

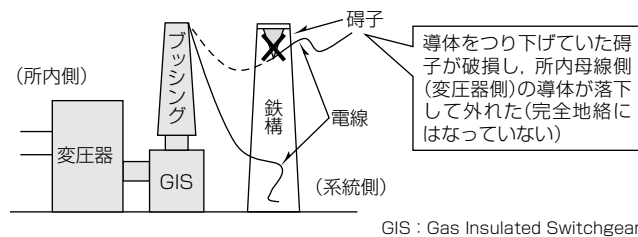
2. 電力システム Power Systems

変圧器高圧側 1相開放故障検知システム Open Phase Condition Detection System for High-voltage Side of Transformer

2012年、米国原子力発電所の外部電源を受電する変圧器の高圧側で、架線の碍子(がいし)の破損によって3相交流電源のうち1相が開放(1相開放故障)し、発電所内の設備に対し不安定な電力供給が継続する事象が発生した。これを受けて、国内の原子力発電所でも1相開放故障を検知し、速やかに健全な電源運用に復帰するよう求められている。

そこで、当社は1相開放故障時に運転員が速やかに対処可能なよう、1相開放故障検知システムの開発・検証に取り組んで、実機導入を進めている。

1相開放故障時の電圧や電流の挙動は、変圧器の結線方式や接地方式、負荷状況に応じて異なり、特に電圧値は顕著に変化しない場合があるため、電流の実効値と対称成分の変化から1相開放故障を検知するアルゴリズムを開発した。また、変圧器無負荷時は変圧器励磁電流だけで小さな電流値(数A以下)になることから、低電流でも高い計測精度を持つ光CT(Current Transformer)を採用・開発する

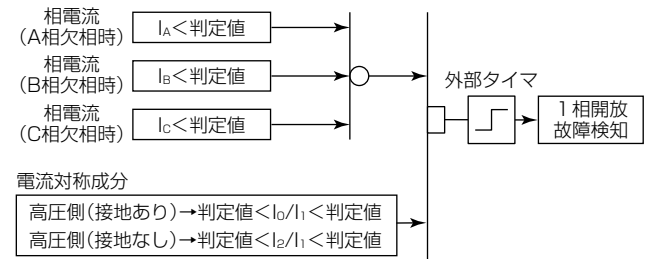


1相開放故障のイメージ

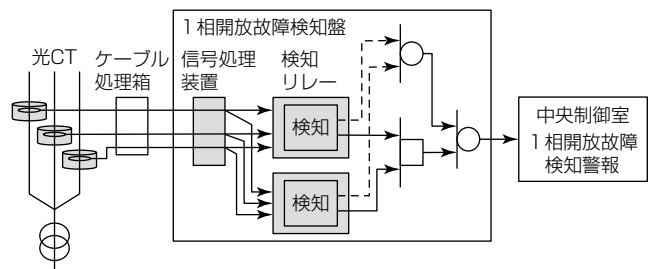
ことで、無負荷時でも1相開放故障を検知可能にした。

このシステムは国内原子力発電所に初適用になるため、1相開放故障以外の事象を誤検知しないことを実機環境で確認する検証試験を、関西電力㈱高浜発電所を代表プラントとして1年間実施した。

当社は、この検証試験で得られた知見を後続プラントに反映させるとともに、更なる技術向上に取り組んで、安心・安全な原子力発電所の運転に貢献していく。



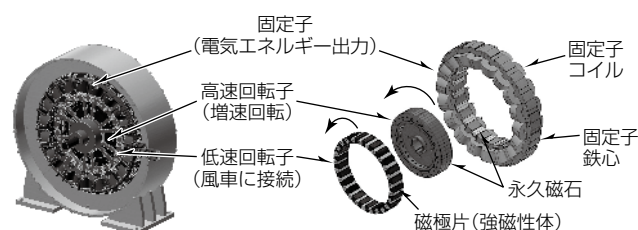
検知アルゴリズム



システム構成

5kW磁気ギヤード発電機の開発及び検証試験 Development and Verification Test of 5kW Magnetic-geared Generator

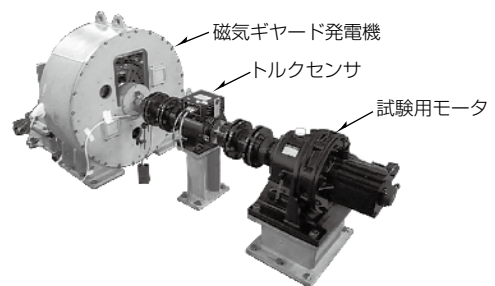
浮体式洋上風力発電システムでは、浮体設備のコスト低減のために発電機の小型軽量化と、運用コスト低減のためにメンテナンス性の向上が求められている。従来の洋上風力発電システムでは、風車の回転速度を機械式ギヤによって増速させて発電機を回転させる機械式ギヤ方式と、増速なしに発電機を回転させるダイレクトドライブ(DD)方式の2種類があるが、機械的摺動(しゅうどう)部を持つ機械式ギヤ方式ではメンテナンス性の課題が、DD方式では発電機体格質量の増大の課題があった。当社で開発を進めている磁気ギヤード発電機は、磁気的な増速機構によって風車の回転速度を非接触で増速でき、それによって軽量化が可能になることから、従来方式の課題解決が期待できる。



