

太陽光パネルのメンテナンスにおける温度検出カメラでの空撮による故障診断システムの開発

橋口智和*・幸嘉平太**

*機械・金属担当**企画連携担当

Development of Fault Diagnostic Test System for Solar Panel

Tomokazu HASHIGUCHI*・Kaheita YUKI**

*Machinery and Metallurgy Section

**Planning and Coordination Section

要 旨

本研究は現状課題となっている太陽光パネル故障診断の効率化および安全性を改善することを目的に、サーモグラフィと無人飛行機(ドローン)を組み合わせた空撮故障診断システムの開発を行った。センターでは、サーモグラフィ選定に伴う各種模擬試験を行い最適な仕様を求め、ホットスポットが最適に撮れる時刻帯・天候を調査した。その結果、解像度 640×480 および空間解像度 0.68mrad の仕様のサーモグラフィで撮影できることを確かめた。また、ホットスポットを鮮明に捉えるには、9～14 時の間が良く、曇り日より晴天日に撮影した方が良かった。

1. はじめに

太陽光パネルは、昨今のエネルギー政策により盛んに設置されている。ここで、太陽光パネル(モジュール)は太陽電池(セル)を直列もしくは並列に繋げてパッケージングしたものである。さらに、太陽光パネルを直列あるいは並列に繋げ出力を上げたものをアレイと呼ぶ。当初、太陽パネルは基本的にメンテナンスフリーと謳われていたが、最近ではかなり短時間で故障するパネルも存在することがわかってきた。

現在、太陽光パネルの故障診断には、携帯型サーモグラフィを用いる方法とストリングモニター方式等がある。いずれも高コストな診断システムであることが課題となっている。そこで、本研究では、サーモグラフィと無人飛行機(ドローン)を組み合わせ空撮することで、広域に自動で診断するシステムの開発を行った。センターでは、サーモグラフィ選定に伴う各種模擬試験を行い最適な仕様を求め、ホットスポットが最適に撮れる時刻帯・天候を調査したので、これらを本稿で報告する。

2. サーモグラフィの選定

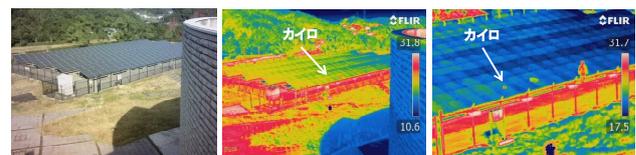
サーモグラフィは、20～30m 上空から熱源 1 セル(約 15cm×15cm)を感知できるものが必要となる。そこで、弊所所有のサーモグラフィ(FLIR 製 CPA-T640)を使用して模擬試験を行った。仕様は Table 1 の通りである。

Table 1 CPA-T640 の仕様

解 像 度	640×480 ピクセル
空 間 解 像 度	0.68mrad
測定視野角/最小焦点距離	25° ×19° /0.25m (標準レンズ)
検 出 素 子	非冷却マイクロボロメーター
ス ペ ク ト ル 波 長	7.8 ～ 14 μ m

2.1 模擬試験(ホットスポット検出可否)

敷地内北側に設置されている太陽パネルをセンター屋上から望遠撮影した。太陽パネル上にセルと近い形状の携帯用カイロを設置して、これを疑似的なホットスポットとした。レンズは広角 45° のものを使用した。Fig.1 にその結果を示す。Fig.1 からカイロ部分が赤くなっており、検知可能であることがわかった。屋上からパネルまでの距離はおおよそ 30m(GPS機能による測定値=26.2m)であるから、CPA-T640 と同程度の解像度を満たせば検知には十分であることがわかった。



(a)可視像 (b)熱画像 (c)デジタルズーム

Fig.1 屋上からの撮影画像

2.2 模擬試験(振動による熱画像のブレ可否)

空撮時には、ドローンの移動速度や振動によるブレが発生し、このことにより画像がブレる可能性がある。そこで、CPA-T640を用いて簡易的にブレ可否確認を行った。

移動速度とドローンの振動を模して、歩行と足踏みをしながら画像を取得し、画像のブレを確認した。この時の歩行速度はおおよそ 1~1.4m/s、足踏みはおおよそ 5 回/s で上下運動した。シャッター切りは手動とインターバル 14s で行った。

結果の画像をFig.2,3に示す。歩行と足踏みいずれにおいてもブレが生じている。ブレ具合は手動の方が顕著だが、スイッチ押し込み時の上下動もブレとして出ている可能性がある。ブレた画像の数は、インターバルと手動いずれの場合においても明確な差は見られなかった。このことから、サーモグラフィだけの性能ではブレを抑制できないことがわかった。ドローン本体で振動や移動速度をコントロールする必要がある。

