



# DI-11N ハイビットメガ

## 取扱説明書 第19版



本器を末永くご愛用いただくために、ご使用前にこの取扱説明書をよくお読みのうえ、正しい方法でご使用ください。  
尚、この取扱説明書は、必要なときにいつでも取り出せるように大切に保存してください。





# 安全にご使用いただくために

## ご注意




- ・ この取扱説明書をよくお読みになり、内容を理解してからご使用ください。
- ・ 本書は、再発行致しませんので、大切に保管してください。
- ・ 製品の本来の使用法及び、取扱説明書に規定した方法以外での使い方に対しては、安全性の保証はできません。
- ・ 取扱説明書に記載された内容は、製品の性能・機能向上などによって、将来予告なしに変更することがあります。
- ・ 取扱説明書に記載された絵、図は、実際のものとは異なる場合があります。又、一部省略や抽象化して表現している場合があります。
- ・ 取扱説明書の内容に関して万全を期していますが、不審な点や誤り記載漏れなどにお気づきの時は、技術サービスまでご連絡ください。
- ・ 取扱説明書の全部または、一部を無断で転載、複製することを禁止します。(弊社ホームページから最新版の取扱説明書をダウンロードすることができます。)
- ・ カスタマーサービスをよくお読みください。

## 使用している表示と絵記号の意味

### ■ 警告表示の意味

	<b>警告</b>	警告表示とは、ある状況または操作で怪我や死亡を引き起こす危険性があることを警告するために使用されます。
	<b>注意</b>	注意表示とは、ある状況または操作で本器もしくは試験対象物や周辺機器・そのデータ・他の機器・財産に害を及ぼす危険性があることを注意するために使用されます。
<b>NOTE</b>		注記表示とは、特定の情報に注意を喚起するために使用されます。

### ■ 絵記号の意味

	警告、注意を促す記号です。
	禁止事項を示す記号です。
	必ず実行しなければならない行為を示す記号です。

## 安全上のご注意 必ずお守りください



### 警告

感電や人的傷害を避けるため、以下の注意事項を厳守してください。



強制

本器は、最大 DC11k (11000) V の高電圧を発生します。  
「E 端子接地コード (E 接地方式時)」もしくは、「ケーブルシールド (G 接地方式時)」を使用し、いずれかのコード先端を確実に接地してください。  
施工前の被試験物でも、筐体側等の一端が接地されている必要があります。  
被試験物が接地から浮いていると帯電し、試験電圧が出ますので、必ず接地を取ってください。

- ・ 接地が不完全な場合や測定中の脱落は、感電や故障の原因となり危険です。
- ・ 本器の「E 端子接地コード」もしくは「ケーブルシールドコード」を介して確実に接地接続されていないと本器と大地間で電位差が生じることで、内部回路の放電によって操作ツマミやパネルが帯電し、感電等の重大事故を含む、使用者や試験対象設備への危害や損害、製品自体の故障の原因となる場合があります。



強制

ラインコード、アースコードやガードコード等の接続ケーブル等 (電源コードを含む) は使用する前に必ず点検 (断線、接触不良、被覆の破れ等の確認作業) してください。点検して異常のある場合は、絶対に使用しないでください。

- ・ 使用者や試験対象の設備への危害や損害、製品自体の故障につながります。
- ・ ラインコードにはシールドが入っており、原則的にクリップ部等のコード断線の修理は、絶縁被覆処理等もありお客様での対応は不可能で代え替えを願います。



強制

本器の試験出力電圧は、直流の高圧電圧となります。

- ・ 一般的な交流用の高圧検電器では、動作しませんので、本器からの試験電圧を確認するためには「直流」且つ「高電圧」に対応した検電器をご使用ください。
- ・ 本器は活線状態でのご使用はできません。
- ・ 被試験物は、接続前に必ず交流用の高圧検電器等を用いて被試験物が停電状態であることを確認し、被試験物が無電圧であることの確認の上で作業を開始してください。
- ・ 高圧受電を遮断し停電した後でも直流成分の残留電荷残っていることがありますので、抵抗付接地棒等で十分な放電した上で、検電確認を行ってください。感電の原因となる場合があります。
- ・ 本器は最大 DC11kV の高電圧を発生しますので、使用電圧範囲 (DC11kV 以上に対応する) が適切な高電圧に対応した直流検電器をご使用ください。



禁止

本器の試験印加電圧は、負極性となっており負極 (-) 側を電路 (LINE)、正極 (+) 側を接地 (EARTH/G 端子) に設計されています。

- ・ E 端子からの配線が接地から浮く状態や、E 端子と L 端子を反対に接続することは、正しい計測が出来ない上に大変危険なので、おやめください。
- ・ ラインコードを接地に接続することは、絶対に避けてください。
- ・ 正しい計測が行えず、感電や故障等の重大事故の原因となる場合があります。



禁止

高電圧の発生中は、クリップ部分を操作しない (触れない) てください。  
接続時にラインコード先端のクリップを握る時、高電圧停止中でも、クリップに手や指先が触れると被試験物から感電する可能性があり大変危険です。必ず、つまみ部分から手前側を握って開閉の操作をしてください。  
同時にアースやガードコードが、不用意に接地より外れないようにしてください。

- ・ ラインコード先端に使用される「30A クリップのシリコン製カバー (灰色)」及びブローブは、本器の最大印加電圧に対応する十分な絶縁・耐電圧強度は保証されておりません。



分解禁止

筐体や本体カバーをあけたり、本体や測定コードを改造したりしないでください。

- ・ 本器内部には、高電圧を発生する部品が内蔵されておりますので、感電等の危険性があります。
- ・ 分解や改造は、製品の性能が保証されず、故障や事故の原因となります。



強制

試験終了時には、負荷の電荷が完全に放電されていることの確認をとってから、本器の各種コードを取り外してください。

本器は、試験スイッチを OFF にすると自動的に負荷放電回路が60秒間動作して、被試験物に充電された電荷を放電します。

必ず、負荷の電荷が充分放電されたことを直流検電器等で確認し、抵抗付接地棒等を被試験物の充電部に接触させてから、高圧ゴム手袋を着用してラインコードから外すようにして測定試験を終了してください。

- ・ 被試験物の静電容量が大きい場合等の試験環境によっては、放電が完全に行えない場合があります。
- ・ 別途、放電用の接地棒を用いて電荷への放電作業を行った上で、直流用の高電圧検電器を使用して、完全に放電されていることを確認してください。
- ・ 尚、本器に内蔵される放電回路は、商用電源を遮断後の残留電荷放電には対応しておりません。



強制

本器と被試験物との各種コードの脱着操作、試験ケーブルの取り付け・取り外しの際は、必ず高圧ゴム手袋等の絶縁用防護具を着用して作業を行ってください。

- ・ 感電の原因となる場合があります。



禁止

測定コードの接続や試験は、電気知識を有する専門の人が行ってください。

専門の知識や技術的な経験がない方が行くと、危害や損害を起こす原因となります場合があります。



強制

高圧絶縁抵抗測定による機器、電気設備の試験は高圧が伴うため大変危険です。

作業を含め、関係者以外にも試験区域への立入・近接禁止や、注意を促す安全処置を講じてください。

高圧試験ですので労働安全衛生法を遵守し、試験環境や試験作業への安全教育・安全備品の整備を怠らないようにしてください。

- ・ 残留電荷によって感電の原因となる場合があります。



強制

本器は、試験スイッチを OFF にすると負荷放電回路が動作して、被試験物に充電された電荷を放電します。

必ず、負荷の電荷が充分放電されたことを直流検電器等で確認し、抵抗付接地棒やアースコード等を被試験物の充電部に接触させ、ラインコードから外すようにして測定試験を終了してください。

- ・ 感電の原因となる場合があります。



強制

本器を使用した作業に付帯する「検電器の使用」「試験ケーブル及び短絡接地器具の取り付け、取り外し」の際は、必ず高圧ゴム手袋等の絶縁用防護具を着用して作業を行ってください。

- ・ 本器は、高圧発生機器に区分され、労働安全衛生法/安全規則の遵守適用対象です。
- ・ 感電の原因となる場合があります。

## 安全上のご注意 必ずお守りください



### 注意

本器または、試験対象物の損傷を防ぐため、記載事項を守ってください。



禁止

本体を落下させたり、堅いものにぶつけないでください。

- ・メーターや内部基板・コネクタ接続等の故障原因になります。
- ・故障と思われる事象が発生した場合は、念の為に弊社まで点検をご依頼ください。



禁止

本器を結露状態、または水滴のかかる所では、使用や保管をしないでください。

- ・製品の性能が保証されず、故障の原因となります。
- ・保管や移動時にこれらの状況に陥った場合には、念の為に弊社まで点検をご依頼ください。
- ・水没や長く降雨にさらされた製品は、使用しないでください。



禁止

本器の清掃に、薬品（シンナー、アセトン等）を使用しないでください。

- ・特に本器の表面パネルはアクリル製、筐体ケースはABSプラスチック製で構成されており、シンナー・アセトン・アルコール等によって、変色・変形・溶解等のトラブルを起こす原因となります。
- ・汚れをふき取る場合は、中性洗剤を使用して軽く拭いてください。又、乾いた布を使用すると細かな傷の原因となりますので、ご注意ください。



強制

高圧絶縁抵抗試験による試験を行うため、十分な安全対策を講じてください。

- ・使用法を誤ると大変危険ですので、試験関係者以外にも注意を促してください。
- ・接続する時、電気知識を有する専門の人が行ってください。専門の知識や技術的な経験がない方が行くと、感電事故や損害を起こす原因となる場合があります。
- ・本器は、高圧発生機器に区分され、労働安全衛生法/安全規則の遵守適用対象です。



強制

本体側やクリップ側の接続コードの取り外しは、コード自体を引っ張らずに、ロックを解除・固定ネジを緩めてから、コネクタの絶縁部分を持って外してください。

- ・コード自体を引っ張ると断線やコードへの損傷の原因となり、誤動作や感電等の事故となる場合があります。



強制

充電時や商用電源・発電機電源（正弦波）でご使用される場合は、入力電源がAC90～260V・50/60Hzの範囲内であることを必ず確認してください。

- ・製品の性能が保証されず、故障の原因となります。
- ・範囲内の電圧であれば、スイッチ切り替え等の操作は不要で使用可能です。
- ・正弦波の50/60Hz以外であるインバータ等の矩形波や歪み・高調波の営業が大きい電源を用いた場合では、電源としての使用時に測定結果に影響を与えます。充電も正しく行われませんので、使用しないでください。

## 製品の開梱

### 本器到着時の点検

本器がお手元に届きましたら、輸送中において異常または破損や紛失物がないことを点検してから、ご使用ください。

万一、欠品や損傷等の異常がある場合には、お手数ですが弊社最寄りの支店・営業所またはお買い求めの取扱店へご連絡ください。

製品名	長さ・備考	数量
ラインコード	3.0m	1本
E端子接地コード	3.0m	1本
ケーブルシールドコード (G端子コード)	3.0m	1本
AC電源コード	3.0m	1本
記録計用プラグ		1本
2A ミゼットヒューズ	別途1本を装着済	1本
3A ミゼットヒューズ	別途1本を装着済	1本
G端子キャップ	別途1個を装着済	3個
取扱説明書		1部
保証書		1枚

※ 外形・詳細は「1.5 一般概要 付属品 (P.9~10)」をご参照ください

### 製品の開梱

次の手順で開梱してください。

手順	作業
1	梱包箱内の書類等を取り出してください。
2	製品を梱包箱から注意しながら、取り出してください。
3	梱包箱内の全ての付属品を取り出し、付属品が全て含まれていることをご確認ください。

## 免責事項について

- 本商品は、電圧、電流を出力、計測をする製品で、電気配線、電気機器、電気設備などの試験、測定器です。試験、測定に関わる専門的電気知識及び技能を持たない作業者の誤った測定による感電事故、被測定物の破損などについては弊社では一切責任を負いかねます。  
本商品により測定、試験を行う作業には、労働安全衛生法 第6章 第59条、第60条及び第60条の2に定められた安全衛生教育を実施してください。
- 本商品は各種の電気配線、電気機器、電気設備などの試験、測定に使用するもので、電気配線、電気機器、電気設備などの特性の改善や劣化を防止するものではありません。被試験物、被測定物に万一発生した破壊事故、人身事故、火災事故、災害事故、環境破壊事故などによる事故損害については責任を負いかねます。
- 本商品の操作、測定における事故で発生した怪我、損害について弊社は一切責任を負いません。また、本商品の操作、測定による建物等への損傷についても弊社は一切責任を負いません。
- 地震、雷（誘導雷サージを含む）及び弊社の責任以外の火災、第三者による行為、その他の事故、お客様の故意または過失、誤用その他異常な条件下での使用により生じた損害に関して、弊社は一切責任を負いません。
- 本商品の使用または使用不能から生ずる付随的な損害（事業利益の損失、事業の中断など）に関して、弊社は一切責任を負いません。
- 保守点検の不備や、環境状況での動作未確認、取扱説明書の記載内容を守らない、もしくは記載のない条件での使用により生じた損害に関して、弊社は一切責任を負いません。
- 弊社が関与しない接続機器、ソフトウェアとの組み合わせによる誤動作などから生じた損害に関して、弊社は一切責任を負いません。
- 本商品に関し、いかなる場合も弊社の費用負担は、本商品の価格内とします。

# 目次

第1章 一般概要		
1.1	概要	3
1.2	特長	3
1.3	前面パネルの名称	5
1.4	ケース下部の名称	8
1.5	付属品 及び オプション	
1.5.1	付属コード	9
1.5.2	その他付属品	10
1.5.3	別売オプション	11
1.6	製品仕様	
1.6.1	一般仕様	13
1.6.2	基本仕様	13
1.6.3	測定電圧出力特性	16
1.6.4	電池仕様	17
1.6.5	記録計用出力端子電圧特性	20
第2章 試験手順		
2.1	測定試験の前に・・・	
2.1.1	測定試験の重要事項	23
2.1.2	電力ケーブルの構造	23
2.1.3	本器で可能な電力ケーブルの測定方式	24
2.2	測定器の準備とチェック	
2.2.1	電池チェック・指示の零値確認	26
2.2.2	安全工具類のご用意	27
2.3	E接地方式による絶縁抵抗測定方法（一般的な絶縁抵抗測定法）	
2.3.1	測定器内の略回路図（E接地方式）	28
2.3.2	E接地方式の測定準備	29
2.3.3	E接地方式測定の接続	30
2.3.4	E接地方式測定の結線例1（ガードコードを使用しない）	31
2.3.5	E接地方式測定の結線例2（ガードコードを使用する）	33
2.3.6	E接地方式による絶縁抵抗測定の手順	35
2.4	シース抵抗の測定方法（専用レンジによるE接地方式）	
2.4.1	シース抵抗（遮へい層と接地間の絶縁抵抗）の測定	36
2.4.2	シース抵抗測定の準備	37
2.4.3	シース抵抗測定の結線・接続例	38
2.3.6	シース抵抗測定の手順	39



2.5	G接地方式による高圧ケーブルの絶縁抵抗測定方法	
2.5.1	測定器内の略回路図 (G接地方式)	4 0
2.5.2	G接地方式の測定準備	4 1
2.5.3	G接地方式測定の接続	4 2
2.5.4	G接地方式測定の結線例	4 3
2.3.5	G接地方式による絶縁抵抗測定の手順	4 5
2.6	記録計との接続	
2.6.1	記録計用プラグの組立て	4 6
2.6.2	アナログ1ペンレコーダ「MR-101」との接続例	4 6
2.6.3	その他の記録計との接続	4 7
	1ch 記録計との接続例「フラットミニレコーダ MR-100F3」	
	2ch 記録計との接続例「日置電機製 PR-8112」	
2.7	高圧ケーブルの良否判定手順例	4 8
第3章	保 守	
3.1	点 検	5 1
3.2	ヒューズ交換	5 1
3.3	内蔵充電電池の充電操作	5 2
3.4	保存 及び 初回使用時のご注意	5 3
3.5	電池交換	5 3
3.6	使用電源に関するご注意	5 4
第4章	付 録	
4.1	高電圧絶縁抵抗計による高圧ケーブルの点検方法	
4.1.1	高電圧絶縁抵抗計による高圧ケーブルの劣化診断	5 7
4.1.2	絶縁劣化診断項目	5 8
4.1.3	弱点比の診断例	5 9
4.1.4	成極比・キック現象の診断例	6 1
4.1.5	相間不平衡率の診断例	6 2
4.2	付表 (CVケーブル仕様)	6 3
第5章	カスタマサービス	
5.1	校正試験	6 7
5.2	製品保証とアフターサービス	6 8



# 第 1 章

## 一般概要



## 1.1 概要

電気設備の保守・点検において、波及事故の要因として統計的に最も比率の高い高圧用の CV・CVT ケーブルの絶縁破壊等の事故を未然に防止することが、重要な課題になっています。

DI-11N は、高圧ケーブルの「絶縁抵抗測定」及び「絶縁劣化診断試験」に適した測定及び試験電圧の出力を DC-0.5～-11kV の範囲で任意に設定することが可能です。

更に記録計を組み合わせることで、総合的な高圧ケーブルの絶縁劣化診断をすることも可能となります。

一般的な耐電圧試験器とは異なり、測定対象電路の絶縁抵抗が著しく低い場合に測定電圧を抑制させる垂下特性による保護領域を備えていることから、劣化した高圧ケーブルや高圧機器への負担を最小限とする非破壊試験を容易に行える測定器となっています。

又、本器の大きな特長として、電路全体（導体-大地間）の絶縁抵抗を測定する「E接地方式」に加えて、敷設したままの高圧ケーブルを VCT や AS 等の高圧機器から切り離さずにケーブル絶縁体部分の測定をすることが出来る「G接地方式」の測定に対応しています。

※ 本器の漏れ電流（絶縁抵抗）計測部の内部抵抗値（Ro）は 10kΩ です。

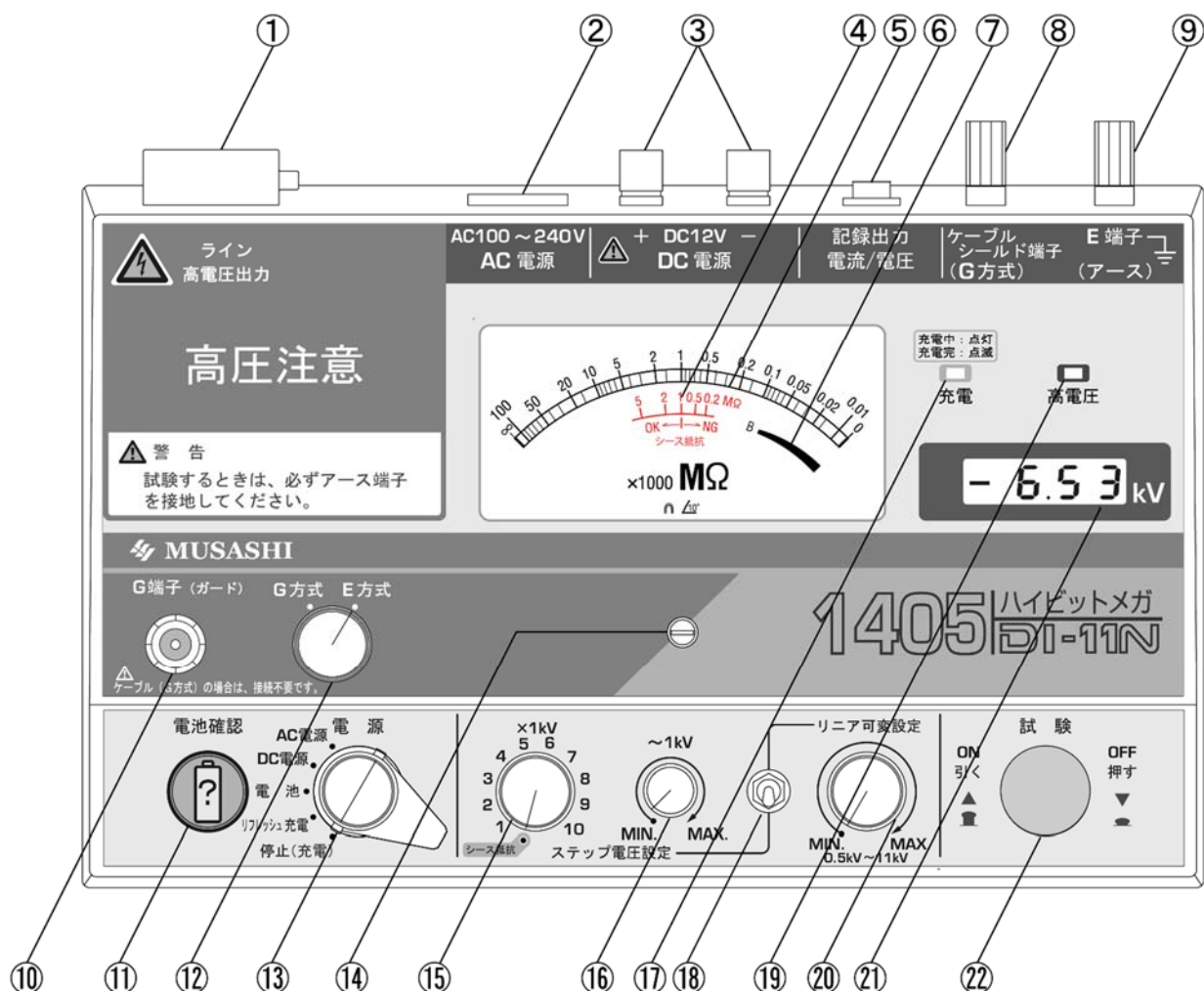
「高圧受電設備規程」に紹介される測定方法に適合し、事前の試験でシース絶縁抵抗（シールド対地間の絶縁抵抗値）が 1MΩ 以上である確認をとることで、高圧ケーブルの内層である絶縁体部分の絶縁抵抗値を 99% 以上の確度で測定することが可能です。

## 1.2 特長

- 使用電源
  - ①「内蔵ニッカド充電電池」、②「外部直流電池（DC12V）」、③「AC90～260V（商用電源）」の 3 種類の電源を使用することが出来るので幅広い現場に対応します。
  - 商用電源等の充電環境のない現場で長期に亘り、多くの高圧ケーブル・高圧受電設備の絶縁試験を連続して行うことが可能です。又、現場の試験中に内蔵ニッカド充電電池の充電不足で測定不能な状態が生じて、近くの車載バッテリー（DC）や、発電機（AC100/200V）等からの電源供給で試験が行えます。
- 測定電圧設定
  - 出力電圧は JIS-C1302 に準じた精度や特性を持ち、測定誤差の少ない負極性で DC-500～-11kV までの測定電圧を自在に可変設定することができます。
  - 突然電圧印加方法（成極指数グラフの整合）やステップ電圧における測定電圧の設定操作は、端子から実際の電圧を出力させずに設定することができます。
  - 設定時や実際に出力されている電圧は、パネル面のデジタル表示により確認することが可能です。
  - 電圧の調整方法は、DC-500～-11kV までの「リニア（連続）可変設定」と「ステップ電圧設定」を備え、試験項目（成極指数・弱点比等）によって、適した出力電圧方法に切り換えることができます。
  - 「ステップ電圧設定」では、DC-1kV～-10kV までを 1000V 単位で設定操作を行え、弱点比の診断を行う際の電圧調整作業が簡単にできます。更に 1000V 未満の単位では微調整つまみにより細かな調整を行うことが可能です。
- 定電流・定電圧特性
  - 定電流特性：「絶縁抵抗が低い」又は「大きな対地静電容量を持つ」測定対象物に対しては、オームの法則（ $I=V/R$   $R=$ 絶縁抵抗値が低い）より、大きな測定電流が流れることとなります。
  - 対地静電容量によって生じる充電電流は、時間の経過によって測定対象物へ満充電することで収束しますが、絶縁抵抗値の低い測定対象物に対しては「保護領域」として、印加した測定電圧で測定対象物が破壊しないように、出力電圧を抑制する必要があります。
  - 本器では絶縁抵抗が低い場合には、一定以上の電流が流れないように制御することで、出力電圧が抑制され測定対象物の絶縁破壊を防止します。
  - 定電圧特性：絶縁抵抗値の測定は、対象物に対して電圧を印加して通過する電流によって振針します。
  - 絶縁抵抗値は、オームの法則（ $R=V/I$   $V=$ 一定）より、設定した試験電圧を安定的に印加することで、確度の高い測定を行えます。
  - 本器の定電圧特性は、設定した測定電圧に対して負荷の絶縁抵抗の変動に関わらず、1.5% 以内の精度で出力電圧を維持します。
  - 測定対象物の絶縁抵抗が低い場合は、定電圧特性を外れ測定電圧が垂下して保護領域（＝定電流特性）に移行することで、測定対象物の絶縁破壊を防止します。

- E接地方式 / G接地方式の測定方式切り換え  
 一般的な高圧機器の絶縁抵抗値が数十～数百MΩであることに對し、高圧ケーブルには、更に高いGΩ（ギガオーム 1GΩ = 1000MΩ）クラスの絶縁抵抗値が求められます。  
 敷設された回路では、この異なる絶縁抵抗を持つ高圧機器と高圧ケーブルが混在するために接地に對して並列で抵抗が合成されることから、一般的な「E接地方式」で測定を行っても、高圧機器側の近似となる絶縁抵抗値しか得ることができません。  
 よって、高圧ケーブル単体の絶縁抵抗を正しく測定する技術として「G接地方式」による測定が存在します。  
 本器では、G接地方式による測定が安全で簡単にできるように、E接地方式での表面リーク等を除くための「G（ガード）端子」とは別に「ケーブルシールド（G方式）端子」を設けています。  
 更に「E/G方式切換スイッチ」を操作することで、測定コードの配線変更を行わずに「G接地方式（高圧ケーブル単体）」から「E接地方式（高圧設備全体）」への移行が可能です。  
 ※ 安全のため「E/G方式切換スイッチ」を切り換える時は、一旦出力電圧をOFFにして、高圧ケーブルや高圧受電設備の残留電荷を完全に放電させてから、次の測定を行ってください。
- 高圧ケーブルのシース絶縁抵抗測定（DC500V レンジ）  
 G接地法における事前測定で、シース絶縁抵抗値（シールド遮へい層と大地間にあたる外被覆の絶縁抵抗値）の良否判定（1MΩ以上）を行うために専用のシース絶縁抵抗測定レンジを内蔵しています。
- 絶縁抵抗計における絶縁抵抗値の表示目盛  
 高圧ケーブルに求められている絶縁抵抗値の測定に使われるMΩ（メガオーム）の1000倍であるGΩ（ギガオーム）に相当する表示とし、単目盛で0～100GΩ（100000MΩ）までをアナログの1レンジで直読することができます。  
 ※ 「G接地方式」や「ガードコードを使用したE接地方式」では、垂下特性によって出力される測定電圧が低下しますが、本器では出力している電圧に對して検知した測定電流で演算された絶縁抵抗値を正確に表示しています。一方で垂下特性は、測定回路全体に流れる測定電流に影響されるので測定中は出力電圧の表示の確認も併せて行ってください。
- 高機能の高圧出力ラインコード  
 高圧出力コードの先端は、リークや外気からの影響を減少させるシリコン製の特殊形状クリップカバー（灰色の鍔のあるラッパ状のクリップカバー）を採用し、高圧ラインコード（赤）にはシールド線を内蔵した高絶縁線材を採用し、測定中の揺れや、接地構造物との接触での影響を受けにくい構造となっています。  
 ※ 高圧コード内のシールド線は、本体のガード回路に回帰しますので、測定値に影響はありません  
 ※ シールド部分の外被覆側の絶縁（赤い電線の表面被覆）は、600～1000V程度となります。  
 万が一、高圧ラインコード（赤）の電線部分が、高圧印加充電部に触れてしまうとシールド部で電流のリークが発生します。高圧ラインコードの赤い電線部分は、高圧充電部と接触させずに十分な隔離距離（約20cm以上）を取り、作業中は振れないようにしてください。
- 記録計用出力端子  
 別売オプションの記録計を接続することで、絶縁劣化診断（漏洩電流・印加電圧）の記録ができます。  
 「漏洩電流」「印可電圧」共に、記録計から出力される信号は「mV（max.DC12V）」に変換されたアナログ電圧となり、市販のアナログ記録計やデジタル式のデータロガーに對応します。  
 漏れ電流におけるキック現象や漏れ電流の変化や測定電圧の状態等が、そのまま記録波形に反映されます。
- 安全設計
  - ・ 測定電圧をスタートと同時に印加できる測定電圧の事前設定できる機能を備えています。
  - ・ 測定時の高電圧出力中は、ブザー音とLED表示灯（赤）で周囲に注意を促します。
  - ・ 測定（電圧印加）終了後には充電電荷を自動的に放電する機能が内蔵されています。
  - ・ 回しながら引いたときにスイッチONとなる特殊なプルオンスイッチの採用で安全な作業ができます。
  - ・ 標準ケースは絶縁強度の高いABS樹脂製を採用（別売オプション：トランクケース）
  - ・ アースコードやガードコードは、横掛けチップを採用してコードの引っ張りや引っ掛け等では簡単に外れないようになっています。

