

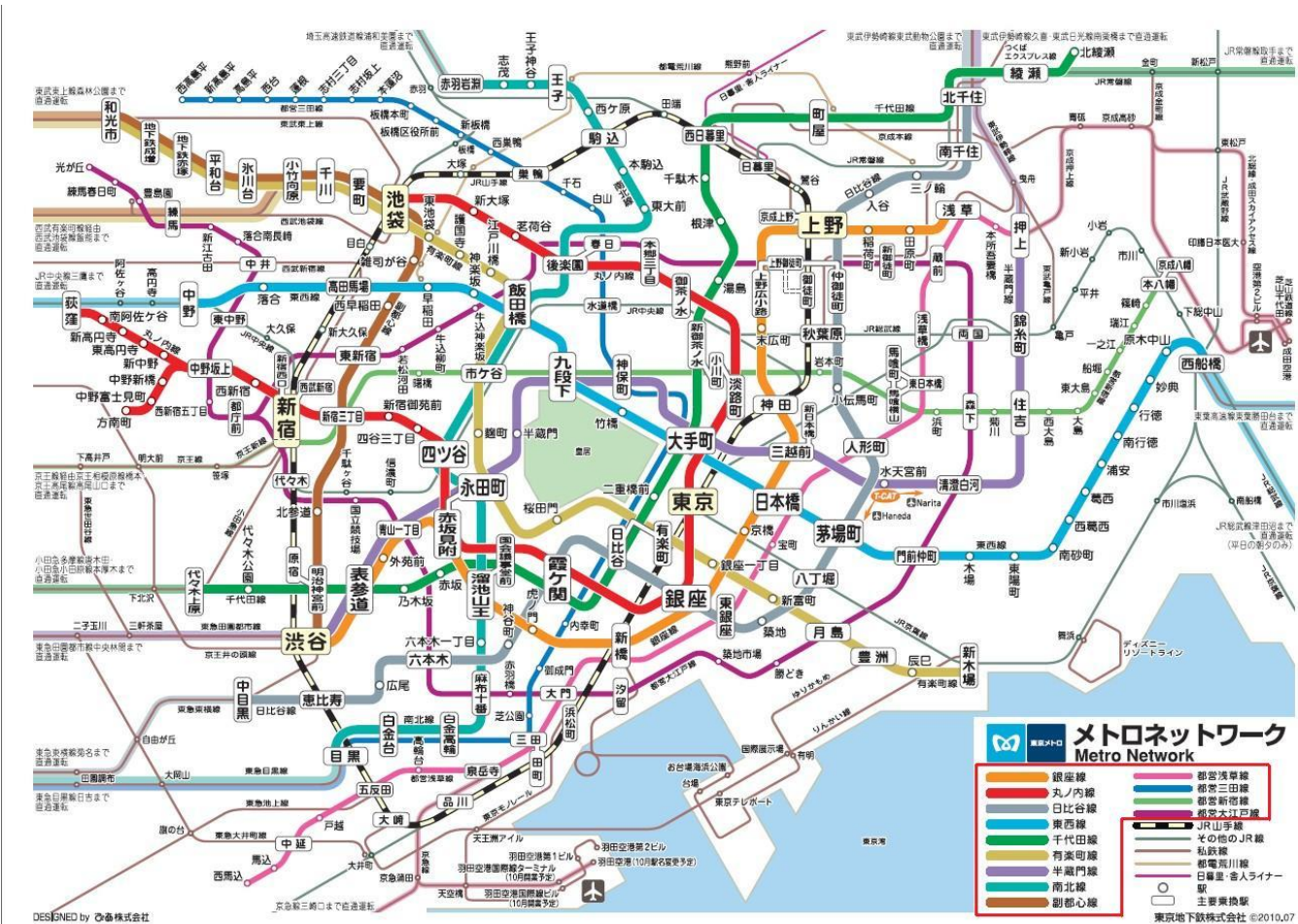
東京メトロ路線解析・可視化

知識科学研究科
金井研究室
張春磊

目次

- 東京メトロの紹介
- Pajekソフトウェアの紹介(題目の関連部分)
 - 1、Pajek
 - 2、Pajekの使い方
- 東京メトロ路線可視化手順の説明
- 取得データと論文中データの比較
- まとめ

東京メトロ #1



<http://www.tokymetro.jp/station/index.html>

東京メトロ #2

- 東京メトロ情報

- 路線：銀座線、丸の内線など，13路線

- 駅：東京、駅銀座駅など，215駅

終始駅：渋谷駅、浅草駅など，16駅

乗換駅：大手町駅など，46駅

1路線が通る駅，169駅（京橋駅など）

2路線が通る駅，30駅（三田駅など）

3路線が通る駅，12駅（渋谷など）

4路線が通る駅，1駅（飯田橋駅）

5路線が通る駅，1駅（大手町駅）

Pajek

- ネットワークの解析では、可視化などを行う際に計算機のを借りることが不可欠である。
現在では、様々なツールがフリーウェアとして利用できる。
Pajekはその中の一つである。
- 今回はPajekで、東京メトロ路線可視化をする。

Pa jekの使う手順

- データを集める。
- 拡張子を変える: 「.net」形式にする。
- Pa jekに *.net ファイルを読み込む。
- Pa jekに処理をさせる。
- .netファイルの中身を図に表示させる。

