

スプライトの観測及び解析について

兵庫県立神戸高等学校 自然科学研究会地学班

2年 鳥井直輝 中川雄斗 1年 矢倉咲 小西純鈴 峰晴温司

このように観測しています



研究の目的

- 2018年度に同時観測されたスプライトの3D化
- 円形に発生するスプライトの調査と考察

スプライトの観測状況

2014	2015	2016	2017	2018	2019
79	20	26	23	18	17

年度別の観測回数

20181217 211516のスプライト

神戸高校



三本松高校



20181217 222556のサプライト

神戸高校

三本松高校



20190108 235257のサプライト

神戸高校

三本松高校



20190108 235652のサプライト

神戸高校



三本松高校



20190108 23:59:26のspray

神戸高校

三本松高校



20200115 060253のサプライト



神戸高校



三本松高校



磐田南高校

同時観測

SA SpriteAnalyzerV2 -- 2 rec / 2 indate rec / 1 pair / 8 pos

Main

in dir C:\fsv ... read clicks

out dir C:\Users\nanon\Documents ... write clicks

y1 2018 m1 12 d1 17 ... all

y2 2018 m2 12 d2 18 ... range TZ 32400

GD 10 dT 3 Qc 1.0 all on all off

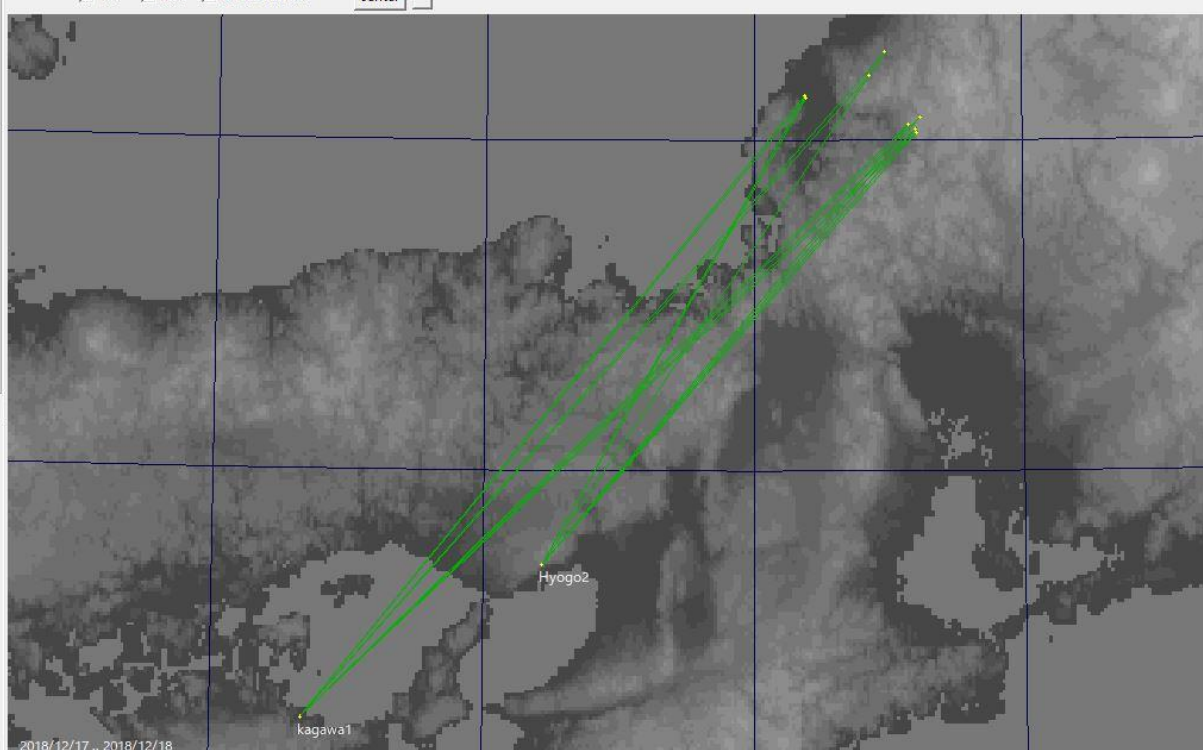
write results

*. #	ID1	ID2	p...	lng	lat
* 1	Hyogo2	kagawa1	1	136.1904	36.13...
* 1	Hyogo2	kagawa1	2	136.1935	36.13...
* 1	Hyogo2	kagawa1	3	136.4307	36.19...
* 1	Hyogo2	kagawa1	4	136.4902	36.26...
* 1	Hyogo2	kagawa1	5	136.6211	36.07...
* 1	Hyogo2	kagawa1	6	136.5763	36.04...
* 1	Hyogo2	kagawa1	7	136.6077	36.02...
* 1	Hyogo2	kagawa1	8	136.6043	36.03...

