

福井県嶺北地方で見られた光柱現象の記録 (2021)

加藤 英行*

Records of light pillars appeared in Reihoku region, Fukui Prefecture (2021)

Hideyuki KATO*

(要旨) 2021年5月6日夜に、福井県嶺北地方の空で光柱現象が観察され、福井県永平寺町と勝山市、大野市、坂井市の4地点から撮影された光柱現象の画像から、光柱現象を発生させた雲の中心位置(緯度、経度)と高度を推定した。考察では、ひまわり8号の赤外画像による雲の分布と高度から本稿の結果の妥当性を示した。

キーワード：光柱現象、漁火光柱、図形計算法、福井県嶺北地方

1. はじめに

(1) 光柱現象について

光柱現象とは、光の柱が空に浮いているように見える現象である。その多くは冬に日本海上空で発生する。発生メカニズムは、高度数千m以上の雲に六角板状や六角柱状などの形をした氷晶が存在した場合に、漁船の光がそれらの氷晶に反射し、観測者の目に入って柱状に見えるという説が有力である(末村・山中, 2020)。

(2) 2021年5月、福井県嶺北地方で観察された光柱現象について

2021年5月6日22時過ぎから、SNS上で福井県や石川県で光柱現象を撮影したとみられる写真の投稿が相次ぎ、多くの方が肉眼で目撃し、デジタルカメラでの撮影に成功した(朝日新聞, 2021)。また、Twitterには、「福井の空が今ヤバイ! 無数の星が落ちてきてみたい」という投稿があった(福井新聞, 2021)。

本稿では、デジタルカメラで撮影された画像をもとに、今回の光柱現象がどのような現象であったについて考察を行った。

2. 調査方法

光柱現象の発生した直後の2021年5月8日に、Facebookに寄せられた光柱現象の画像投稿を閲覧し、画像提供を依頼した結果、福井県嶺北地方の5地点(著者撮影地点含む)において画像を得られた。提供画像の撮影地点を図1に示す。提供された各画像を図2~8に示す。

図2~8を確認すると光柱現象の位置に偏りがあるよ



図1. 提供された光柱現象画像の撮影地点。番号は時系列順である。

うに見えるため、光柱現象の塊を光柱群と定義し、撮影地点ごとに西側から番号を付けた(図9, 12, 15, 16, 19, 20)。また、光柱現象を目視で確認しやすいように、階調を調整し、光柱群に含まれる光柱の数を数えた(図10, 11, 13, 14, 17, 18, 21, 22, 23)。

次に、画像(図2, 3, 4, 5)の背景に写りこんだ恒星を同定し、その恒星の方位と高度を基準に、光柱群の横方向の広がり(左端と右端の方位)を推定した。光柱の位置は目視により決定し、任意に明瞭な5つの光柱を選択し、上下部の高度を測定した。測定した要素の概念図を図24に示す。測定には、すばる画像解析ソフトのマカリイ(Horaguchi, et al., 2006)を使用した。

また、恒星を確認できなかった画像(図7, 8)は、写りこんだ建物の位置から光柱群の方位のみを推定した。図6については、恒星を確認できず、かつ建物の位置からも方位の推定が困難であったため光柱の発生した方位と高度の推定を断念した。

各画像から求めた光柱群の左右の端の方位から、図形計算法(原口, 1969)を用いて、光柱現象を発生させた雲の位置(緯度、経度)を求め、その平均値を光

*〒918-8006 福井県福井市足羽上町147 福井市自然史博物館

*Fukui City Museum of Natural History, 147 Asuwakami-cho, Fukui-shi, Fukui 918-8006, Japan

柱群を発生させた雲の中心位置とし、光柱群を発生させた雲の中心位置から撮影地点までの距離をそれぞれ推定した、推定に用いた図を図25、26に示す。光柱群③については、撮影地点⑤だけで確認されたため、光

柱群の見た左右端の方位のみを図27に示す。次に、光柱群を発生させた雲の中心位置から撮影地点までの距離と光柱の上下部の高度から、光柱群を発生させた雲の高度を算出した。