.netファイルの中身について

頂点の宣言

頂点番号とラベル

方向なしの線の宣言

出頂点、入頂点

ラインの重み

```
test.net - メモ帳
ファイル(F) 編集(E) 書式(O) 表示(V) ヘルプ(H)
*Vertices 10
1 "AAA" 0.2728 0.4000 ic White
2 "BBB" 0.3030 0.3344 ic Red
3 "CCC" 0.3200 0.2944 ic White
4 "DDD" 0.3290 0.4578 ic Red
5 "EEE" 0.3642 0.2678 ic Red
6 "FFF" 0.3889 0.3433 ic Red
7 "GGG" 0.4253 0.3867 ic White
8 "HHH" 0.4883 0.4033 ic Red
9 "JJJ" 0.5358 0.3467 ic Red
10 "KKK" 0.5753 0.2600 ic White
*Edges
1 2 1 c Orange
2 3 1 c Red
3 4 1 c Gray
4 5 1 c Blue
5 6 1 c Green
6 7 1 c Brown
7 8 1 c Purple
8 9 1 c Cyan
9 10 1 c Black
```

頂点の座標

最小値:0

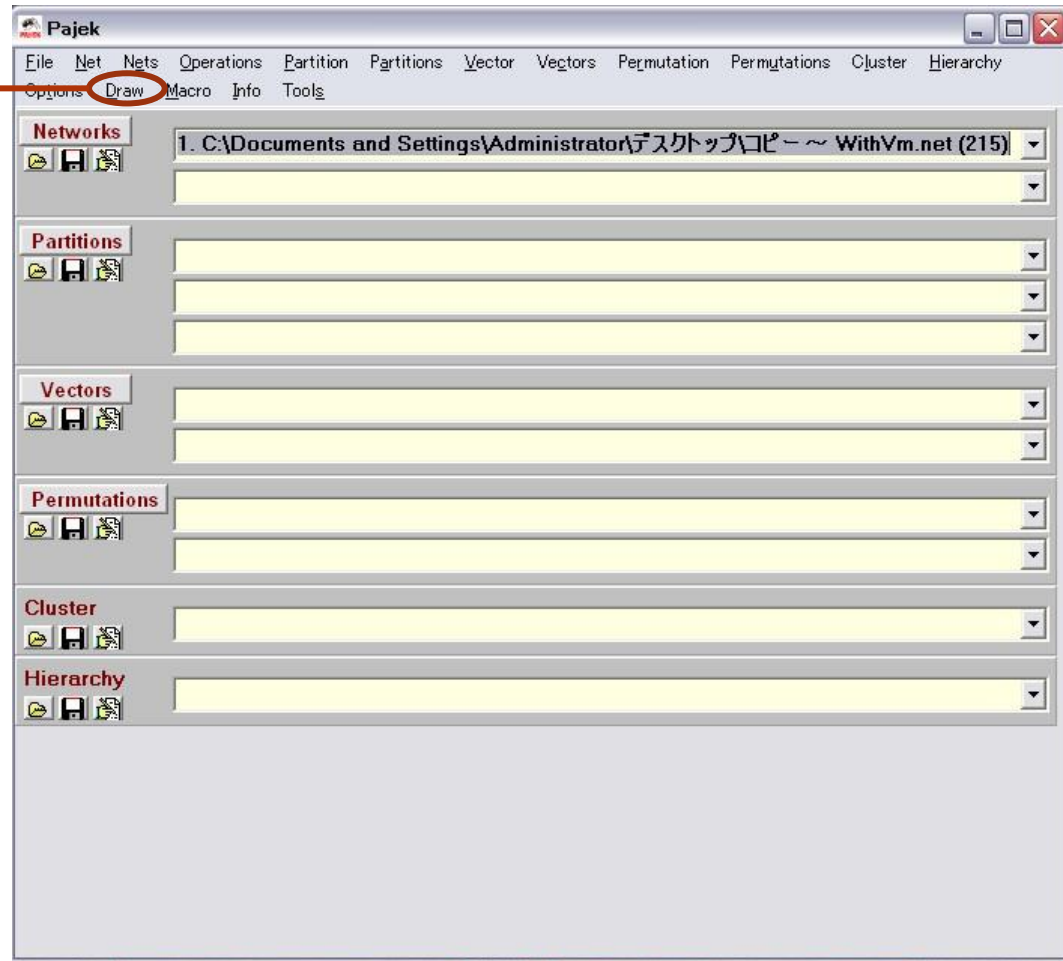
最大値:1

頂点の色

ラインの色

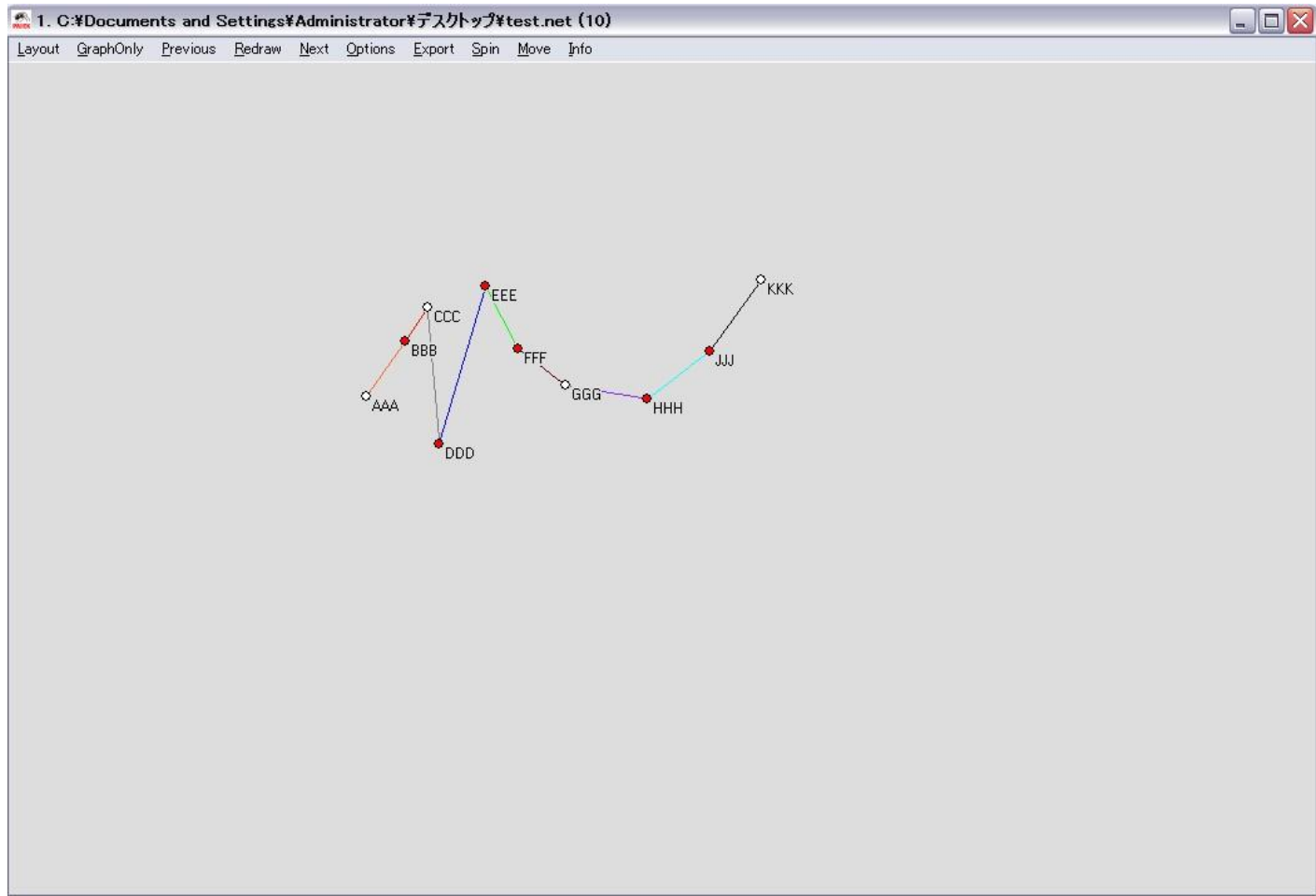
Pajekのメインスクリーン

ドローというボタン
をクリックする。



Pajekのメインスクリーン

Paitekによるネットワーク図



ネットワーク図

東京メトロ路線可視化手順#1

- 銀座線と日比谷線の駅のデータを集める。

<http://www.tokyometro.jp/station/index02.html>

東京メトロ各線の駅名のデータがある。

銀座線



日比谷線



<http://www.tokyometro.jp/station/index02.html>

東京メトロ路線可視化手順#1

- 2路線のデータを.txtファイルに書き込む。

```
test1.txt - メモ帳
ファイル(F) 編集(E) 書式(O) 表示(V) ヘルプ(H)
*Vertices 40
1 "渋谷" ic White
2 "表参道" ic White
...
8 "新橋" ic White
9 "銀座" ic White
...
16 "上野" ic White
17 "榴荷町" ic White
18 "田原町" ic White
19 "浅草" ic White
20 "中目黒" ic White
...
26 "日比谷" ic White
27 " " ic White
28 "東銀座" ic White
...
35 "仲御徒町" ic White
36 " " ic White
37 "入谷" ic White
38 "三ノ輪" ic White
39 "南千住" ic White
40 "北千住" ic White
```

