

異常検出線で検出される

電圧値を用いた短絡点推定に関する一考察

産業技術総合研究所 児玉安広
葛尾創生電力株式会社 植村 篤

2025年3月24日
令和7年 電気学会全国大会

NATIONAL INSTITUTE OF
ADVANCED
INDUSTRIAL
SCIENCE &
TECHNOLOGY

1. 目的
2. 提案手法
3. シミュレーション条件
4. シミュレーション結果と考察
5. まとめと今後の課題

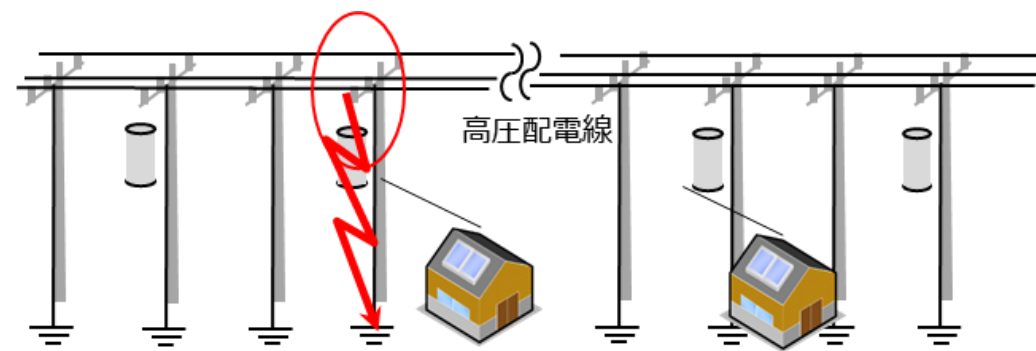
1

目的

● 配電線の故障モード

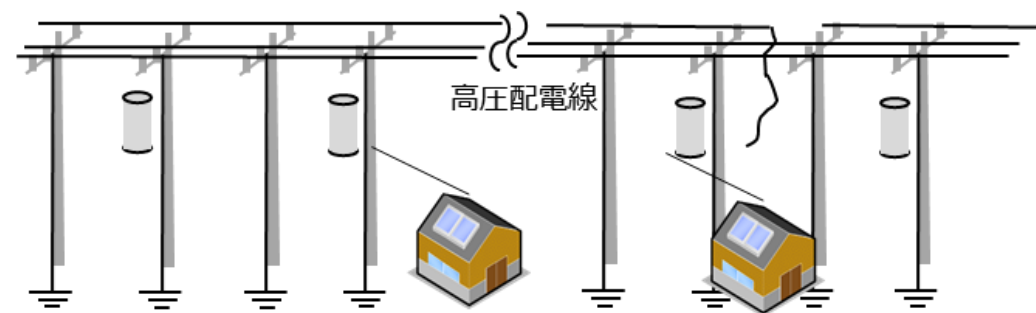
(1)地絡：電気が漏れる

- ・ 問題：公衆安全と機器の保護
- ・ 検出方法：地絡電流を配電用変電所で検出



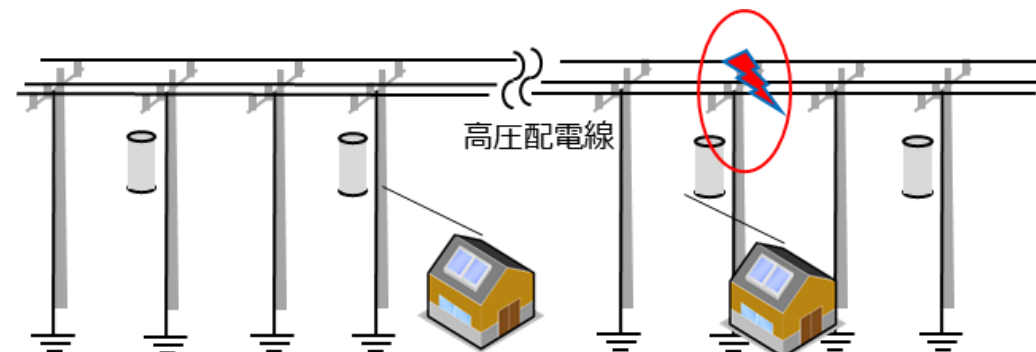
(2)断線：電線が切れる

- ・ 問題：公衆感電と電力の供給支障
- ・ 検出方法：センサ開閉器で電圧変化を検出



(3)短絡：電線同士が接続

- ・ 問題：大電流通過による配電機材の保護
