

# 等電位面と電位の傾き

電気情報工学科\* 3年 基礎電気磁気学

2015年6月30日(火)

第11回

## 概要

等電位面と電位の傾きの意味を理解する。

## 1 今日のポイント

以下が今日理解すべき重要なポイントである。

- 電位が等しい点をつなげたものが等電位面であることが理解できる。
- 等電位面の性質が理解できる。
- ある点からある点までの電位の傾きは、電場の大きさを表していることが理解できる。

## 2 等電位面

前回の講義までに電位について考えてきた。この講義では空間に電荷が存在するとき、その周りに作られる電位分布を目に見えるようにすることを考える。空間の任意の点において電位が等しい点をつなぎ合わせた曲線を**等電位面**という。これは教科書 [1]p.20 図2・15 に示すようになり、以下の性質がある。

- 等電位面と電気力線は互いに直交している
- 等電位面は互いに交わることはない

等電位面は、ちょうど天気図における等圧線に等しいことが分かる。図1は2012年6月20日の気象庁HPに掲載された天気図であるが、気圧が等しい点を曲線で結ぶことで気圧分布がどのようになっているかが理解できる。

\*独立行政法人 国立高等専門学校機構 秋田工業高等専門学校

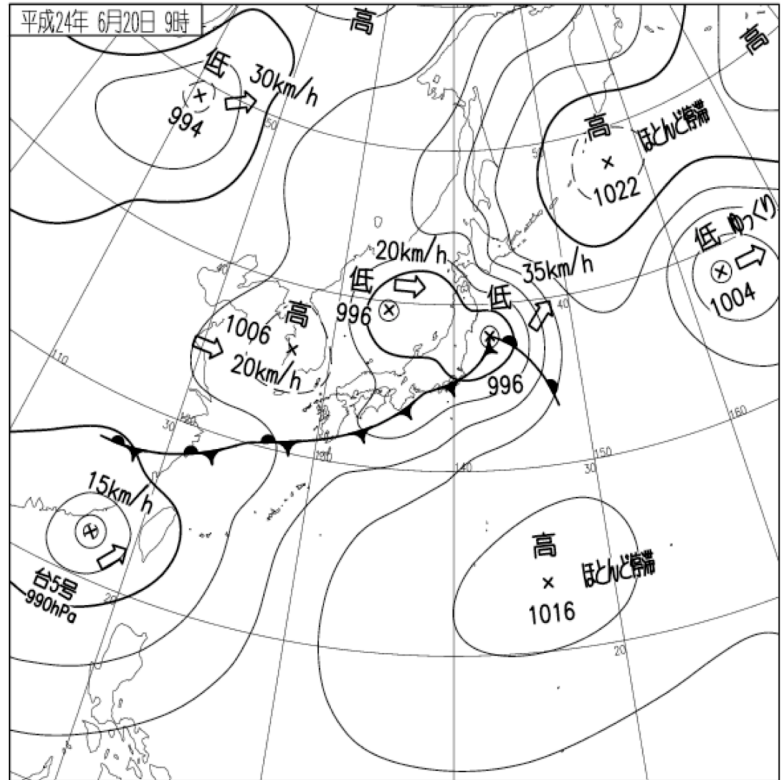


図 1: 気圧の等しい点を結んだ等圧線 (天気図, 気象庁 HP より)

## 2.1 電位の傾き

次に, ある電荷  $Q$  から距離  $r$  離れた点と, そこから小さな距離  $dr$  離れた点での電位の変化量を考える.  $dr$  が  $r$  に比べて十分に小さいなら, 電位の変化量  $dV$  は,

$$\frac{dV}{dr} = -\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} = -E_r \quad (1)$$

のように微分を用いて表すことができる, この演算結果は電位の  $r$  方向に対する傾きを意味している.

式(1)の単位を考えると,  $[V/m]=[N/C]$  であることが分かる. ここまでの話より, 電場とは, 電位の傾きを表していることが分かる.

次に, 任意の方向に対する電位の傾きと, その方向の電場の関係を考える. 教科書[?]p.22 図 2.16 のように, 単位正電荷 (1[C]) を微小距離  $ds$  だけ移動させるのに必要な仕事 (電位差)  $dV$  は,

$$dV = -E \cos \theta ds = -E_s ds \quad (2)$$

であり,

$$E_s = -\frac{dV}{ds} \quad (3)$$

である。これを直交座標系の  $x, y, z$  成分にわけて表現すると,

$$E_x = -\frac{\partial V}{\partial x}, \quad E_y = -\frac{\partial V}{\partial y}, \quad E_z = -\frac{\partial V}{\partial z} \quad (4)$$

となる。

電場  $E$  は等電位面に対して垂直であることから、電場の大きさはその点において電位の変化量が最大となる値を意味している。ちょうど山登りをするのに最大効率で登山するときの一步の方向が等高線に対して垂直であることと同じである。

### 3 演習問題

- 教科書 [1]p.20, 例題 2.5
- 演習書 [2]p.8, 例題 2.4

### 参考文献

- [1] 安達三郎, 大貫繁雄 “電気磁気学” 森北出版株式会社  
[2] 大貫繁雄, 安達三郎 “演習 電気磁気学” 森北出版株式会社