図2. 福井県勝山市（撮影地点①，標高94m）で撮影された光柱現象（2021年5月6日21時10分 山岸登美子氏撮影（Nikon D7100, SIGMA 10-20mm F3.5 EX DCHSM, F3.5, 15.4秒, ISO-3200, 10mm）



図5. 福井県坂井市（撮影地点③，標高6m）で撮影された光柱現象（2021年5月6日23時46分 伊藤哲男氏撮影（Canon PowerShot G5 X, F4, 8秒, ISO-1600, 9mm）



図3. 福井県吉田郡永平寺町（撮影地点②，標高35m）で撮影された光柱現象（2021年5月6日22時09分 筆者撮影（Canon EOS R5, Tamron 15-30mm F2.8 VC USD, F2.8, 5秒, ISO-1600, 30mm）



図6. 福井県鯖江市（撮影地点④，標高16m）で撮影された光柱現象（2021年5月6日23時24分 牧野妃佐己氏撮影（Apple iPhone 8）



図4. 福井県坂井市（撮影地点③，標高6m）で撮影された光柱現象（2021年5月6日23時35分 伊藤哲男氏撮影（Canon PowerShot G5 X, F4, 6秒, ISO-1600, 13mm）



図7. 福井県大野市（撮影地点⑤，標高177m）で撮影された光柱現象（2021年5月6日23時39分 加藤幸洋氏撮影（Canon EOS R, Canon EF17-40mm f/4L USM, F4, 30秒, ISO-1600, 17mm）



図8. 福井県大野市（撮影地点5，標高177m）で撮影された光柱現象（2021年5月6日23時56分 加藤幸洋氏撮影（Canon EOS R, Canon EF17-40mm f/4L USM, F4, 30秒, ISO-3200, 25mm））



図12. 撮影地点②（図3）の光柱群①，②.



図9. 撮影地点①（図2）の光柱群①，②.



図13. 撮影地点②の光柱群①. 図12から光柱群①をトリミングした画像.

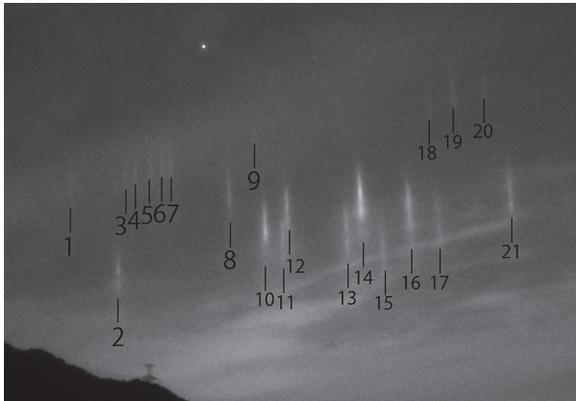


図10. 撮影地点①の光柱群①. 図9から光柱群①をトリミングした画像.



図14. 撮影地点②の光柱群②. 図12から光柱群②をトリミングした画像.

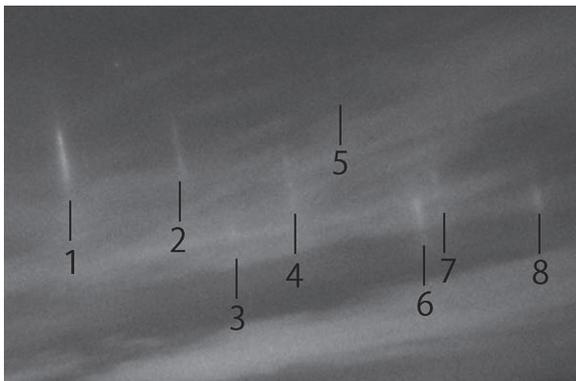


図11. 撮影地点①の光柱群②. 図9から光柱群②をトリミングした画像.



図15. 撮影地点③（図4）の光柱群①，②. 光柱群②とした領域は，図16に続く.



図16. 撮影地点③ (図5) の光柱群②.