銀座線

銀座省略

上野省略

日比谷線

上野駅は乗換駅である。

銀座線内の上野駅は
「16 "上野" ic White」
を定義する。

日比谷線内の上野駅は
「36 " " ic White」
を定義する。

目的: 乗換駅名は重複表示
されることを防止する。

東京メトロ路線可視化手順#2

- 拡張子は「.net」を使う。

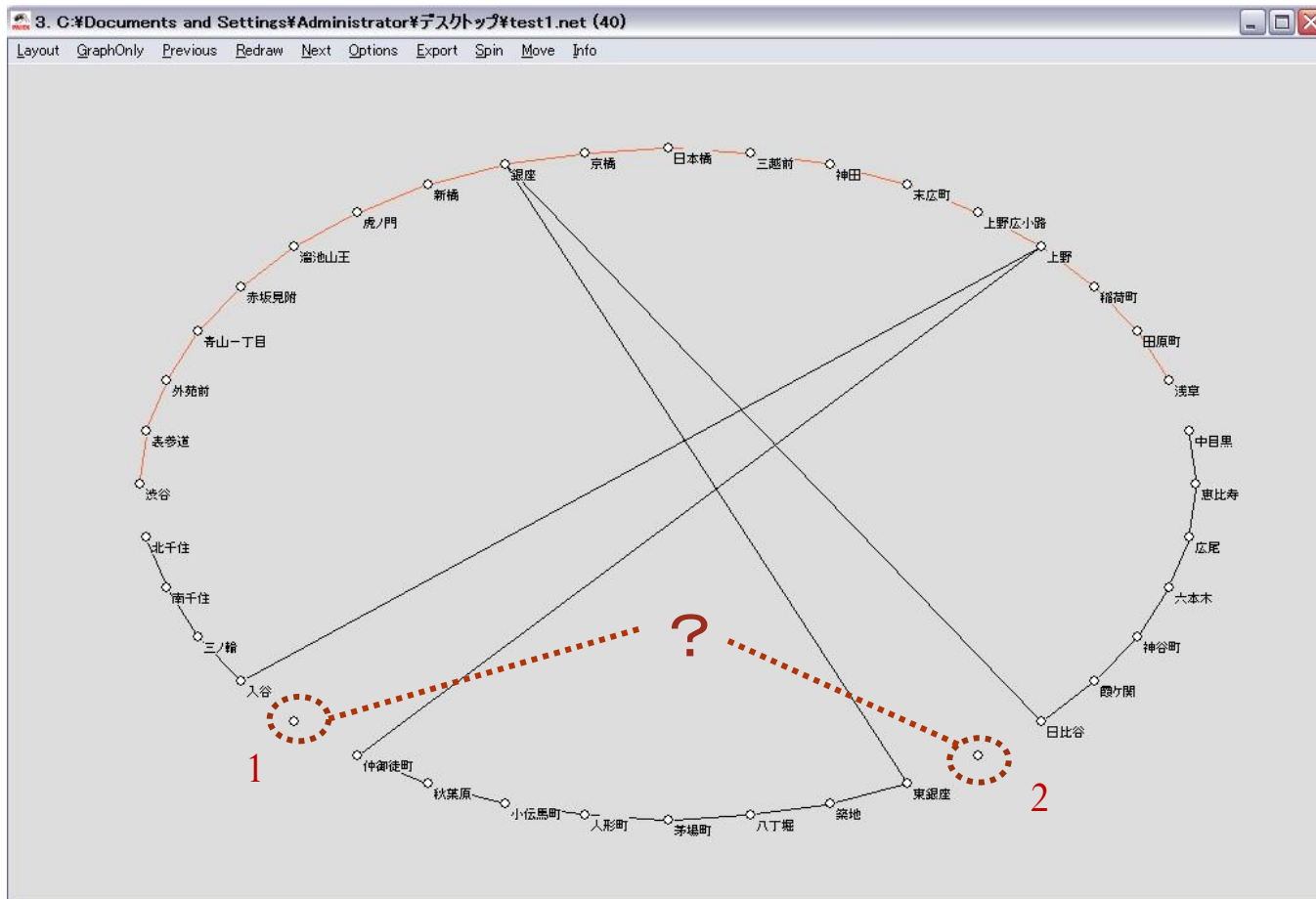
```
test1.txt - メモ帳
ファイル(F) 編集(E) 書式(O) 表示(V) ヘルプ(H)
*Vertices 40
1 "渋谷" ic White
2 "表参道" ic White
...
8 "新橋" ic White|
9 "銀座" ic White
...
16 "上野" ic White
17 "稲荷町" ic White
18 "田原町" ic White
19 "浅草" ic White
20 "中目黒" ic White
...
26 "日比谷" ic White
27 " " ic White
28 "東銀座" ic White
...
35 "仲御徒町" ic White
36 " " ic White
37 "入谷" ic White
38 "三ノ輪" ic White
39 "南千住" ic White
40 "北千住" ic White
```



```
test1.net - メモ帳
ファイル(F) 編集(E) 書式(O) 表示(V) ヘルプ(H)
*Vertices 40
1 "渋谷" ic White
2 "表参道" ic White
...
8 "新橋" ic White|
9 "銀座" ic White
...
16 "上野" ic White
17 "稲荷町" ic White
18 "田原町" ic White
19 "浅草" ic White
20 "中目黒" ic White
...
26 "日比谷" ic White
27 " " ic White
28 "東銀座" ic White
...
35 "仲御徒町" ic White
36 " " ic White
37 "入谷" ic White
38 "三ノ輪" ic White
39 "南千住" ic White
40 "北千住" ic White
```



