第21回パワエレフォーラム
- 2026 -

リップルノイズ測定のノウハウと自動測定のすすめ

2026年02月06日　株式会社計測技術研究所
パワエレ営業　小山　知剛
秋元　孝文

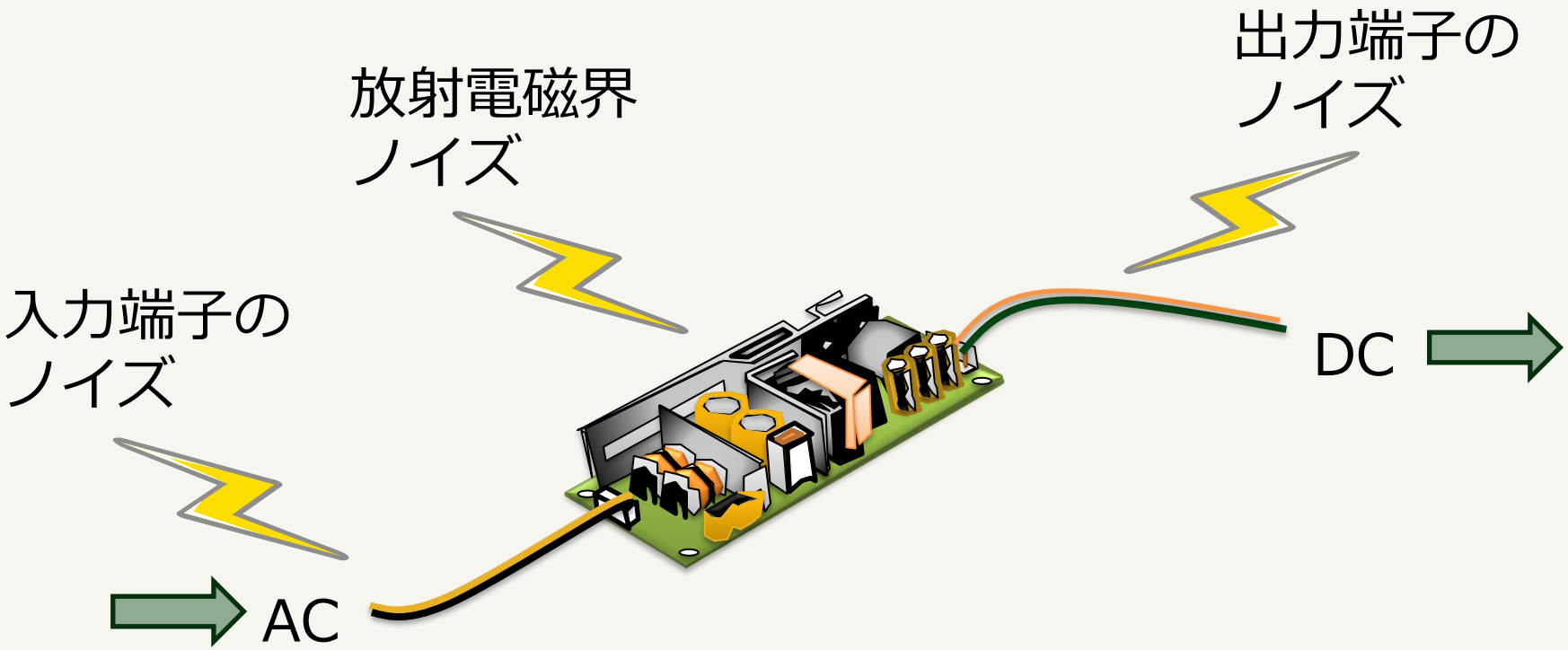
Copyright © Keisoku Giken Co., Ltd. All right reserved.

概要

- ノイズ測定がなぜ難しいか
- コモンモードノイズの抑制方法
- プローブの選定
- オシロスコープを用いた測定デモ(動画)
- 自動計測のすすめ
- リップルノイズメータ測定デモ(動画)

Copyright © Keisoku Giken Co., Ltd. All right reserved.

スイッチング電源のノイズ経路

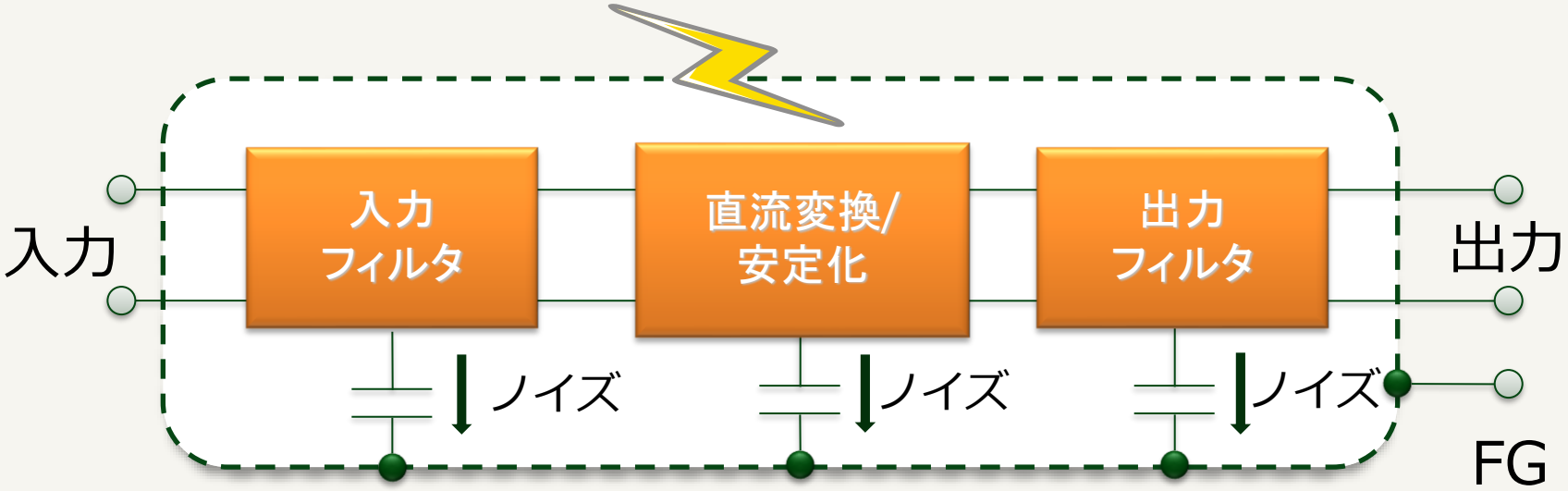


Copyright © Keisoku Giken Co., Ltd. All right reserved.