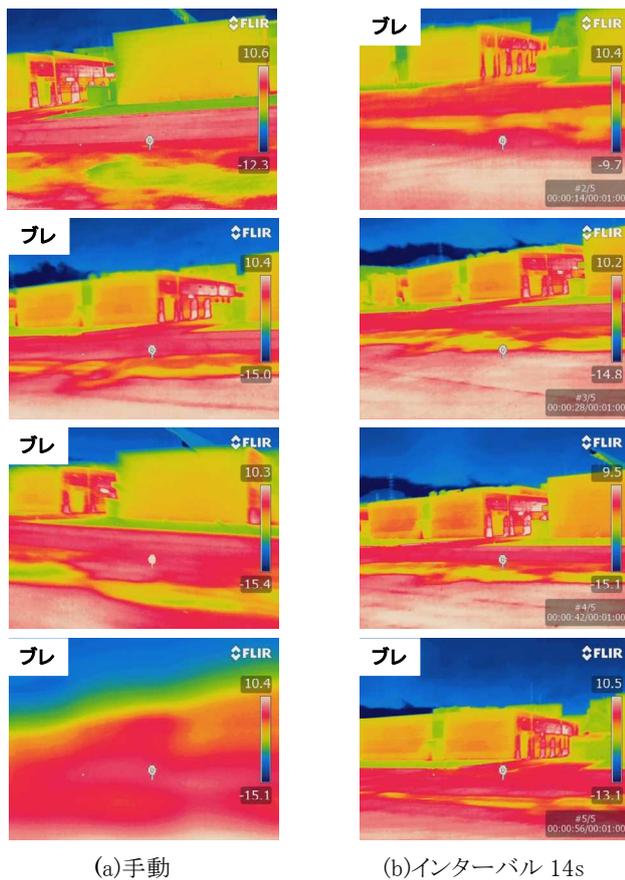


Fig.2 熱画像(歩行時)

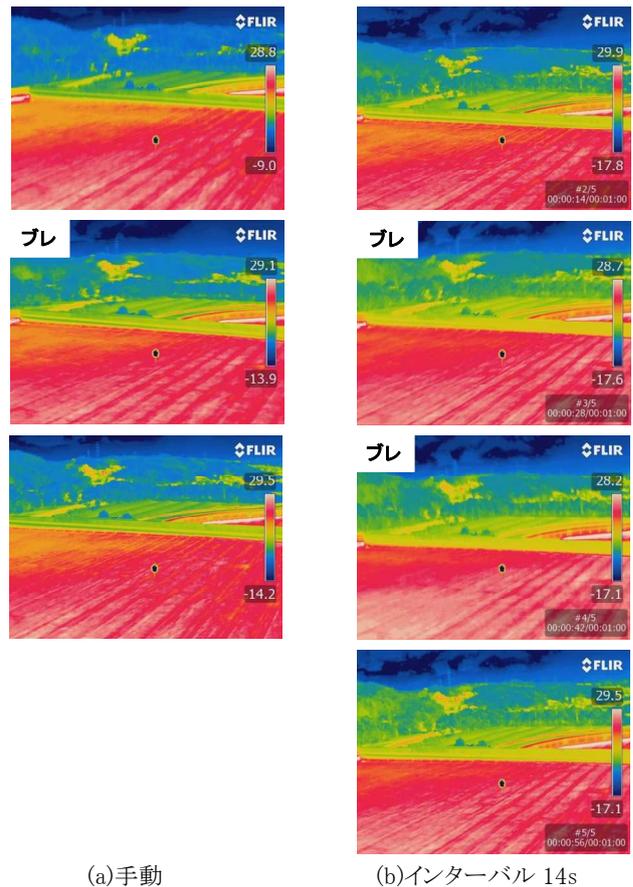
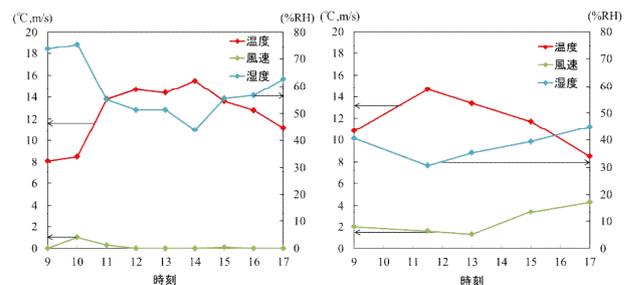


Fig.3 足踏みでの熱画像

3. ホットスポット撮影における環境変化の影響

ホットスポットをサーモグラフィで捉えるには、日射量や時間帯など撮影時の周辺環境を考慮する必要があるとされている¹⁾。そこで、周辺環境の変化で、ホットスポット撮影にどのような影響を及ぼすか調べるため、センター屋上にある太陽パネルを用いて、時系列での撮影実験を実施した。