東京メトロ路線可視化手順#3

- Pajekに *.net ファイルを読み込む。



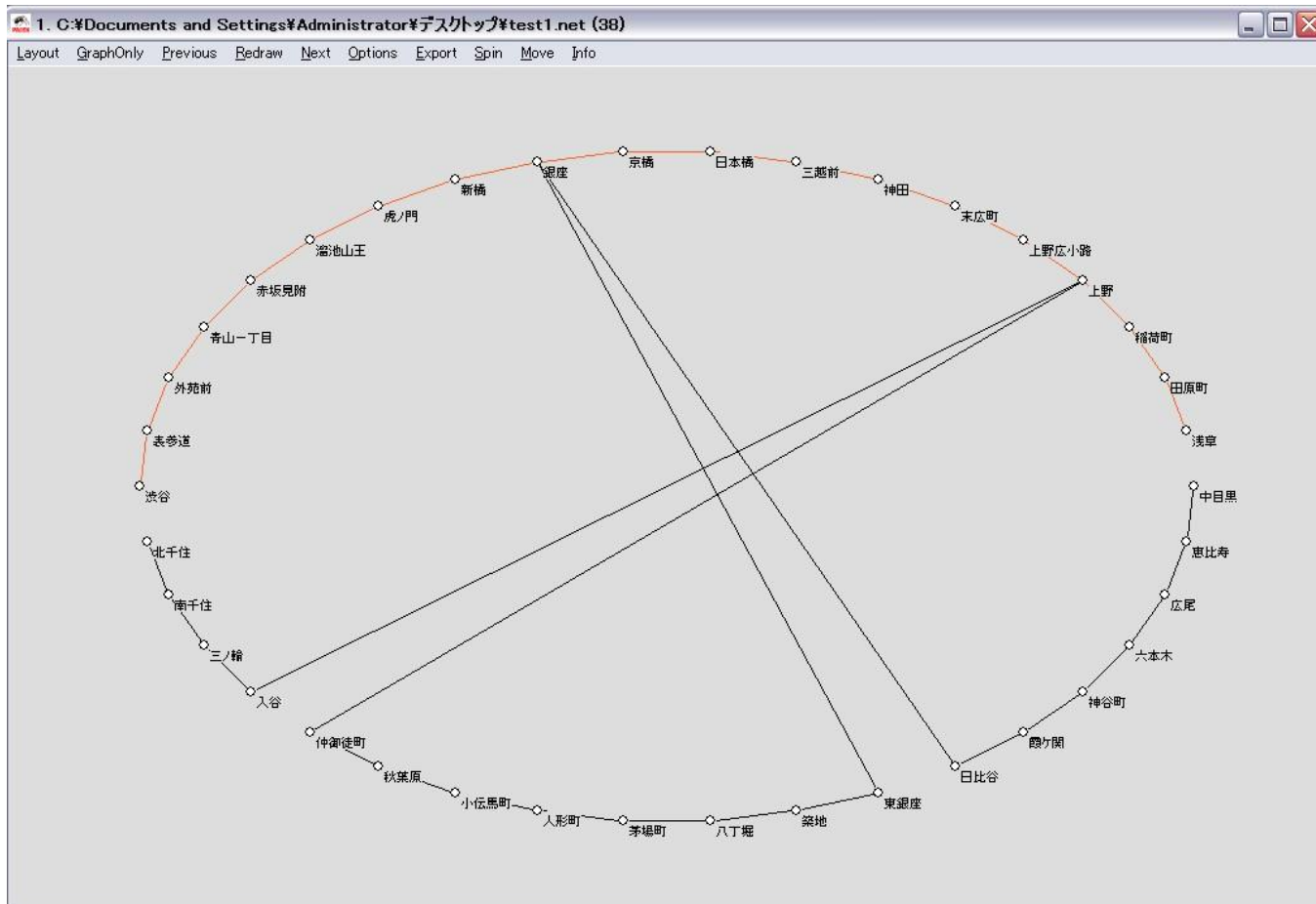
ネットワーク図①

東京メトロ路線可視化手順#4

- 路線が違って同じ駅名は同じノードなので、同一の I D 番号を付ける必要がある。
 - 「16 “上野” ic White」
「36 “” ic White」 
 - 「16 “上野” ic White」
乗換駅は同一の I D 番号とラベルを用い、一度だけ定義する。 
- 乗換駅には同一の I D 番号とラベルを用い、Pajekに *.net ファイルを読み込む。