Ground Map

base map GMe136n34_16.DAT ... zoom 28.5 ... save

txt line mono chrome center



2018/12/17 .. 2018/12/18

*. #	localtime	ID1	s1	ID2	s2
* 1	20181217_2225...	Hyogo2	01	kagawa1	NE

Windows taskbar: 22:03 2020/01/17

```
?xml version="1.0" encoding="Shift_JIS"?
```

```
X3D>
```

```
Scene>
```

```
NavigationInfo speed='16' />
```

```
Transform translation='148.41567 75.4075775 -170.3083545'>
```

```
<Shape>
```

```
<Cylinder radius='1' height='4.32576' />
```

```
<Appearance>
```

```
<Material diffuseColor='1 0 0' />
```

```
</Appearance>
```

```
</Shape>
```

```
/Transform>
```

```
Transform translation='174.074265 74.314516 -196.98726'>
```

```
<Shape>
```

```
<Cylinder radius='1' height='7.311077' />
```

```
<Appearance>
```

```
<Material diffuseColor='1 0 0' />
```

```
</Appearance>
```

```
</Shape>
```

```
/Transform>
```

```
Transform translation='164.613645 75.31764225 -169.7634'>
```

```
<Shape>
```

```
<Cylinder radius='1' height='9.2481315' />
```

```
<Appearance>
```

```
<Material diffuseColor='1 0 0' />
```

```
</Appearance>
```

```
</Shape>
```

```
/Transform>
```

```
Transform translation='168.40188 76.65562275 -166.350483'>
```

```
<Shape>
```

```
<Cylinder radius='1' height='6.750135' />
```

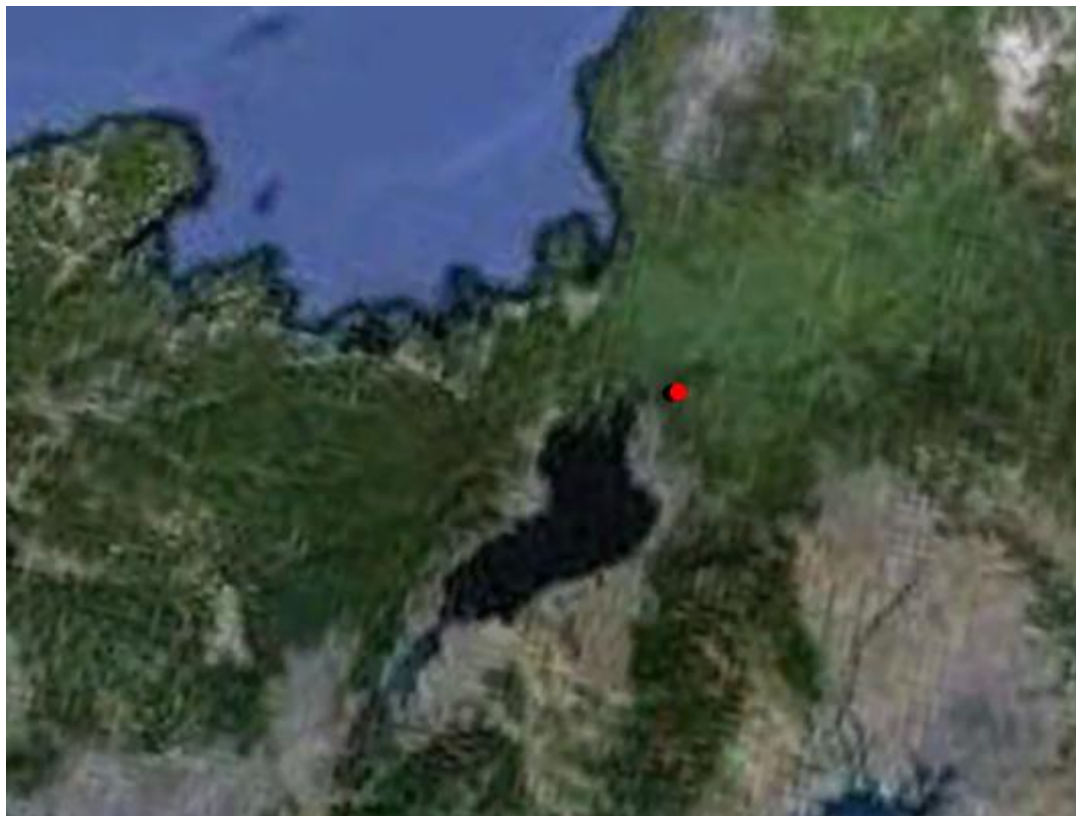
```
<Appearance>
```

```
<Material diffuseColor='1 0 0' />
```