今回は日射量に明確な差が出るよう、曇り日(平成 27 年 2 月 25 日)と晴天日(平成 27 年 2 月 27 日)を選び、時間帯 9 時~17 時の間で撮影した。この時の温度、湿度、風速を Fig.4 に示す。測定にはマザーツール製 TM-183(温湿度計)およびビーズ製 GA-06(簡易風速計)を用いた。なお、測定角度およびパネル角度は、Fig.5 の通りである。



(a)曇り日(H27.2.25) (b)晴天日(H27.2.27)

Fig.4 測定時の温度、湿度および風速

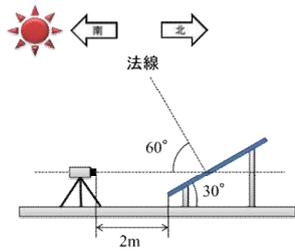


Fig.5 測定およびパネル角度

まず、2月25日(曇り日)の結果から示す。Fig.6は測定時の空模様の写真である。すべての時間帯において、雲が空全体を覆っており、12～13時にかけて少し晴れ間が差したが、17時頃には微量の雨であった。撮影した太陽パネルの熱画像をFig.7に示す。9～16時までの太陽パネルにおいて、セルと同形状の発熱部分が観測され、故障と思われるホットスポットを確認した。このホットスポットを時系列でみていくと、11～14時にかけて鮮明な画像として確認できる。15～16時には、ホットスポット部分の鮮明さが失われ、17時には確認できなかった。これは、セルの過熱が日射量の低下と共に弱くなり、それによって外気温度とパネルのガラス表面温度が等しくなったためと考えられる。

次に、2月27日(晴天日)の結果を示す。Fig.8は測定時の空模様の写真である。9～15時にかけては雲の無い晴れ模様、17時頃から少し雲がかりの様子であった。撮影した太陽パネルの熱画像をFig.9に示す。9～15時までの時間帯では、ホットスポットを鮮明に確認できた。なお、15時には2月25日の曇り日に比べて、より鮮明に見えている。17時には、曇り日と同様、ホットスポットの確認はできなかった。以上の結果から、ホットスポットを鮮明に撮影するには、午前中から午後14時までが良く、撮影日の天候は、曇り日より晴天日の方が良いことがわかった。当然ながら、夏と冬では環境が大きく変わるので、それに伴い結果も異なると予想される。夏場のホットスポット確認と、サーモグラフィの測定角度についても検討する必要がある。



Fig.6 曇り日の空模様(H27.2.25)

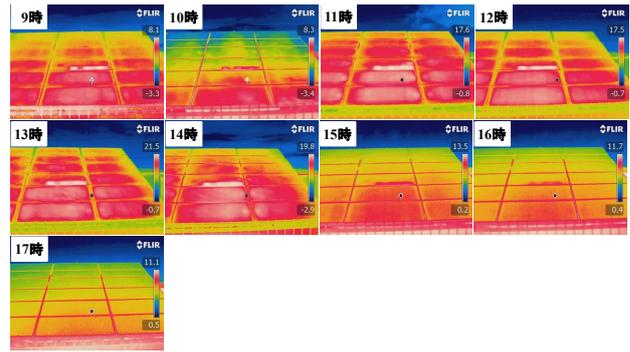


Fig.7 曇り日における時刻列の熱画像(H27.2.25)



Fig.8 晴天日の空模様(H27.2.27)

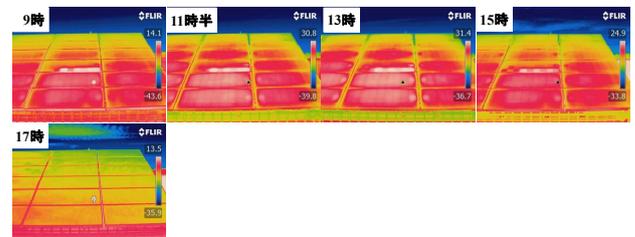


Fig.9 晴天日における時刻列の熱画像(H27.2.27)

4. まとめ

サーモグラフィの選定および環境変化によるホットスポット撮影を試みた結果、以下の結論を得た。

- (1) サーモグラフィにおいては、FLIR製 CPA-T640と同程度の仕様を持ったものを選定の方が良い。
- (2) 振動によるブレについては、サーモ自身でコントロールすることは厳しいため、ドローン本体で振動をコントロールする必要がある。
- (3) ホットスポットを鮮明に捉えるには、9～14時の間が良く、曇り日より晴天日に撮影した方が良いことがわかった。

謝辞

本研究は、柳井電機工業株式会社(大分市)が平成26年度大分県エネルギー産業育成研究開発事業において採択された研究テーマの一部を受託して実施した。同社に謝意を表します。

参考文献

- 1) FLIR Systems AB, “ THERMAL IMAGING GUIDEBOOK FOR BUILDING AND RENEWABLE

ENERGY APPLICATIONS ”
http://www.flir.com/uploadedFiles/Thermography/MC/Brochures/T820325/T820325_APAC.pdf
(accessed 2014-12-20).