



地絡、短絡の ブラインドスポット実験

北海電気工事株式会社 市瀬 泰広

地絡、短絡のブラインドスポット実験

- ① 直流回路のブラインドスポット
- ② 火災へ至る故障試験
- ③ 地絡に対する保守管理
- ④ まとめ

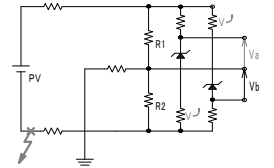
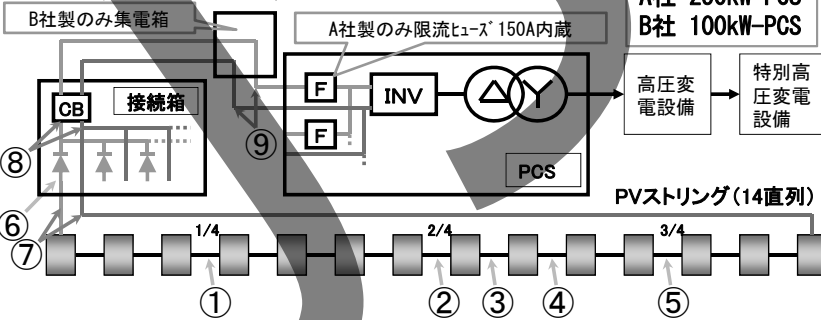
地絡、短絡のブラインドスポット実験

- ① 直流回路のブラインドスポット
- ② 火災へ至る故障試験
- ③ 地絡に対する保守管理
- ④ まとめ

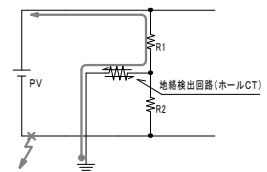
① 直流回路のブラインドスポット — 大型PCS(絶縁回路)

※NEDO新エネルギー技術開発プログラム 電気学会全国大会2009.03.18 矢元修

A、B社製PCS (直流/交流 絶縁)



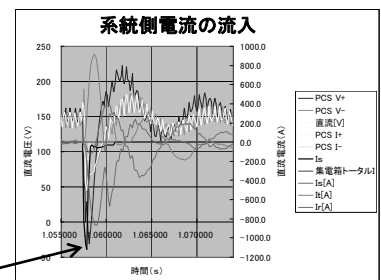
A社製PCS地絡検出回路



B社製PCS地絡検出回路

| 試験No | 様相 | 故障地点 | 事故発生後のPCS 運転状態 | | 保護回路動作(検出) | |
|------|----|------------|-------------------|------|------------|------|
| | | | A社 | B社 | A社 | B社 |
| ① | 地絡 | PV直列1/4 | 運転継続 | 運転継続 | 地絡発生 | 検出無し |
| ② | 地絡 | PV直列2/4 | 運転継続 | 運転継続 | 検出無し | 検出無し |
| ③ | 地絡 | PV直列2/4+1枚 | 運転継続 | 運転継続 | 検出無し | 検出無し |
| ④ | 地絡 | PV直列2/4+2枚 | 運転継続 | 運転継続 | 地絡発生 | 検出無し |
| ⑤ | 地絡 | PV直列3/4 | 運転継続 | 運転継続 | 地絡発生 | 検出無し |
| ⑥ | 地絡 | 接続箱PV側P極 | 運転継続 | 運転停止 | 地絡発生 | 地絡発生 |
| ⑦ | 短絡 | 接続箱PV側PN極 | 運転継続 | 運転継続 | 検出無し | 検出無し |
| ⑧ | 短絡 | 接続箱PV側PN極 | 運転継続 | 試験不可 | ヒューズ溶断 | — |
| ⑨ | 短絡 | 接続箱PCS側PN極 | 運転継続 | 試験不可 | ヒューズ溶断 | — |

