

社会インフラのスマート保安の高度化

【現状認識】

- ◆ 少子高齢化の進展により、今後、現在よりも少ない人数で配電設備等の**社会インフラを保守・保全する必要**に迫られる。より**効率的な体制構築**が不可欠である。
- ◆ 一方で、**高経年設備の増加**が避けられない。
- ◆ **台風/大雨/大雪/地震などの自然災害の影響**を受けやすく恒常的な状態監視が必要である。
- ◆ 社会インフラは生活を支える基盤である。少子高齢化・設備の高経年化さらには自然災害が増加する中でも、**様々な監視、計測技術を、AIやIoT、DXなど様々な技術を駆使し、保守・保全を実現する必要がある。**

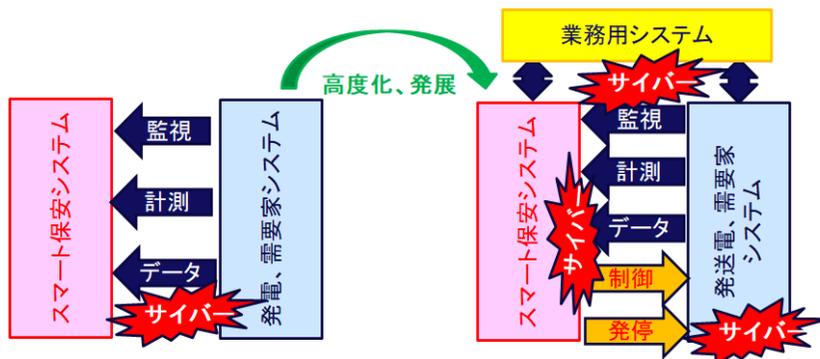
【課題】

1. **サイバーセキュリティ**：遠隔からの監視、計測技術は不可欠である。さらに、通信等を活用した、インフラ設備の制御・運用が期待される。また、多様なインフラ間での相互連携も進むと想定される。一方、通信等を活用した、**遠隔操作や運用との連携深化や高度化が進むと、サイバーセキュリティ対策も課題**となる。
2. **落雷位置標定システム**：電力設備や太陽光・風力発電（陸上・洋上）への落雷は設備運用で大きな課題である。**落雷位置を精度高く標定し、個別に落雷の危険度合いを瞬時に判断**することで効率的な運用が期待できる。落雷位置落雷に伴う電磁界を観測し、落雷の位置を標定するLLS（Lightning Location System）は、落雷災害対策での活用が期待できる。
3. **画像処理**：現状、インフラ設備、特に、配電設備の劣化は、目視判断に依存する部分が多い。目視に依存しない客観的な、また、過去の状態を再現して新たな変化を定量化できる劣化判定技術が必要である。**再現性のある客観的な計測データ（数値・画像）として記録するIoT技術の開発**が必要である。
4. **ドローンの電磁界影響**：インフラ設備の保守点検等でドローン使用が始まっている。物流関係等でも利用が期待されている。一方で、電力設備近傍での利用では電磁界影響が懸念される。**目視外飛行や自動運転で遠距離ドローンを飛行させる場合、電磁界影響（ドローンの電磁界イミュニティの仕様、イミュニティ試験法、電力設備が関係する飛行ルール）に関する整理**が必要である。

スマート保安のサイバーセキュリティ

【現状認識と課題】

- ◆ 現在、電力制御システムは、国際標準化（IEC 61850、CIM等）も進み、サイバーセキュリティ構築が進んでいる。当所では、システム構築の技術的なサポートと演習による啓発活動を行っている。
- ◆ **スマート保安では、遠隔操作や運用との連携深化、等で高度化が進むと、サイバーセキュリティ対策も課題**となる。
- スマート保安のデータを利活用した制御・運用を目指す、スマート保安と電力制御、業務用の各システム相互での連携ニーズが高まる。
 - **自社の電力保安用通信を通信インフラとして共通利用**
- スマート保安用システムで遠隔操作が可能になると、異常検知に基づく遠隔停止操作等の制御がサイバー攻撃された場合、保安の対象となる設備に大きな影響が発生する可能性がある。



【想定されるサイバーセキュリティ上のリスク】

- スマート保安の対象保安業務は多様であり、使用するシステムや通信のアーキテクチャ、実現する機能も多様であるため、一律のリスク想定は困難。システムごとにリスクを把握し、リスクのレベルに応じた対策が必要となる。
- 想定されるサイバー攻撃：通信の改竄、システムの改竄（パラメータの改竄、マルウェア感染、等）、不正アクセス、サービス妨害、通信の盗聴、等
- 想定される影響：通信改竄・システム改竄による誤動作・誤不動作、保全業務の妨害、電力制御や業務等の他システムへの踏台、機微情報の漏洩、等