- ・ 検出方法：配電用変電所で過電流を検出



● 現状の短絡点探査手法

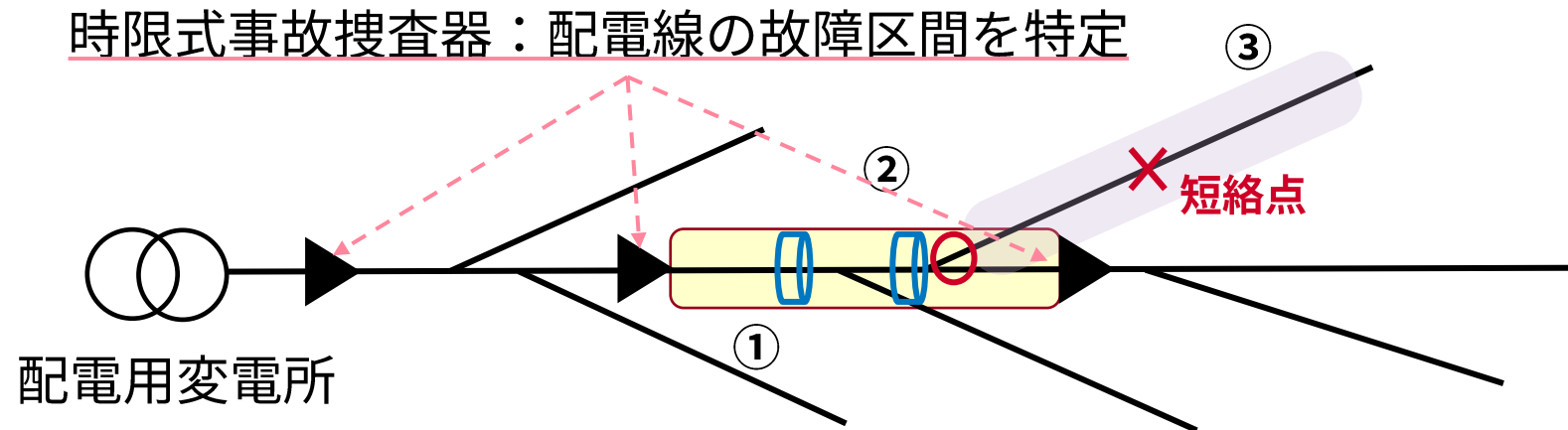


図 地絡点を特定するための手順

①自動化対応
時限式事故捜査器により
特定区間に絞り込み



②人的対応
過電流通過表示器 (SI) の
動作有無を確認し
範囲を絞り込み



③人的対応
絞り込んだ範囲から
短絡点を目視や
事故捜査器で調査

● 故障点検出に要する時間

- ・ 地絡点探査時間：現場到着後、発生頻度の高い内部不良の発見に45分
→ **更なる地絡点探査時間の短縮が必要**

● 課題

- ・ 人的な労力を有す
 - ・ 停電時間の長期化
- } 故障点を発見する手法の開発が必要



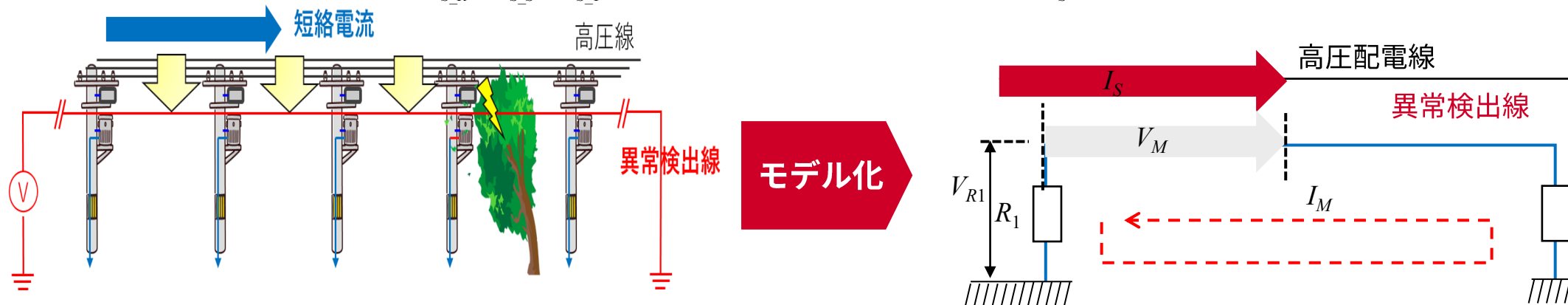
- 短絡故障をターゲットとして、短絡点を推定する手法を検討
- 短絡発生時に異常検出線の配電用変電所（SS）側で測定される電圧の大きさから短絡点を推定する手法について検討
- 異常検出線で測定される電圧から短絡点を推定できる簡易な手法