東京メトロ路線可視化手順#3

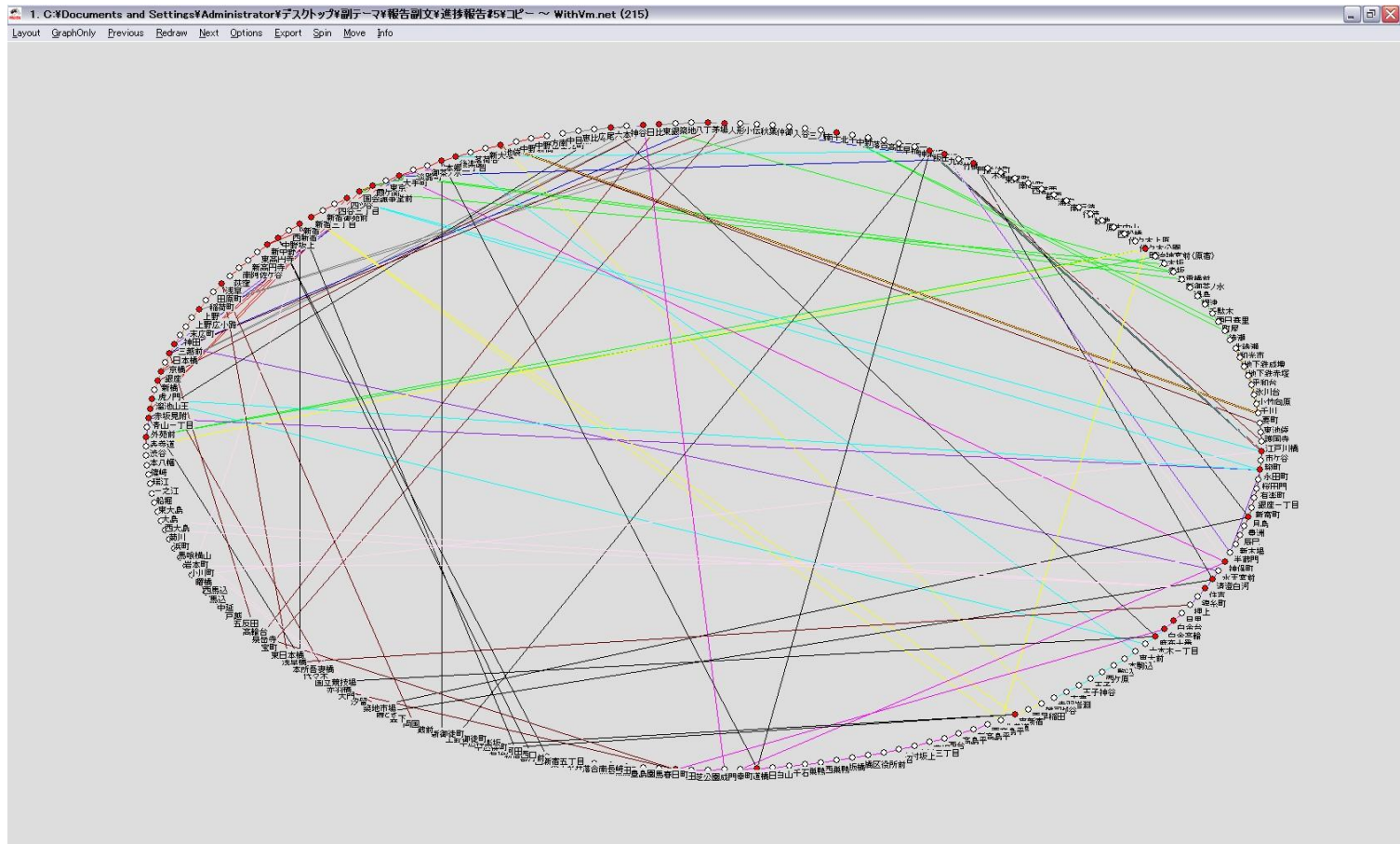
- 乗換駅は同一のID番号とラベルを使う。



ネットワーク図②

東京メトロ路線可視化手順#4

- 全13線のデータは.netファイルに書き込む。



ネットワーク図

東京メトロ路線可視化手順#5

- .netファイル内、頂点の座標を書き込む。
 - 二次元のスクリーンは二つの軸
(水平のX軸と垂直のY軸) を有する。
両方の軸最小値は0、最大値は1である。
点の位置は二つの座標によって決まる。
- 座標の求める方法を説明する。

東京メトロ路線可視化手順#5

- <http://www.geocoding.jp/> で駅名から経度、緯度を検索して、集める。
世界測地系（WGS84）に対応。

例：



上野駅の経緯度

東京メトロ路線可視化手順#5

- 経緯度座標をXY座標（平面直角座標）に変換する。
 - Gauss projectionに基づいて、Excel内で公式を作る。

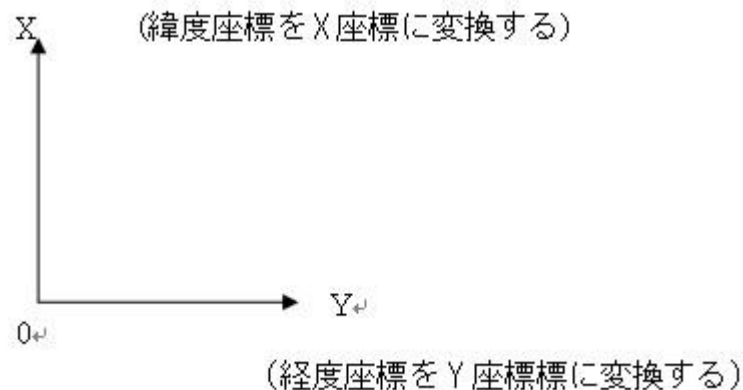
参考URL :

https://proself2.jaist.ac.jp/public/0tPggA0IpgEAxEoBv70s_ixTeq2GkX_AbF9jYVg-ywjIF

東京メトロ路線可視化手順#5

- Excel内の公式について

A2	<input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>	f_x	子午線の経度 (度分秒)
B2	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	f_x	$=INT(A2)+(INT(A2*100)-INT(A2)*100)/60+(A2*10000-INT(A2*100)*100)/3600$
E2	<input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>	f_x	駅の緯度
F2	<input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/>	f_x	駅の経度
G2	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	f_x	$=F2-B2$
H2	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	f_x	$=G2/57.2957795130823$
I2	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	f_x	$=TAN(RADIANS(E2))$
J2	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	f_x	$=COS(RADIANS(E2))$
K2	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	f_x	$=0.006738525415*J2*J2$
L2	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	f_x	$=I2*I2$
M2	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	f_x	$=1+K2$
N2	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	f_x	$=6399698.9018/SQRT(M2)$
O2	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	f_x	$=H2*H2*J2*J2$
P2	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	f_x	$=I2*J2$
Q2	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	f_x	$=P2*P2$
R2	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	f_x	$=(32005.78006+Q2*(133.92133+Q2*0.7031))$
S2	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	f_x	$=6367558.49686*E2/57.29577951308-P2*J2*R2+(((L2-58)*L2+61)*O2/30+(4*K2+5)*M2-L2)*O2/12+1)*N2*I2*O2/2$
T2	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	f_x	$=(((L2-18)*L2-(58*L2-14)*K2+5)*O2/20+M2-L2)*O2/6+1)*N2*(H2*J2)$
U2	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	f_x	$=(S2-3900000)/90000$ (正規化後X座標)
V2	<input type="radio"/> <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	f_x	$=T2/90000$ (正規化後Y座標)



東京メトロ路線可視化手順#5

- 座標を記入した.netファイル

```
コピー ~ rosen.txt - メモ帳
ファイル(F) 編集(E) 書式(O) 表示(V) ヘルプ(H)
*Vertices 68
1 "渋谷" ic White
2 "表参道" ic White
3 "外苑前" ic White
4 "青山一丁目" ic White
5 "赤坂見附" ic White
...
62 "秋葉原" ic White
63 "仲御徒町" ic White
64 " " ic White
65 "入谷" ic White
66 "三ノ輪" ic White
67 "南千住" ic White
68 "北千住" ic White
*Edges 68
1 2 1 c Orange
2 3 1 c Orange
3 4 1 c Orange
4 5 1 c Orange
...
62 63 1 c Gray
63 16 1 c Gray
16 65 1 c Gray
65 66 1 c Gray
66 67 1 c Gray
67 68 1 c Gray
```