## 1.3 前面パネルの名称



### ① ライン端子

「ラインコード（赤）」を接続する端子です。接続時のコネクタは、内側を向きます。

※ 高電圧が出力しますので、測定電圧の出力時は触れないでください。

### ② AC電源コードソケット

本器の内蔵電池を充電する時や商用電源・発電機電源として交流電源を使用する時に付属のAC電源コードを接続する端子です。 AC100～240V

### ③ DC電源入力端子

外部直流電源を使用する場合に接続する端子です。

※ 接続用のコードは本器には付属していません。

DC12Vのみ（DC13V±1V）  
極性に注意してください

### ④ シース絶縁抵抗レンジ

シース絶縁抵抗（シールドー大地間の抵抗）値を良否判定するための目盛りとなります。

⑮のステップ電圧設定（×1kVつまみ）を「シース抵抗」のレンジにすることで、500V絶縁抵抗計として機能します。

### ⑤ 絶縁抵抗計 [×1000MΩ]

メーターに絶縁抵抗値を指示する目盛りとなります。

0～100GΩ（100000MΩ）の絶縁抵抗値を直読することが可能です。

※ 実質上は「GΩ（ギガオーム）」単位での数値となりますが、本器では絶縁抵抗測定で馴染みのある「MΩ（メガオーム）」を1000倍とした表記を採用しています。

## ⑥ 記録計出力ジャック

「漏れ電流」及び「出力電圧」を記録計接続するためのDC電圧のアナログ出力を行う端子です。  
※ φ6.3mmステレオフォンプラグに対応します。

## ⑦ B (バッテリー) 残量マーク

内蔵電池の残量を確認するための目盛り表示となります。  
⑪ の電池確認スイッチを押したとき、メーターのB残量マーク上に振針すれば測定が可能となります。  
※ B残量マークは、外部DC入力のレベルメーターを兼ねているため入力上限のDC14Vが右端位置となります。  
内蔵電池の確認では、満充電時でもB残量マークの中央近辺 (13.2V) を指示します。



【メーター部分 詳細】

## ⑧ ケーブルシールド (G方式) 端子

G接地方式の測定時に「ケーブルシールドコード (G端子コード) (黒)」を接続する端子です。  
ケーブルシールドコードは、高圧ケーブルの遮へい層 (シールド線) へ接続します。  
※ 既設の高圧ケーブル遮へい層 (シールド線) から大地への接地線を外して、本コードを遮へい層 (シールド線) 側へ接続します。

## ⑨ E (アース) 端子

「E端子接地コード (緑)」を接続する端子です。  
E端子接地コードは、G/Eの接地方式に関係なく測定時には、必ず大地に接地します。  
本器の接地を兼ねる為、確実に接続を行ってください。

## ⑩ G (ガード) 端子

E接地方式の測定時に「G端子コード (ケーブルシールドコード) (黒)」を接続する端子です。  
G端子コードの先端にガードコード (錫引き銅線を巻き付ける) やガードリング等を用いて、測定対象物に発生する表面リーク電流をキャンセルさせるために使用します。  
使用方法の詳細は、「2.3 E接地方式による絶縁抵抗測定方法」をご参照ください。  
本端子には、ビニール製のキャップが付属して保護されていますので、ご使用時はキャップを取り外してください。  
※ 未端処理ケーブルや極湿状態・汚損がひどい測定対象物等の場合以外では一般的に使用しません。

## ⑪ 電池確認スイッチ

内蔵の充電電池の残量を確認するためのスイッチです。  
・⑦ B残量メーターが、有効範囲にあることを確認してください。  
・⑬ 電源切換スイッチが「電池」位置、⑫ 試験スイッチがOFF状態にあるときに有効です。  
※ AC電源位置ではB残量メーターの約1/3、DC電源位置ではフルスケール (13.5V) まで振れます。

## ⑫ E/G方式切換スイッチ

本器で可能な測定方式を選択するためのスイッチです。  
コードの入れ換えを行わずスイッチ操作のみで、G接地方式の結線状態のままE接地方式への切換えができます。  
・受電設備全体の絶縁抵抗を測定するE接地方式の場合には「E方式」レンジを使用します。  
シース絶縁抵抗を測定する場合にも「E方式」レンジを使用します。  
・敷設された高圧ケーブル絶縁体の測定をするG接地方式の場合には「G方式」レンジを使用します。

## ⑬ 電源切換スイッチ

本器の動作電源 (内蔵電池・DC電源・AC電源)、充電方法 (リフレッシュ充電、通常電池一停止) を選択するスイッチです。  
※ 内蔵の充電電池で起動 (測定) する場合は、「電池」のレンジにします。  
※ 測定終了時は、測定スイッチを押し「停止 (充電)」のレンジ位置にした後に蓋を閉めます。  
安全上の問題と保管・移動時の電池消耗を防ぐためにストッパーにより「停止 (充電)」以外の位置では、蓋を閉めることができない構造となっています。



**⑭ 零位調整ネジ**

絶縁抵抗計メーターの機械的零位（本器の場合は∞目盛）を調整するための調整ネジです。  
※詳細は、「2.2.1 電池チェック・指示の零値確認」をご参照ください。

**⑮ ステップ電圧設定（×1kVつまみ）**

測定電圧を1000V単位でステップ可変させるボリュームつまみです。  
・DC-1kV～-10kVまでを1kV単位で設定し、未満の単位は⑯～1kVつまみで微調整を行います。  
・シース抵抗レンジは、DC500V固定出力の絶縁抵抗計になり、⑯での出力電圧の調整は出来ません。  
※電圧出力中は、電圧を下げる操作を行わないでください。

**⑯ ステップ電圧設定（～1kVつまみ）**

⑮ ×1kVつまみで調整した測定電圧の1000V未満単位を微調整するためのボリュームつまみです。  
※電圧出力中は、下降の操作を行わないでください。

**⑰ 充電LED（緑）**

充電の状態を表示するランプです。  
※ランプの点灯状態や電池状態の詳細は、「1.6.4 電池仕様」をご参照ください。

**⑱ ステップ／リニア設定切換スイッチ**

ステップ電圧設定（⑮～⑯）／リニア可変設定（⑳）の設定方法を切り換えるスイッチです。  
・⑮⑯及び⑳ は本スイッチで設定された側のみ出力に反映されますので、設定していない側での操作が行えません。  
※本スイッチの操作時に誤って過大な出力がされないように、使用しない側の電圧設定つまみは常に左一杯の最小出力を定位置としてください。

**⑲ 高電圧LED（赤）**

高電圧の出力中であることを表示するランプです。連動してブザーが鳴動し、周囲に注意を促します。  
・高電圧の出力中に点灯します。  
・電池の消耗時（DC11.2V以下）になると点滅状態となり、正しい測定はできません。

**⑳ リニア可変設定**

測定電圧をDC-500V～-11kVの範囲内で連続可変させるボリュームつまみです。  
※電圧出力中は、電圧を下げる操作を行わないでください。

**㉑ 電圧表示器**

設定又は出力中の電圧値を表示するデジタル電圧計です。  
※測定中の出力電圧値に対する絶縁抵抗値（10～100MΩ以下）が、設定した電圧に満たない場合は、電圧垂下特性により印加電圧が制限されてしまいます。

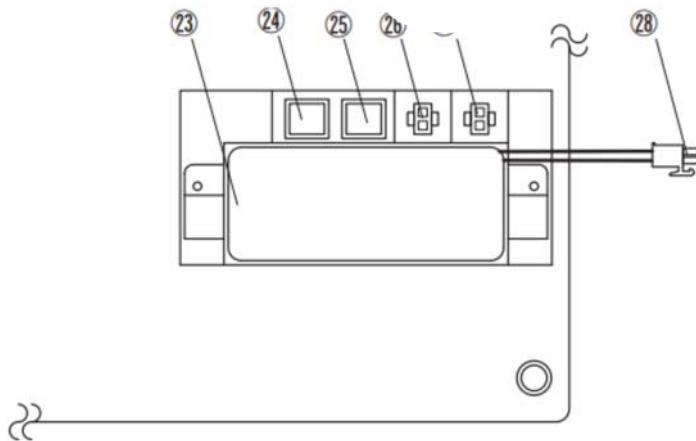
**㉒ 試験スイッチ**

出力のON/OFF 操作を行うスイッチです。  
・引く（または、時計方向に「カチッ」と音がするまで回す）と、測定電圧を出力（ON）します。  
・押すと、測定電圧の出力を停止（OFF）します。  
停止（OFF）後、自動放電回路（ライン-ガード間約5MΩ 1分間）が働きます。

**⚠ 注意**

- ・特にメーターカバーは、アクリル樹脂で成型されているため、冬季の乾燥した時期には静電気による帯電が発生することがあります。
- ・「メーターの表面を触ると指針が振れる」、「ゼロ調整ができない」等の症状がある場合は、帯電している可能性があるため、そのままの状態では使用しないでください。
- ・製造時に帯電防止剤の塗布による予防処置をおこなっておりますが、経年的に帯電防止効果が薄れ、静電気を帯びてしまうことがあります。その際には、帯電防止剤の塗布等の処置を行ってください。

## 1.4 ケース下部の名称



### ⑳ 内蔵電池収納部

内蔵電池を収納するスペースです。

※ 通常（使用・運搬・保管）時は、蓋を閉めるように設計されています。

電池蓋の固定ネジは、コイン等で回せます。

※ 製品（「本体」及び「交換用電池」）のご購入時期により、容量・パッケージ色の異なる電池を採用しておりますが、ご使用いただけます。

※ 本体の電池収納部分には、サイズ調整のためにウレタン製のスペーサーを貼付している場合がありますので、交換した電池が正しく収納できない場合がございます。

このような場合には、スペーサーを取り除いてから、電池の交換を行ってください。

無理に蓋を閉めようとしますと破損します。

### ㉑ AC電源保護ヒューズ

AC電源入力保護用のミゼットヒューズ（2A）です。

### ㉒ 内部保護ヒューズ

内部回路保護用のミゼットヒューズ（3A）です。

### ㉓ 内蔵電池放電コネクタ

内蔵する充電電池を強制的に放電させるためのコネクタです。

※ 長期間使用する予定がない場合に、本コネクタを使用して内蔵電池の電荷を一旦、放電してから保管することをおすすめします。

本器に使用している電池は、ニッカド電池10セルをパッケージングした専用の充電電池です。

未使用期間が長時間続くことで発生する自然放電により、各セル間の残量にバラつきが生じてしまうことを防ぐためにニッカド電池は、ある程度強制放電させた状態での保管が一般的となります。

逆に、放電コネクタへの12時間以上の接続は過放電の原因となり電池寿命を著しく縮めますので、ご注意ください。

内蔵の充電電池を完全に放電してしまいますと電池内の化学反応により充電ができなくなります。

※ 内蔵電池のメモリー効果を解消するために強制放電からの満充電を行う必要がありますが、本器では「リフレッシュ充電」機能を備えておりますので、使用する必要はありません。

※ このコネクタへの接続中は、電池収納部の蓋を閉められません。

### ㉔ 内蔵電池接続コネクタ

内蔵する充電電池を電源として本器に取り込むためのコネクタです。

※ 通常時は、こちらのコネクタに接続します。

※ 長期間使用しない場合は、㉕ 電池コネクタを本コネクタから外して保管をしてください。

### ㉕ 電池コネクタ

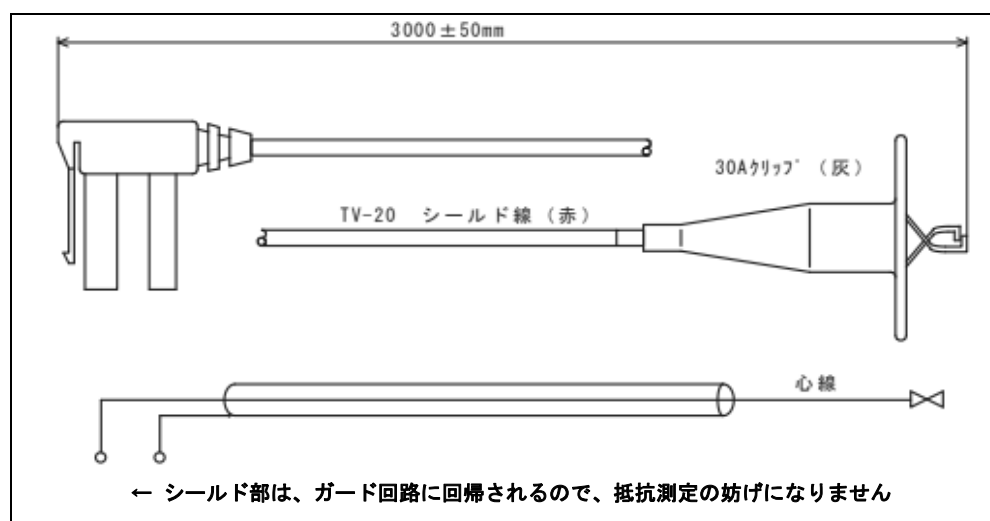
電池の出力用コネクタです。㉔ 内蔵電池接続コネクタに接続します。

## 1.5 付属品 及び 別売オプション

### 1.5.1 付属コード

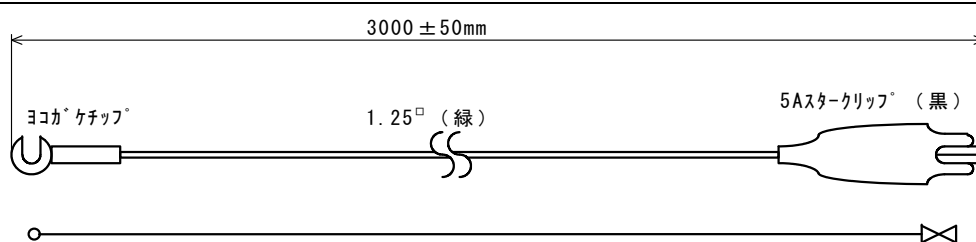
製品名	長さ	本数
ラインコード	3.0m	1
E端子接地コード	3.0m	1
ケーブルシールドコード (G端子コード)	3.0m	1
AC電源コード	3.0m	1
記録計用プラグ		1

#### ラインコード

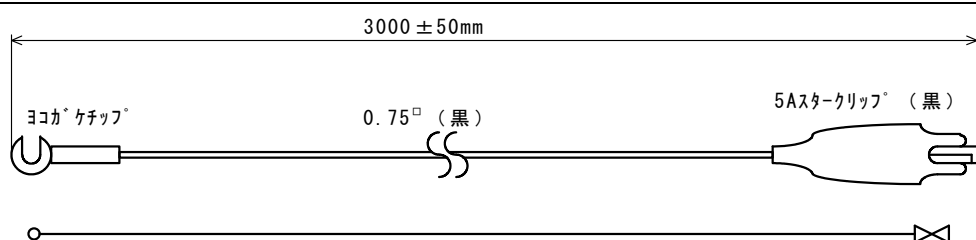


※ ラインコードは、クリップ先端から約 30cm 過ぎからシールドが入っています。シールド被覆の絶縁は 600~1000V 程度です。この部分の高圧ラインコード (赤) が、高圧印加充電部に触れると高圧ラインコードのシールド被覆 (赤) と接触充電部間でリークしますので、ラインコードの先端部分は高圧充電部より (20cm 以上) 離すように配線してください。

#### E端子接地コード

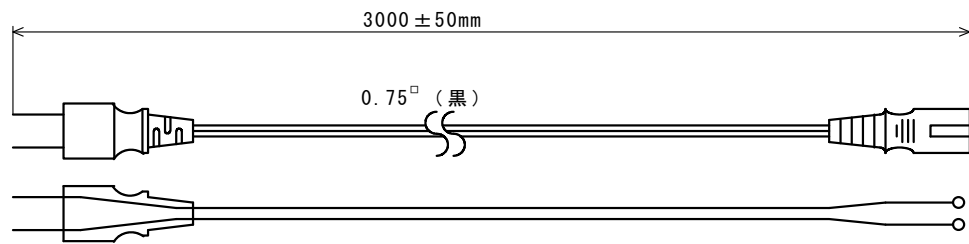


#### ケーブルシールドコード (G端子コード)



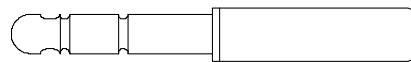
※ 本器のケーブルシールドコード (G端子コード) は、試験項目により、E接地方式では、G端子コード (一般的なガードコード) G接地方式では、ケーブルシールドコードとして使用します。

## A C電源コード



## 記録計用プラグ

φ6.3mm ステレオフォンプラグ（標準サイズ-直型）



- ※ 製品本体には「記録計用プラグ」が、部品の状態で付属しております。  
ご使用される記録計にあわせて、配線を行ってください。  
紛失時は、市販品の流用が可能です。
- ※ 組立て例は「2.6.1 記録計用プラグの組立て」をご参照ください。
- ※ アナログ1ペンレコーダ MR-101 には、完成済みの専用コードが付属しています。
- ※ 先端がバナナプラグ仕様の完成品（MR 記録コード）は、別売オプションで  
ご用意しております。

## 【「記録計プラグ」の接続例】



- (漏洩) 電流記録 ② A (電流記録出力) - ③ C (GND) シールド線
- (印加) 電圧記録 ① V (電圧記録出力) - ③ C (GND) シールド線

## 1.5.2 その他の付属品

製品		本数
2A ミゼットヒューズ	全長：約 20mm（別途 1 本を本体に実装済）	1 本
3A ミゼットヒューズ	全長：約 20mm（別途 1 本を本体に実装済）	1 本
G 端子キャップ	黒い軟質樹脂製（別途 1 個を本体に実装済）	3 個
取扱説明書		1 部
保証書		1 枚

## 1.5.3 別売オプション

### 1. 屋外での使用も可能なアナログ1ペンレコーダ

製品名	本数
アナログ1ペンレコーダ MR-101	1台

- 詳細の使用方法に関しては、「2.6.2 アナログ1ペンレコーダとの接続」をご参照ください。
- 1ch の為、同時に記録できる対象は「漏洩電流」又は「印可電圧」のいずれかの記録となります。
- DI-11N 用の接続コード (MR-101 記録計コード) は MR-101 に標準付属しております。  
(先端は小型Y端子となっており、他の「(バナナプラグ等の) 記録計コード」との互換性はありません)



- 高電圧絶縁抵抗計 (DI-11N) や直流耐電圧試験器 (IP-701G) と組み合わせて絶縁劣化診断の成極指数や弱点比の記録に最適
- 扱いやすいアナログタイプのペンレコーダ
- 電源は「単3電池」or「ACアダプタ」の2電源仕様で、商用電源が取れない現場でも使用が可能  
屋外での使用に便利なキャリングケースに予備の記録紙やサインペン、接続コード類を収納可能

#### 【セット内容】

- ・ MR-101 本体
- ・ 専用キャリングケース
- ・ 記録計接続コード)
  - ※ コード長：約 100cm
- ・ AC アダプタ (Model : S-12-12)
  - ※ コード長：約 110cm
  - ※ AC100V-DC12V 50/60Hz 1000mA
  - ※ 日本国内でしか使えません
- ・ 電池アダプタ (バッテリー BOX)
  - ※ レギュレーター内蔵の電池ボックス
  - ※ 単三形アルカリ電池 (LR6) × 10 本 (レギュレーター内蔵)
- ・ 【予備】専用記録チャート紙 (ロールタイプ 16m×120mm 幅) × 1 巻
- ・ 【予備】専用記録用ペン (黒) × 1 本



### 2. 汎用の記録計 (「MR-100F3」や「他社製品」等) に接続するためのコード (完成品)

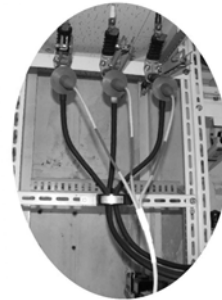
製品	本数
記録コード DI-11/11N 用 (バナナプラグ)	1本

- 本器の記録計出力端子には、直流電圧の信号 (DC10mV/μA・DC100mV/kV) が出力されます。
- 「アナログ1ペンレコーダ MR-101」への接続には使えません。
- 「接続推奨機種」及び接続に関する詳細は「2.6.3 その他の記録計との接続」をご参照ください。  
※ このコードの記録計側の接続端子は「バナナプラグ」となります。  
※ このコードの測定器側の先端に付属する端子は、本器に付属する「記録計用プラグ (1.5.1 参照 φ6.3mm 標準ステレオフォンプラグ)」と同一品となります。
- 1ch の記録計をご使用の場合は「漏洩電流」又は「印加電圧」のいずれかの記録となります。
- 2ch 以上の記録計をご使用することで「漏洩電流」「印加電圧」を同時記録が可能です。

### 3. 測定回路（高圧ケーブル）三線一括で簡単に接続できる専用ラインコード

製品	本数
DI-11N/05N/06 用 三線一括ラインコード	1本
DI-11N/05N/06 用 三線一括ラインコード（コード収納袋付）	1本

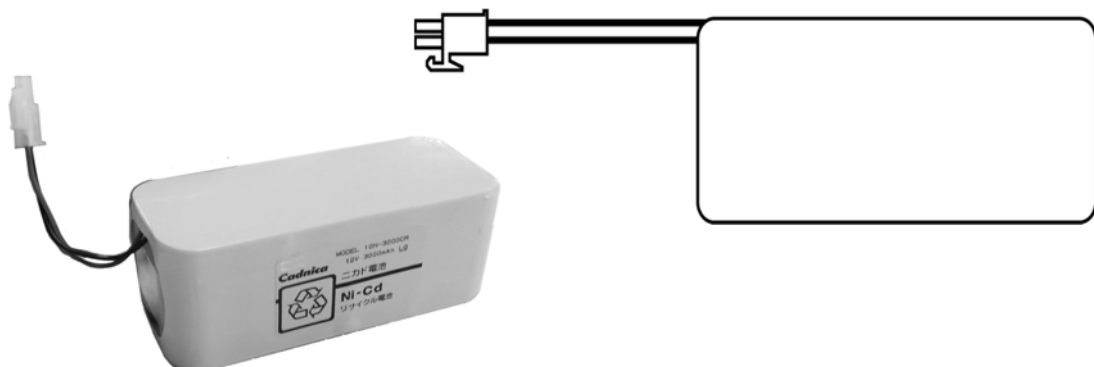
- ライン側のクリップを予め三線分に分岐させて、高圧ケーブルの三相一括試験の接続が安全かつ、確実に行えます。
- 相間短絡線が不要となり、測定後の短絡線外し忘れによる事故防止に有効です。
- 線材・コネクタは、標準品と同様です。
- アース・ガードコードは標準付属のコードをそのままご使用ください。



### 4. 交換用の内蔵電池

製品名	本数
DI-11/11N/IP-701G 用電池	1個

- リフレッシュ充電（「3.3 内蔵充電電池の充電操作」参照）を行っても、本来の性能を維持できない場合は内蔵電池の寿命による劣化と考えられますので、新しい電池への交換をおすすめします。
- ニッケルカドミウム（Ni-Cd）の充電電池で、コネクタにより安全に交換が可能です。
- 製品（「本体」及び「交換用電池」）のご購入時期により、容量・パッケージ色の異なる電池を採用しておりますが、ご使用いただけます。（社外品は使用しないでください）
- ※ 一部の本体側には、サイズ調整のためにウレタン製のスペーサーを貼付しており、電池交換の際に正しく収納できない場合がございます。このような場合には、スペーサーを取り除いてから、ご使用ください。無理に蓋を閉めようとしますと破損します。
- 充電・交換等の手順やご注意事項は「3.5 電池交換」と電池付属の補足取説書をご参照ください。
- 電池を交換しても改善されない場合や、ご使用年数が長期となる場合にはオーバーホールを兼ねて、弊社まで点検に出していただくことをお薦めします。
- 交換後の電池処理に関しましては行政の指示に従ってください。  
弊社ホームページをご参照ください：[http://www.musashi-in.co.jp/bat\\_pr.html](http://www.musashi-in.co.jp/bat_pr.html)



## 1.6 製品仕様

### 1.6.1 一般仕様

使用環境	0～40℃、80% RH 以下  ただし結露しないこと	
保存環境	-10～50℃ 80%RH 以下	
絶縁抵抗	電圧出力ケース間	DC1000V 2000MΩ 以上
絶縁耐圧	電圧出力ケース間	DC11kV 1 分間
外形寸法	約 320 (W) ×270 (L) ×120 (H) mm 突起物含まず	
質量	約 4.0Kg 充電用電池を含む	

### 1.6.2 基本仕様

<b>電源</b>		
外部交流電源	AC90～260V	50/60Hz (商用 100～240V 電源に対応)
外部直流電源	DC13V±1V	約 3A 以上の排出容量が必要です
内蔵電池電源	DC12V	ニッケルカドミウム充電電池
	2400/2800/3000mAh	※ 本文中では「ニッカド電池」と記載しています ※ 出荷ロットによって異なりますが、いずれの容量 であっても互換性があり、使用は可能です
	使用温度範囲	急速充電時           +10 ～ +40℃ トリクル充電時       0 ～ +45℃ 放電 (使用時)       -20 ～ +60℃ 保存時               -20 ～ +40℃
	自然放電特性	標準充電後、使用温度範囲 (保存時) において
	電池寿命	28 日間放置しても、60%以上の残容量を保持 約 500 サイクル・3～5 年 (使用状況により差異あり)

#### 電源切換スイッチ

電源切換スイッチ	有効測範囲
停止 (充電)	電源の供給を停止します。 内蔵バッテリーの充電時に使用します。 本位置以外では、蓋を閉められません。
リフレッシュ充電	内蔵バッテリーを一旦放電し、再度満充電します。
電池	内蔵バッテリーで動作します。
DC電源	外部直流電源で動作します。
AC電源	外部の交流電源で動作します。

**出力電圧**

出力電圧範囲

出力制御

微調整

粗調整

出力精度

出力応答時間

リップル

「1.6.3 出力特性」をご参照ください。

DC-500V~-11kV

+0.1kV~-1.1kV DC

-500V~-11kV DC

設定電圧に対して ±1.5% DC-10kV 時

100MΩ 以上 抵抗負荷時

設定電圧に対して 100mSEC 以内

400MΩ 抵抗負荷時

出力電圧に対して ±1.0%

10MΩ 以上 抵抗負荷時

**ステップ電圧設定**

ステップ電圧設定	有効測範囲
×1kV	1kV 単位で-1kV~-10kV DC までの設定とシース抵抗 (-500V) を切り換えます。
~1kV	DC+0.1kV ~ -1.1kV の微調整が行えます。

シース絶縁抵抗モード 判定値：1MΩ 以上を「良」

**リニア可変電圧設定**

測定（設定・出力）電圧を DC-500V~-11kV まで、連続可変が行えます。

**出力電圧計**

指示器

表示範囲

表示精度

有効範囲

分解能

液晶表示器（デジタル）

000kV~-12.00kV DC

-1000kV に対し、±1%±1dgt 以内

-0.5kV~-11.00kV DC

0.01kV

**出力電流**

定格出力電流

定電流出力 / 2 次電圧・電流を定電圧・定電流出力とする

1mA~880μA 10kV 出力時 約 100μA (100MΩ) 11kV 約 110μA (100MΩ)

5kV 出力時 約 500μA (10MΩ) 6kV 約 60μA (100MΩ)

2kV 出力時 約 2mA (0.1MΩ) 3kV 約 60μA (50MΩ)