磁気ギヤード発電機5kW検証機の構造

今回、DD方式の永久磁石同期発電機と比較して、発電機体格を25%以上低減可能な、磁気ギヤード発電機の電磁気特性最適化と電力制御の要素技術を開発した。また、これらの要素技術を適用した5kW検証機を製作し、負荷運転試験などの実機検証試験で、磁気ギヤ特性、電気特性、制御応答特性を実測した。実測値は設計値とよく一致し、制御応答はシミュレーションどおりの結果が得られ、電磁気設計と制御技術の精度を確認できた。

今後、1MW程度までの大出力化と構造信頼性の評価を進めて、洋上風力発電向け発電機としての実用化に取り組む。



実機検証試験

サイリスタ励磁装置の改善

Improvement of Thyristor Excitation System

サイリスタ励磁装置の市場拡大、既設更新工事受注拡大を目的として、客先要求対応、故障未然防止、品質向上に資するサイリスタ整流器並列数低減、及び監視機能強化の開発を行った。

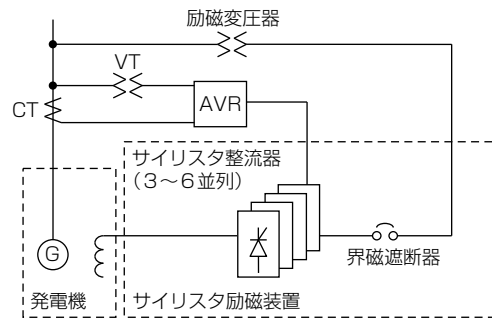
(1) サイリスタ整流器並列数低減

従来、サイリスタ整流器は3～6並列で設計しており、電流分担の調整が必要であった。今回の開発で、大容量サイリスタ素子の適用、カットコア追加によって、並列数を2～4に低減し、かつ電流分担の受動的調整を実現する。これによってサイリスタの故障率の低減、客先からの電流分担要求への対応、工場試験での電流分担調整業務の工数低減を達成する。

(2) 監視機能強化

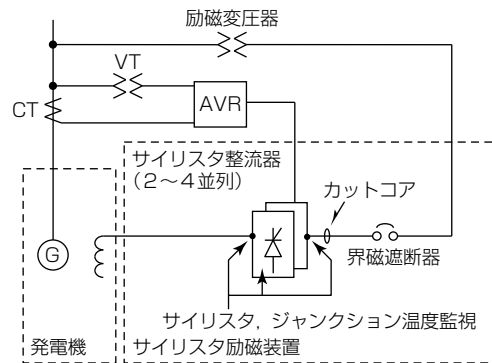
従来、サイリスタ盤の排気温度だけを監視していたが、今回の開発で、サイリスタ素子及びサイリスタと盤を接続するジャンクション(大電流用コネクタ)の温度監視機能を追加する。これによって客先からのサイリスタ素子温度監視要求への対応、サイリスタ素子及びジャンクションの故障未然検知による品質問題回避を実現する。

監視機能の予兆検知への展開など、今後も引き続きサイリスタ励磁装置の付加価値向上、品質向上に取り組んでいく。



CT : Current Transformer, VT : Voltage Transformer, AVR : Automatic Voltage Regulator

従来のシステム構成



改善後のシステム構成

再生可能エネルギー大量導入に寄与する転送遮断システム

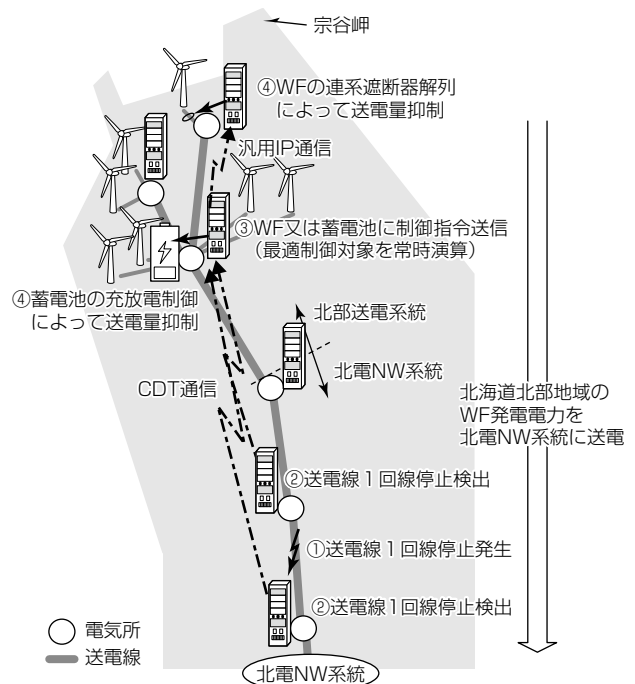
Transfer Trip System for Mass Introduction of Renewable Energy