【対策】

- ◆ **スマート保安の高度化とセキュリティを両立する、効果的なセキュリティ対策技術の開発と検証**が重要。例えば、制御・運用と保全の融合が進んだ場合の対策技術の開発・検証技術の確立

赤字：想定される環境変化 緑字：直近／将来の課題

新型LLS（落雷位置標定システム）の開発

《背景・目的》

- ◆落雷に伴う電磁界を観測し、落雷の位置を標定するLLS（Lightning location system）の利用が進み、電力設備や太陽光・風力発電（陸上・洋上）での保守での活用が期待できる。
 - ◆しかし、従来のLLSでは**落雷位置の標定誤差**が大きく（表1）、実際の雷事故点の標定には労力は未だ大きい。また、**雷撃の電荷量**が大きく、供給支障事故に至る危険な雷か否かを見極めらず、点検作業の緊急性・優先順位の判断が困難である。
- ⇒ **保守点検作業をより迅速かつ効率的に行うために、自動計測で、落雷位置を精度高く標定し、個別に落雷の危険度合いを判断できる「新型LLS」の開発を進めている。**

表1 新型LLSの特長

	従来のLLS	新型LLS (理論値)	
落雷点の標定精度	250m以上	50m以下(鉄塔を特定可)	
雷 パラメータ	雷撃電流波高値[kA]	誤差20%以上	誤差10%以内
	電荷量[C] (エネルギー)	測定機能なし	電荷量推定可能
	波頭峻度[kA/ms]	測定機能なし	推定可能
コスト (相対値)	1	0.5~0.1以下	

《落雷位置の標定誤差の低減》

- ◆従来のLLSの標定誤差の要因を解明し（図1）、**アルゴリズム（適切なセンサ配置・信号処理方法）を開発して、その誤差を低減している。**

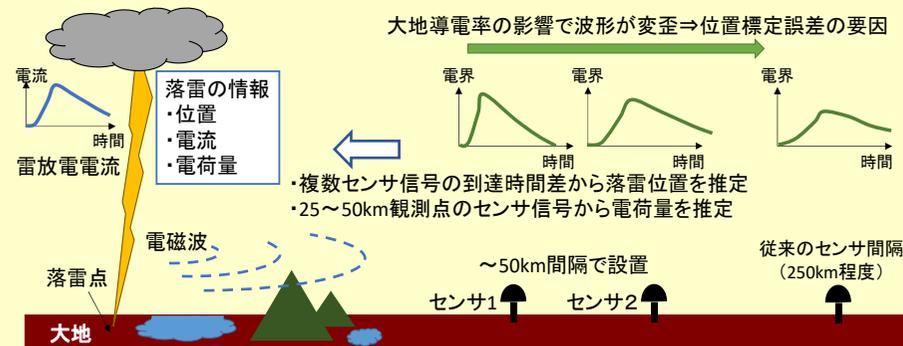


図1 新型LLSによる落雷位置標定と電荷量推定のイメージ

《新LLSの実用化に向けて》

- ◆実フィールドでの動作検証を行うために、**新LLSを試作**（図2(a)）。
- ◆**新LLS試作機**の観測ネットワークを現在構築中。設置した3台を用いて、関東平野+周辺海上地域の**試運転を開始**（図2(b)）。
- ◆現在、**東京スカイツリー**への落雷の観測結果を活用して、標定精度向上、性能改良を行っている。併せて、自動化や危険度合いの判断、夏季・冬季での落雷対応やコンパクト・低コスト化も進めている。



