

電 気 力 線 の 作 図

森 光 三

Drawing of Electric Lines of Force

Mituzo MORI

Electric lines of force were drawn for two cases

- (1) positive and negative equal two point charges apart 10 cm are placed 10 cm above the earth.
- (2) positive and negative equal two straight line charges apart 10 cm are placed parallel 10 cm above the earth.

アース上10cmに正負等量の2個の点電荷が10cmの距離におかれている場合と、アース上10cmに正負等量の2本の直線電荷が平行に10cmの距離におかれている場合について、電気力線を作図した。

電気力線を作図には、1個の点電荷あるいは2個の点電荷の場合のように簡単な作図法のある場合もあるが、一般にはこのような便利な方法はない。一般の作図法としては、非常に手数を要するが、多数の点に、その点の電界の方向を示す短い直線を引いて、これから電気力線を作図する。この方法では、多くの点を結んで曲線を描くように正確にはゆかない。ある曲線をかいて、この曲線の近くの電界の方向が曲線に平行になるようにするのであるから、電界の方向を示す直線の数に十分であれば、曲線も非常に正確というわけにはゆかない。直線のことを110個として書いてみたが、僅かに誤るところもあるが、大体において正確な電気力線がかかる。

アースの影響で電界がみだれるのを、点電荷と線電荷に対して書いたのであるが、アースがない場合についても作図した、

(1) 正負等量の2個の点電荷

点間の距離を10cmとした。ある点の電界は正電荷による力と負電荷による力のベクトル和である。力は距離の2乗に反比例するから距離の2乗の逆数を110個の点について計算し110個の点について、この力のベクトル和を作る作図が必要だから、非常に手数と時間を要するわけである。このようにして電界を示す直線を書いたものが図-1である。第2象限だけかいてある。他は対称になる。これから電気力線を作図したものが図-2である。

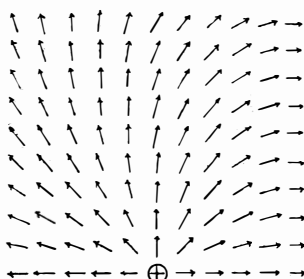


図-1

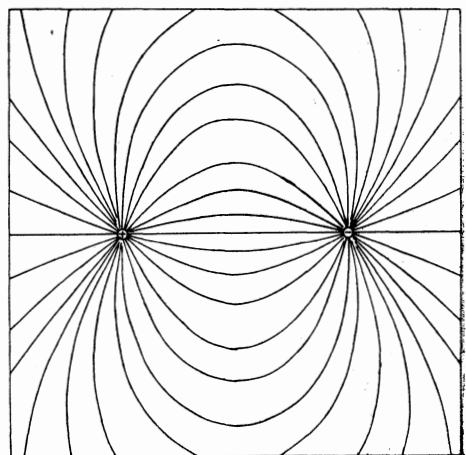


図-2

これを他の方法で作図した電気力線と比較してみた。2個の点電荷の場合の作図法としては、図-3で電気力線上の点をPとし、角度を θ_1, θ_2 とすれば

$$\cos\theta_1 + \cos\theta_2 = C$$

という式が成立する。Cはパラメーターで、Cが変れば電気力線が変わることになる。この方法で作図したものが図-4である。

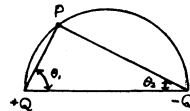


図-3

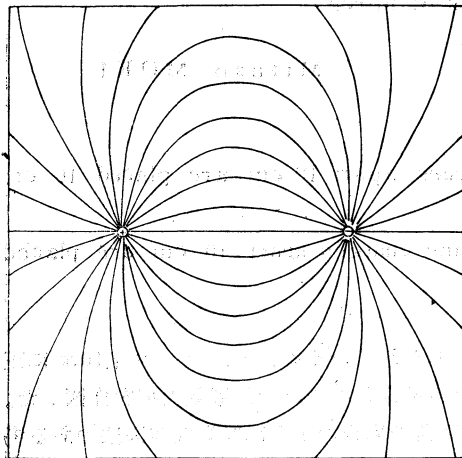


図-4

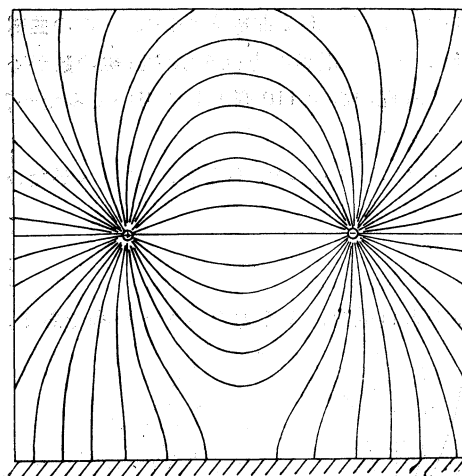


図-6

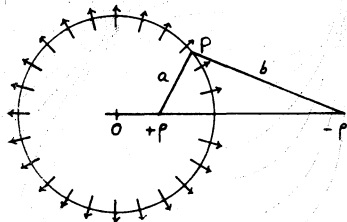


図-7

図-2と図-4を比較すれば、僅かに図-2が誤っているが、全体としては大きな間違いはない。

(2) 正負等量の2個の点電荷(アースの影響あり)