ノイズの発生源

ノイズ源

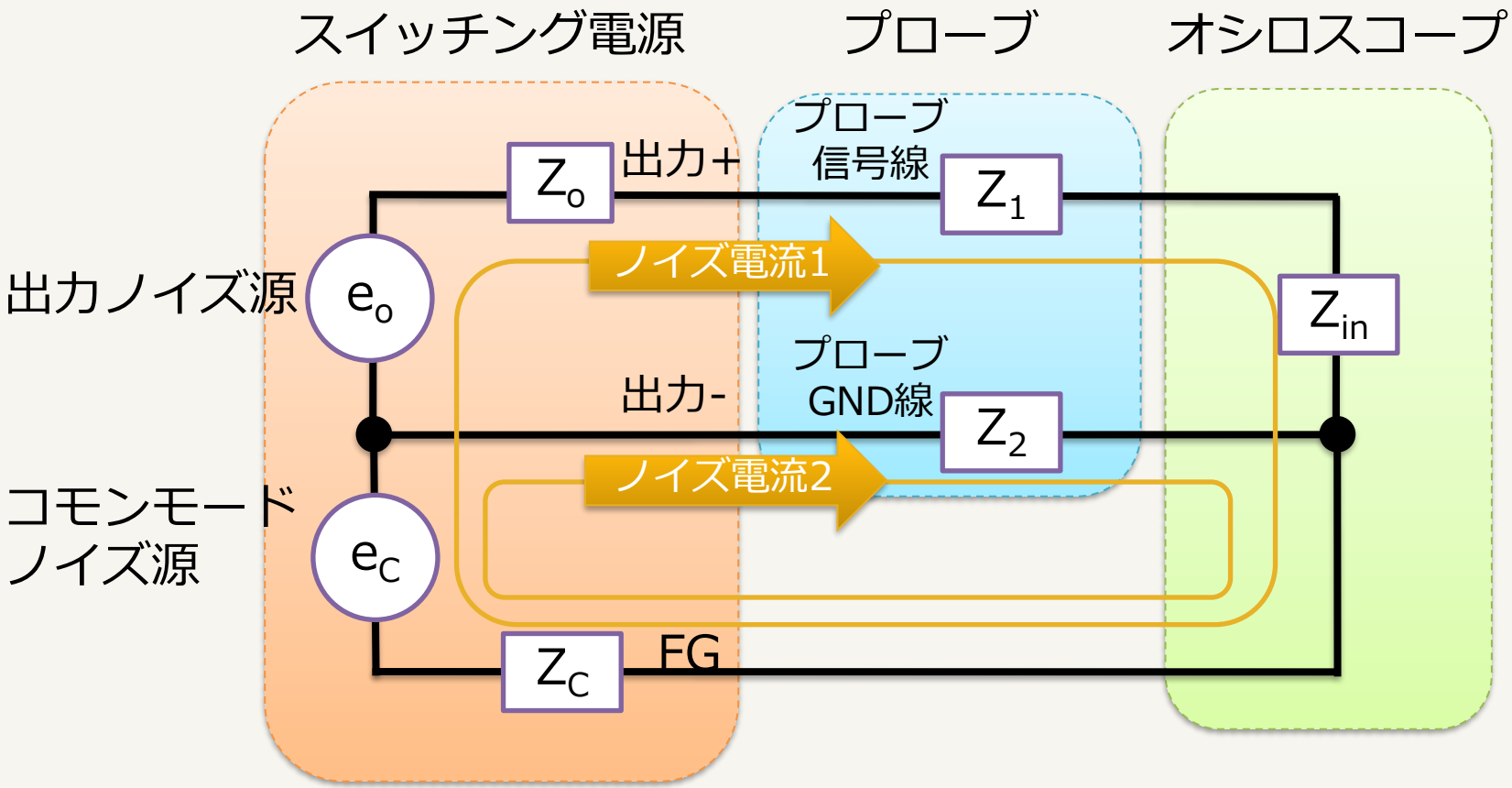
100V～200Vの高電圧パルス波が発生



スイッチング電源の概要図

Copyright © Keisoku Giken Co., Ltd. All right reserved.

なぜノイズ測定が難しいのか？



Copyright © Keisoku Giken Co., Ltd. All right reserved.

コモンモードノイズの抑制方法

項	抑制方法	課題と問題
1	オシロの対地 インピーダンスを高くする	抵抗挿入や接地を浮かす方法。低周波のみ有効でオシロは50p～200pF対地容量。高周波で低いインピーダンスとなる
2	電源のコモンモード インピーダンスを高くする	1と発想が同じで電源側にコモンモードチョークコイルを挿入する方法。ただしノイズ源が大きい場合効果がない
3	電源のFGを 低インピーダンスで接地	コモンモード電流を電源のFG経由として抑制する方法。 ただしノイズ源のコモンモード電流が小さい場合に有効
4	コモン出力端子の短絡	プローブにインピーダンスよりも短絡ケーブルのインピーダンスが低い場合のみ有効。太い線の配線は必要であり現実的でない