試験結果

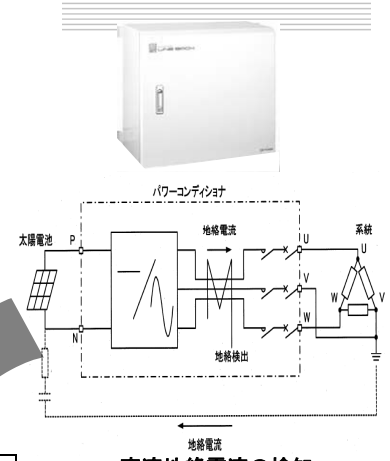
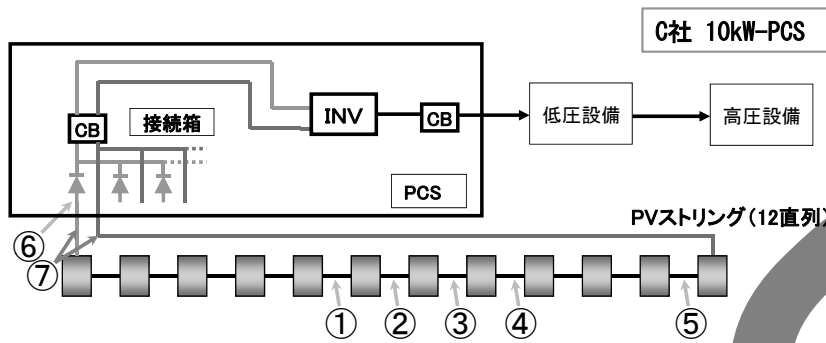


短絡試験 電力波計

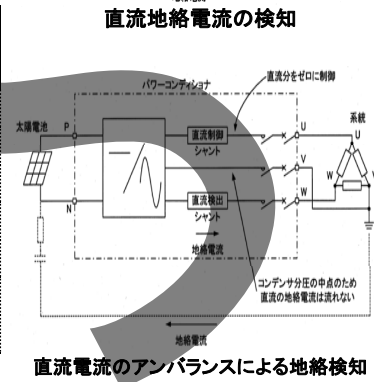
① 直流回路のブラインドスポット — 小規模 PCS(非絶縁回路)

※ 今回の検証

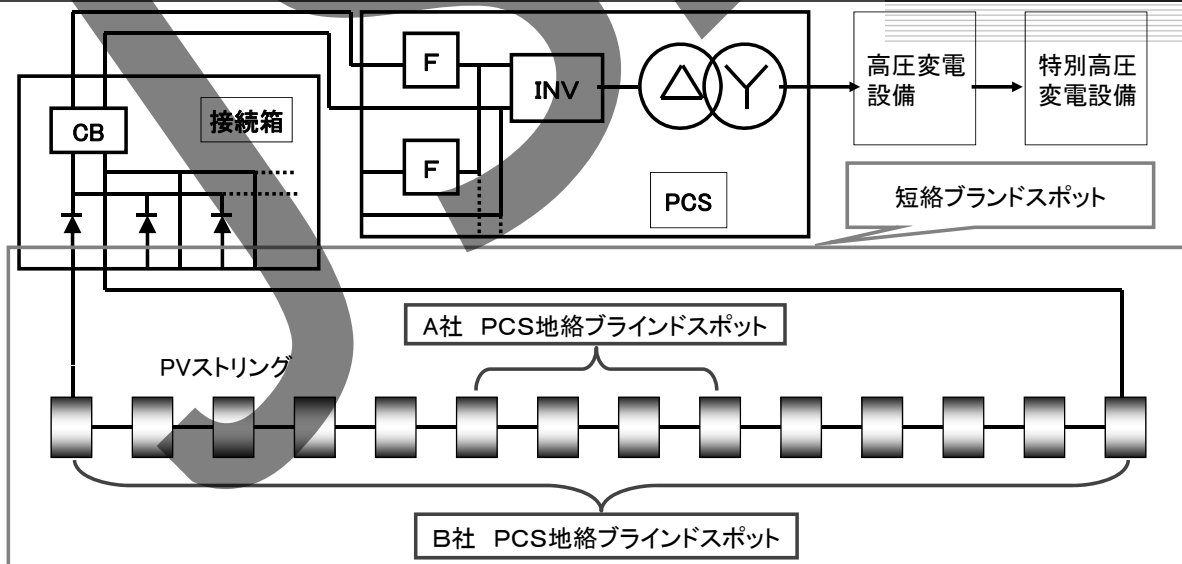
C社製PCS (直流/交流 非絶縁、V相接地)



| 試験No | 様相 | 故障地点 | 事故発生後のPCS 運転状態 | 保護回路動作 (検出) |
|------|----|-------------|-------------------|----------------|
| ① | 地絡 | ストリング 中間-1枚 | 運転停止 | 地絡発生 |
| ② | 地絡 | ストリング 中間 | 運転停止 | 地絡発生 |
| ③ | 地絡 | ストリング 中間+1枚 | 運転停止 | 地絡発生 |
| ④ | 地絡 | ストリング 中間2枚 | 運転停止 | 地絡発生 |
| ⑤ | 地絡 | ストリング 末端 | 運転停止 | 地絡発生 |
| ⑥ | 地絡 | 接続箱PV側 P 極 | 運転停止 | 地絡発生 |
| ⑦ | 短絡 | 接続箱PV側P N極 | 運転継続 | 検出無し |