短絡電流

約 2mA~2.5mA

**負荷放電**

放電抵抗

放電時間

約 5MΩ

スイッチ OFF 後、約 1 分間（放電回路の動作時間は固定）

**高電圧 LED 表示**

確認方法

判別

高電圧の出力中は「高電圧 LED（赤）の点灯」及び「ブザー音」で確認できます。

点灯 測定可能（高電圧出力中）

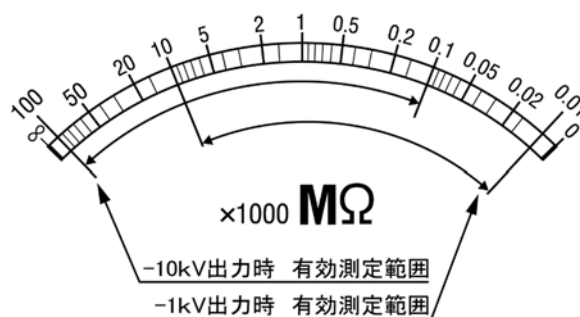
点滅 測定不可（電池消耗（11.2V 以下）状態）



絶縁抵抗計  
指示方式  
有効測定範囲

トートバンド方式  
10MΩ～100000MΩ (100GΩ)

試験電圧	有効測範囲
-10kV	100MΩ～100000MΩ
-9kV	90MΩ～90000MΩ
-8kV	80MΩ～80000MΩ
-7kV	70MΩ～70000MΩ
-6kV	60MΩ～60000MΩ
-5kV	50MΩ～50000MΩ
-4kV	40MΩ～40000MΩ
-3kV	30MΩ～30000MΩ
-2kV	20MΩ～20000MΩ
-1kV	10MΩ～10000MΩ



許容誤差

±10% rdg (有効測定範囲内)

シース絶縁抵抗測定  
出力電圧

DC-500V±50V



- ステップ電圧設定レンジを「シース抵抗」にします。
- 「高圧出力ラインコード」と「アースコード」を使用して測定します。

有効範囲  
良否判定  
許容誤差

200kΩ～5MΩ (赤目盛り)

OK : 1MΩ 以上

NG : 1MΩ 未満 (測定電圧が垂下します)

±10% rdg

### 1.6.3 電圧出力特性

電気設備の絶縁測定を行う際には、非破壊であることが大原則となります。

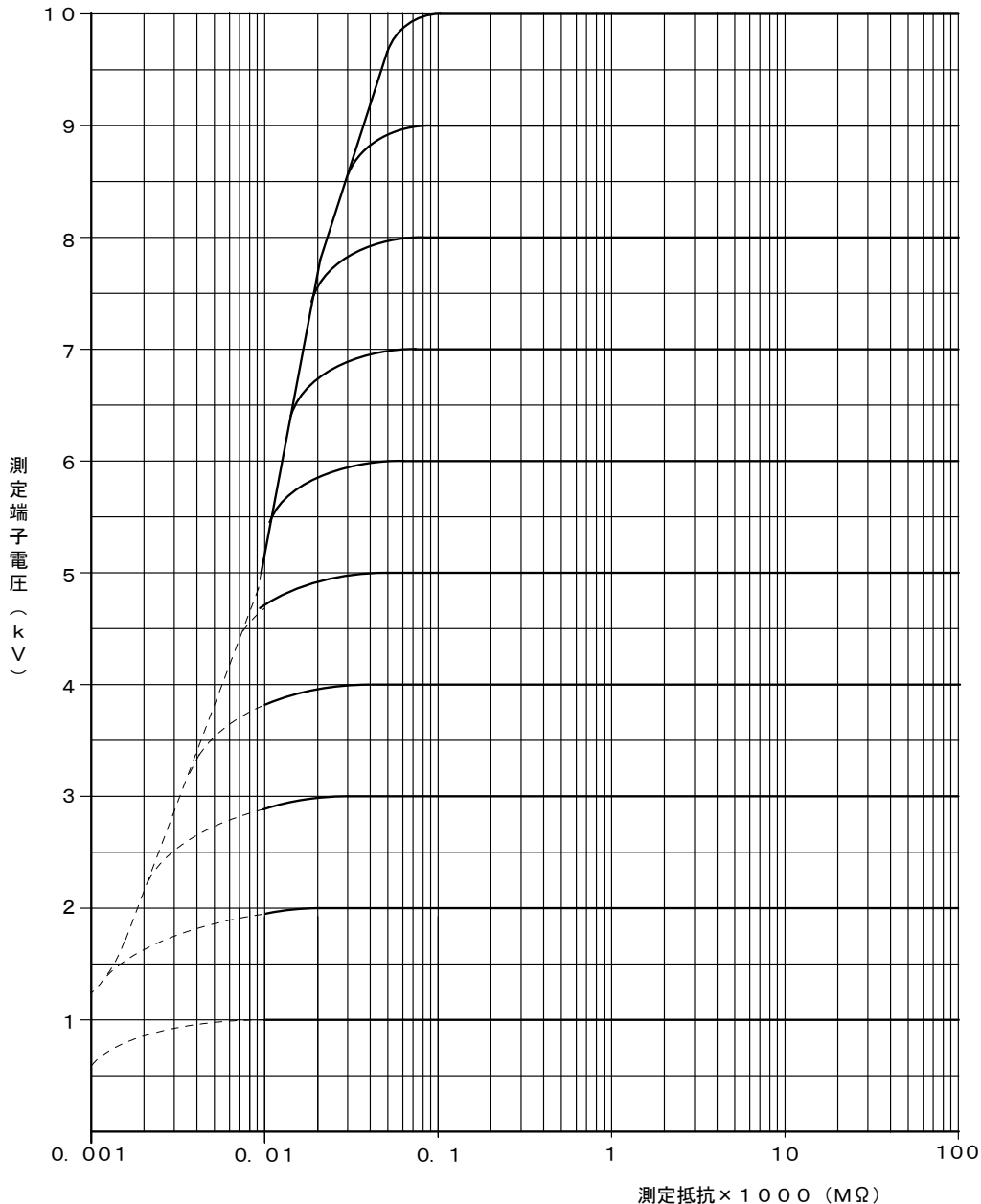
つまり、測定のための電圧を印加することで測定対象物を壊してはならないことが第一条件です。

下の特性図の様に回路の絶縁抵抗値が劣化過程や事故によって低くなっている場合には、保護領域として測定電圧を抑制する（＝定電流）垂下特性が働きます。

本器では、規定値の絶縁抵抗値に満たない状態では、設定した電圧をそのまま出力させず保護領域となります。

10000V を出力させるためには、最低限として 100M $\Omega$  以上の絶縁抵抗値が必要となります。

逆に健全な回路において一定以上の絶縁抵抗値を有している場合には、測定領域として抵抗値に関わらず定電圧で測定出来る為、確度の高い測定が可能です。



設定電圧に対する測定端子の電圧出力特性

この出力特性は、「ガードコードを使用しないE接地方式」の測定回路に準じた特性となります。

「G接地方式での測定」や「E接地方式でガードコードを使用した測定」で、接続された高圧機器の絶縁劣化や表面リーク電流が大きい場合には、この表の出力特性とは異なり高い抵抗指示値であっても出力電圧が抑制されます。

測定中に予め設定した電圧が出力できていない場合には、「ガードを使用しないE接地方式」による絶縁抵抗の測定結果と本グラフを参考にしてください。

## 1.6.4 電池仕様

1. 本器内蔵の充電電池について ※ 充電に関する詳細は、「3.3 内蔵電池の充電操作」をご参照ください。

### 充電方法の種類

#### 通常充電

内蔵電池の残量に関わらず急速充電し、満充電後にトリクル充電を行います。

充電状態	充電 LED (緑) 状態	充電電流
急速充電	点灯	約 900mA 以下
トリクル充電	点滅 ① ON 0.125 秒 / OFF 0.125 秒	約 60mA 以下

電池残量 0 状態から満充電までの最大充電時間は、約 4.5 時間です。

#### リフレッシュ充電

内蔵電池を規定の電圧まで放電させた後で、通常充電（急速充電→トリクル充電）を行います。

充電状況	充電 LED (緑) 状態	充電電流
リフレッシュ充電 (放電)	点滅 ② ON 1.375 秒 / OFF 0.125 秒	-
急速充電	点灯	約 900mA 以下
トリクル充電	点滅 ① ON 0.125 秒 / OFF 0.125 秒	約 60mA 以下

満充電からのリフレッシュ充電を行った場合は、放電時間を含めた最大充電時間が、約 24 時間となります。

#### 《 充電待機状態 》

充電操作の開始後、電池残量によっては急速充電待機 (点滅 ③ ON 0.125 秒 / OFF 1.375 秒) 状態となる場合がありますが、本器内部での検知後にいずれか適切な充電モードへ切り換わります。

充電電池の状態によっては、「急速充電待機」状態が数分かかる場合があります。

※ 充電電池が完全放電されていると「充電 LED」ランプが消灯のままになることもあります。数分経っても充電 LED が消灯したままの「急速充電待機」状態の時は電池コネクタを確認し、充電状態に変わらない時は電池を交換してください。

### 電池残量確認機能

#### 確認方法

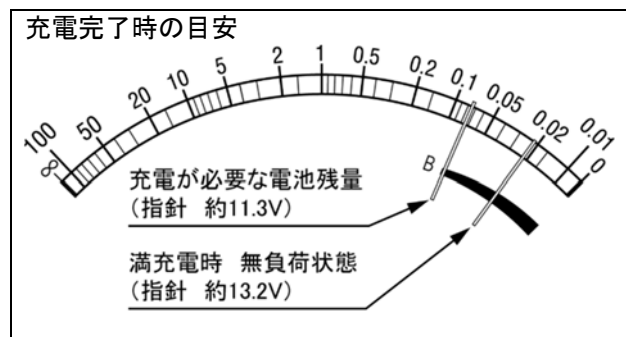
② AC 電源コードを外し、⑬ 電源切換スイッチを「電池」にした状態で、⑪ 電池確認スイッチを押します。電池確認スイッチを押している間に電池充電状態を表示します。

#### 判定

B 残量マーク上に指針がある 測定可能 (満充電時 : 約 13.2V)  
B 残量マーク外に指針がある 測定不可 (電池消耗状態 : 約 11.3V 以下)

#### 満充電時でも、B 残量マークの右端まで振針が振れません。

※ AC100V を入力中で商用電源にあわせバッテリーチェックを行いますと内部で変換された DC 電圧は、DC12V 充電となりますのでメーターの B チェック帯の中頃 (約 DC13V) までしか振れません。これが正常な満充電状態です。



※ DC 外部電源の入力許容範囲は、MAX DC13V±1V ですので、B チェック帯の上限は DC14V となります。上限を超える電圧でのご使用は故障の原因となりますので、指針が振り切れるような場合は、外部の電圧計で入力される電源の電圧を確認してください。

※ 充電・交換等の手順やご注意事項は「3.3 内蔵電池の充電操作」をご参照ください。

---

**測定回数**

NN2800C10HC 充電電池(黄) 約 30~33 回 (0~40°C) 充電後 1 ヶ月放置 約 28 回

/10N-3000CR 充電電池 (緑)

- ※ 製品出荷時 (交換用電池の出荷・弊社修理の対応後を含む) の内蔵電池は充電されておりませんので、必ずご使用前に「充電」を行ってください。
- ※ 通常の「充電」は、電池残量が 0 の状態から最大約 4.5 時間で充電完了します
- ※ 新品時や長期未使用状態からの初回使用では電池内部反応物質の不活性化により、本来の電池性能が得られず「きちんと充電が行えず使用可能時間が短くなる」等の症状が発生する場合がございますが、数回の充放電 (リフレッシュ充電) を繰り返して慣らし運転を行うことにより電池性能は回復します。

**相当する高圧ケーブル例**

- 内蔵電池が完全充電状態において、出力電圧 10kV、負荷コンデンサ 1 $\mu$ F (※) で 10 分間の測定が 30 回以上測定可能
- ※ 1 $\mu$ F の対地静電容量とは、公称断面積 150sq の CV ケーブル 2000m (三線一括) に相当する静電容量です。

**測定可能回数の条件**

- ※ 測定条件は、出力電圧 10kV で 1 $\mu$ F のコンデンサを接続し 10 分間の出力、2 分間の停止を 1 セットとし、機械的に連続して測定を実施しています。
  - ※ 確認は、出力電圧表示が 10kV であること、ブザー音の変化が無いこと、バッテリー電圧値が B 残量マークの下限値 (DC11.3V) 以上であることを確認しています。
-

## NOTE

- リフレッシュ充電

メモリー効果によるニッカド電池の劣化を最小限にするために通常時の充電は、なるべく残っている電池容量を使い切って（電池残量確認時：B残量マーク左端位置）からのリフレッシュ充電をおすすめします。

※ リフレッシュ充電は「放電終止電圧まで放電→急速（満）充電→トリクル充電」の一連の動作を自動で行うことが出来るため、継ぎ足し充電によるメモリー効果を防止・回復する効果があります。

※ 「リフレッシュ充電」は電池残量が満充電の場合、最大約 24 時間で充電が完了します。

※ ニッカド電池の特性として満充電状態からご使用にならない場合であっても、自然放電による電池の消耗が発生します。保存温度により自然放電の量は異なる為、特に高温となる夏場の車中等での運搬にはご注意ください。（満充電後、40℃で 28 日間放置した場合の残量は約 60%程度となります）

- メモリー効果

ニッカド電池の特性として、継ぎ足し充電を繰り返し行うことで本来の仕様容量を発揮できず、充電サイクルが短くなる等の劣化と同じ状態となります。

1 回の充電による使用時間が短くなったと感じられた場合、リフレッシュ充電を行い意図的に完全放電後の満充電を行うことで回復する場合がありますが、数回のリフレッシュ充電を行っても回復しない時は「電池寿命が過ぎた」と判断して電池を交換してください。

- トリクル充電

本器では、通常充電やリフレッシュ充電完了後の満充電状態から過充電にならないよう微弱な充電に変更されます。又、自然放電による電池消耗を防止するためにも使用します。

### 《 長期保存時のご注意 》

- 長期間（1ヶ月以上）ご使用にならない場合には、ケース下部の電池収納部にある「内蔵電池放電コネクタ」により放電を行い、本体より電池を取り外して保管ください。
- 充電電池を完全に 0V まで放電させてしまうと充電電池に酸化被膜が生じ、充電できなくなる可能性がありますのでご注意ください。
- 少なくとも半年に 1 回以上の頻度で、リフレッシュ充電による充放電作業を行い電池のコンディションを整えることをお勧めします。

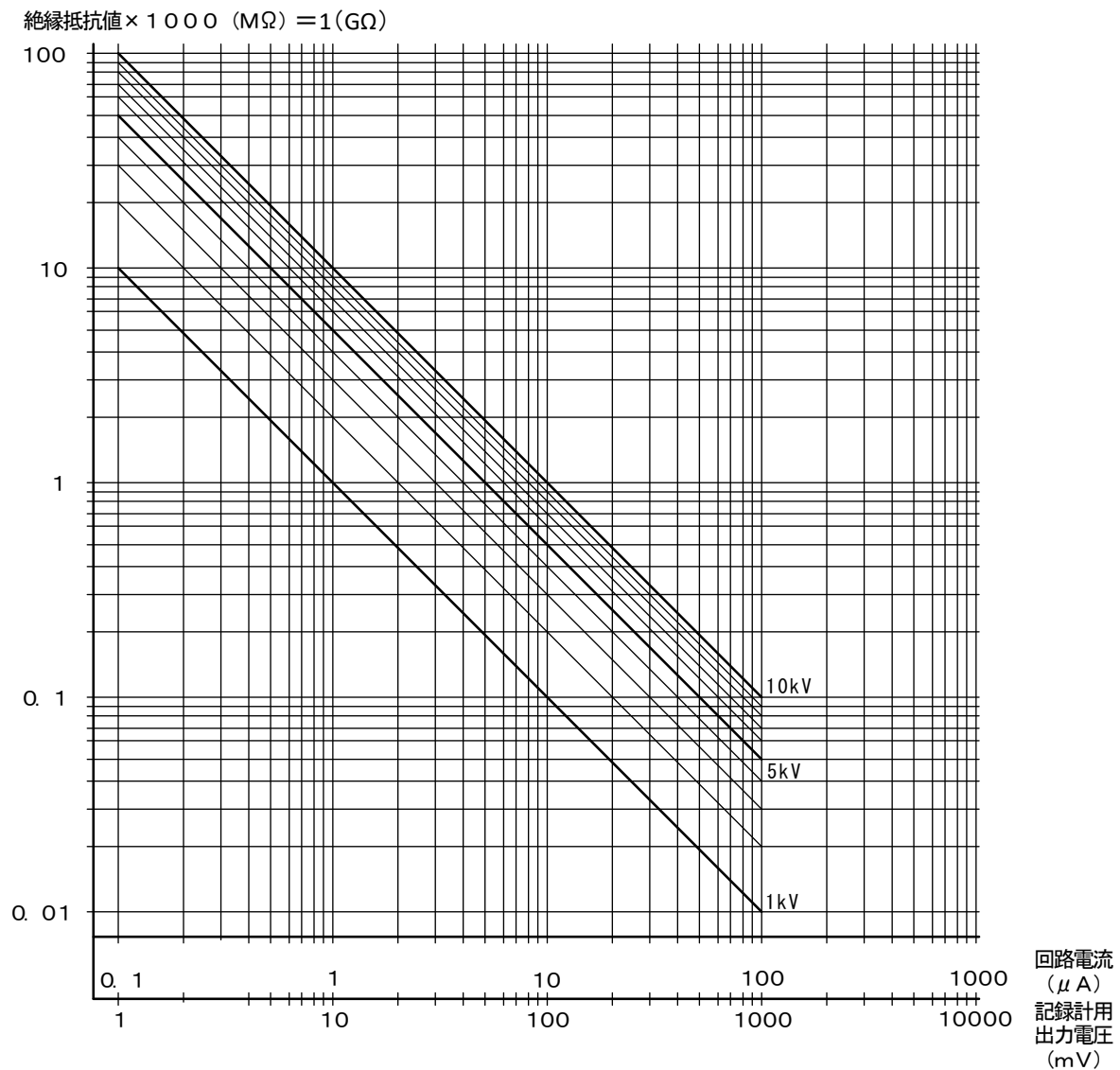
## 1.6.5 記録計用出力端子電圧

## 記録計出力

電圧出力	DC100mV/kV	1kV あたり DC100mV (DC0.1V)
出力精度	±2.5% 1000mV 時	
出力インピーダンス	10KΩ ±5%	

電流出力	DC10mV/μA	1μA あたり DC10mV (DC0.01V)
出力精度	0~1μA	±5% DC10mV 時
	1~10μA	±5% DC100mV 時
	10~100μA	±5% DC1000mV 時
出力インピーダンス	10KΩ ±5%	

## 記録計用出力端子電圧（回路電流）対絶縁抵抗値対象グラフ



記録計出力特性（電圧）

## 第 2 章

### 試験手順





## 2.1 測定試験の前に . . .

高電圧絶縁抵抗測定試験の前に次項の「測定試験の重要事項」「電力ケーブルに於ける絶縁抵抗の測定方式」ならびに「電池チェック・指示の零値確認」を必ずお読みください。

### 2.1.1 測定試験の重要事項

#### ⚠ 警告

- ・ 本器を接地せずに使用した場合、感電事故等の重大事故につながる可能性がありますが大変危険です。アースコードを使用して、直接もしくは接地が確実に行なわれている測定対象物を介して**接地してください**。
- ・ 本器を含めた絶縁抵抗計の測定電圧印加極性は、直流電源のプラス側を接地極に接続するように設計されています。電圧印加中に本器からの接地を外したり、アースコードとラインコードを本来の接続とは逆に**接続したりすることは、大変危険ですので絶対に行わないでください**。
- ・ 本器は DC1kV～11kV の高電圧を発生し、測定によっては広範囲に渡って印加させる場合もあります。**部外者の侵入や接近についても、細心の注意をしてください**。  
電圧出力中には、ラインコードのプロープの先端（接触クリップ）を絶対に手などを触れないでください。
- ・ 本器には自動放電回路が内蔵されており、測定終了後に動作しますが、電路の静電容量等が大きい場合に、放電が完全に行なわれず電荷が復帰する場合がありますので、十分な放電時間をおいてください。  
電池消耗（高電圧表示灯／電圧出力中：赤点灯→赤点減中）により、内部電池が使用許容電圧より下がると絶縁抵抗値がふらつく場合や、出力電圧値がいきなり下がります。場合によっては、自動放電回路が正常に動作しないこともありますので、試験後（試験スイッチ OFF）には充電電荷を必ず直流検電器で無電圧であることの確認を行い、必要に応じて放電用接地棒等を用いて放電してください。電源切換スイッチの「電池」レンジであることを確認し、「電池確認」ボタンを押してメーターのB残量マークが電池有効許容範囲に入っているか確認します。
- ・ 常にコードに**傷等（コード被覆の裂けや傷、芯線の露出、断線等）がないかどうか**点検してください。  
コードに損傷のある場合は、大変危険ですので速やかに使用を中止してください。
- ・ 付属のコードは、端子の緩みや脱落の内容に確実に接続してください。
- ・ 測定中に、接続したコードを不用意に外したり、引っ張ったりしないように注意してください。

#### ⚠ 注意

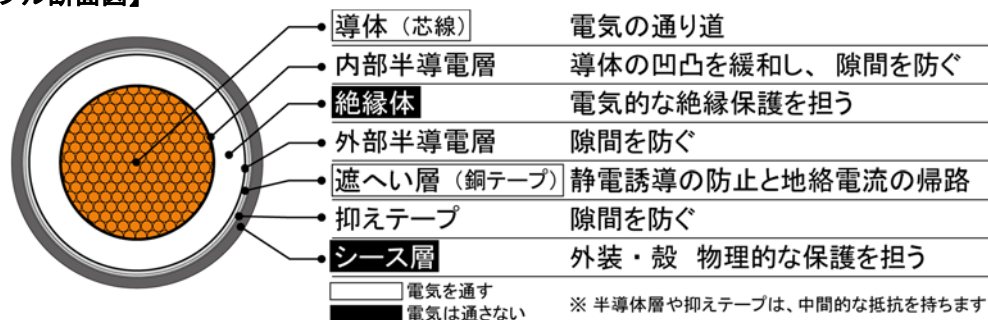
- ・ 本器の測定電圧及び、断路時の残留電圧は直流となります。交流用の検電器は使用出来ません。
- ・ ご使用される検電器を確認の上、直流・高電圧（DC11kV 以上）対応の検電器をご使用ください。

### 2.1.2 電力ケーブルの構造

自家用電気設備構内の高圧引込みに使用する CV ケーブルは、下図のように多層で構成され大きな対地静電容量（C）を持つこととなります。

この中で電氣的な絶縁を担う絶縁体部分の推奨管理基準は、5000～10000MΩ 以上とされており、JIS（C1302）で規格化されている絶縁抵抗計では、1000V/2000MΩ までしか指示出来ず到的確な測定結果が得られません。

#### 【CVケーブル断面図】



又、敷設された高圧ケーブルを保守の為に芯線-対地間によるE接地方式による絶縁抵抗測定を行っても、回路は他の機器と並列接続で接地されていることから、高圧ケーブル単体やその絶縁層の絶縁抵抗値を正しく得ることは困難となります。

本器（DI-11N）では、この2つの問題を解決することで高圧用 CV ケーブルの良否判定を的確に行うことが可能となります。

### 2.1.3 本器で可能な電力ケーブルの測定方式

高圧受電設備は、開閉器や変成器等の高圧機器類をケーブルでつなぐ混在した構成となっています。このうち、AS（区分別閉器）やVCT（計器用変成器）等の高圧機器の絶縁抵抗値（ $R_n$ ）が、数十～数百 M $\Omega$ 程度で十分な安全性が確認出来ることに対して、特に高圧用の CV ケーブルの「絶縁層」に求められている絶縁抵抗値（ $R_c$ ）は、G $\Omega$ （ギガオーム）レベルの絶縁抵抗を管理値として用います。

又、敷設されたケーブルと他の高圧機器類との分離が簡単には出来ないために、以下に紹介する測定方式によって回路全体と高圧ケーブル絶縁層と端末処理状態の絶縁抵抗値を正確に計測することが可能です。

#### A) E接地方式による回路全体の測定・・・詳細は2.3.1をご参照ください

電技 省令第5条第1項にある「回路は、原則として大地から絶縁しなければならない」ことの確認を行うための測定方式となります。

絶縁抵抗計で、回路（ケーブル芯線）と接地との間を測定する場合の回路構成は、右図のようになります。

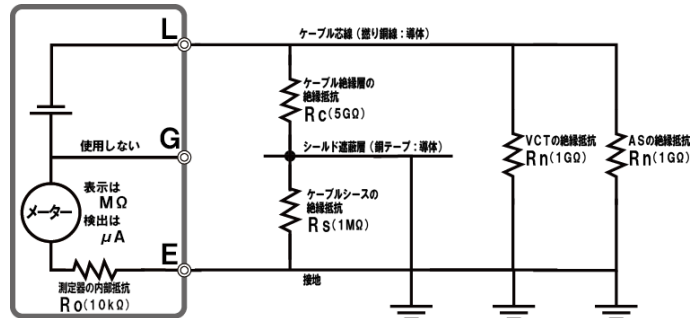
- シールド遮蔽層は、接地接続されるので、バイパスされるケーブルシースの絶縁抵抗値（ $R_s$ ）は測定されません。
- ケーブル部分（ $R_c$ ）とその他の機器（ $R_n$ ）は並列接続されているので、絶縁抵抗値の低い方に測定電流が流れ込みます。

（ $R_n$  は、先に合成計算し 500M $\Omega$  とする）

この条件を例として絶縁抵抗値を計算してみると次の様に低い  $R_n$  の近似値で指示されることとなります。

$$R = \frac{R_c \times R_n}{R_c + R_n} = \frac{5000 \times 500}{5000 + 500} = \frac{2500000}{5500} \approx 454.545 \dots \text{M}\Omega$$

- 保安上の考え方では、回路と対地間の絶縁が事故に直結する最重要な絶縁抵抗値となりますが、水トリーが進行していない健全な CV ケーブルの推奨管理値が、5G（5000V 時）/10G $\Omega$ （10000V 時）であることから考えると、この E 接地方式で高圧ケーブルの良否判定をすることは困難となります。
- 逆を返せば、E 接地方式で 5G（5000V 時）/10G $\Omega$ （10000V 時）以上の測定結果が得られるのであれば、高圧ケーブルの絶縁抵抗  $R_c$  とその他の機器の絶縁抵抗  $R_n$  は、それぞれ十分な絶縁抵抗値を有している確認が出来るので、以降に紹介するケーブルの絶縁抵抗を単独で行う測定は必要ありません。
- 以降に説明する「ガードコードを使用する E 接地方式」及び「ケーブルシールドコードを使用する G 接地方式」では測定電流の不要部分（表面リーク電流や  $R_n$  へ流れる電流）をガード端子から回帰させてしまうために、保護領域となる出力電圧の垂下特性とメーターの指示値が一致しない場合があります。本器の場合は、パネル面にデジタル電圧計を備えておりますので、G 接地方式で測定中に設定した出力電圧まで上昇が出来ない場合には、一旦 この E 接地方式に切り換えて回路全体の絶縁抵抗値の確認を行ってください。



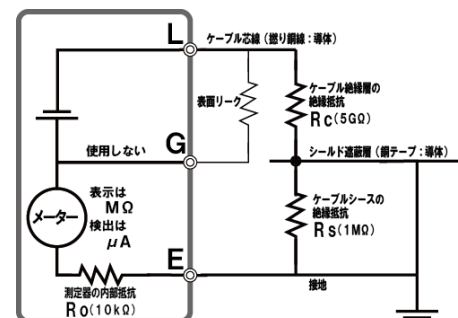
【E接地方式による高圧回路の絶縁測定】

#### B) E接地方式によるケーブルの単体測定・・・詳細は2.3.2をご参照ください

ケーブルの良否判定を目的とし、ケーブル絶縁抵抗（ $R_c$ ）を測定する方法として最も単純な手段が AS（区分別閉器）や VCT（計器用変成器）等の高圧機器から切り離して、高圧ケーブルを単体で測定することが考えられます。

しかしながら、年次点検等での分割・分離から現状復帰までの作業を行うことは困難です。

VT やトランスが接続されている場合は、相間が短絡されるので基本的に三相一括での測定になりますが、これらの高圧機器を外すことで、相間不平衡率の試験に必要な一線ことの測定が可能となります。又、施工前の高圧ケーブルは予め外れた状態ですが、そのケーブルの端末処理がされていない状態で測定を行う場合は、ほぼ確実に「表面リーク電流」が発生することになりますので、シールド部分を剥いた絶縁体の中間部分にガードリングや錫引き銅線を巻き付けて、表面リーク電流をキャンセルさせます。（右図参照）



