

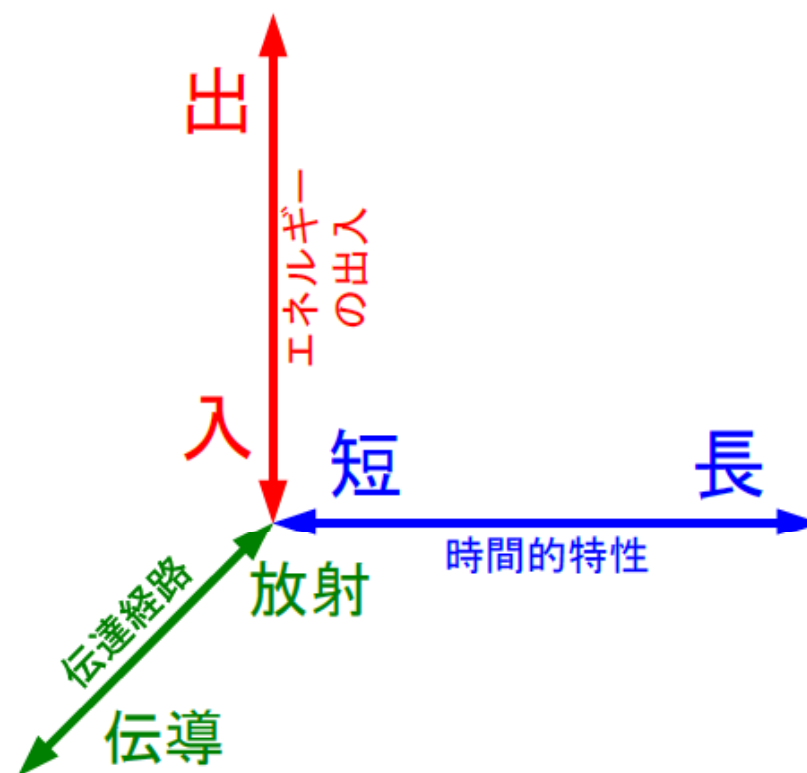
1.1.7 ノイズの多面性

これまで見てきた様々な特徴からノイズを多次的的に捉えると、様々なノイズとその現象に関して、頭の中を整理しやすくなる。

- ノイズエネルギーの出入り
 - 装置や基板から「出る」(EMI)
 - 装置や基板に「入る」(EMS)

- ノイズの時間的特性
 - 比較的短時間又はパルスの
 - 長時間又は連続

- ノイズエネルギーの伝達経路
 - 伝導性 (ケーブルや金属を伝わる)
 - 放射・誘導性 (空間を電界、磁界、電磁界で伝わる)



1.2.1 ノイズと電磁気学

ノイズ問題にあたって、最も基本的で重要な考え方は…

ノイズも信号も、同じ物理法則に従う

つまり、

- ノイズが特別な法則に従うわけではない→**ノイズを特別視する必要はない**
 - 神出鬼没に見えるノイズも、**信号と同様にコントロールできる**
- という視点に立って考えることが重要（但し、**知識と少しのコツ**が必要）

とはいえ、ノイズの書物は数式・理論がいっぱい…

○○の法則、××の方程式…まるで大学の電磁気学の教科書

$$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \quad \dots (a)$$

$$\nabla \times \mathbf{H} = \sigma \mathbf{E} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} \quad \dots (b)$$

Maxwell 方程式の一部

式を「読む」（計算は考えない）

- (1) **磁界が時間変化**する所に
- (2) **電界の渦巻き**あり
- (3) **電界が時間変化**する所に
- (4) **磁界の渦巻き**あり

→式に振り回されず、基本的な事項を定性的に理解する。計算は計算機に

但し数値計算はモデルが重要。モデルを立てるために、電磁気学が必要

1.2.1 ノイズと電磁気学

ノイズ問題にあたって、最も基本的で重要な考え方は…

ノイズも信号も、同じ物理法則に従う

つまり、

- ノイズが特別な法則に従うわけではない → **ノイズを特別視する必要はない**
 - 神出鬼没に見えるノイズも、**信号と同様にコントロールできる**
- という視点に立って考えることが重要（但し、**知識と少しのコツ**が必要）

とはいえ、ノイズの書物は数式・理論がいっぱい…

○○の法則、××の方程式…まるで大学の電磁気学の教科書

$$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \quad \dots (a)$$

$$\nabla \times \mathbf{H} = \sigma \mathbf{E} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} \quad \dots (b)$$

Maxwell方程式の一部

式を「読む」（計算は考えない）

- (1) **磁界が時間変化**する所に
- (2) **電界の渦巻き**あり
- (3) **電界が時間変化**する所に
- (4) **磁界の渦巻き**あり

→式に振り回されず、基本的な事項を定性的に理解する。計算は計算機に

但し数値計算はモデルが重要。モデルを立てるために、**電磁気学が必要**

1.3.3 スペクトル測定

(1) スペクトルの測定原理

EMCに限らず、ノイズ問題の解決には

どの周波数でどんな強さのノイズが出ているのか

つまり、ノイズのスペクトルを詳しく知ることがカギ

スペクトルの測定器 → スペクトラムアナライザ（スペアナ）

横軸が周波数、
縦軸が強度（orパワー）
つまり…
周波数ごとの信号の強さを
どうやって測定するのか

原理はラジオやTV（受信機）とほぼ同じ
- 受信する周波数（周波数ダイヤル）を
変えながら
- その周波数での信号の強さを記録する
という動作を、機械的に（高速に）行う
装置があれば測れる