① 直流回路のブラインドスポット — まとめ



— 地絡ブラインドスポット —

A社PCS(250kW) : PVストリング(直列)回路の中心付近

B社PCS(100kW) : PVストリング(直列)回路内

C社PCS(10kW) : 無し

— 短絡ブラインドスポット —

A・B・C社 : 接続箱内の逆流防止ダイオード ~ PV

※ダイオードがある事により、PCS側に電流が流れない事が原因

地絡、短絡のブラインドスポット実験

- ① 直流回路のブラインドスポット
- ② 火災へ至る故障試験
- ③ 地絡に対する保守管理
- ④ まとめ

②火災へ至る故障試験 — 試験回路

2013/11/13 学振175委員会 PVressQ! 吉富様

火災へ至る故障回路の想定

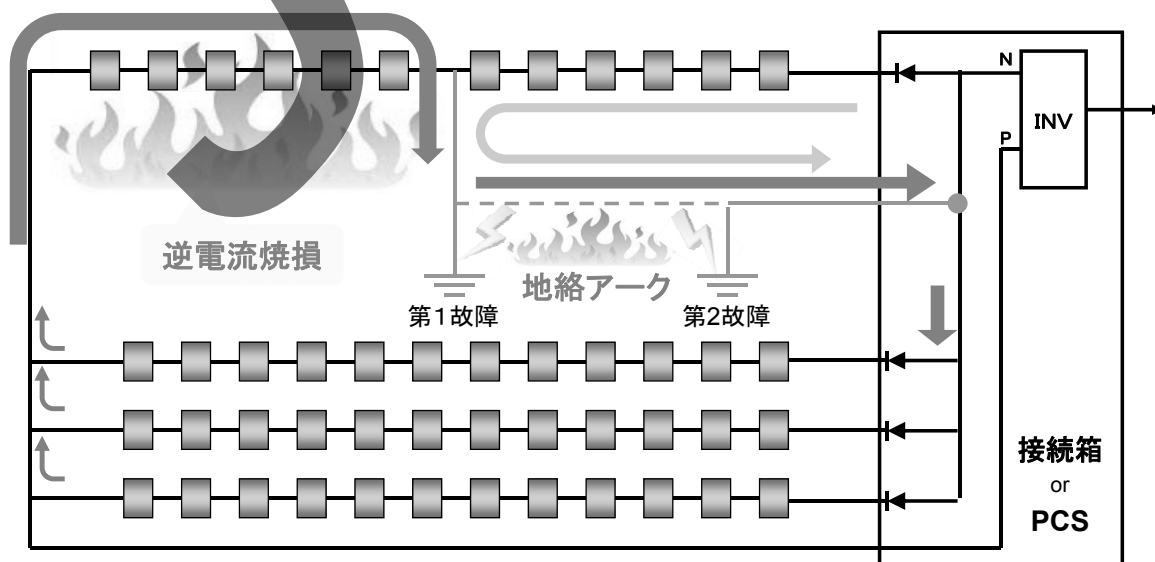
Step1 第1故障 … ブラインドスポットの地絡

Step2 第2故障 … バイパスダイオードをパスする地絡(接続箱内への虫や小動物の進入など)