図2 (a) 新型LLS実証機, (b) 3機の実証機を用いた落雷位置標定結果

社会インフラ設備保全のセンシング技術（画像処理）

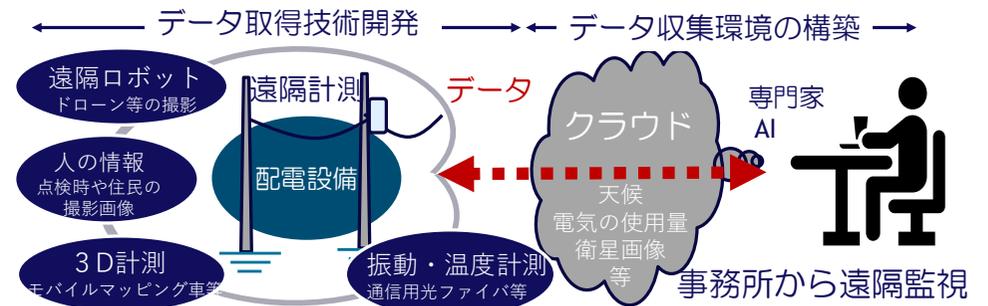
【現状認識】

- ◆ 少子高齢化の進展により、今後、現在よりも少ない人数で配電設備等の社会インフラを保守・保全する必要に迫られる。
- ◆ 例えば、面的に広がる配電設備は数が多く、現在のペースで更新しても、今後、高経年設備の増加が避けられない。
- ◆ 特に、屋外の配電設備は、台風/大雨/大雪/地震などの自然災害の影響を受けやすく恒常的な状態監視が必要である。
- ◆ 社会インフラは生活を支える基盤である。少子高齢化・設備の高経年化さらには自然災害が増加する中でも、DXなど様々な技術を駆使し、保守・保全を実現する必要がある。

【課題と対応】<再現性のある客観的なデータ取得が重要>

- ◆ **将来**、人手不足等により経年設備を従来ペースで更新できなくなる。そのため、設備の劣化状態に応じた補修や更新計画を、客観的な基準に従い立案する技術が必要となる。
- ◆ **現状**、配電設備の劣化は目視判断に依存する部分が多い。目視に依存しない客観的な劣化判定技術、過去の状態を再現して新たな変化を定量化する劣化判定技術などが必要である。
- ◆ まずは、設備の劣化を再現性のある客観的な計測データ（数値・画像）として記録するIoT技術の開発が必要である。その後、客観的な計測データをAIで解析し、個々の設備劣化進展度合いを定量的に判定する技術の開発へ進む必要がある。

【対応方法】<データの取得技術開発と収集環境整備が必要> 点検作業員に加えて、一般市民によるインフラ設備の撮影画像、現地でのドローンやモバイルマッピングシステムを活用した対象設備の3D計測データ、既設の通信用光ファイバを用いた振動や温度の計測データなど、個々の計測データの取得技術とデータを記録収集できる環境の構築を進める。



電柱を撮影して、画像を処理により剥離などを三次元データとして定量化や進展評価

図1 現地で撮影したインフラ（電柱）画像からオフィスで詳細な解析が可能

ドローンの電磁界影響の回避

【現状認識】

- ◆ インフラ設備の保守点検等でドローンの使用が始まっており、利用拡大が期待されている。
- ◆ 電力設備近傍でのドローン利用では、**電磁界影響で飛行制御ができなくなる懸念**があるが、送電線までの接近距離の検討等の安全運用は個別に対処しているのが現状である。
- ◆ 物流関係でのドローン利用でも送・配電線への接近が想定される。

【現状の課題と対応】

- ◆ 当所では、「ドローンの電磁界ばく露」を実施し、電力設備の近傍で不具合を発生する可能性があることを確認した。
- ◆ ドローンの電力設備への接近距離は定量的に定められてない。
- ◆ 経済産業省は、ドローンの目視外飛行実現に向け、「無人航空機性能評価手順書」を公表し、このうちの「目視内及び目視外飛行編」において、当所を実施した研究の内容を記載し、当所が有する電界試験装置及び磁界試験装置で実施することと明記した。

【電力設備近傍で想定される影響】

- ◆ ドローンの電力設備近傍での飛行で想定される電磁界影響として必要な評価項目は、3通りに大別できる（表1）
- ① 送電線への接近に伴う高電圧に起因する商用周波電界
 - ② 送・配電線への接近に伴う電流に起因する商用周波磁界
 - ③ 電力設備の不良箇所が生じる火花放電に伴う放射電磁界

【対応すべき課題】

- ◆ 国内でドローンを運用する場合、電力設備への接近に伴う電磁界影響に関する整理・標準化が必要。特に、**目視外飛行や自動運転で遠距離ドローンを飛行させる場合は必須**。
- 電力設備への接近距離等の定量化（飛行ルールの策定に活用）
- ドローンの電磁界影響評価、性能評価（コミュニティ試験法の整理）
- 評価試験設備の整備と標準化（福島RTFの活用など）

表1 電磁界影響事例

原因	電磁界現象	影響要因例	検討項目
電圧	①商用周波電界	静電誘導	電子回路の誤動作
電流	②商用周波磁界	電磁誘導	電子回路の誤動作
放電現象	③火花放電の放射電磁界	数GHz帯までの高周波放射電磁界	無線通信障害



①商用周波電界 ②商用周波磁界 ③火花放電の放射電磁界
図1 電磁界影響を想定した試験例