【E接地方式によるケーブル単体測定】

### C) ケーブルシースの絶縁抵抗測定 ・ ・ ・ 詳細は 2.4 をご参照ください

多層構造となる高圧ケーブルでの最外層であり、導体部分をこのビニールシースで覆い、両端を端末処理することで内部の「絶縁体」を外気から遮断保護しています。

このシースの損傷による破断や両端末処理部分からの浸水が発生すると高圧ケーブルは、急速に劣化が進みます。

特に、地中に埋設されたケーブルシースの亀裂が貫通している場合は高い確率で内層に水分が侵入していることが想定されます。

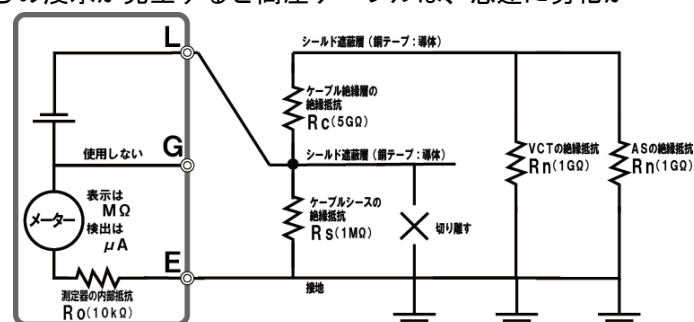
この場合に「シールド遮蔽層と接地」間を測定（右図）すると、ほぼ  $0\Omega$ （短絡状態）という測定結果が表れますが、短絡状態に至らなくても、何らかの異常が場合にはシース絶縁抵抗が極端に低い数値となります。

元々、電気的な保護を目的としている層ではないために、管理基準は  $1M\Omega$  以上とされています。

接地から切り離れたケーブルシールドと接地を  $500V$  絶縁抵抗計（シース絶縁抵抗レンジ）で測定することで、 $R_c$  や  $R_n$  への回り込み電流も発生しますが、 $R_c$  及び  $R_n$  は  $R_s$  に比較して圧倒的に高い絶縁抵抗値であることから、 $R_s$  の真値より若干低い近似値となるので、この測定結果を使用します。

$$R(\text{測定値}) = \frac{(R_c + R_n) \times R_s}{R_c + R_n + R_s} = \frac{(5000 + 500) \times 1}{5000 + 500 + 1} = \frac{5010}{5501} \approx 0.91...M\Omega$$

尚、後述する G 接地方式による測定では、このシース絶縁抵抗と測定器の内部抵抗に流れる電流の比率が測定精度に直結することから、事前に  $1M\Omega$  以上の確認を行う必要があります。



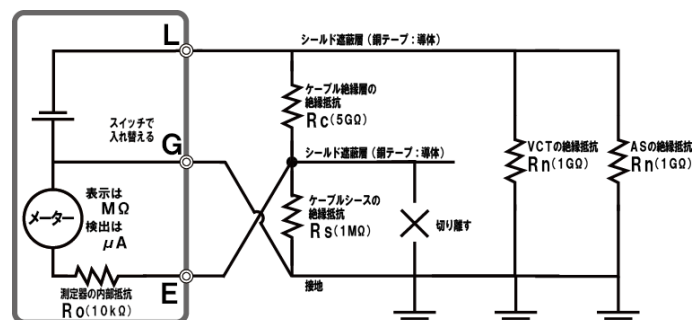
【E 接地方式による高圧電路の絶縁測定】

### D) G 接地方式による電路全体の測定 ・ ・ ・ 詳細は 2.5 をご参照ください

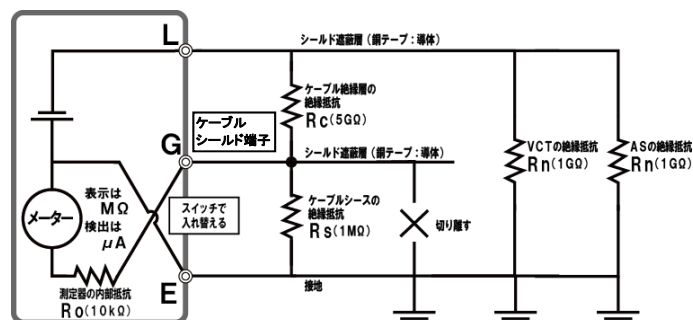
敷設されたままの状態、高圧ケーブルの絶縁層のみの絶縁抵抗値を測定方式となります。

目的となるケーブル絶縁体以外のケーブルシース  $R_s$  や VCT（計器用変成器）・AS（負荷開閉器）等の高圧機器  $R_n$  を通過する電流を G（ガード）端子に回帰させる回路構成となります。

- まず、測定を目的とする高圧ケーブル絶縁層の抵抗値 ( $R_c$ ) の両端に L と E を接続させた上で、通常は接地へ接続しているシールド遮蔽層を接地から切り離します。
- G（ケーブルシールド）端子を測定電路の接地へ接続することで、高圧機器の絶縁抵抗値 ( $R_n$ ) を通過する測定電流は、無条件で G 端子より回帰します。
- $R_c$  を通過した電流は、ケーブルシース ( $R_s$ ) を通過して G 端子に戻る電流と E 端子に戻る電流に分流されますが、本器の E 端子内部には  $10k\Omega$  の抵抗が存在することから、事前に予備試験として行ったシース絶縁抵抗測定の結果が、 $1M\Omega$  以上であることで、 $10k\Omega:1M\Omega = 1:100$  以上の精度で、 $R_c$  の真値を得ることが可能となります。
- 尚、本器では、G 端子を「ケーブルシールド端子」として、内蔵した「E/G 方式切換スイッチ」を設けることで E 接地方式からの測定方式の切替えることが、最小限の手順で可能となっております。



【G 接地方式による高圧電路の絶縁測定】



【DI-11N での G 接地方式による高圧電路の絶縁測定】

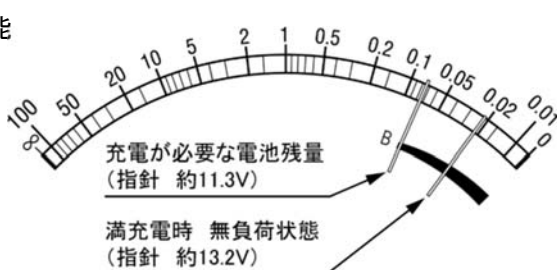
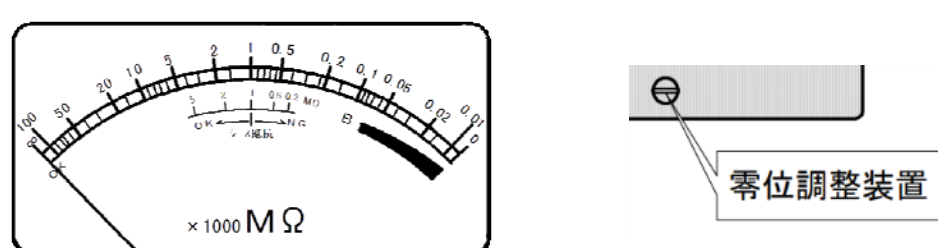
※ 他社製高圧絶縁抵抗計の内部抵抗は、必ずしも  $10k\Omega$  ではありませんので、同様の計算は成立しません。



## 2.2 測定器の準備とチェック

### 2.2.1 電池チェック・指示の零値確認

「電池チェック」と「指示計(絶縁抵抗計)の零位置と∞位置の指示確認」を下記の手順で行います。

本器の 操作	手順	操作
	1	付属のE端子接地コード(アースコード・緑)をアース端子に接続し、黒いクリップ側を接地します。
	2	<p><b>【充電電池の電池残量チェック】</b>(内部充電電池で測定を行う場合) 電源切換スイッチの「電池」レンジであることを確認し、「電池確認」ボタンを押してメーターの指針がB残量マークの電池有効許容範囲に入っているかを確認します。</p> <p>※ メーターのB残量マーク下限の近くを指針が示している場合は、充電電池を商用電源で充電します。現場で商用電源がなく、電池充電をしている時間がない場合は、発電機の交流電源(AC90~260V)か、車載バッテリーのDC12~14V(車載バッテリーと本器のDC電源入力端子を接続するコードはお客様で用意してください)電源を利用して測定を行います。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● B残量マーク上に指針がある：測定可能 (満充電時：約13.2V)</li> <li>● B残量マーク外に指針がある：測定不可 (電池消耗状態：約11.3V以下)</li> </ul> <p>※ 満充電時でもB残量マークの右端まで振針が振れることはありません。 外部DC電源の入力確認用に、DC15Vをフルスケールとしています。</p>
		
	3	<p><b>【ゼロ位置チェック】</b> 本器の試験スイッチがOFFの状態、メーター指針が「∞」位置と一致しない場合は、メーターの零位調整ネジ(零位調整装置)をマイナスドライバー回して「∞」に合わせます。ラインコード(赤)をE端子接地コード(アースコード)接地に接続した状態に短絡して、本器の試験スイッチを引いた状態で絶縁抵抗計の指示計の指針が零(0)値を指示していることを確認します。 同時に高電圧ランプが、赤色に点灯状態で充電状態が良好であることを確認します。</p> 
		<p><b>⚠ 注意</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ メーターカバーは、アクリル樹脂で成型されているため、冬季の乾燥した時期には静電気により帯電することがあります。</li> <li>・ メーターの表面を触ると指針が振れる・ゼロ調整が出来ない等の症状がある場合は、帯電している可能性があるため、測定を行わないでください。</li> <li>・ 製造時に帯電防止剤の塗布により予防処置をおこなっておりますが、経年的に帯電防止効果が薄れた場合に、静電気によりメーターが予期せぬ動作をすることがあります。その際には、帯電防止剤の塗布等の処置を行なってください。 (詳しくは、「保守」の項をご参照ください。)</li> </ul>

4	<p><b>【∞位置チェック】</b>  約 1kV (ステップでもリニアでも可) にして、ラインコード (赤) のクリップ先端を開放 (空中に浮かす) し、E 端子接地コード (アースコード) を必ず接地して、本器の試験スイッチを引いた状態で、絶縁抵抗計の指示計の指針が無限大 (∞) 値を指示していることを確認します。同時に高電圧ランプが、赤色に点灯状態 (点滅は充電不足) であることを確認します。</p> <p>※ この状態で絶縁抵抗計の指示計の指針が、∞以外の絶縁抵抗値や垂下特性によって電圧計が設定した電圧まで上昇出来ない場合は、本器のラインコード (赤) の不具合が疑われます。このような場合は、「ラインコード (赤)」をライン端子より外して同様のチェックを行い、不具合の原因が「本体側」か「ラインコード (赤)」かを判別します。</p>
---	--

### ⚠ 注意

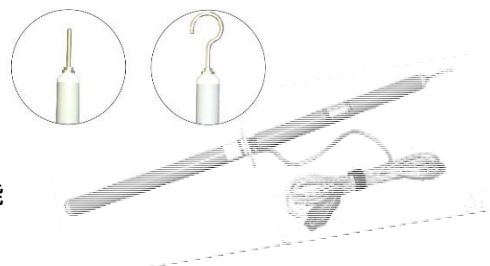
- ・ 本器を接地せずに使用すると感電事故等の重大事故につながる可能性があり、大変危険です。また、本器の故障原因となりますので、ご注意ください。  
測定対象物の接地が確実にこなわれていることを確認後、E 端子接地コード (アースコード) を使用して測定対象物を介して接地するか、直接に接地へ接続してください。
- ・ 長い高圧ケーブル等の場合、停電時の残留電荷を残したままで、高電圧絶縁抵抗計の測定をすると絶縁抵抗値が高く指示され、本来の絶縁抵抗値を正しく示すまで時間がかかります。
- ・ 高圧遮断時の残留電荷があると、本器を接続する際に感電等の危険があります。  
測定対象物の高圧印加部分を放電用抵抗付接地棒やアース (接地) と接触させ、残留電荷を完全に放電し、交流用の高圧検電器でご確認ください。

## 2.2.2 安全工具類のご用意

本器を安全に使用するために、併せてご用意ください

### ① 放電用抵抗付接地棒 MTS-1W

- 本器を用いた測定後の残留電荷を放電するための接地棒
- 抵抗を内蔵し、接触時のアークを抑え安全に作業が可能
- 2種類の先端電極 (ネジ込み式) は、現場に合わせ使用可能
- 筐体は絶縁性が高く、劣化の少ない塩化ビニール製



### ② 短絡アース SE-1

- 停電メンテナンス中における短絡接地器具
- 着脱が容易なクリップタイプ
- 相間: 38mm<sup>2</sup>×1m・接地: 8mm<sup>2</sup>×6m
- ※ 本器の使用中は、接地側を外してください



### ③ 交直両用 高低圧検電器 HSN-6A1 (長谷川電機工業(株)製)

- 絶縁抵抗測定・絶縁耐力試験の使用では、AC10.5kV・DC21kV までの検電が可能 (電路へのご使用は AC/DC 共に 7kV までとさせていただきます)
- 残留電荷の確認・放電が可能
- 切り換え操作が不要で AC/DC 両対応、LED による判別が可能



### ④ 電池式 LED 回転灯 ニコUFO VL07B-003A (R:赤・Y:黄)

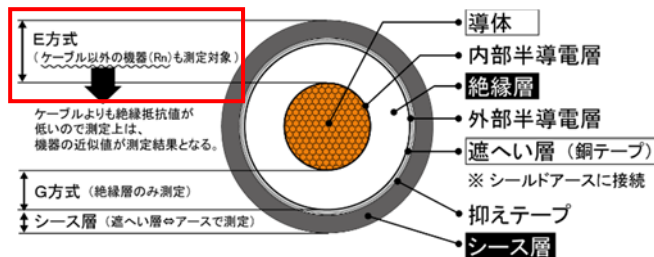
- 電圧印加中の接近注意を促す回転灯
- 回転と点滅表示を切り換えて選択が可能
- マグネット磁石にて盤面に簡単取り付けが可能、
- 電池式 (単 3 乾電池×2 本) で 400~500 時間の点灯が可能



## 2.3 E接地方式による絶縁測定方法（一般的な絶縁抵抗測定法）

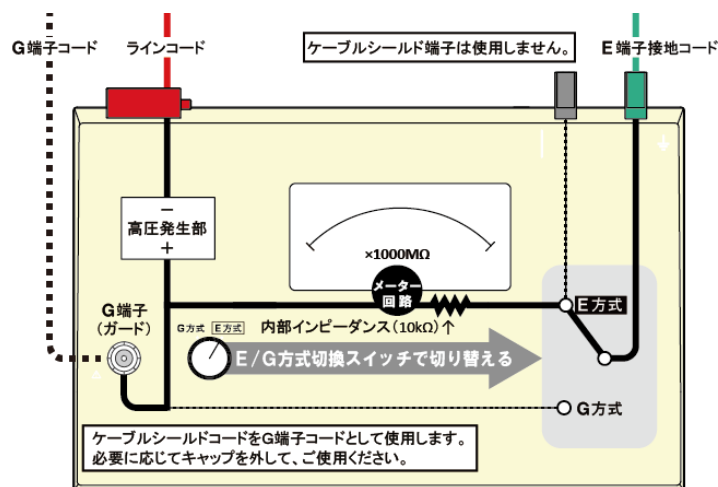
絶縁抵抗測定の基本は「E方式（アース接地）測定方式」となります。  
 高圧ケーブル及び高圧機器を含めた一括測定（機器全体の絶縁抵抗測定）をする場合に適用します。

電路内のケーブル部分は、右図の様になりますが、ケーブル以外の箇所に接続された機器の絶縁抵抗と並列で接地接続されるために測定電流の大部分が、高圧ケーブル以外に分流してしまう為に高圧ケーブル自体の正しい診断結果は得られません。しかしながら、高圧受電設備の電路が大地から絶縁されているという大原則の確認の為に、とても重要な絶縁抵抗測定となります。



### 2.3.1 測定器内の略回路図（E接地方式）

- 基本は、L（ライン）－ E（アース）間での絶縁抵抗測定となります。（結線図〔1〕参照）
    - E接地方式では、高電圧絶縁抵抗計から印加される部分の全ての電路の絶縁抵抗値が測定されます。
    - 高圧ケーブルのみの測定を行う際には、高圧機器をケーブルから外す必要があります（結線図〔2〕参照）
    - パネル面の「G端子（ガード）」を使用することで、測定対象ケーブル等に生じる表面リーク電流を本器のメーターを介さず、キャンセルさせた測定回路での測定が可能です（結線図〔3〕〔4〕参照）
    - 既設の高圧ケーブルのみの絶縁抵抗を測定する場合は、G方式にて測定してください。
- ※ 実際の電路には、碍子や各種の端末処理部分・機器等での露出している高圧端子があり、これらの碍子や各種の端末処理部分、機器等での高圧端子の全てに対してガードコードを全て接続することは不可能なので、全ての表面リーク電流を取り除くことは出来ません。
- ※ 高圧電気設備のメンテナンスにおける全体絶縁抵抗（E接地方式）測定では、碍子や各種の端末処理部分、機器等での高圧端子の汚損等によって流れる表面リーク電流も稼働中の劣化要因の一部と考え、一般的に高電圧絶縁抵抗計での測定では、本項で説明するガードコードによるキャンセル処理は行いません。
- ※ 後述するG端子（ガード）を使用した場合の測定値は、表面リーク電流を除いた絶縁抵抗値を指示します。しかしながら、測定電流は対象電路全体へ分流されるために高い絶縁抵抗値を指示しながらも垂下特性が機能してしまうために正確な絶縁抵抗値が得られない場合があります。判別する方法として、設定した測定電圧まで出力されておりませんので、一旦ガードコードを使用せずにE接地方式による絶縁抵抗の確認を行い、垂下特性の発生しない（1000V時に10MΩ～10000V時に100MΩ 1.6.3 測定電圧出力特性を参照）絶縁抵抗値以上であることを確認してください。



E方式での DI-11N 略回路図

## 2.3.2 E 接地方式の測定準備

測定対象物の準備	手順	操作
	1	<p>測定対象区分を定め、測定対象以外の区分電路を断路器 (DS) や高圧カットアウト、CB・LBS・PAS 等で切り離し、測定対象物に残留電荷がないことを直流検電器等で停電状態を確認します。</p> <p>※ 測定区分内に取り付けられている短絡接地器具 (短絡アース: SE-1 等) の接地側を外し、電路に高電圧を印加することを周囲に喚起します。</p>
	2	<p>高圧ケーブルを含む機器全体の絶縁抵抗の測定をする場合 (一般的な電路) R・S・Tの各相電路を短絡します。</p> <p>※ 測定回路上に VT (PT) や、VCT (MOF)・高圧トランス等が入っていると巻線を介して、各相の短絡作業をしないと各相に測定電圧がかかりますが、トランス巻線部分に電位差が生じないように、必ず別線を使用して短絡作業を行ってください。</p> <p>※ 測定対象の高圧電路においては、テーピング等で高圧ケーブルと高圧機器の分離が出来ない場合には、G 接地方式で行ってください。</p>
	3	<p>高圧ケーブルのみの絶縁抵抗の測定をする場合 (敷設前、又は分離したケーブル) 機器が接続されていない高圧ケーブル単体は、直接 芯線と接地 (シールド遮蔽層) の間を測定しても、他の危機の影響を受けずに高圧ケーブルの測定が可能です。三線一括でも、一線ずつでも、測定は可能です。</p> <p>※ 両端に接続されている機器等は、全て取り外してください。</p> <p>※ 端末処理が行われていない高圧ケーブルは、シールドを剥いた絶縁体沿面に表面リーク電流が発生してしまいますので、ガードコードを使用して測定を行ってください。</p>



### 注意

- 汚損がひどい状態や極湿状態で測定を行うと、高圧ケーブルの端末や高圧碍子、LBS 等に生じる表面リーク電流によって、本来の測定結果が得られません。対策として、丹念に電路や機器の清掃を行うか、別の良好な日に延期するか検討します。
- 切りっぱなしの高圧ケーブルや、曇天で朝露等が結露している屋外高圧ケーブルの端末がある時などでリーク電流を除去 (キャンセル) させる場合は、測定対象物の碍管・ゴムとう管・ストレスコーンの中間部分にガードリングを取り付けるか、銅線を巻付けてガードコードを接続します。

### 本器の操作

手順	操作	
1	電源切換スイッチ 停止 (充電)	
2	試験スイッチ OFF (押された状態)	
3	ステップ電圧設定 / リニア可変設定切り換えスイッチ	<p>目的に合わせてお選びください。</p> <p>※ 本書では、ステップ電圧測定を例とします。</p> <p>※ 使用時以外は最小を標準状態としてください。</p> <p>※ x1kV ツマミをシース抵抗に設定すると、500V の固定出力となり、電圧の可変は出来ません。</p>
4	x1kV ツマミ	
5	~1kV ツマミ	
6	E/G方式切り換えスイッチ	E方式



### 警告

- 本器を接地しないで使用した場合や測定中に接地コードが外れると、感電や本器の故障等の重大事故につながり危険です。必ず外れないように接地してください。



## 2.3.3 E方式測定の接続

## 結線手順

手順	操作
1	<p>結線図 [1] ~ [4] を例に配線してください。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>※ 通常は、結線図 [1] で行います。</li> <li>※ 各相の絶縁抵抗を個別に測定する場合には、結線図 [2] で行います。</li> <li>※ 末端処理を施されていないケーブルの場合は、表面リーク電流の対策として結線図 [3] [4] の様にガードコードを使用することで、測定対象物（ケーブル）のシース上を流れる表面リーク漏れ電流をキャンセルします。</li> </ul> <p>取り付けの作業は ① アース → ② (ガード) → ③ ライン</p> <p>取り外しの作業は ① ライン → ② (ガード) → ③ アース の順を厳守してください。</p>
2	<p>【E端子接地コード（アースコード）】 本体アース端子に接続し、クリップ側を確実に接地します。</p>
3	<p>【ガードコード（ケーブルシールドコードをガードコードとして使用します）】 結線図 [3] [4] のみ使用します</p> <p>A. ガードコードを使用しない場合（結線図 [1] [2]）には、本体ガード端子にコードを接続する必要はありません。</p> <p>B. ガードコードを使用する場合（結線図 [3] [4]）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 末端処理前の高圧ケーブルは、測定電圧を印加する切断したケーブルの芯線露出部分と、剥いたシールド部分の縁面距離が十分に取れない場合に表面リーク電流が発生して、測定される絶縁抵抗値が大きく低下してしまう場合があります。</li> <li>● 同様に、天候が悪く末端が濡れている場合や極湿環境によって、気中放電がひどい状態でも、表面リーク電流をガードコードから電流をキャンセルさせることで、必要な絶縁抵抗値を測定することが可能となります。</li> <li>● ガードコードの本器側はパネル左下の「⑩ G端子（ガード）」に接続します。</li> </ul> <p>※ 本器背面部の「⑧ ケーブルシールド（G方式）端子」には接続しないでください。</p> <p>● 本体パネルの「E/G方式切換スイッチ」が、「E方式（右側）」に設定されていることを確認してください。</p> <p>● ガードコードの設備側は、被測定ケーブルのシース層で芯線露出部分から20cm以上離れた絶縁体沿面上に、ガードリングあるいは、φ1.6mm程度の錫引き銅線等の導線を巻きつけます。（本製品には、ガードリングや巻き付け用の錫引き銅線等は付属しておりません）ガードリング・巻きつけた銅線の先端を、ガードコードのクリップに接続します。</p> <div data-bbox="1077 862 1452 1108" style="text-align: right;"> <p>必ず接地する</p> </div> <div data-bbox="1077 1265 1444 1422" style="text-align: right;"> <p>G端子（ガード） G方式 E方式</p> <p>ケーブル（G方式）の場合は、接続不要です。</p> </div>
4	<p>【ラインコード】 本体ライン端子に接続します。 ラインコードの扱いは、高圧ゴム手袋を着用して行ってください。</p>

**NOTE: 垂下特性による測定電圧の確認**

ガードコードを使用した場合の測定値は、表面リーク電流を除いた抵抗値を指示します。しかしながら、測定電流は対象電路全体へ分流されるために高い絶縁抵抗値を指示しながらも垂下特性が機能してしまい、設定された測定電圧による絶縁抵抗値が得られない場合があります。

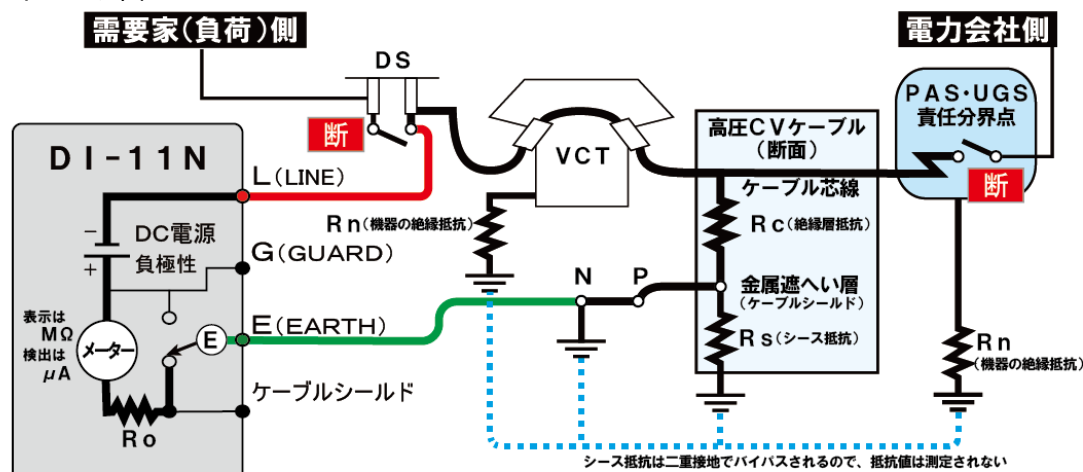
判別する方法として、このような場合では設定した測定電圧まで出力されておきませんので、一旦ガードコードを使用せずに絶縁抵抗値の確認を行い、垂下特性の発生しない（1000V時に10MΩ～10000V時に100MΩ 1.6.3測定電圧出力特性を参照）絶縁抵抗値以上であることを確認してください。



### 2.3.4 E接地方式の結線例 - 1 (ガードコードを使用しない場合)

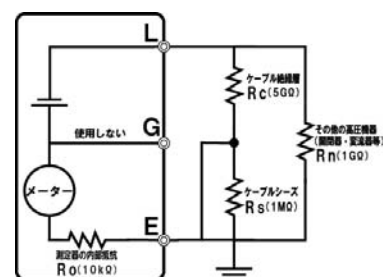
- 基本的な高圧受電設備全体の電路と対地間の測定になります。(通常は、この方法で行ってください。) 接続される高圧機器類によって相間が短絡されることから、基本的には三相一括での測定となります。
- 測定対象となる電路は、電源側をPAS・UGS等の区開閉器(以下「AS」)、負荷側のDSを断路して区分させますが、この開閉器と電力会社のVCT(計器用変成器)が高圧機器として接続されることとなります。この高圧機器類は、十分な絶縁強度を持っているものの、高圧ケーブル絶縁体に使用されている架橋ポリエチレン程高い絶縁抵抗値は得られません。これらが混在構成される高圧電路は下記の等価回路の通り、対地へ並列接続されるので高圧機器側の低い絶縁抵抗の近似値となってしまうことから、この測定方法では、高圧ケーブル単体の良否判定は困難なものとなります。
- 高圧ケーブルを高圧機器類から分離することが可能であれば、高圧設備に干渉されずに直接測定することが出来ますが、ケーブルの末端が未処理状態の場合では表面リーク電流が生じてしまうことから、対策としてガードコードを使用したE接地方式(2.3.5参照)での測定をおすすめします。
- 分離が不可能であれば、G接地方式(2.5参照)での測定を行ってください。
- メンテナンス等で、完成された状態の設備を測定する場合に表面リークや気中放電(コロナ放電)が発生しても、それは「末端処理部分の不良」と考えてそのまま測定値に反映させます。但し、雨天時や極端な多湿の環境で測定を行う場合には、ガードコードを使用して測定(2.3.5参照)してください。
- ケーブルシース絶縁抵抗 $R_s$ は、金属遮蔽層(ケーブルシールド)が接地されているためバイパスされるので、抵抗値は $0\Omega$ となるので測定されません。  
(仮にN-Pを外しても $R_c$ と $R_s$ は直列で接続されるので、計測上の大きな妨げにはなりません。ケーブルシールドの電位が上昇する危険性もあるので、測定中は接地から浮かせないように測定してください)