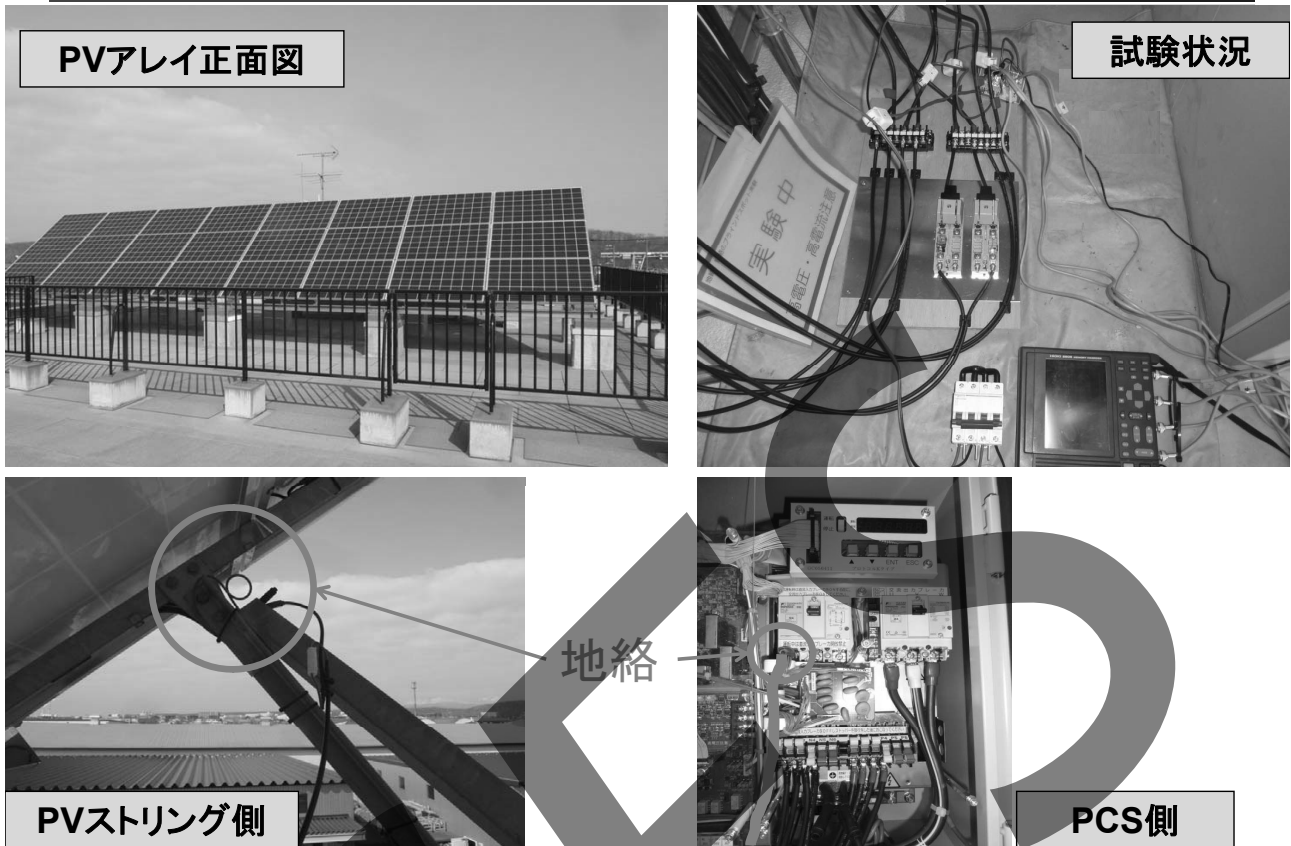
⇒ PCS停止(今回の試験)