3D化のプログラムに数値を入力する

3D化

(2018 1217 211516)



● スプライト

3D化

(2018 1217 222556)



- スプライト
- スプライトの中心 (東経と北緯の平均)

3D化

(2019 0108 235652)



● スプライト

● スプライトの中心 (東経と北緯の平均)

3D化

(2019 0108 235257)

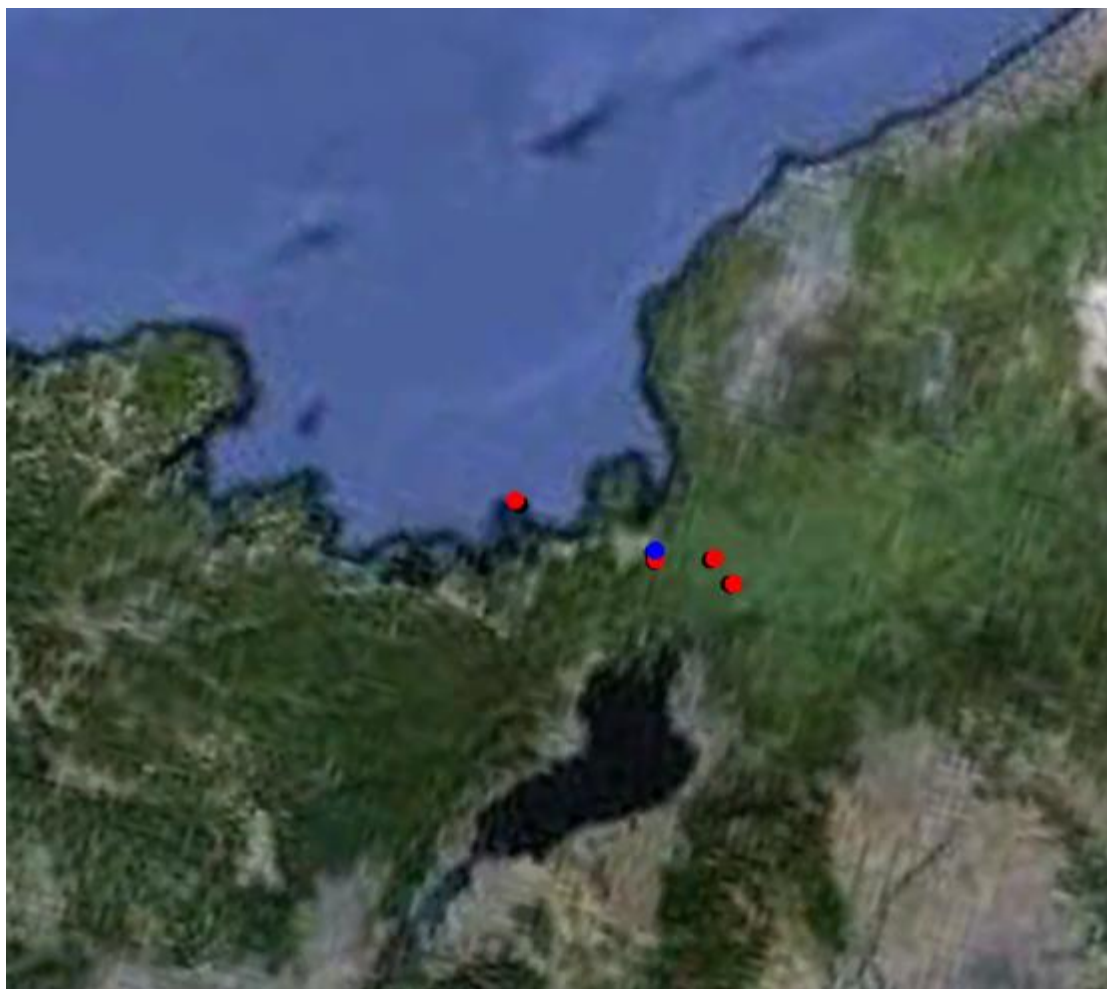


● スプライト

● スプライトの中心 (東経と北緯の平均)

