

紫外線カメラ及びその放電可視化監視システム

正員 石原 希美^{*a)} 非会員 松島 可奈^{*} 正員 吉澤 勁^{*}

正員 山田 穰^{**}

UV Camera and its Discharge Visualization Monitoring System

Nozomi Ishihara^{*a)}, Member, Kana Matsushima^{*}, Non-member, Tsuyoshi Yoshizawa^{*}, Member
Yutaka Yamada^{**}, Member

高圧電気設備では、自然環境や経年劣化や整備不良等が原因で絶縁部、金属表面などから「コロナ放電」が起こる。コロナ放電は、電力損失や電波・通信の干渉、さらには大規模な停電を引き起こす危険性がある。これらを予防するには、定期的な点検が必要であるが、高所での作業など危険を伴う場合もあり、多大な労働を要する。コロナ放電の箇所を特定できる技術があれば、効率的点検が可能となり、事故を未然に防ぐことができる。このため、本研究では、紫外線イメージング技術を用いて、早期発見を可能とする「コロナ放電可視化紫外線カメラ (UV カメラ)」を開発した。現在、UV カメラのモジュールをベースにして、遠隔監視制御システムの設計を行なうなどの、開発を進めているところである。

キーワード：紫外線、イメージング、可視化監視システム、放電

Keywords : UV, Imaging, Camera, Visualization Monitoring System, Discharge

1. 背景

脱石炭、カーボンニュートラルなど“持続可能な開発目標” (SDGs) に向かって、再生可能エネルギーの導入を促進していく必要があるが、一方で、電力の安定供給も不可欠である。そのためには、発電・送電・変電・配電などのあらゆる部分において、事故防止のため日常の点検が必要となる。その点検項目の一つに、コロナ放電検査がある。

空気の絶縁耐力限界に達すると空気は絶縁力を失い、コロナ放電が始まる。絶縁の劣化や汚染はコロナ放電を引き起こす原因となる。絶縁端子や各種金具にしばしば発生し、特に細い電線やバリがある時、雨・雪・霧などの悪天候時、高温、低気圧、汚染時に発生しやすい。

コロナ放電が発生すると、大きい電力損失⁽¹⁾、電波障害や通信障害が発生し、また、電線腐食の誘因にもなる。電波障害は無線通信用の電波を妨害し、通信障害は付近の通信線に誘導障害を引き起こす。

一方、絶縁端子に、台風が海から運んでくる「海塩粒子」

という細かい塩が付着すると、コロナ放電が発生しやすくなり、その放電がつながり、端子表面に閃絡 (せんらく) が起き、停電や火災等の大事故が起こる。2016 年の JR 高崎線の火災事故は、端子の腐食が原因の火災で、全線再開まで 3 日も要し、首都圏に大きな被害をもたらした。

また、電気設備の事故原因の約 40% が保守不備、31% が自然現象とのデータもあり、多くはコロナ放電検出により事故前兆が発見できる。すなわち、早期のコロナ放電検出により、故障や事故を未然に防ぐことができる。

2. 目的

コロナ放電からは紫外線光子が放射されるため、その紫外線光子を拾ってコロナ放電を検出できる。当社は、現在、紫外線イメージング技術を利用して遠距離非接触でコロナ放電可視化の実現を目指している。本研究では、新たに開発した手持ち可能なポータブル UV カメラとその実測事例を報告する。また、固定式の遠隔監視制御システムの開発も報告する。

3. 手持ち式 UV カメラ (ポータブル UV カメラ)

UV カメラの構成を Fig. 1 に示す。1 つの入射レンズを介して、ビームスプリッタで可視光線 CCD と紫外線 CCD への 2 つの光路を形成する。それぞれ、撮影した可視光線と紫外線の画像に対して、ノイズ除去などを画像処理し、

a) Correspondence to: Nozomi Ishihara E-mail:

ishihara@ks-global.tech

* 華晋グローバル株式会社

〒105-0012 東京都港区芝大門 1-4-4-501

KS-Global Co., Ltd.

1-4-4-501, Shibadaimon, Minato-ku, Tokyo 105-0012, Japan

** 中部大学

〒487-8501 愛知県春日井市松本町 1200 番地

Chubu University

1200, Matsumoto-cho, Kasugai-shi, Aichi, 487-8501, Japan

Googlenet 機械学習で画像レジストレーションを行い、2つ画像をウェーブレット逆変換して融合する。本カメラでは紫外線 240-280nm バンドパスフィルターを使用するので、日中晴天でもコロナ放電の観察、検査が可能である。さらに、UV 光イメージンテンシファイアを用いたので、弱い紫外線信号も検出可能である⁽²⁾。