2

提案手法

● 提案手法の原理

f : 周波数、 M_R 、 M_S 、 M_T : 高圧線のR、S、T相と異常検出線の相互インダクタンス、
 I_{S_R} 、 I_{S_S} 、 I_{S_T} : 高圧線のR、S、T相に流れる短絡電流、 l_S : SSから短絡点までの距離



- 地絡発生後：各相に流れる短絡電流を起因
 ⇒電磁誘導電圧が異常検出線に発生

$$V_M = 2\pi f \times (M_R I_{S_R} + M_S I_{S_S} + M_T I_{S_T}) \times l_S \dots (1)$$

- 地絡発生後の V_{R1_A} ：地絡発生前の $V_{R1_B} + V_M$

$$V_{R1_A} = V_{R1_B} + V_M \dots (2)$$

- 地絡発生後の I_S の推定：(1)式と(2)式から l_S の算出式

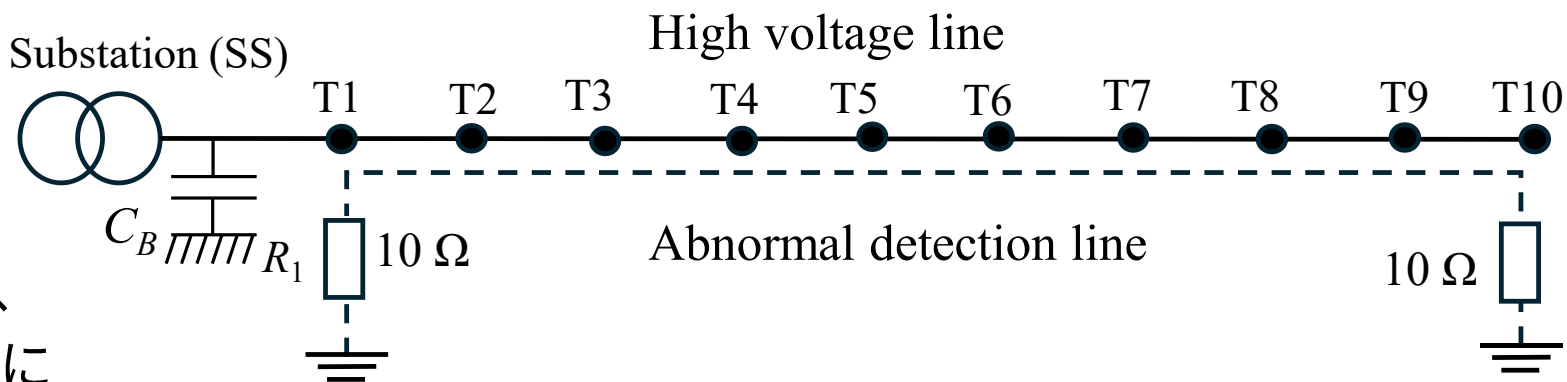
$$l_S = \frac{V_{R1_A} - V_{R1_B}}{2\pi f \times (M_R I_{S_R} + M_S I_{S_S} + M_T I_{S_T})} \dots (3)$$

3

シミュレーション条件

● モデル配線

- 電圧線間：6.6 kV、亘長：5km、
負荷：0.5 km毎（T1からT10）に
各線間に500 Ωの三相負荷を設置
- 他配電線を模擬するためにコンデンサを
1μF/相設置
- 異常検出線：高圧線の2m下に1線施設、
異常検出線のSS側と末端側の両端は10 Ωで
接地



高圧線と異常検出線の線路定数

High-Voltage Line		Abnormal detection line	
$R(\Omega/m)$	$L(mH/m)$	$R(\Omega/m)$	$L(mH/m)$
1.24×10^{-4}	1.55×10^{-3}	1.19×10^{-4}	1.73×10^{-3}