3D化

(2019 0108 235926)



● スプライト

● スプライトの中心 (東経と北緯の平均)

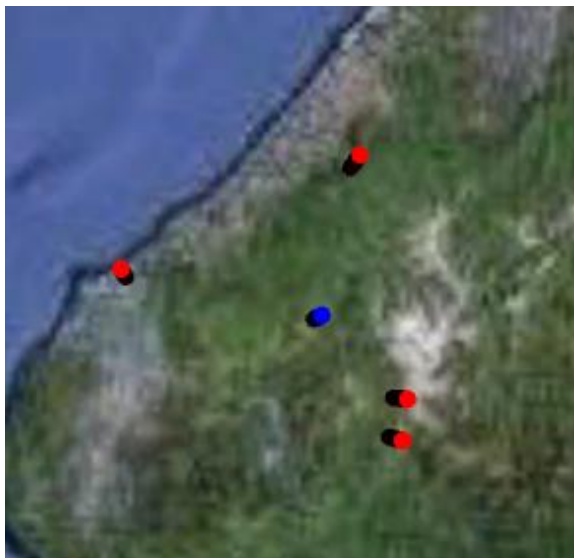
3D化

(2020 0115 060253)



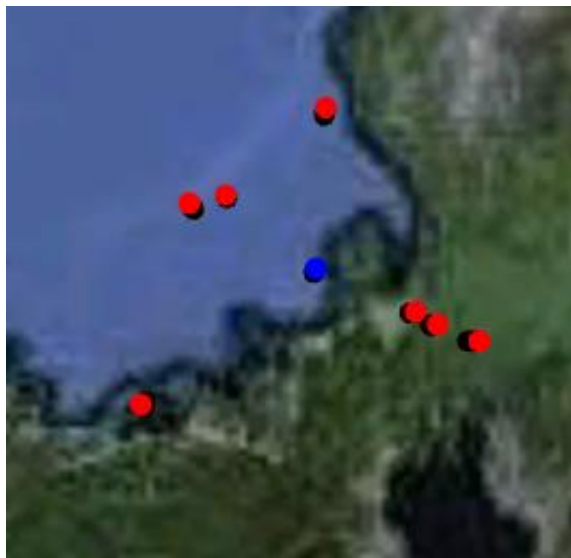
- スプライト
- スプライトの中心 (東経と北緯の平均)