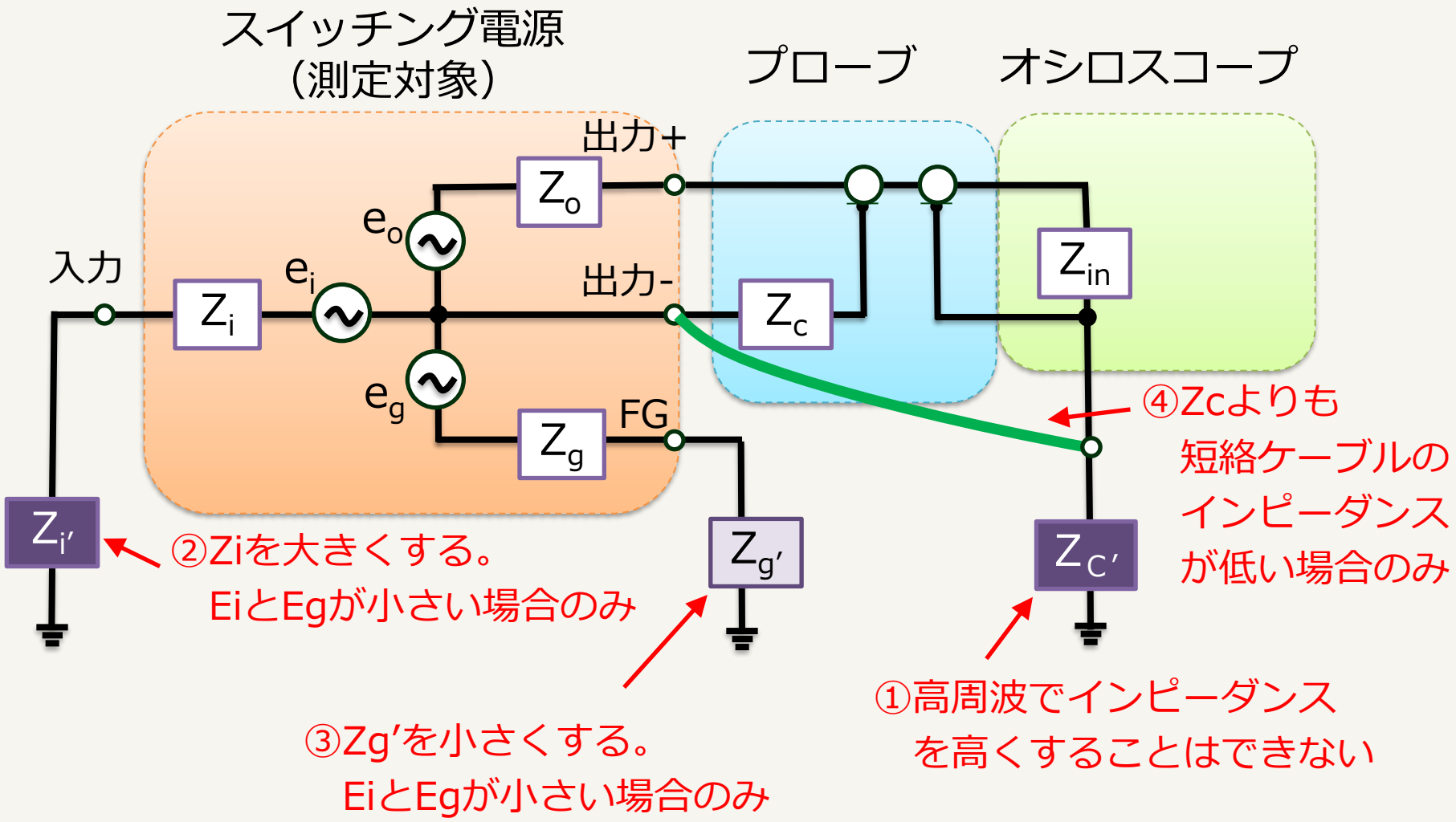
・高周波帯域では、寄生容量によって意図しない箇所にノイズの回り込みが発生

・回り込みに起因するコモンモードノイズ電流を抑えるのは難しい

測定するプローブを正しく
選定することが重要

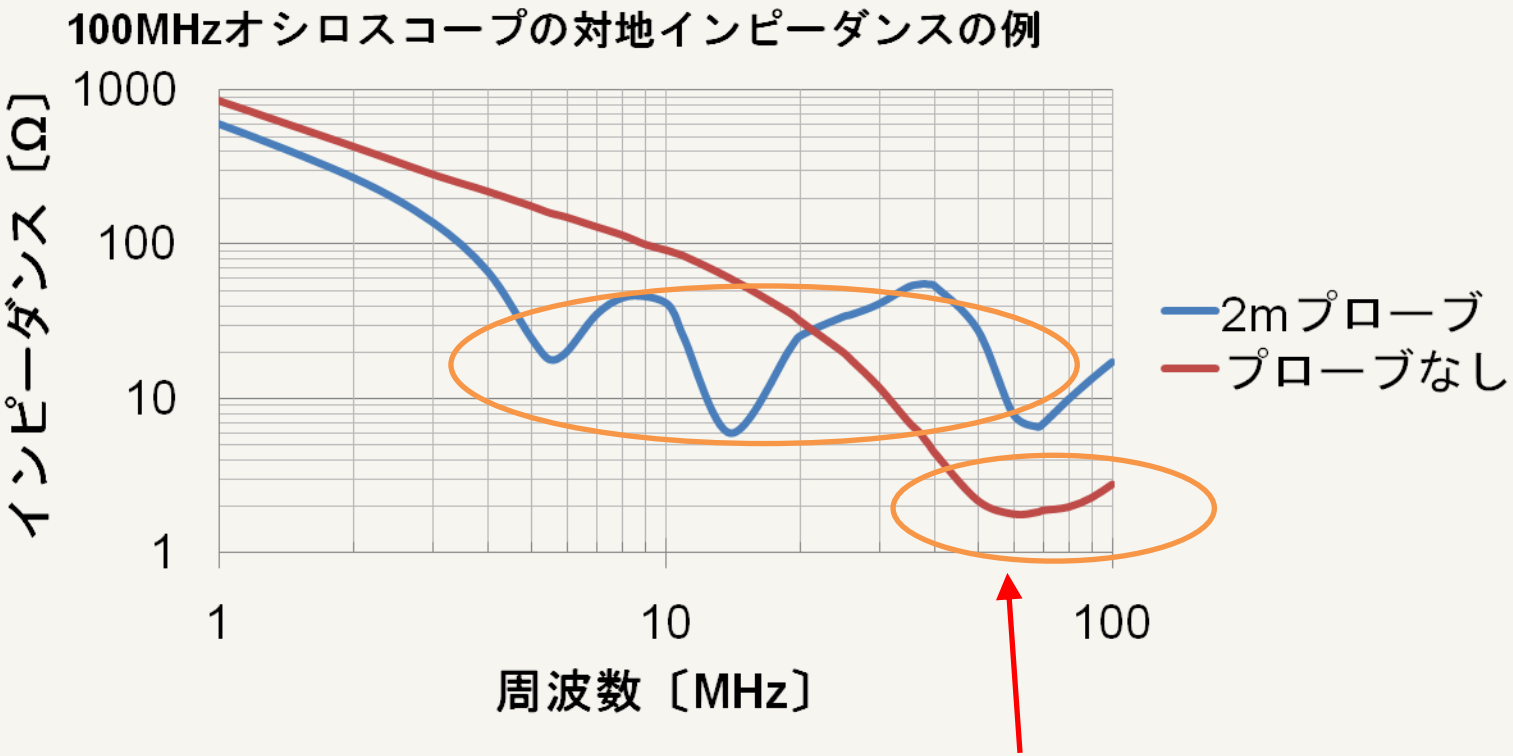
Copyright © Keisoku Giken Co., Ltd. All right reserved.

コモンモード抑制箇所に関して



Copyright © Keisoku Giken Co., Ltd. All right reserved.

付録１ オシロスコープの対地インピーダンス

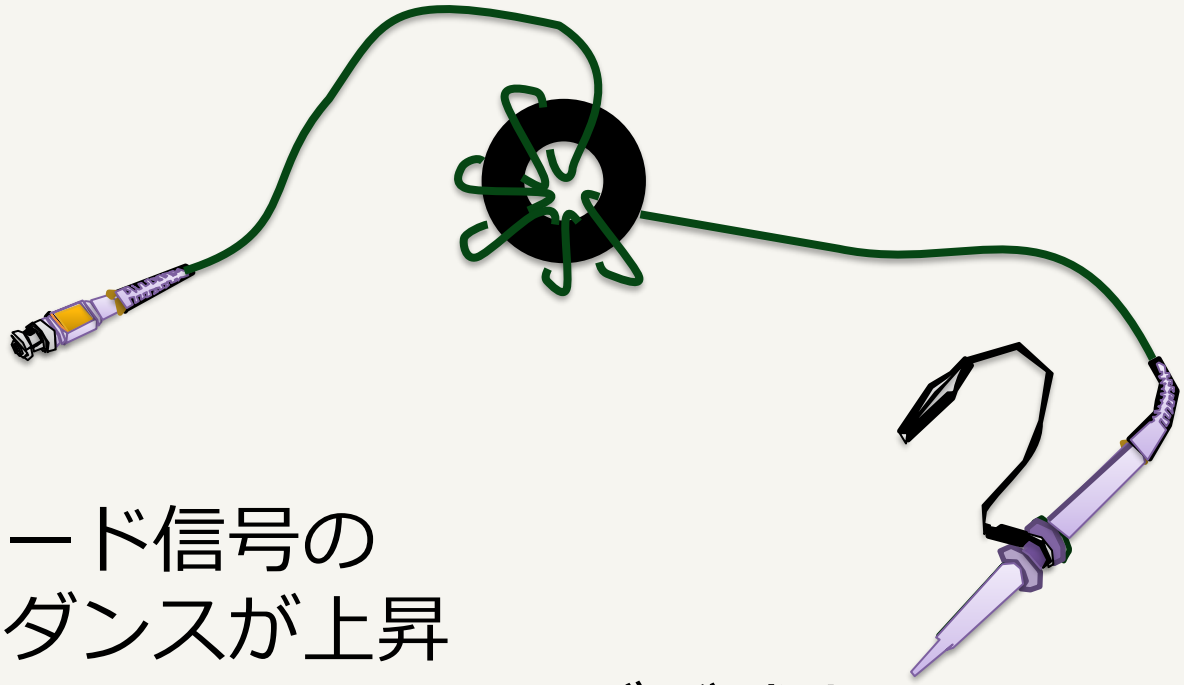


50p～200pFの対地容量
アースを接地を浮かしても対地間の
インピーダンスは低い

Copyright © Keisoku Giken Co., Ltd. All right reserved.

付録２ トロイダルコアにプローブを巻く

コモンモードノイズ経路のインピーダンスを高くする方法以外にプローブにてインピーダンスを高くして測定する方法



コモンモード信号の
インピーダンスが上昇
=>　コモンモードノイズが減少
　　ただしプローブのS/N比に問題あり

Copyright © Keisoku Giken Co., Ltd. All right reserved.

