

知らない現象（不知火現象）を科学する 2

熊本県立宇土高等学校 科学部地学班

3年 米田 直人 村上 聖真 吉田 大暉 西川 幸輝
2年 徳丸 幸樹 堀田 舞衣 西田 琉花 橋本 直大

1. 研究目的

私たちは不知火の研究を始め、今年で8年目となる。不知火の実態に迫るために、過去6年間に23回もの観測を行ってきたが、一度も不知火は見られなかった。また、不知火の再現実験を行い世界初となる不知火の再現に成功した。そのような中、今年度は不知火の観測に成功し、その全体像が明らかになってきた。

そこで、今年は以下の3つの疑問を元に研究を行う。

- 疑問1：不知火とはどのような現象？
疑問2：観測した不知火の発生原理は？
疑問3：今年不知火が見られた理由は？

2 疑問1：不知火とはどのような現象？

(1) 疑問1：不知火とは～過去の文献より～

不知火とは、八朔（旧暦の8月1日）の前夜に不知火海で見られる神秘的火のことであり、科学的な研究が行われていなかった江戸時代以前は、妖怪の仕業とも考えられていた^[1]。「不知火新考^[2]」によると、不知火の発生は「親火がふくれて盛火となり、それが2つに分かれ燃え続ける。そしてそれがさらに左右に分光してゆくといったもの。」(図1)と説明されている。ただ、どのくらいの時間で変化するのか、文献では不明であった。



図1 不知火現象の発達段階

(「不知火新考^[2]」(立石巖、1994) 参考、作成)

(2) 不知火の観測

① 聞き取り調査

過去6年の観測で不知火が見られなかった理由を探るために、不知火町松合の漁協の方に不知火に関する聞き込み調査を行った。結果、「昔、不知火が見られていた時期の夜間は漁を行っていた」、「不知火が見られなくなった時期と、夜間に漁を行わなくなった時期が重なる」ということが分かり、不知火が見られないのは現在漁がないためだと考えた。

② 観測方法

八朔の前夜(令和6年9月2～3日未明)、漁協の協力により3つの河口沖に漁火をそれぞれ出してもらい、不知火観測を行った。これまでと同様に、宇城市不知火町永尾の永尾神社から八代市大島方面を観測した(図2)。



図2：観測地点と漁火までの距離

(等距離線は3km、地理院地図^[3]より引用、加筆)

③ 観測結果

夜通しの観測の結果36年ぶりとなる不知火の観測に成功した。観測にはNHKも協力して下さった。撮影した動画を確認してみると、今回撮影した不知火は、本来1個であるはずの光源が横に2個→3個→2個と変化するというものであった(図3)。また、見える光源の数の変化はそれぞれ30秒程度で起こり、横方向の光の変化は10分ほど続いた。今回撮影した動画から、これまでは不明瞭だった不知火の時間変化の様子が明らかになった。

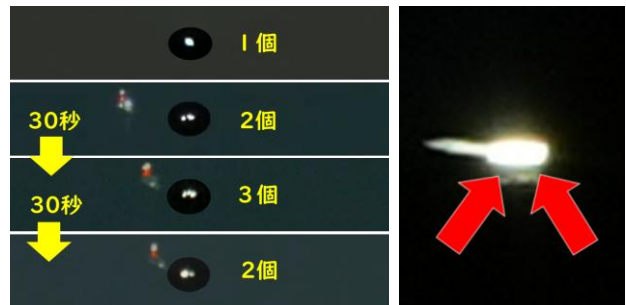


図3：撮影した不知火現象(2024/9/3、2:48)

左：NHK^[4]撮影、右：科学部地学班撮影)

3 疑問2：観測した不知火の発生原理は？

(1) 蜃気楼とは…「蜃気楼のすべて!」^[5]より

蜃気楼は、空気中の温度差によって光が屈折し、対象物がいつもと違う不思議な見え方をする現象である。光が屈折する原因は、気温による密度の違いで光の速さが異なることにある(図4)。

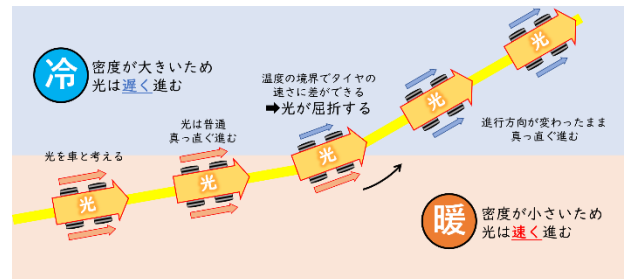


図4 光が屈折する原理の模式図

(「蜃気楼のすべて!」^[5] 参考、作成)

蜃気楼にはいくつか種類があり、よく知られているのは、下位蜃気楼と上位蜃気楼である。側方蜃気楼はほとんど知られておらず、目撃例もかなり少ない。不知火現象は、この側方蜃気楼の一種だと考えられている。

