



もくじ

| | |
|--------|-----|
| まえがき | iii |
| プロローグ | 1 |
| 登場人物紹介 | 10 |

第1章 電波とは 11

| | |
|-------------------|----|
| 1.1 電界 | 31 |
| 1.2 磁界 | 32 |
| 1.3 電磁場とベクトル場 | 37 |
| 1.4 電波の進む方向とエネルギー | 45 |
| 1.5 電波は電磁波の一種 | 46 |
| 参考文献 | 47 |
| コラム 単位の接頭語 | 48 |

第2章 私たちの暮らしと電波 49

| | |
|---------------------|----|
| 2.1 電波の利用 | 63 |
| 2.2 電波で情報を送る | 63 |
| 2.3 レーダ | 67 |
| 2.4 携帯情報端末 | 67 |
| 2.5 データ通信 | 68 |
| 2.6 GPS | 72 |
| 2.7 ワンセグ放送 | 73 |
| 2.8 電波時計 | 73 |
| 2.9 電波を送受信する装置：アンテナ | 74 |
| 参考文献 | 85 |

第3章 電波の伝わり方 87

| | |
|------------------------|----|
| 3.1 空間を伝わる波：何が伝わっているのか | 94 |
| 3.2 波特有の現象と電波の伝わり方 | 95 |

| | | |
|------------|--------------------------|------------|
| 3.3 | 導体を伝わる電磁界の波 | 101 |
| 3.4 | 屈折, 透過, 反射の一般論 | 103 |
| 3.5 | 金属や水に侵入した電波の振舞い | 108 |
| | 参考文献 | 111 |
| 第4章 | 電波と法規制 | 113 |
| 4.1 | 免許不要の無線局 | 120 |
| 4.2 | 技適マーク | 121 |
| | 参考文献 | 122 |
| 第5章 | レーダ | 123 |
| | コラム GPS衛星の仕組み | 134 |
| 5.1 | 電波とレーダ | 142 |
| 5.2 | レーダ方程式とレーダの基本構成 | 146 |
| 5.3 | 搜索レーダ | 154 |
| 5.4 | 高分解能レーダ | 159 |
| 5.5 | 気象レーダ | 162 |
| 5.6 | 合成開口レーダ | 168 |
| | 参考文献 | 175 |
| 第6章 | 追尾レーダにおける測角, 測距方式 | 177 |
| 6.1 | 概要 | 190 |
| 6.2 | 測角方式 | 190 |
| 6.3 | 測距方式 | 193 |
| | 参考文献 | 193 |
| | コラム レードーム (レーダドーム) | 200 |
| 第7章 | 電波・レーダの新しい利用 | 201 |
| | コラム 人工衛星の高度 | 211 |
| 7.1 | 宇宙太陽光発電 | 214 |
| 7.2 | 人工衛星からの電波・レーダによる観測 | 214 |
| 7.3 | 電波望遠鏡 | 220 |
| 7.4 | GPS | 223 |
| 7.5 | 大気を測定するレーダ | 226 |
| 7.6 | 地中を観測するレーダ | 227 |
| | 参考文献 | 228 |
| | 索引 | 229 |

7.000-ク



おはよう

某所某大学院

ふあ…疲れた…
さすがに眠いな…

研究も一段落したし
今日はもう帰って
寝るか…

あー…
3日ぶりの太陽は
目にしみるな…

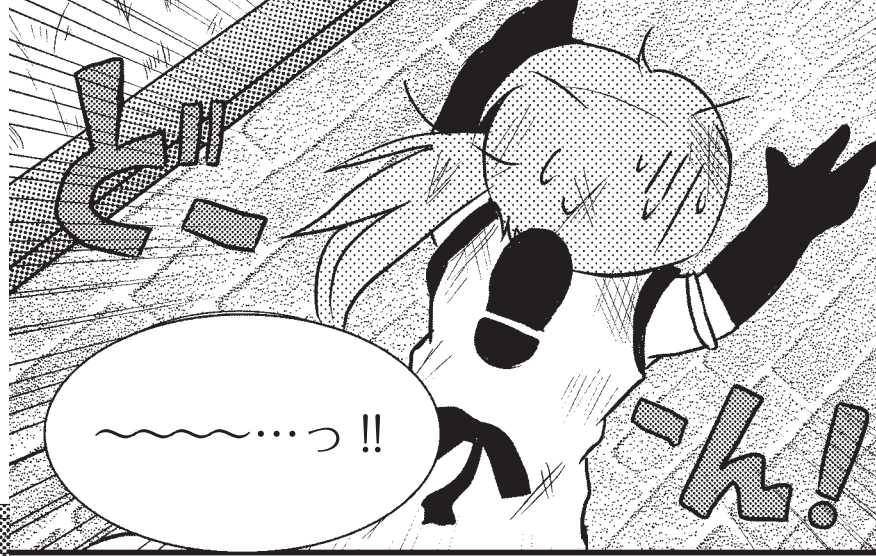
きゃんっ!

