

テキストマイニングツールを 利用した視線データの分析

東京大学大学院工学系研究科

白山研究室

江川陽、樋渡哲郎

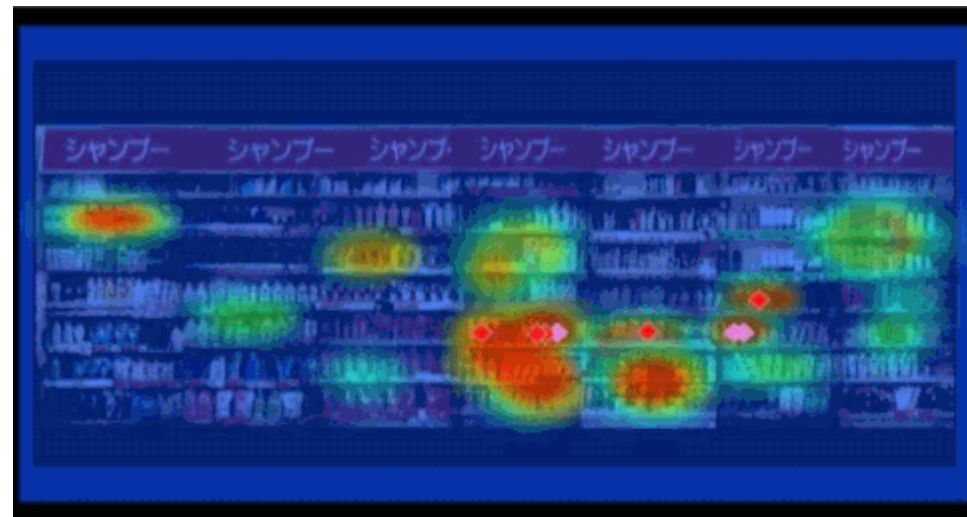
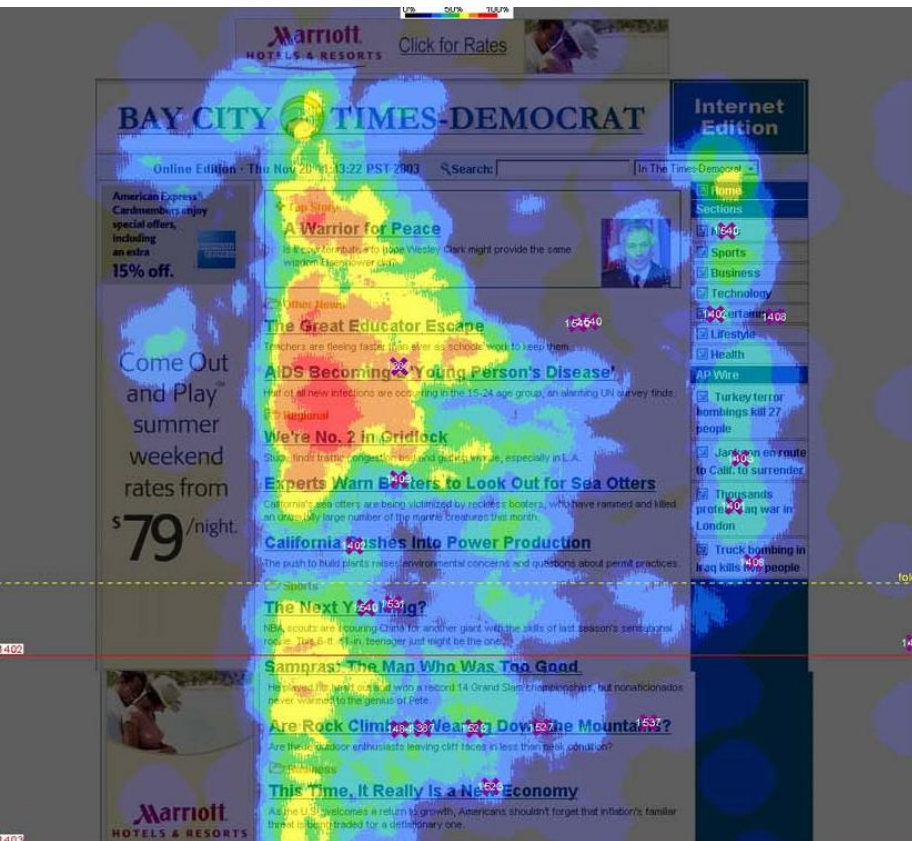
目次

- 背景
- 目的
- 手法
- 實驗
- 結果
- 考察
- 結論

□視線分析とは

- ✓ 人間の視線の移動軌跡や分布（視線データ）を計測・分析することにより、人の認知処理を観察、解明するための手法
- ✓ 近年、視線計測装置の低価格化と信頼性向上がすすみ様々な分野で利用されている
 - ✓ 認知心理学
 - ✓ マーケティング
 - ✓ UIのユーザビリティ評価
 - ✓ 知識伝承

注視領域と注視時間の分析 (Heat Map表示)



Webページのユーザビリティ評価

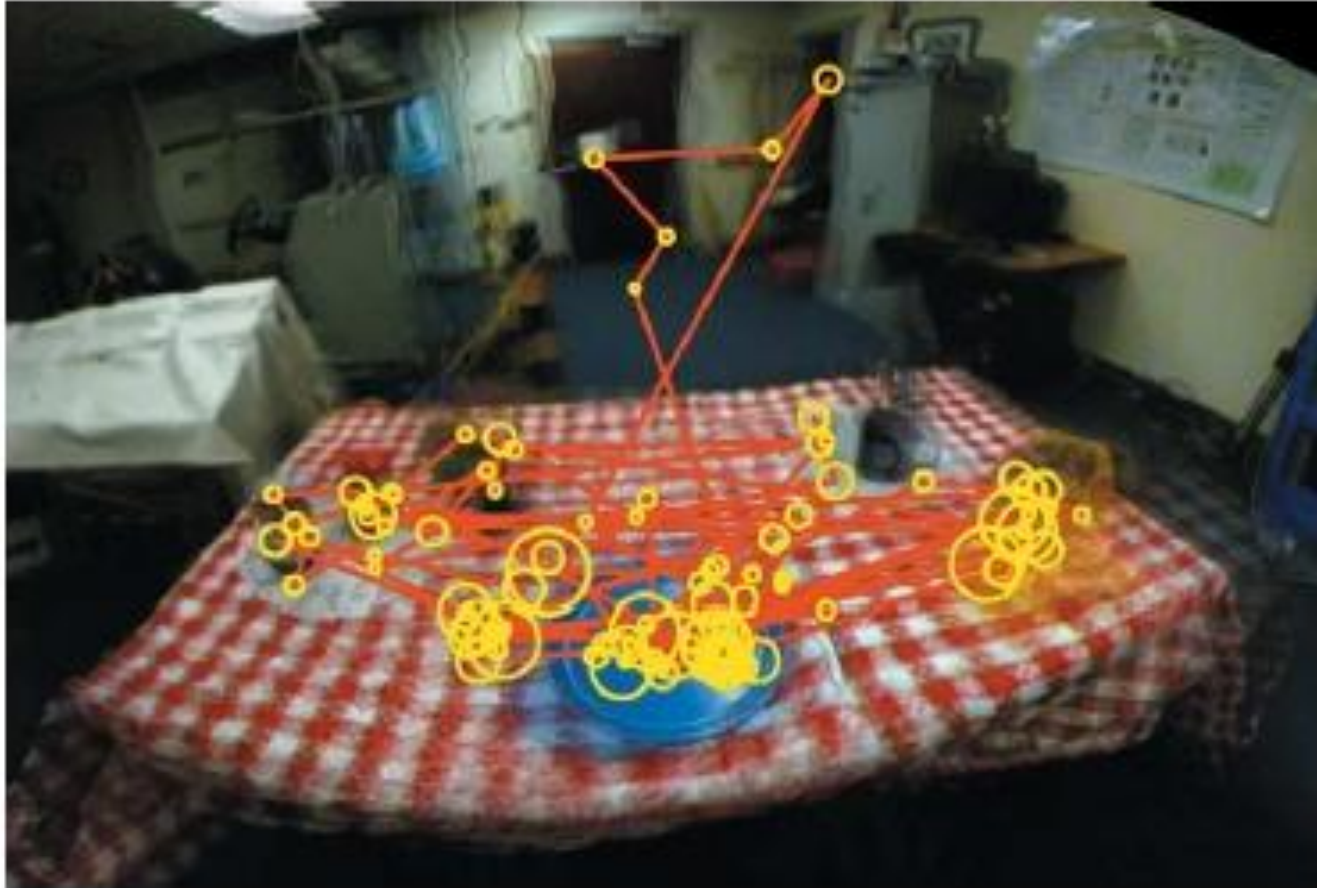
<http://www.poynterextra.org/eyetrack2004/index.htm>より

商品棚のレイアウト分析

<http://www.cross->

m.co.jp/research/eyetracking.htmlより

注視領域の移動の分析



作業時(サンドウィッチ作成)の視線の移動軌跡

Hayhoe, M and Ballard, D(2005)より

A. 視線データの測定に関する部分

- (a) キャリブレーションの難しさ
- (b) 測定誤差の発生と推定の難しさ
- (c) 広範囲における視線位置の絶対座標の取得

B. 視線データの分析に関する部分

- (d) **短時間で大量に得られる視線データの処理の問題**
 - ・分析に要する時間, ノイズ処理
- (e) **視線データの停留点形成の難しさ**
 - ・停留点集合の形成方法が確立していない (Saluvcci et, al.2000)
- (f) **分析結果の客観的評価の難しさ**
 - (大野(2002), Parkhurstら(2002), Cutrell & Guan(2007)等)
- (g) **視線データの時系列分析の難しさ**
 - ・符号化における領域分割の難しさ

生の視線計測データの例(1秒分に満たないデータ)