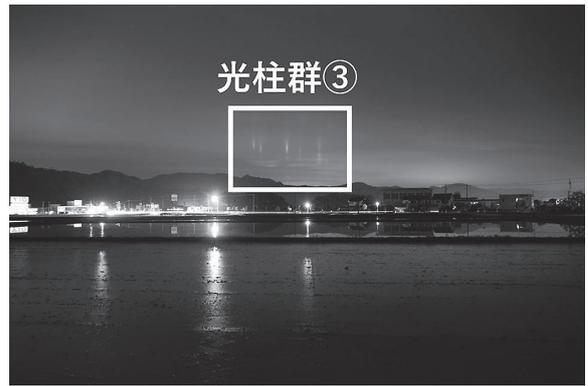


図20. 撮影地点⑤ (図8) の光柱群③.

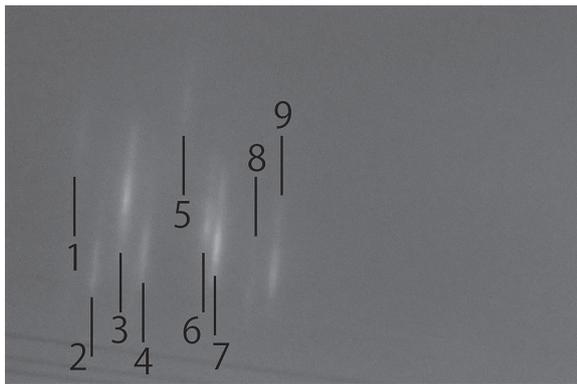


図17. 撮影地点③の光柱群①. 図15から光柱群①をトリミングした画像.

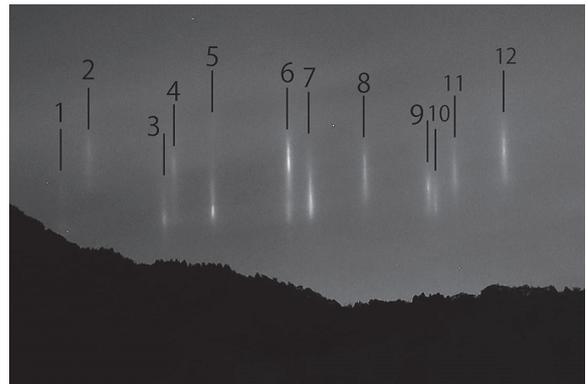


図21. 撮影地点⑤の光柱群①. 図19から光柱群①をトリミングした画像.

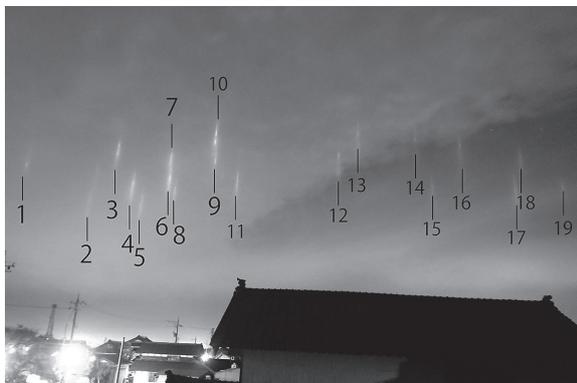


図18. 撮影地点③の光柱群②. 図16から光柱群②をトリミングした画像.

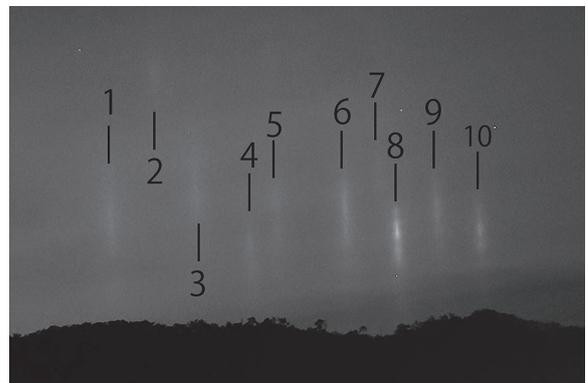


図22. 撮影地点⑤の光柱群②. 図19から光柱群②をトリミングした画像.