EMC規格は何のためにあるのか（規格の要求）

(1) 放送・通信の保護

機器・システムから放出される電磁エネルギーが、放送の受信や通信に干渉（混信）するのを防ぐ



装置から出る電磁放射を一定レベル以下にすることで、放送や通信を妨害から守る（ゼロにしろとは求めている）

(2) 安全や性能の確保

機器・システムが外からの電磁エネルギーによって、危険な状態に陥ったり必要な性能を失うことを防ぐ



装置のイミュニティ性能を一定レベル以上にすることで、安全や基本的な性能を確保する

2.3.1 静電気放電

IEC 61000-4-2:2008

静電気放電の試験

装置の、基本的にはユーザ等が触れることができる部分と筐体について、最も意図しない動作が起きやすいモードで動作させ、以下のように行う

(1) 直接放電（**接触放電**）

ユーザ等が触れられる、**導電性のある部分**について、先端の尖った放電ガン contacts を接触させたまま、少なくとも10回の放電を印加する

(2) 直接放電（**気中放電**）

ユーザ等が触れられる、**導電性のない部分**について、先端の丸い放電ガンを放電の都度近づけながら、少なくとも10回の放電を印加する

(3) 間接放電

筐体の**側面、底面に配置した結合板**に、少なくとも10回の放電を印加する（裏返して置ける装置は天地も試験する）

EUTが大きくなると、可触部分も多くなり、非常に試験時間が掛かる

3.1.1 ノイズ問題の特質

ノイズ・EMCの問題解決が、**技術的になぜ難しいのか**考えてみると…

(1) ノイズは目に見えない（捉えどころがない）

電気信号そのものは目に見えないが、さらに、空間を飛ぶ電磁波や放電の高速現象は、測定器でも（直接）正しい波形が見えない

(2) 神出鬼没である（再現性がない）

微妙な条件の差で、結果が真逆になることがある。ノイズの場合「神は細部に宿る」ので、僅かなGND接触の差等も、結果に影響してくる

(3) エネルギーの流れが双方向である

エミッションに加え、イミュニティも考えなければならない。どちらかだけなら楽なのに…

(4) 技術習得が難しい（伝統芸術的技術？）

(1)や(2)の特性に加え、ある程度の電磁理論を必要とするので、技術として確立しづらく、個人や一部のノウハウレベルに留まりがち

これらをどうやって克服すればいいのか？

3.2 設計時の対策技術

複写厳禁

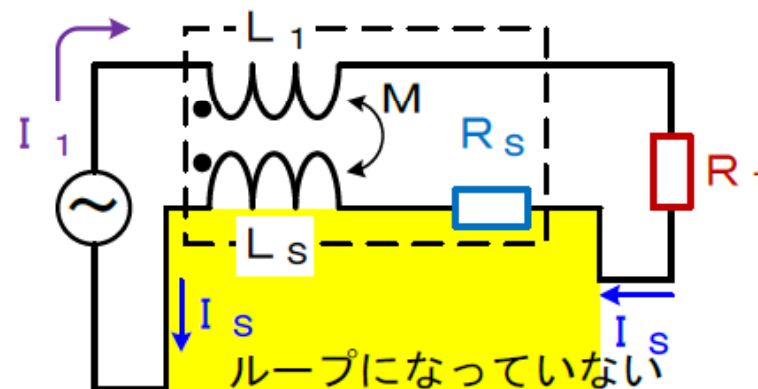
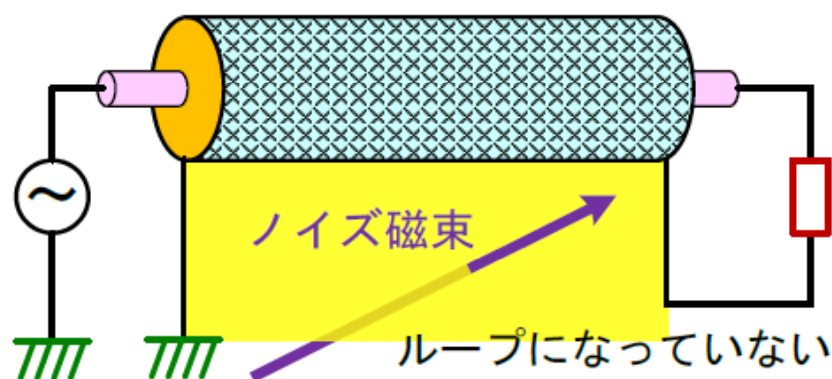


倉西技術士事務所

3.2.3 機内・機外ケーブル

(1) シールドケーブルの端末設計

片端接地の場合



片端接地の回路モデルによる現象の説明

- I_1 の戻り電流は常にシールド線側 I_s と等しい (I_G はない)
- 信号周波数に関係なく、上の関係 ($I_1 = I_s$) が成立つ
- シールド線と接地線で作るGNDループがなく、ノイズ磁束が鎖交しても (ノイズ) 起電力は発生しない
 - 両端接地…周波数が低いほどGNDループが磁界ノイズを拾い込む
 - 片端接地…周波数に関係なく磁界ノイズが混入しない