#### (1) イメージ図



#### (2) 等価回路図

- 指示される絶縁抵抗値は計算上、 $R_c$ と $R_n$ が並列に接続されることから、どちらかの低い数値の近似値となります。
- 通常は、高圧機器類の絶縁抵抗値( $R_n$ )に近似した測定結果しか得られません。
- 逆を返せば、この方式での測定結果で、ある程度以上の抵抗値を確認出来るのであれば、目的とする高圧ケーブル自体の絶縁抵抗値も、それ以上の数値であることが証明されます。



#### (3) 仮に数値を代入してみると、

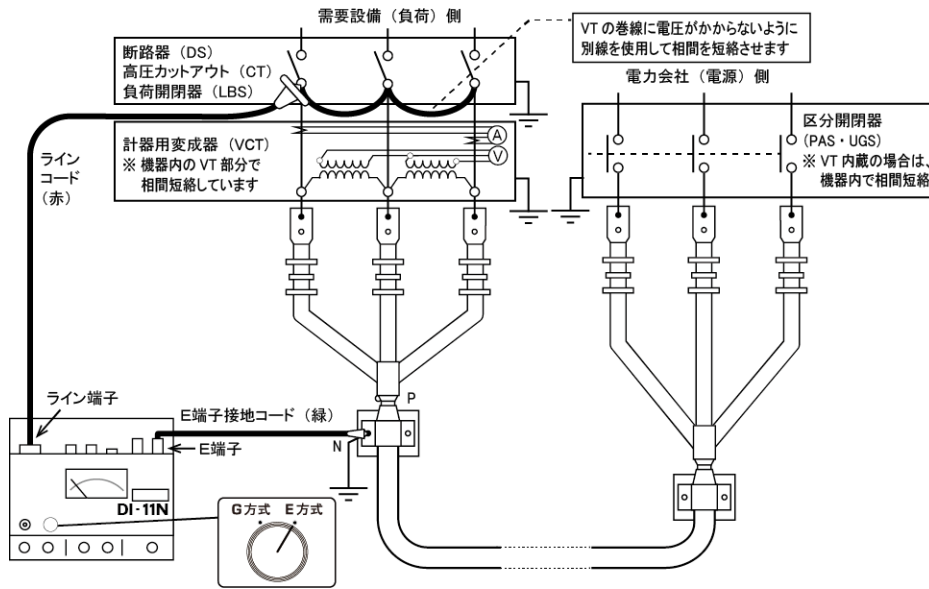
$R_c$ (ケーブル絶縁体)	: 5000M $\Omega$
$R_s$ (ケーブルシース)	: 1M $\Omega$
$R_n$ (その他の高圧機器)	: 1000M $\Omega$

$$R(\text{測定値}) = R_c \times R_n / R_c + R_n = 5000 \times 1000 / 5000 + 1000 = 5000000 / 6000$$

$\approx 833.333\dots\text{M}\Omega$  (この測定結果からケーブルの良否判定は困難である。)

## ① E接地方式 — 高圧機器を含めた三相一括・ガードコードなし

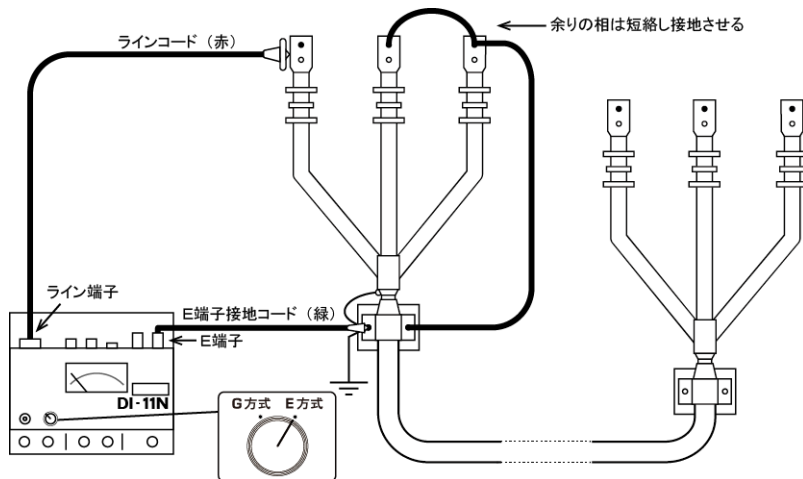
- 断線した電路を三線一括で、測定します。  
 ※ 通常は、この方法による測定から行ってください  
 ※ 測定中に「電圧が上がらない」場合には、測定対象物の絶縁抵抗値低下以外に、表面リークや設備の汚損、雨天や多湿等により垂下特性が働いている可能性が考えられます。  
 確認のため事前に、この方法で測定を行い電路全体の絶縁抵抗値を確認してください。
- 測定対象：電路全体（「高圧ケーブル（絶縁層+端末処理部）」「高圧機器」）と接地間の絶縁抵抗。
- 表面リーク電流が存在しても端末処理済みのケーブルでは、処理部分を含めた不良要因と考えるので、ガードコードを使用してリーク電流を除外させる必要はありません。



結線図〔1〕 ケーブル三相一括測定の場合（高圧機器を含めた一括測定の場合）

## ② E接地方式 — 端末処理済みのケーブルを一相のみ・ガードコードなし

- 分割した引き込みケーブルを一線ずつ測定します。（VT・トランスがあると相間が短絡状態となるので切り離す）
- G接地方式で、測定結果が思わしくない場合に、不良ケーブルを探すために一相ずつ測定します。
- 端末処理を施したケーブルで、通常の天候であればガードコードは必要ありません。
- 測定対象：電路全体（「高圧ケーブル（絶縁層+端末処理部）」）と接地間の絶縁抵抗



結線図〔2〕 一相のみを単独測定する場合（G端子コードを接続しない場合）

## 2.3.5 E接地方式の結線例 - 2 (ガードコードを使用する場合)

- 他の測定方法で測定結果が良好ではない場合や、敷設前の高圧ケーブルでは、ケーブルを単体で測定を行う必要があります。
  - 特にケーブルの末端が未処理(写真:左)である場合には、白い絶縁層の表面を沿ってリーク電流が発生することで、測定値が大きく低下してしまいます。  
この電流をガード端子から回帰させることで、本器は必要な部分のみの絶縁抵抗を測定することが出来ます。
  - 左側写真の○印付近に、錫引き銅線を巻き付けるか、ガードリングを取り付けて、本器のガードコードに接続します。
  - 施工後の高圧ケーブルは、右写真のように「端末処理」が施されているので、通常はガードコードを使用する必要はありません。
- ※ 雨天時や極端な多湿の環境で測定を行う場合には、敷設されたままのケーブルにガードコードを使用しても差し支えはありません。

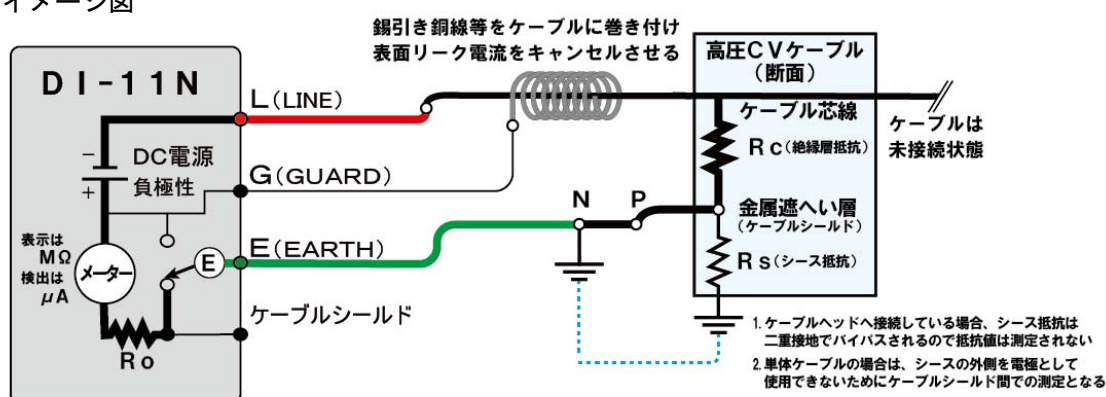


【未処理】



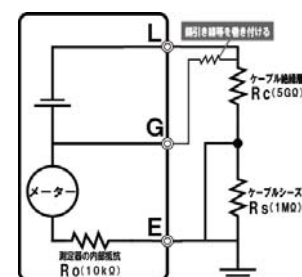
【処理済み】

### (1) イメージ図



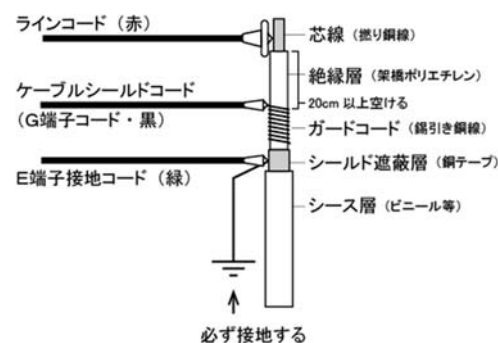
### (2) 等価回路図

- 最もシンプルに、高圧ケーブルの絶縁測定を行うことが可能ですが、メンテナンスで行う場合には、接続されている区分開閉器や計器用変成器等の高圧機器から分離させる必要があります。
- ※ 測定電路内にVTが存在すると、VT巻線を介して相間が短絡されます。  
VTを内蔵する開閉器やVCTを接続したままでは、一相ずつの測定（≒三相不平衡率の試験）は行えませんので、ご注意ください。



### (3) ガードコードの取り付けについて

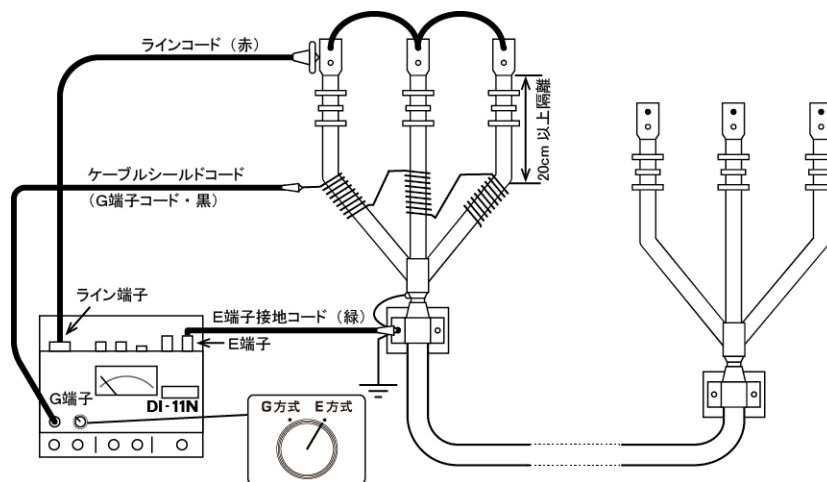
- ラインコードから電圧を印加する芯線と、接地へ接続するE端子接地コードの測定を行う場合に、未処理の高圧ケーブルでは目的とする絶縁層を貫通する電流以外にも絶縁体の表面を伝う電流が発生する可能性があります。  
両極の距離や表面の汚損、あるいは天候や湿度等に左右されますので、右図を参照にガードコードを巻き付けるかガードリングを介して、本器のガード端子に回帰させることで、不要な表面(沿面)リーク電流をキャンセルさせることが可能となります。
- ※ 端末処理済みや敷設済みの高圧ケーブルでは、リーク電流がほぼ発生しないことと、完成された部位として発生したリーク電流は不良要因と考えるので、通常はガードコードを使用した測定は行いません。



【未処理端末への接続例】

### ③ E接地方式ケーブルを三相一括測定・ガードコードあり

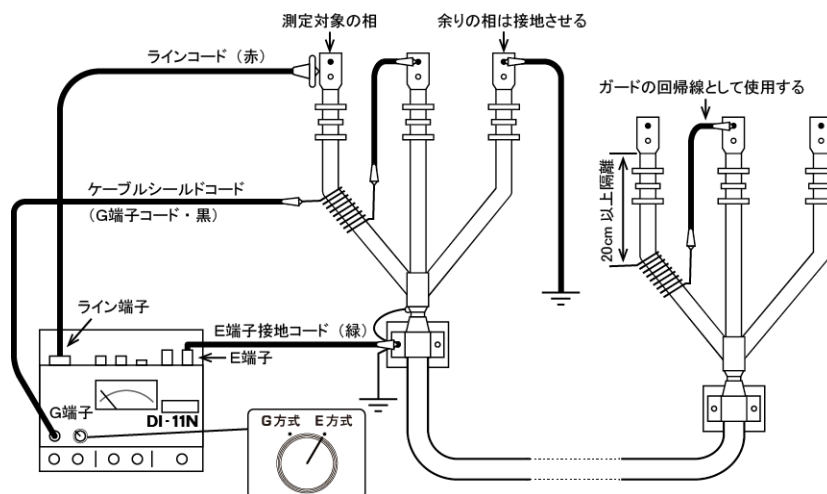
- 施工前や高圧機器から分割した高圧ケーブルを三線一括で測定する際に雨天や多湿時等のコンディションが悪い場合に使用します。
- 測定対象：電路全体と接地間、又は高圧ケーブル単体の絶縁抵抗（リークを除去）
  - ※ 表面リーク電流が存在しても末端処理済みのケーブルでは、末端処理部分を含めた不良要因と考えるので、ガードコードを使用してリーク電流を除外させる必要はありません。
  - ※ 測定中に「電圧が上がらない」場合には、測定対象物の絶縁抵抗値低下以外に、表面リーク側への分流によって垂下特性が働いている可能性が考えられます。確認のために一旦ガードコードを使用せずに測定を行い、電路全体の絶縁抵抗値を確認してください。
- ケーブル末端が未処理の場合は、前ページの「③ ガードコードの取り付けについて」を参考に接続してください。  
末端が未処理の場合は大きなリーク電流が発生しますので、必ずガードコードをご使用ください。



結線図〔3〕 ケーブル三相一括測定の場合（G端子コードを使用する場合）

### ④ E接地方式一端末が未処理処のケーブルを一相のみ・ガードコードなし

- 施工前や高圧機器から分割したケーブルを一相ずつ測定する際に雨天や多湿時等のコンディションが悪い場合のみに使用します。
- 測定対象：電路全体（「高圧ケーブル（絶縁層+シース）」）と接地間の絶縁抵抗（リークを除去）
  - ※ その他の記述・未処理末端の接続等は、上記 ③ の三相一括の内容をご参考ください



結線図〔4〕 一相のみを単独測定する場合（G端子コードを使用する場合）



### 2.3.6 E 接地方式による絶縁抵抗測定の手順

以下、「内蔵電池」「ステップ電圧」での測定手順を例に紹介します。

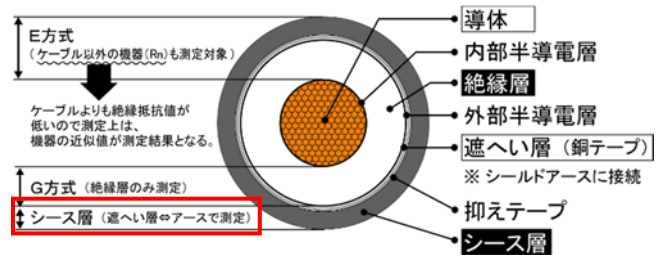
絶縁抵抗測定	手順	操作
	1	電源切換スイッチ 「停止（充電）」レンジから AC 電源/DC 電源/電池の中から使用する電源に従い選択します。
	2	ステップ/リニア設定 切換スイッチ 「ステップ/リニア設定切換スイッチ」をステップにします。 ※ 必要に応じて、リニアを選択してください。
	3	ステップ電圧設定 ×1kV ツマミ ステップ電圧設定つまみを回して、左から2番目以降の <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1kV</span> ~ <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">10kV</span> 又はリニア設定で任意の電圧に合わせます。
	4	試験スイッチ ON（引く、又は時計方向に「カチッ」と音がするまで回す。）
	5	ステップ電圧での測定 (1) 1kV 単位のステップによる変化の測定 (2) 5kV・10kV ステップ測定の場合 電圧垂下特性について 絶縁抵抗計の指示値を直接読みとります。（弱点比の試験） ステップ電圧設定つまみを回して、段階的に測定電圧を上昇させますが、操作通りに電圧が上昇しない場合は、測定を中止します。
設定電圧まで、電圧が上がらない場合 絶縁抵抗値が低く、電圧垂下特性（保護領域）以下になっていると、設定した測定電圧まで上昇出来ません。 10kV 設定で 100MΩ (0.1GΩ) 以下が、垂下特性（保護領域）となり 10kV の出力電圧が低くなります。 「1.6.3 一般概要」の「絶縁抵抗値に対する出力電圧グラフ（垂下特性グラフ）」を参照してください。		
出力電圧可変時の注意 ステップで電圧を操作する際の注意 電圧印加中は、電圧を下げる操作を行わないでください。 電圧を下げる操作を行っても、測定対象物に印可された電圧は下がりません。充電電荷が本器に逆流され絶縁抵抗値は「∞」表示となりますので、正しい測定が出来ません。誤って設定電圧を上げ過ぎた場合は、一旦 測定を中止し、測定対象物の残留電荷を完全放電させてから、測定を再開させてください。		
	6	記録計を外部に接続して、成極指数グラフをきれいに描くための電圧印加法 高電圧絶縁抵抗計（絶縁劣化診断を含む）での印加方法 印加電圧は、一般に「突然電圧印加法」で行います。 試験スイッチを OFF の状態で出力電圧を設定し、試験スイッチを ON にし、測定対象物に設定電圧が印加されます。 高電圧絶縁抵抗計から出力電圧は、必ず 0V から出力され、測定対象物への充電される間は垂下特性によって保護領域となり、満充電状態になることで設定電圧に到達します。 この時に出力電圧が設定電圧を超えるオーバーシュート電圧は、発生しない設計となっています。
		7
	7	測定終了/試験スイッチ 試験スイッチを押すことで、出力電圧が停止されます。 停止と同時に、測定中の残留電荷は自動放電されます。 ※ 放電機能は自動で動作しますが、測定対象物の対地静電容量が大きい場合や放電時間が短いと、残留電荷や化学特性によって残留電荷が復帰し、重大な事故に至る危険性があります。放電時間は一概ではありませんので、放電用接地棒や接地器具を併用して完全に放電させてください。
	8	電源スイッチ 電源スイッチを、停止（充電）にして測定を終了します。

## 2.4 シース絶縁抵抗の測定方法（専用レンジによるE接地方式）

ケーブルの最外層となる「シース層」の絶縁抵抗を、次の2つの目的のために測定します。

- ① ケーブル内部が、外界に露出していないことの確認を行います。
- ② 後述の「G接地方式」の測定条件を満たすことの確認を行います。

電路内のケーブル部分は、右図の様になりますが、シース(Sheath: 鞘)層は、ケーブル内部の絶縁層や芯線を物理的に保護するための外皮になります。



### 2.4.1 シース絶縁抵抗（遮へい層と接地間の絶縁抵抗）の測定

#### 1. シース(Sheath: 鞘)層の目的

- 高圧用 CV ケーブルのシース (Sheath : 鞘) は、ケーブル内部の絶縁層や芯線を保護するために外周を塩化ビニール等の外皮で覆う構造となります。  
高圧用の CV ケーブルは、このシースと末端処理によってケーブル内部の絶縁層が外界から遮断されることで長寿命を維持します。又、測定においても絶縁層は天候や湿度等に影響されることはないために高圧ケーブルの判定基準を行う場合には、後述するG接地方式で得られた絶縁抵抗値を判断材料とします。
- ケーブル自体の電気的な絶縁は、内層となる架橋ポリエチレン製の絶縁体が担いますが、この絶縁層は湿気を含めた水分や紫外線等に対する耐性が低く、特に水分の侵入によって「水トリー」と呼ばれる劣化現象を生じる事が広く知られています。又、架橋ポリエチレンは物理的な強度も低いことから、鳥獣や人為的な作業ミスが原因で簡単に損傷してしまいます。
- このため、シース層の破断や貫通が発生してしまいケーブル内部への水分侵入を防ぐことが、高圧ケーブルの寿命に直結することとなり、早期発見を行うことで最終段階となる絶縁層の耐圧破壊を未然に防ぐことにつながります。
- シース層は元々、物理的な損傷を防ぐことが目的となるため、電気的特性はそれほど高くはありません。とは言え、低圧用のコードであれば同材質の被覆でも十分な数十～数百 MΩ レベルの絶縁性能は有しています。

#### 2. 高圧ケーブルのシース絶縁抵抗の測定

- DC500V（試験者の判断によって 250V や 1000V の場合もあり）定格の絶縁抵抗計を使用します。
- 本器の場合は、500V の専用レンジを設けておりますので、このレンジを使用した手順を紹介します。
- シース層は元々、物理的な損傷を防ぐことが目的となるため、電気的特性はそれほど高くはありません。とは言え、低圧用のコードであれば同材質の被覆でも十分な数十～数百 MΩ レベルの絶縁性能は有しています。
- 高圧ケーブルの施工は「地中への埋設」か「架空」のどちらかであることから、目視点検出来る範囲も限られています。
- シース層の内側は銅テープによるシールド遮蔽層によって均一な導通状態を得られますが、外側は「埋設」か「架空」かで、大きく状況が変わります。
  - 事実上、架空ケーブルの外側を測定時の電極として使用することは不可能です。  
しかしながら、仮に完全に露出した状態であっても他の電路との空気距離による絶縁が確保されていることから事故に至る可能性が低く、又、目視による確認も可能な箇所となります。  
このような場合では水トリーの進行は比較的緩やかであることに加え、使用している三相のうち二線以上が同時に貫通するような劣化進行は考えにくく、大事に至ることは稀です。
  - 地中に埋設したケーブルが水没した状態で貫通損傷すると、水トリーの浸食により数年も持たずに絶縁破壊に至ります。このような場合はシース絶縁抵抗の測定値がほぼ 0Ω となるので、判断が容易です。
- G接地方式による測定を行うためには、事前にシース（シールド-大地間）の絶縁抵抗の測定を行い 1MΩ 以上の絶縁が確保されているかの確認が、前提条件となります。  
測定確度 (%) = (DI-11N の内部抵抗値 (10kΩ) ÷ シース絶縁抵抗値) × 100 となります。

※ 計算式の詳細は「4.1 付録」をご参照ください。

又、他社の高圧絶縁抵抗計の内部抵抗は必ずしも 10kΩ ではありませんので、同様の計算による測定確度は得られません。

## 2.4.2 シース絶縁抵抗測定の前準備

測定対象物の準備	手順	操作
	1	測定対象区分を定め、測定対象以外の区分電路を断路器（DS）や高圧カットアウト、CB・LBS・PAS等で切り離し、測定対象物に残留電荷がないことを直流検電器等で停電状態を確認します。 ※ 測定区分内に取り付けられている短絡接地器具（短絡アース：SE-1等）の接地側を外し、電路に高電圧を印加することを周囲に喚起します。
	2	高圧ケーブルの端末用ブラケットに固定されている高圧ケーブルの接地リード線（ケーブルシールド遮蔽層）を取り付けボルトから外して接地から切り離します。 ※ 外した高圧ケーブル接地用リード線が、他の構造物や接地に触れないように注意します。

本器の操作	手順	操作
	1	電源切換スイッチ 停止（充電）
	2	試験スイッチ OFF（押された状態）
	3	ステップ電圧設定／ リニア可変設定切り換えスイッチ ステップ電圧設定 ※ リニア側でも-500Vの出力は可能ですが、専用レンジでの1MΩ良否判定は行えません。
	4	x1kV ツマミ シース抵抗レンジ
	5	～1kV ツマミ MIN 位置
	6	E/G方式切り換えスイッチ E方式

※ 本器は、ステップ電圧設定切換レンジに、シース絶縁抵抗測定用の専用レンジを内蔵しているため、別途500V定格の絶縁抵抗計をご用意する必要はございません。  
※ 500V以外の電圧で測定を行う場合には、任意の絶縁抵抗計をご用意ください。

結線手順	手順	操作
	1	結線図〔5〕を例に配線してください。 ○ 取り付けの作業は ① アース → ② ライン ○ 取り外しの作業は ① ライン → ② アース の順を厳守してください。
	2	【E端子接地コード（アースコード）】 本体のE（アース）端子に接続し、クリップ側を確実に接地します。 ・本体パネル左下の「E/G方式切換スイッチ」が、「E方式（右側）」に設定されていることを確認してください。
	3	【ラインコード】 本体のライン端子に接続し、クリップ側をます。 ラインコードの扱いは、高圧ゴム手袋を着用して行ってください。

2.4.3 シース絶縁抵抗測定の実例

- ケーブルの最外層であるシース層の抵抗を測定します。
- 構造的にシースの内側は、銅のシールド遮蔽層が均一に巻かれていることから、これをケーブルヘッドの端子部分を LINE 側の電極として利用することができます。
- 一方で、シースの外側で架空の外気に露出して開放されている部分は測定上の電極として使用することが物理的に不可能です。

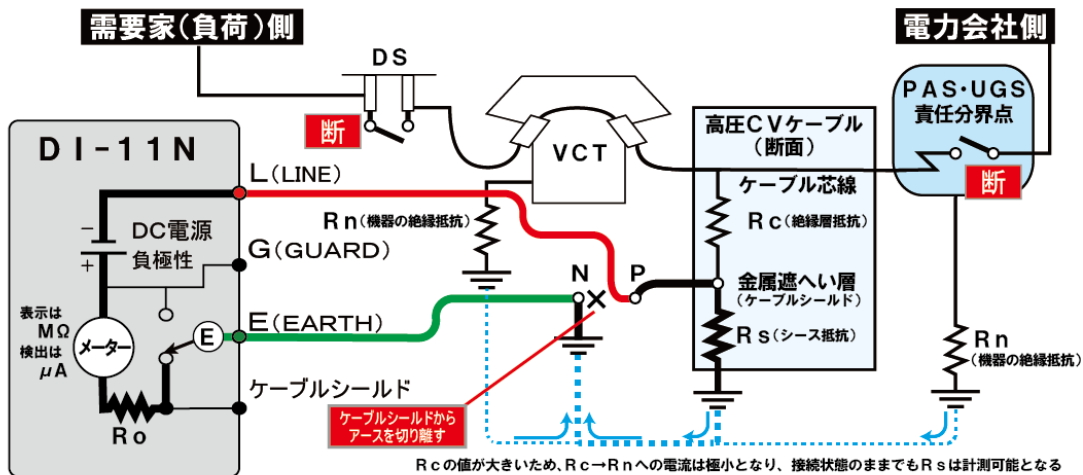


しかしながら、この部分は損傷によって絶縁性能が低下した場合であっても周囲との隔離距離がとられていることから、空中絶縁によって十分な絶縁抵抗値を示すこととなり、仮にシースを貫通した場合であっても、水トリー等の浸食速度も緩やかであるため重要度も低くなります。

逆に地中埋設されている部分のケーブルにおいては、保護管を含めた接触物も多く、絶縁劣化時には接触物を介して地絡を検出するために設備の A 種接地を EART 側の電極として利用します。

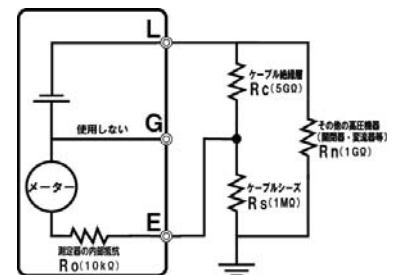
- 特にシースが貫通したケーブルが水没してしまうと、抵抗測定の結果が「0Ω」となります。シースの破断・貫通によって、本来は外界から隔離されるべきケーブル内部（絶縁体・芯線）に空気や水分が侵入することとなります。
- 直接的な水分でなくても、空気中の湿気によって「水トリー現象」の発生要因となりますが、水没状態となった現場での浸食は明らかに早いことから、シース絶縁抵抗の測定値はケーブル劣化の早期発見に役立つ重要な要素となります。

(1) イメージ図



(2) 等価回路図

- シースの両端であるケーブルヘッドと接地に接続させた場合に、実際は回路（芯線）を介してケーブルの絶縁層 Rc とその他の機器 Rn が直列で接続された抵抗と並列で測定されることとなります。
- 一般的には、シース絶縁抵抗に比較して絶縁体や高压機器の方が高い絶縁抵抗であることから、分流される測定電流は極小となり、接続したままの状態であってもシース抵抗の真値を僅かに下回る数値となるために、この測定値を 1MΩ 以上であることの確認として使用することができます。