図19. 撮影地点⑤ (図7) の光柱群①, ②.

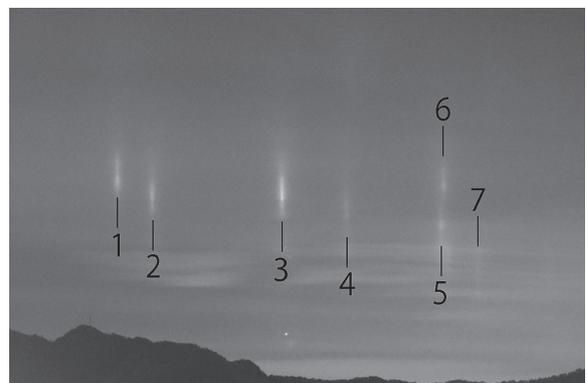


図23. 撮影地点⑤の光柱群③. 図20から光柱群③をトリミングした画像.

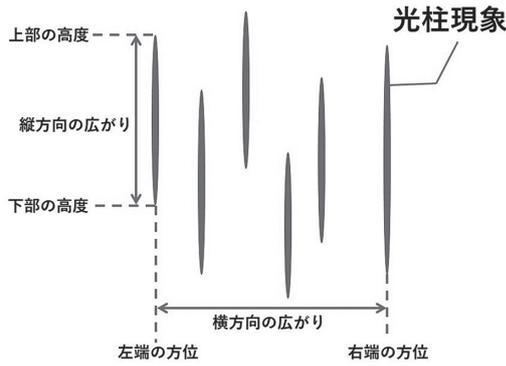


図24. 測定した要素の概念図

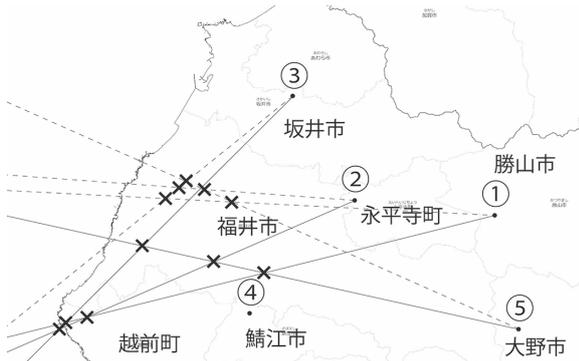


図25. 光柱群①を発生させた雲の位置推定. 各撮影地点から光柱群①の横方向の広がりにおいて、左右端の方位に線分を伸ばし、それぞれの交点に×印を示している. 実線は左端の方位、点線は右端の方位. ただし、撮影地点⑤の左端の方位については、図7を確認すると、光柱が山に隠されているように見えるため、光柱群の中心位置推定に用いていない.

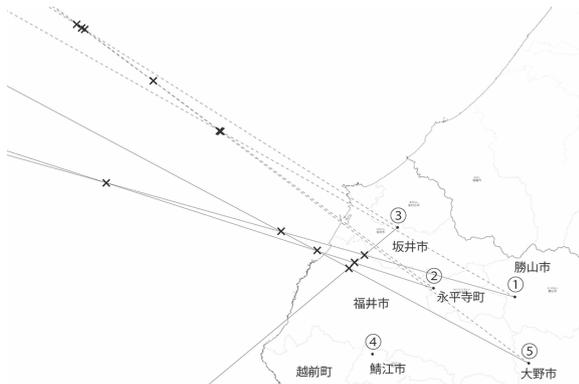


図26. 光柱群②を発生させた雲の位置推定. 各撮影地点から光柱群②の横方向の広がりにおいて、左右端の方位に線分を伸ばし、それぞれの交点に×印を示している. 実線は左端の方位、点線は右端の方位.



