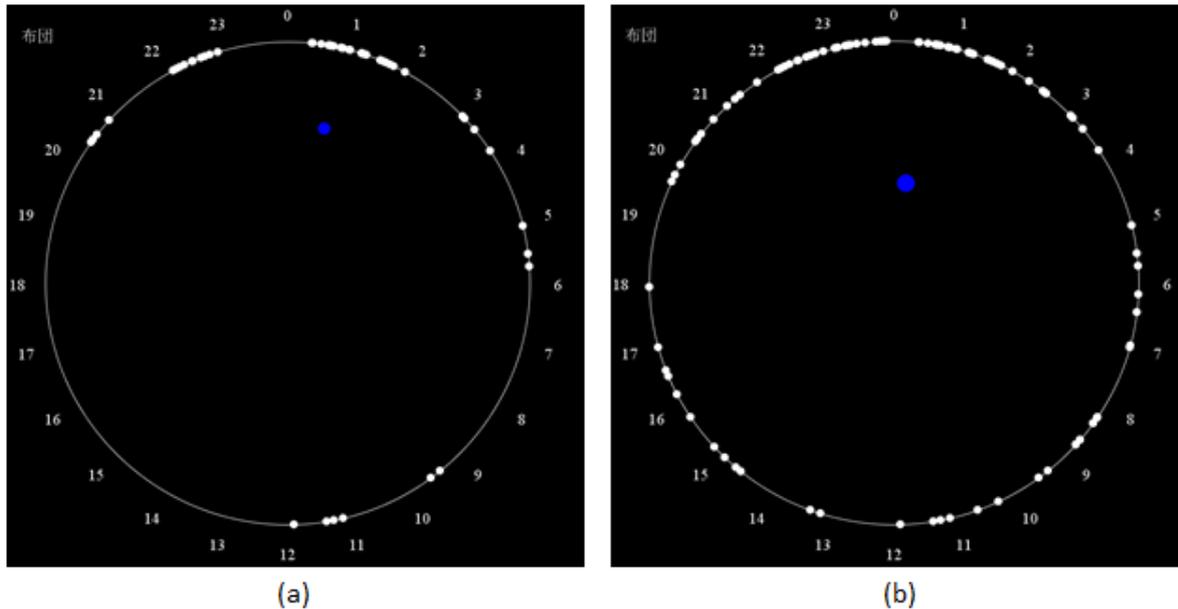


(a)から(b)のように、イベントグループの1時間毎のイベントが円周上にランダムに増えていく、位置が徐々に変化する過程

図 3.14. アニメーション 13

アニメーション 14 :

円周上にランダムにイベントグループの1時間毎のイベントが徐々に増え、イベントグループを表す円がこれらのイベントの発生件数と発生時刻によって、位置がだんだん変化する。イベントグループを表す点と円周上の点の間に線はない。イベントグループを表す円の面積は発生時刻の増加につれて増えていく(図 3.15)。



(a)から(b)のように、円周上にランダムにイベントグループの1時間毎のイベントが徐々に増え、イベントグループを表す円がこれらのイベントの発生件数と発生時刻によって、位置が徐々に変化する過程

図 3.15. アニメーション 14

これらのアニメーションにより、放射状の線と円周上の点、円周上のヒストグラムの密度が高い場所に近くと利用者を感じさせることにより、イベントグループの位置がその重心であることを理解させる。

一般的な直角座標系に置かれるヒストグラムもユーザは1時間毎のイベントの発生件数を詳しく観察することができる。ある程度の人には円周上のヒストグラムが認識をできない、一般的なヒストグラムだけを知る。ある程度の人には分裂前の部分重心を理解させると示す、ある程度の人には後ろの一般的なヒストグラム人に助ける。そこで、円周上のヒストグラムと一般的なヒストグラムの中に自然な遷移を行う。すなわち、円周上のヒストグラム分裂から一般的なヒストグラムの相互変化過程である。以上の段階的なアニメーションの表現により、2種類のヒストグラムの対応関係をユーザに理解させるために、相互の変化過程が必要である。

本研究はヒストグラムを考えて、ChronoView の理解性を向上させと問題を解決するために、一般的なヒストグラムから ChronoView の円周上のヒストグラム(図 3.16)にアニメーションで相互変形する。

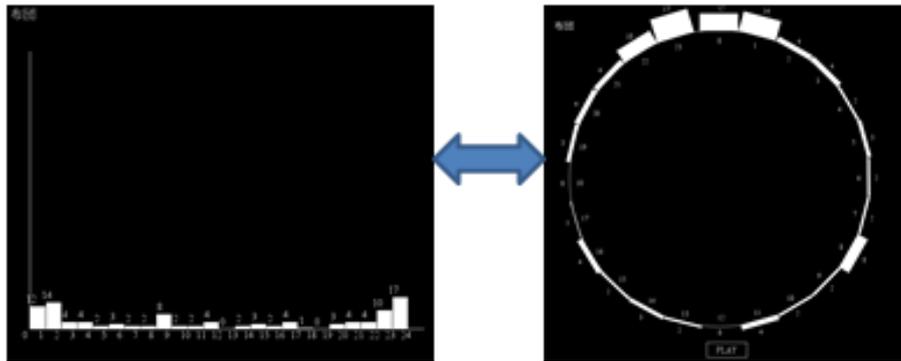


図 3.16. 一般的なヒストグラムから ChronoView の円周上のヒストグラムにアニメーションで変形する

本研究では短い時間中で視覚的表現を説明するアニメーションを作成する。これによって、複雑な視覚的表現でも短い時間中で理解できる。本研究のアニメーション手法は一般的なヒストグラムと ChronoView 円周上のヒストグラムの関係を整理することができる。その結果、ユーザの理解が直感的にも認識的にも更に自然になる。更に、面白さが増える。ChronoView を用いて大規模や複雑な情報の活用を進めることができる。ChronoView を初めて使用する人に対して、重心の描画規則を分かりやすく説明できる。ChronoView 円周上のヒストグラムと一般的なヒストグラムの総合アニメーション、遷移、変化はイベントグループの位置と発生件数と発生時刻の関係を明確にした。

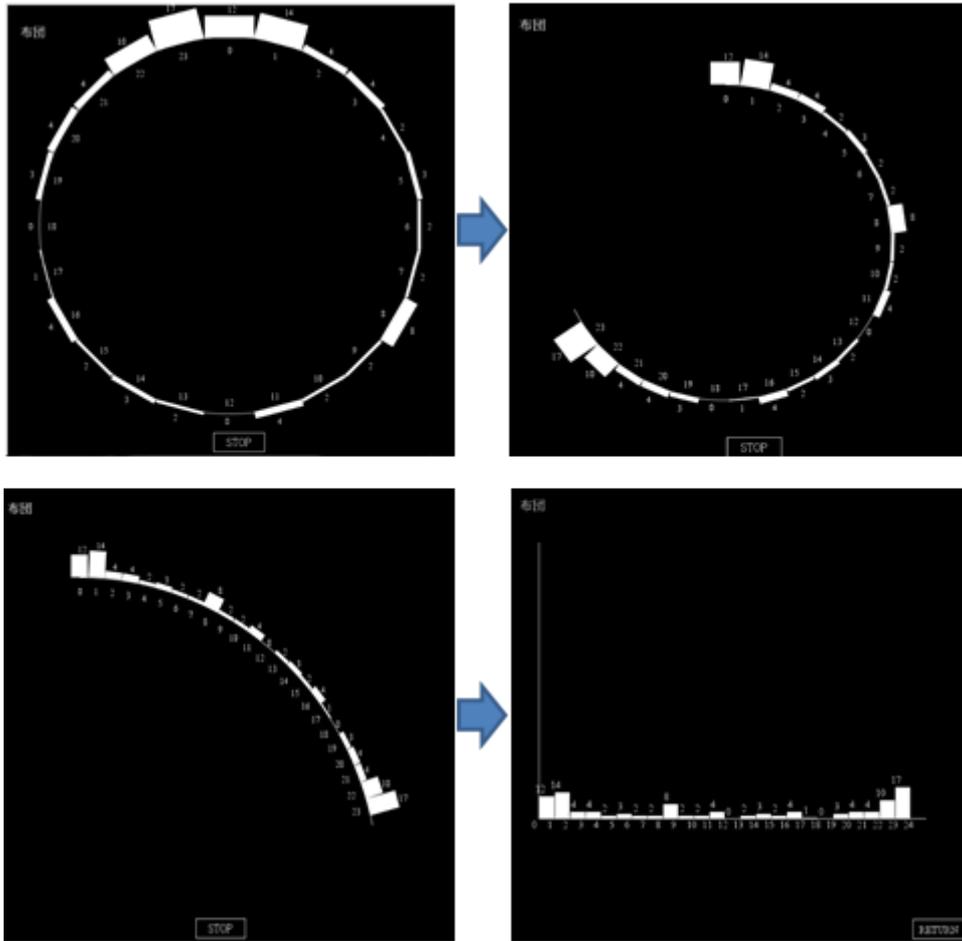


図 3.17. ChronoView の円周上のヒストグラムから一般的なヒストグラムにアニメーションで変形する、14 個のアニメーションの共通部分である

14 個のアニメーションの中で、図 3.17 のような、円が分裂し、次第に変形して、一般的なヒストグラムになる、これらは 14 個のアニメーションの共通部分である。また、Return ボタンをクリックして、全て逆再生できる。

第4章 解説アニメーションと静的な手法の比較 実験

提案手法が ChronoView の理解に役立つかを検証する。そこで、提案するアニメーション手法によって、初めて ChronoView を見る人が重心を用いた描画規則を簡単に理解できたかを調べるために、被験者実験を行った。

4.1 実験の目的

被験者実験では解説アニメーションの有効性を評価するために、解説アニメーションと静的な手法のどちらが ChronoView のイベントグループの位置の理解を助けるかを調べる。また、理解を助ける点において、アニメーションの具体的な利点を分析する。

4.2 実験の設計

本研究では、人間の行動の特徴を分析するためにツイートのデータを利用した (図 4.1)。ツイートに含まれる人間の行動を示すキーワードをイベントとして利用した。

Twitterのつぶやき	イベント	時間
帰宅なう	帰宅	2011/11/23 17:00:20
今家なうです	家	2011/11/23 12:30:30
久しぶりの今渋谷なう	渋谷	2011/11/23 09:50:50
⋮	⋮	⋮

図 4.1. Twitter のデータの例

ユーザ間で個人差があると考え、アニメーションのスピード調整と、時間軸の自由な操作を可能にした。イベントグループの位置の決定方法を理解させるため、Play ボタン、Stop ボタン、Return ボタン、Rate と TimeLine (図 4.2) のスライドはユーザで自由に操作することができる。

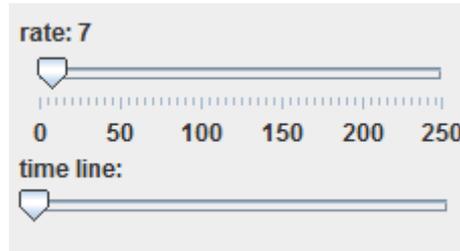


図 4.2. スピードと時間軸のスライダー

静的な手法は図 4.3 のような、放射状の線の図と一般的なヒストグラムの図を実験中に提供した。

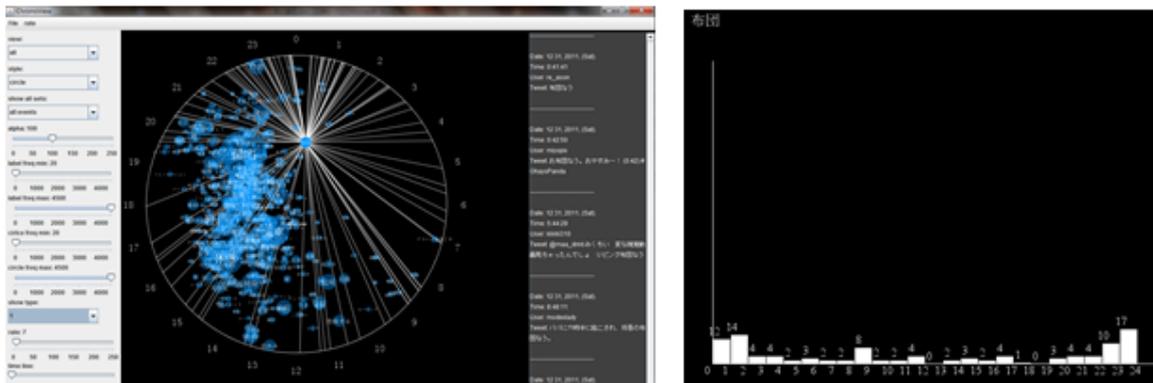
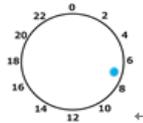


