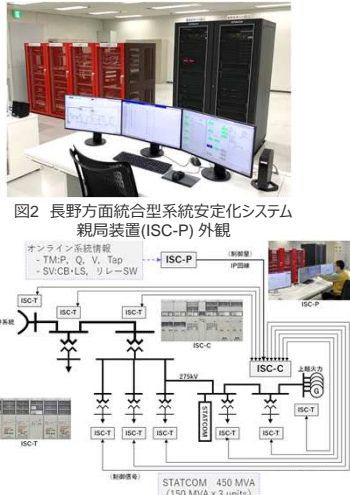
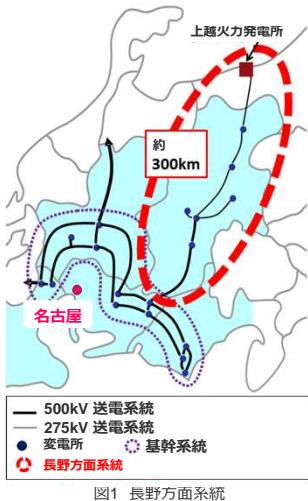


AIによるPV導入拡大システムに対応した 新たな系統安定化システムの開発

共同研究先：東芝エネルギーシステムズ株式会社、株式会社日立製作所

長野方面統合型系統安定化(ISC)システム

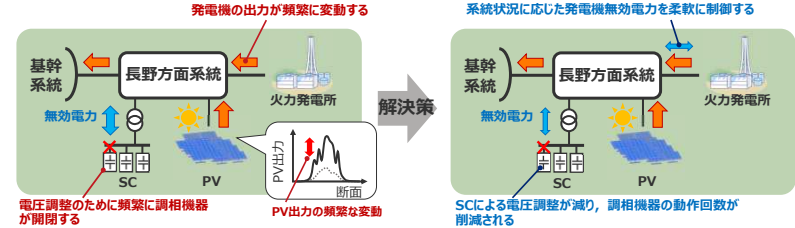
- 長野方面系統は上越火力発電所の大量電力(2380MW)を長距離(約300km)に亘って送電する系統(図1)であり、系統安定性の観点から過酷な特性を有する
- 故障時の過渡安定性・周波数安定性・電圧安定性および平常時の電圧安定性など複合的な問題を解決するため、長野方面ISCシステムを導入している(図2,3)



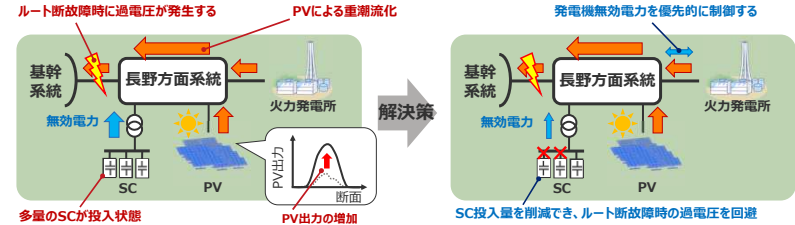
PV導入拡大に伴う新たな課題

- 長野方面ISCは長野方面系統の電圧維持を目的に、電圧無効電力制御(VQC)機能を搭載している
- 昨今の太陽光発電(PV)の導入拡大により、以下①②のような課題が発生している
- 課題の解決には、発電機無効電力出力を柔軟に調整することが効果的であるが、系統状態に応じて膨大なパターンの整定値を都度更新するのは困難である

①電圧変動の拡大による電圧調整機器の多頻度動作

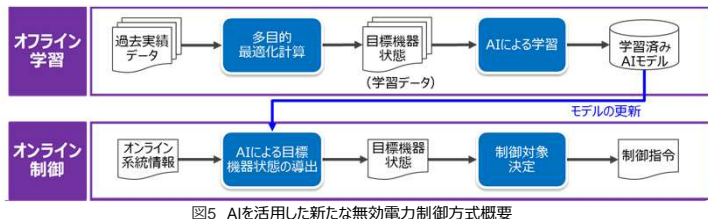
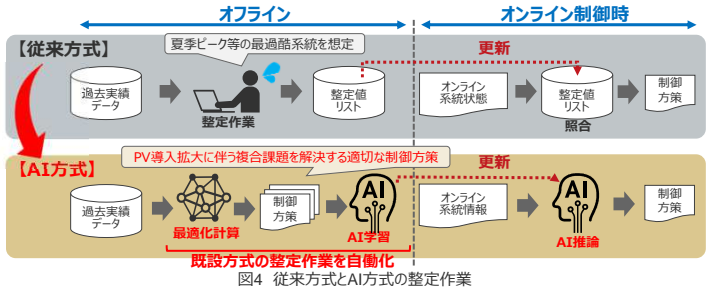