20090929-154331.csv - Microsoft Excel

ホーム 挿入 ページレイアウト 数式 データ 校閲 表示 アドイン

標準 ページレイアウト 全画面表示 ブックの表示

ルーラー 枠線 メッセージバー 表示/非表示

ズーム 100% 選択範囲に合わせて拡大/縮小

新しいウィンドウを開く 整理 ウィンドウ枠の固定

作業状態の保存 ウィンドウの切り替え

マクロ

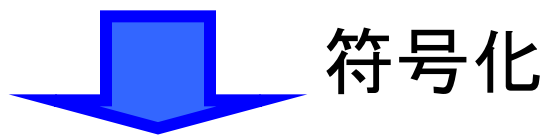
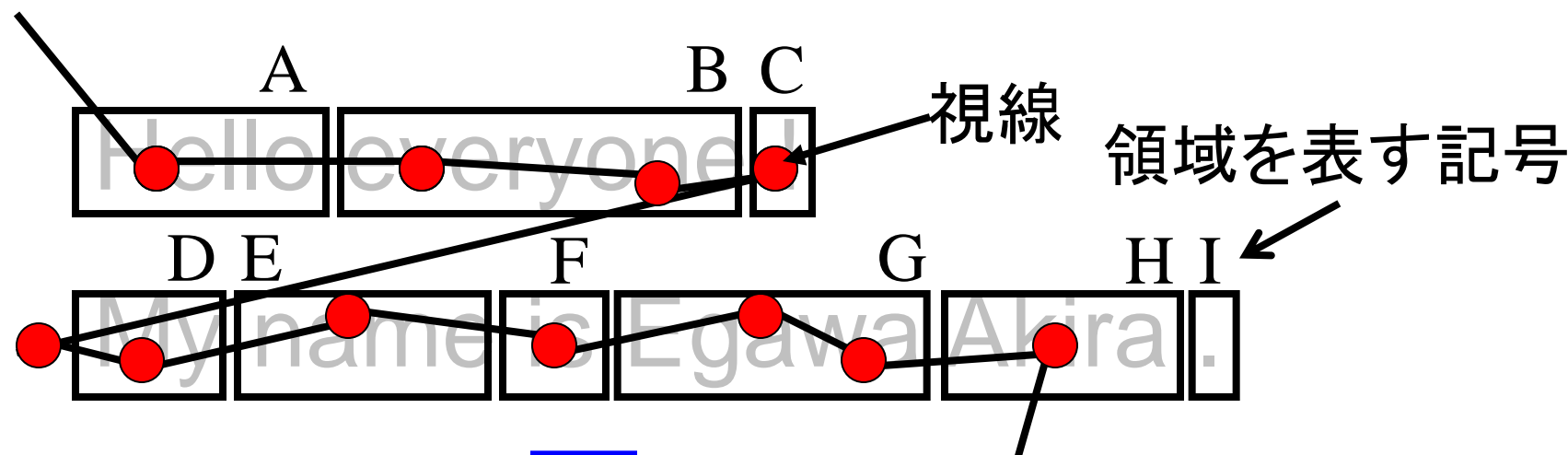
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
	No.	Time	FrameCount	LX	LY	LP	RX	RY	RP	CX	CY	D	D-Sts	M-Sts	E-Sts	
25																
26	0	0	00:03:50:01	999	999	999	238.9	480	3.22	999	999	999	0x0ca1800c	0x0000000c	0x00004000	
27	1	0.017	00:03:50:02	999	999	999	238.1	480	3.26	999	999	999	0x0ca1800c	0x0000000c	0x00004000	
28	2	0.033	00:03:50:02	999	999	999	238.1	480	3.26	999	999	999	0x0ca1800c	0x0000000c	0x00004000	
29	3	0.05	00:03:50:02	999	999	999	237.9	480	3.27	999	999	999	0x0ca1800c	0x0000000c	0x00004000	
30	4	0.067	00:03:50:02	999	999	999	239.1	480	3.13	999	999	999	0x0ca1800c	0x0000000c	0x00004000	
31	5	0.083	00:03:50:02	999	999	999	237.5	480	3.18	999	999	999	0x0ca1800c	0x0000000c	0x00004000	
32	6	0.1	00:03:50:02	999	999	999	238.3	480	3.17	999	999	999	0x0ca1800c	0x0000000c	0x00004000	
33	7	0.117	00:03:50:02	999	999	999	236.6	480	3.26	999	999	999	0x0ca1800c	0x0000000c	0x00004000	
34	8	0.133	00:03:50:02	999	999	999	237.5	480	3.24	999	999	999	0x0ca1800c	0x0000000c	0x00004000	
35	9	0.15	00:03:50:02	999	999	999	238.2	480	3.08	999	999	999	0x0ca1800c	0x0000000c	0x00004000	
36	10	0.167	00:03:50:02	999	999	999	236.8	480	3.25	999	999	999	0x0ca1800c	0x0000000c	0x00004000	
37	11	0.184	00:03:50:03	999	999	999	237.1	480	3.26	999	999	999	0x0ca1800c	0x0000000c	0x00004000	
38	12	0.2	00:03:50:03	999	999	999	236.9	480	3.22	999	999	999	0x0ca1800c	0x0000000c	0x00004000	
39	13	0.217	00:03:50:03	999	999	999	236.8	480	3.29	999	999	999	0x0ca1800c	0x0000000c	0x00004000	
40	14	0.234	00:03:50:03	999	999	999	237.8	480	3.25	999	999	999	0x0ca1800c	0x0000000c	0x00004000	
41	15	0.25	00:03:50:03	999	999	999	238.2	480	3.3	999	999	999	0x0ca1800c	0x0000000c	0x00004000	
42	16	0.267	00:03:50:03	999	999	999	237.4	480	3.32	999	999	999	0x0ca1800c	0x0000000c	0x00004000	
43	17	0.284	00:03:50:03	999	999	999	238.4	480	3.3	999	999	999	0x0ca1800c	0x0000000c	0x00004000	
44	18	0.3	00:03:50:03	999	999	999	236.6	480	3.32	999	999	999	0x0ca1800c	0x0000000c	0x00004000	
45	19	0.317	00:03:50:03	999	999	999	239.3	480	3.31	999	999	999	0x0ca1800c	0x0000000c	0x00004000	
46	20	0.334	00:03:50:03	999	999	999	239.8	480	3.29	999	999	999	0x0ca1800c	0x0000000c	0x00004000	
47	21	0.35	00:03:50:04	999	999	999	239.5	480	3.29	999	999	999	0x0ca1800c	0x0000000c	0x00004000	
48	22	0.367	00:03:50:04	999	999	999	238.8	480	3.32	999	999	999	0x0ca1800c	0x0000000c	0x00004000	
49	23	0.384	00:03:50:04	999	999	999	239.8	480	3.28	999	999	999	0x0ca1800c	0x0000000c	0x00004000	
50	24	0.4	00:03:50:04	999	999	999	238.3	480	3.34	999	999	999	0x0ca1800c	0x0000000c	0x00004000	
51	25	0.417	00:03:50:04	999	999	999	238.4	480	3.28	999	999	999	0x0ca1800c	0x0000000c	0x00004000	
52	26	0.434	00:03:50:04	999	999	999	238	480	3.21	999	999	999	0x0ca1800c	0x0000000c	0x00004000	
53	27	0.45	00:03:50:04	999	999	999	237	480	3.32	999	999	999	0x0ca1800c	0x0000000c	0x00004000	
54	28	0.467	00:03:50:04	999	999	999	237.5	480	3.16	999	999	999	0x0ca1800c	0x0000000c	0x00004000	
55	29	0.484	00:03:50:04	999	999	999	234.5	480	3.34	999	999	999	0x0ca1800c	0x0000000c	0x00004000	
56	30	0.501	00:03:50:04	999	999	999	236.8	480	3.13	999	999	999	0x0ca1800c	0x0000000c	0x00004000	
57	31	0.517	00:03:50:05	999	999	999	234.7	480	3.25	999	999	999	0x0ca1800c	0x0000000c	0x00004000	
58	32	0.534	00:03:50:05	999	999	999	234.7	480	3.24	999	999	999	0x0ca1800c	0x0000000c	0x00004000	
59	33	0.551	00:03:50:05	999	999	999	234.5	480	3.22	999	999	999	0x0ca1800c	0x0000000c	0x00004000	
60	34	0.568	00:03:50:05	999	999	999	234.5	480	3.22	999	999	999	0x0ca1800c	0x0000000c	0x00004000	

20090929-154331

コマンド

85%

視線分析の方法(視線の文字列化, 大野2002より)



...AB²CDEFG²H...

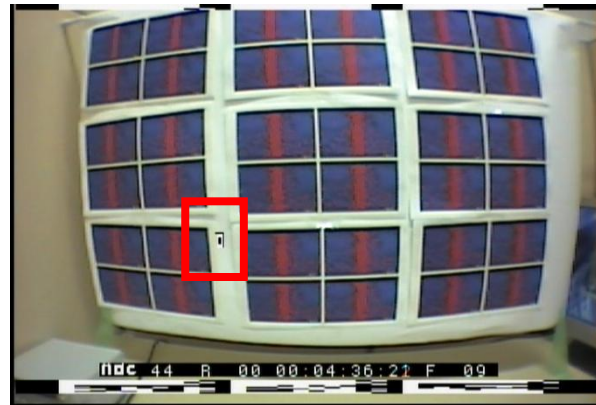
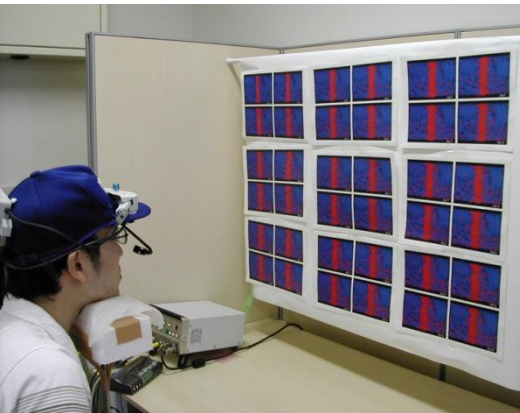
視線の移動パ
ターンの文字列

文字列化された視線データならば、テキストマイニングの手法が利用可能ではないか

- 「Text Mining Studio」を用いて文字列化された視線データに対してテキストマイニングの手法の導入を試みる
- テキストマイニングを利用した視線分析手法の有効性を検証する

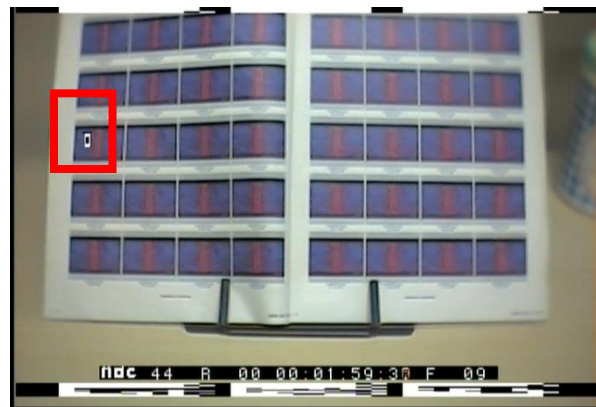
1. 視線計測実験の実施
2. 計測データの文字列化
3. 文字列化された視線データに対して「Text Mining Studio」を利用してテキストマイニング処理をかける

- 被験者に視覚刺激（画像など）を提示し、その際の被験者の視線の動きを計測する

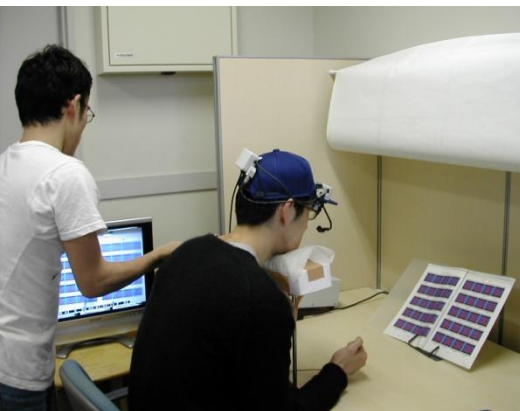


計測されるデータ

- 視線位置
—視野における視線の座標値



- 計測時間
—視線が計測された時間



計測された視野映像(□マークが計測された視線位置)
(クリックで再生)



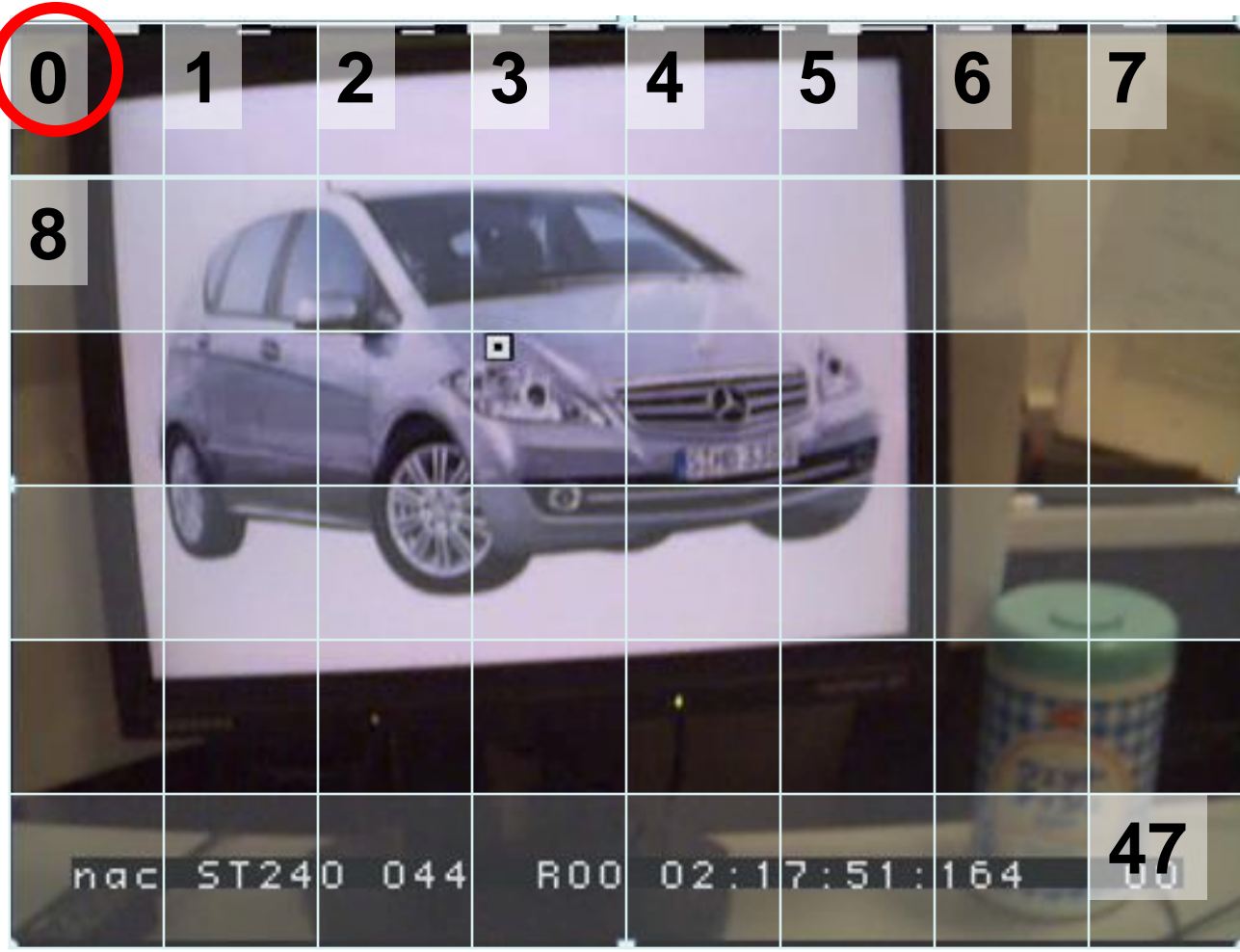
計測されたデータ(視線位置や時間などのテキストデータ)