図 4.3. ChronoView の放射線表現と一般的なヒストグラム

設計したアニメーションが ChronoView の理解を助けることにどのくらい適しているかを調べるために、被験者を 2 グループに分け、それぞれ静的手法とアニメーションを加えた ChronoView を観察させた後に、下記の質問を答えさせ、その正解率と回答時間で重心位置に対する理解度を測った。

質問は図 4.4 のように、イベントグループの位置によって発生時刻と発生件数を選択する問題である。作成したアニメーションの有用性を検証するために、客観的な結果である回答時間、正答数を測定し、回答時間は質問 1 を見ながら質問 10 を答え終わるまでの時間である。

質問 1、あるイベントグループ A に対して



上の図において、下の選択肢の中で正しいものはどれですか？

発生時刻	発生件数
0:00	1件
12:00	1件
18:00	1件

1)

発生時刻	発生件数
6:00	5件
18:00	1件
19:00	1件

2)

発生時刻	発生件数
6:00	6件
8:00	6件
19:00	1件

3)

発生時刻	発生件数
0:00	2件
6:00	3件
12:00	2件

4)

図 4.4. 質問の例図

線があるアニメーションは線がないアニメーションより、イベントグループのイベントと発生時刻の関係を明確に表しており、ChronoView のユーザにとって理解しやすいと考えられる。そこで、線がない「d」を含める 6 個のアニメーションの実験の効果の期待性が少ないと考え、続きの実験では線のあるアニメーションに集中した。

また、1 時間ごとに線をまとめるアニメーションについても、次の理由により排除した。ChronoView はイベントを 1 時間単位でまとめることはしておらず、理論的には 1 秒異なっても位置は異なる。本来の ChronoView では、イベントが実際に発生した時刻の表示非常に精確であり、1 時間ごとに線をまとめるアニメーションにすれば、情報量が少なくなり、イベントの発生時刻を細かく表現できなくなる。すなわち、1 時間毎に線をまとめるというアニメーションは視覚的負担を減らす代わりに、情報量という大きな犠牲をしている。従って、1 時間単位でまとめるアニメーションは ChronoView を説明する効果の期待性が少ないため、1 時間ごとに線をまとめる 4 個のアニメーションを比較実験の対象から排除した。

以上により、残った 4 個のアニメーションは、アニメーション 1:bcei、アニメーション 5:bcf、アニメーション 6:bcg、アニメーション 9:bceh である。後継実験はこの 4 個のアニメーションで行った。

4.3 実験の環境

実験のアニメーションは全て同じ 1 台の液晶モニター付き PC を用いて行った。このコンピュータは SONY 製の VAIO SVE141D11N で、画面のサイズは 13 インチ、画面解像度は 1366x768 であった。静的な手法部分はこの PC と DELL 製の E197FP で、画面サイズは 19 インチ、画面解像度は 1280x1024 を使用した。ここで、人の視覚的な認知特性を調べる多くの既存研究では、実験場所、照明条件や画面と目の距離、角度といった条件を統一した状態で実験が行われてきた。本研究が対象としている被験者が見る実際のシーンでは、これらの実験のように様々な条件が統一されていることは難しい。被験者は同じ実験場所の下、同じ光

の下、様々な距離、角度から静的な手法、アニメーションを見ることが想像される。しかしながら、想定され得る全ての状況を再現し、網羅的に実験を行おうと考えたと、今回想定している 40 名程度の実験では被験者への負担があまりにも大きい。そこで、今回の実験では比較的よく利用されるシーンを想定し、全ての実験は同じ場所で、同じ光の下で実施した。

4.4 実験の流れ

アニメーションの実験は以下の流れで実施した。実験にかかる時間は個人差があったものの、1 人当たりの総実験時間はおよそ 45分だった。実験に使用した書類を付録として掲載している。

- (1) 時刻情報付きデータの可視化手法ChronoViewを知っているかどうかを確認
- (2) 実験の趣旨について説明し、同意書への署名を依頼
- (3) 研究の目的、実験に使うデータ、イベントグループ、ChronoView について説明
- (4) 実験ツールの使い方について説明
- (5) アニメーション手法について説明、実際の画面を被験者に観察させる
- (6) 不明点が無いことを確認し、タスクを実施
- (7) 全てのタスクを終えた後、アンケートを実施
- (8) 静的な手法の観察、アンケートを実施
- (9) 14 個のアニメーションを被験者に見せ、アンケートを実施

静的な手法の実験は以下の流れで実施した。この部分でも、1 人当たりの総実験時間はおよそ 45分だった。実験に使用した書類を付録として掲載している。

- (1) 時刻情報付きデータの可視化手法ChronoViewを知っているかどうかを確認
- (2) 実験の趣旨について説明し、同意書への署名を依頼
- (3) 研究の目的、実験に使うデータ、イベントグループ、ChronoView について説明
- (4) 実験ツールの使い方について説明
- (5) 静的な手法について説明、実際の画面を被験者に観察させる
- (6) 不明点が無いことを確認し、タスクを実施
- (7) 全てのタスクを終えた後、アニメーション手法の観察、アンケートを実施
- (8) 14個のアニメーションを被験者に見せ、アンケートを実施

4.5 被験者と実施期間

アニメーションの実験では、41 人の被験者を対象に実験を行った。その中で、ChronoView を知る人の 1 人はコメントだけを参考した。有効な人数は 40 人である。被験者は全員が大学生及び大学院生で、全員が筑波大学の学生で、実験の被験者は 12 人が日本人、留学生 28 名であり、うち 22 人が中国人、2 人がインドネシア人、1 人が台湾人、1 人がオーストリア人、2 人が韓国人である。

その中で、性別については、21 人が男性、19 人が女性であった。今回の被験者は全員が時刻情報付きデータの可視化手法 ChronoView という手法を知らなかった。全員、色覚異常

ではない。

年齢は、19歳から29歳までで、平均は24歳であった。

実験の実施期間は、2014年11月28日_2014年12月5日であった。

静的な手法の実験では、27人の被験者を対象に実験を行った。その中で、ChronoViewを知る人の3人はコメントだけを参考した。有効な人数は24人である。被験者は全員が大学生及び大学院生で、全員が筑波大学の学生で、実験の被験者は6人が日本人、留学生18名であり、うち14人が中国人、2人がインドネシア人、1人が台湾人、1人がウズベキスタン人である。

その中で、性別については、13人が男性、11人が女性であった。今回の被験者は全員が時刻情報付きデータの可視化手法 ChronoView という手法を知らなかった。全員、色覚異常ではない。

年齢は、18歳から27歳までで、平均は23歳であった。

実験の実施期間は、2014年11月6日_2014年11月19日であった。

本論文では静的な手法の実験と4個のアニメーションの実験を実施し、静的な手法の実験では24人の被験者に対して1回に静的な手法と1つのアニメーション見た後のタスクをこなしてもらった。静的な手法は後ろのアニメーションの影響があると考え、静的な手法の実験と主観評価だけのデータを利用した。4個のアニメーションの実験は40人の被験者に対して1回に1つのアニメーションだけを見た後のタスクをこなしてもらった。被験者の疲労度も考慮し、1回の実験が45分程度で終わるように設計したものであるが、より多くの実験データを集めることで実験結果の信頼性を高めることができると考えていた。

4.6 実験の結果

静的な手法の実験の24人とアニメーション実験の40人が14個のアニメーションを見て、線があるアニメーション手法と線がないアニメーション手法を比べて、全員が線のあるアニメーション手法の方が理解しやすかったと答えた。すなわち、線があるアニメーションは線がないアニメーションより、イベントグループのイベントと発生時刻の関係を明確できる、ChronoViewのユーザに対して、理解しやすいと評価した。

実験では選ばれた選択肢、回答時間、そして主観評価の5段階評価を記録した。

以下の節では、静的な手法の実験と4個のアニメーションの実験のデータによって、得た結果である。

4.6.1 静的な手法とアニメーションの比較

正解数の平均値と標準偏差について：

表 4.1 正解数の平均値と標準偏差

	平均値 (個)	標準偏差
アニメーション 1	8.2	1.1
アニメーション 2	8.6	1.2
アニメーション 3	8.0	0.7
アニメーション 4	8.3	1.3
静的な手法	7.0	1.7

正解数の T 検定について：

表 4.2 静的な手法とアニメーションの T 検定

静的な手法の比較対象	T 検定 p 値
アニメーション 1	0.017845
アニメーション 2	0.002435
アニメーション 3	0.011010
アニメーション 4	0.019953

静的な手法と 4 個のアニメーションの正解数の T 検定結果は、すべてにおいて、 $p < 0.05$ である。したがって、有意差があると言える。

回答時間の平均値と標準偏差について：

表 4.3 回答時間の平均値と標準偏差

	平均値 (s)	標準偏差
アニメーション 1	370.1	71.7
アニメーション 2	375.6	88.8
アニメーション 3	367.8	98.0
アニメーション 4	347.3	118.1
静的な手法	403.0	123.8

回答時間の T 検定について :

表 4.4 静的な手法とアニメーションの T 検定

静的な手法の比較対象	T 検定 p 値
アニメーション 1	0.170334
アニメーション 2	0.237765
アニメーション 3	0.194350
アニメーション 4	0.116457

静的な手法と 4 個のアニメーションの回答時間の T 検定結果は、すべてにおいて、 $p > 0.05$ である。有意差がない。

4 個のアニメーション間の正解数の T 検定について :

表 4.5 4 個アニメーション間の正解数の T 検定

アニメーション	T 検定 p 値
1 と 5	0.45
1 と 6	0.64
1 と 9	0.85
5 と 6	0.18
5 と 9	0.60
6 と 9	0.54

4 個のアニメーション間の正解数の T 検定の結果は、すべてにおいて、 $p > 0.05$ 。したがって、4 個のアニメーション間には有意差がない。

4 個のアニメーション間の回答時間の T 検定について :

表 4.8 4 個のアニメーション間の回答時間の T 検定

アニメーション	T 検定 p 値
1 と 5	0.32
1 と 6	0.99
1 と 9	0.33
5 と 6	0.75
5 と 9	0.43
6 と 9	0.32

4 個のアニメーション間の回答時間の T 検定の結果は、すべてにおいて、 $p > 0.05$ 。したが

って、4個のアニメーション間には有意差がない。

静的な手法の被験者は24人である。アニメーション手法の被験者は40人である。正解数と回答時間について、T検定また平均値、標準偏差の結果によると、アニメーションの方が、イベントグループの位置と発生時刻、発生件数の関係を理解しやすいと言える。

4個のアニメーションは、ChronoView に対して、理解性の向上に効果があったと見られる。

最後のアンケートでは、異なるアニメーションについての、5段階評価に際しては、下記項目を評価のポイントに定めた。

イベントグループの決定方法の理解程度、アニメーションの面白さ、アニメーションのスピード、アニメーションを見た時の疲労度である。

具体的には、「イベントグループの位置の決定方法は理解しやすかったか」、「アニメーションは面白かった」、「アニメーションの速さは適切であった」、「異なるアニメーションを見た時の疲労度に対してあなたの評価を5段階で表してください」に関して5段階評価を行った。分析の結果は以下の通りである。