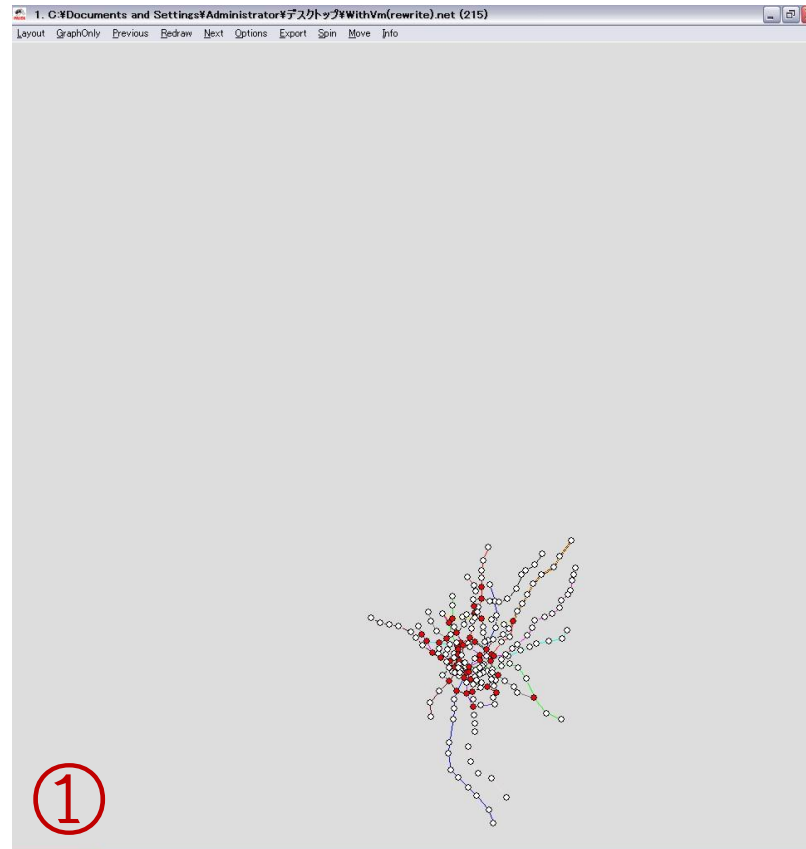


座標を加える

```
WithVm(rewrite).net - メモ帳
ファイル(F) 編集(E) 書式(O) 表示(V) ヘルプ(H)
*Vertices 215
1 "渋谷" 0.532774497 0.70564363 ic White
2 "表参道" 0.541151102 0.716631143 ic Red
3 "外苑前" 0.547701197 0.722160274 ic White
4 "青山一丁目" 0.550506871 0.728479824 ic Red
5 "赤坂見附" 0.55585036 0.741405585 ic Red
6 "溜池山王" 0.551691711 0.745835154 ic Red
7 "虎ノ門" 0.547582693 0.75433027 ic White
8 "新橋" 0.541817169 0.764242454 ic Red
9 "銀座" 0.54985344 0.768531519 ic Red
10 "京橋" 0.555894596 0.774656332 ic White
11 "日本橋" 0.562784474 0.778443956 ic Red
12 "三越前" 0.565828591 0.7776575 ic Red
13 "神田" 0.574195337 0.775300391 ic White
14 "末広町" 0.588064425 0.776024198 ic White
15 "上野広小路" 0.593902116 0.777251411 ic White
16 "上野" 0.601466484 0.781492516 ic Red
17 "稲荷町" 0.598532867 0.787025248 ic White
18 "田原町" 0.596752268 0.795151519 ic White
19 "浅草" 0.599548901 0.802801419 ic Red
20 "荻窪" 0.589077467 0.62343078 ic White
```