ん？
なんだ？

子犬でも
踏んだか…？

大学院生
なかしまてるひこ
中島輝彦 (23)

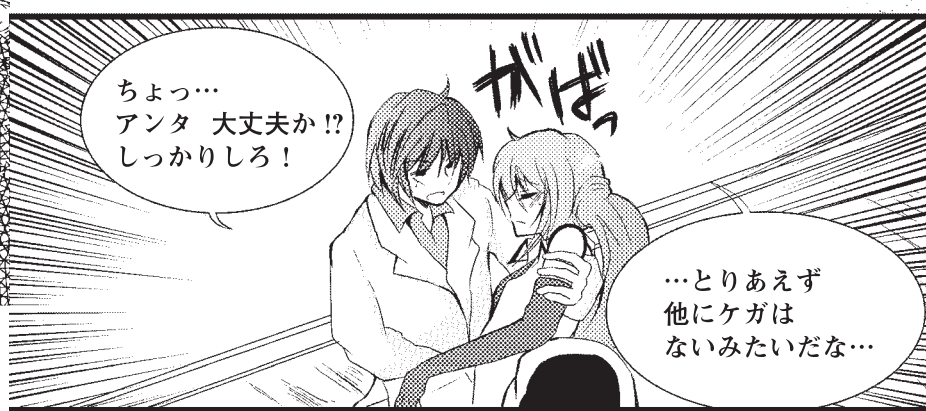
くまふまふまふ



~~~~つ !!



と!!  
!!!



ちょっ…  
アンタ 大丈夫か!?  
しっかりしろ!

がばっ

…とりあえず  
他にケガは  
ないみたいだな…

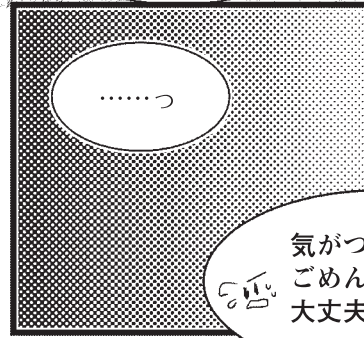


それにしても  
何だこの服は…  
髪の毛もピンク色だし…



まさかア○バで  
有名なあの  
人たちか!?

女性免疫ゼロ



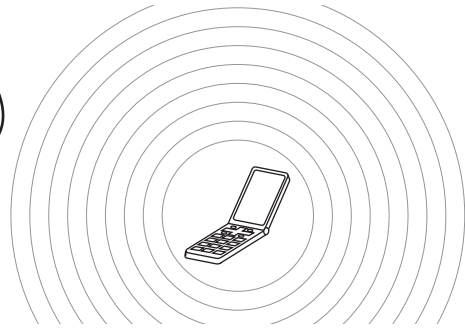
……

気がついたかっ  
ごめんっ  
大丈夫か!?





## 電波とは



さっき言った**電磁波**というのが「電界と磁界とが同時に存在し一定の関係を保ちつつ増減（振幅変動）を繰り返しながら進む波動」であることはわかったわ。



そう。電磁波は、宇宙空間にも当たり前にあるけど、見ることも、触ることも、耳で聞くこともできないエネルギーの一種なんだ。「光」や「X線」、「γ線」もこれの一種だな。電磁波を周波数ごとに分類すると、次のページの図のようになる。確かに光は見えるけど、「電界と磁界が振動している」ようには見えない。



なるほど。電界、磁界が進行方向に垂直な面内で振動しながらエネルギーを次々と伝える「横波」が電磁波かー。



ちなみに、空気を揺らして進む音波も「波」の仲間だけど、これは「縦波」で、伝わる速度、いわゆる音速は秒速約331.5 m。一方、電磁波はその一種である光の速度（光速）で伝わるんだ。したがって、秒速約30万 km。地球を1秒間で7周半するんだよ。



では、いよいよ電磁波の一種「電波」だ。これに、我々人類はさまざまな情報をのせて、通信、治療、産業に役立てているんだよ。つまり**電波**とは、ふつう「3000GHzより低い周波数の電磁波」のことを言ってるんだ。



周波数？  $\text{G} \text{H} \text{z}$   
ギガヘルツ？



あっそうか。周波数の単位のこと、まだ言ってなかったっけ。**周波数**は波が1秒間に振動する回数で、**振動数**ともいう。ギガヘルツはその周波数を表す単位のひとつなんだ。例えば距離を表すのに1000m（メートル）とか1 km（キロメートル）というみたいに。



ふ〜ん。私たちの星では、なじみがないものだわ。



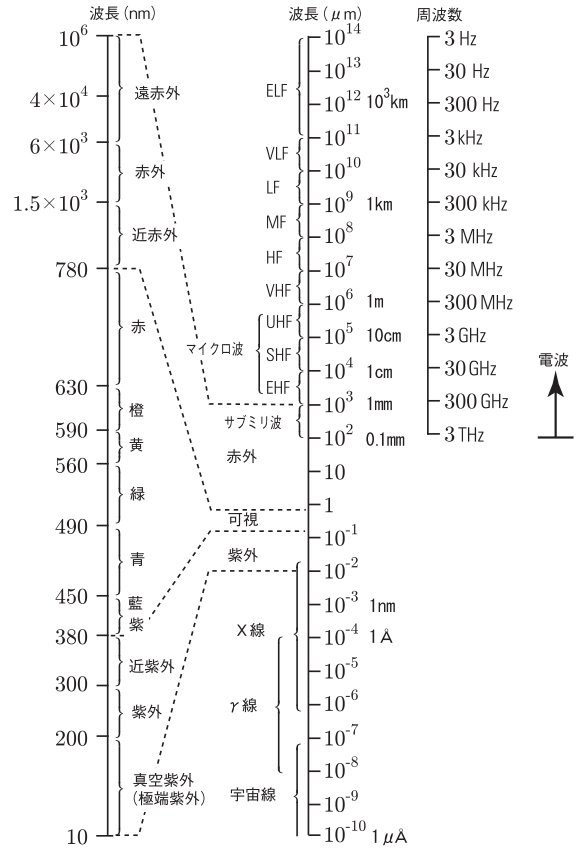