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet with the following data:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
	No.	Time	FrameCour	LX	LY	LP	RX	RY	RP	CX	CY	D	D-Sts	M-Sts	E-Sts		
25	0	02:17:40:06	999	999	999	999	252.6	163.1	4.76	999	999	999	0x0021800i0x0000000i0x00004000				
26	1	0.004 02:17:40:06	999	999	999	999	253.6	165	4.76	999	999	999	0x0021800i0x0000000i0x00004000				
27	2	0.008 02:17:40:07	999	999	999	999	253	163.9	4.76	999	999	999	0x0021800i0x0000000i0x00004000				
28	3	0.012 02:17:40:07	999	999	999	999	251.9	163.8	4.75	999	999	999	0x0021800i0x0000000i0x00004000				
29	4	0.017 02:17:40:07	999	999	999	999	252.6	164.3	4.76	999	999	999	0x0021800i0x0000000i0x00004000				
30	5	0.021 02:17:40:07	999	999	999	999	254.5	166.3	4.76	999	999	999	0x0021800i0x0000000i0x00004000				
31	6	0.025 02:17:40:07	999	999	999	999	254.5	165.1	4.76	999	999	999	0x0021800i0x0000000i0x00004000				
32	7	0.029 02:17:40:07	999	999	999	999	252.9	163.9	4.76	999	999	999	0x0021800i0x0000000i0x00004000				
33	8	0.033 02:17:40:07	999	999	999	999	253.8	166.7	4.77	999	999	999	0x0021800i0x0000000i0x00004000				
34	9	0.037 02:17:40:07	999	999	999	999	254	164.2	4.77	999	999	999	0x0021800i0x0000000i0x00004000				
35	10	0.042 02:17:40:07	999	999	999	999	251.8	163.3	4.75	999	999	999	0x0021800i0x0000000i0x00004000				
36	11	0.046 02:17:40:07	999	999	999	999	251.7	166.8	4.77	999	999	999	0x0021800i0x0000000i0x00004000				
37	12	0.05 02:17:40:08	999	999	999	999	252.8	166.9	4.82	999	999	999	0x0021800i0x0000000i0x00004000				
38	13	0.054 02:17:40:08	999	999	999	999	253.6	169.5	4.81	999	999	999	0x0021800i0x0000000i0x00004000				
39	14	0.058 02:17:40:08	999	999	999	999	253.2	166.2	4.83	999	999	999	0x0021800i0x0000000i0x00004000				
40	15	0.062 02:17:40:08	999	999	999	999	252.5	165.3	4.84	999	999	999	0x0021800i0x0000000i0x00004000				
41	16	0.067 02:17:40:08	999	999	999	999	254.7	168.9	4.83	999	999	999	0x0021800i0x0000000i0x00004000				
42	17	0.071 02:17:40:08	999	999	999	999	253.2	165.9	4.84	999	999	999	0x0021800i0x0000000i0x00004000				
43	18	0.075 02:17:40:08	999	999	999	999	254.3	169.7	4.81	999	999	999	0x0021800i0x0000000i0x00004000				
44	19	0.079 02:17:40:08	999	999	999	999	253.2	166.2	4.85	999	999	999	0x0021800i0x0000000i0x00004000				
45	20	0.083 02:17:40:08	999	999	999	999	253.4	168	4.84	999	999	999	0x0021800i0x0000000i0x00004000				
46	21	0.087 02:17:40:08	999	999	999	999	255.5	166.8	4.84	999	999	999	0x0021800i0x0000000i0x00004000				
47	22	0.092 02:17:40:09	999	999	999	999	263.6	177.4	4.84	999	999	999	0x0021800i0x0000000i0x00004000				
48	23	0.096 02:17:40:09	999	999	999	999	285.9	194.5	4.8	999	999	999	0x0021800i0x0000000i0x00000000				
49	24	0.1 02:17:40:09	999	999	999	999	313.6	211.3	4.78	999	999	999	0x0021800i0x0000000i0x00000000				
50	25	0.104 02:17:40:09	999	999	999	999	334.6	220.9	4.83	999	999	999	0x0021800i0x0000000i0x00000000				
51	26	0.108 02:17:40:09	999	999	999	999	349.5	228	4.85	999	999	999	0x0021800i0x0000000i0x00000000				
52	27	0.112 02:17:40:09	999	999	999	999	366	228.2	4.84	999	999	999	0x0021800i0x0000000i0x00000000				
53	28	0.117 02:17:40:09	999	999	999	999	379.6	234.7	4.87	999	999	999	0x0021800i0x0000000i0x00000000				
54	29	0.121 02:17:40:09	999	999	999	999	387.8	232.7	4.88	999	999	999	0x0021800i0x0000000i0x00000000				
55	30	0.125 02:17:40:09	999	999	999	999	386.7	234.7	4.89	999	999	999	0x0021800i0x0000000i0x00000000				
56	31	0.129 02:17:40:09	999	999	999	999	380.7	232.1	4.91	999	999	999	0x0021800i0x0000000i0x00000000				
57	32	0.133 02:17:40:10	999	999	999	999	377.7	233.5	4.91	999	999	999	0x0021800i0x0000000i0x00000000				
58	33	0.137 02:17:40:10	999	999	999	999	377.3	232.3	4.91	999	999	999	0x0021800i0x0000000i0x00000000				
59	34	0.142 02:17:40:10	999	999	999	999	378.1	232.6	4.91	999	999	999	0x0021800i0x0000000i0x00000000				
60	35	0.146 02:17:40:10	999	999	999	999	378.8	230.2	4.92	999	999	999	0x0021800i0x0000000i0x00000000				

- 1. 対象となる画像を格子に領域分割する.
格子を区別するために領域番号を付与する.

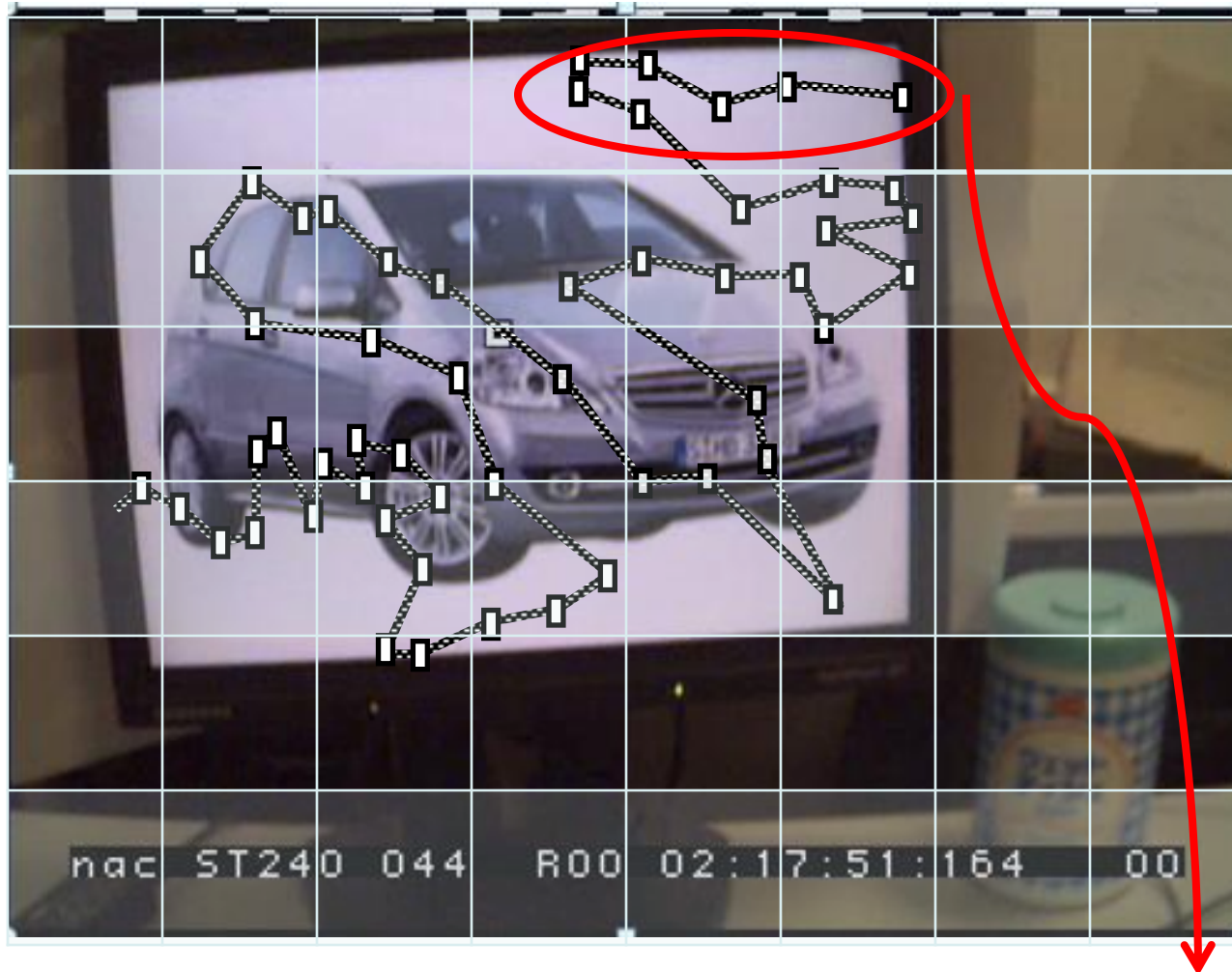
領域
番号



2. 視線の動きを対象画像にマッピングする



3. 視線位置を領域番号で置き換える

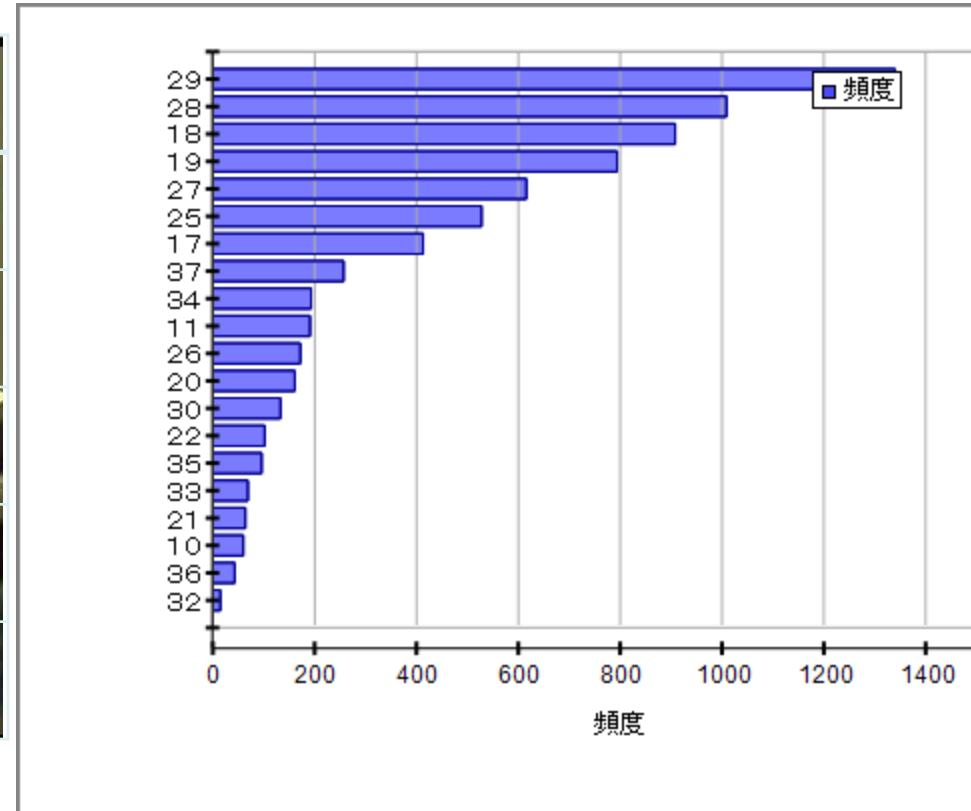
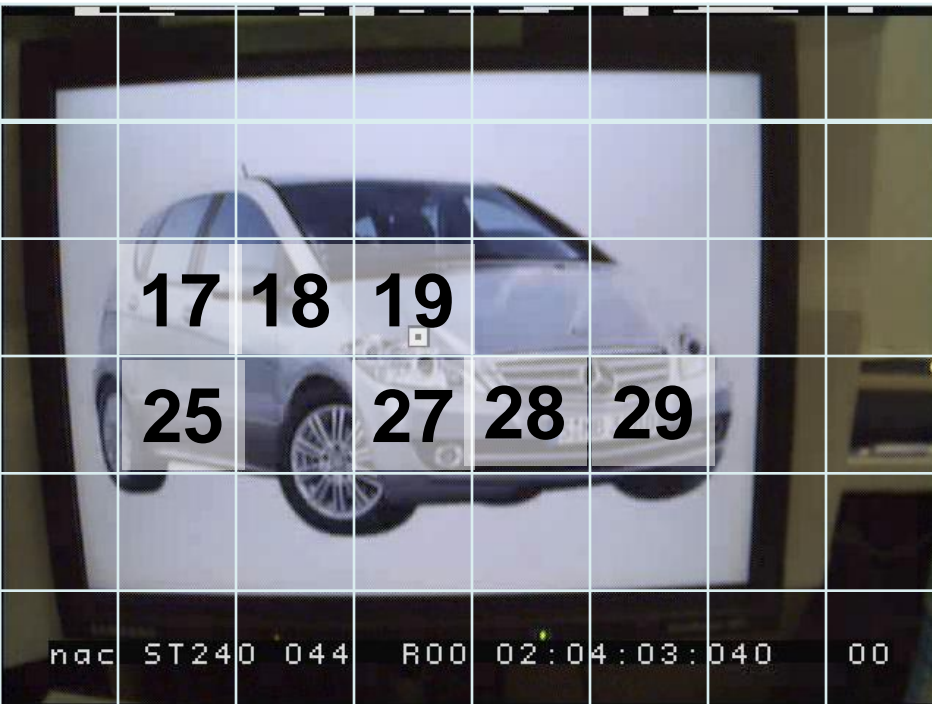


文字列化された視線データ： $\{5, 5, 4, 4, 3, 3, 4, \dots, 16\}$

- 領域番号を単語として捉えて、文字列化された視線データを「Text Mining Studio」でテキストマイニングする
- 特に時間属性に着目
 - 頻出単語の抽出
(=よく見られた領域の抽出)
 - 時間属性分析
(=注視領域の時間変化の抽出)
 - 対応バブル分析
 - ことばネットワーク分析
(=時間属性と注視領域の対応関係の抽出)