図27. 光柱群③の見た方向. 横方向の広がりにおいて、左右の端の方位方向に線分を伸ばしている. 実線は左端の方位、点線は右端の方位.

3. 考察

各撮影地点から求めた光柱群①、②の上下部の平均高度と縦方向の広がりを表1、2に示す. 次に光柱群①、②を発生させた雲の中心位置と高度を表3、4に示す.

表1. 光柱群①の上下部の平均高度と縦方向の広がり

撮影地点	上部の高度 [°]	下部の高度 [°]	縦方向の広がり [°]
撮影地点①	16.39	12.87	3.52
撮影地点②	18.91	16.29	2.62
撮影地点③	25.92	19.23	6.69

表2. 光柱群②の上下部の平均高度と縦方向の広がり

撮影地点	上部の高度 [°]	下部の高度 [°]	縦方向の広がり [°]
撮影地点①	18.95	16.96	1.99
撮影地点②	20.15	18.03	2.12
撮影地点③	21.47	18.41	3.06

表3. 光柱群①、②を発生させた雲の中心位置

光柱群	緯度	経度
光柱群①	36.07°	136.04°
光柱群②	36.41°	135.78°

表4. 光柱群①、②を発生させた雲の高度

光柱群	上部の高度 [km]	下部の高度 [km]
光柱群①	5.2±0.8	4.0±0.4
光柱群②	8.8±1.3	7.7±1.3

4. 考察

(1) 観察された地域

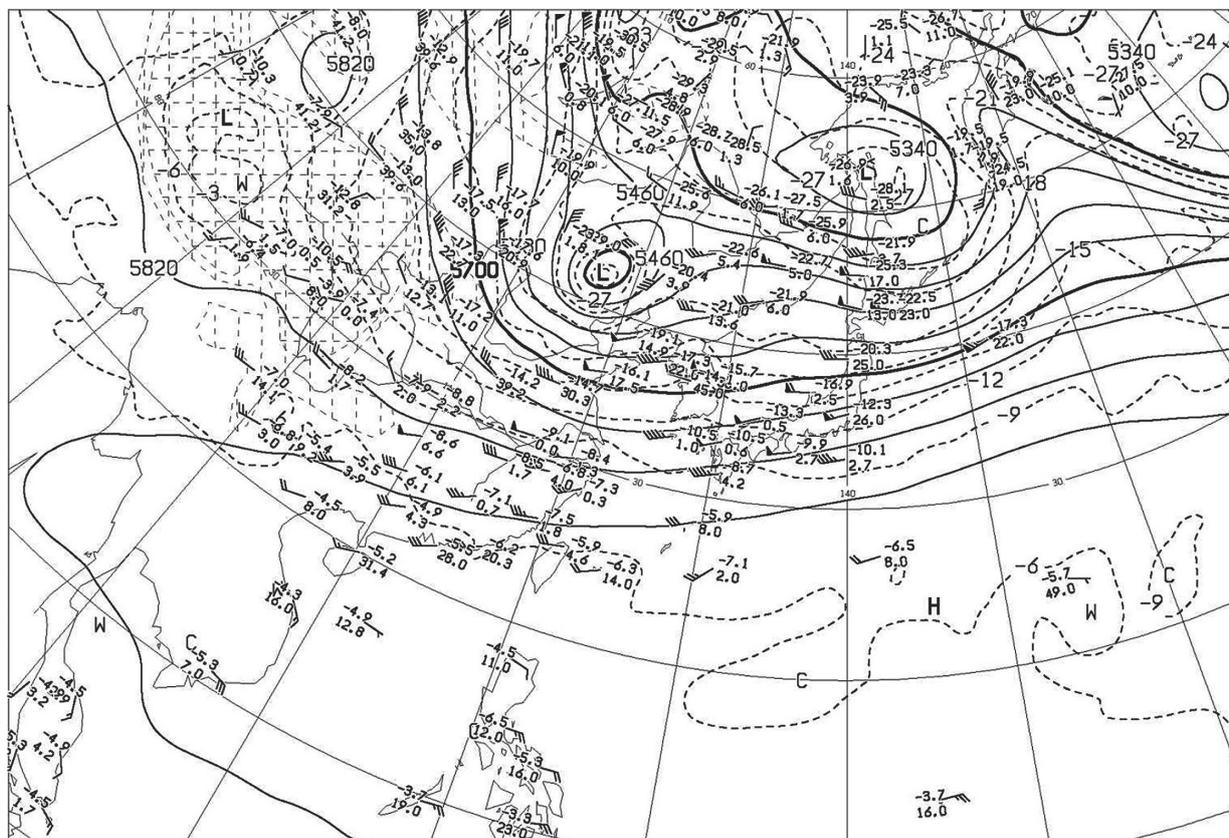
今回得られた画像の中で、光柱群を発生させた雲の中心位置から最も遠くで撮影された地点は、撮影地点⑤であった。図25、26から、光柱群①、②を発生させた雲の中心位置から撮影地点⑤までの距離はそれぞれ40.6km、69.7kmであった。仮に、光柱群①、②を発生させた雲の中心から、それぞれ半径41km、70kmの範囲で光柱群を観察できたとすると、南は福井県敦賀市、北は石川県金沢市付近まで、南北100km以上にわたり見えていたと考えられる。また、図27からは撮影地点⑤から北北西にあたる石川県方向にも見えていたことがわかる。これは、朝日新聞(2021)に「SNS上では6日午後10時過ぎから、福井県や石川県で光柱現象を撮影したとみられる写真の投稿が相次いだ」と掲載された報道と矛盾しない。ただし、本稿では漁船や雲の移動、大気状況の時間変化を考慮しておらず、さらに各カメラレンズの収差補正を行っていない。そのため、他の時刻、場所から撮影した画像や、カメラレンズの収差補正を行った画像を用いて光柱群の位置を推定すると結果が変わることが考えられる。従って、本結果はおおよその位置、高度として捉えると良いだろう。