(3) 仮に数値を代入してみると、

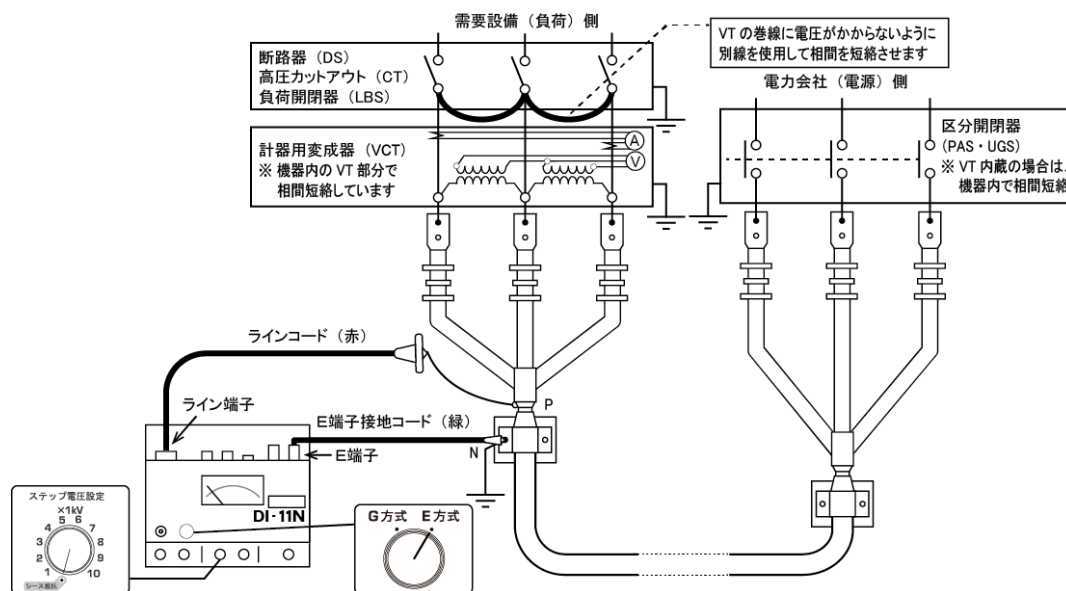
- Rc (ケーブル絶縁体) : 5000MΩ
- Rs (ケーブルシース) : 1MΩ
- Rn (その他の高压機器) : 1GΩ

$$R(\text{測定値}) = \frac{(Rc + Rn) \times Rs}{Rc + Rn + Rs} = \frac{(5000 + 1000) \times 1}{5000 + 1000 + 1} = \frac{6000}{6001} \approx 0.999...M\Omega$$



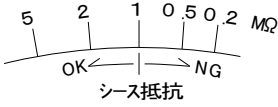
## ⑤ シース絶縁抵抗の測定

- G接地方式の測定を行うための予備試験として、シース絶縁抵抗が  $1\text{M}\Omega$  以上あることを確認します。
- 又、シースを貫通してしまうとケーブル内部の絶縁体が外気に触れることや水分が侵入することで、水トリーによる浸食の原因となりますので定期的に確認が必要となります。



結線図〔5〕 シース層（ケーブルのシールド遮へい層と接地間）の絶縁抵抗測定

### 2.4.4 シース絶縁抵抗測定の手順

絶縁抵抗測定	手順	操作
	1	電源切換スイッチ
2	ステップ／リニア設定 切換スイッチ	「ステップ／リニア設定切換スイッチ」をステップにします。 「シース抵抗」はステップ設定でのみ有効です。
4	試験スイッチ	ON（引く、又は時計方向に「カチッ」と音がするまで回す）
5	ケーブルシース 絶縁抵抗レンジ	メーター中央の赤い表示部分で OK（ $1\text{M}\Omega$ 以上）の領域を指しているか確認します。  シース抵抗
	電圧垂下特性について	$1\text{M}\Omega$ 未満（NG）の場合には、垂下特性による保護機能が働き、測定電圧が $500\text{V}$ 未満に抑制されます。
6	測定終了／試験スイッチ	試験スイッチを押すことで、出力電圧が停止されます。 停止と同時に、測定中の残留電荷は自動放電されます。 ※ シース絶縁抵抗測定の場合は、絶縁体に比較して対地静電容量は少ないものの残留電荷復帰によって重大な事故に至る危険性があります。 放電時間は一概ではありませんので、放電用接地棒や接地器具を併用して完全に放電させてください。
7	電源スイッチ	電源スイッチを、停止（充電）にして測定を終了します。

## 2.5 G 接地方式による高圧ケーブルの絶縁抵抗測定方法

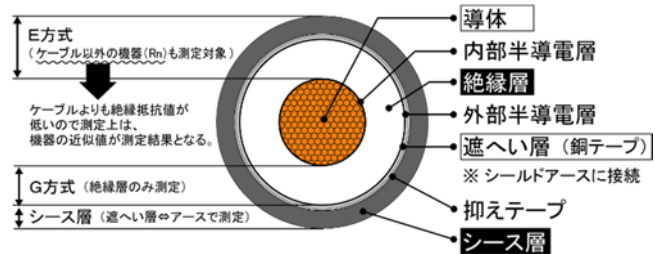
敷設された电路中から、高圧 CV ケーブルの絶縁体抵抗を得るために「G方式（ガード接地）測定方式」と呼ばれる測定方式があります。

ケーブル絶縁体の抵抗のみをケーブルヘッド及び端末及び、接続された高圧機器類を外さずに高い確度で測定することが出来ます。

电路中の高圧ケーブル部分は右図の様になり、通常遮蔽層は接地へ接続されているためにバイパスされ測定の対象外となります。仮に接地しない場合には、シース層は絶縁層に対して直列に接続されることになり、単純に絶縁層の抵抗に加算されます。

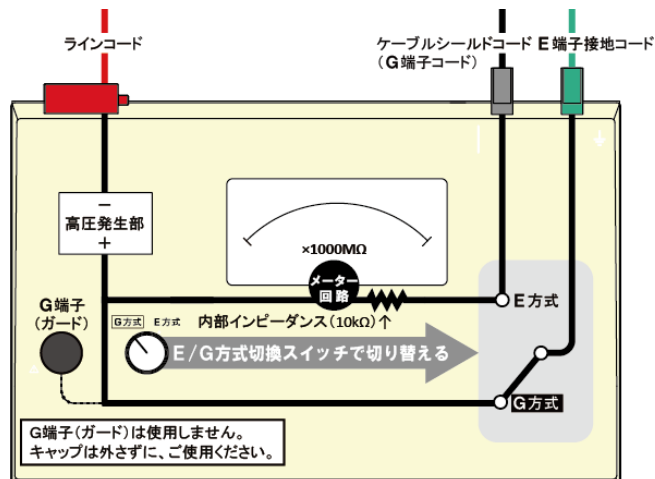
一方で、引き込みケーブルと VCT（計器用変流器）や PAS や UGS 等の区分開閉器は、电路から接地に対して並列に接続されるので、一般的な E 接地方式で測定した場合は、抵抗 (Rn) の近似値という低い抵抗値となります。

架橋ポリエチレンで構成されるケーブルの絶縁層は、シースに覆われた保護されているために外気の影響もなく安定することから高圧ケーブルの良否判定に使用されます。また E 方式との比較を行うことで不良点の検出にも有効です。測定条件として、事前にシース絶縁抵抗を測定して  $1\text{M}\Omega$  以上あることの確認をとることで、本器内部抵抗との分流比より 99% 以上の測定確度が得られます。



### 2.5.1 測定器内の略回路図（G 接地方式）

1. L（ライン）を电路に接続し、ケーブルヘッド部分の接地を外してケーブル遮蔽層側に G（ケーブルシールド）外した接地線に E（アース）を接続します。（結線図 [6] [7]）
  - G 接地方式では、敷設した状態のままケーブル絶縁体の抵抗 (Rc) を測定します。
    - ※ ケーブルのシース絶縁抵抗 (Rs) 及び、VCT や区分開閉器等の絶縁抵抗 (Rn) 部分はキャンセルさせるために指示値に反映されませんが、区分内の电路の全てに電圧が印加されます。
    - ※ 測定電流が、シース及び VCT や区分開閉器等部分に分流されるため、Rs 及び Rn の絶縁抵抗値が低すぎる場合には、垂下特性が機能しあらかじめ設定した測定電圧が印加出来ず、正確な測定にならない場合があります。このため、併せて E 接地方式による絶縁抵抗値の確認を行い、垂下特性の発生しない（1000V 時に  $10\text{M}\Omega$  ～ 10000V 時に  $100\text{M}\Omega$  1.6.3 測定電圧出力特性を参照）絶縁抵抗値以上であることを確認してください。
  - 測定方式の条件として、ケーブルシースの絶縁抵抗が  $1\text{M}\Omega$  以上であることを確認する必要があります。本器では、500V 絶縁抵抗計をシース絶縁抵抗測定専用レンジとして内蔵しております。
    - ※ 特に埋設されたケーブルのシースが貫通すると顕著にシース絶縁抵抗が低下します。更に、このような状況下ではケーブル絶縁体の劣化も急速に進行するため、嚴重な注意が必要となります。
  - 本方式で不良と考えられる場合は、高圧機器を分離して高圧ケーブルを単体の状態で E 方式による各相の測定を個別で行い、三相不平衡率試験で不良相の確認を実施してください。



G方式での DI-11N 略回路図

## 2.5.2 G接地方式の測定準備

測定対象物の準備	手順	操作
	1	<p>測定対象区分を定め、測定対象以外の区分電路を断路器（DS）や高圧カットアウト、CB・LBS・PAS等で切り離し、測定対象物に残留電荷がないことを直流検電器等で停電状態を確認します。</p> <p>※ 測定区分内に取り付けられている短絡接地器具（短絡アース：SE-1等）の接地側を外し、電路に高電圧を印加することを周囲に喚起します。</p>
	2	<p>R・S・Tの各相電路を短絡します。</p> <p>※ 測定回路上にVT(PT)や、VCT(MOF)・高圧トランス等が入っていると巻線を介して、各相の短絡作業をしなくとも各相に測定電圧がかかります。トランス巻線部分に電位差が生じないように、必ず別線で短絡作業を行ってください。</p> <p>※ 測定区分内に取り付けられている短絡接地器具（短絡アース：SE-1等）の接地側を外し、電路に高電圧を印加測定することを周囲に喚起します。</p>
	3	<p>高圧ケーブルの端末用ブラケットに固定されている高圧ケーブルの接地リード線（ケーブルシールド遮蔽層）を取り付けボルトから外して接地から切り離します。</p> <p>※ 外した高圧ケーブル接地用リード線が、他の構造物や接地に触れないように注意します。</p>

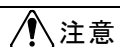
## 本器の操作

手順	操作	
1	電源切換スイッチ	停止（充電）
2	試験スイッチ	OFF（押された状態）
3	ステップ電圧設定／ リニア可変設定切り換えスイッチ	<p>目的に合わせてお選びください。</p> <p>※ 本書では、ステップ電圧測定を例とします。</p> <p>※ 使用時以外は最小を標準状態としてください。</p> <p>※ ×1kV ツマミをシース抵抗に設定すると、500Vの固定出力となり、電圧の可変は出来ません。</p>
4	×1kV ツマミ	
5	～1kV ツマミ	
6	E/G方式切り換えスイッチ	G方式



## 警告

- 本器を接地しないで使用した場合や測定中に接地コードが外れると、感電や本器の故障等の重大事故につながり危険です。必ず外れないように接地してください。



## 注意

- 汚損がひどい状態や極湿状態で測定を行うと、高圧ケーブルの端末や高圧碍子、LBS等の表面リーク電流が大きく、これらの絶縁抵抗値（Rn）も大幅に下がることになります。
- G接地方式の測定目的であるケーブル絶縁体は、シース層と両端末処理によって外気に触れることがないために、このような悪条件でも絶縁抵抗値（Rc）には変化はないことが前提ですが、Rnの絶縁抵抗低下に伴って垂下特性が作用するレベルに至ると設定された測定電圧による絶縁抵抗値が得られない場合がありますので、測定中は本器パネル面に表示される電圧計で出力電圧の確認を行ってください。
- 設定した測定電圧を印加出来ない場合は、念のために「ガードコードを使用しないE接地方式」にて電路全体の絶縁抵抗値の確認を行ってください。その上で対策として丹念に電路や機器の清掃を行うか、天候の良好な別日に延期するか検討します。

## 2.5.3 G接地方式測定の接続

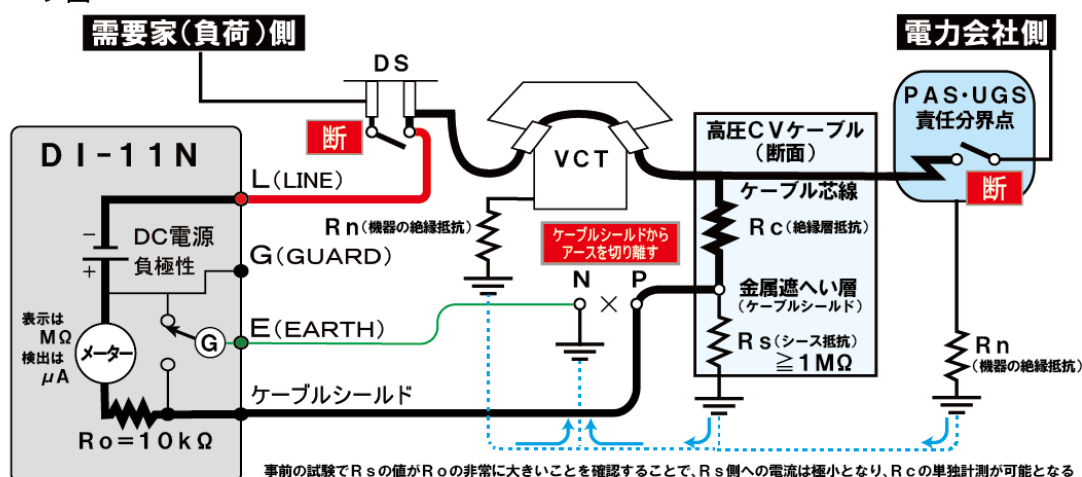
## 結線手順

手順	操作
1	<p>結線図〔6〕を例に配線してください。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 取り付けの作業は               <ul style="list-style-type: none"> <li>① アース → ② (ガード) → ③ ライン</li> </ul> </li> <li>○ 取り外しの作業は               <ul style="list-style-type: none"> <li>① ライン → ② (ガード) → ③ アース の順を厳守してください。</li> </ul> </li> </ul>
2	<p>【E端子接地コード (アースコード)】</p> <p>本体のアース端子に接続し、クリップ側を高圧ケーブル用ブラケットから取り外した接地側へ確実に接続します。</p>
3	<p>【ケーブルシールドコード (G端子コード)】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 本体のケーブルシールド (G方式) 端子に接続し、クリップ側を高圧ケーブル用ブラケットから外した接地リード線 (ケーブルシールド遮蔽層) 側へ確実に接続します。</li> </ul> <p>※「⑧ ケーブルシールド (G方式) 端子」は、本体後面の右から2番目に配置されています。</p> <p>パネル面 (右図) の「⑩ G端子 (ガード)」と間違えて接続しないようご注意ください。</p> <div style="text-align: right;"> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 本体パネル左下の「E/G方式切換スイッチ」が、「G方式 (左側)」に設定されていることを確認してください。</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p><b>NOTE: 垂下特性による測定電圧の確認</b></p> <p>G接地方式による測定値は、表面リーク電流を除いた抵抗値を指示します。しかしながら、測定電流は他の高圧機器 (AS や VCT) やシースをはじめとする測定電路全体へ分流されるために高い絶縁抵抗値を指示しながらも垂下特性が機能してしまい、設定された測定電圧による絶縁抵抗値が得られない場合があります。</p> <p>判別する方法として、このような場合では設定した測定電圧まで出力されておりませんので、ガードコードを使用せずにE接地方式による絶縁抵抗値の確認を行い、垂下特性の発生しない (1000V 時に 10MΩ~10000V 時に 100MΩ 1.6.3 測定電圧出力特性を参照) 絶縁抵抗値以上であることを確認してください。</p> </div>
4	<p>【ラインコード】</p> <p>本体ライン端子に接続します。</p> <p>ラインコードの扱いは、高圧ゴム手袋を着用して行ってください。</p>

## 2.5.4 G接地方式の結線例

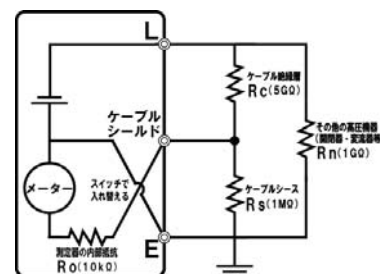
- 敷設された高圧電路から、ケーブル絶縁体  $R_c$  の絶縁抵抗を測定することができます。接続される高圧機器類によって相間が短絡されることから、基本的には三相一括での測定となります。  
※ シールド接地端子によって区分出来る場合は、各相での測定も可能です。(結線図〔7〕参照)
- 測定対象となる電路は、電源側を PAS・UGS 等の区分閉閉器 (以下「AS」)、負荷側の DS を断路して区分させますが、この閉閉器と電力会社の VCT (計器用変成器) が高圧機器として接続されることとなります。この高圧機器類は、十分な絶縁強度を持っているものの、高圧ケーブル絶縁体を使用されている架橋ポリエチレン程高い絶縁抵抗値はありません。これらが混在し構成される高圧電路は下記の等価回路の通り、対地へ並列接続されるので高圧機器側の低い絶縁抵抗の近似値となってしまうことから、一般的な E 接地方式による測定方法では、高圧ケーブル自体の良否判定は困難となります。
- 測定に伴い、① 事前にシース絶縁抵抗を測定し、 $1M\Omega$  以上の絶縁抵抗があることの確認と、② ケーブルシールドから接地を外す (手順的にはシース測定時に外し済み) の 2 点を行う必要があります。
- 区分閉閉器や計器用変成器等の高圧機器  $R_n$  を流れる電流は、ほぼ無条件で本体に回帰します。本来は、ガードコードを用いますが、本器では E/G 方式切換スイッチによって、E 端子接地コード (アースコード) を使用します。
- ケーブル絶縁層  $R_c$  を通過した電流は、シース絶縁抵抗  $R_s$  と本器内部の回路抵抗  $R_n$  とに分流されますが、その抵抗比率は  $1M\Omega$  以上 :  $10k\Omega$  (100 以上 : 1) であるためにシース側には 1% 未満しか流れ込みません。よって、ケーブル絶縁層を通過した電流の 99% 以上のほぼ全てが、本器内部のメーターで検知出来るので、測定確度も 99% 以上であることが立証されることとなります。  
本来はアース端子を用いますが、本器ではケーブルシールドコード (G 端子コード) を使用し、⑫ E/G 方式切換スイッチを G 方式側に操作することによってシース層及びその他の機器を通過した測定電流を回収します。

(1) イメージ図



(2) 等価回路図

- 基本的な考え方として、 $R_c$  を挟む L (ライン) とケーブルシールドとの間で測定します。
- 測定上、不要となる  $R_n$  と  $R_s$  のうち、 $R_n$  はほぼ無条件でガード (本器ではスイッチの切り替えで E 端子) からメーターを介さずに回帰されます。
- $R_c$  を通過した測定電流は、本器内部の抵抗  $R_o$  とシースの絶縁抵抗  $R_s$  に分流されますが、事前にシース絶縁抵抗が  $1M\Omega$  以上あることを確認することで、 $R_c$  を通過した測定電流の 99% 以上が  $R_o$  側に流れ込みメーターに反映されるので、測定確度は以下の通りとなります。

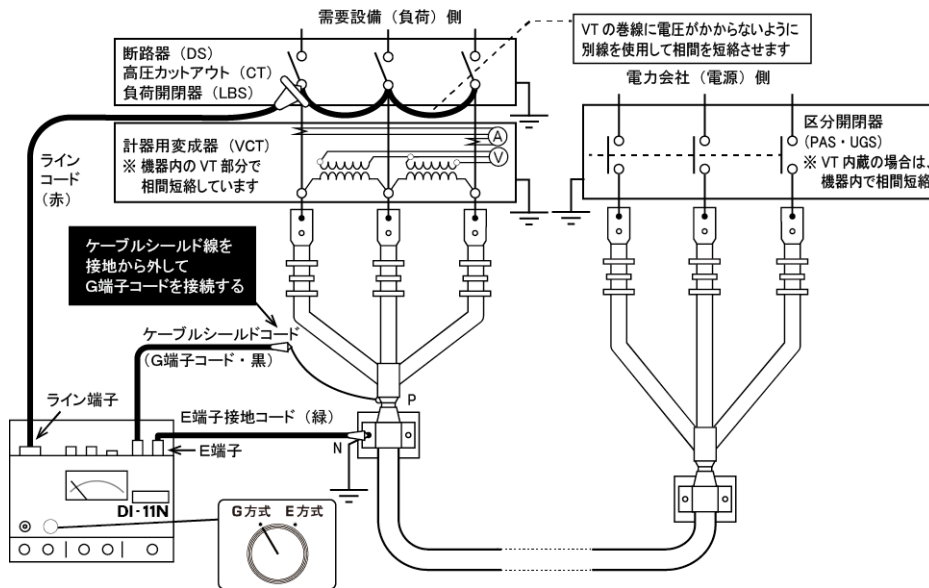


$$\begin{aligned}
 I_o &= \frac{R_s}{R_s + R_o} \times I_c = \frac{1}{1 + (R_o/R_s)} \times I_c = \frac{1}{1 + (10k/1M)} \times I_c \\
 &= \frac{1}{1 + (10000/1000000)} \times I_c = \frac{1}{1 + 0.01} \times I_c = \frac{1}{1.01} \times I_c \approx 0.991 \times I_c \text{ より、} \\
 &\text{シースの絶縁抵抗が高いほど確度は向上します。}
 \end{aligned}$$

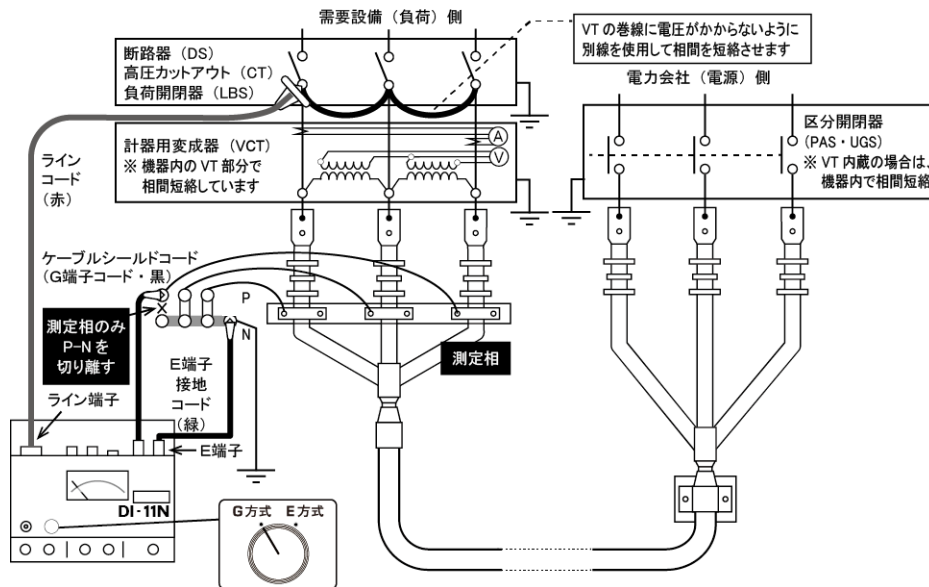


## ⑥ G接地方式

- 敷設中の電路を解繊することなく、ケーブル絶縁体の絶縁抵抗のみを測定することが可能です。
- 測定対象：「高圧ケーブル（絶縁層）」の絶縁抵抗



結線図〔6〕 ケーブル三相一括測定の場合（高圧機器を含めた一括測定の場合）



- ※ シールド接地バーによって各相の接地を個別に切り離しが出来る場合は、測定対象の相以外の測定電流をキャンセルさせることで一相ごとの単独測定が可能です。

結線図〔7〕 ケーブル一相のみを単独測定する場合（高圧機器を含めた一括測定の場合）

- ※ 事前に「E接地方式」及び「シース絶縁抵抗測定」を行ってください。
- ※ 理論上、G方式測定対象となるケーブル絶縁層は、シース及び末端処理に覆われることで、外気に触れることはありません。よって、天候や温度・湿度にほぼ影響されることがなく、ケーブルの劣化状況を最も正確に得ることが可能です。
- ※ 測定中に「電圧が上がらない」場合には、垂下特性による保護領域が測定対象となっている可能性があります。垂下特性は、測定対象電路のいずれかの抵抗が低い場合に作用し、G接地方式測定時の指針には影響されず判断をつけにくい場合があります。よって、本方式の測定を行う前には、E接地方式により垂下特性の発生しない（1000V時に10MΩ～10000V時に100MΩ 1.6.3 測定電圧出力特性を参照）絶縁抵抗値以上であることの確認を行ってください。

## 2.5.5 G 接地方式による絶縁抵抗測定の手順

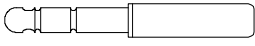

以下、「内蔵電池」「ステップ電圧」での測定手順を例に紹介します。

絶縁抵抗測定	手順	操作
	1	電源切換スイッチ 「停止（充電）」レンジから AC 電源/DC 電源/電池の中から使用する電源に従い選択します。
	2	ステップ/リニア設定 切換スイッチ 「ステップ/リニア設定切換スイッチ」をステップにします。 ※ 必要に応じて、リニアを選択してください。
	3	ステップ電圧設定 ×1kV ツマミ ステップ電圧設定つまみを回して、左から 2 番目の <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">1kV</span> ~ <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">10kV</span> 又はリニア設定で任意の電圧に合わせます。
	4	試験スイッチ ON（引く、又は時計方向に「カチッ」と音がするまで回す。）
	5	<p>ステップ電圧での測定 (1) 1kV 単位のステップによる変化の測定 (2) 5kV・10kV ステップ測定の場合 電圧垂下特性について</p> <p>絶縁抵抗計の指示値を直接読みとります。（弱点比の試験） ステップ電圧設定つまみを回して、段階的に測定電圧を上昇させますが、操作通りに電圧が上昇しない場合は、測定を中止します。</p> <p>設定電圧まで、電圧が上がらない場合 絶縁抵抗値が低く、電圧垂下特性（保護）領域以下になっていると、設定した測定電圧まで上昇出来ません。 10kV 設定で 100MΩ (0.1GΩ) 以下が、垂下特性（破壊保護）となり 10kV の出力電圧が低くなります。 第 1 章「一般概要」の「絶縁抵抗値に対する出力電圧グラフ（垂下特性グラフ：E 接地方式時）」を参照してください。</p> <p>出力電圧可変時の注意 ステップで電圧を操作する際の注意 電圧印加中は、電圧を下げる操作を行わないでください。 電圧を下げる操作を行っても、測定対象物に印可された電圧は下がりません。充電電荷が本器に逆送電され、絶縁抵抗値が「∞」表示となり、正しい測定が出来ません。 誤って設定電圧を上げ過ぎた場合は、一旦 測定を中止し、測定対象物の残留電荷を完全放電させてから、測定を再開させてください。</p> <p>記録計を外部に接続して、成極指数グラフをきれいに描くための電圧印加法 高電圧絶縁抵抗計（絶縁劣化診断を含む）での印加方法 印加電圧は、一般に「突然電圧印加法」で行います。 試験スイッチを OFF の状態で出力電圧を設定し、試験スイッチを ON にし、に設定電圧が印加されます。 高電圧絶縁抵抗計から出力電圧は、必ず 0V から出力され、測定対象物への充電される間は垂下特性によって保護領域となり、満充電状態になることで設定電圧に到達します。 この時に出力電圧が設定電圧を超えるオーバーシュート電圧は、発生しない設計となっています。</p>
	6	絶縁抵抗計の目盛 直読で表示目盛りの単位は「GΩ」で表示されます。 ※ 1GΩ（ギガオーム）=1000MΩ となります。
	7	測定終了/試験スイッチ 試験スイッチを押すことで、出力電圧が停止されます。 停止と同時に、測定中の残留電荷は自動放電されます。 ※ 放電機能は自動で動作しますが、測定対象物の対地静電容量が大きい場合や放電時間が短いと、残留電荷や化学特性での残留電荷復帰によって重大な事故に至る危険性があります。放電時間は一概ではありませんので、放電用接地棒や接地器具を併用して完全に放電させてください。
	8	電源スイッチ 電源スイッチを、停止（充電）にして測定を終了します。