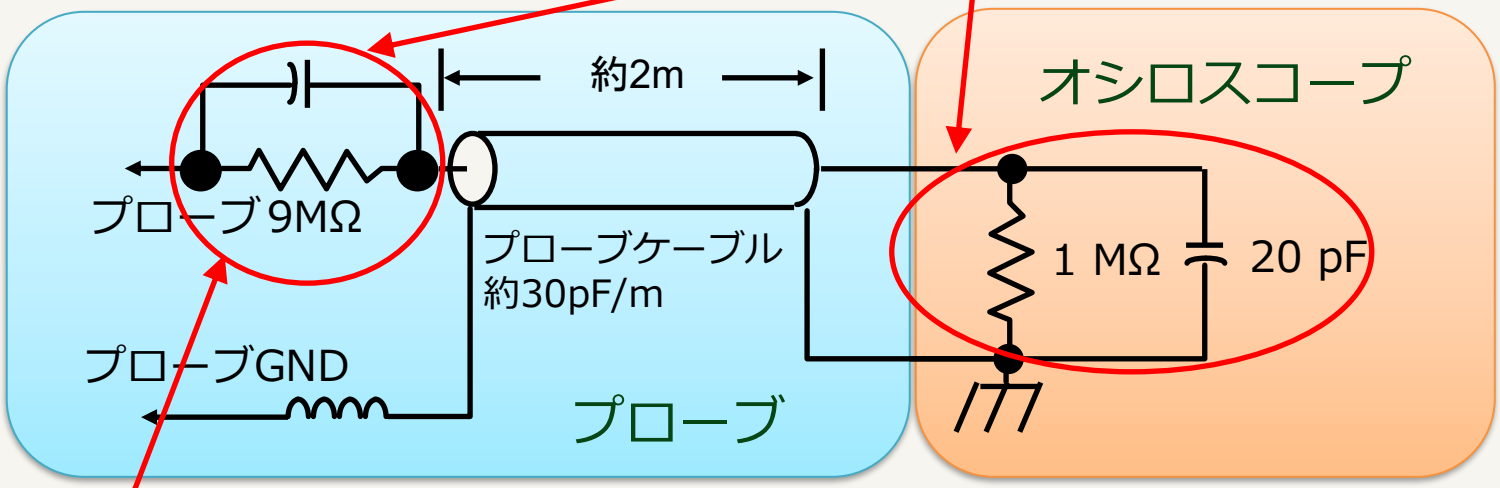
プローブの選定

- コモンモードは抑制する方法よりもプローブを選定し再現性のある測定することが重要になります

Copyright © Keisoku Giken Co., Ltd. All right reserved.

10:1 プローブのインピーダンス

CRでバランス。周波数特性がフラット（200MHz程度）



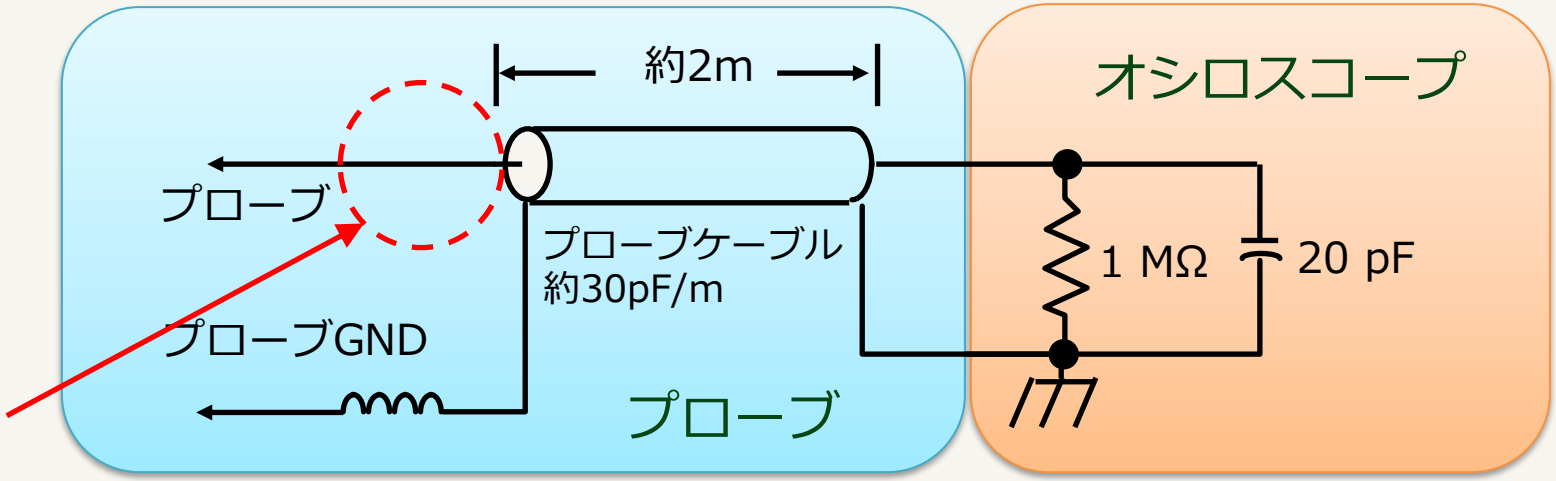
10：1 プローブ等価回路

高インピーダンス
オシロで1MΩとで10MΩ

高インピーダンスで理想だが、10：1プローブなので1/10に
分圧されてしまう為、測定するノイズレベルもつぶれてしまう
S/Nが悪くなり低いノイズレベルの測定には不向き
例）100mVの測定が10mVでオシロで測定される

Copyright © Keisoku Giken Co., Ltd. All right reserved.

1:1 プローブの周波数特性



CRがないので、
周波数特定が悪い

1：1 プローブ等価回路

帯域幅	20 MHz
立上がり時間(計算値)	＜17.5 ns
減衰比	1：1
入力抵抗(1 M Ω終端時)	1 M Ω
入力キャパシタンス	約 70 pF
最大入力(DC ＋ピーク AC)	500 V CAT Ⅰ 400 V CAT Ⅱ
補正レンジ	なし
プローブ読み値	あり
ケーブル長さ	1.5 m

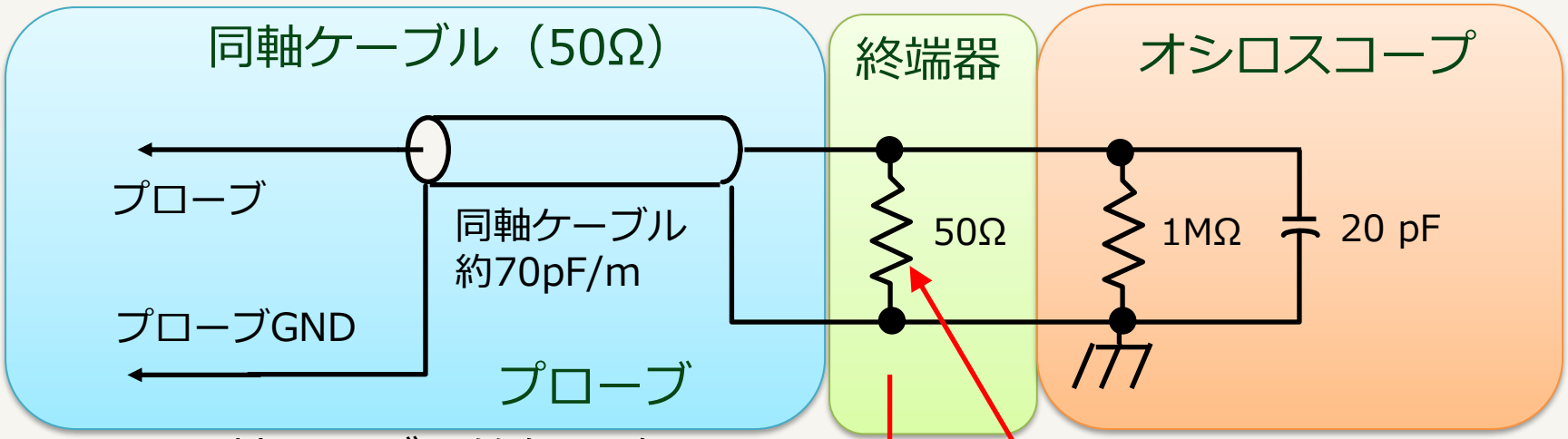
1:1パッシブプローブの特性例1

	10X position	1X position
Bandwidth	DC to 200 MHz (-3 dB)	DC to 6 MHz (-3 dB)
System Attenuation Accuracy	10:1 ±2%	1:1 ±2%
Compensation Range	15 pF-25 pF	—
System Input Resistance	10 MΩ ±3% at DC	1 MΩ ±3% at DC
System Input Capacitance	13.0 pF-17.0 pF	80 pF-110 pF
System Risetime (typical)	<2.2 ns	<50 ns