(2) 蜃気楼の種類

① 下位蜃気楼

一般的な蜃気楼である下位蜃気楼は、上冷下暖の空気層(温かい海水直上の暖気とその上の冷氣)であるときに見られ、対象の景色が下方方向に反転する(図5、6)。

② 側方蜃気楼

上下方向の温度差によって発生する下位蜃気楼に対して、左右の温度差で発生する現象が側方蜃気楼である。

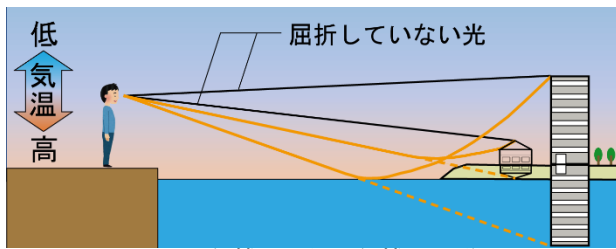


図5 蜃気楼（下位蜃気楼）の説明
（「総合物理2」^[6]参考、作成）」

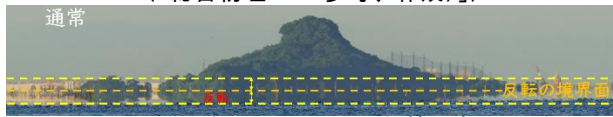


図6 観測した下位蜃気楼現象

③ 不知火

不知火が見られる不知火海には、広大な干潟が分布している。干潟上には潮だまりという海水が残っている（温かい）場所が存在し、干潟上で温かい地点と冷たい地点が形成される。さらに、八朔の不知火海では微風が吹くため、干潟上はより複雑な温度構造となり（図7）、横方向に光が伸びたような見え方をする不知火が発生する。



図7 不知火海の干潟分布と干潟上の温度分布
（地理院地図^[2]より引用、加筆）

（3）再現実験

昨年成功した不知火の再現実験もこの条件を満たしているのだろうか。側方蜃気楼はヒーターを加熱し、左右で温度差ができた時に、不知火はさらに風を吹かせ温度分布が乱された時に見られたため、先ほどの原理で説明できる（図8）。



図8 再現装置（左）と再現した現象（右）

4 疑問3：今年不知火が見られた理由は？

今年度の観測では、これまでと異なり漁火を出した。漁火は海に浮かぶ船の明かりであるため、潮位変化の大きい不知火海において街明かりと比べ、単に海面に近い、低い位置にあるという特徴がある。（図9）。

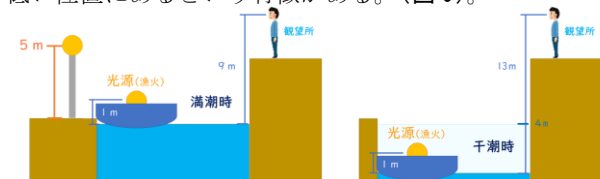


図9 光源が街灯の場合と漁火の場合の模式図

そこで、光源の高さに着目し蜃気楼の光路シミュレーションを行うこととした（図10）。街灯の場合と漁火の場合を比較すると、光源が街灯の場合、観望所は蜃気楼が見える範囲に入っていないのに対し、漁火の場合は、蜃気楼が見える範囲に入っていることが分かる。これは、光源が低く、海面付近にある温度層（気温が変化する空気層）の影響を受けやすいためである。

よって、今年不知火が見られたのは、光源が温度層の影響を受けやすい漁火であったためだと考えられる。

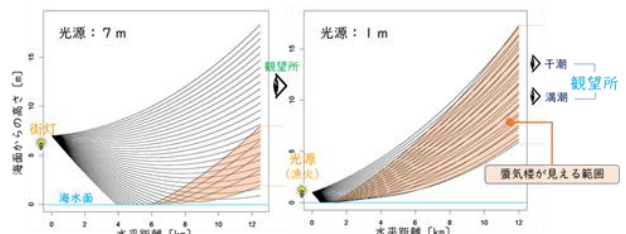


図10 光路シミュレーション

（左：街灯、右：漁火、着色部は蜃気楼が見える範囲）

5 成果・今後の展望

（1）成果

①現象：7年に及ぶ不知火観測

- ・36年ぶりとなる不知火観測に成功。
- ・鮮明な動画撮影は世界で初めて。
- ・不知火は短時間で光が横に変化する現象

②原理：蜃気楼の発生原理からの考察

- ・干潟と風による複雑な温度構造により発生

③理由：シミュレーションによる考察

- ・「漁火」は温度層の影響を受けやすく、蜃気楼が発生しやすい

（2）今後の展望

◆不知火が八朔の晩に不知火が見られる理由の解明

表1 地学班の成果、下位蜃気楼との違い

（先：先行研究、自：科学部地学班の研究）

	条件	不知火	先	自	下位蜃気楼
観測	場所	不知火海のみ	△	◎	どこの海でも
	方向	永尾 → 八代方面 (八代方面に光源、背景：海)	○	◎	
	時期	八朔（初秋）	△	△	冬
	時間	夜（未明）	○	○	早朝
	対象	漁火（点）	△	◎	景色全体
	観測点の高さ	少し高い場所（10mほど）	△	○	海面付近（低位置）
発生	潮位	潮が引き干潮にかけて	○	◎	満潮時
	現象	横に反転（側方蜃気楼）+伸びる ⇒ 異常屈折	△	○	下に反転（下位蜃気楼）
	時間変化	明滅し、短時間で変化	○	◎	変化が遅い
	気温差	横方向	○	◎	上下方向
	気温のムラ	あり (干潟、冷たい河川、遠浅の海、地形)	△	◎	なし
	風	視線方向の微風	○	◎	影響なし

6 謝辞・主な引用・参考文献

永尾神社や宇城市教育委員会、観測に協力いただいた八代漁業協同組合や漁師さん、株式会社グローバル・クラウドファンディング及びご支援いただいた皆様、研究助成いただいた中谷医工財団様、ご助言を下された先生方、本校教諭の本多栄喜先生など研究に関わったすべての方に心より感謝いたします。

[1] 諸国里人談（菊岡沾涼）

[2] 不知火新考（築地書館株式会社 立石巖）

[3] 地理院地図

[4] NHK 熊本 WEB 特集クマガジン

[5] 蜃気楼のすべて！（日本蜃気楼協議会）

[6] 総合物理2（数研出版株式会社）