## 2.6 記録計との接続

### 2.6.1 記録計用プラグの組立て

準備操作

手順	操作				
1	付属品の記録計用プラグ／3極プラグ（ステレオフォンジャック）を用意します。  <b>記録計用プラグ</b>				
2	記録計用の電線を用意します。 ・ノイズ等の影響を防ぐため、シールド付きのコードをお奨めします。 ・必要以上の長さはノイズの原因となりますので極力短く製作してください。 ・「電圧・電流」の両方を記録する場合は、3芯以上の電線が必要です。 ・「電圧」又は「電流」のみの記録であれば、2芯以上の電線が必要です。				
3	記録計の出力にあわせた端子を用意します。 ・MR-101用 → Y型端子（MR-101には完成された接続コードが付属しています） ・バナナ端子用プラグ・丸端子等の記録計の端子にあわせてご用意ください				
4	1～3の部品を下図のように、半田等でしっかりと結線します。 ・プラグのキャップ部分は、ねじ込み式となっておりますので一時的に取り外し、コードを貫通させて作業を行ってください。 				
4	端子の使用方法は下記の通りです。 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">電流測定の場合</td> <td>記録計への接続にはAとCを使用します。</td> </tr> <tr> <td>電圧測定の場合</td> <td>記録計への接続にはVとCを使用します。</td> </tr> </table>	電流測定の場合	記録計への接続にはAとCを使用します。	電圧測定の場合	記録計への接続にはVとCを使用します。
電流測定の場合	記録計への接続にはAとCを使用します。				
電圧測定の場合	記録計への接続にはVとCを使用します。				

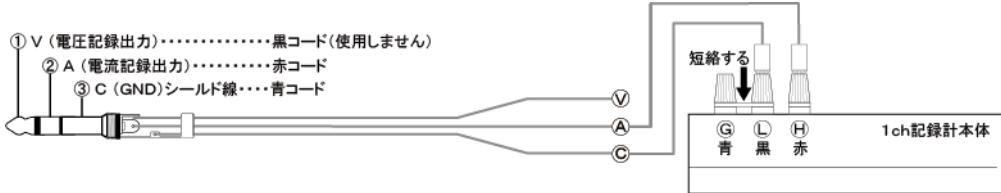
### 2.6.2 アナログ1ペンレコーダ「MR-101」との接続

記録計との接続

**1ch記録計（例：ムサシンテック製「MR-101」）との接続**  
 MR-101では「漏洩電流」又は「印加電圧」いずれかの記録が可能です

電流測定		
記録計入力端子	H	L (G)
リード線端子	A	C

- MR-101には、専用の接続コードが付属していますので、組み立て作業は不要です。
- 使用しないコード先端（V）は、他の場所に触れないように絶縁保護をしてください。
- MR-101の記録計接続端子はY端子（φ3mmネジ用 例：V1.25-B3A）の対応となります。  
 ※ ネジピッチがインチサイズのため、通常のネジとの互換性はありません。
- （印加）電圧を測定する場合はV-Cを接続してください。





## 2.6.3 その他の記録計との接続

## 記録計との接続

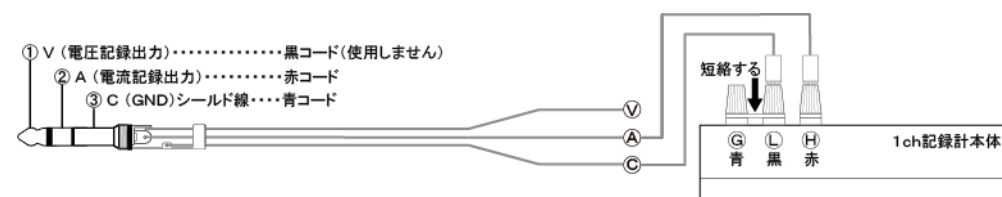
## 1ch 記録計 ムサシインテック製「MR-100F3」との接続例

1ch 記録計と組み合わせることで「漏洩電流」又は「印加電圧」いずれかの記録が可能です。

## 電流測定

記録計入力端子	H	L (G)
リード線端子	A	C

- 使用しないコード先端 (V) は、他の場所に触れないように絶縁保護をしてください。
- 記録計に G 端子がありますので、L 端子と短絡してください。
- (印加) 電圧を測定する場合は、V-C を接続してください。



※ 「MR-100F3」は、既に製造販売を終了しております。

## 2ch 記録計 日置電機製「PR-8112」との接続例

2ch 記録計と組み合わせることで「漏洩電流」「印加電圧」の2要素を同時に記録が可能です。

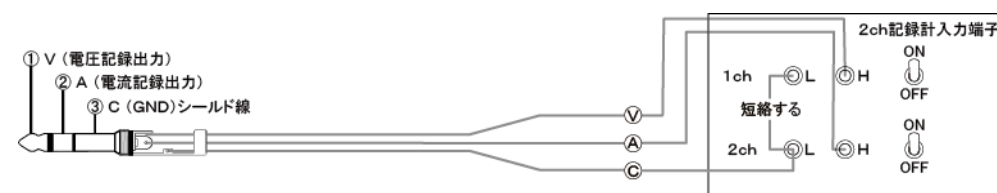
## ch 1 : 電圧測定

記録計入力端子	H	L
リード線端子	V	C

## ch 2 : 電流測定

記録計入力端子	H	L
リード線端子	A	C

- 2ch でご使用される場合は L 側の ch 間を短絡してください。
- スイッチがある場合には、ON にしておいてください。

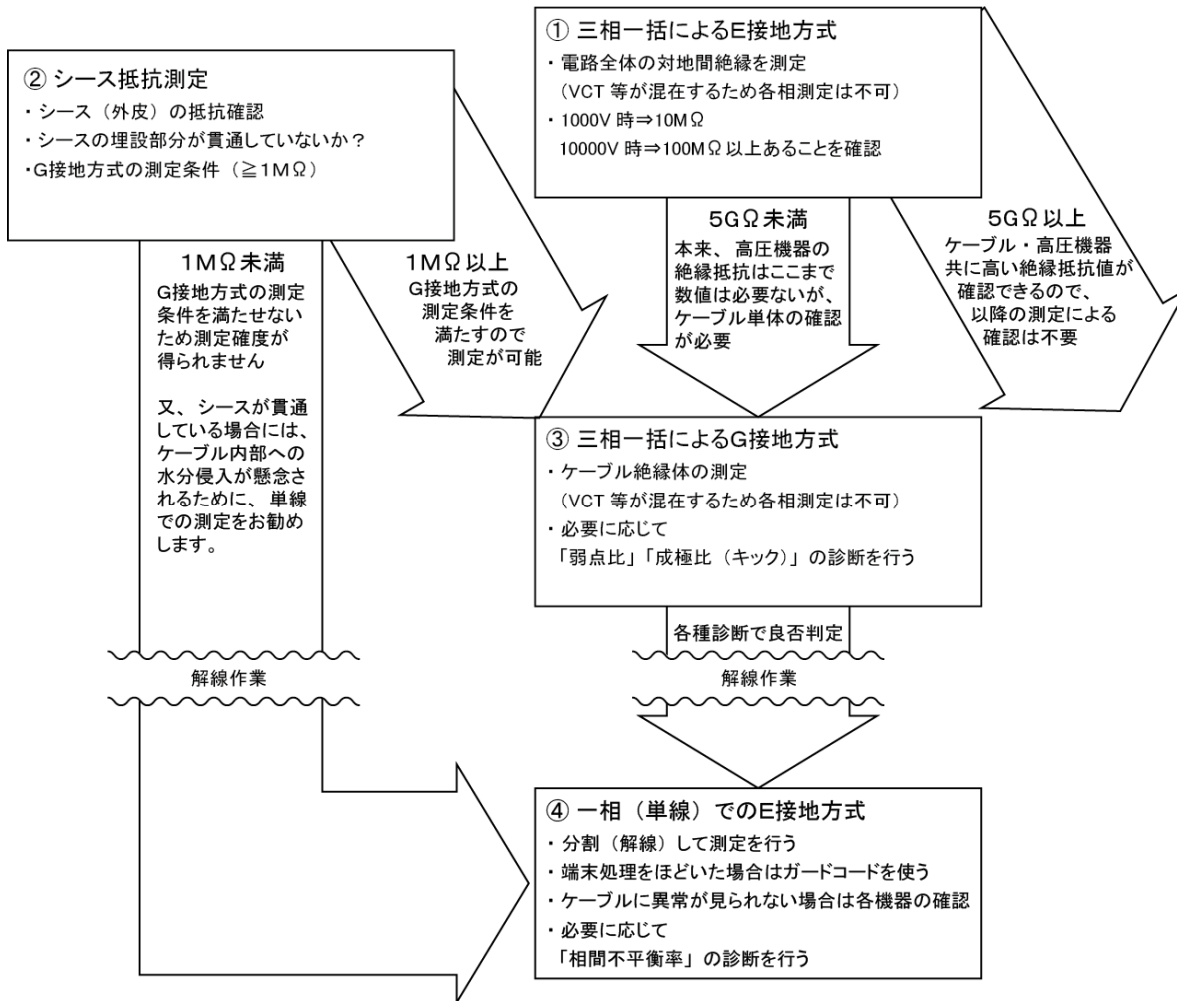


記録計を用いる場合は、以下のことにご注意ください。

- ① DI-11N のアース (EARTH) 端子から、10Hz 以下の低周波帯のノイズが入力されると、記録計の出力にも、プラス・マイナス (上下) 方向へ、ほぼ均等に振れる出力が発生します。
  - 配線を可能な限り架空にする等の対処を行い、外部ノイズの発生要因を除去してください。
  - 小型発電機を使用される場合には、発電機からの回り込みをご確認ください。
    - ※ 接地からの回り込みノイズにつきましては、「3.6 使用電源に関するご注意」の資料をご参照ください。
  - ノイズと判別がつけにくい例として、漏れ電流の「キック現象」があります。
    - ※ キック現象につきましては、「4.1.4 成極比・キック現象の診断例」の資料を参照ください。
- ② 記録計は、カットオフ周波数特性が 1 Hz の入力時に -30dB/dec 以下となる、一般的なアナログのタイプの記録計をお薦めします。
  - ※ デジタルタイプの記録計では解像度が良すぎるために、DI-11N 内部回路のスイッチングノイズが記録されてしまいます。低い解像度でご使用頂くか、ご使用をお控えください。
- ③ 「A (電流)」又は「V (電圧)」と「C (共通)」を入れかえることで、グラフの描画を逆向きにすることも可能です。

## 2.7 高圧ケーブルの良否判定手順例

- メンテナンス時のケーブル良否判断を行う測定順序の例をご紹介しますので、ご参考にしてください。



- ① 三相一括によるE接地方式 (P.31 2.3.4-結線図〔1〕 参照)
  - ・電路全体の対地絶縁抵抗を測定します。
  - ・5G $\Omega$ 以上の絶縁抵抗値が確認出来れば、測定対象内のケーブル及び接続される機器類の絶縁抵抗も、それ以上であることが確認出来るので以降の測定を行う必要はありません。
- ② シース測定 (P.39 2.4.3-結線図〔5〕 参照)
  - ・ケーブル外皮となるシース層の絶縁抵抗を測定します。
  - ・G接地方式の測定条件として、1M $\Omega$ 以上の抵抗値が必要です。
  - ・極端に抵抗値が低い場合には、シース層の貫通による絶縁体への浸水を疑う必要があります。浸水により、水トリーの著しい劣化の原因となります。
- ③ 三相一括によるG接地方式 (P.44 2.5.4-結線図〔6〕 参照)
  - ・ケーブル絶縁層を敷設された状態で測定することが出来ます。
  - ・付録（第4章）の診断による判定基準は、この状態での適用となります。
  - ・この状態でケーブルもしくは、接続された高圧機器の不良部位が判明出来ないときは、分離作業を行い単独での測定を行います。
- ④ 一相（単線）でのE接地方式 (P.31 2.3.4-結線図2 又は P.32 2.3.4-結線図〔4〕 参照)
  - ・分離作業を行い、一相ずつの単独測定を行います
  - ・各相の単独測定を行うことで、不良相の判定が出来るのでケーブルの張り替えを行う際の参考としてください。

# 第 3 章 保 守

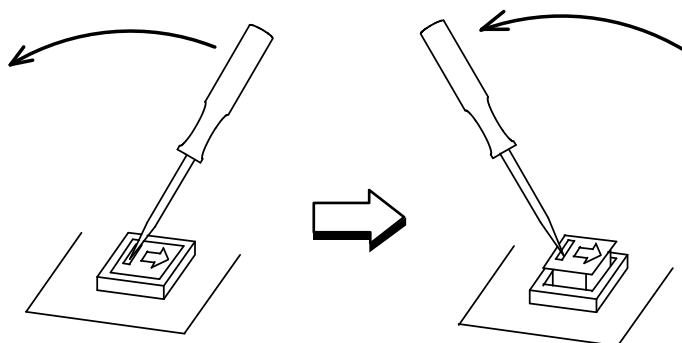


# 保 守

## 3.1 点 検

付属品の確認	「1.5 付属品」の章を参照し、付属品の有無を確認します。
構造の点検	操作パネルを点検し、部品（ネジ、ツマミ、ノブ、端子）、ケースの変形が無いか調べます。
	本体指示計器を点検し、ひび割れ、指針曲がり、破損が無いか調べます。
	試験コードを点検し、亀裂、つぶし、断線が無いか調べます。
	本体に電源を入れ、動作の確認をします。
メーターカバーのクリーニングについて	本器のメーターカバーには、帯電防止剤を塗布していますので、清掃の際には乾いた布等で強く擦らないでください。
	静電気により帯電した場合は、市販の帯電防止剤または、中性洗剤を柔らかい布等に少量含ませ軽く拭いてください。
	有機溶剤を含む洗剤は絶対に使用しないでください。変形・変色の恐れがあります。

## 3.2 ヒューズ交換



手順	操作
1	AC電源コードが接続されていないこと、また電源スイッチ⑬が「停止（充電）」であることを確認して下さい。
2	本器のケース下部の電池蓋を開けます。
3	AC電源保護用 [F 1] : 2 A 内部回路保護用 [F 2] : 3 Aです。 間違わずに交換して下さい。 ヒューズの位置は、「1.4 ケース下部の名称」を参照して下さい。
4	上図に従い、ヒューズホルダーの穴に小型のマイナスドライバーを差し込み、左方向にマイナスドライバーを倒すとヒューズホルダーのキャップが外れます。
5	キャップを手でつまみ上げ、キャップからヒューズを抜き取ります。
6	新しいヒューズをキャップに挿入し、ヒューズホルダーにキャップを押し込みます。
7	電池蓋を元に戻します。

### 3.3 内蔵充電電池の充電操作

※ 本ページに関する詳細は、「1.6.4 電池仕様」をご参照ください。

内蔵電池の残量確認	
手順	操作
1	電源切換スイッチを電池にします。
2	電池確認スイッチを押して、指針が <b>B残量マーク</b> 上にあることを確認します。 <ul style="list-style-type: none"> <li>● B残量マーク上に指針がある 試験可能・充電不要（充電完了時 : 約13.2V）</li> <li>● B残量マークに指針が満たない 試験不可・要充電（電池消耗状態：約11.3V以下）</li> </ul> 製品出荷時のニッカド電池は十分な充電がされておられませんので、初回のご使用前には必ず「リフレッシュ充電」を行ってください。

内蔵電池の通常充電			
本器に内蔵されているニッカド電池は「継ぎ足し充電」には適しておりませんので、「電池の残量確認で試験不可・要充電領域」まで電池が消耗した状態を確認し、こちらの通常充電を行ってください。			
手順	操作	充電（LED点灯）状態	
1	電源切換スイッチを <b>停止（充電）</b> にします。	-	消灯
2	AC電源入力ジャックに付属のAC電源コードを接続すると、 <b>急速充電</b> を開始します。 完全に放電した（電池残量0%）状態から、約4.5時間で充電が完了します。	通常充電	点灯
	電池残量が極端に少ない場合、 <b>急速充電待機</b> 状態となり、点滅となる場合があります。 内部回路での判定後、通常の充電へ切り替わります。	待機中	点滅 ③
3	充電が完了すると自動で <b>トリクル充電<sup>※2</sup></b> に切り替わります。	トリクル充電	点滅 ①
4	AC電源コードを取り外して充電を終了させてください。	-	消灯

内蔵電池のリフレッシュ充電（完全放電後の再充電プログラム）			
メモリー効果 <sup>※1</sup> によるニッカド電池の劣化を最小限にするために「電池の残量確認で試験可能・充電不要領域」にある場合でも満充電としたい場合には、こちらのリフレッシュ充電を行ってください。 又、メモリー効果によって1回の充電による使用時間が短くなってきたと感じられた場合にも、リフレッシュ充電を行い意図的に完全放電⇒満充電とすることで、電池性能が回復する場合があります。数回のリフレッシュ充電を行っても回復しない場合は、電池の寿命なので交換してください。			
手順	操作	充電（LED点灯）状態	
1	電源切換スイッチを <b>リフレッシュ充電</b> にします。	-	消灯
2	AC電源入力ジャックに付属のAC電源コードを接続すると <b>リフレッシュ充電</b> の一段階目である、放電が始まります。	放電	点滅 ②
3	電池が完全放電すると自動的に <b>急速充電</b> に切り替わります。 満充電（電池残量100%）状態であれば、最大約24時間でリフレッシュ充電が完了します。	通常充電	点灯
	電池残量が極端に少ない場合、 <b>急速充電待機</b> 状態となり点滅となる場合があります。内部回路での判断後、充電へ切り替わります。	待機中	点滅 ③
4	充電が完了すると自動で <b>トリクル充電<sup>※2</sup></b> に切り替わります。	トリクル充電	点滅 ①
5	AC電源コードを取り外して充電を終了させてください。	-	消灯

#### ※1 メモリー効果

継ぎ足し充電を繰り返し行うことにより、ニッカド電池は本来の仕様容量を発揮出来ずに充電サイクルが短くなる等、劣化と同じ状態となります。リフレッシュ充電を行うことで、復調し電池寿命を延ばすことが可能です。

#### ※2 トリクル充電

通常充電やリフレッシュ充電完了後の満充電状態から、過充電にならない程度の微弱な充電を行います。  
又、自然放電による電池消耗を防止するためにも使用します。

### 3.4 保存 及び 初回使用時のご注意

#### 長期保存時のご注意

長期間（1ヶ月以上）ご使用になられない場合には、ケース下部の電池収納部にある「内蔵電池放電コネクタ」を使用して内蔵電池の電荷を一旦、放電してから保管することをおすすめします。

本製品に使用している電池は、ニッカド電池 10 セルをパッケージングした専用の充電電池です。

未使用期間が長時間続くことで発生する自然放電により、各セル間の残量にバラつきが生じてしまうことを防ぐためにニッカド電池は、ある程度強制放電させた状態での保管が一般的となります。

逆に、12 時間以上の接続は過放電の原因となり電池寿命を著しく縮めますので、ご注意ください。内蔵の充電電池を完全に放電してしまいますと電池内の化学反応により充電が出来なくなります。

少なくとも半年に 1 回以上の頻度で充放電作業を行い、電池のコンディションを整えることをおすすめします。

#### 初回使用時のご注意

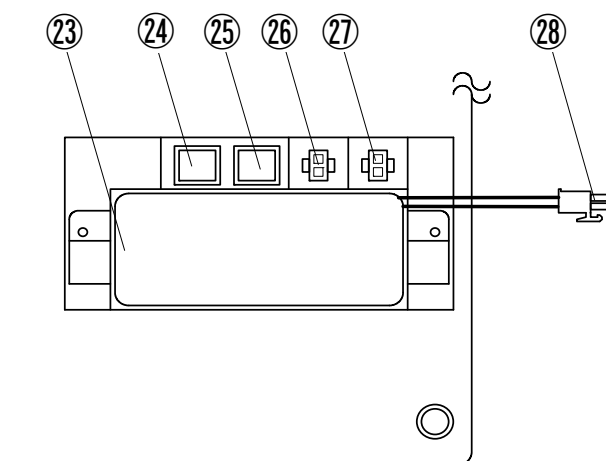
「新品時」や「長期未使用状態からの初回使用」では電池内部反応物質の不活性化により、本来の電池性能が得られず「きちんと充電が行えず使用時間が短くなる」等の症状が発生する場合がございますが、数回の充放電（リフレッシュ充電）を繰り返して、慣らし運転を行うことにより電池性能は回復します。

#### 電池の自然放電について

ニッカド電池の特性として満充電状態から、ご使用にならない場合であっても、自然放電による電池の消耗が発生します。

標準充電後、使用温度範囲（保存時）において 28 日間の放置において 60% 以上の電池残存が新品時の性能目安となりますが、周囲温度により自然放電の量は異なる為、特に夏場の車中等での運搬にはご注意ください。

### 3.5 電池交換



手順	操作
1	ケース下部の電池収納部の蓋をコイン又は、マイナスドライバーにて外します。
2	電池コネクタ⑳を外して古い電池を取り外します。
3	新しい電池の 電池コネクタ㉑を 内部回路コネクタ㉒に接続します。
4	ケース下部の電池収納部の蓋をコイン又は、マイナスドライバーで取り付けます。

※ ご購入時期により、電池仕様が異なる場合があります。

使用上の問題はございませんが、2800mA（黄色）を搭載している製品の電池収納部には、黒いウレタン製のスペーサーがテープで貼り付けられており、3000mA（黄緑）の電池への交換をする際には正しく収納出来ません。

お手数ですが、このような場合には黒いウレタン製のスペーサー部分を剥がしていただく必要があります。



## 3.6 使用電源に関するご注意

### 接地からの 回り込みノイズ

本器の測定は最大 DC11kV に対して、 $\mu\text{A}$  単位という微小電流で測定する為に、外部のノイズに対して非常に影響を受けやすいものとなります。

よって、通常のご使用につきましては外部から完全にフローティングで設計されている内蔵電池でのご使用をおすすめします。

長く太いケーブルの試験を連続で行う等の内蔵電池の容量が不安視されるような場合にも、同じくフローティングされた電源である「単体の 12V バッテリー」が、外部電源としては最も適した電源となります。

又、試験回路は接地を通過して測定を行うことから「小型発電機」「自動車のシガーソケット」等から電源を供給する場合に関しては、車体をアースとして使用していることからエンジンノイズ（原動機雑音）が回り込み、試験結果に影響する可能性がありますので以下にあげる使用条件でのご注意の上、必ず事前にテストを行い、正常に動作することの確認をしてからご使用ください。

※ 仮設電源を含めて商用電源については電源品質の安定度が高く、本来であれば本器使用の場合に関しては問題なく使用が可能です。しかしながら、近隣の別系統からノイズが混入する可能性が皆無ではありませんので、可能であれば内蔵電池でのご使用をおすすめします。

### 小型発電機での 使用について

商用電源の代替として小型発電機を使用する場合には、正弦波（インバータ）出力と謳われている発電機をご使用ください。

- 正弦波出力の発電機であってもエンジンノイズ（原動機雑音）が試験結果に影響しますので、発電機側は非接地でご使用ください。
- 発電機に別の負荷を接続した場合には、負荷経路で接地のループが成立する可能性がありますので、単独でご使用ください。

### 大型発電機での 使用について

接地が必要な大型の発電機では、試験回路のアース側とループが成立することから、エンジンノイズが回り込むので、正常な測定は出来ません。

### 車載 12V 電源での 使用について

車載の電源は車体そのものがアースとなる為に接地のループが成立してしまうことからご使用は出来ません。

- 車本体のエンジン制御やカーナビゲーション等の精密な電子機器への干渉を及ぼす可能性もあることから、使用は避けてください。
- やむを得ずにご使用する場合はバッテリーを取り外して、単体の状態でご使用ください。

### バッテリー電源 （ポータブルタイプ）での 使用について

商用電源の代替としてバッテリー駆動の電源（UPS を含む）を使用する場合には、正弦波（インバータ）出力と謳われている製品をご使用ください。

- 別の負荷を並列に接続した場合には、負荷経路で接地のループが成立する可能性がありますので、単独でご使用ください。

### テスト運転

内蔵電池による電源以外でご使用される場合には、必ず試験を行う前にテスト運転として、動作（電圧出力）時に指針に異常な動作がないことを確認してから、実際の試験を行ってください。

※ 特に記録計の使用時に関しては、実際にチャート紙を使用したテスト運転をさせて確認してください。



第 4 章  
付 録



## 4.1 高電圧絶縁抵抗計による高圧ケーブルの点検方法

(一社) 日本電気協会 高圧受電設備規程 JEAC-8011 (資料7-2 ケーブルの保守・点検方法) より、一部抜粋

高圧ケーブルの絶縁劣化が原因で波及事故となることが多いので、劣化状態を判定する方法が急務となり、活線状態で高圧ケーブルの劣化度合を判定する方法が開発され有効性が実証されつつある。活線状態のものは高価で実証中のため、一般に停電状態で簡単に実施されている高電圧絶縁抵抗計を用いる方法について述べる。

### 4.1.1 高電圧絶縁抵抗計による高圧ケーブル絶縁劣化診断方法

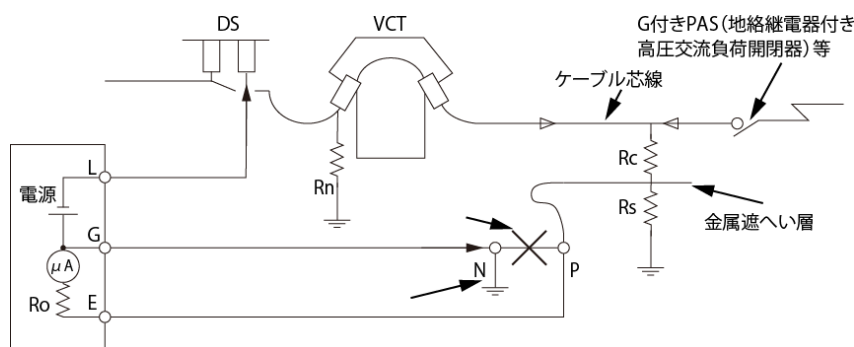
#### 1. 測定方法

自家用電気工作物の引き込みケーブルは、電力会社の計器用変成器 (VCT) や高圧負荷開閉器 (PAS 等) といった高圧機器が大地に対して並列接続されており、絶縁抵抗の測定を行った場合でも管理基準となる絶縁抵抗値が大幅に異なるために各々の良否判定が困難となります。

特にCVケーブルは、絶縁耐力・抵抗値共に高い絶縁性能を持ちますが、反面として内部への水分侵入に伴い「水トリ現象」事故に直結する劣化兆候を発生します。

このため、他の機器と比較して高いレベルの絶縁抵抗値で管理する必要があることから、5000V又は10000Vを試験電圧とすることが推奨されております。

又、E接地方式による電路全体の対地間絶縁抵抗値の測定と同時に、高圧ケーブルの絶縁体だけの絶縁抵抗値を敷設されたままの状態でも測定可能な「G接地方式」が有効となります。



【G接地方式による測定例】

#### 2. 測定基準

ケーブル	測定電圧 [V]	絶縁抵抗値	判定
絶縁体(Rc)	5000V	5000MΩ 以上	良
		500MΩ以上～ 5000MΩ未満	要注意
		500MΩ未満	不良
	10000V	10000MΩ 以上	良
		1000MΩ 以上～10000MΩ 未満	要注意
		100MΩ 未満	不良
シース(Rs)	500V 又は 250V	1 MΩ 以上	良
		1 MΩ 未満	不良

ケーブルの絶縁体を敷設状態のまま測定するためには、G接地方式測定で行います。絶縁体 (Rc) の測定結果が「要注意」 (500MΩ以上～5000MΩ未満) となった場合には、「弱点比」「成極比 (キック現象の観察)」等のケーブル絶縁劣化診断を実施し、場合によっては、解線した上で各相の線を個別で測定する「相間不平衡率」や、接続されている高圧機器ごとの個別に診断結果により最終的な判断を行います。

