

電荷に働く力の法則はクーロンの法則が唯一つあるだけだ. ファラデーの力線は、マクスウェルの電磁方程式へと引き継が れ、電磁界のふるまいは解明されたかに見える. ヘルツのダイ ポール・アンテナは、電磁エネルギを 「空間という名の伝送線 路(1)」へ効率良く伝えるが、その周りの電磁界には不思議発見 の旅がまだ残されているという. (筆者)

● とてつもないクーロンカ?

新人:1C (クーロン) の点電荷二つを 1m 離して置い たときに $9 \times 10^9 [N(ニュートン)] の力が働きます$ (本誌 2008年4月号, pp.131-133の連載第9回).「1Nは, 約0.1kgの物体に働く重力の大きさと同じなので、 9×10^9 「N] は、90万トンの重さに相当する(2) |とてつもない力で す. これでは測定器が壊れないか心配です.



写直1 ファラデーの作った実

ロンドンの王立協会, ファラデー博物館内に展 示されている(筆者撮影).

、先輩: 1Cの点電荷がここにあればその通りだ. し ♥ かし1Cの電荷を留めておくのは難しい.物質の原 子はプラス電荷を持った原子核と、それにつりあうマイナ ス電荷を持った電子が集まっているから、通常は電荷はほ ぼゼロだ. だから1Cもある点電荷は身近には存在しない.

☆ それで一安心です…いや待てよ「1C は,1秒間に1A の電流が運ぶ電気の量」です。測定で使う直流電源 は10A以上の電流が流れることもありますから、1Cを超 える電荷は身近にありますよ.

■ 電流は導体内の自由電子注1の移動⁽³⁾だが、電子1個 プの電荷量は - 1.6 × 10 ⁻¹⁹ [C] だから、1C では 1/ $(1.6 \times 10^{-19}) = 0.63 \times 10^{19}$ 個もの電子がある。

なるほど1点に集まっている静電荷とは違いますね.

● 電荷を測る方法

摩擦電気 (静電気) の帯電量は、ファラデーケージ(4) という金属箱と計測器で測ると聞きました.

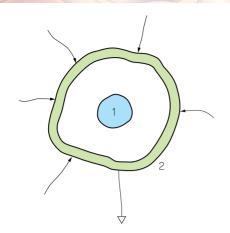
ファラデーが考案(写真1)した静電シールド(図1) 🍠 の仕組みを使ってケージ (写真2) の中で測れば,外 部の影響を絶って摩擦布に帯電している電化量だけが分か る。IIS T8118^{注2}は、静電気帯電防止作業服の規格だが、 1着あたりの帯電電荷量は0.6 µC以下が基準値だ.

注1:自由電子は、導線の中を光速で移動するわけではない。電子の移動速 度は、例えば銀の導線で1cm離れて1Vの電位差がある場合、約 67cm/sである(3). 水鉄砲は押した瞬間に水が出るが、 導線内の自由電子も、このように「動け!」という「情報」を高速ではるか先に伝える.

注2: JIS T8118 は、静電気帯電防止作業服の日本国内規格で、静電気によ る防爆・防火を目的としている. 試験の結果, 帯電電荷量 0.6 μ C/着 以下が基準値である.

yword

クーロンカ,非接触電位計,電界センサ,キャベンディッシュ,静電容量,プローブ,電界カメラ,近傍界問題





ステンレスの二重円筒で, 摩擦帯 電させた試料を入れ、コンデンサ に帯電させた電位を電位計で測定 して電荷量を求める. 大栄科学精 器製作所の製品.

http://www.daieikagakuseiki.co.jp/



図1 静電シールド

道休2で道休1を完

全におおい、導体2

をグラウンドにつな

いでゼロ電位にして

いる 道休2の外側

にある電界の影響

は. 導体1にはまっ たく及ばなくなる.

> これは1着当たりの値ですから、個別の電荷のクー ロン力は小さいですね。

静電気は、電圧こそ高いが電荷量は少ないので、接 触型電圧計で測ると静電気が漏電して電圧計を通っ てしまう. そこで非接触電位計が使われている. 帯電する と電界が発生するが、この電界をセンサが検出して静電気 の電位を非接触で測定している(図2).

クーロンの逆二乗の法則の追試 (連載第9回) も、こ の方法で測定したのですか.

いや、キャベンディッシュ(1731~1810年)の方法 (図3)を採用している。金属球の上に重なる半球2 個を作り、これをかぶせたまま帯電させてから取り除き、 内部にあった球に電気があるかないかを、二つの小さなコ ルク球がつるされた検電器で調べた。 これはクーロン力を 直接測定するのではなく、間接的な賢い方法を採っている.

つまり、逆二乗の法則が成り立っていれば、帯電した球殻 内部の小さな帯電体には、静電気力が打ち消し合って電荷 はゼロになる。もしわずかでも電荷が検出されたら、それ は逆二乗法則からのズレというわけだ.



ウィリアムズらの実験装置 (連載第9回)も,球殻内 部でわずかな電荷を検出したのですね.



その通り、ないはずの電荷を測るという方法は、み ごとな逆転の発想だ.



コンデンサの静電容量C[F(ファラッド)]は、蓄積 されている電荷をO[C(クーロン)], 電極間の電圧 をV[V(ボルト)]として、次式で求められます(Cはクーロ ンのCと紛らわしいが教科書通りとする).

C = O/V [F]

コンデンサの電位差を1V上昇させるのに要する電荷量

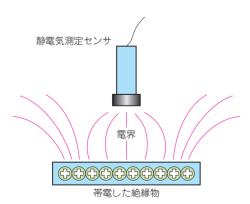


図2 非接触電位計

帯電すると発生する電界をセンサが検出して、静電気の電位を非接触で測定 する. 静電気測定表面電位計の詳しい解説は、トレック・ジャパンのWeb ページを参照。

http://www.trekj.com/technology/qm/

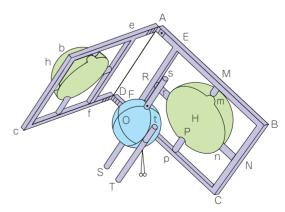


図3 キャベンディッシュの実験装置

キャベンディッシュは、クーロンの実験 (1785~89年) より 10 年以上前の 1772年に、電気力は距離の逆二乗の法則に従うことを実験で確かめた、彼 は論文を公表しなかったので、1879年にマクスウェルが紹介するまで100 年以上も世に知られなかった.