(2) 光柱現象の光源と気象状況、光柱群を発生させた雲の高度

今回の光柱現象は、夜間雲のある上空で柱状の光が複数見られた点で、諸富ほか(1986)による対馬と函館、大和田・小紫(2002)による酒田沖、矢田ほか(2010)による三瓶山で発生した光柱現象と様子が似ており、当日イカ釣り漁船が集魚灯をつけて日本海沖に出ていた(中日新聞, 2021)ことから、イカ釣り漁船の漁火が上空の氷晶に反射して起きた現象であると考えられる。

また、気象庁により福井県から最も近くで観測されている輪島のラジオゾンデを用いた高層気象観測(気象庁, 2021)では、500.5hPa(ジオポテンシャル高度5541m)より上空で氷点下16℃以下、相対湿度がおおよそ70%を超えていた。さらに、気象庁による高層天気図(図28)では、福井県上空は氷点下15℃程度であり、氷晶が存在しうる気温であったことが伺える。

次に、本稿で求めた光柱群①、②を発生させた雲の高度、 $4.0 \pm 0.4 \sim 5.2 \pm 0.8\text{km}$ 、 $7.7 \pm 1.3 \sim 8.8 \pm 1.3\text{km}$ については、5月6日21時～7日0時のひまわり8号の赤外画像(図29)を見ると、福井県周辺は雲で覆われており、本稿で求めた光柱群①を発生させた雲の中心位置付近には、大気中層(2～7km程度)に雲があり、光



ANALYSIS 500hPa: HEIGHT(M), TEMP(°C)

AUPQ35 061200UTC MAY 2021

Japan Meteorological Agency

図28. 5月6日21時の高層天気図(サニースポット, 2021)

柱群②を発生させた雲の中心位置付近には、大気上層（7～10km程度）に雲があることがわかる。以上から、ひまわり8号の赤外画像による雲の位置と高度は、本稿の結果とよく一致しており、複数の撮影地点から撮られた光柱現象の画像を用いて、光柱現象を発生させた雲の位置、高度を求めることができたといえるだろう。