カーボンニュートラル実現に向けた再生可能エネルギー大量導入には様々な課題が伴うが、その一つとして、再生可能エネルギーポテンシャルが高い地域での発電電力を需要地域に送るための送電容量が不足する、系統混雑がある。その対策の一つとして、送電線事故によって送電容量が低下した際に瞬時に送電量を抑制することを前提として平常時の送電量を確保する“N-1電制”という取組みがある。当社は、北海道北部地域に風力発電(以下“WF”という。)を大量導入する際の、N-1電制に類する課題解決を目的とした転送遮断システム(系統安定化システムの一つ)を北海道北部風力送電(株)に納入した。

その特徴は次のとおりである。

- (1) WFの連系遮断器解列によって事故時の送電量抑制を実現する(再生可能エネルギーを制御対象とした系統安定化システムとして当社初)。
- (2) 蓄電池の状態に応じてWF遮断の代替として蓄電池制御を実施する。具体的には平常時の送電量変動緩和を目的とした蓄電池に対して蓄電池EMS(Energy Management System)(BLEnDer RE)経由で高速に充放電制御を実施し事故時の送電量抑制を実現する(蓄電池を制御対象とした系統安定化システムとして当社初)。

- (3) セキュリティ面、仕上がり時間も考慮の上、制御指令送信を汎用IP(Internet Protocol)通信で実現する。



北電NW: 北海道電力ネットワーク(株), 北部送電: 北海道北部風力送電(株), CDT: Cyclic Data Transfer

転送遮断システム図

■ 真空バルブ累計生産500万本突破

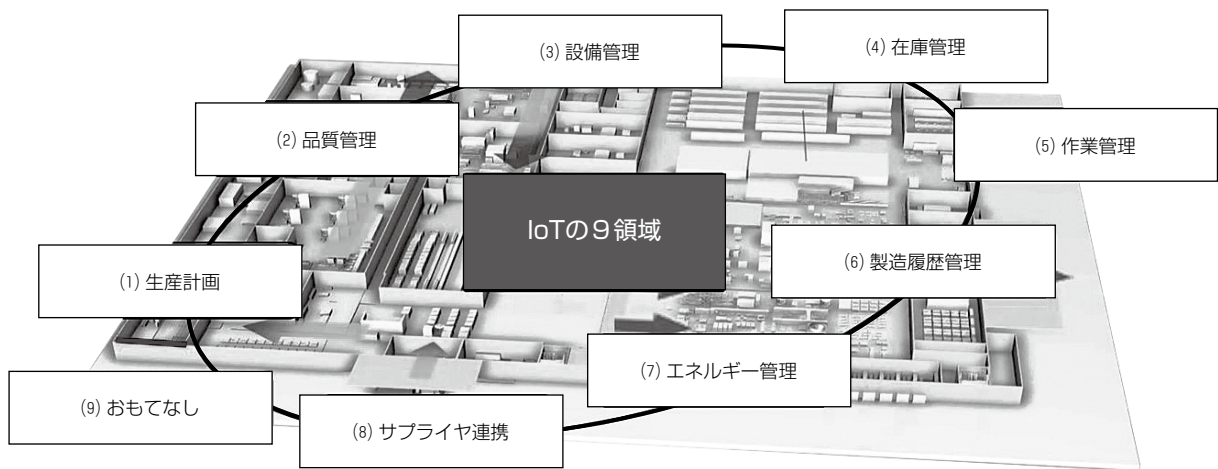
Mitsubishi Electric Vacuum Interrupter Having Exceeded Total Production of 5 Million

当社では1965年に真空バルブを製品化して以来、半世紀以上にわたって、接点材料や電極構造の開発、真空バルブ構造の最適化及び製造プロセス技術開発等を進めてきた。今日では非常にコンパクトで高性能かつ長寿命の真空バルブを実現している。

真空バルブは環境負荷の大きいガスや油を使用しないことや欧州等RoHS(the Restriction of the use of Certain Hazardous Substances in electronic Equipment)で規定されている有害物質を使用しないことなど、他の絶縁媒体と比較して環境適合性の高い機器として近年非常に注目さ

れている。その用途は多岐にわたり、販売本数は増加してきている。この需要に対応するために、真空遮断器工場と真空バルブ工場を統合した一貫生産工場を新設し、2018年から稼働させている。真空バルブの生産本数は、2021年には累計500万本を突破した。

新工場では、四つのコンセプト(一貫生産・自動化・IT活用・環境改善)に取り組んでいる。特にIT活用については当社のFA-IT統合ソリューション“e-F@ctory”を導入し、工場全体のIoT(Internet of Things)化を図り、生産革新を推進している。



新工場でのIoT活用領域