アース上10cmの高さに、正負等量の2個の点電荷が10cmの距離にある場合。この場合は簡単な作図法はないから一般的な方法によるほかはない。アースの影響は電気映像法によって計算する。結局ある点の電界は4個の力のベクトル和として200個の点について作図する。アースと反対の側は図-1と殆んど等しい。この結果が図-5である。

これから電気力線を作図したものが図-6である。

アースの近くで電界が乱れてアース面に直角になっていることがわかる。

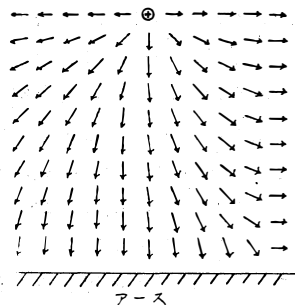


図-5

(3) 正負の2本の線電荷

正負の2本の線電荷が10cmの距離に平行におかれている場合である、図-7でP点の電位は

$$V = \frac{\rho}{2\pi\epsilon} \log \frac{b}{a}$$

であるから、等電位線では $\frac{b}{a}$ が一定になる。このようなP点の軌跡は円である。この円周上の電界の

方向は円の中心と結ぶことによつて簡単にかける。

このようにかいた電界の方向が図-8である。

これから電気力線 図-9が作図される。図-9は図-2と少し異なる。

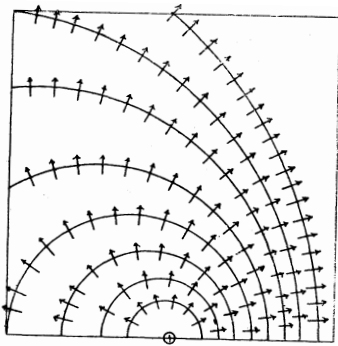


図-8

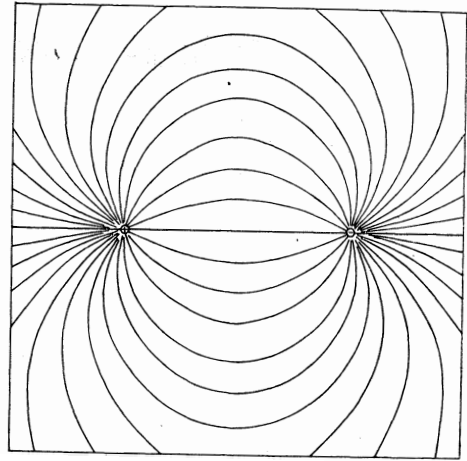


図-9

(4) 正負の2本の線電荷（アースの影響あり）

アース上10cmの高さに正負の2本の線電荷が10cmの距離に平行におかれた場合である。この場合は(3)のように簡単に電界の方向が作図できない。線電荷の力は距離に逆比例し、アースの影響は電気映像法によるから、4個の力を計算して、そのベクトル和を作ることになる。このようにして約200個の点について電界の方向を示したものが図-10で、これから電気力線を作図したものが図-11である。この場合も電界は下方でみだれて、アースに直角になっていることがわかる。

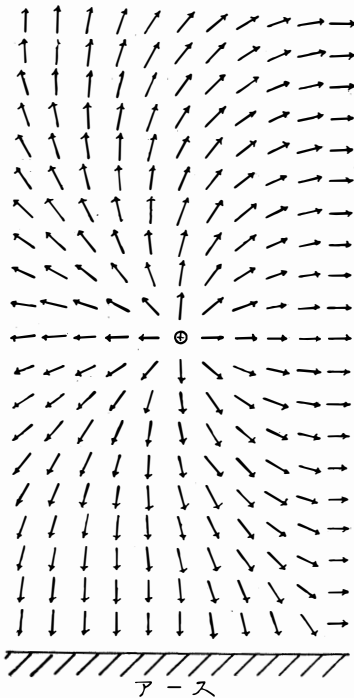


図-10

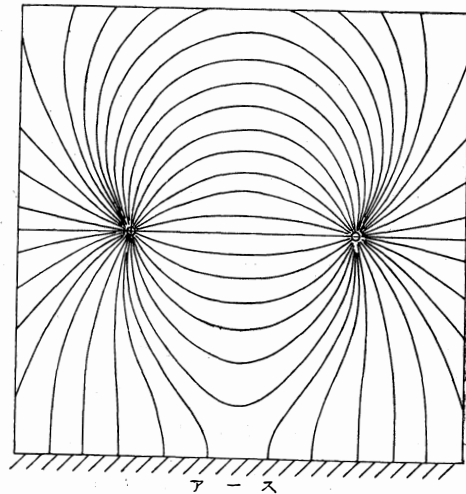


図-11