東京メトロ路線可視化手順#6

- Pajekに *.net ファイルを読み込み、図を表示する。



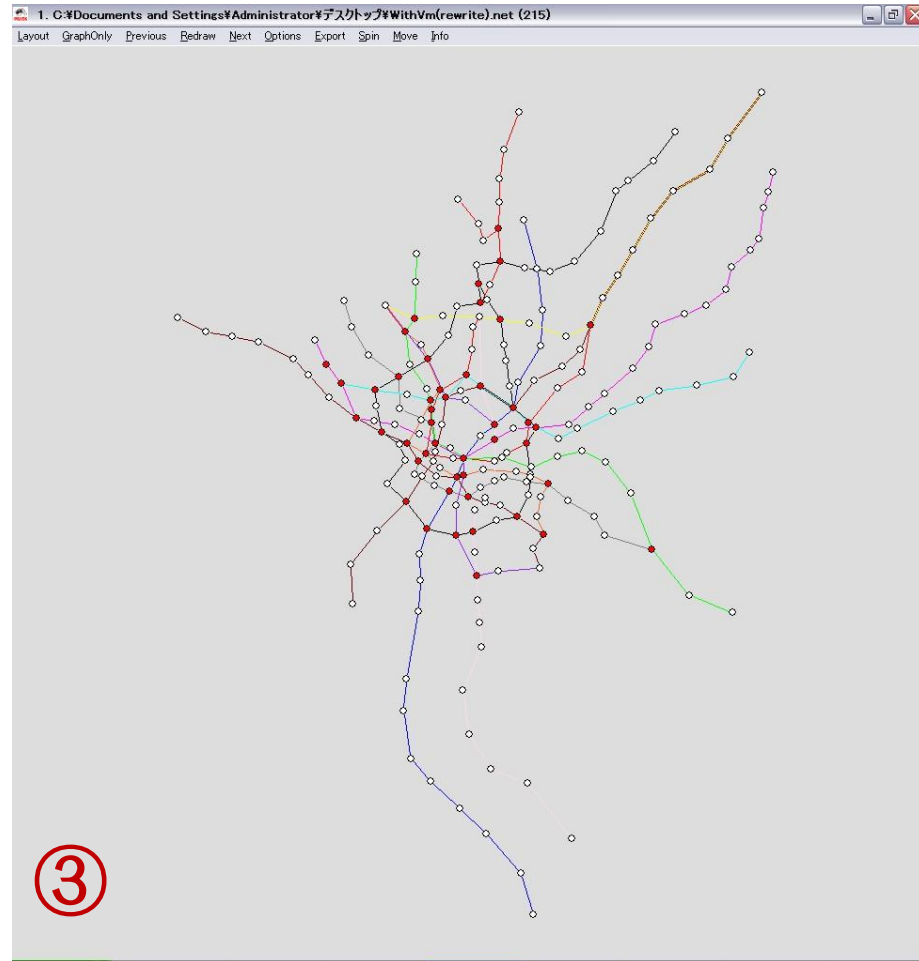
ネットワーク図

東京メトロ路線可視化手順#6



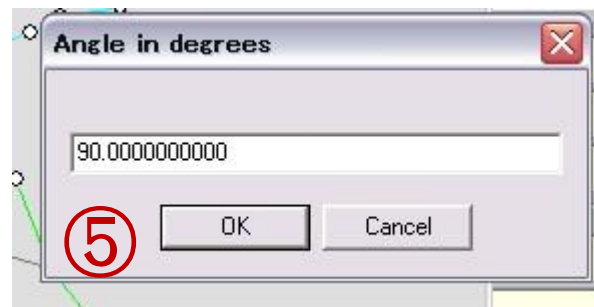
Fit Area設置

東京メトロ路線可視化手順#6



ネットワーク図

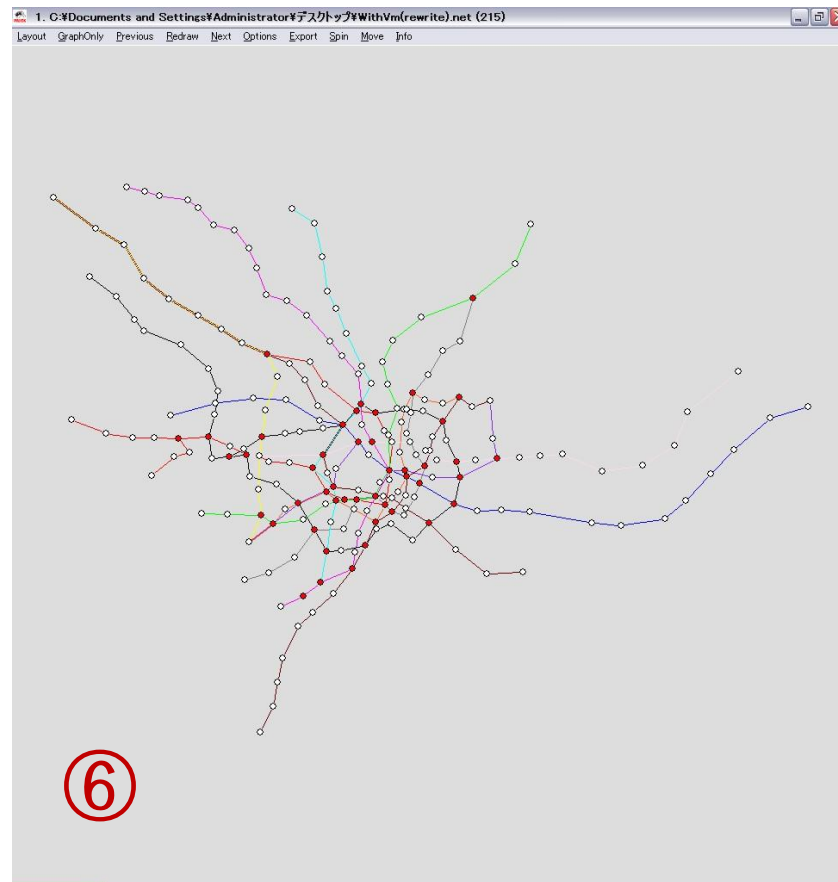
東京メトロ路線可視化手順#6



回転度数設置

東京メトロ路線可視化手順#6

- 東京メトロ路線ネットワーク図



ネットワーク図

論文について#1

- 「The complexity and robustness of metro networks」と言う論文をざっと読んだ。
- 取得のデータを確認するために、論文に書いてあるデータと比較する。

論文について#2

Network properties of metro systems.

Network	Basic indicators										Line attribute L										
	Lines	Vertices					Diatonic edges					Max.number of transfers	Hosting x number of lines						Clustering coefficient	Robustness indicator	Ratio of transfer to total vertices
		Total	Monotonic	Diatonic	Total	End Transfer	Total	Single	Multiple	1	2		3	4	5	6					
																	V	V_m			
TokyoMetro	13	215	169	62	16	46	117	108	9	2	169	30	12	1	1	0	0.65	0.2186	0.214		
Tokvo	13	202	157	61	16	45	119	111	8	2	157	31	9	3	2	0	0.67	0.2525	0.223		

n_L : 路線総数

V : 駅総数

V^e : 始終駅数

V^t : 乗換駅数

V_d : $V^e + V^t$

V_m : $V - V^t$

D : 乗換駅と乗換駅間の線総数

D_m : 乗換駅と乗換駅間の重複の線数

D_s : 乗換駅と乗換駅間の非重複の線数

δ : 両駅間の最大乗換数

ln : n路線が通った駅数

γ : 連結率 $D/(3 \cdot V_d - 6)$

r^T : 壮健度 $(D - V_d + 1 - D_m)/V$

$|V^t|/|V|$: 乗換駅と駅総数の比率

まとめ

- 東京メトロとPajekの使い方を簡単な紹介する。
- 東京メトロ路線可視化手順を説明する。
- データの正確性を確認する。

ご清聴ありがとうございます