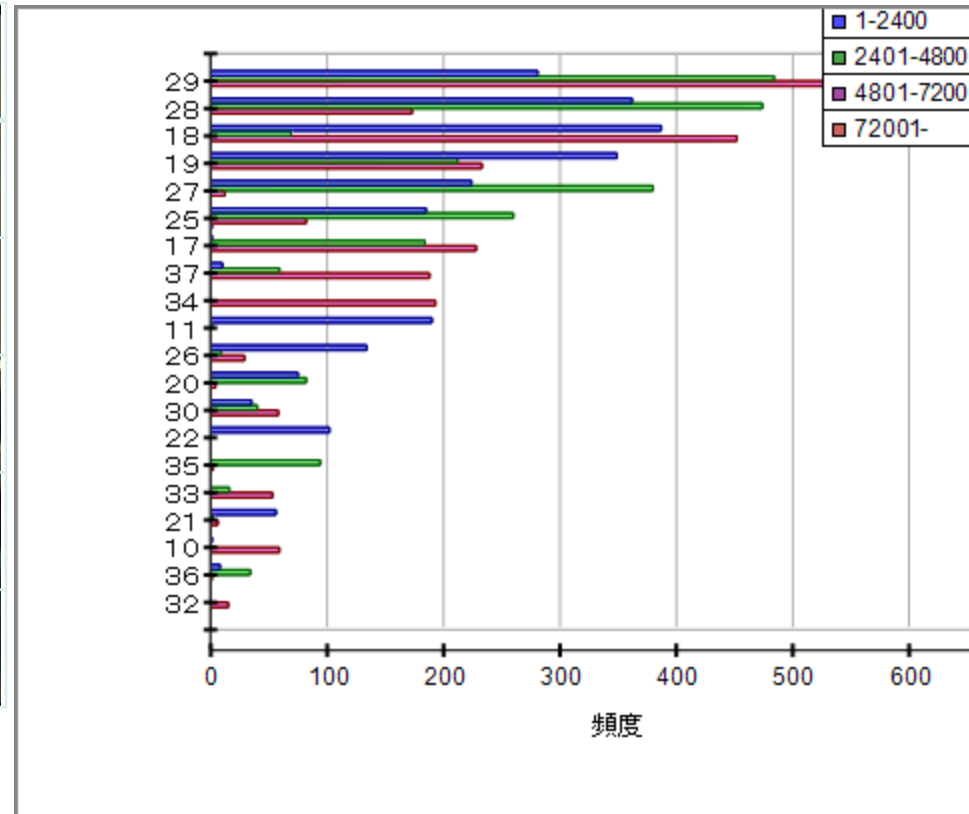
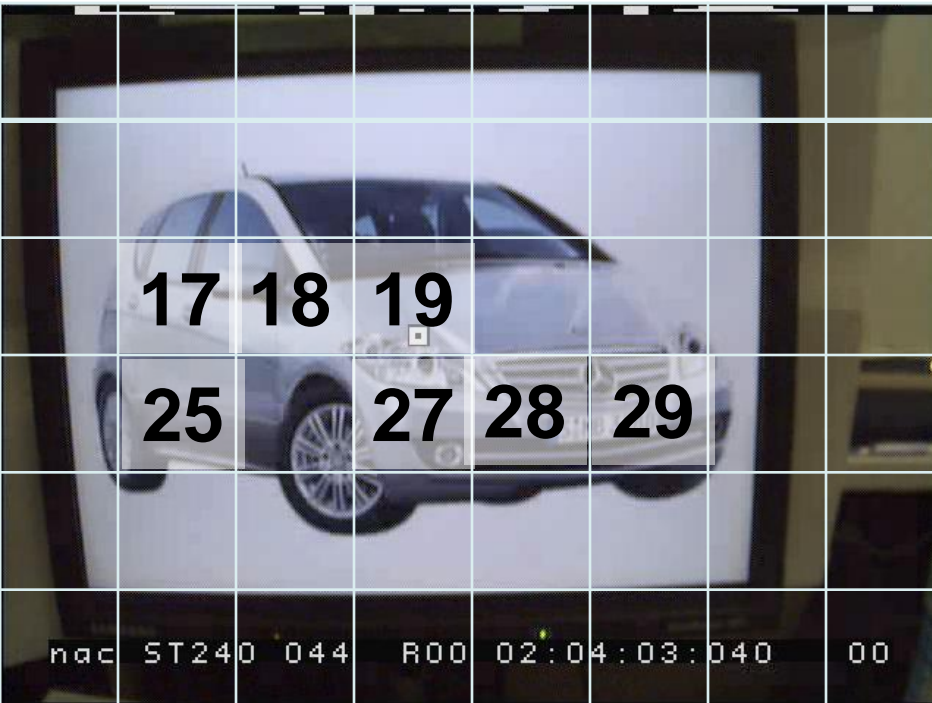
- 被験者：大学生3名
- 対象：自動車の写真をPCモニタに表示
- 時間：30秒間
- 視線系計測装置：ナック社EMR-9
 - サンプルングレート：240Hz
 - 視野映像の解像度：640 × 480
- 領域分割の大きさ：80 × 80の格子
 - 視野を48個の格子に分割

頻度分析



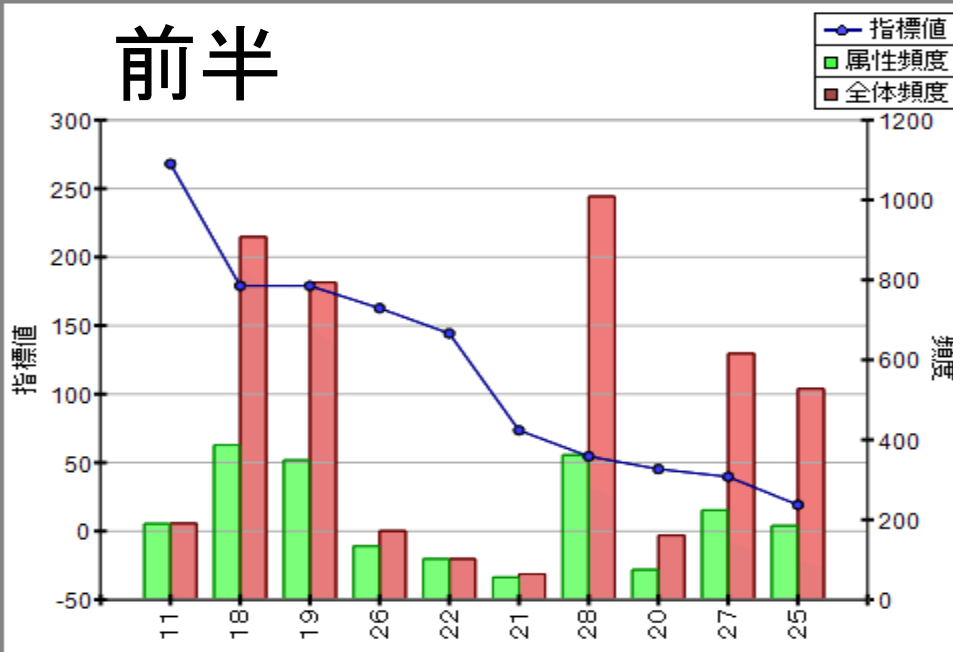
・車のマークやサイドミラー, ライトなどの特徴的な部分を含む視野映像の中心部を頻繁に注視している

属性分析(時間区切り)

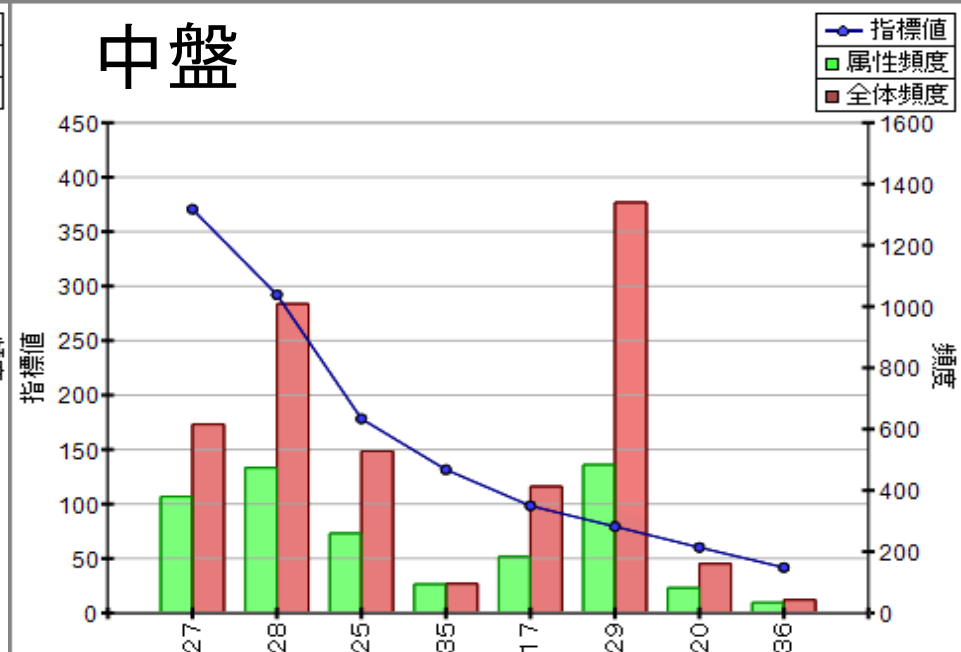


- ・全データ(7200強個の視線データ)をおおよそ1/3ずつ分割するように属性加工
- ・前半, 中盤, 後半では注目している領域が異なる
→時間によって注視領域が変化