波には、**周期**があるよな。ゆっくり変化する波は長い周期、速く変化する波は短い周期。なので、この周期を1秒間という時間で区切って計算したものが周波数、つまり1秒間に何回振動を繰り返したかを表す数字のことで、単位はHz（ヘルツ）を使っているのさ。



あれ……でも、さっきGHzって言ったわよね。



1 KHz（キロヘルツ）は  $1000\text{Hz} = 10^3 \text{ Hz}$   
 1 MHz（メガヘルツ）は  $1000\text{KHz} = 10^6 \text{ Hz}$   
 1 GHz（ギガヘルツ）は  $1000\text{MHz} = 10^9 \text{ Hz}$   
 1 THz（テラヘルツ）は  $1000\text{GHz} = 10^{12} \text{ Hz}$   
 というかんじだ。この「メガ」とか「ギガ」は周波数以外にも使われているんだ。



# 第1章 電波とは

## 解説

### 1.1 電界

#### 1.1.1 電界とは

電荷を持ったものの周りには電界が生じます。しかし、電界は目には見えません。では電界が実際に存在するかどうかを知るにはどうすればよいのでしょうか。電荷を持つものを持ってきて、その電荷が何らかの力を空間から受ければ、そこには電界が存在すると言えます。こう考えると、**電界**というのは次のように定義できます。「電界とは、電荷に力を及ぼすような性質を持った空間である。」

電界の様子は、通常**電気力線**で表します。電気力線については、後の節でもう少し詳しく説明します。簡単に説明すると、電気力線は、電界の方向（プラスの電荷が受ける力の方向）が接線になるような曲線です（図 1.1）。また、電界が強いところでは電気力線の密度が高くなります。点電荷が形成する電気力線は、その単位電荷を中心とした放射状になります（図 1.2）。図 (1.2) から、点電荷に近い領域のほうが電気力線の密度が高い、すなわち電界が強いことがわかります。

ところで、電界は、**電場**とも言います。どちらも同じものを指していますが、なんとなくニュアンスが異なるようです。一般に、物理系統の人は「電場」を、工学系統の人は「電界」と言うのを好むようです。この後に出てくる磁界も同様です。しかし、電界と磁界が一緒になった場合は、「電磁界」とはあまり言わず、「電磁場」と言うことが多いようです。

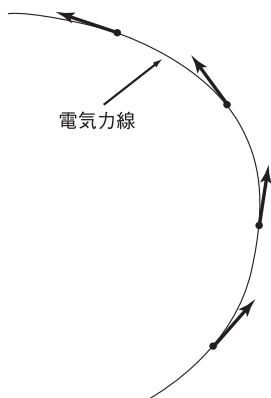


図 1.1 電気力線

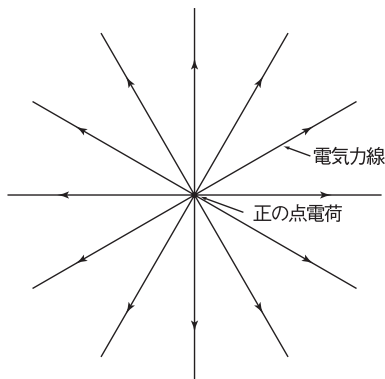


図 1.2 点電荷が形成する電気力線