1:1と10:1切替プローブの特性例2

※一般的にはスパイクノイズも含めると、100MHz以上必要

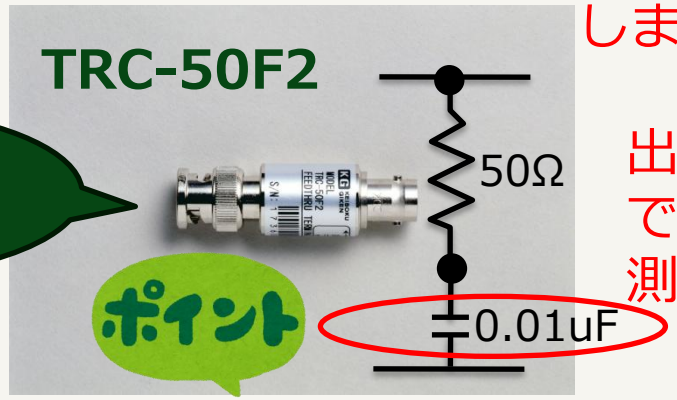
同軸ケーブル



同軸ケーブル等価回路

同軸ケーブルは1：１で周波数特性も
同軸構造でフラットとなっている

オシロに内蔵されている
終端抵抗器は定格電力が0.5W。
５V以上だと発熱し焼損して
しまう可能性あり

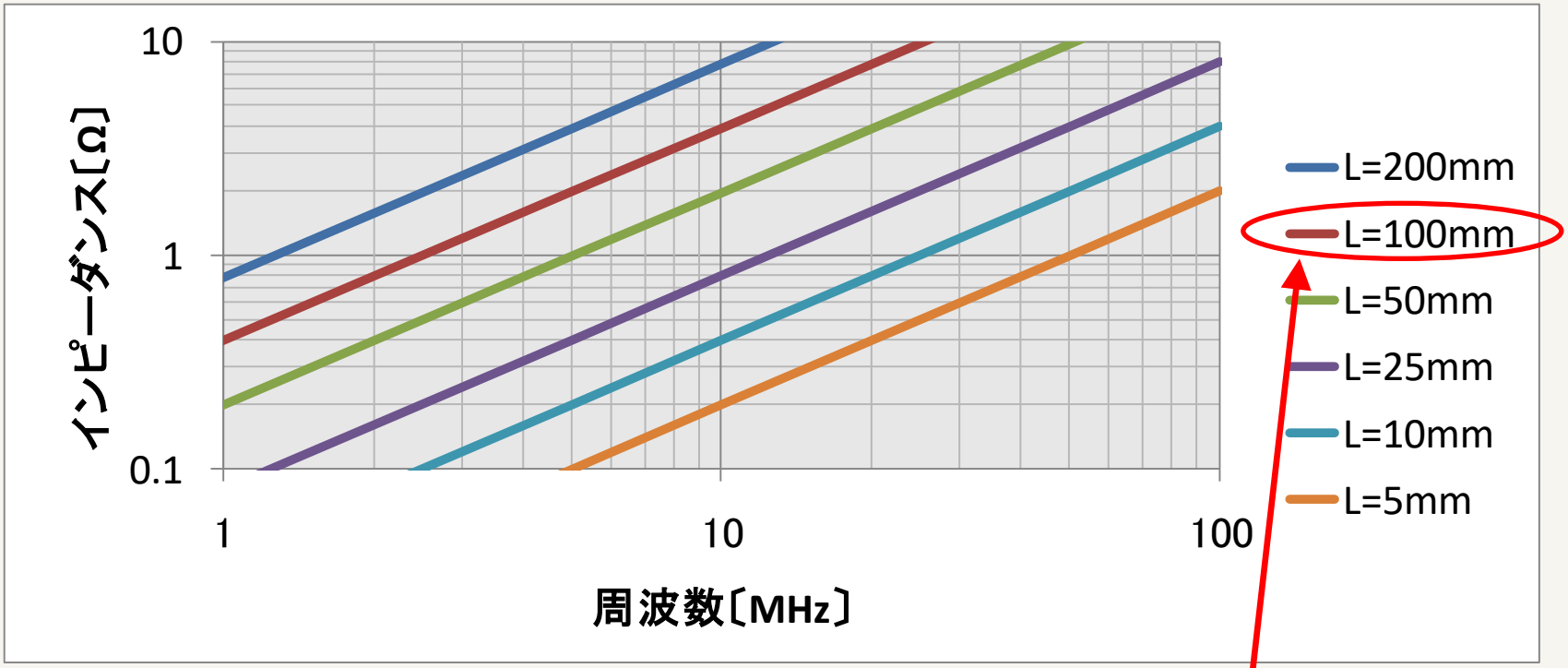


専用の高周波
終端抵抗

出力電圧が高くても1MHz以上
で終端する高周波終端抵抗で
測定する

Copyright © Keisoku Giken Co., Ltd. All right reserved.

プローブグランド線のインピーダンス



プローブグランド線のインピーダンス

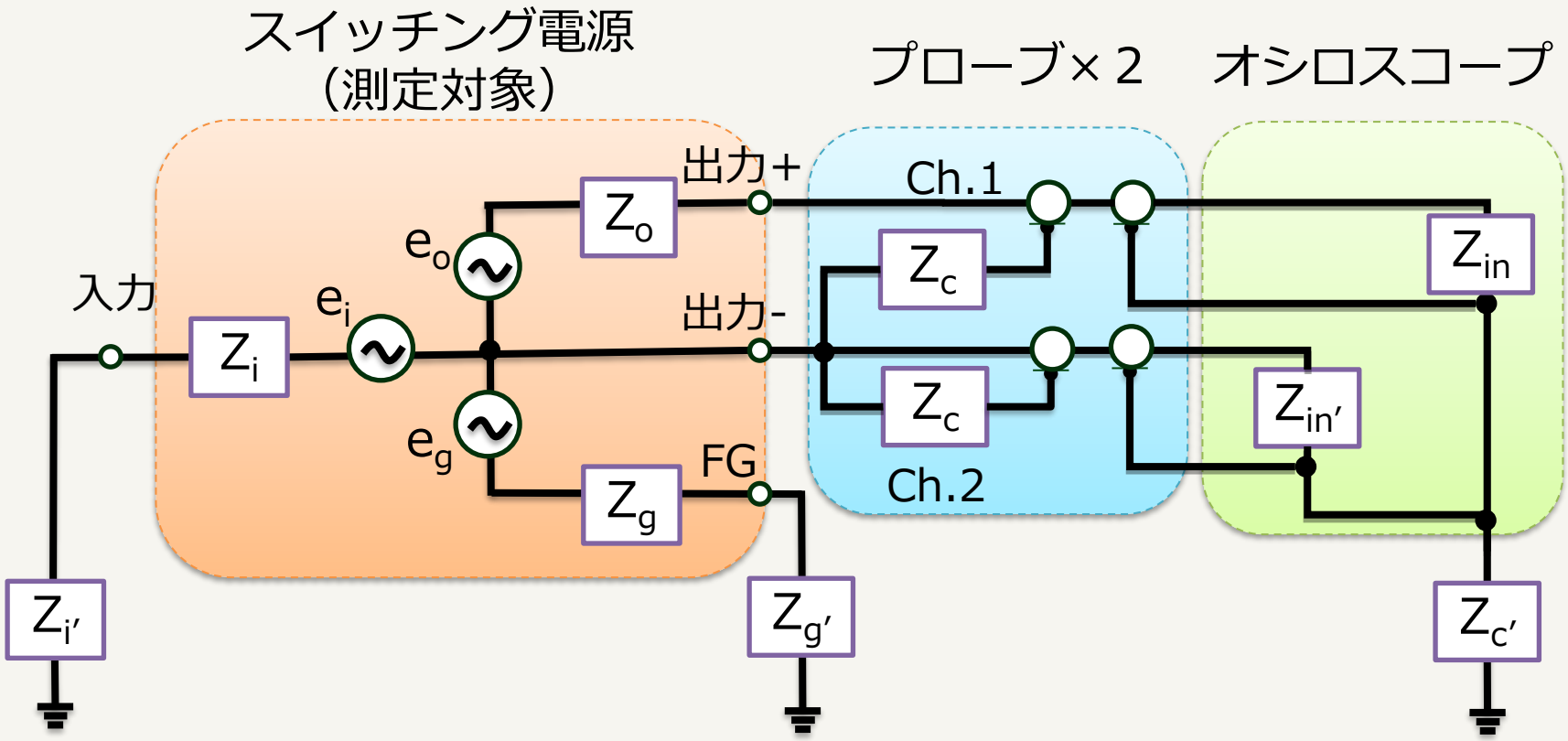
プローブのリターン線のインピーダンスが高くなると
コモンモード電流でノイズ電圧が高くなります