(3) 福井県における観察例と発生頻度

福井県における光柱現象の発生例を調べると、2020年4月11日に敦賀市周辺で観察されている（福井新聞、2011）他、2011年10月5日にあわら市でも観察されている（福井県自然保護センター、2011）ことがわかった。しかし、他の例は見つけることができず、福井県での明瞭な光柱現象の発生頻度は、数年に1度程度になるのではと考えている。

また、今回多くの方が光柱現象を観察し、撮影できた背景には、光柱現象のような暗い光学現象を短時間で容易に撮影できる高感度デジタルカメラと情報共有を瞬時に可能とするSNSの普及がある。今後、デジタルカメラとSNSの更なる普及により、光柱現象の記録される機会が増え、発生条件が明確になっていくのではないかと期待している。

謝 辞

本稿執筆にあたり、光柱現象の画像をご提供いただいた伊藤哲男氏、加藤幸洋氏、牧野妃佐己氏、山岸登美子氏に、ここに厚く感謝を申し上げます。

本稿にて使用したひまわり8号の赤外画像は、宇宙航空研究開発機構（JAXA）の分野横断型プロダクト提供サービス（P-Tree）より提供を受けました。

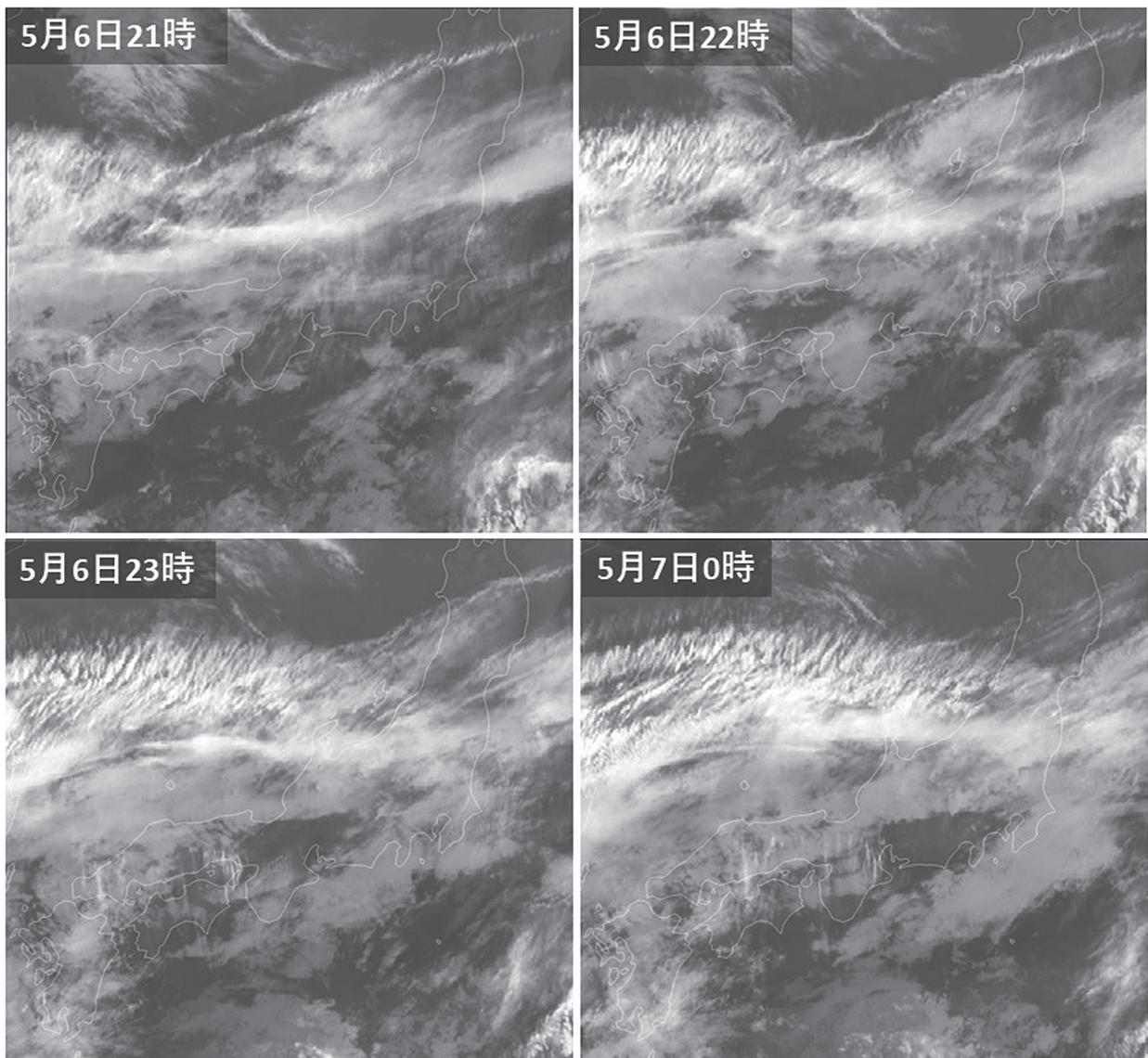


図29. 5月6日21時～7日0時のひまわり8号の赤外画像（JAXA, 2021）。各画像の中央付近が福井県。

引用文献

- 朝日新聞, 2021, 光柱 降り注ぐ 海の贈り物. 朝日新聞 2021年5月7日 夕刊, 9面.
- 中日新聞, 2021, 夜空にきらめく光の柱 福井で1年ぶり, 漁火が雲に反射. <https://www.chunichi.co.jp/article/249700>, (2021年5月13日閲覧).
- 福井県自然保護センター, 2011, 平成23年10月5日 あわら市にお住まいの方から. <http://fncc.pref.fukui.lg.jp/others/2757.html>, (2021年5月13日閲覧).
- 福井新聞, 2020, 敦賀市の夜空に光の筋, UFO飛来? 福井地方気象台「光柱の可能性」. <https://www.fukuishimbun.co.jp/articles/-/1068300>, (2021年5月13日閲覧).
