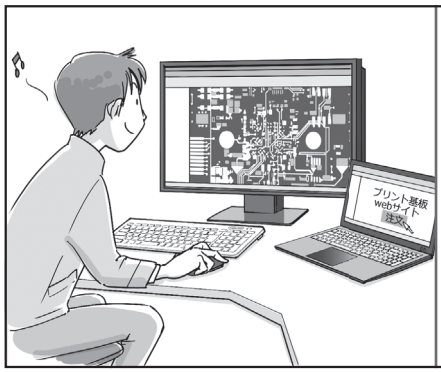
本誌のご購入はこちら

連載



理解が近道！信号設計から電源ノイズまで

回路動作から設計するプリント基板入門

第17回　基板パターン上での共振現象をSパラメータで読み解く

柿本 哲也 Tetsuya Kakimoto

今回は，Sパラメータの特性と，物理的＆回路的な現象との関係について説明します．

Sパラメータは，**図1**のように，入力に反射してきた成分の比率(S_{11})や，透過して出力に現われる成分の比率(S_{21})を表します．例えばアンテナは，入力した電力が共振周波数あたりで電波になって消費されます．つまり共振周波数あたりでS_{11}が小さくなります．また，損失がある伝送線路を通ると，周波数が高くなるほどロスでエネルギーが消費されます．つまり，周波数が高くなるほどS_{21}が小さくなります．このような物理現象を知るだけでも，かなり見通しがよくなると思います．

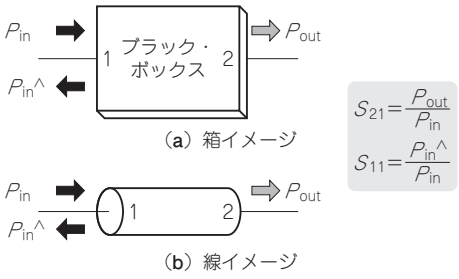


図1　Sパラメータ(S_{11}，S_{21})イメージ

- 箱でもいいし，線でもいい，とにかく自分の感覚にマッチする形でイメージを作る
- 1から2の伝送がS_{21}でS_{12}ではない．感覚的にマッチしない人も多いが慣れること(直に慣れる)
- 初心者は2to1なんて考える必要は全く無し．Sパラメータを使い，それ用のフィルタ設計などでもしない限りその必要性はほぼゼロ
- なんで，信号を入れて，帰ってきた信号を測れるのか？とりあえずは考えない，理解するまでは，そういうものだ，ということにしておく

SパラメータS_{21}が凸凹特性…配線長による共振

● Sパラメータを理解するには共振の理解が必須

反射S_{11}と透過S_{21}という範囲の理解だけだと，どうしてもSパラメータでよく見る**図2**(c)のような「周期的にぼこぼこした曲線」みたいな状況を理解できません．

Sパラメータがミステリアスなのは，このグラフを直感的に理解することが不可能だからだと思います．だから半端で筋の悪いやり方だと，永遠に良い感じのところまで理解ができないのだと思います．

周期的なぼこぼこ曲線を理解し読み解くためには，知らなければならないポイントがあります．それは共振(現象)です．そもそもSパラメータは共振を表現するために存在しているようなところもあります．ということで，共振を理屈と実践で理解しましょう．

● あらためての共振現象の原理の確認

図2に示すイメージで長さによる共振の原理を確認します．中学か高校のときに「管の共鳴現象」や「開口端補正」という物理現象を学びましたね，あれです．そのイメージをそのまま基板に当てはめれば良いです．

共鳴も共振も字面が違うだけで同じです．この理屈とイメージがしっかりできていない人はSパラメータ

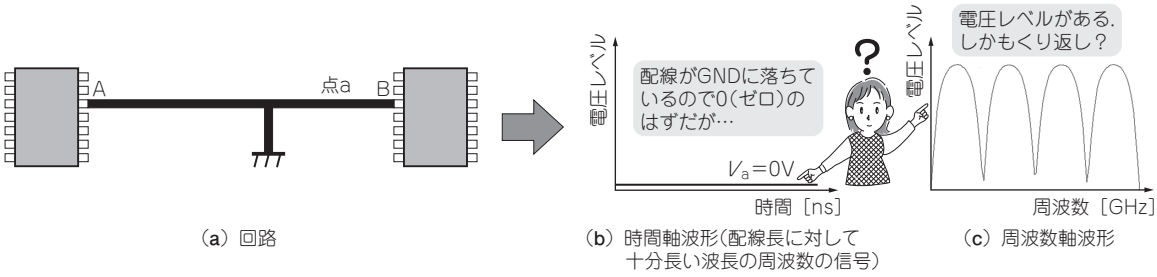


図2　信号における時間軸と周波数軸の違い

第4回　ディジタル信号シミュレーションに使う「IBISモデル」とは(2024年9月号)
第5回　I/O信号モデルIBISの中身を読み解く(2024年10月号)
第6回　配線インピーダンスと配線遅延(2024年12月号)