高圧線と異常検出線の相互インダクタンス

$M_R(mH/m)$	$M_S(mH/m)$	$M_T(mH/m)$
4.18×10^{-4}	4.21×10^{-4}	4.06×10^{-4}

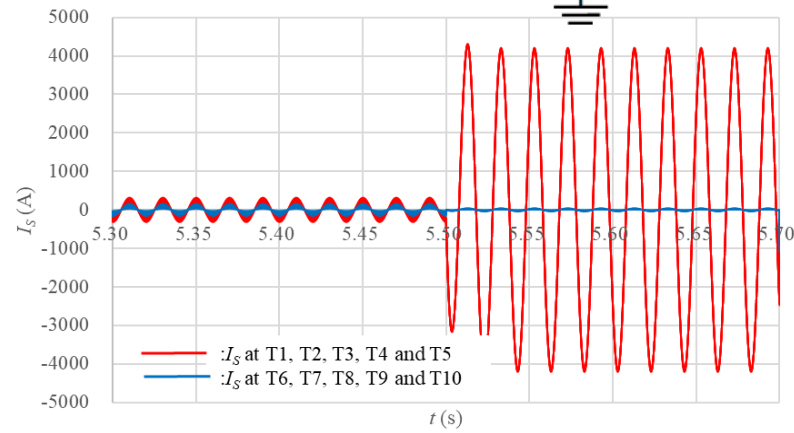
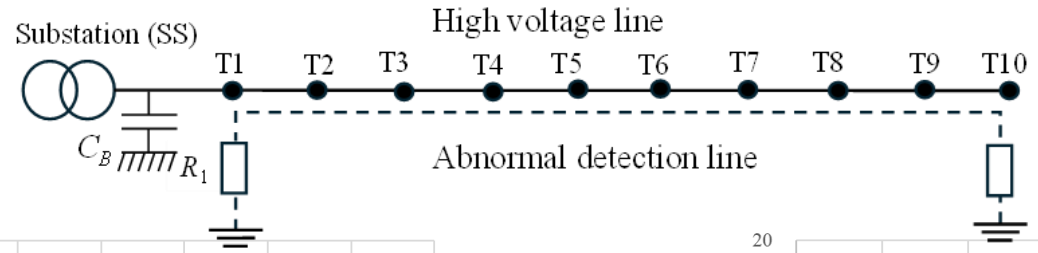
4