⇒ 2箇所の地絡間で回路が形成し、健全回路の電流が流れ込む

⇒ 保護装置が無いため発電する限り電流が流れ続ける ⇒ 火災の可能性

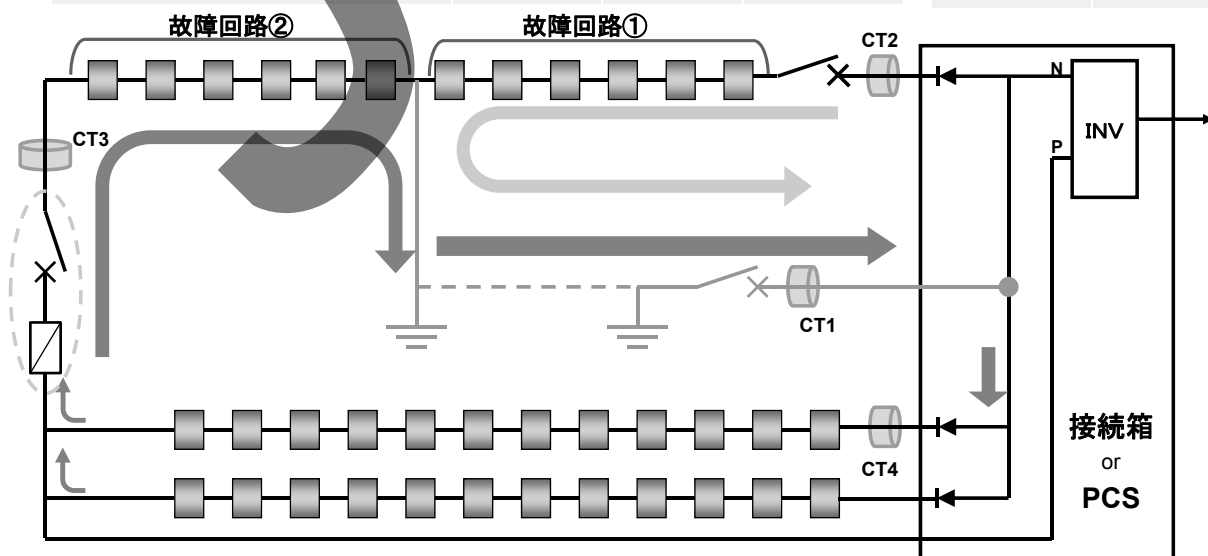


②火災へ至る故障試験 — 試験状況



②火災へ至る故障試験 — 試験結果

| 電流測定箇所 | 測定電流値[A] | | | モジュール情報 | |
|---------------------|----------------------|-------------------|-------------------|---------|--------|
| | 故障回路のみ (日射強度640W) | 2並列 (日射強度660W) | 3並列 (日射強度780W) | 短絡電流 | 8.5A |
| CT1 健全回路からの流入+故障回路① | 4.5A | 8.9A | 15.3A | 動作電流 | 7.84A |
| CT2 故障回路① | 4.5A | 4.4A | 5.2A | 開放電圧 | 33.2V |
| CT3 故障回路② | — | 4.6A | 10.9A | 動作電圧 | 26.6V |
| CT4 健全回路 | — | 4.5A | 5.4A | 回路構成 | 12直4並列 |



地絡、短絡のブラインドスポット実験

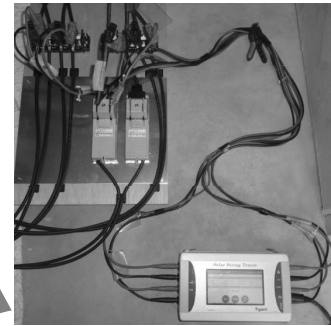
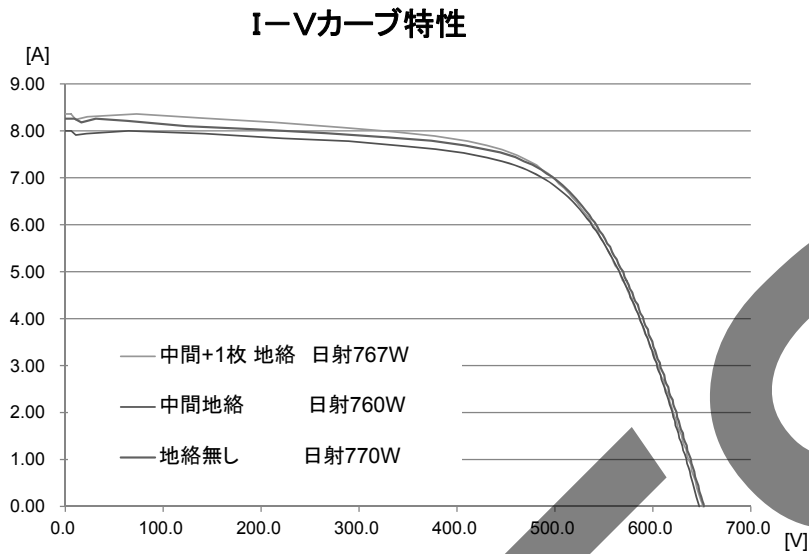
- ① 直流回路のブラインドスポット
- ② 火災へ至る故障試験
- ③ 地絡に対する保守管理
- ④ まとめ