## 4.1.2 絶縁劣化診断項目

絶縁抵抗値 絶縁抵抗値（1000m 以上の場合は、km あたりに換算して判断します）

- ① 弱点比 =  $\frac{\text{第1ステップ電圧の絶縁抵抗値（例：5000V）}}{\text{第2ステップ電圧の絶縁抵抗値（例：10000V）}}$
- ② 成極比 =  $\frac{\text{電圧印加1分後の電流}}{\text{電圧印加後、規定時間（例：10分後）の電流値}}$
- ③ キック現象 = 電流／時間特性上の電流のプラス方向への突発的な変動
- ④ 相間不平衡率 =  $\frac{\text{三相の漏れ電流の最大値}-\text{最小値}}{\text{三相の漏れ電流平均値}} \times 100$

高圧ケーブルの劣化判定を行うために、いくつかの試験方法が存在します。

「低圧電路の絶縁抵抗測定」や「高圧以上であっても初期使用における絶縁耐力試験」では、法令で良・否の判定が二択とされますが、電気主任技術者が選任される自家用電気工作物では不良兆候の発見された場合であっても即時的な使用中止が困難であることから、「要注意」という段階を設け単純な「絶縁抵抗値」による判定のみでなく、必要に応じて「弱点比」「成極比（成極指数）」「キックの有無」「相間不平衡率」等の試験を行った上で総合的にケーブルの良否を判断する必要があります。

### 社団法人 日本電線工業会

判定基準について（2）判定基準 抜粋

この表での「要注意」とは劣化がかなり進んでいると推定される場合を示し、判定によってはある期間をおいて再測定し、値の変化を追跡するか、ケーブルの引き換え等を考えなければならないケースを指します。

直流漏れ電流法による「要注意」判定の目安として、次のような点に傾注します。

- 漏れ電流値が 0.1μA 以上であるもの。
- 印加電圧を上げると漏れ電流が急増するもの。
- 漏れ電流が時間とともに増加するもの。
- 漏れ電流のチャートでキック現象が見られるもの。

上記に対する判定基準は、以下の通りです。

項目	判定		要注意
	良好		
漏れ電流値	0.1μA 未満	0.1μA 以上～1.0μA 未満	1.0μA 以上
弱点比	1.0 以下	1.0 超過～2.0 以下	2.0 超過（3.0 以上は危険）
成極比	1.5 以上	1.0 超過～1.5 未満	1.0 以下
不平衡率	200%未満		200%以上
キックの有無	なし		あり

但し、線路互長が 1000m 以上の場合は、km あたりに換算した値を用います。

### 4.1.3 弱点比の測定例

「オームの法則 ( $R=V/I$ )」から、健全な絶縁を保つ試験対象物の絶縁抵抗値は、どのような電圧で測定しても、同じ抵抗値になります。

しかしながら、際限なく電圧を上昇させていくと、いつかは絶縁破壊を起こすこととなります。これが電線メーカーの評価試験等で行われる「耐電圧試験」となり、破壊電圧を求める試験となります。破壊試験に分類されますので、実際に使用する電路や機器に対して行う試験ではありません。

次に電気工作物の使用開始時には、電路からの想定し得る上限電圧を規定の時間印加する「絶縁耐力試験」が法令で定められ、運用上の安全性を確認が行われます。

AC6kVの設備では、試験電圧をAC10350VないしDC20700Vとして10分間の試験を行います。

この試験によって、製造及び施工における瑕疵を発見することで以降のメンテナンスは純粋な劣化状況の確認に傾注することが出来ます。

同時に自家用電気設備の高圧部分は、初期状態においてDC20700V以上に相当する絶縁性能を有していることの確認がされることとなります。

「弱点比」の考え方は、絶縁強度が十分である電圧範囲内であれば、オームの法則に従う電圧・電流・抵抗の関係性が、電圧の上昇に伴い測定電流が比例せずに先行し増大してしまうことに対して、判定を行います。

このために試験電圧を「第1ステップ」「第2ステップ」と2段階以上で測定を行います。

#### 【試験電圧について】

電気設備の使用開始時には、法令による絶縁耐力試験が行われることから、AC6kVの設備ではAC10350VないしDC20700V以上に相当する耐圧性能が備わっており、ここから劣化による破壊電圧の低下を保守において観察していく必要があります。

この破壊電圧の低下が、常時供給されているAC6600Vの波高値である約DC10000Vまで及ぶと、重大な事故に至る可能性があります。

よって、この弱点比の第2ステップでは10000Vの印加して、DC10000V相当の耐圧性能があることの確認を行うことを推奨します。

- ・本器の仕様上、垂下特性にて絶縁抵抗値が100M $\Omega$ に満たない場合は印加電圧が抑制され、10000Vが出力出来ません。(既に絶縁破壊されて0 $\Omega$ の場合は、出力も0Vとなります)
- ・ステップ1を3000V、ステップ2を6000Vとした場合には、10000V超過の予想電圧の誤差が大きくなることから、ステップ1の電圧を5000V、ステップ2を10000Vとすることをお勧めします。

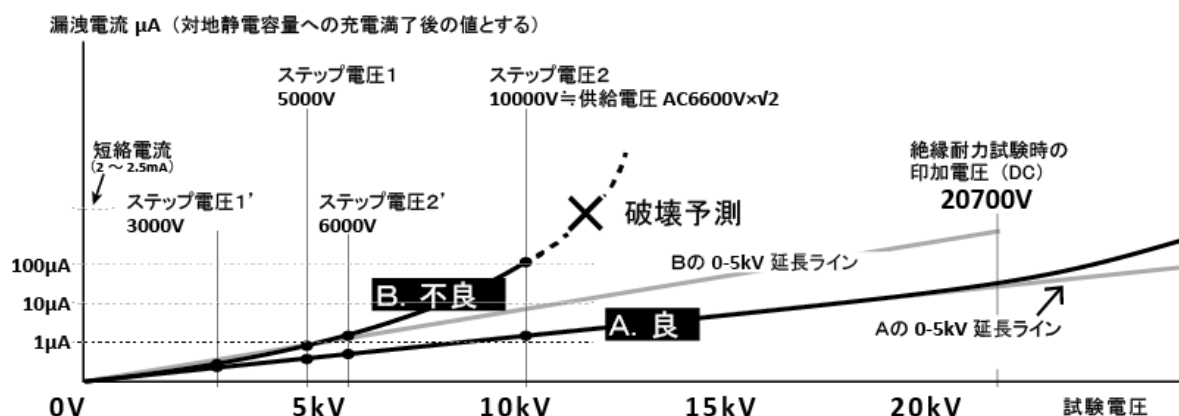


図1 弱点比 (電流値の視点)

※ 本グラフの縦軸には数値を記載していませんが、0.1 $\mu\text{A}$ 未満を良・1.0 $\mu\text{A}$ 以上を要注意として、1kmを超える長さの場合には1kmあたりに換算して判定してください。

試験電圧に対して流れる電流の視点として見た場合には、オームの法則 ( $I=V/R$ ) より印加した電圧に比例した電流が流れます。

図1のグラフ例で健全なケーブル「A：良」では、電圧の上昇に対して、ほぼ比例した電流の増加が観察されます。

この比例している状況を、0地点からステップ1である5kVとの延長ラインに対して沿った電流である事の確認によってケーブルの絶縁が十分な強度を保っていることが証明されます。

反対に、0地点からステップ1の延長ラインを大幅に超過する電流が観測される「B：不良」のケーブルでは、ステップ2の10kVを超過した電圧を印加した際に、この電圧を超過してほどなく絶縁破壊することが予測されます。

この様に電流値の視点から観察した場合には、「0-ステップ1」の延長ラインとして良否判定を行うことが可能です。

しかしながら、本器の場合には漏洩電流ではなく、絶縁抵抗値を表示することから以下のようなグラフが描かれることとなります。

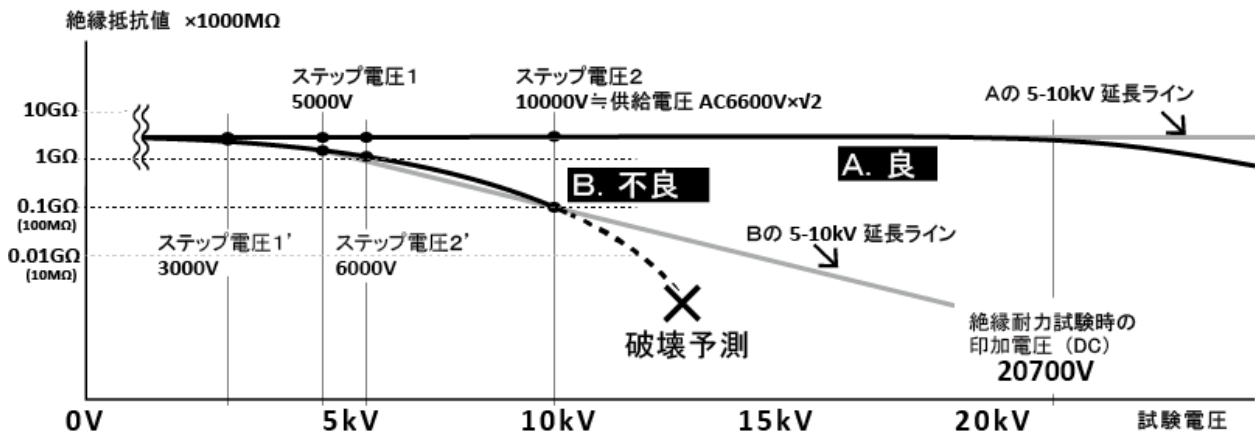


図2 弱点比 (絶縁抵抗値の視点)

電流測定の場合と大きく異なる点は、試験電流が0である場合の絶縁抵抗値は無限大となるために、電流視点の様に「0-ステップ1のライン」を引くことは出来ませんので、「ステップ1のライン-ステップ2のライン」で判断を行います。

同様の結果となりますが、健全なケーブル「A：良」では電圧を上昇させていっても

- 抵抗値 ( $R=V/I$ ) は、ほぼ一定
- 電流 ( $I=V/R$ ) の急上昇がない (電圧に比例した状態で上昇) となります。

一方で、劣化したケーブル「B：不良」では、電圧を上昇させることで、

- 抵抗値 ( $R=V/I$ ) が下がる
- 電流 ( $I=V/R$ ) が電圧に比例せず急上昇してしまう ということが確認されます。

$$\text{弱点比} = \frac{\text{第1ステップ電圧の絶縁抵抗}}{\text{第2ステップ電圧の絶縁抵抗}} = \frac{5[\text{kV}]}{10[\text{kV}]} \quad \text{または} \quad \frac{3[\text{kV}]}{6[\text{kV}]} \quad \text{で行われます。}$$

判定基準は「良：1.0以下」「注意：1.0超過～2.0以下」「要注意：2.0超過」「危険：3.0超過」

※ 試験結果が、ステップ1＝ステップ2の状態が1.0となるので、理論上は1.0未満となることはありません。

又、10000V以下の電圧印加では絶縁抵抗値の変化が発生しないことを前提とするために、1.0を上回る場合には注意として扱ってください。

### 4.3.3 成極比・キック現象の測定例

内部の絶縁層を華僑ポリエチレンで構成されるCVケーブルは絶縁抵抗値・耐電圧と共に高いレベルの絶縁性能を有します。

しかしながら、この華僑ポリエチレンという材質は、紫外線や空気中の湿度を含めた水分に弱く実際の運用については外気に触れることが無いように線部をシース層・両端末に施工処理を行い外界と遮断させることで長期にわたる性能を維持させています。

シース層の破断や貫通、又は端末処理の不具合から、浸透した水分が毛細管現象によって絶縁体部分に樹状の「水トリー」と呼ばれる劣化を生じさせることとなります。

一旦発生した水トリーは、内部でコロナ放電を繰り返すことで浸食が広がり、最終的に短絡・地絡といった重大事故に至る原因となります。

このための早期発見手段として、シース抵抗測定による外界との遮断状況の確認も行いますが、直接的な絶縁性能の確認のためには、G接地方式によるケーブル絶縁体の直接測定が有効となります。

水トリーが内在しているケーブルに、直流電化による試験を行うことで水トリー内の水分が電気分解され「キック現象」という電流突出が観察されます。

水トリーの浸食具合にもよりますが、大きな間隙に溜まった水分では比例して、本器のメーターでも確認ができる様な大きなキックが発生することに対して、多くは細かく無数のキックが発生することとなります。運用中の交流電圧では、電荷が絶えず反転を繰り返すことから水分の飽和による電気分解には至らず、これが重症化し、キック現象と同様に発生してしまうと「ケーブルのパンク事故」となります。

よって、本器の様に直流電圧で、且つ垂下特性を備えた高圧絶縁抵抗計や直流耐電圧試験器による試験が最も有効な判定方法となります。

とは言え、瞬間的なキックの発生に対して、メーター動作の追従性が間に合わず、更に作業側で見逃してしまう可能性も考えられます。

又、メーターによる確認ができない極小規模な水トリー及びキック現象であっても、おおよそ10分間の電圧印加によって細かなキック現象が無数に繰り返され、水分が揮発した水トリー跡には空気が入り込み気中（コロナ）放電状態となるために、試験中は徐々に電流が増大していくことが確認されます。

このために、単純な1分値-10分値の電流値あるいは絶縁抵抗値の比率を「成極比」と呼びます。

#### 【試験方法について】

##### A. 成極比（成極指数）の確認

- 本器（DI-11N）のみで試験が可能です。  
表示が「絶縁抵抗値」となりますので、下記の判定基準は逆数を用いてください。
- 試験時間の確認を行うために、ストップウォッチ等をご用意ください。
- 1分値に対する10分値の増減比較となります。  
(本来であれば最小点からの比較が望ましいが、1分値が必ずしも最小点とは限らない)

##### B. キック現象の確認

- 本器（DI-11N）の他に、別売オプションの記録計を組みあわせる必要があります。
- キック現象の記録を残すことができます。
- 電圧の印加後の「充電電流」→「吸収」→「漏洩電流」のプロセスが確認できます。

電流視点で見た場合の成極比は、

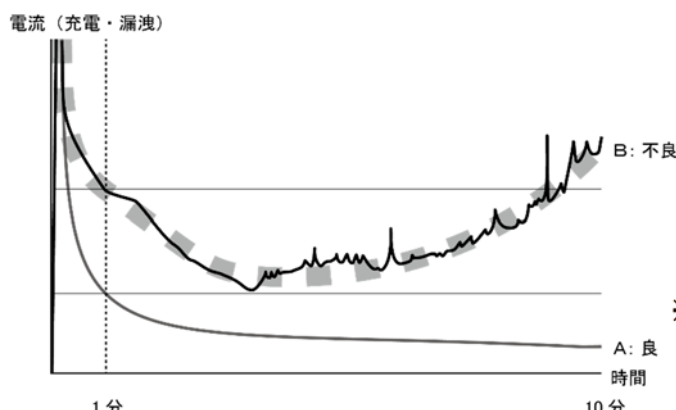
$$\text{成極比} = \frac{\text{電圧印加 1 分後の電流}}{\text{電圧印加 10 分後の電流値}}$$

判定基準は

- 「良：1.5 以上」
  - 「注意：1.0 超過～1.5 未満」
  - 「要注意：1.0 以下」
- となります。

※ 絶縁抵抗値にて判定する場合は、逆数を用いてください。

※ 電流で1分値>10分値  
絶縁抵抗値1分値<10分値 が健全な  
試験結果となります。

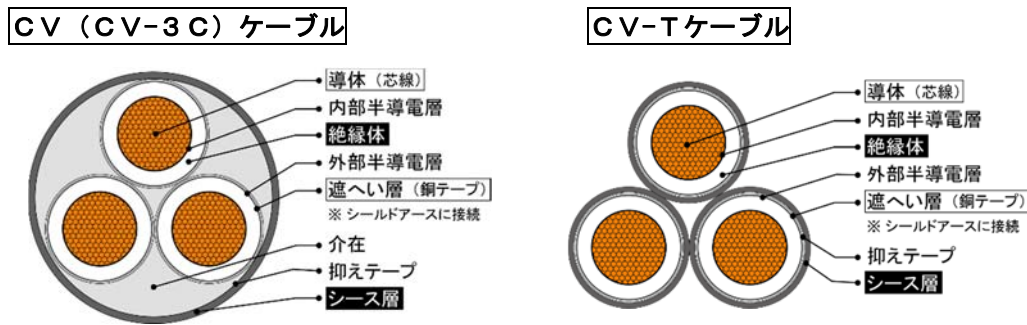


成極比の測定例（成極指数・キック現象の確認）



#### 4.3.4 相間不平衡率の測定例

電力用のケーブルは原則として三線一括で運用されることとなります。  
形状的な違いで「CV (CV-3C) ケーブル」と「CV-Tケーブル」に分ける事ができます。



三芯を1本のケーブル内に収めたCV (CV-3C) (左図) ケーブルでは、三相共に同様の劣化となることが多くみられますが、独立した3本の線を束ねたCV-Tケーブル (右図) では、相間の劣化状況が異なるケースがあります。

同一の材質、環境・年数におかれているケーブルが、各相に電氣的絶縁値に差のないことを確認し、致命的な劣化に至っている場合には、事故相の判別を行うための試験となります。

- 三線 (芯) を個別で測定する必要があるため、VCT や VT 内蔵の PAS・UGS 等の開閉器が接続されたままの状態では適用できません。
- 通常の保守管理では不要の試験となります。  
G 接地方式による判定でケーブル自体が「不良」と判断され、ケーブルの解線時に各相の単体測定 (E 接地方式) したデータを引用します
- 特に埋設されているケーブルでは、事故要因となる水没や堀削、鳥獣・樹木の接触、腐食等の自然劣化以外の特殊な原因からの偏った劣化の有無を確認することが、交換敷設における再発防止の重大なヒントとなります。

$$\text{相間不平衡率} = \frac{\text{三相の漏れ電流の最大値} - \text{最小値}}{\text{三相の漏れ電流平均値}}$$

「判定例」

200%を超えるものを、要注意 (吸湿状態となり、危険な状態) と判定します。

## 4.4.2 付 表 (CVケーブル仕様)

## JIS C 3606-1987 高圧架橋ポリエチレンケーブル

3300V 三芯一括シース形架橋ポリエチレンケーブル抜粋

導 体			絶縁体 厚  さ mm	シース 厚  さ mm	導 体 抵 抗 (20°C) Ω/km	絶縁 抵 抗 MΩ km	参 考			
公 称 断面積 mm <sup>2</sup>	構成素線数 ／素線径 mm 形状	外径 mm					静電 容量 (常温) μF/km	概算質量 kg/km		標 準 条 長 m
								ビニール シース	ポリエチレン シース	
8	7/1.2	3.6	2.5	2.1	2.36	2500	0.21	740	685	300
	円形圧縮	3.4		2.1	2.34	2500	0.21	730	680	
14	7/1.6	4.8	2.5	2.2	1.33	2500	0.26	1020	940	300
	円形圧縮	4.4		2.2	1.34	2500	0.24	1010	925	
22	7/2.0	6.0	2.5	2.3	0.840	2500	0.30	1280	1180	300
	円形圧縮	5.5		2.3	0.849	2500	0.28	1240	1140	
38	7/2.6	7.8	2.5	2.5	0.497	2000	0.37	2000	1980	300
	円形圧縮	7.3		2.5	0.491	2000	0.25	1980	1870	
60	19/2.0	10.0	3.0	2.8	0.309	2000	0.38	2860	2710	300
	円形圧縮	9.3		2.7	0.311	2000	0.36	2740	2600	
100	19/2.6	13.0	3.0	3.0	0.184	1500	0.47	4370	4180	300
	円形圧縮	12.0		2.9	0.187	1500	0.44	4150	3970	
150	37/2.3	16.1	3.0	3.3	0.120	1500	0.55	6250	6040	300
	円形圧縮	14.7		3.2	0.124	1500	0.52	5880	5680	
200	37/2.6	18.2	3.5	3.6	0.0940	1500	0.54	7970	7680	200
	円形圧縮	17.0		3.5	0.0933	1500	0.51	7740	7460	
250	61/2.3	20.7	3.5	3.8	0.0736	1500	0.59	10090	7940	200
	円形圧縮	19.0		3.5	0.0754	1500	0.55	9490	9160	
325	61/2.6	23.4	3.5	4.0	0.0576	1000	0.66	12300	11860	200
	円形圧縮	21.7		3.9	0.0579	1500	0.61	11780	11360	

**JIS C 3606-1987 高圧架橋ポリエチレンケーブル**  
 6600V 三芯一括シース形架橋ポリエチレンケーブル抜粋

導 体			絶縁体 厚  さ mm	シース 厚  さ mm	導 体 抵 抗 (20°C) Ω/km	絶縁 抵抗 MΩ km	参 考			標準 条長 m
公 称 断面積 mm <sup>2</sup>	構成素線数 ／素線径 mm 形状	外径 mm					静電 容量 (常温) μ F/km	概算質量 kg/km		
								ビニール シース	ポリエチレン シース	
8	7/1.2	3.6	4.0	2.4	2.36	2500	0.21	1190	1090	300
	円形圧縮	3.4		2.4	2.34	2500	0.21	1180	1080	
14	7/1.6	4.8	4.0	2.5	1.33	2500	0.25	1500	1390	300
	円形圧縮	4.4		2.5	1.34	2500	0.24	1480	1370	
22	7/2.0	6.0	4.0	2.6	0.840	2500	0.28	1820	1600	300
	円形圧縮	5.5		2.5	0.849	2500	0.27	1780	1560	
38	7/2.6	7.8	4.0	2.8	0.497	2000	0.33	2470	2320	300
	円形圧縮	7.3		2.7	0.491	2000	0.32	2430	2290	
60	19/2.0	10.0	4.0	2.9	0.309	2000	0.39	3380	3210	300
	円形圧縮	9.3		2.9	0.311	2000	0.37	3280	3110	
100	19/2.6	13.0	4.0	3.2	0.184	1500	0.47	4950	4730	200
	円形圧縮	12.0		3.1	0.187	1500	0.45	4670	4470	
150	37/2.3	16.1	4.0	3.5	0.120	1500	0.55	6900	6310	200
	円形圧縮	14.7		3.3	0.124	1500	0.52	6420	5870	
200	37/2.6	18.2	4.5	3.7	0.0940	1500	0.54	8620	8280	150
	円形圧縮	17.0		3.6	0.0933	1500	0.51	8330	8000	
250	61/2.3	20.7	4.5	4.0	0.0736	1500	0.59	10700	10030	150
	円形圧縮	19.0		3.8	0.0754	1500	0.55	10020	9390	
325	61/2.6	23.4	4.5	4.2	0.0576	1000	0.66	13670	13250	150
	円形圧縮	21.7		4.2	0.0579	1500	0.61	12990	12590	

## 第5章

### カスタマサービス



# カスタマサービス

## 5.1 校正試験

### 校正データ試験 のご依頼

DI-11Nの「試験成績書」「校正証明書（標準器成績書の有・無）」「トレーサビリティ」等の校正関連書類はお客様のご用命により、有償にて発行いたします

製品出荷時の校正関係書類につきましては、ご購入の際にお申付けください。

校正該当品の弊社出荷試験時データで各書類を発行いたします。

ご購入後の校正関係書類につきましては、アフターサービスとして取り扱いますので、校正該当品を弊社にお預けいただいた時の状態で、弊社の標準器管理基準に基づいた校正試験を行い、各書類を発行いたします。

校正関係書類はお客様からのご用命において「試験成績書」等の単体のみでも書類発行が可能です。

又、「試験成績書」「校正証明書」には、お客様名が校正証明書に記載されますので、なるべく弊社ホームページ カスタマサービス内の「修理・校正受付依頼シート」等により明記いただき正しくお伝えされます様をお願いします。

※ 書類作成後のキャンセル・返品はいかなる理由があっても出来ません。

校正に関する試験は、校正該当品のご購入時に付属されるコード類を含めた状態で試験を行いますので、ご依頼の際には付属コード類を本体に添付してご依頼ください。

アフターサービスとしての校正データ試験をご依頼される場合には校正該当品の到着時に、点検を行ない不具合箇所がないことを確認させていただきます。万が一、不具合箇所があり、調整の範囲内では収まらずに故障と判断される場合は修理・総合点検として、当初ご用命をいただいております校正データ試験に関する費用にあわせて「不具合箇所の修理」「総合点検」を含めたお見積もりをさせていただきます。

お見積りの回答をいただいてから修理および校正を行います。

この場合は、修理完了時のデータで各書類を発行いたしますが、修理前・修理後の両データをご所望される場合はお預け時に弊社までお申付けください。

### 校正試験データ (試験成績書)

校正試験に使用されたデータは原則として、3ヶ月間保管されます。

後日、書類の再発行をご依頼いただく場合に関しては、試験日はお預かり当時のデータ、発行日はご用命をいただいてから実際に発行する日付の記載となります。

出荷時と同一内容の書類発行は出来ませんので、予めご了承ください。

又、修理依頼として受付けた場合には、データ保管期間がこの限りではありませんので、修理が完了して返却（発送）された後には校正書類の発行が行えません。

修理依頼として受け付けた場合には、弊社への着荷後ただちに故障原因の調査を行うことから、お預けいただいた状態でのデータ保管を行いません。

よって、修理依頼でのお預かり時データによる校正関係書類は発行が出来ませんので、修理前の校正データが必要な場合は、予め「校正試験 事前データによる校正書類が必要」とご用命ください。

アフターサービスとして、校正データ試験を完了しました現品には、「校正データ試験合格」シールを貼付して、ご返却させていただきます。

※ 製品ご購入時における出荷では、シールの貼付は原則として行っておりません。



## 5.1 製品保証とアフターサービス

<b>保証期間と保証内容</b>	<p>納入品の保証期間は、ご購入後から1年間といたします。(修理は除く) この期間中に、弊社の責任による製造上及び、部品の原因に基づく故障を生じた場合は、無償にて修理を行います。</p> <p>【 例外事項 】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 天災及び取扱ミス（定格以外の入力、使い方や落下、浸水などによる外的要因の破損、使用・保管環境の劣悪など）による故障修理と校正・点検は、有償となります。</li> <li>● この保証期間は日本国内においてのみ有効であり、製品が輸出された場合の保証期間は無効とさせていただきます。</li> <li>● 弊社以外による製造業者の製品保証期間は、本項に関わらず該当機器の製造業者の責任条件に準ずるものとします。</li> </ul>
<b>保証期間後のサービス (修理・校正のご依頼)</b>	<p>有償にて対応させていただきます。</p> <p>弊社では、保証期間終了後でも高精度・高品質でご使用頂けるように万全のサービス体制を設けております。</p> <p>アフターサービス（修理・校正）のご依頼は、弊社各営業所又は、ご購入された代理店に製品名、製品コード、故障・不具合状況をお書き添えの上ご依頼ください。修理ご依頼先が不明の時は、弊社までお問い合わせください。尚、弊社ホームページ カスタマサービス内より「修理・校正受付依頼シート」をプリントアウトし、上記必要事項の記載することが出来ますので、ご利用ください。</p>
<b>一般修理のご依頼</b>	<p>お客様からご指摘いただいた故障箇所を修理させていただきます。</p> <p>点検の際にご依頼を受けた修理品が仕様に記載されている本来の性能を満足しているか再点検し不具合があれば、その修理内容をお見積もりさせていただきます。</p> <p>お見積りの回答をいただいてから修理および校正を行います。して加えた修理させていただきます。</p> <p>修理依頼品には、「修理・検査済み」シールを貼付して、ご返却させていただきます</p>
<b>総合修理のご依頼</b>	<p>総合点検を行ない、故障箇所の修理を致します。</p> <p>点検の際にご依頼を受けた修理品が仕様に記載されている本来の性能を満足しているか総合試験による再点検を行い、不具合があれば修理させていただきます。</p> <p>さらに消耗部品や経年変化している部品に関して、交換修理を伴ったオーバーホールをさせていただきます。</p> <p>修理依頼時に総合試験をご希望される時は、「総合試験」をご指定ください。前ページの校正点検とは、異なりますので注意してください。</p> <p>修理依頼品には、「総合点検」シールを貼付して、ご返却させていただきます。</p>
<b>修理保証期間・箇所</b>	<p>修理させていただいた箇所に関して、修理完了時より6ヶ月を保証期間とさせていただきます。</p>
<b>修理対応可能期間</b>	<p>修理対応可能のサポート期間を製造中止後7年とさせていただきます。</p> <p>製造中止の情報確認は弊社までお問い合わせください。</p> <p>また、使用部品の中止等による供給の都合によっては、サポート期間内においても修理のご依頼にお応え致しかねる場合もございますので、ご了承ください。</p>