アニメーション1に対して：

「イベントグループの位置の決定方法は理解しやすかったか」について、下のような結果である(図4.5)。

平均値は3.4、少し理解しやすいを選ぶ人が多い。

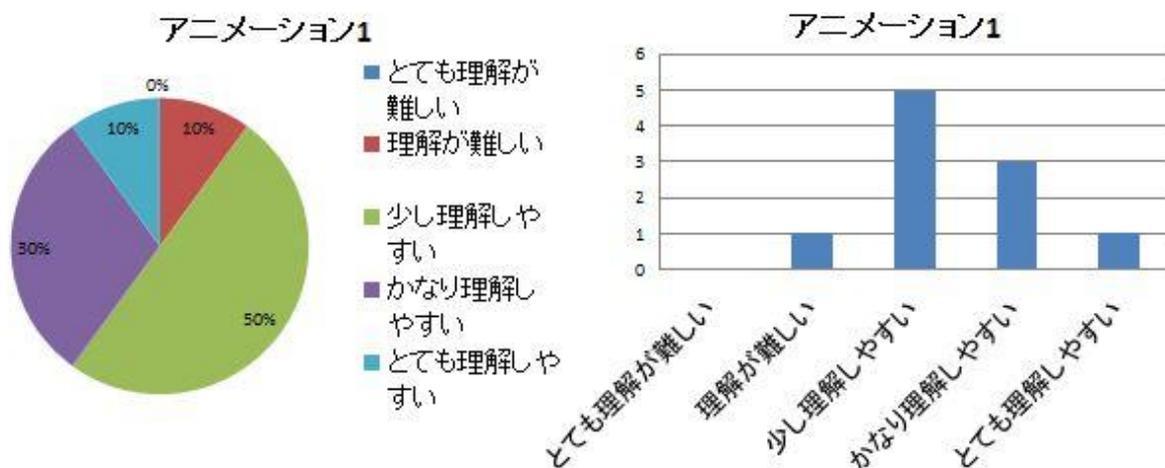


図 4.5. アニメーション1のイベントグループの位置の決定方法は理解しやすいさの5段階評価

「アニメーションは面白かった」について、下のような結果である(図4.6)。

平均値は4.1、そう思う人が多い。

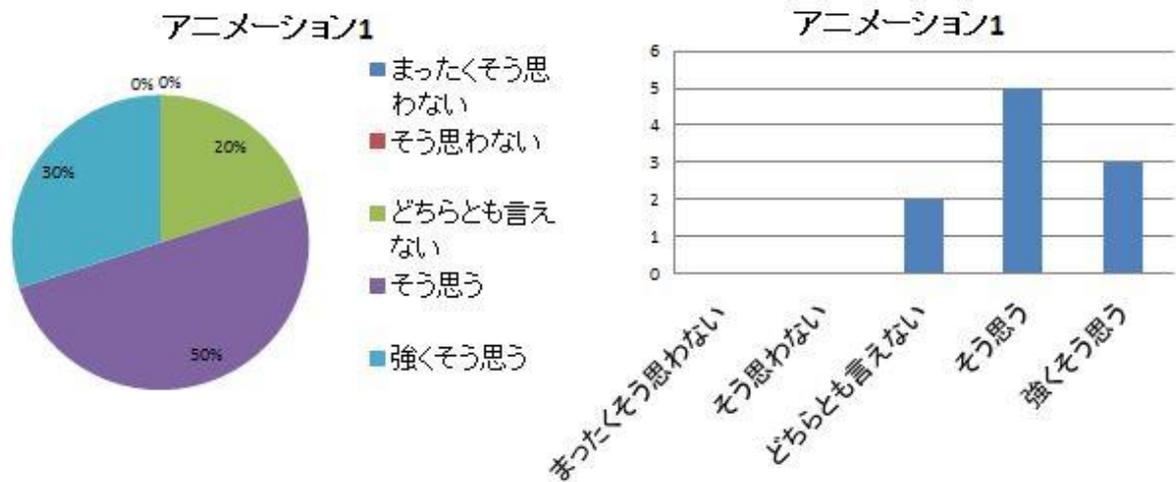


図 4.6. アニメーション 1 の面白さの 5 段階評価

「アニメーションの速さは適切であった」について、下のような結果である。平均値は 3.2、適切と思う人が多い(図 4.7)。

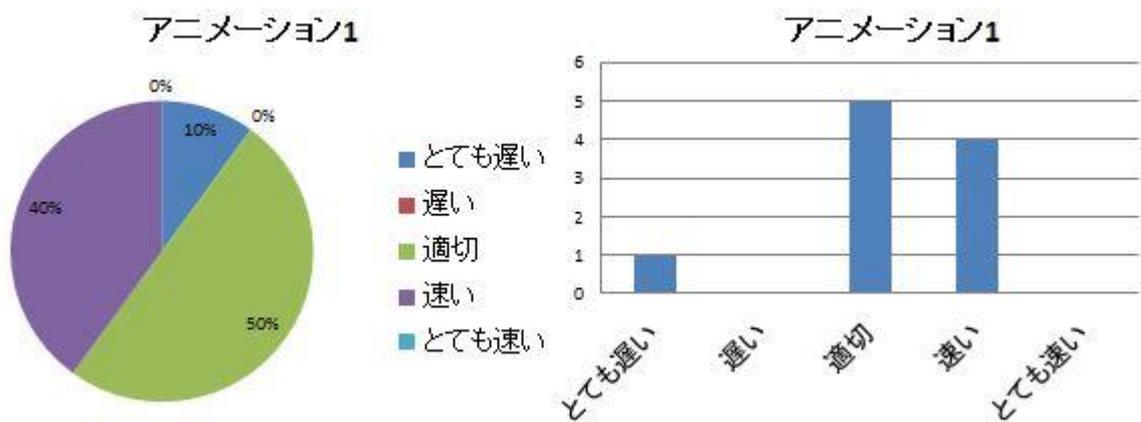


図 4.7. アニメーション 1 のスピードの 5 段階評価

「アニメーションを見た時の疲労度に対してあなたの評価を 5 段階で表してください」について、下のような結果である(図 4.8)。

平均値は 3.8、ほとんど疲れていない人が多い。



図 4.8. アニメーション 1 の疲労度の 5 段階評価

アニメーション 5 に対して：

「イベントグループの位置の決定方法は理解しやすかったか」について、下のような結果である。(図 4.9)平均値は 3.4、少し理解しやすいを選ぶ人が多い。

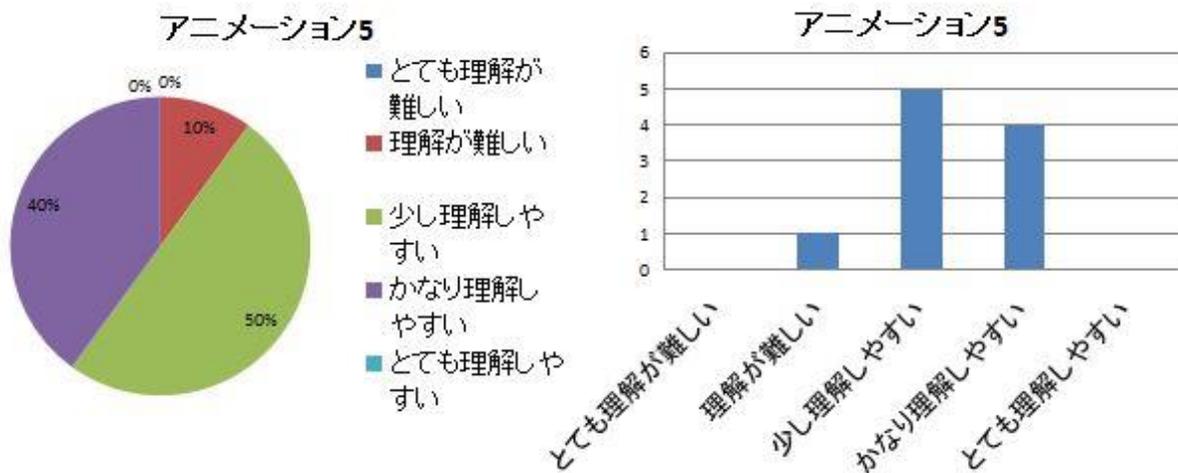


図 4.9. アニメーション 5 のイベントグループの位置の決定方法は理解しやすさの 5 段階評価

「アニメーションは面白かった」について、下のような結果である(図 4.10)。
 平均値は 4.1、そう思う人が多い。



図 4.10. アニメーション 5 の面白さの 5 段階評価

「アニメーションの速さは適切であった」について、下のような結果である(図 4.11)。
 平均値は 3、適切と思う人が多い。

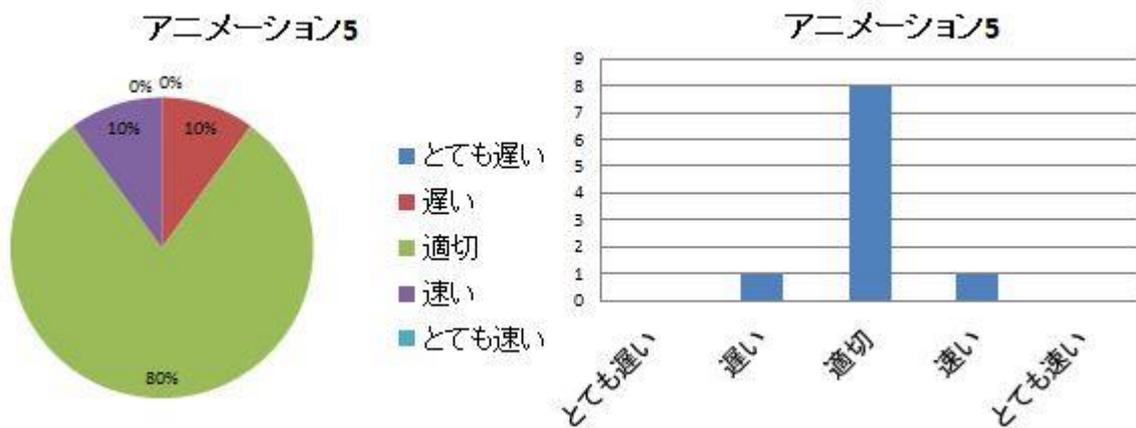


図 4.11. アニメーション 5 のスピードの 5 段階評価

「アニメーション 5 を見た時の疲労度に対してあなたの評価を 5 段階で表してください」について、下のような結果である(図 4.12)。

平均値は 4.2、ほとんど疲れていない人が多い。



図 4.12. アニメーション 5 の疲労度の 5 段階評価

アニメーション 6 に対して：

「イベントグループの位置の決定方法は理解しやすかったか」について、下のような結果である(図 4.13)。

平均値は 3.7、かなり理解しやすいを選ぶ人が多い。

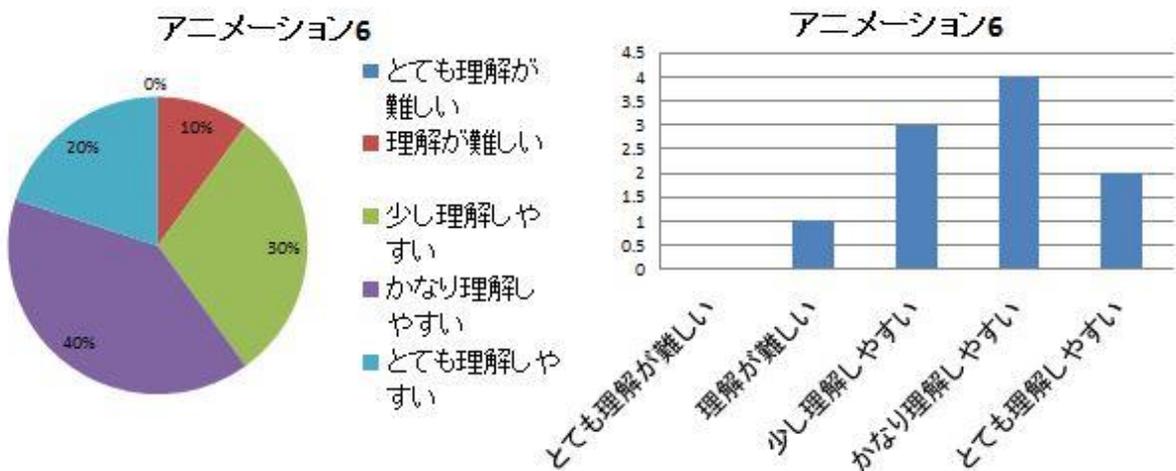


図 4.13. アニメーション 6 のイベントグループの位置の決定方法は理解しやすさの 5 段階評価

「アニメーションは面白かった」について、下のような結果である(図 4.14)。
 平均値は 3.6、そう思う人が多い。

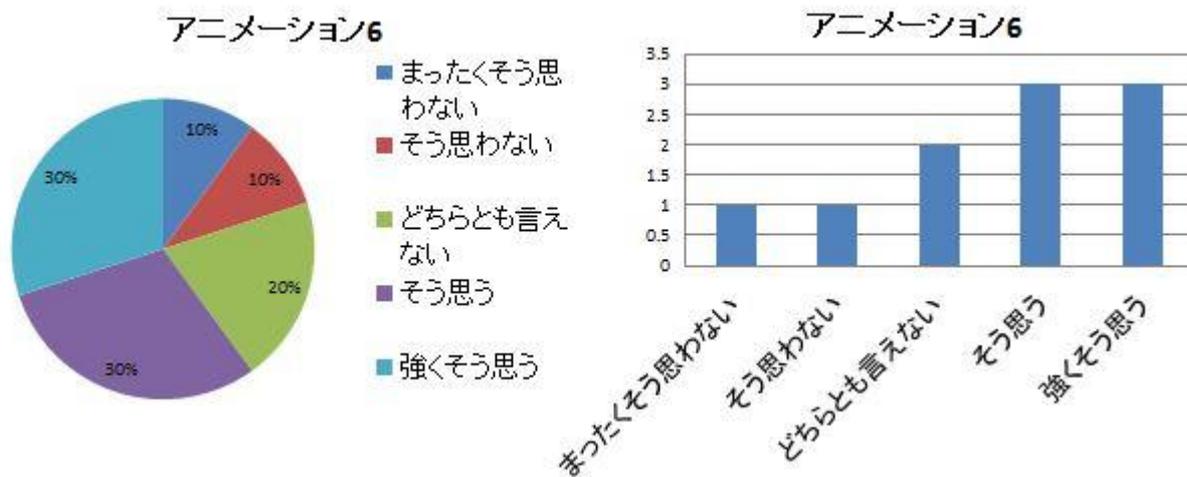


図 4.14. アニメーション 6 の面白さの 5 段階評価

「アニメーションの速さは適切であった」について、下のような結果である(図 4.15)。
 平均値は 3.1、適切と思う人が多い。