③ 地絡に対する保守管理

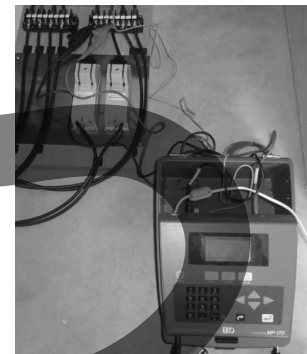
保守管理項目

1. IVトレーサー
2. 太陽光検査測定器
3. 絶縁抵抗測定
4. 電圧測定
5. 直流地絡検出器

③ 地絡に対する保守管理 - 1. IVトレーサー



A社製 IVトレーサー

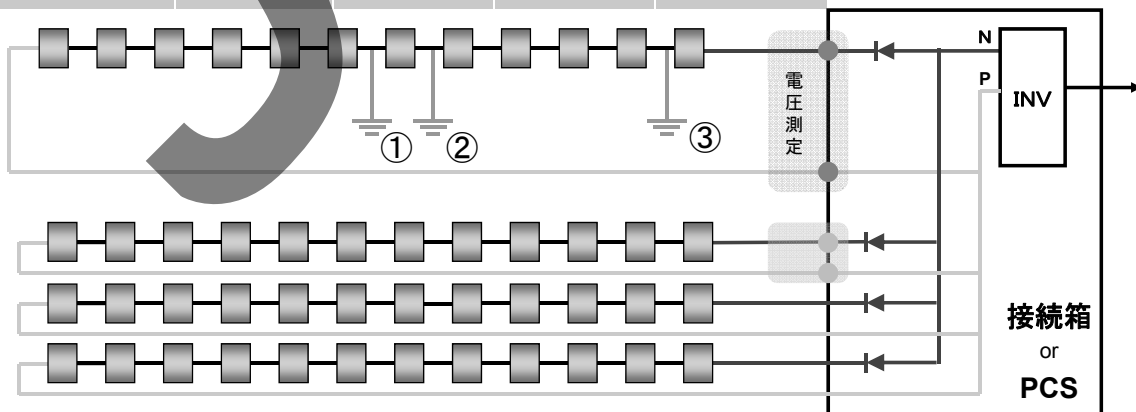


B社製 IVトレーサー

➤ IVトレーサーは、地絡の検出不可能

③ 地絡に対する保守管理 - 2. 太陽光検査測定器

| 開放電圧[V] | 地絡回路 | | | 健全回路 |
|---------|-------|-------|-------|-------|
| | 地絡① | 地絡② | 地絡③ | |
| 抵抗分圧方式 | 375.0 | 445.3 | 510.6 | 378.0 |
| テスター | 374.8 | 382.4 | 381.2 | 377.6 |