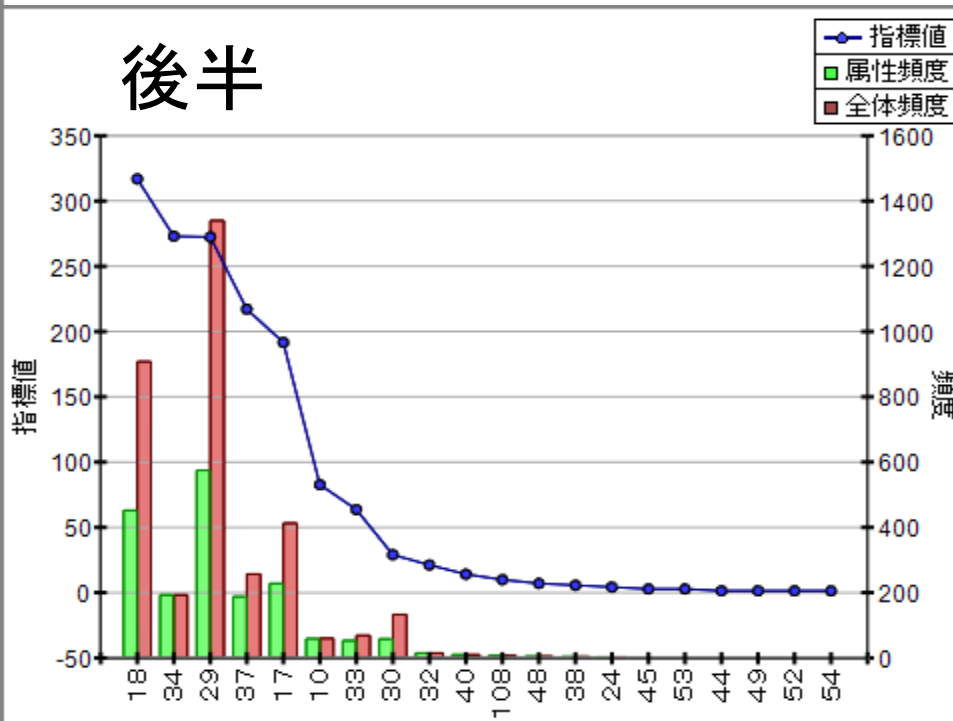
前半



中盤

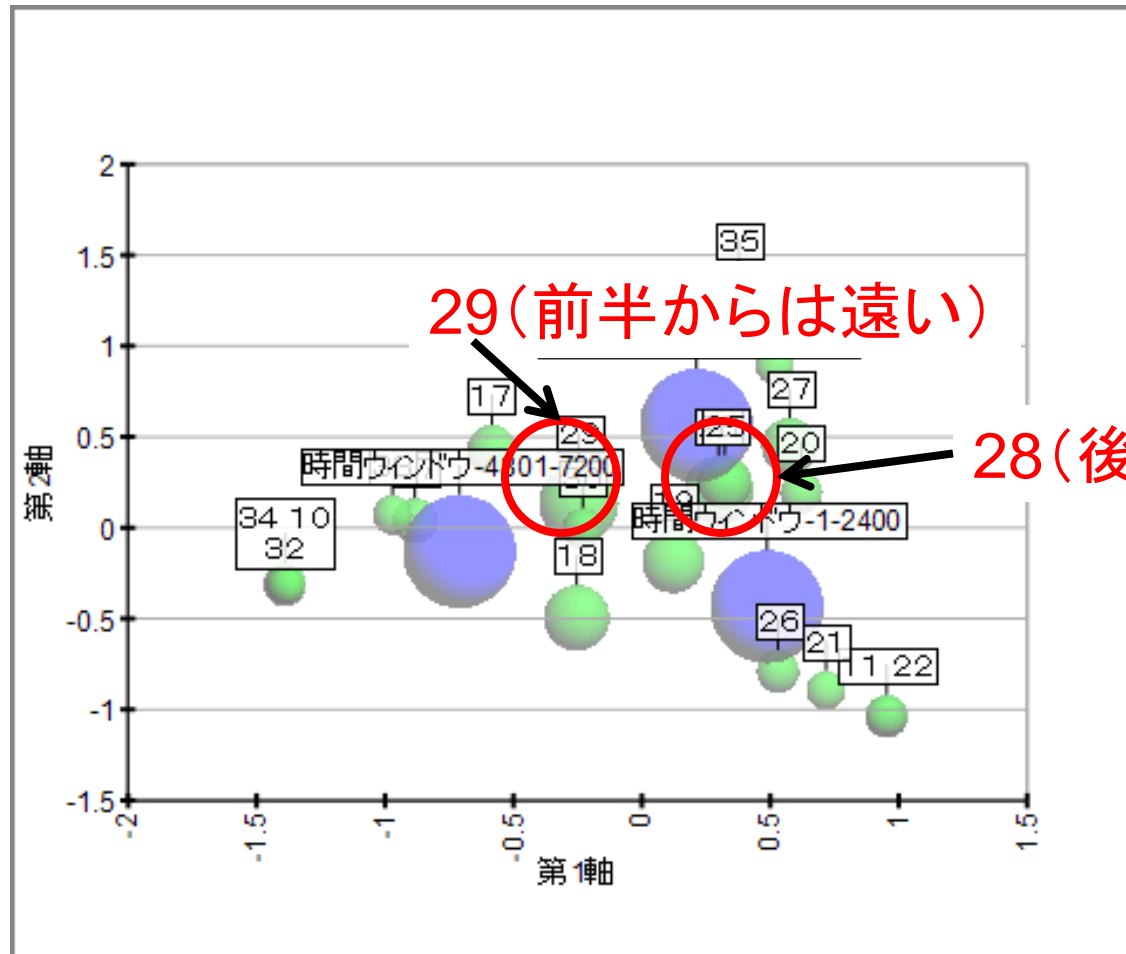


後半



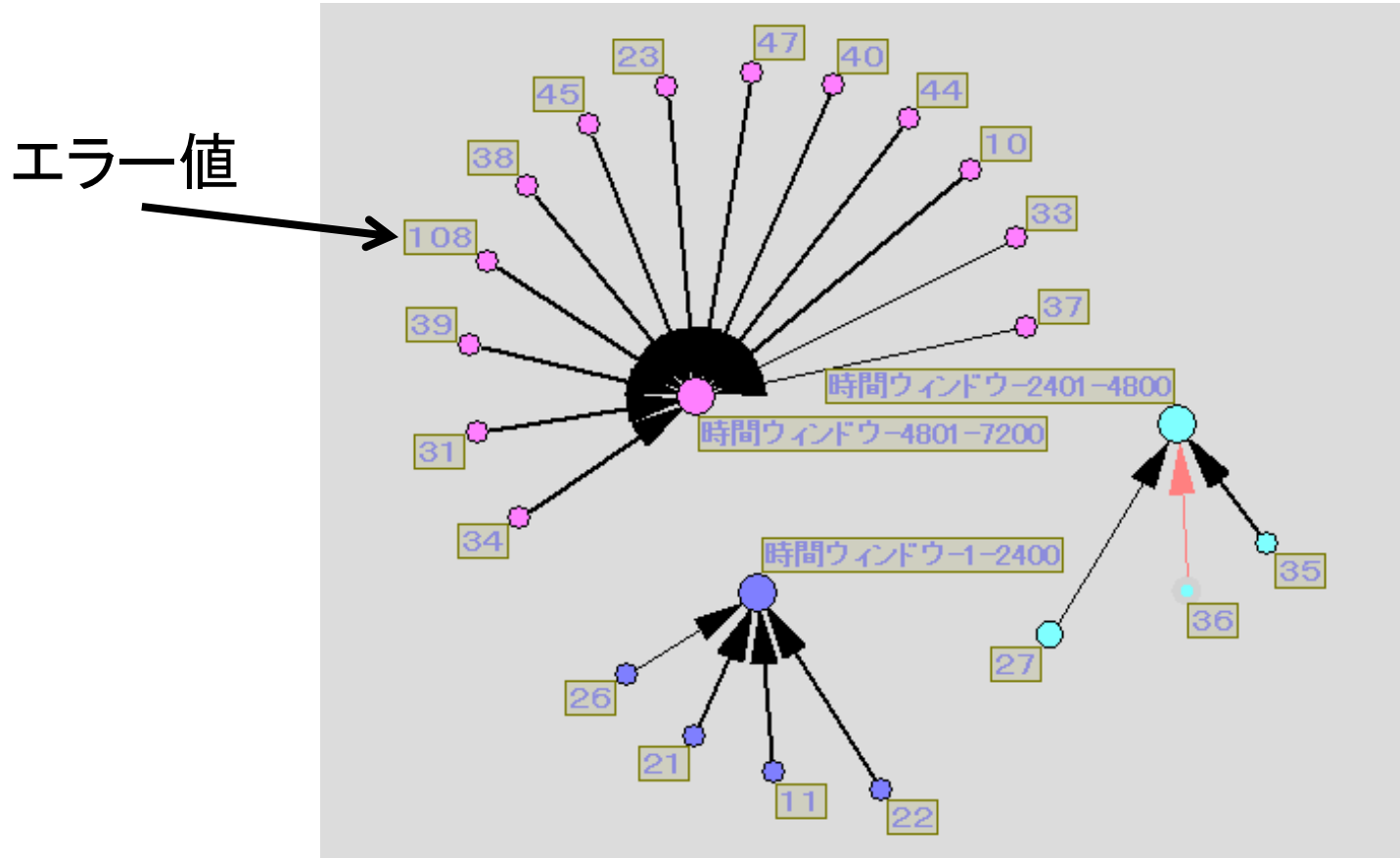
前半: サイドミラーの周辺
(主に18, 19, 28の領域)
中盤: 車のフロント部分
(主に27, 28, 29の領域)
後半: 全体的
(主に17, 18, 29の領域)

対応バブル分析(時間区切りと領域番号)



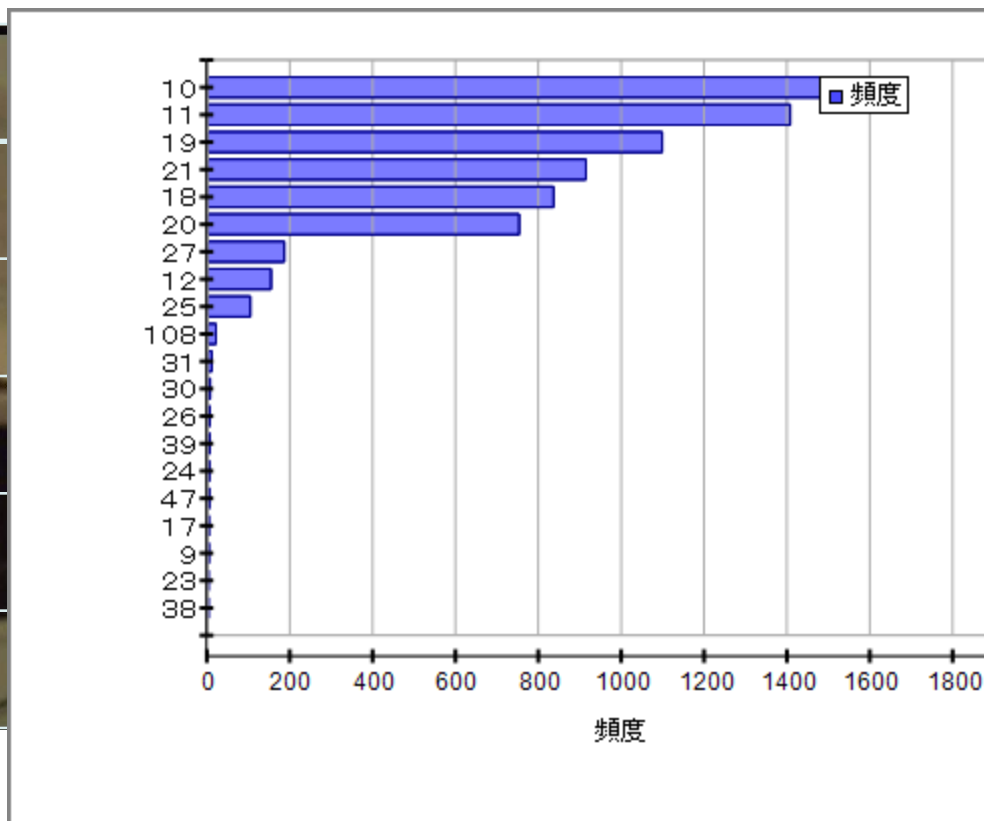
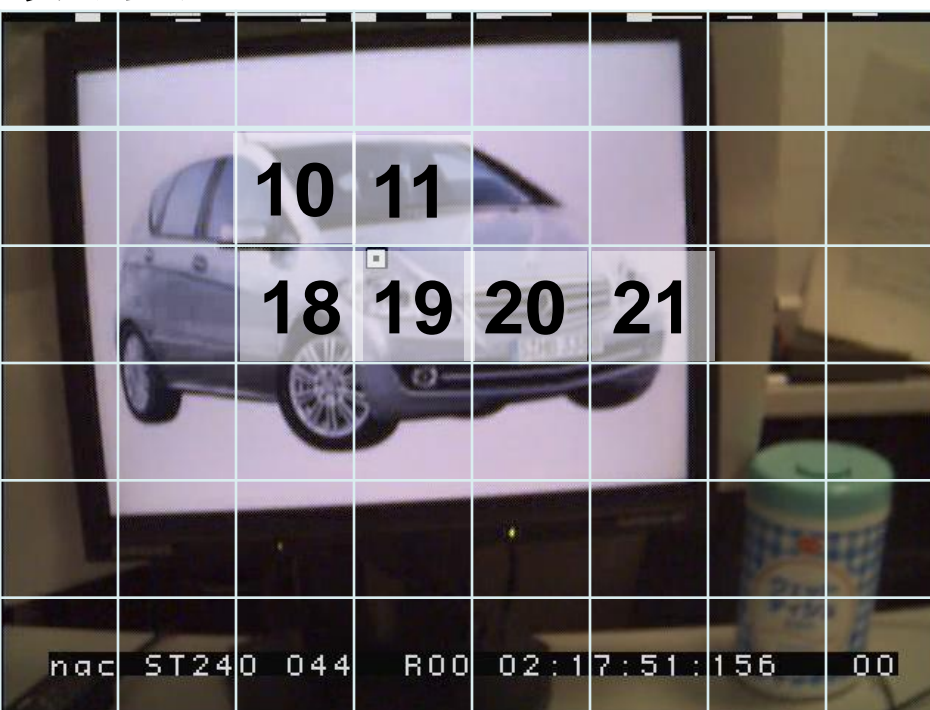
属性バブルの間にバブルがいくつか存在している
→時間区切りに対してある程度均等に注視している²²

ことばネットワーク



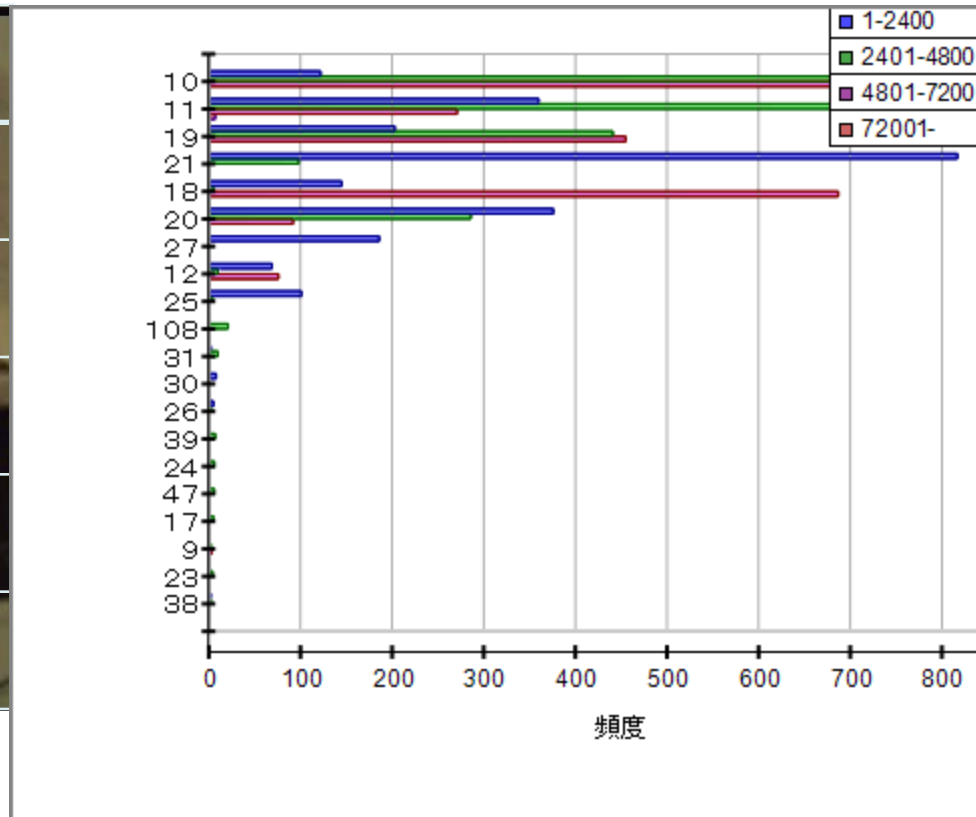
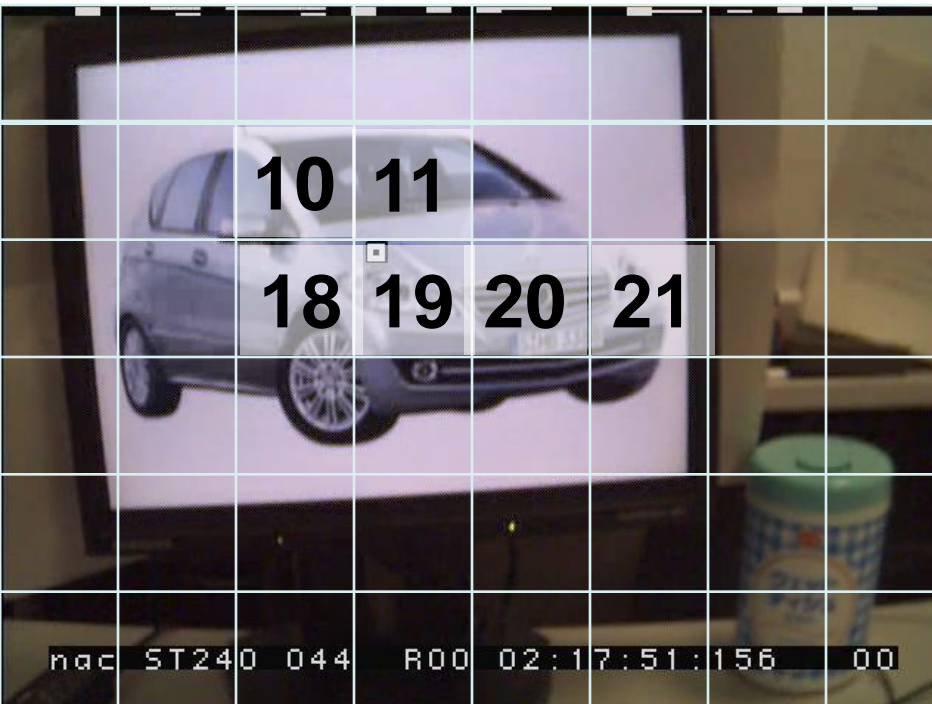
- ・29, 28などの頻出注視領域以外が多くネットワークに表れている
 →頻出領域はどの時間区切りにおいても注視されており, それ以外の領域は特定の時間区切りで注視されている