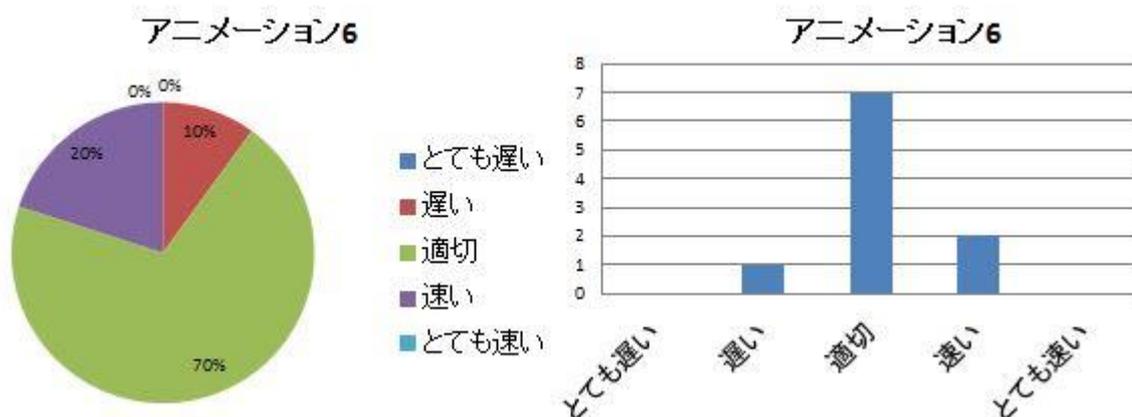


図 4.15. アニメーション 6 のスピードの 5 段階評価

「アニメーションを見た時の疲労度に対してあなたの評価を5段階で表してください」について、下のような結果である(図 4.16)。

平均値は 4.1、ほとんど疲れていない人が多い。



図 4.16. アニメーション 6 の疲労度の 5 段階評価

アニメーション 9 に対して：

「イベントグループの位置の決定方法は理解しやすかったか」について、下のような結果である(図 4.17)。

平均値は 4.1、かなり理解しやすいを選ぶ人が多い。

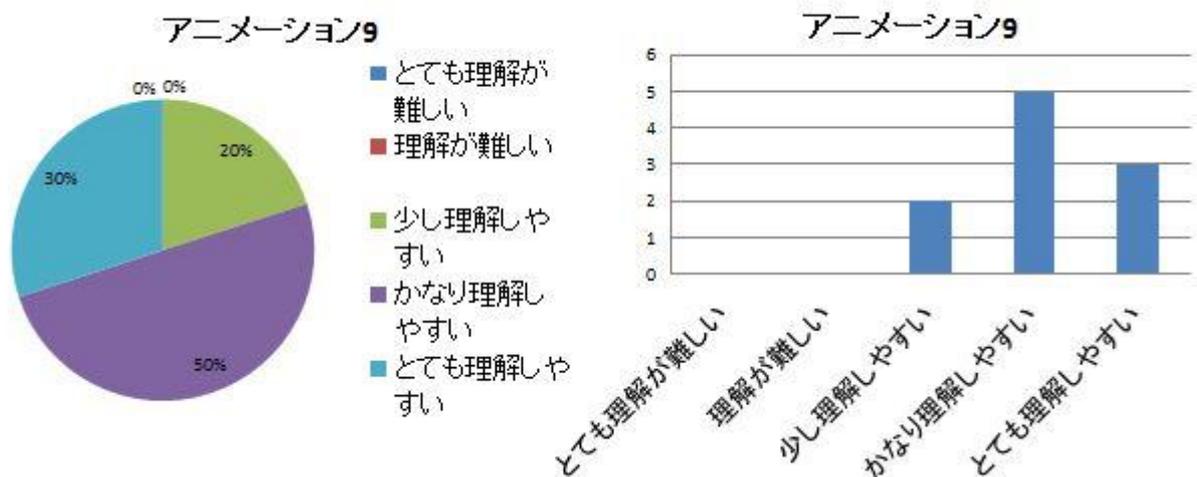


図 4.17. アニメーション 9 のイベントグループの位置の決定方法は理解しやすさの 5 段階評価

「アニメーションは面白かった」について、下のような結果である(図 4.18)。
 平均値は 3.9、そう思う人が多い。

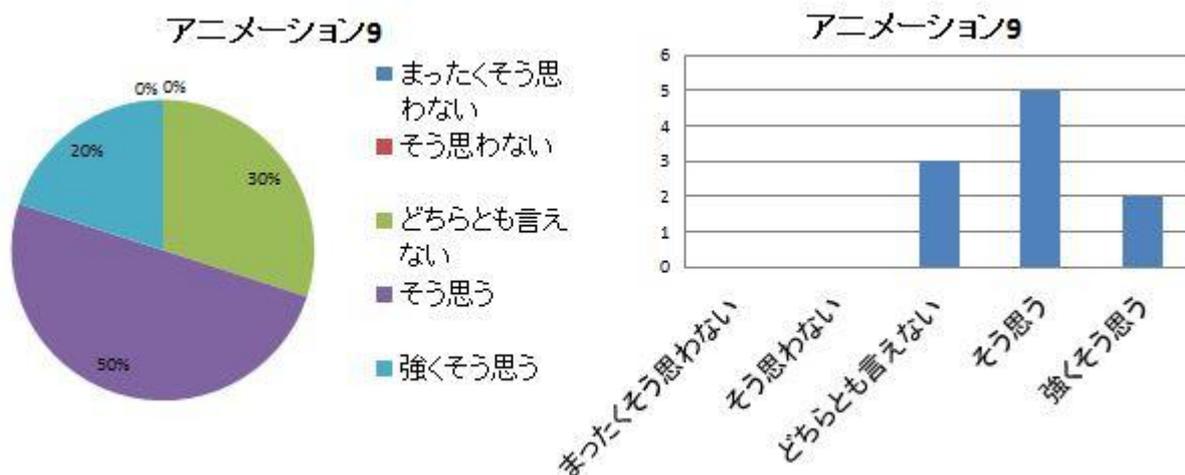


図 4.18. アニメーション 9 の面白さの 5 段階評価

「アニメーションの速さは適切であった」について、下のような結果である(図 4.19)。
 平均値は 2.8、適切と思う人が多い。

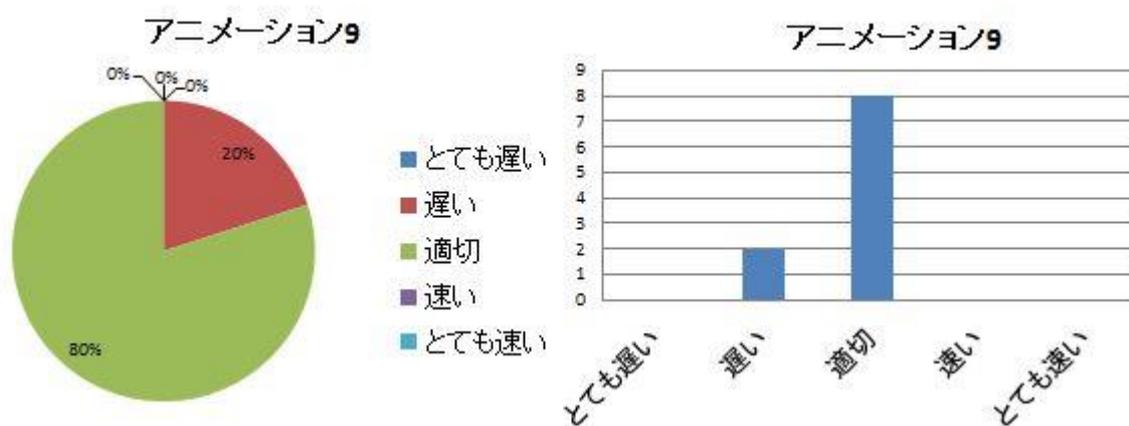


図 4.19. アニメーション 9 のスピードの 5 段階評価

「アニメーションを見た時の疲労度に対してあなたの評価を 5 段階で表してください」について、下のような結果である(図 4.20)。

平均値は 4、ほとんど疲れていない人が多い。



図 4.20. アニメーション 9 の疲労度の 5 段階評価

4.6.2 被験者による主観評価

主観評価について、アンケートの最後は、被験者に線がないアニメーションと線がある 14 個のアニメーションを全部見せ、静的な手法の実験の全員と 4 個のアニメーションの実験の全員が線があるアニメーションの方がイベントグループの位置の決定方法は理解しやすかったと答えた。

アンケートの代表的な意見

静的な手法と 4 個のアニメーションに対する、代表的な意見を下記に挙げる。

- 静的な手法に対して代表のコメント
 - 静的な手法によって、被験者の主観評価から分析と、静的な手法について、観察すべき、注目する点はなかった。短時間では、イベントグループの位置と発生件数、発生時刻の関係を把握するのは難しかった。
 - 線と一般的なヒストグラムがどのような関係なのか、初めての人に対して、理解が難しい。一気にデータが表示されると、イベントグループの位置の決定方法は分かりにくい。
 - 線の長さは何を表すのか分からない。注意すべき点は間違っていた。
 - 動かない図を見ただけでは何のことかよく分からなかった。
- 4 個のアニメーションに対して代表のコメント
 - アニメーション 1: 線が円周に繋がった後に表示される、線の本数に応じた円周上のヒストグラムが発生したのは、非常に理解を助けたと思う。アニメーションを中断するボタンがある点は良いと思う。アニメーションは面白く興味があった。集中しやすかった。アニメーションの方は人の考え先を誘導することができ、ChronoView のイベントグループの位置を理解することに助けになった。イベントグループと発生時刻の対応関係がアニメーションにより明瞭になった。線の遷移とヒストグラムの有効性、イベントグループの位置の決定方法が理解しやすい。アニメーションを