一般的なオシロのプローブのリターン線
の長さ10MHzで4Ω 20MHzで8Ωです

グランドリードは短くする

Copyright © Keisoku Giken Co., Ltd. All right reserved.

プローブx2を使う方法

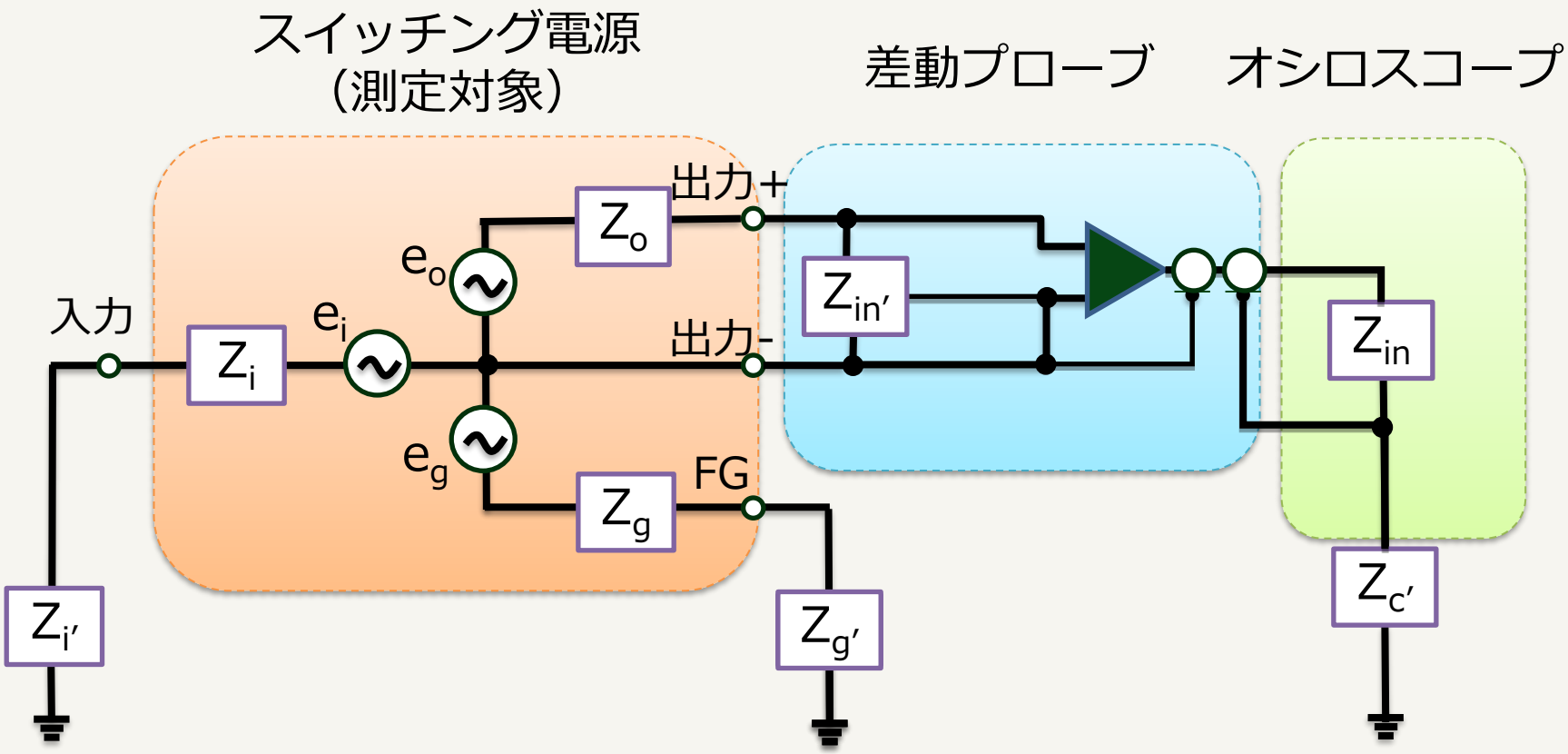


2つのチャンネルにコモンモードノイズが重畳されるので
Ch.1からCh.2を引けば同相であるコモンモードノイズが削除される

ただし、2つの信号の差をとることから、2つのプローブの周波数特性、
位相特性を全く等しくする必要があります

Copyright © Keisoku Giken Co., Ltd. All right reserved.

差動プローブを使う方法

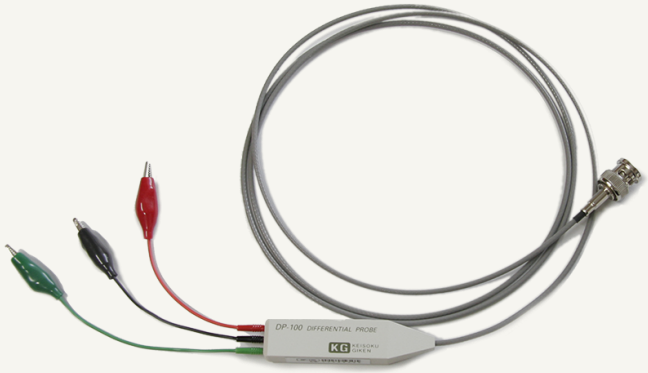


良好にコモンモードの差分が取れノイズ測定ができる。ただし価格が高額（数十万）

Copyright © Keisoku Giken Co., Ltd. All right reserved.