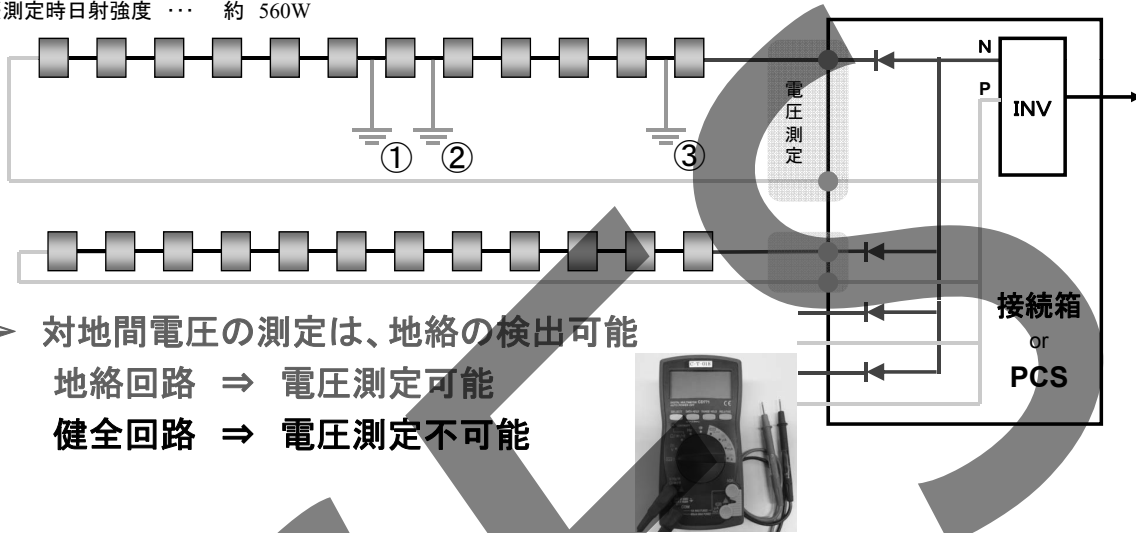
➤ 太陽光検査測定器は、地絡の検出不可能

地絡回路 ⇒ テスターの測定値と乖離した値が表示される
しかし、ブラインドスポットが存在する

③ 地絡に対する保守管理 - 3. 電圧測定

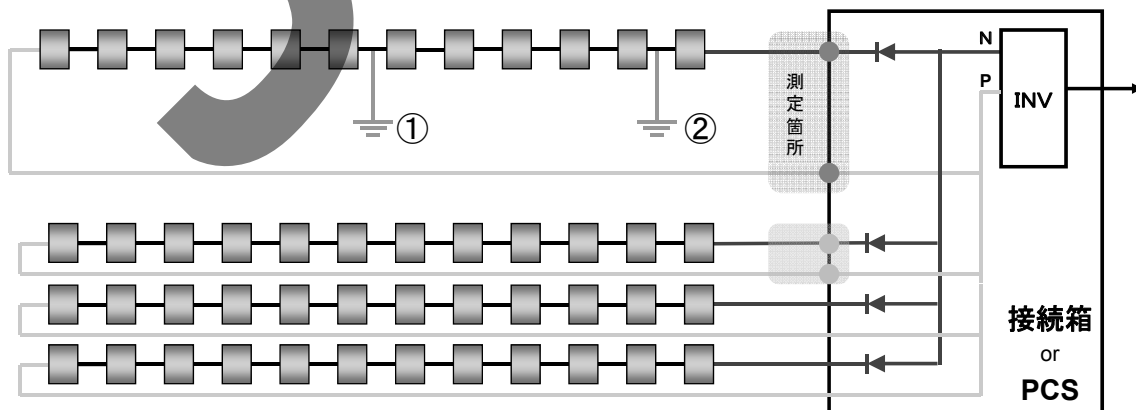
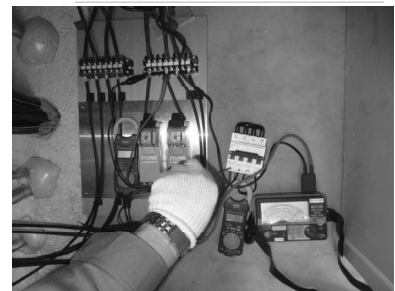
| 電圧 [V] | 地絡回路 | | | 健全回路 | モジュール情報 | |
|---------|-------|-------|-------|-------|---------|--------|
| | 地絡① | 地絡② | 地絡③ | | 開放電圧 | 33.2V |
| P相 - N相 | 376.2 | 377.2 | 376.4 | 375.9 | ST電圧 | 398.4V |
| P相 - 接地 | 188.2 | 219.8 | 32.2 | 測定不可 | 動作電圧 | 26.6V |
| N相 - 接地 | 188.1 | 156.5 | 344.0 | 測定不可 | 回路構成 | 12直4並列 |

※測定時日射強度 … 約 560W



③ 地絡に対する保守管理 - 4. 絶縁抵抗測定

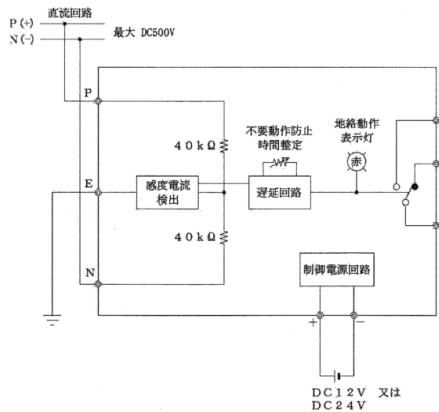
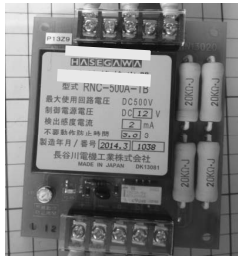
| 絶縁抵抗値[MΩ] | 地絡回路 | | 健全回路 |
|------------|------|------|-------|
| | 地絡① | 地絡② | |
| 短絡状態 | 0.00 | 0.00 | 100以上 |
| 開放 P相 - 接地 | 0.00 | 0.35 | 100以上 |
| 開放 N相 - 接地 | 0.15 | 0.00 | 100以上 |