円形



2018 1217 222556

円形



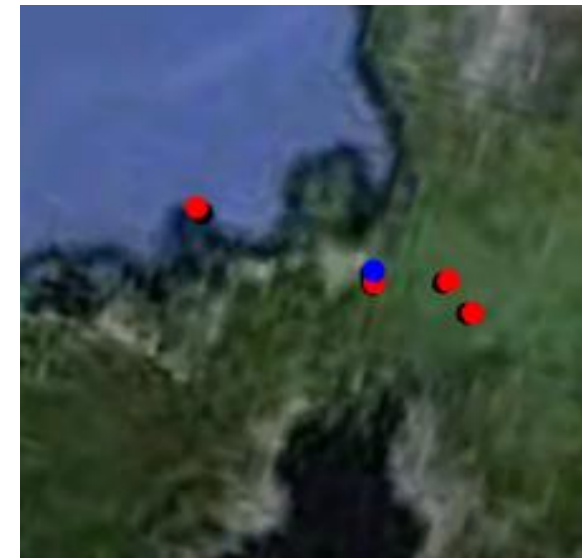
2019 0108 235652

円形



2019 0108 235257

直線？

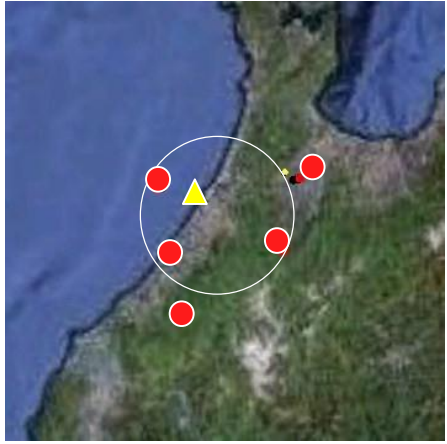


2019 0108 235926

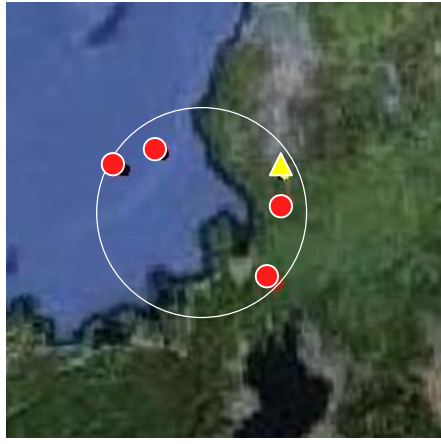
スプライトが円形や直線的に発生する条件があるのではないか



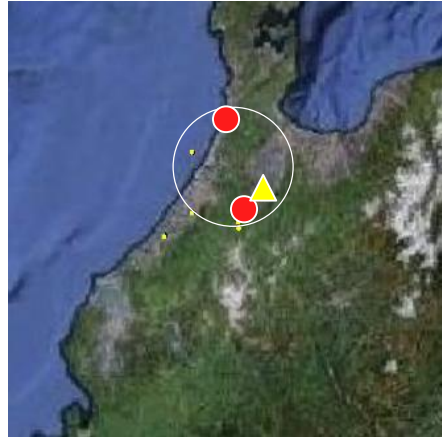
過去の3D化したデータにも円形に発生している例があった



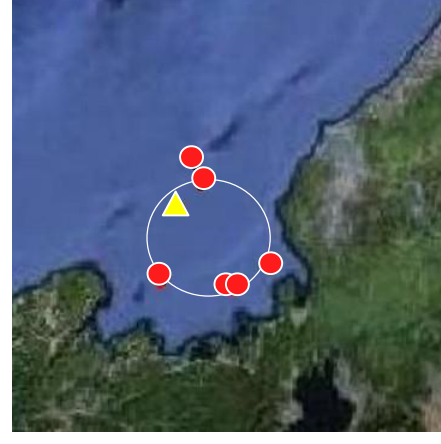
20091217 210711



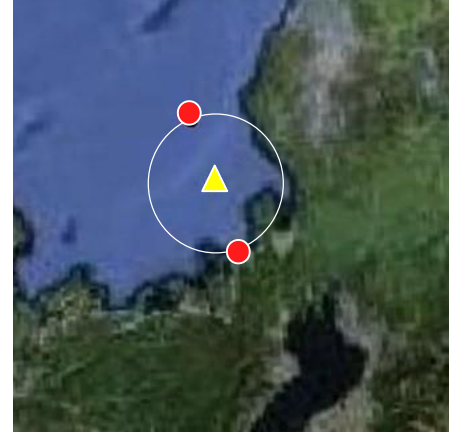
20091218 213109



20091219 221510



20091219 235137



20091220 232815

円の半径20km スプライト● 雷▲

雷とスプライトの距離を調べた本校の過去の研究結果

やはり円形に発生している傾向がある

→しかし、雷が発生している位置がスプライトの中心ではないことがわかる

今回3D化したものも今後雷のデータと照らし合わせたい

Excelを用いた電場のシミュレーションについて

目的

スプライトが円形や直線的に発生するのは何故か調べる