差動プローブ DP-100A

DP-100A外観



仕様

差動特性 CMRR = 40dB (100MHz)

最大入力電圧 ±200V　DCまたはAC p-p

減衰比 1：1

周波数帯域 DC ～ 100MHz

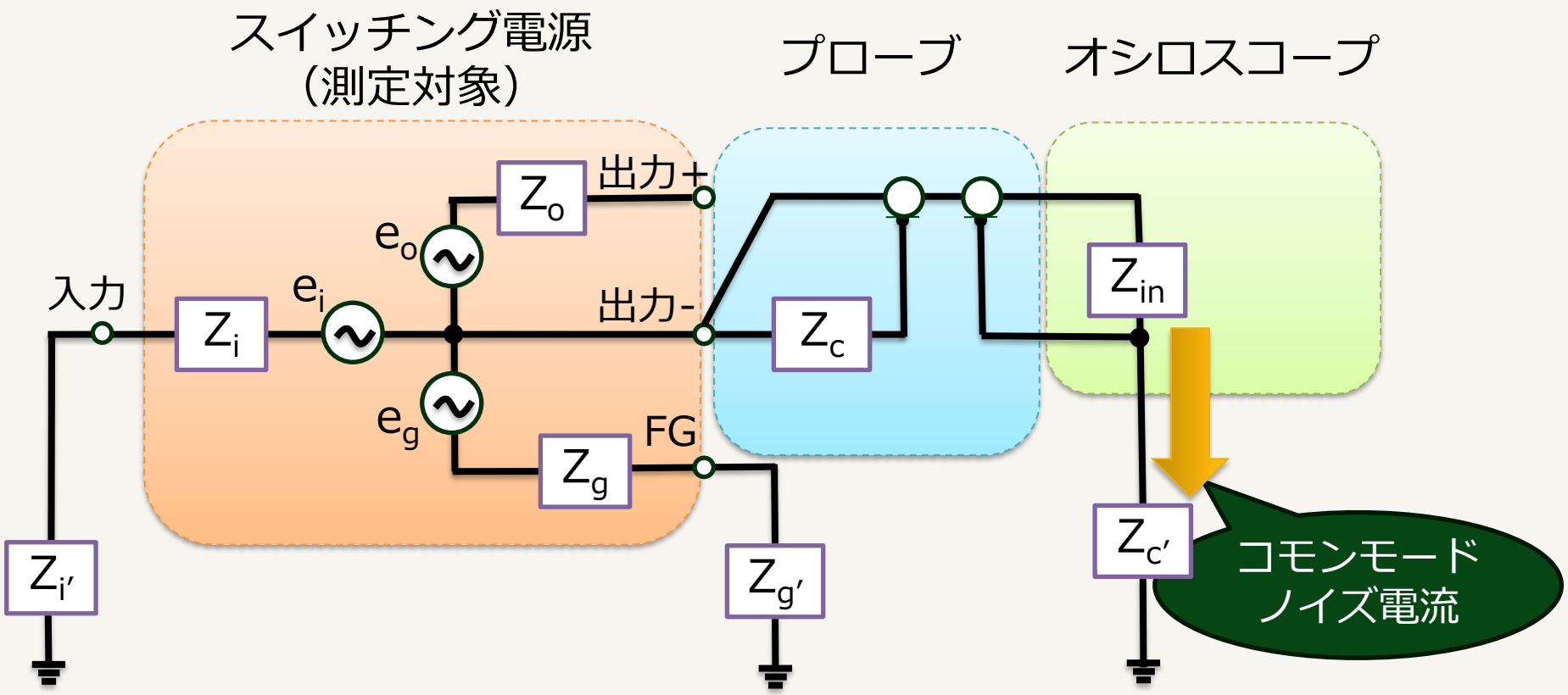
インピーダンス 50Ω(1MHz以上)

入力容量 0.01μF

スイッチング電源のノイズ測定には最適ツール！
弊社のロングセラー製品（数千本販売）

Copyright © Keisoku Giken Co., Ltd. All right reserved.

付録：コモンモードの確認方法



ポイント

プローブ先端の信号線とグランド線を短絡し電源出力の片線のみに接続。コモンモードノイズの測定誤差を簡単に観測できます

Copyright © Keisoku Giken Co., Ltd. All right reserved.

プローブ選定のまとめ

No	抑制方法	問題
1	10:1プローブ	S/N比が悪いので不向き
2	1:1プローブ	周波数特性が低い為、ノイズ測定ができない
3	プローブ×2	２つのプローブの周波数特性、位相特性を全く等しくする必要があり、非現実的
4	差動プローブ	高額！
5	**差動プローブ DP-100A**	**スイッチング電源のコモンモード除去に特化したプローブ。¥45,000と廉価**

- ノイズの回り込みを抑制するのは難しい
- 差動プローブによる測定が効果的
- プローブの先端を短絡し、コモンモード電流のレベルを確認

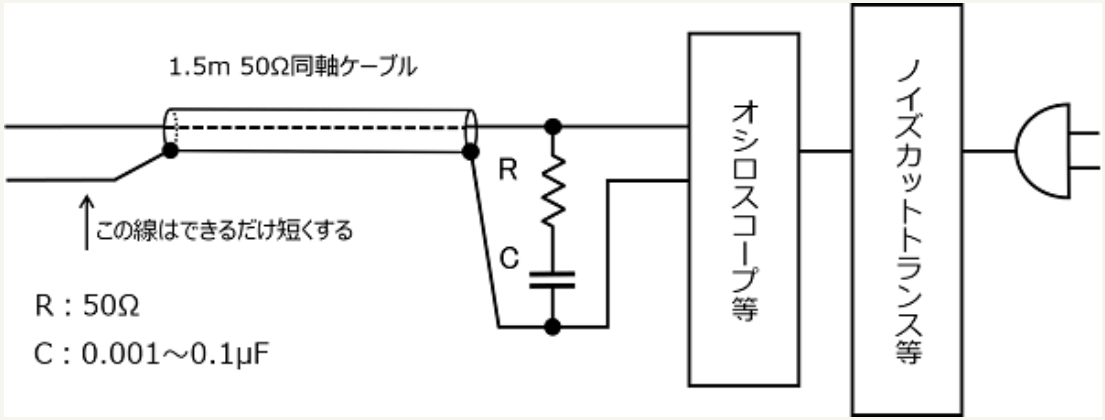
Copyright © Keisoku Giken Co., Ltd. All right reserved.

オシロスコープを用いた測定デモ：デモ動画

Copyright © Keisoku Giken Co., Ltd. All right reserved.

規格化されているリップルノイズ測定方法

前述したリップルノイズの測定方法の難しさから、一般的にオシロスコープで測定する方法が規格化(JEITA RC-9131D)



ノイズ波形測定のための接続回路

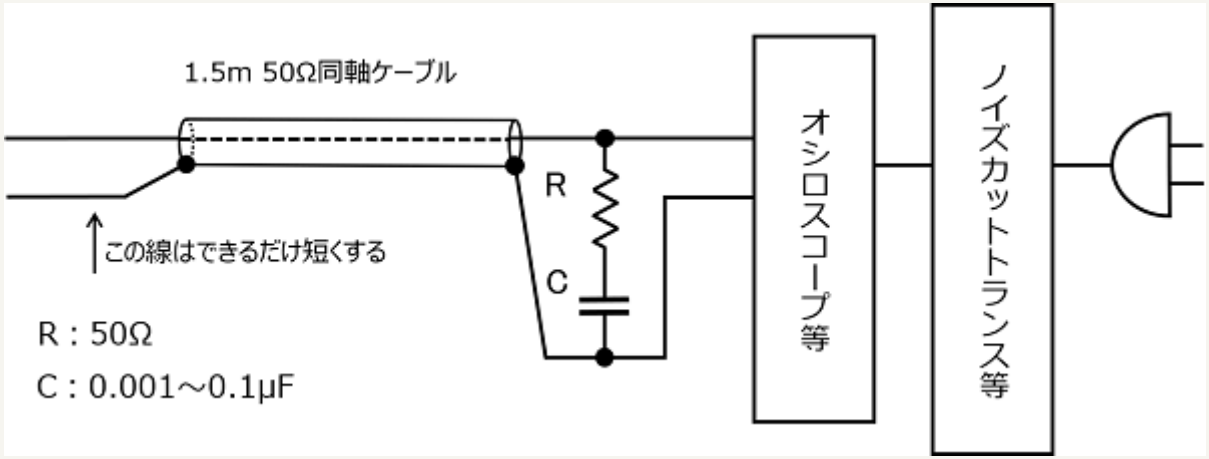
- リップル・ノイズ電圧の波形を見て測定者が判断する為、個人差による判定誤差が生じる恐れがある
- 使用する機器の違いにより測定結果が大きく異なる場合がある

測定において個人差が発生！！

Copyright © Keisoku Giken Co., Ltd. All right reserved.