②送電線の重潮流化によるルート断故障時の過電圧問題

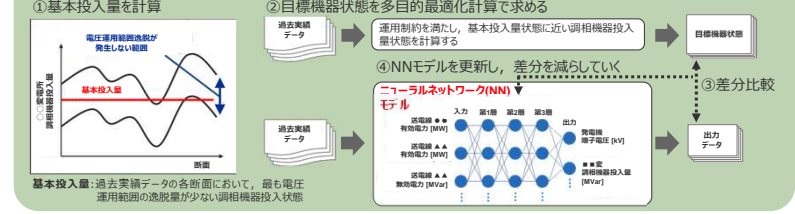


AI技術を活用した新たな電圧制御

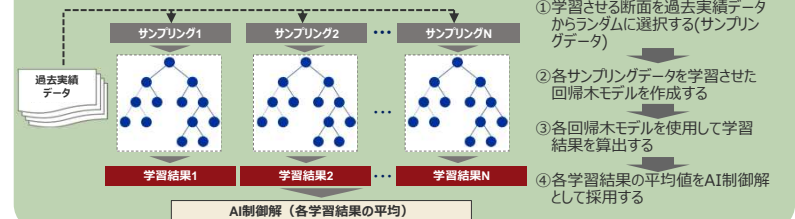
- PV導入拡大に伴う課題解決のため、AIを活用した新たなVQC機能を実装した長野方面ISCシステム親局装置を2023年5月に運用開始した
- AIを活用することで、従来は人間系で実施していた整定作業を自動化し、系統状況に応じた適切な制御策を瞬時に出力可能となった(図4)
- AIは予めオフライン学習で過去実績データを用いて各種運用条件を満たした最適な機器状態を学習し、オンライン制御で系統情報をもとに制御対象を決定する(図5)
- 長野方面ISCシステム親局装置はA系とB系の2系で構成されており、それぞれ異なるAI(A系：ニューラルネットワーク、B系：ランダムフォレスト)を採用している



◆A系 AI：ニューラルネットワーク(製作者：東芝エネルギーシステムズ)



◆B系 AI：ランダムフォレスト(製作者：日立製作所)



AI方式の効果検証結果

シミュレーション結果(表1)およびAI方式の運転開始後の運転実績(図6)から、AI方式では各種運用条件(表2)を満たしつつ、旧方式と比較して電圧調整機器の動作回数を低減できることを確認した。

◆シミュレーション結果

表1. シミュレーション結果

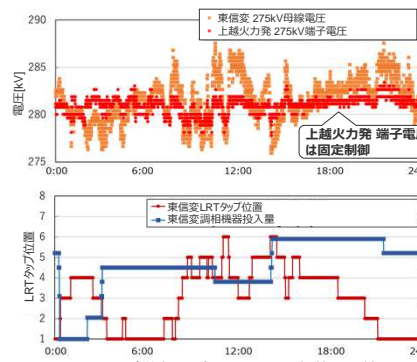
設備種別	1日当たりの動作回数		非AI/AI 差分
	非AI(従来手法)	AI	
SC, ShR	35	14	Δ21 (Δ60%)
LRT	179	94	Δ85 (Δ47%)

表2. 運用条件

項目名	条件
適正電圧の範囲	500kV母線：1.00 p.u.~1.04 p.u. 275kV母線：0.95 p.u.~1.05 p.u.
ルート断故障時の過電圧	ルート断故障時の全母線電圧が過電圧耐量内(V-t特性)
定態安定度の維持	平常時の操作において、定態安定度を維持可能
発電機の無効電力	発電機可能出力曲線範囲内
変圧器タップ	タップつかえ無：タップ上・下限状態(制御余力無)の際に適正電圧逸脱無

◆運転実績比較

【非AI(従来手法)】2022/5/30(月) 天候:晴



【AI】2023/6/5(月) 天候:晴

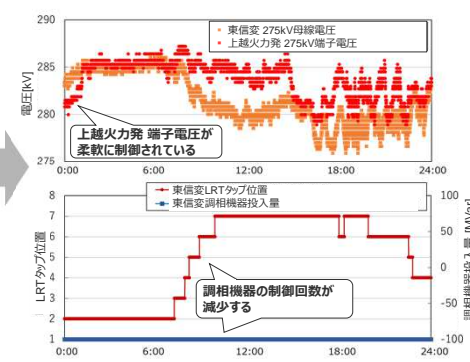


図6 非AI(従来手法)とAIによる運転実績比較(上越火力発電端子電圧、東信変母線電圧と東信変LRTタップ位置、東信変調相機器投入量)