頻度分析



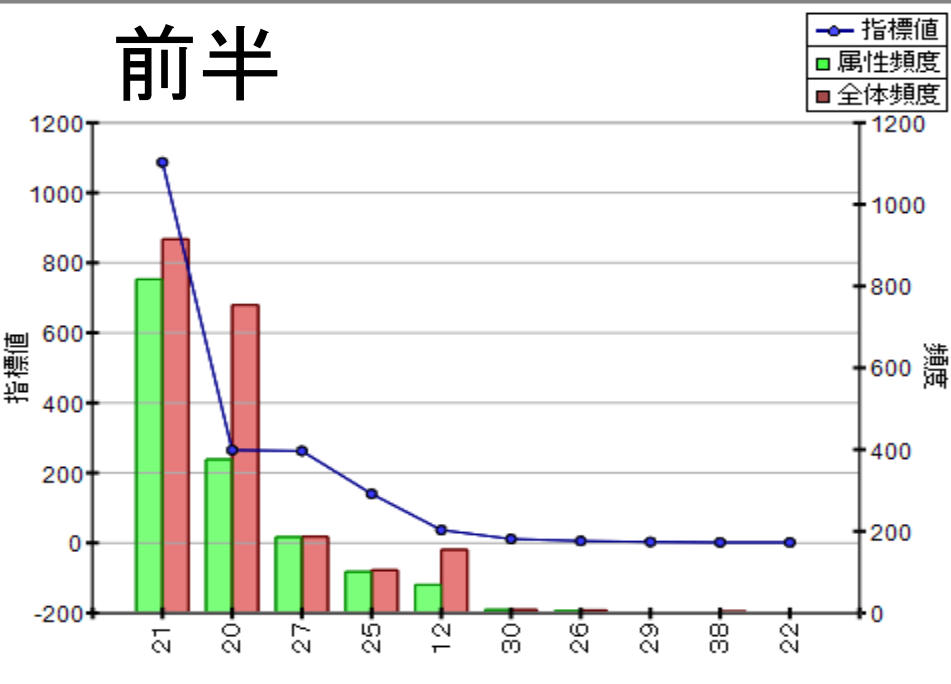
- ・シートや車のフロント部を含む領域を注視している
- ・他の二者に比べて、頻度の分布が急な山形になっている(特定の領域に注視が集中している)

属性分析(時間区切り)