最終的にはスプライトの現象そのものの再現を目指す

計算概要

シミュレーションで使う方程式

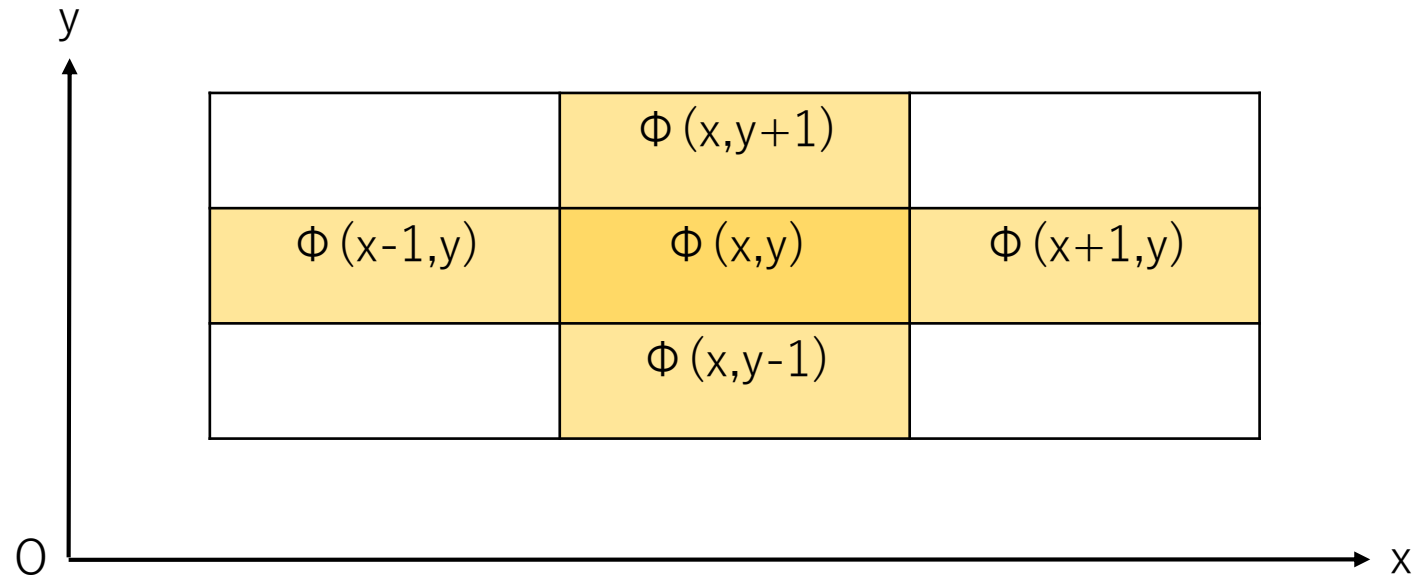
$$\text{Laplace方程式} \quad \nabla^2 \phi = 0 \Leftrightarrow \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial y^2} = 0$$

$$\text{二階の微分を考える} \quad \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} = \frac{\Phi(x+\Delta x, y) + \Phi(x-\Delta x, y) - 2\Phi(x, y)}{\Delta x^2}$$

$$\text{よって} \quad \frac{\Phi(x+\Delta x, y) + \Phi(x-\Delta x, y) - 2\Phi(x, y)}{\Delta x^2} + \frac{\Phi(x, y+\Delta y) + \Phi(x, y-\Delta y) - 2\Phi(x, y)}{\Delta y^2} = 0$$

ここで $\Delta x = \Delta y = 1$ とすると

$$\Phi(x, y) = \frac{\Phi(x+1, y) + \Phi(x-1, y) + \Phi(x, y+1) + \Phi(x, y-1)}{4}$$