- 福井新聞, 2021, 福井の夜空彩る珍しい現象「光柱」5月6日～7日, SNSに投稿次々. <https://www.fukuishimbun.co.jp/articles/-/1312625>, (2021年5月13日閲覧).
- Horaguchi, T., Furusho, R., Agata, H. and Paofits Wg, 2006, FITS Image Analysis Software for Education: Makali'i. ASP Conference Series, 351, 544-547.
- 原口孝昭, 1969, 簡単な流星実経路の求め方. 長崎県地学会誌, (13), 16-20.
- JAXA, JAXAひまわりモニタ分野横断型プロダクト提供システム (P-Tree), https://www/eorc.jaxa.jp/ptree/index_j.html, (2021年12月30日閲覧).
- 気象庁, 輪島 2021年5月6日21時, https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/upper/view/daily_uth.php?year=2021&month=5&day=6&hour=21&atm=&point=47600&view=, (2021年12月30日閲覧).
- 諸富敏郎・近藤俊裕・脇田哲雄, 1986, 1983年に対馬及び函館で観測された夜間の光柱現象についての考察, 気象庁研究時報, 38, 1-7.
- 大和田淳・小紫厚, 2002, 酒田沖の漁火光柱. 天気, (49), 367-368.
- サニースポット, Sunny Spot 天気・気象情報サイト!, https://www.sunny-spot.net/chart/data/AUPQ35/2021/05/AUPQ35_202105070036.pdf, (2021年12月30日閲覧).
- 末村桃子・山中雅則, 2020, 漁火光柱の発生条件に関する研究. 令和2年度 日本大学理工学部 学術講演会 予稿集. <https://www.cst.nihon-u.ac.jp/research/gakujutu/64/pdf/O-23.pdf>, (2021年5月7日閲覧).
- 矢田猛士・竹内幹蔵・太田哲朗, 2010, 三瓶山北の原で見られた光柱現象. 島根県立三瓶自然館研究報告, (8), 51-52.