付録：リップルノイズ測定規格(RC-9131D)

(2)　測定は**差動方式**で行うことが望ましい
(3)　実際の**プロービングの方式は図C**に示す
(3-1) 測定器のACラインにノイズカットトランス又はノイズフィルタを入れ、同軸ケーブルの先端線はできるだけ短くする
(3-2) オシロスコープなどの入力がハイインピーダンスの場合は、ターミネータが必要になる。
(3-3) 使用するオシロスコープは100MHz以上の周波数帯域のもので、掃引時間は非同期的な偏差を見逃さないように広範囲に切り替えて測定することが望ましい

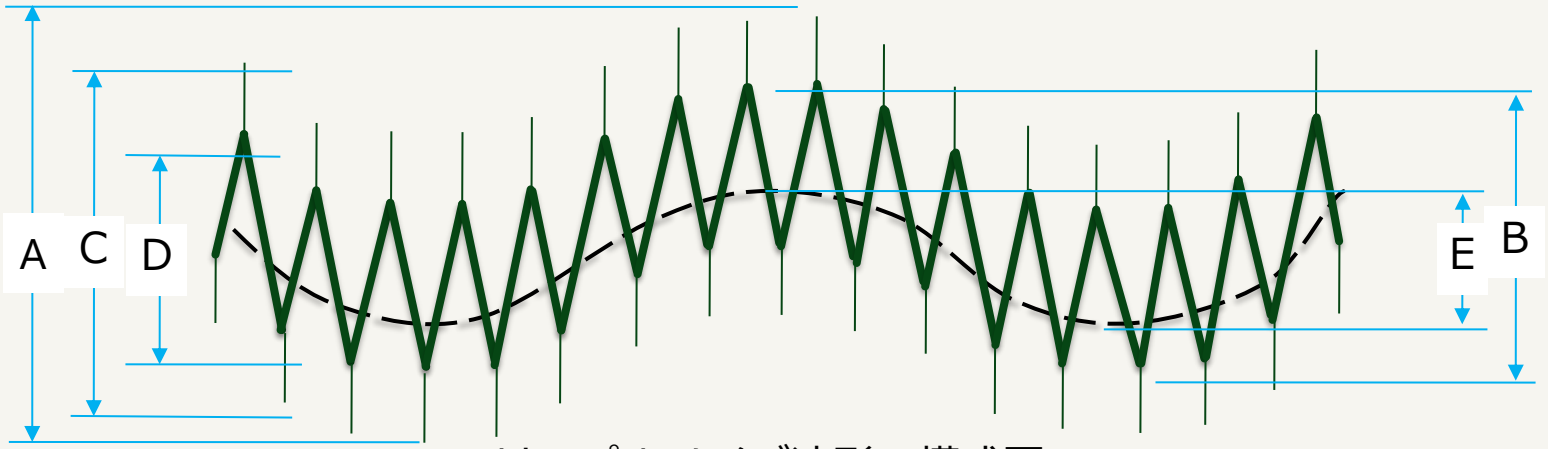


図C　プロービング方法

(3-4) 量産時における測定では、使用するオシロスコープなどの周波数帯域は(3-3)の方法による測定と相関が取れれば、100MHz以下でも良い。又は同等の性能を有する**測定器(デジタルリップル電圧メータなど)**を使用しても良い

Copyright © Keisoku Giken Co., Ltd. All right reserved.

自動化のすすめ：リップルノイズメータ



リップルノイズ波形の模式図

フィルタ設定と測定モードの選択により
各種ノイズの分割が簡単に可能です

複雑なリップルノイズ波形が・・・

該当波形	リップルノイズ波形該当部分	RM-104　フィルタ及び測定モード
A	リップルノイズ電圧 (スパイクノイズ + スイッチングリップル + ACリップル)	LF + HF, NOISE測定
B	リップル電圧 (スイッチングリップル + ACリップル)	LF + HF, RIPPLE測定
C	スパイクノイズ電圧	HF, NOISE測定
D	スイッチングリップル電圧	HF, RIPPLE測定
E	ACリップル電圧	LF,RIPPLE測定

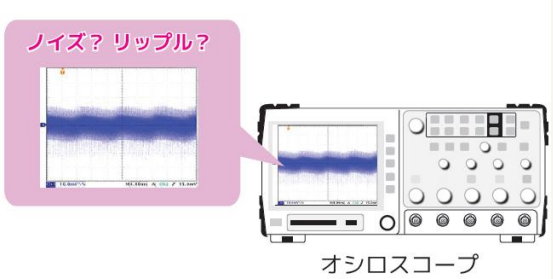
複雑なリップルノイズ波形が
簡単にデジタル値で表示可能

JEITA RC-9130Dで
規定されているノイズ

Copyright © Keisoku Giken Co., Ltd. All right reserved.

自動化のすすめ：測定の再現性(個人差無く測定)

オシロスコープによる測定

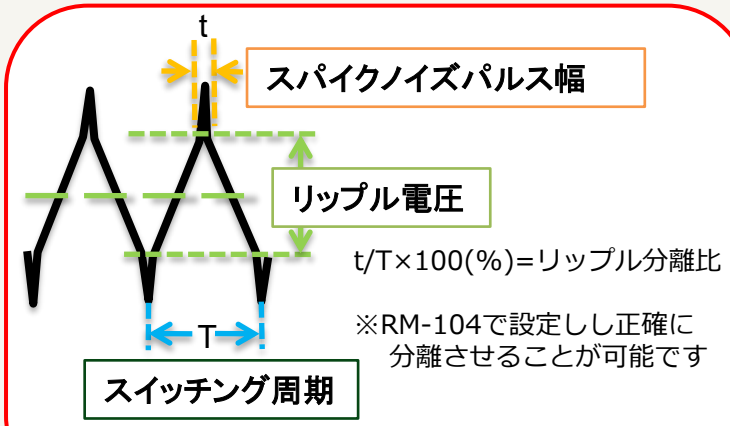


目視における個人差やオシロの操作による測定誤差があり。**再現性なし**

リップルメーターによる測定

どのノイズを見たいかフィルタ設定と測定モードの選択だけ誰でもどこでも同じ測定結果。**再現性が高い！**

■パルス幅デューティ比による分離方式



t/T×100(%)=リップル分離比

※RM-104で設定しし正確に分離させることが可能です

SW電源出力電圧波形（拡大）

応用事例：アレニウスの法則を使った寿命判定

電解液の消費量は環境温度に関係します。使用温度が10℃上がれば寿命は2分の1になり10℃下がれば寿命が2倍となる法則で10℃2倍則とも呼ばれます

一般にアルミ電解コンデンサの寿命は10年程度です

SW電源の寿命判定に利用可能！

Copyright © Keisoku Giken Co., Ltd. All right reserved.

リップルノイズメータ測定デモ(動画)

発表時間の関係から、割愛する場合があります

Copyright © Keisoku Giken Co., Ltd. All right reserved.

今後ともよろしくお願いいたします

Copyright © Keisoku Giken Co., Ltd. All right reserved.