中断するボタンがあるのが良い。

- ▶ アニメーション 5：時間による変化がわかりやすいため、アニメーションのほうがりわかりやすかった。アニメーションのほうがり、イベントグループが形成される仕組みがわかりやすかった。動いている方が、線と円の関係により注意をはらって見ることができた。アニメーションの手法がわかりやすいと思う、点はどうやって位置を決められているのかすぐ分かった。時間軸など調整できるのが理解しやすくなったと思う。アニメーションによって、重心の変化の流れをきちんと表示したのでよかった。イベントグループを表す円の位置がだんだん変化する場合に、重心ということを理解しやすと思う。
- ▶ アニメーション 6：アニメーションの方がわかりやすいし可愛いのでいいと思う。アニメーションのほうがりわかりやすかった。線が増えるたびに重心が少し動くため、何故その場所に配置されるのかがよくわかった。重心で決定される点、件数が重さとされる。円周上の円の動きにより重心で動く点を実感できた。
- ▶ アニメーション 9：静的な手法では、何に注目すればいいのかわからなかった。アニメーションのほうがりよかったと思う。静的な手法では自分で分析しなければいけないが、アニメーションだと、直感的に、そのアニメーションを作る人の考えを利用し、分析することが出来る。アニメーションでは放射状の線の一端に青い点があり、これはとある時間帯のイベント密度を示し、位置の意味にイベントグループの対する理解を深めることができると考えられる。

4 個のアニメーションのアンケート中で、重心というキーワードまた公式を書きました人は 18/40 人である。すなわち、イベントグループの位置は、イベントの発生時刻から重心を計算して決定しているということ少し理解した。

4.7 考察

24 人は静的な手法を見た後で、答えの正解数は (7.0 ± 1.7) 個、正解率は $(70 \pm 17)\%$ 。10 人はアニメーション 1 の手法を見た後で、答えの正解率は $(82 \pm 11)\%$ 。10 人はアニメーション 5 の手法を見た後で、答えの正解率は $(86 \pm 12)\%$ 。10 人はアニメーション 6 の手法を見た後での、答えの正解率は $(80 \pm 7)\%$ 。10 人はアニメーション 9 の手法を見た後で、答えの正解率は $(83 \pm 13)\%$ であった。この結果は、4 個のアニメーションと静的な手法を比べると、静的な手法の方が正解率が低く、回答時間が長いことを示している。静的な手法とアニメーションの手法の正解数と回答時間は標準偏差が小さい。

回答時間から分析し、4 個のアニメーションは静的な手法より、30~56 秒程度速く、回答時間短いことが分かる。すなわち、4 個のアニメーションの方がイベントグループの位置の決定方法の方が理解しやすいと言える。

また、静的な手法の実験において、まず静的な手法を見た後で、アニメーションの手法を見た、24 人全員がアニメーションの手法の方がイベントグループの位置の決定方法を理解しやすいと答えた。逆に、4 個のアニメーションの実験は、被験者はまずアニメーションを見て、その後で、静的な手法を見た、40 人の中で、31 人はアニメーションの手法の方がイベントグループの位置の決定方法を理解しやすいと答えた。

正解数から分析すると、4 個のアニメーションは静的な手法より、正解数の平均値が高い

ことを示した。すなわち、4 個のアニメーションの方がイベントグループの位置の決定方法が理解しやすいと言える。

4.6.1 節の結果から分析すると、正解数の平均値、回答時間の平均値、そして正解数/回答時間の平均値から、4 個の解説アニメーションは、静的な手法よりイベントグループの位置の決定方法を理解しやすいと判断できる。

客観的な結果と主観的な結果から、静的な手法と比べて4 個のアニメーションの方がイベントグループの位置の決定方法は理解しやすいと示された。

コメントを見ると、予測したように、ある程度のユーザは円周上のヒストグラムを観察するところで、イベントグループの位置の決定方法が理解しやすくなると述べた。ある程度のユーザは最後に一般的なヒストグラムを観察すると、イベントグループの位置の決定方法の理解に役に立つと述べた。

この二つの部分が統合した、円周上のヒストグラムから一般的なヒストグラムへと自然に遷移するアニメーションを観察すると、より理解しやすくなると言える。

また、動いている線が、イベントグループの位置と発生時刻の対応関係について、以前の静的に繋がる線より理解しやすいことを示した。

本研究の被験者実験によると、5 段階評価のデータの平均値から見ると、開発した4 個のアニメーションのスピードが半分以上の被験者に対して、ちょうど良いと示される。また4 個のアニメーション全部が面白いと示した。これらは4 個の解説アニメーションがイベントグループの位置を理解させる原因であると考えた。また、5 段階評価の「イベントグループの位置の決定方法は理解しやすかったか」について、4 個のアニメーションがそれぞれ平均値3 以上と良い評価を得た。この結果から、作成した4 個のアニメーションが役に立つと考えられる。疲労度について、4 個のアニメーションの5 段階評価の平均値から分析すると、全部ほとんど疲れていないからまったく疲れていない範囲の中である。すなわち、ユーザの体、または記憶の負担にはならなかったことを示した。最後の自由操作の5 段階評価について、良い評価を得た。

実験のアンケートの主観評価から見ると、線があるアニメーションと線がないアニメーションを比べると、線があるアニメーションの方がイベントグループの位置の決定方法は理解しやすいことが分かる。

1 人の被験者だけは円の分裂、円の合併がイベントグループの位置の決定方法を助けると示されていた。これは個人差の異常データとして考えた。

4 個のアニメーション間ではT検定のp値が全部0.05より上であった。そこで、4 個のアニメーションの間に相互比較することができないと言える。

第5章 まとめ

本論文では、ChronoView という可視化手法において、「イベントグループの位置は、イベントと発生件数、発生時刻によって、どう決められるか」を理解させることを目的とし、14個のアニメーションを試作した。その中で、4個のアニメーションを選んで、静的な手法との比較する評価実験を行った。評価実験では、静的な手法と、4個のアニメーションの効果をそれぞれ調べ、比較を行った。その客観的結果から見ると、4個のアニメーションは静的な手法よりイベントグループの位置の決定方法を理解しやすいことが示された。

今後の課題として、Hukら[24]の実験によると、3Dのアニメーションは2Dのアニメーションより、ある程度理解しやすいと示されている。多次元の表現については今後アニメーションの改善の余地があると考えられる。また、ChronoView以外の可視化手法において、アニメーションによる他の物理のパラメータに対する理解を高めることも期待できる。

謝辞

本研究を行うにあたり、指導教員である筑波大学システム情報系情報工学域三末和男准教授には、研究の進め方から論文執筆に至るまで、大変貴重なご助言、ご指導を頂きました。また、研究に取り組む姿勢についても親身にご指導いただき、その中で多くの事を学ばせていただきました。この修士論文を書き上げることができたのはもちろん、人間的にも成長したと実感できるのは、ひとえに先生のご指導のおかげであると思っています。この場を借りて厚く御礼を申し上げます。

また、筑波大学システム情報系情報工学域田中二郎教授、高橋伸准教授、志築文太郎准教授、嗟峨智准教授、**Simona Vasilache**助教には、研究室の全体ゼミを通して、様々なご助言を頂きました。本当にありがとうございます。心より感謝いたします。

筑波大学大学院コンピュータサイエンス専攻インタラクティブプログラミング研究室のメンバーの方々にも、特に所属チームであるNAISの皆様には、研究活動に留まらず私生活にもわたって大変お世話になりました。この場を借りて厚く御礼申し上げます。

実験にご参加いただきました皆様にも感謝しております。長時間の実験内容にもかかわらず、最後まで実験に参加していただいたほか、多くの貴重なコメントをいただきました。コメントが本研究の発展に手助けとなりました、本当にありがとうございました。

最後に、物心両面にわたり支えてくれた家族に深く感謝して締めくくりたいと思います、学生生活の中で関わることでできた友人や全ての方々にも心より感謝致します。本当にありがとうございました。

参考文献

- [1] Satoko Shiroi, Kazuo Misue, and Jiro Tanaka, Chrono View: Visualization Technique for Many Temporal Data. IEEE Computer Society, 16th International Conference Information Visualization, pp.112-117, 2012
- [2] Kazuo Misue, Yuta Kanai, and Hideaki Takagi, Visualizing the Overview of Temporal Patterns of Patients' Activities, 2013 Workshop on Visual Analytics in Healthcare (VAHC2013, Nov. 16, 2013, Washington, D.C., USA), pp. 11-14, 2013
- [3] Samuel Huron, Romain, and Jean-Daniel, Visual Sedimentation. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, Vol.19, No.12, pp.2446-2455, 2013
- [4] Charles Perin, Vuillemot, and Jean-Daniel Fekete, SoccerStories: A Kick-off for Visual Soccer Analysis. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, Vol.19, No.12, pp.2506-2515, 2013
- [5] Shixia Liu, Yingcai Wu, Enxun Wei, and Mengchen Liu, Visual StoryFlow: Tracking the Evolution of Stories. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, Vol.19, No.12, pp.2436-2445, 2013
- [6] Rolf Ploetzner, and Sabine Schlag, Pstrategic learning from expository animations: Short-and mid-term effects. Computers & Education, Vol.69, No.1, pp.159-168, 2013
- [7] Falvo, David A, and Suits Jerry P, Gender and Spatial Ability and the Use of Specific Labels and Diagrammatic Arrows in a Micro-level Chemistry Animation. Journal of Educational Computing Research, Vol.41, No.1, pp.83-102, 2009
- [8] Boucheix Guignard, What Animated Illustrations Conditions can Improve Technical Document Comprehension in Young Students? Format Signaling and Control of the Presentation. European Journal of Psychology of Education, Vol.20, No.4, pp.369-388, 2005
- [9] Rolf Ploetzner, and Richard Lowe, A systematic characterization of expository animations, Computers in Human Behavior, Vol.28, No.3, pp.781-794, 2001
- [10] Spanjers A E, Wouters Pieter, van Gog Tamara, and van Merriënboer Jeroen, An expertise Reversal Effect of Segmentation in Learning from Animated Worked-out Examples. Computers in Human Behavior, Vol.27, No.3, pp.46-52, 2011
- [11] Huib K. Tabbers, and Bastiaande Koeijer, Learner Control in Animated Multimedia Instructions. Instructional Science, Vol.38, No.5, pp.441-453, 2010