図のように、ある一点の電位をもとめるには、その近傍の電位の平均が必要である。
図の格子をExcelのセルに見立てて、計算を行った。

ただし、実際には近傍の電位も $\Phi(x, y)$ の値に依存するため、周囲の電位は確定されない。

そこでこの手続きを何回も繰り返すことで、全ての値を確定させる(**ガウス・ザイデル法**)。
Excelでは、「**反復計算を行う**」の設定を行った

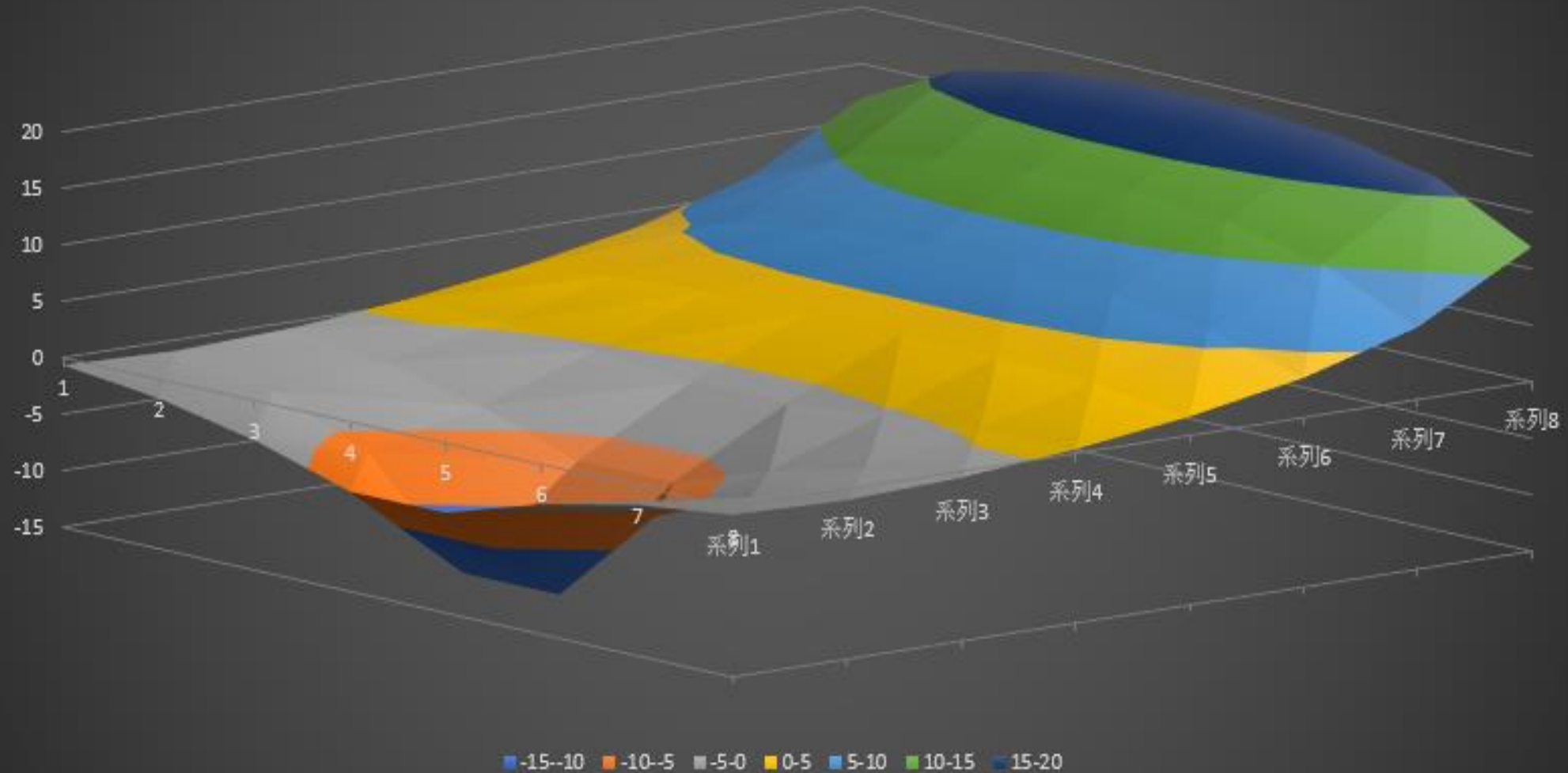
参考 <http://teamcoil.sp.u-tokai.ac.jp/lectures/EM1/Poisson/index.html>

計算の様子

		25	25	25	25	25	25	25	25		
	0	11.43411	15.42264	16.91784	17.46558	17.53598	17.10559	15.66007	11.61703	0	
	0	5.607543	8.781194	10.31175	10.95398	11.06683	10.61249	9.160797	5.899004	0	
	0	2.5975	4.3462	5.259879	5.653641	5.778106	5.591786	4.765082	2.918437	0	
	0	0.810581	1.293176	1.372356	1.281022	1.392411	1.670875	1.671735	1.100997	0	
	0	-0.34036	-0.90961	-1.82227	-2.76443	-2.68229	-1.59713	-0.61809	-0.11435	0	
	0	-1.0428	-2.45719	-4.63545	-7.49169	-7.44811	-4.50096	-2.26883	-0.89158	0	
	0	-1.23992	-3.06397	-6.59995	-15	-15	-6.54943	-2.96742	-1.15547	0	
	0	-0.78734	-1.88792	-3.68087	-6.22884	-6.22742	-3.66128	-1.84789	-0.75084	0	
		0	0	0	0	0	0	0	0		

灰色と黄色部分…値を定義する場所
無色部分…計算結果を表示する場所

電位のスカラー場



表の値は実際の雷における正しい値を示すものではない。

今後の展望

- **3D化について**

フランクリンから雷データを購入して考察を進める

- **シミュレーションに関して**

スカラー場のデータから二次元のベクトル図を描くことを当面の目標とする。

作業が煩雑なため、効率よく作業できる方法を考えたい。