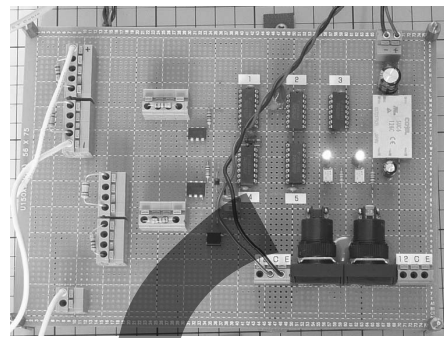
➤ 絶縁抵抗測定は、地絡の検出可能

③ 地絡に対する保守管理 — 5. 直流地絡検出器

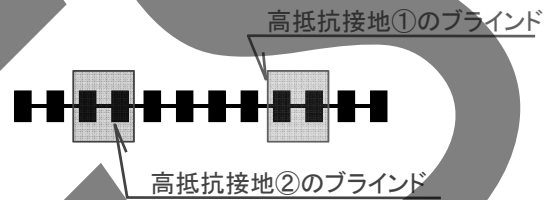
A社製 直流地絡検出器



直流地絡検出器(試作品)



地絡のブラインド イメージ

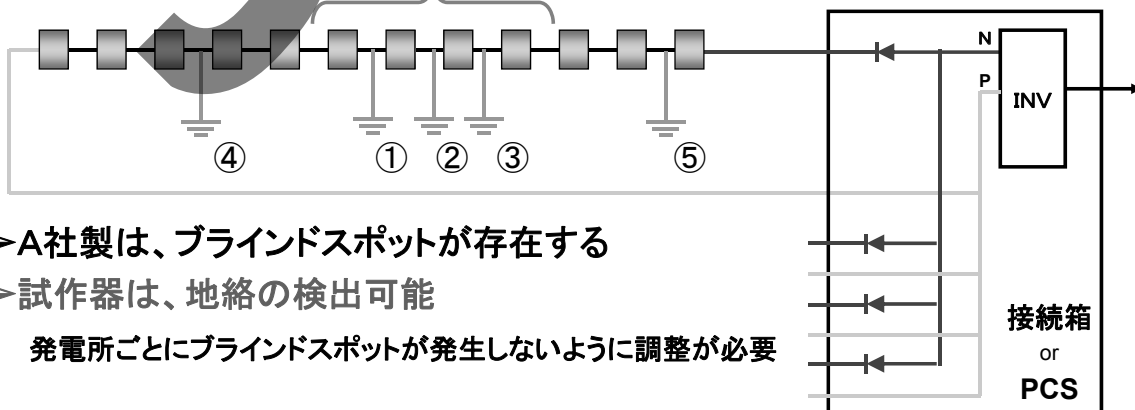


③ 地絡に対する保守管理 — 5. 直流地絡検出器

| 直流地絡検出器 | 地絡① | 地絡② | 地絡③ | 地絡④ | 地絡⑤ |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|
| A社製 | × | × | × | ● | ● |
| 試作器 | ● | ● | ● | ● | ● |

検出 ... ●
未検出 ... ×

A社 地絡ブラインドスポット



➤A社製は、ブラインドスポットが存在する

➤試作器は、地絡の検出可能

発電所ごとにブラインドスポットが発生しないように調整が必要

③ 地絡に対する保守管理 — まとめ

| 保守管理方法 | 地絡検出 | 問題点・注意点 |
|------------------------------|------|--|
| 1. IVトレーサー | 不可 | — |
| 2. 太陽光検査測定器 | 不可 | ・電圧測定機能を応用すれば、地絡検出の可能性はあるが、ブラインドスポットは存在する ・メーカー推奨の使用目的と違う |
| 3. 絶縁抵抗測定 | 可能 | 他回路との相対比較により地絡を疑うなどの経験が必要 |
| 4. 電圧測定 | 可能 | 地絡回路と健全回路の電圧表示の違いを把握する必要がある |
| 5-1. 直流地絡検出器 (中性点高抵抗接地方式) | 一部可能 | 地絡のブラインドスポットが存在する |
| 5-2. 直流地絡検出器 (試作器) | 可能 | 各発電所ごとにブラインドスポットの調整が必要 |

地絡、短絡のブラインドスポット実験

- ① 直流回路のブラインドスポット
- ② 火災へ至る故障試験
- ③ 地絡に対する保守管理
- ④ まとめ

まとめ

- PCSの直流側保護はブランドスポットが存在する機器がある
- ブランドスポットの地絡から火災へ発展する可能性がある
- 2点地絡が発生するとPCSが停止しても火災に至る回路は停止しない
- 火災に至る回路を形成させないために1点地絡(第1故障)の検出が必要
- 1点地絡(第1故障)の検出に有効な保守管理方法として
 - ・絶縁抵抗測定
 - ・電圧測定
 - ・直流地絡検出器(試作品)