- [12] Vafa Ghaderi, and Jafar Afshinfar, A comparative Study of the Effects of Animated versus Static Funny Pictures on Iranian Intermediate EFL Students's Intake and Retention of Idioms, *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, Vol.98, No.1, pp.522-531, 2014
- [13] Jeffrey Heer, and George Robertson, Animated Transitions in Statistical Data Graphics. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, Vol.13, No.6, pp.1240-1247, 2007
- [14] Jean-Michel Boucheix, and Emmanuel Schneider, Static and animated presentations in learning dynamic mechanical systems, *Learning and Instruction*, Vol.19, No.2, pp.112-127, 2009
- [15] David DiBiase, Alan MacEachren, and John Krygier, Animation and the Role of Map Design in Scientific Visualization. *Cartography and Geographic Information Systems*, Vol.19, No.4, pp.201-214, 1997
- [16] Göran Karlsson, Animation and Grammar in Science Education: Learners' Construal of Animated Educational Software. *International Journal of Computer Supported Collaborative Learning*, Vol.5, No.2, pp.167-189, 2010
- [17] Huifen Lin, and Francis M. Dwyer, The Effect of Static and Animated Visualization: A Perspective of Instructional Effectiveness and Efficiency. *Educational Technology Research and Development*, Vol.58, No.2, pp.155-174, 2010
- [18] Wong Anna, Marcus Nadine, Ayres Paul, and Lee Smith, Instructional Animations Can be Superior to Statics When Learning Human Motor Skills. *Computers in Human Behavior*, Vol.25, No.2, pp.339-347, 2009
- [19] Richard Lowe, and Wolfgang Schnotz, Learning from animation: Where to Look, When to Look. In Lowe and Schnotz (eds.), *Learning with Animation—Research Implications for Design* (New York: Cambridge University Press), pp.49-68, 2008
- [20] Boucheix Schneider, Static and Animated Presentations in Learning Dynamic Mechanical Systems. *Learning and Instruction*, Vol.19, No.10, pp.112-127, 2009
- [21] Cyril Rebetez, Mireille Betrancourt, Mirweis Sangin, and Pierre Dillenbourg, Learning from Animation Enabled by Collaboration. *Instructional Science*, Vol.38, No.5, pp.471-485, 2010
- [22] Li Zhu, and Barbara Grabowski, Web-Based Animation or Static Graphics: Is the Extra Cost of Animation Worth It?, *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, Vol.15, No.3, pp.329-347, 2006
- [23] Barbara Tversky, Julie Bauer Morrison, and Mireille Betrancourt, Animation: can it facilitate?, *International Journal of Human-Computer Studies*, Vol.57, No.4, pp.247-262, 2002

- [24] Thomas Huk, Mattias Steinke, and Christian Floto, The Educational Value of Visual Cues and 3D Representational Format in a Computer Animation Under Restricted and Realistic Conditions. *Instructional Science*, Vol.38, No.5, pp.455-469, 2009
- [25] Robert Kosara, and Fabian Bendix, Time Histograms for Large, Time-Dependent Data. *Proceedings of the 2004 Eurographics/IEEE TVCG Symposium on Visualization*, pp. 45-54, 2004
- [26] Susan Havre, and Beth Hetzler, Theme River: Visualizing Theme Changes over Time. *Proceedings of the IEEE Symposium on Information Visualization 2000*, pp.115-123, 2000
- [27] Dash Fisher, Animation for Visualization: Opportunities and Drawbacks. Ch. 19 in Steele and Iliinsky (eds.). *Beautiful Visualization* (Cambridge: O'Reilly), pp.329-352, 2010
- [28] Jacques Bertin, *Semiology of Graphics: Diagrams, Networks, Maps*. University of Wisconsin, 1984
- [29] Steve Haroz and David Whitney. How Capacity Limits of Attention Influence Information Visualization Effectiveness. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, Vol.18, No.12, pp.2402-2410, 2012
- [30] Nadia Boukhelifa and Anastasia Bezerianos. Evaluating Sketchiness as a Visual Variable for the Depiction of Qualitative Uncertainty. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, Vol.18, No.12, pp.2749-2758, 2012
- [31] Jessica Lina, Eamonn Keogha, and Stefano Lonardia, Visually Mining and Monitoring Massive Time Series. *Proceedings of the tenth ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, pp.460-469, 2004
- [32] Daniel A. Keim, and Jorn Schneidewind, Circle View A New Approach for Visualizing Time Related Multidimensional Data Sets. *AVI '04 Proceedings of the working conference on Advanced visual interfaces*, pp.179-182, 2004

付録 実験に用いた同意書、実験手順書およびアンケート

同意書

筑波大学システム情報系長 殿

私は、視覚的表現の設計および評価に関する研究について、研究の概要、被験者の必要性、方法、その成果、危険の回避、個人情報の保護について十分な説明を受けました。

説明の際、本研究に協力することに同意しなくても何ら不利益を受けないこと、さらに、同意後も私自身の自由意思により不利益を受けず、いつでも撤回できることも聞きました。私は、このことを理解した上で被験者になることに同意します。

平成 年 月 日

氏名 (才)

(保護者等：被験者が未成年の場合)

氏名 (本人との続柄)

ChronoView の理解を助ける変形アニメーションの作成に関する研究について、次の内容について平成 年 月 日に説明を行い、上記のとおり同意を得ました。

説明者 所属

氏名

① 研究の概要について

時刻情報付きデータの可視化手法の一つに ChronoView があります。この手法では 2 次元の平面上で多くのイベントグループを同時に俯瞰することができます。しかし、イベントグループの配置方法の理解が容易ではありません。本研究では ChronoView のイベントグループの配置方法の理解を助けるために、いくつかのアニメーションを作成しました。この実験では、アニメーションの有用性を計測します。

② 被験者の必要性、方法、その成果について

視覚的表現の特性および効果は人間が実際に見て計測する必要があるため、設計過程および最終評価において被験者実験が必要となります。実験では、提示された視覚的な表現を見て、簡単なタスクを行ってもらいます。具体的なタスクについては別紙にて説明します。タスク毎に達成時間および回答を記録し、後でそれらを分析します。

③ 個人情報の保護について

学会・論文などでデータを発表する際は、データおよびそれを統計的に処理したものだけを用います。実験参加者を表現するためには、記号・数字を用います。個人を特定できる情報は公表しません。ただし、実験参加者全体については、性別の実験参加者数、年齢の範囲、所属を公表することがあります。

(注) 同意書は 2 通作成し 1 通は本人の控えとして手渡すこと。(コピー可)

未成年の場合には保護者と一緒に説明して保護者からの同意を得ること。

研究や実験に協力した結果、不都合があった場合の連絡先

実施分担者 (所属：システム情報系 氏名：楊 金龍 TEL：)

実施責任者 (所属：システム情報系 氏名：三末和男 TEL：)

事務担当者 (筑波大学システム情報系研究倫理委員会事務局・システム情報エリア支援室
TEL：)

アニメーション 1 の実験手順書およびアンケート

名前：

色覚異常（あり、なし）

時刻情報付きデータの可視化手法 ChronoView という手法をご存知ですか

1.知っている 2.知らない 3.他（説明： ）

被験者に対する実験の手順の説明

- 研究の目的
 - ChronoView のイベントグループの配置方法の理解を助ける
- 実験に使うデータについて
 - ツイートデータの詳細：
 - “なう”というツイートを含む、時刻情報付きデータ
 - ツイートの例：“新宿なう”、“カフェなう” etc…”なう”の直前にある名詞、形容詞、動詞を抽出
 - 対象となるイベント
 - 人間の行動
 - イベント数 12月：30,625 種類
 - 1月：30,051 種類
 - 期間
 - 2011/12/01～12/31
 - 2012/01/01～01/31
 - ツイート数
 - 12月：103,194 件
 - 1月：99,923 件

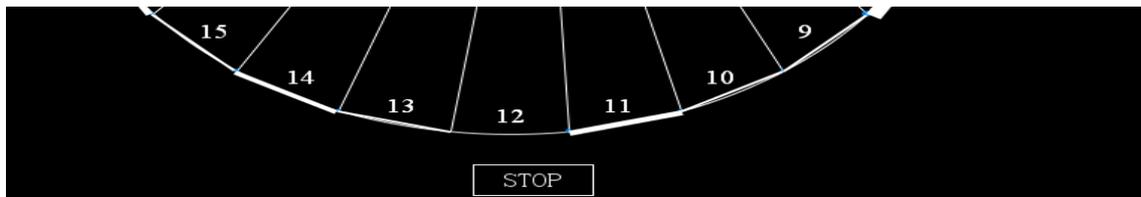
例

ユーザ名	年月日(曜日)	時刻	Tweet	イベントグループ
white_luc	2011/12/01 (Thu)	17:30:00	カフェなう	カフェ
yamahaku	2011/12/02 (Fri)	20:00:12	新宿なう	新宿
adajam	2011/12/03 (Sat)	21:30:00	帰宅なう	帰宅

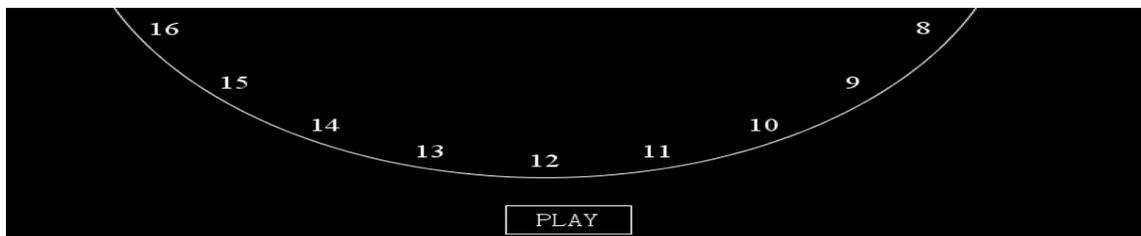
- イベントグループの説明
 - 一つのイベントグループの一つの発生時刻は一つのイベントである
 - イベントグループの配置はイベントの発生時刻と発生件数により決定している
 - イベントグループの面積は発生件数により決定している（例：帰宅の面積が一番大きな円である）
- 大量の時刻情報付きデータを可視化すると
 - 数千種類以上のイベントグループを一度に比較しながら分析ができる
 - イベントグループの周期性を把握できる（例：一ヶ月分のデータイベントグループ「昼休み」は 13 時に集中する）

- 本実験におけるツールのインタラクティブ操作

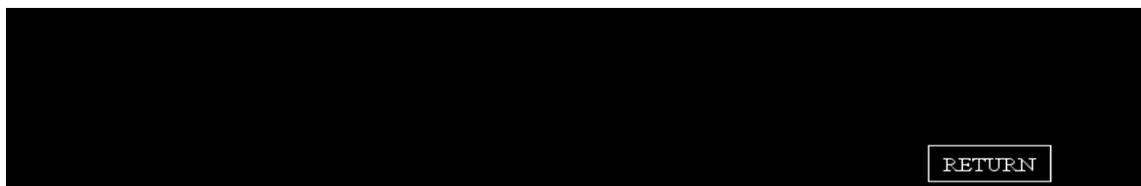
- 画面左: イベントグループを表わす円の不透明度の調整用スライダ、イベントグループの出現頻度の最大値、最小値用スライダ、アニメーション選択用スライダ、アニメーションのスピードの調整用スライダ、アニメーションの時間軸スライダ
- 画面中:



Stop ボタン: アニメーション中、マウスを左クリックして、アニメーションを停止することができる



Play ボタン: アニメーション中マウスを左クリックして、アニメーションを開始することができる



Return ボタン: アニメーション中マウスを左クリックして、アニメーションを逆再生することができる

実験の説明

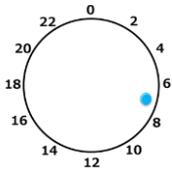
実験の時間は制限しません。

アニメーション 1 を見てください。3 個のイベントグループ（布団、風呂、起床）を自由に右クリックして操作してください。1 つのイベントグループは 2 回だけ操作することができます。操作の順番は布団、風呂、起床のような順番に操作してください。

実験中、イベントグループの位置がどう決められるかを考えてください。

以上の観察から、以下の問題に教えてください。選択肢の中から最もあてはまると思うものを一つ選んでその番号に丸をつけてください。この紙には自由に書き込んでいただいても結構です。

質問 1、あるイベントグループ A に対して



上の図において、下の選択肢の中で正しいものはどれですか？

発生時刻	発生件数
0:00	1件
12:00	1件
18:00	1件

1)

発生時刻	発生件数
6:00	5件
18:00	1件
19:00	1件

2)

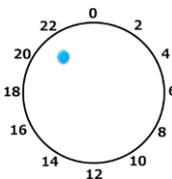
発生時刻	発生件数
6:00	6件
8:00	6件
19:00	1件

3)

発生時刻	発生件数
0:00	2件
6:00	3件
12:00	2件

4)

質問 2、あるイベントグループ B に対して



上の図において、下の選択肢の中で正しいものはどれですか？

発生時刻	発生件数
0:00	3件
8:00	1件
20:00	5件

1)