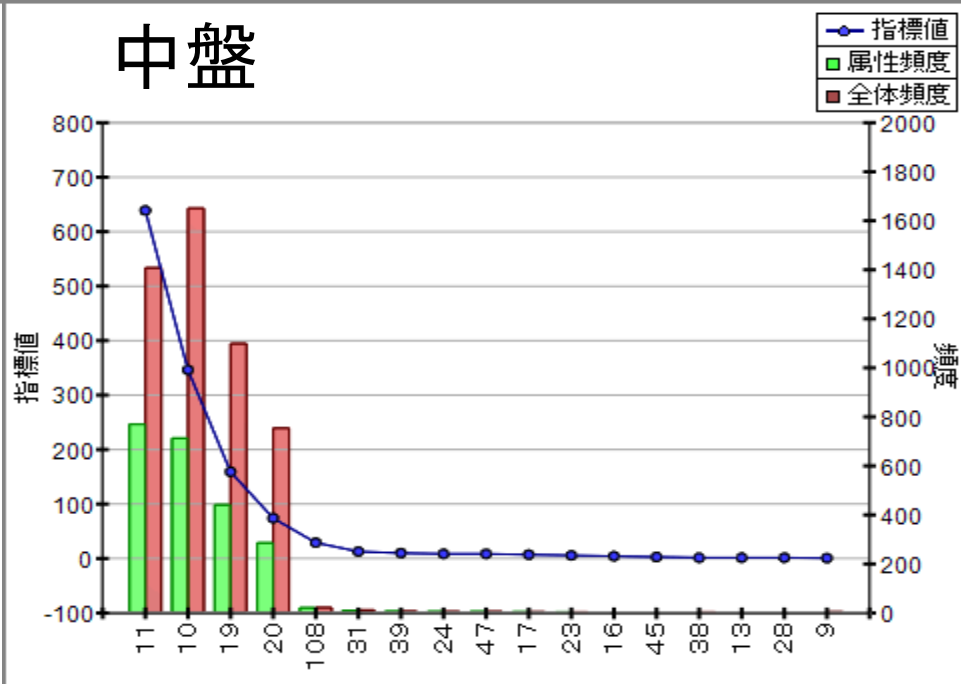


- ・特定の時間区切りに集中して注視している
- 例:21の領域は前半によく注視され, その他の時間区切りではあまり注視されていない

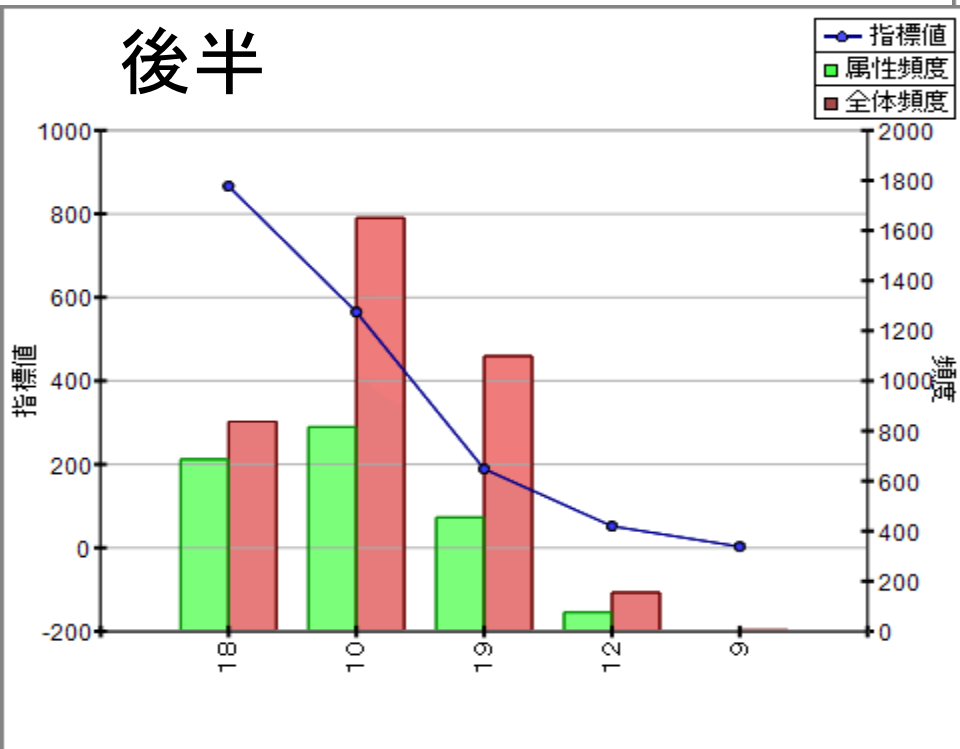
前半



中盤

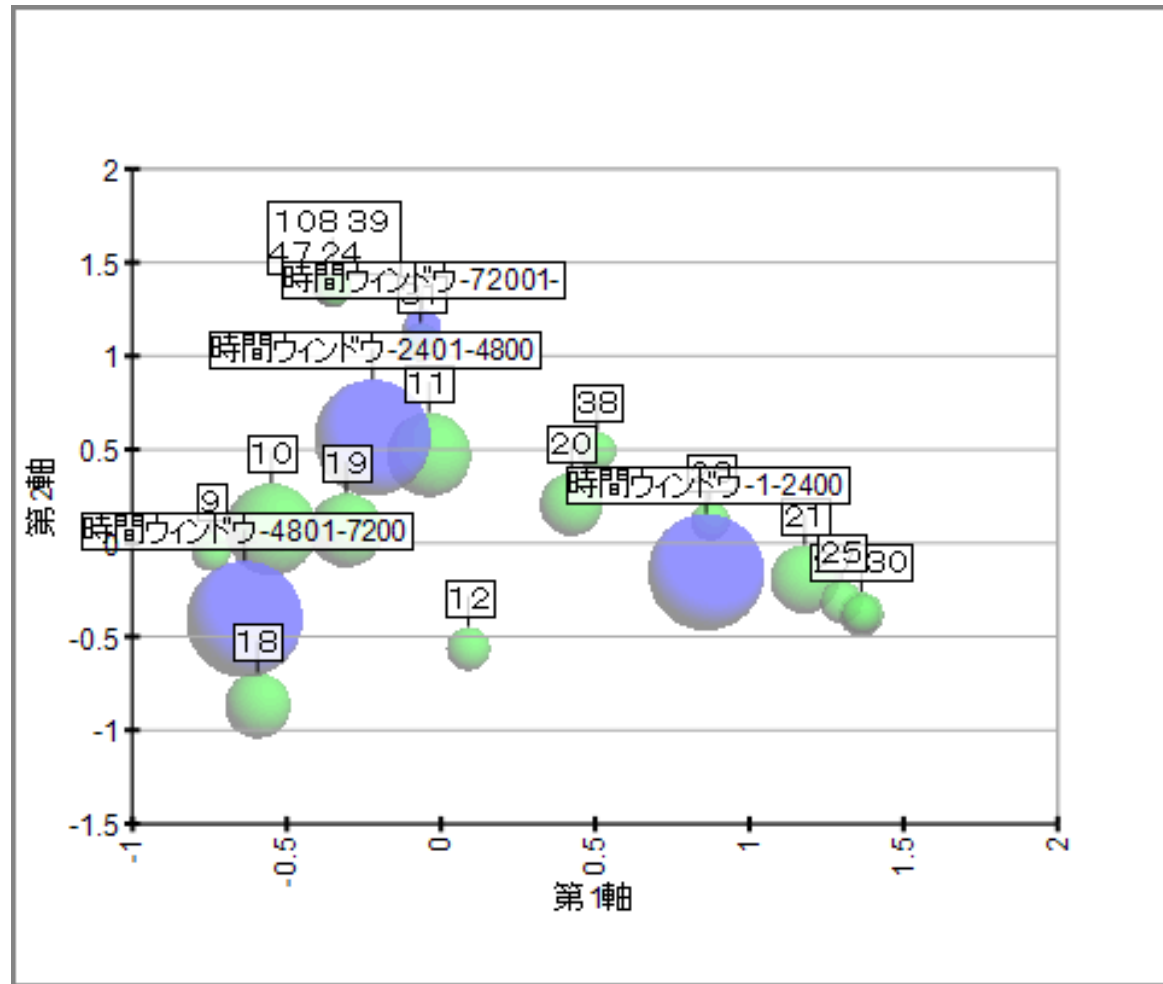


後半



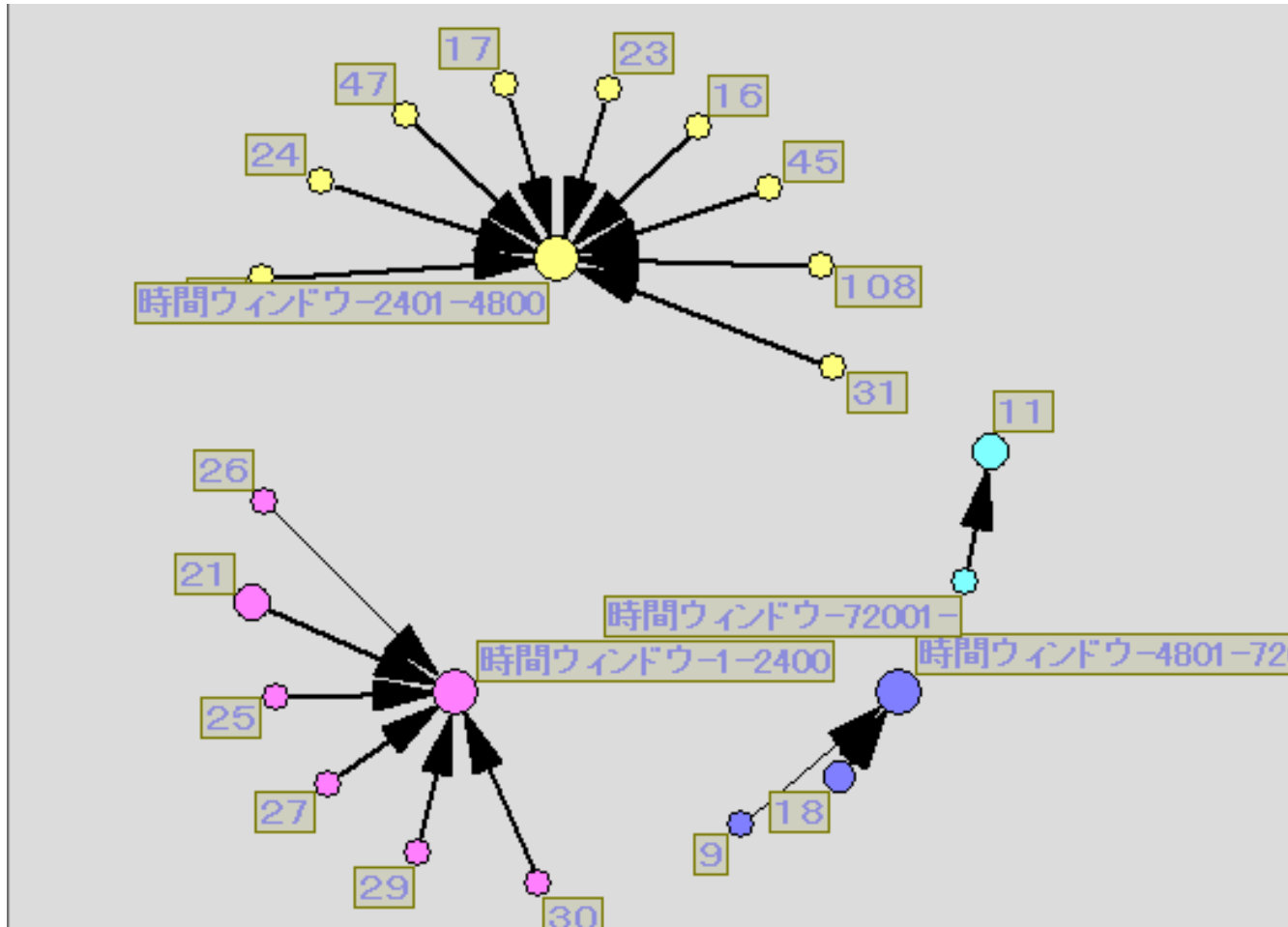
前半: フロント右部分
 (主に20, 21の領域)
 中盤: フロントガラス部分
 (主に10, 11の領域)
 後半: フロント左部分
 (主に10, 18, 19の領域)

対応バブル分析(時間区切りと領域番号)



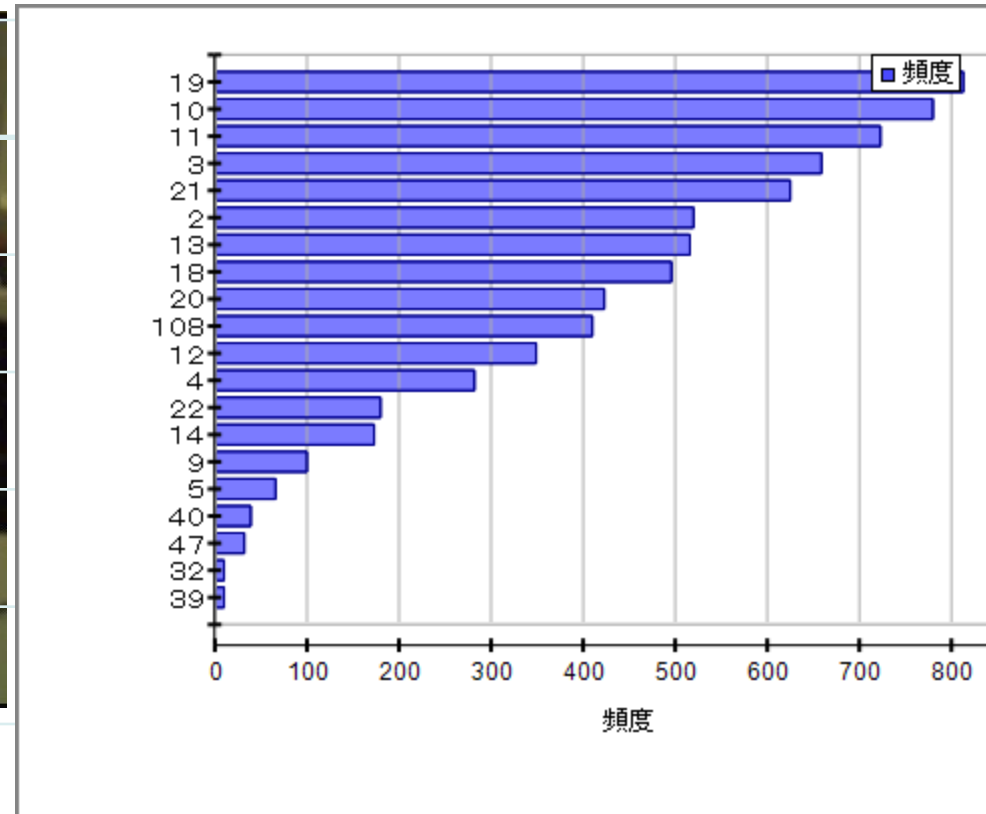
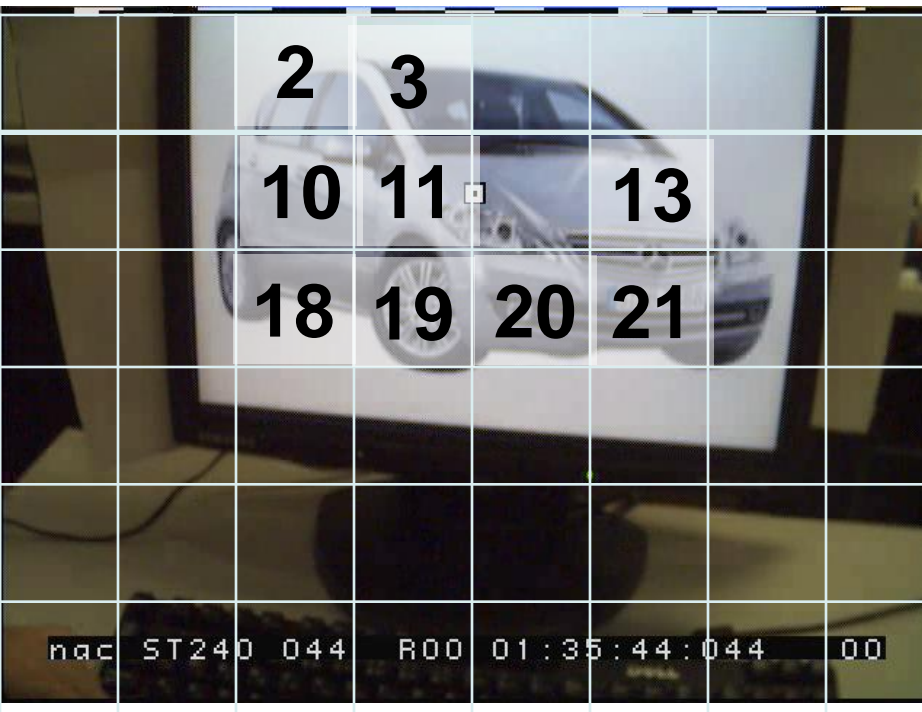
時間ウィンドウ1-2400の属性バブルの周囲に密なクラスタ
→特定の時間区切りに注視している

ことばネットワーク



- ・18や21などの頻出注視領域もネットワークに表れている
 →これらの領域は特定の時間区切りにおいてよく注視された ³

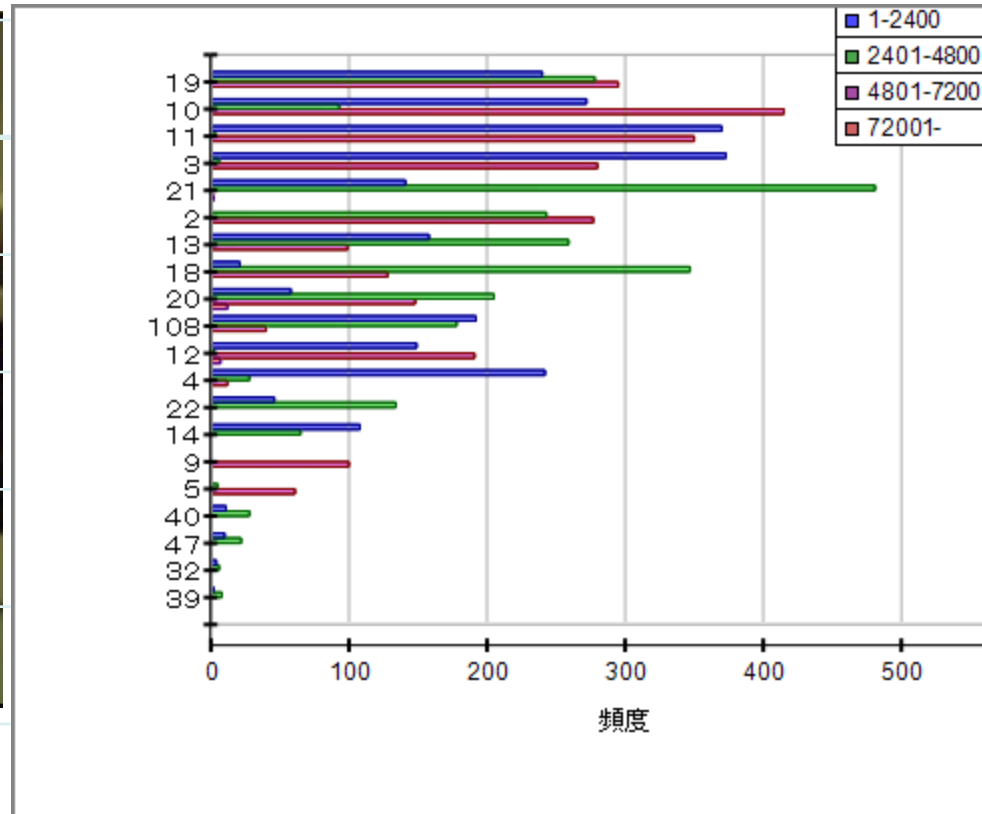
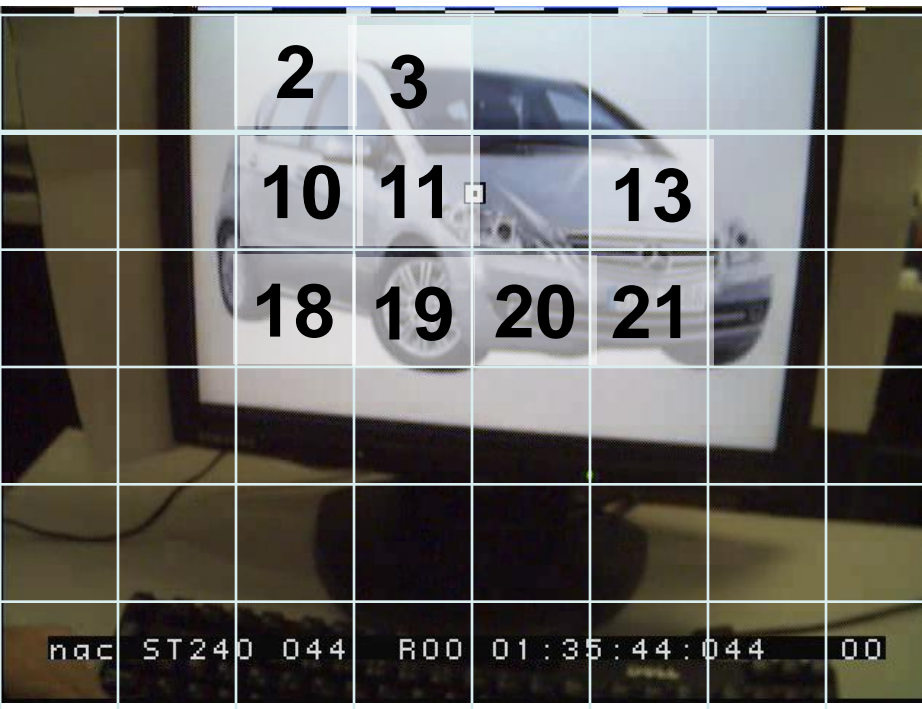
頻度分析



※108番の領域は計測エラー

- ・頻出領域(頻度が400以上)が他の二者に比べて多い
→車全体を注視している
- ・計測エラー(108番)が非常に多い

属性分析(時間区切り)