シミュレーション結果と考察

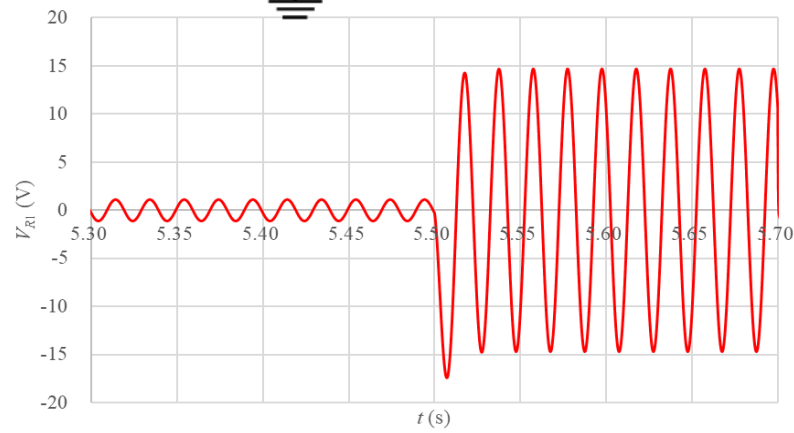
● シミュレーション条件

t=5.5 sに発生

0.5 km毎に短絡を発生



短絡発生後の短絡電流

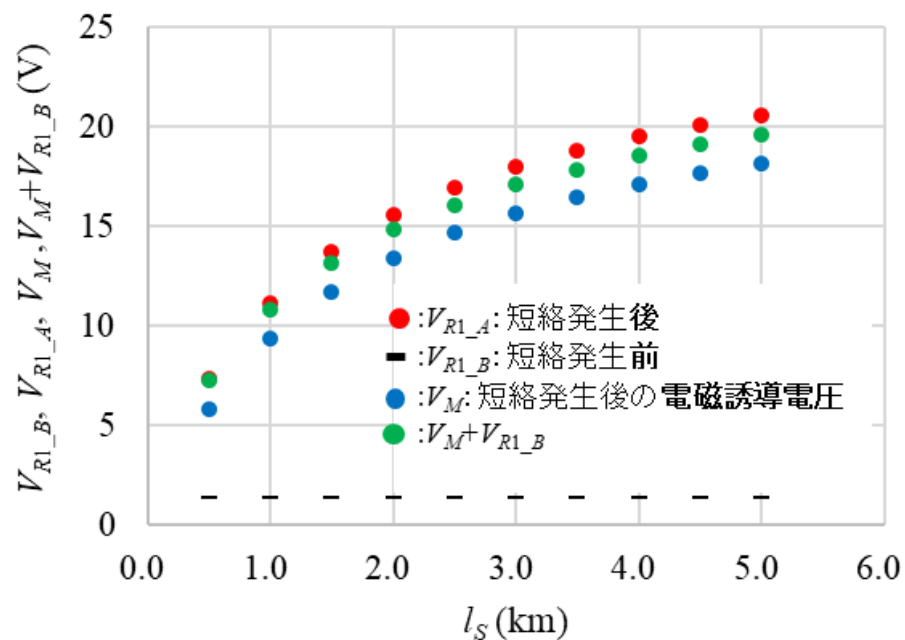


短絡発生前後の異常検出線の電圧変化 ($l_s=2.5$ km)

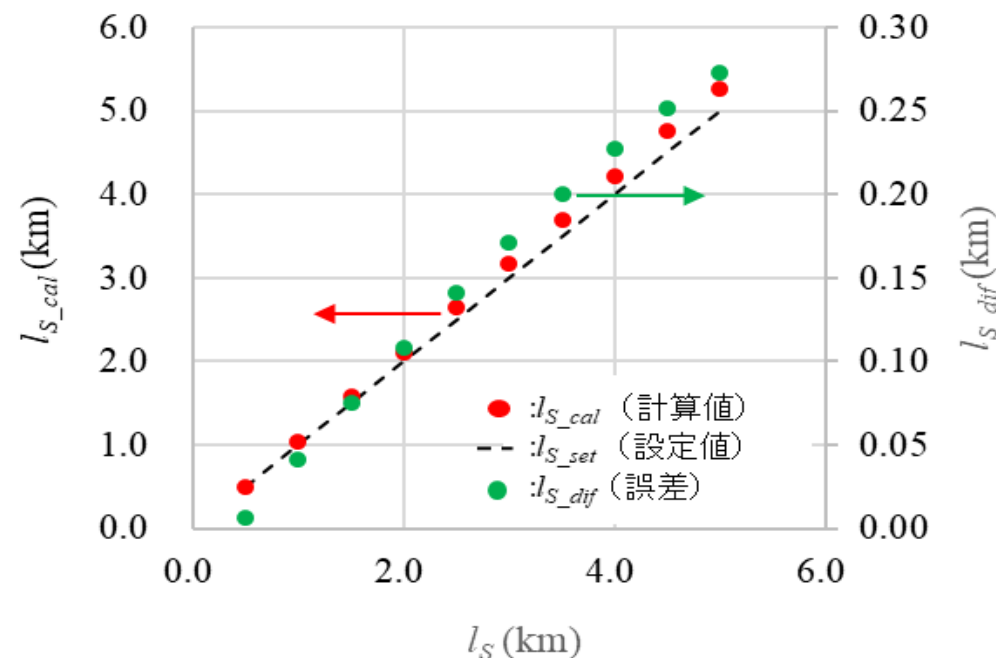
- I_s が発生
- 短絡点までほぼ同じ値となり、短絡点よりも末端側では流れない
- SSから短絡点までの I_s の大きさは同じ

- 短絡発生後に V_{R1} が大きくなる
- 異常検出線を用いて短絡発生を検出できることを示唆

4.シミュレーション結果と考察



短絡点推定



l_S と V_{R1} に発生する電圧の関係

- V_{R1_A} は l_S が長くなると上昇
- (1)式に示す通り l_S が長くなると V_M が大きくなる傾向と一致
- V_{R1_A} と $V_M+V_{R1_B}$ とほぼ一致
⇒(2)式の妥当性を示唆

l_S の推定結果

- (3)式を用いて、短絡点距離を推定
→ M_R , M_S , M_T を用いてある程度の誤差範囲内(最大250 m)で短絡点を推定できることを示唆

5

まとめと今後の課題

- 異常検出線を施設した配電線において三相短絡が発生した場合、異常検出線で検出される電圧変化から短絡点を推定する手法を検討
- 断線発生後に異常検出線に発生する電圧は、SSから断線点に向かって流れる短絡電流を起因として発生し、短絡点が長くなるとともに高くなる傾向
- この傾向を利用して異常検出線の電圧から短絡点を推定
- 今後の課題として、単相短絡への適用性を評価し、分岐を有する配電線において短絡抵抗をパラメータとした検討を行い、実用化に向けた検討を実施

謝 辞

本研究は、福島国際研究教育機構(F-REI)の委託研究費 (JPFR24070104) により実施した。