発生時刻	発生件数
12:00	1件
14:00	1件
16:00	1件

2)

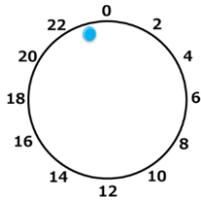
発生時刻	発生件数
2:00	2件
12:00	5件
16:00	5件

3)

発生時刻	発生件数
6:00	2件
8:00	2件
20:00	1件
22:00	1件

4)

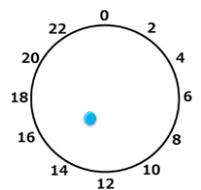
質問 3、あるイベントグループ C に対して



上の図において、下の選択肢の中で正しいものはどれですか？

- | 発生時刻 | 発生件数 |
|-------|------|
| 0:00 | 5件 |
| 2:00 | 1件 |
| 20:00 | 1件 |
| 22:00 | 1件 |
- 1) 2)
- | 発生時刻 | 発生件数 |
|-------|------|
| 2:00 | 1件 |
| 10:00 | 1件 |
| 12:00 | 2件 |
| 22:00 | 1件 |
- | 発生時刻 | 発生件数 |
|-------|------|
| 0:00 | 5件 |
| 11:00 | 1件 |
| 22:00 | 5件 |
- 3) 4)
- | 発生時刻 | 発生件数 |
|-------|------|
| 0:00 | 1件 |
| 2:00 | 1件 |
| 18:00 | 1件 |

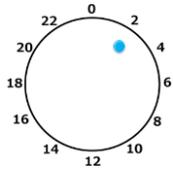
質問 4、あるイベントグループ D に対して



上の図において、下の選択肢の中で正しいものはどれですか？

- | 発生時刻 | 発生件数 |
|-------|------|
| 10:00 | 1件 |
| 18:00 | 1件 |
| 20:00 | 1件 |
- 1) 2)
- | 発生時刻 | 発生件数 |
|-------|------|
| 0:00 | 1件 |
| 7:00 | 1件 |
| 11:00 | 1件 |
- | 発生時刻 | 発生件数 |
|-------|------|
| 2:00 | 3件 |
| 12:00 | 1件 |
| 18:00 | 1件 |
- 3) 4)
- | 発生時刻 | 発生件数 |
|-------|------|
| 8:00 | 3件 |
| 18:00 | 5件 |
| 23:00 | 2件 |

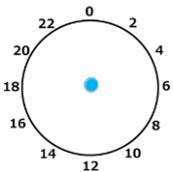
質問 5、あるイベントグループ E に対して



上の図において、下の選択肢の中で正しいものはどれですか？

- | 発生時刻 | 発生件数 |
|-------|------|
| 5:00 | 2件 |
| 8:00 | 3件 |
| 15:00 | 3件 |
- 1)
- | 発生時刻 | 発生件数 |
|-------|------|
| 2:00 | 1件 |
| 8:00 | 5件 |
| 18:00 | 5件 |
- 2)
- | 発生時刻 | 発生件数 |
|-------|------|
| 2:00 | 5件 |
| 4:00 | 4件 |
| 16:00 | 1件 |
- 3)
- | 発生時刻 | 発生件数 |
|-------|------|
| 1:00 | 2件 |
| 14:00 | 1件 |
| 23:00 | 2件 |
- 4)

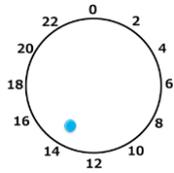
質問 6、あるイベントグループ F に対して



上の図において、下の選択肢の中で正しいものはどれですか？

- | 発生時刻 | 発生件数 |
|-------|------|
| 0:00 | 1件 |
| 12:00 | 1件 |
| 18:00 | 1件 |
- 1)
- | 発生時刻 | 発生件数 |
|-------|------|
| 6:00 | 2件 |
| 12:00 | 3件 |
| 18:00 | 2件 |
- 2)
- | 発生時刻 | 発生件数 |
|-------|------|
| 2:00 | 3件 |
| 10:00 | 3件 |
| 18:00 | 3件 |
- 3)
- | 発生時刻 | 発生件数 |
|-------|------|
| 0:00 | 2件 |
| 6:00 | 3件 |
| 12:00 | 2件 |
- 4)

質問 7、あるイベントグループ G に対して



上の図において、下の選択肢の中で正しいものはどれですか？

発生時刻	発生件数
6:00	2件
12:00	3件
18:00	2件

1)

発生時刻	発生件数
0:00	1件
12:00	1件
18:00	1件

2)

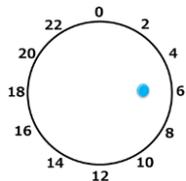
発生時刻	発生件数
2:00	2件
12:00	5件
16:00	5件

3)

発生時刻	発生件数
12:00	1件
14:00	1件
16:00	1件

4)

質問 8、あるイベントグループ H に対して



上の図において、下の選択肢の中で正しいものはどれですか？

発生時刻	発生件数
0:00	1件
12:00	1件
18:00	1件

1)

発生時刻	発生件数
12:00	5件
14:00	3件
16:00	3件

2)

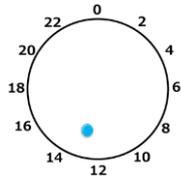
発生時刻	発生件数
4:00	3件
8:00	3件
18:00	3件

3)

発生時刻	発生件数
0:00	2件
6:00	3件
12:00	2件

4)

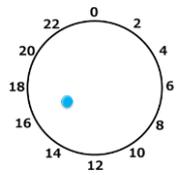
質問 9、あるイベントグループ I に対して



上の図において、下の選択肢の中で正しいものはどれですか？

- | 発生時刻 | 発生件数 |
|-------|------|
| 0:00 | 2件 |
| 6:00 | 3件 |
| 12:00 | 2件 |
- 1)
- | 発生時刻 | 発生件数 |
|-------|------|
| 4:00 | 4件 |
| 8:00 | 1件 |
| 18:00 | 1件 |
| 22:00 | 4件 |
- 2)
- | 発生時刻 | 発生件数 |
|-------|------|
| 8:00 | 1件 |
| 10:00 | 5件 |
| 16:00 | 5件 |
| 18:00 | 1件 |
- 3)
- | 発生時刻 | 発生件数 |
|-------|------|
| 6:00 | 5件 |
| 8:00 | 1件 |
| 18:00 | 1件 |
| 20:00 | 5件 |
- 4)

質問 10、あるイベントグループ J に対して



上の図において、下の選択肢の中で正しいものはどれですか？

- | 発生時刻 | 発生件数 |
|-------|------|
| 2:00 | 3件 |
| 8:00 | 3件 |
| 14:00 | 3件 |
| 20:00 | 3件 |
- 1)
- | 発生時刻 | 発生件数 |
|-------|------|
| 1:00 | 2件 |
| 7:00 | 2件 |
| 14:00 | 2件 |
| 18:00 | 1件 |
- 2)
- | 発生時刻 | 発生件数 |
|-------|------|
| 4:00 | 2件 |
| 15:00 | 4件 |
| 17:00 | 4件 |
- 3)
- | 発生時刻 | 発生件数 |
|-------|------|
| 4:00 | 5件 |
| 13:00 | 1件 |
| 19:00 | 1件 |
- 4)

学籍番号 _____ 署名 _____

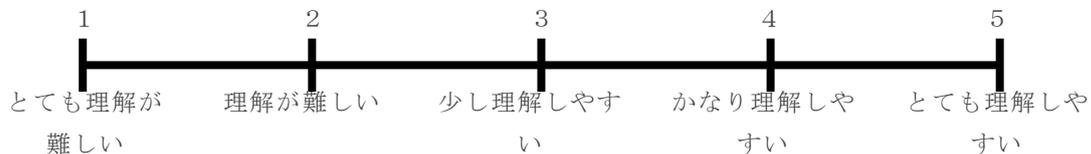
ご自身についてお答えください。

所属:	
性別: <input type="checkbox"/> 男 <input type="checkbox"/>	年齢: _____ 歳 国籍: _____
女	

ここから、(1)から(5)は選択肢の中から最もあてはまると思うものを一つ選んでその番号に○をつけてください。

実験で見たアニメーションについてお答えください。

(1).アニメーション 1 に対して、イベントグループの位置の決定方法は理解しやすかったか



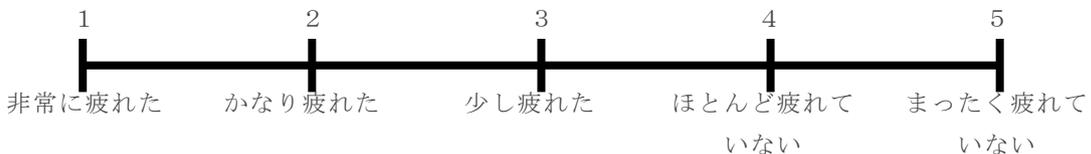
(2).アニメーションは面白かった



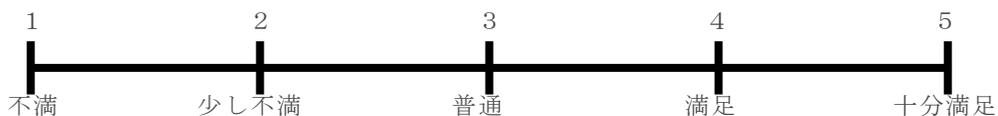
(3)アニメーションの速さは適切であった



(4).アニメーション 1 を見た時の疲労度に対してあなたの評価を 5 段階で表してください



(5).実験ツールを自由に操作してください。ツール全体に対するあなたの評価を総合的に 5 段階で表してください



(6). イベントグループの位置の決定方法をお答えください

(7). このアニメーション手法について、イベントグループの位置の決定方法が理解しやすいと感じた方は、理由があれば記述してください

(8) 分かりにくかった点をお答えください

(9). 何かお気づきの点 (コメント、意見) があればお書きください

次に、静的な手法を見てください。3 個のイベントグループ (布団、風呂、起床) を自由に操作してください。1 つのイベントグループは 2 回だけ操作することができます。

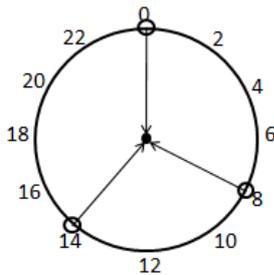
イベントグループの位置がどう決められるかを考えてください。

このアニメーション手法と静的な手法とでは、どちらの手法がいいと思いますか。理由があれば記述してください

ChronoViewのイベントグループの配置方法の説明

0時、8時、及び14時にあるイベントが発生したと仮定する。この三つのイベントの発生する時刻座標を計算して、重心となる点に位置する円形がイベントグループに対応する。

一つのイベントグループの一つの発生時刻は一つのイベントである。図Aのイベントグループには3個のイベントがある。重心の計算によって、ChronoViewの時刻の集合を配置する。このイベントグループの位置は3個全てのイベントの重心によって求める。



図A.ChronoViewの時刻の表現

静的な手法を見てください、このアニメーション手法は静的な手法と比べると、どちらの手法がイベントグループの位置の決定方法が理解しやすいと思いますか

- 1.アニメーションの方が理解しやすい 2.同じ程度 3.静的な手法の方が理解しやすい

アニメーション 1 から 14 まで見てください。線があるアニメーション手法と線がないアニメーション手法を比べて、どちらのアニメーション手法がイベントグループの位置の決定方法は理解しやすかったですか

- 1.線がある方が理解しやすい 2.同じ程度 3.線がない方が理解しやすい

ご協力いただき、ありがとうございました

静的な手法の実験手順書およびアンケート

名前：

色覚異常（あり、なし）

時刻情報付きデータの可視化手法 ChronoView という手法をご存知ですか

1.知っている 2.知らない 3.他（説明： ）

被験者に対する実験の手順の説明

- 研究の目的
 - ChronoView のイベントグループの配置方法の理解を助ける
- 実験に使うデータについて
 - ツイートデータの詳細：
 - “なう”というツイートを含む、時刻情報付きデータ
 - ツイートの例：“新宿なう”、“カフェなう” etc…”なう”の直前にある名詞、形容詞、動詞を抽出
 - 対象となるイベント
 - 人間の行動
 - イベント数 12月：30,625 種類
 - 1月：30,051 種類
 - 期間
 - 2011/12/01～12/31
 - 2012/01/01～01/31
 - ツイート数
 - 12月：103,194 件
 - 1月：99,923 件