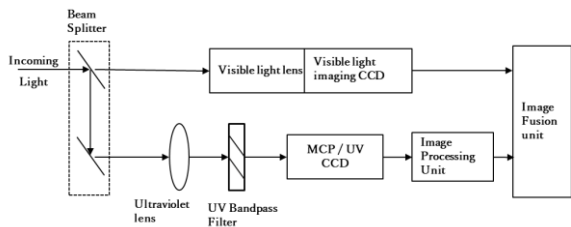


Fig. 1. UV カメラの構成

4. 実測事例

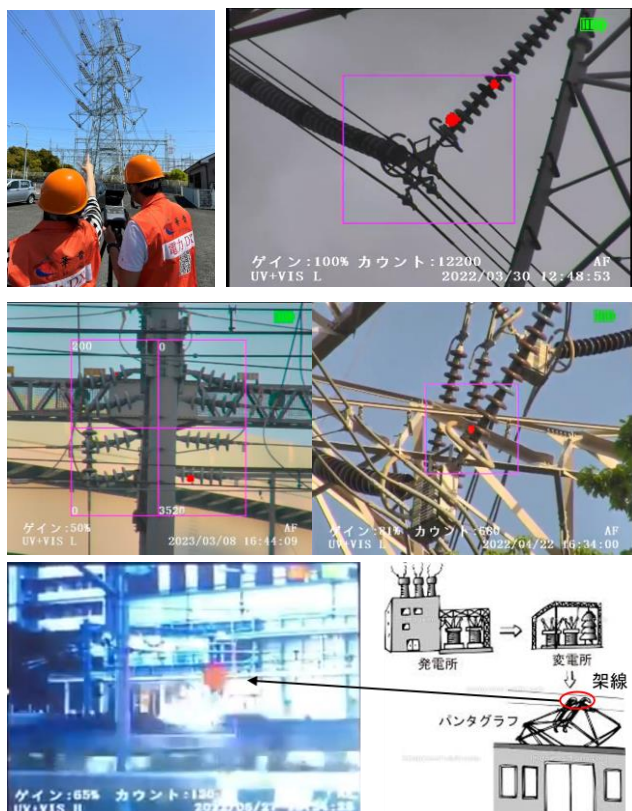


Fig. 2. 実測事例

Fig.2 にポータブル UV カメラの実測事例を示す。測定遠隔距離は約 100m、気温 20℃、曇り、降雨なしである。右上図は AC500kV 送電線の碍子コロナ放電の検出であり、劣化所の特定ができた。画面でカウント数字は紫枠内の紫外線光子数である。本カメラにより、コロナ放電の可視化、放電位置特定、放電定量化をできることがわかった。また、Fig.2 中間写真での四つ紫枠は、マルチ放電同時に定量化観察可能を示す。Fig.2 下部写真は、鉄道架線とパンタグラフの間のアーク放電観察の例で、架線やパンタグラフの異常

部検出に役に立てられる。更に、電気モーター巻き線絶縁不良、電気制御装置、高電圧トランスの絶縁低下、劣化診断、高電圧機器設備改良、学術的リサーチにも活用できる。

5. 可視化監視制御システム

Fig.3 に固定式の遠隔監視制御システムを示す。使用場所は、発電所、変電所、高電圧試験所、鉄道などである。これらの観測箇所には 1 台または複数台の UV カメラを設置し、遠隔地からカメラを回転させ、制御することができる。同時に、カメラから画像やビデオデータを遠隔地の PC に送信し、PC でリアルタイムでコロナ放電の有無を監視できる。また、本システムには、コロナ放電の自動認識、定量分析により自動警告機能、自動レポート作成機能もある。



Fig. 3. 放電可視化監視システム

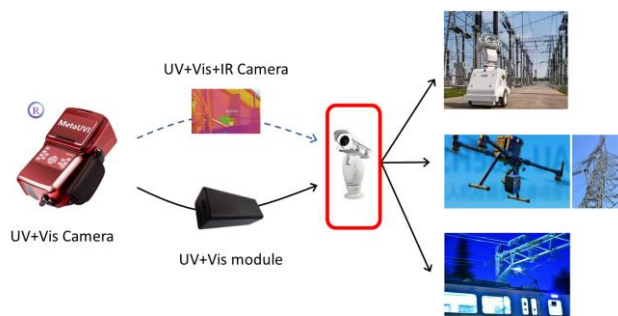


Fig. 4. UV 可視化技術開発マップ

6. まとめ

紫外線イメージング技術を用いた UV カメラを開発し、コロナ放電の可視化、位置特定、定量分析ができ、変電所などの事故防止用監視システムに利用できることがわかった。更に、高齢化少子化の対策として省力化または無人化できる遠隔監視システムも開発している。Fig. 4 に当社の技術開発マップを示す。今後、ロボットやドローン搭載を検討していく予定である。

文 献

- (1) Hongchang Cheng : "Corona Discharge Power Losses Measurement Systems in Extra High Voltage Transmission Lines", Proc. Conference: 2020 IEEE 7th International Conference on Energy Smart Systems (ESS)
- (2) Hongchang Cheng : "Performance characteristics of solar blind UV image intensifier tube", Proc. SPIE 7384, International Symposium on Photoelectronic Detection and Imaging 2009: Advances in Imaging Detectors and Applications, 73840H (6 August 2009)