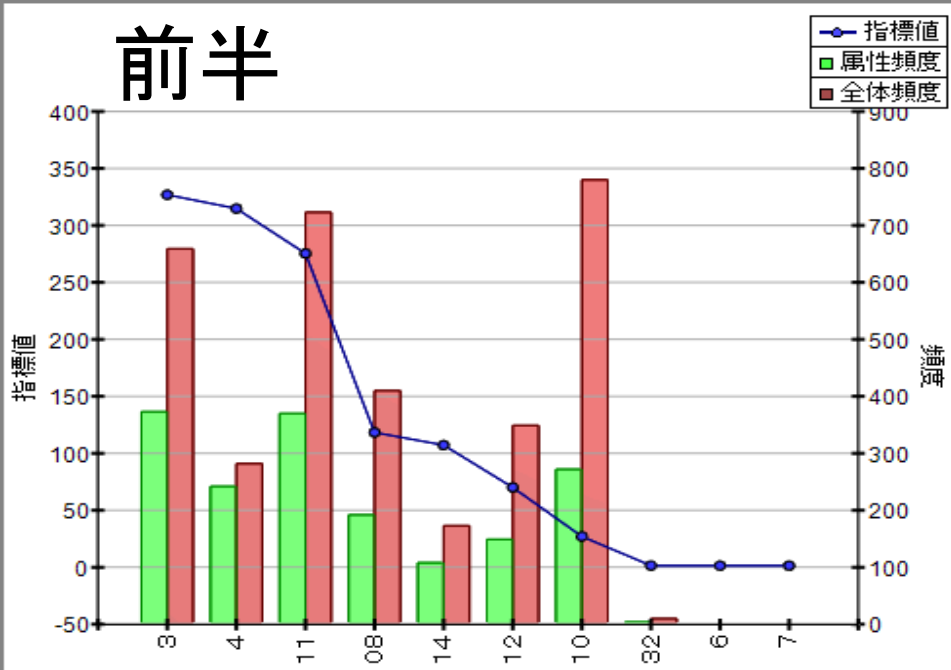
※108番の領域は計測エラー

・中盤に頻度が突出している領域がいくつかある

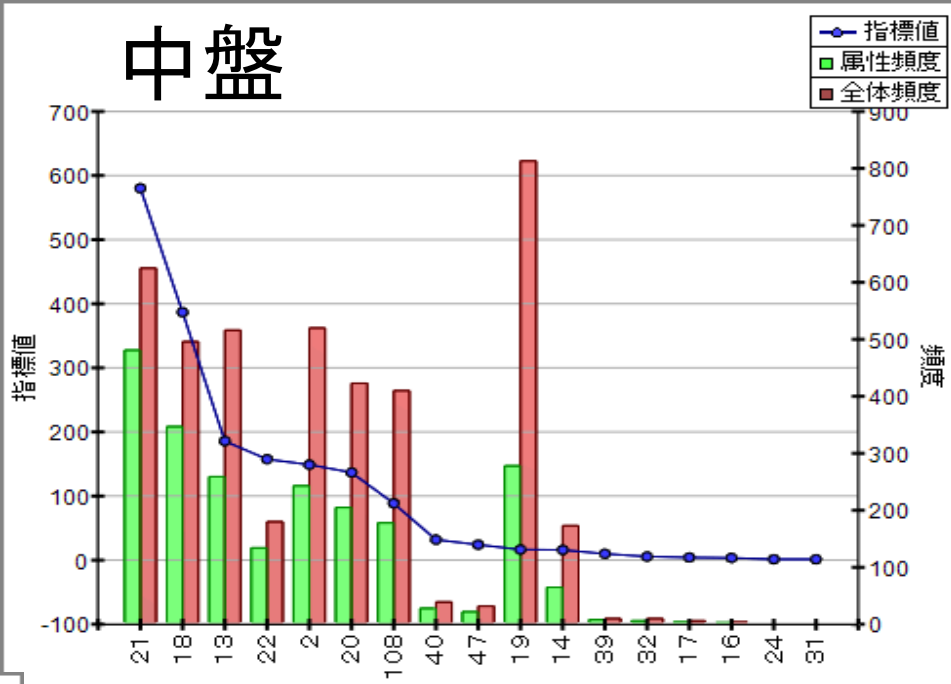
例:21, 18などの領域

→特定の時間区切りに特定の領域を注視している

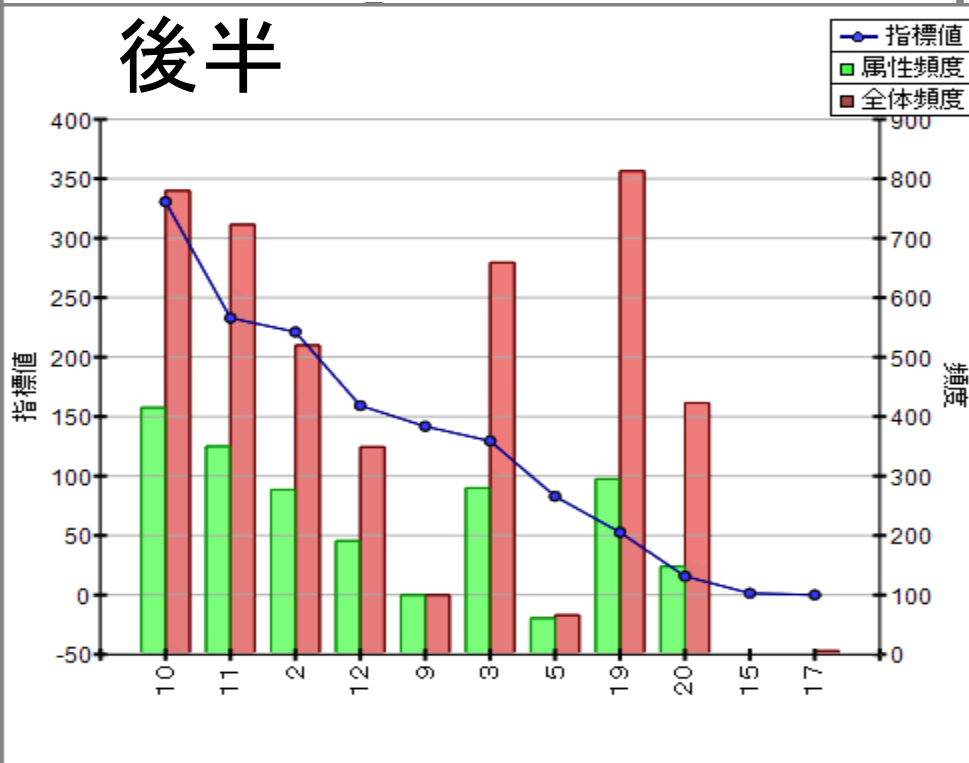
前半



中盤

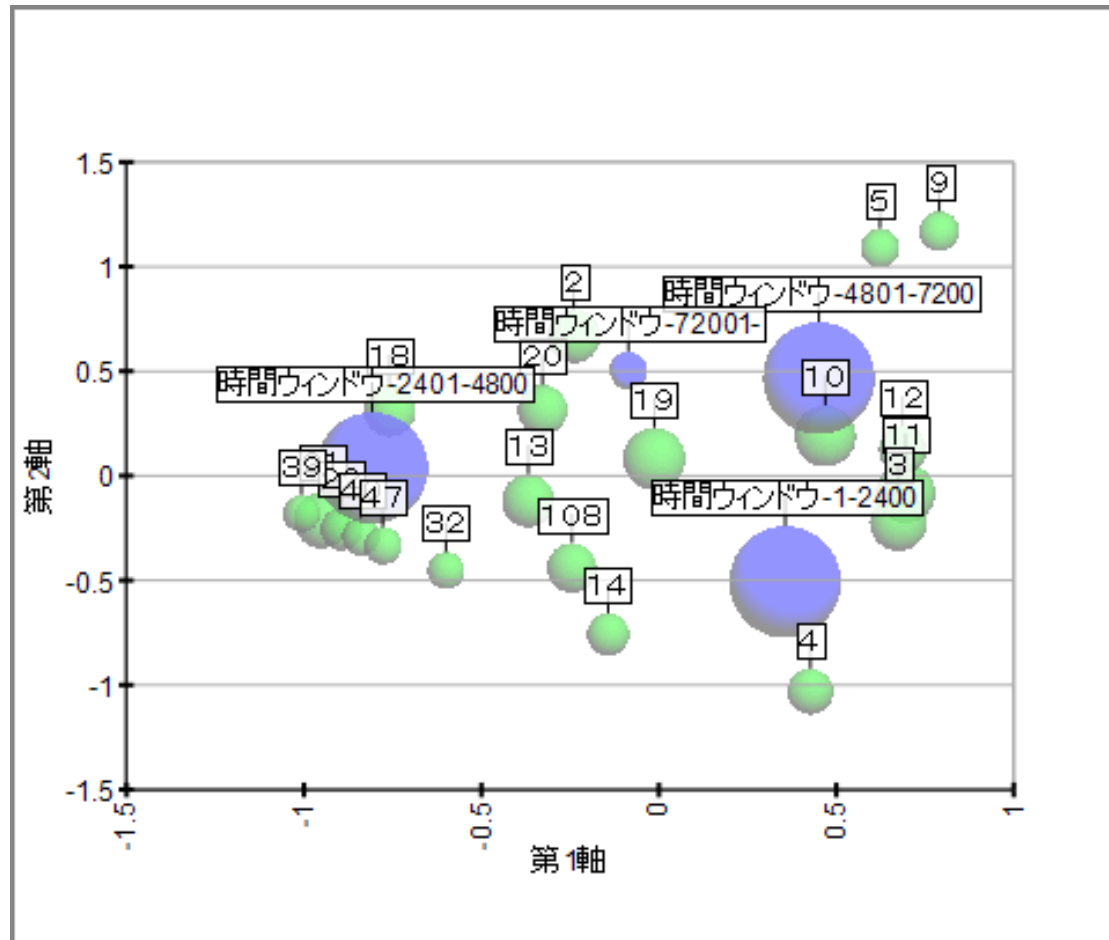


後半



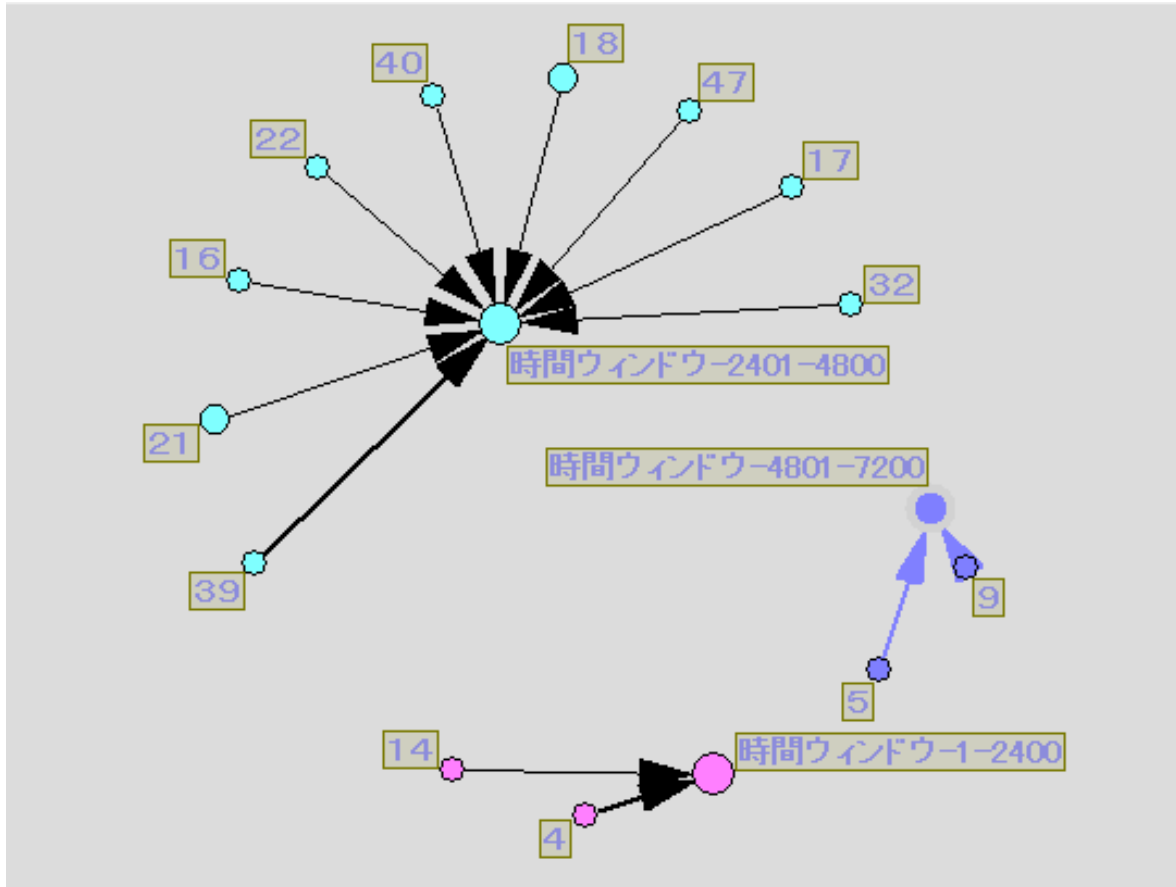
前半: サイドミラー周囲
 (主に3, 11の領域)
 中盤: フロントとタイヤ
 (主に21, 18の領域)
 後半: 車の左側
 (主に10, 11の領域)

対応バブル分析(時間区切りと領域番号)



時間ウィンドウ2401-4800の属性バブルの周りに密なクラスタ
 →この時間区切りに特定の領域が頻繁に注視されている

ことばネットワーク



ネットワークのノードが他の二者に比べて少ない

→頻出注視領域以外の多くの領域も時間区切りによらず注視された

- 三人の被験者がいずれも車の領域を中心に注視していた
- 被験者1は他の二者に比べて時間区切りによらず比較的まんべんなく注視していた
- 被験者2は、車のフロント部を中心に注視し、特定の時間区切りに特定の領域を注視していた
- 被験者3は結果的に車の領域全体をまんべんなく注視していたが、特定の時間区切りに特定の領域を注視していた

- 分析が難しい視線データを文字列化することにより、「Text Mining Studio」でテキストマイニング処理を試みた
- 特に時間属性に着目し、被験者ごとの注視行動の分析を行った
- 各被験者の注視行動の違いがテキストマイニング手法により顕在化させることに成功した

- 今後は、視線データを「1」、「2」などの単純な単語の連なりでなく、「サイドミラー」、「ロゴ」などの意味をもった単語からなる文字列に変換して分析したい
- 今回は「Text Mining Studio」のごく一部の機能しか活用できていないので、今後はより高度な機能を活用したい

- 「Text Mining Studio」を快く貸して下さった株式会社数理システム様, ならびに実験に協力していただいた被験者の皆様にこの場を借りて御礼申し上げます