例

ユーザ名	年月日(曜日)	時刻	Tweet	イベントグループ
white_luc	2011/12/01 (Thu)	17:30:00	カフェなう	カフェ
yamahaku	2011/12/02 (Fri)	20:00:12	新宿なう	新宿
adajam	2011/12/03 (Sat)	21:30:00	帰宅なう	帰宅

- イベントグループの説明
 - 一つのイベントグループの一つの発生時刻は一つのイベントである
 - イベントグループの配置はイベントの発生時刻と発生件数により決定している
 - イベントグループの面積は発生件数により決定している（例：帰宅の面積が一番大きな円である）
- 大量の時刻情報付きデータを可視化すると
 - 数千種類以上のイベントグループを一度に比較しながら分析ができる
 - イベントグループの周期性を把握できる（例：一ヶ月分のデータイベントグループ「昼休み」は 13 時に集中する）

実験の説明

実験の時間は制限しません。

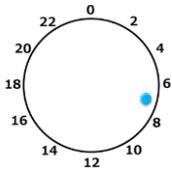
まず、3個のイベントグループ（布団、風呂、起床）を自由に操作してください。1つのイベントグループは2回だけ操作することができます。イベントグループをクリックし、静的な画像（白い放射状の線）を見てください。下の **Histogram** ボタンをクリックし、このイベントグループの **Histogram** 画面を見てください。

以上の画面を見たあとで、次のページの問題に答えてください。

実験中、イベントグループの位置がどう決められるかを考えてください。

以上の観察から、以下の問題に教えてください。選択肢の中から最もあてはまると思うものを一つ選んでその番号に丸をつけてください、この紙には自由に書き込んでいただいても結構です。

質問 1、あるイベントグループ A に対して



上の図において、下の選択肢の中で正しいものはどれですか？

発生時刻	発生件数
0:00	1件
12:00	1件
18:00	1件

1)

発生時刻	発生件数
6:00	5件
18:00	1件
19:00	1件

2)

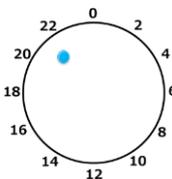
発生時刻	発生件数
6:00	6件
8:00	6件
19:00	1件

3)

発生時刻	発生件数
0:00	2件
6:00	3件
12:00	2件

4)

質問 2、あるイベントグループ B に対して



上の図において、下の選択肢の中で正しいものはどれですか？

発生時刻	発生件数
0:00	3件
8:00	1件
20:00	5件

1)

発生時刻	発生件数
12:00	1件
14:00	1件
18:00	1件

2)

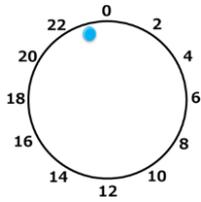
発生時刻	発生件数
2:00	2件
12:00	5件
16:00	5件

3)

発生時刻	発生件数
6:00	2件
8:00	2件
20:00	1件
22:00	1件

4)

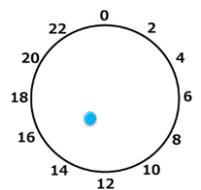
質問 3、あるイベントグループ C に対して



上の図において、下の選択肢の中で正しいものはどれですか？

- | 発生時刻 | 発生件数 |
|-------|------|
| 0:00 | 5件 |
| 2:00 | 1件 |
| 20:00 | 1件 |
| 22:00 | 1件 |
- 1)
- | 発生時刻 | 発生件数 |
|-------|------|
| 2:00 | 1件 |
| 10:00 | 1件 |
| 12:00 | 2件 |
| 22:00 | 1件 |
- 2)
- | 発生時刻 | 発生件数 |
|-------|------|
| 0:00 | 5件 |
| 11:00 | 1件 |
| 22:00 | 5件 |
- 3)
- | 発生時刻 | 発生件数 |
|-------|------|
| 0:00 | 1件 |
| 2:00 | 1件 |
| 18:00 | 1件 |
- 4)

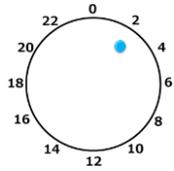
質問 4、あるイベントグループ D に対して



上の図において、下の選択肢の中で正しいものはどれですか？

- | 発生時刻 | 発生件数 |
|-------|------|
| 10:00 | 1件 |
| 18:00 | 1件 |
| 20:00 | 1件 |
- 1)
- | 発生時刻 | 発生件数 |
|-------|------|
| 0:00 | 1件 |
| 7:00 | 1件 |
| 11:00 | 1件 |
- 2)
- | 発生時刻 | 発生件数 |
|-------|------|
| 2:00 | 3件 |
| 12:00 | 1件 |
| 18:00 | 1件 |
- 3)
- | 発生時刻 | 発生件数 |
|-------|------|
| 8:00 | 3件 |
| 18:00 | 5件 |
| 23:00 | 2件 |
- 4)

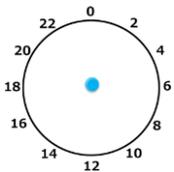
質問 5、あるイベントグループ E に対して



上の図において、下の選択肢の中で正しいものはどれですか？

- | 発生時刻 | 発生件数 |
|-------|------|
| 5:00 | 2件 |
| 8:00 | 3件 |
| 15:00 | 3件 |
- 1)
- | 発生時刻 | 発生件数 |
|-------|------|
| 2:00 | 1件 |
| 8:00 | 5件 |
| 18:00 | 5件 |
- 2)
- | 発生時刻 | 発生件数 |
|-------|------|
| 2:00 | 5件 |
| 4:00 | 4件 |
| 16:00 | 1件 |
- 3)
- | 発生時刻 | 発生件数 |
|-------|------|
| 1:00 | 2件 |
| 14:00 | 1件 |
| 23:00 | 2件 |
- 4)

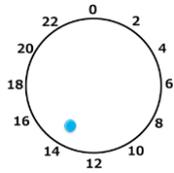
質問 6、あるイベントグループ F に対して



上の図において、下の選択肢の中で正しいものはどれですか？

- | 発生時刻 | 発生件数 |
|-------|------|
| 0:00 | 1件 |
| 12:00 | 1件 |
| 18:00 | 1件 |
- 1)
- | 発生時刻 | 発生件数 |
|-------|------|
| 6:00 | 2件 |
| 12:00 | 3件 |
| 18:00 | 2件 |
- 2)
- | 発生時刻 | 発生件数 |
|-------|------|
| 2:00 | 3件 |
| 10:00 | 3件 |
| 18:00 | 3件 |
- 3)
- | 発生時刻 | 発生件数 |
|-------|------|
| 0:00 | 2件 |
| 6:00 | 3件 |
| 12:00 | 2件 |
- 4)

質問 7、あるイベントグループ G に対して



上の図において、下の選択肢の中で正しいものはどれですか？

発生時刻	発生件数
6:00	2件
12:00	3件
18:00	2件

1)

発生時刻	発生件数
0:00	1件
12:00	1件
18:00	1件

2)

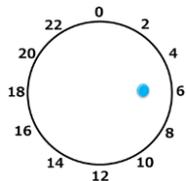
発生時刻	発生件数
2:00	2件
12:00	5件
16:00	5件

3)

発生時刻	発生件数
12:00	1件
14:00	1件
16:00	1件

4)

質問 8、あるイベントグループ H に対して



上の図において、下の選択肢の中で正しいものはどれですか？

発生時刻	発生件数
0:00	1件
12:00	1件
18:00	1件

1)

発生時刻	発生件数
12:00	5件
14:00	3件
16:00	3件

2)

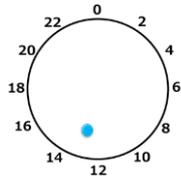
発生時刻	発生件数
4:00	3件
8:00	3件
18:00	3件

3)

発生時刻	発生件数
0:00	2件
6:00	3件
12:00	2件

4)

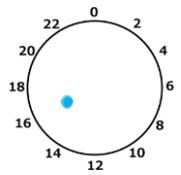
質問 9、あるイベントグループ I に対して



上の図において、下の選択肢の中で正しいものはどれですか？

- | 発生時刻 | 発生件数 |
|-------|------|
| 0:00 | 2件 |
| 6:00 | 3件 |
| 12:00 | 2件 |
- 1)
- | 発生時刻 | 発生件数 |
|-------|------|
| 4:00 | 4件 |
| 8:00 | 1件 |
| 18:00 | 1件 |
| 22:00 | 4件 |
- 2)
- | 発生時刻 | 発生件数 |
|-------|------|
| 8:00 | 1件 |
| 10:00 | 5件 |
| 16:00 | 5件 |
| 18:00 | 1件 |
- 3)
- | 発生時刻 | 発生件数 |
|-------|------|
| 6:00 | 5件 |
| 8:00 | 1件 |
| 18:00 | 1件 |
| 20:00 | 5件 |
- 4)

質問 10、あるイベントグループ J に対して



上の図において、下の選択肢の中で正しいものはどれですか？

- | 発生時刻 | 発生件数 |
|-------|------|
| 2:00 | 3件 |
| 8:00 | 3件 |
| 14:00 | 3件 |
| 20:00 | 3件 |
- 1)
- | 発生時刻 | 発生件数 |
|-------|------|
| 1:00 | 2件 |
| 7:00 | 2件 |
| 14:00 | 2件 |
| 18:00 | 1件 |
- 2)
- | 発生時刻 | 発生件数 |
|-------|------|
| 4:00 | 2件 |
| 15:00 | 4件 |
| 17:00 | 4件 |
- 3)
- | 発生時刻 | 発生件数 |
|-------|------|
| 4:00 | 5件 |
| 13:00 | 1件 |
| 19:00 | 1件 |
- 4)

学籍番号 _____ 署名 _____

ご自身についてお答えください。

所属:		
性別:	<input type="checkbox"/> 男	<input type="checkbox"/>
女	年齢: 歳	国籍:

何かお気づきの点(コメント、意見)があればお書きください

--

次に、アニメーション 1 を見てください。3 個のイベントグループ(布団、風呂、起床)を

自由に操作してください。1つのイベントグループは2回だけ操作することができます。

イベントグループの位置がどう決められるかを考えてください。

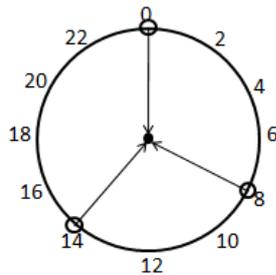
このアニメーション手法と静的な手法とでは、どちらの手法がいいと思いますか。理由があれば記述してください

--

ChronoViewのイベントグループの配置方法の説明

0時、8時、及び14時にあるイベントが発生したと仮定する。この三つのイベントの発生する時刻座標を計算して、重心となる点に位置する円形がイベントグループに対応する。

一つのイベントグループの一つの発生時刻は一つのイベントである。図Aのイベントグループには3個のイベントがある。重心の計算によって、ChronoViewの時刻の集合を配置する。このイベントグループの位置は3個全てのイベントの重心によって求める。



図A.ChronoViewの時刻の表現

アニメーション1を見てください、このアニメーション手法は静的な手法と比べると、どちらの手法がイベントグループの位置の決定方法が理解しやすいと思いますか

- 1.アニメーション1の方が理解しやすい 2.同じ程度 3.静的な手法の方が理解しやすい

アニメーション1から14まで見てください。線があるアニメーション手法と線がないアニメーション手法を比べて、どちらのアニメーション手法がイベントグループの位置の決定方法は理解しやすかったですか

- 1.線がある方が理解しやすい 2.同じ程度 3.線がない方が理解しやすい

ご協力いただき、ありがとうございました