

とやま ゼミナール



蜃気楼のふしぎ ①

種類と見え方

日本蜃気楼協議会長 きのした まさひろ
木下 正博

まぼろし 幻の例えとして、よく「蜃気楼」という言葉が使われますが、その正体は一体なんでしょう。うか。

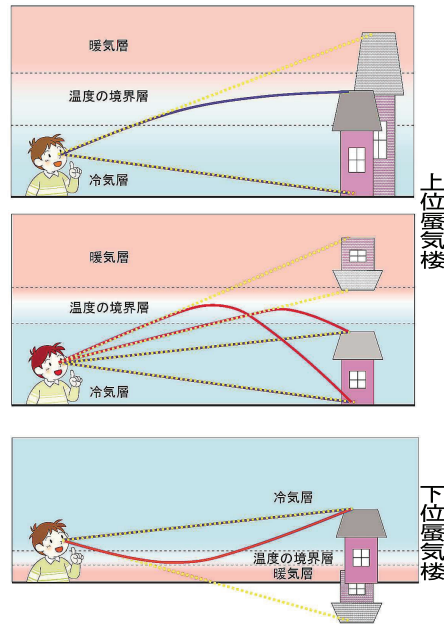
【光が曲がる現象】

蜃気楼を一言で表現するなら、光が空気の温度の変化する層(温度の境界層)を進むことで曲がり、景色がいつもとは違った形に見える光学現象です。その変化は、遠くの景色が伸びたり縮んだり反転したりします。実際に蜃気楼になって見えるのは遠くの景色なのです。

【大きく分けると2種類】

蜃気楼は大きく分けると、上位蜃気楼と下位蜃気楼の2種類に分類されます。

(1) 上位蜃気楼 上位蜃気楼は、遠くの景色が上方に伸びたり反転したりして見える現象です。全国的にも珍しい



遠くの景色が伸び縮み

め、一般に「蜃気楼」といえば、この上位蜃気楼を指す場合が多いです。日本では富山湾、とりわけ魚津が有名です。ちなみに近年の調査では、県外のいくつかの湾や湖でも発生が確認されています。年間の発生回数はあまり多くはなく、富山湾では十数回程度です。上位蜃気楼が発生しているとき、空気の温度は上が暖かく、下が冷たい「上暖下冷」になっています。このとき光は、温度の境界層で下方向に曲げられるので、観測者には上方に虚像が見えます。富山湾では、春に発生することから、俗称として「春型の蜃気楼」とも呼ばれています。

(2) 下位蜃気楼 下位蜃気楼はさまざまな地域で、年間を通して比較的頻繁に見られる現象です。そのため、あまり珍しい現象ではありません。暑い日にアスファルトの道路上で目撃される「逃げ水」や砂漠の蜃気楼も下位蜃気楼の一種です。



魚津の海岸から見える富山方向の上位蜃気楼(日本蜃気楼協議会提供)

下位蜃気楼は、上位蜃気楼とは逆に遠くの景色が下方に反転して見える現象です。下位蜃気楼が発生しているとき、空気の温度は上が冷たく下が暖かい「上冷下暖」になっています。このとき光は、上方向に曲げられるので、観測者には下方に虚像が見えます。富山湾では、冬に多く発生することから、俗称として「冬型の蜃気楼」とも呼ばれています。

きのした まさひろ 1963年生まれ。富山大学大学院(修士)修了。専門は物理教育。1997年に「空気の温度差で作る蜃気楼発生装置」の開発をきっかけに、富山大学と蜃気楼の共同研究を始める。また、2001年に蜃気楼発生の新たな学説「暖気移流説」を日本気象学会に発表。魚津市在住。

☆毎週火曜日に掲載します



蜃気楼のふしぎ ②

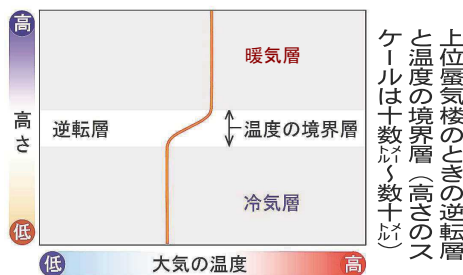
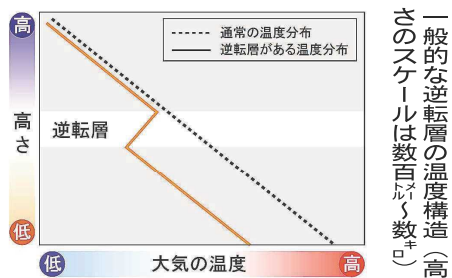
光学・気象学との関係

日本蜃気楼協議会長 きのした まさひろ 木下 正博

蜃気楼が発生しているとき、光は暖気層と冷氣層の間の「温度の境界層」で屈折しながら曲がって進みます。その原因は、空気の温度(密度)によって光の速さが異なるからです。例えば、25℃と20℃の空気では、25℃の方が0.0005%程度、光の速さが速くなります。実際の境界層では、温度は連続的に変化しているので、光は少しずつ連続して曲がり蜃気楼になるのです。とはいえ、曲がる効果はほんのわずかなので、蜃気楼になって見えるには、数キロ以上の距離が必要です。これまでの観測では、おおむね4キロ以上の距離が必要といわれています。

【さまざまな逆転層】

気象学から見た上位蜃気楼(春型の蜃気楼)とは、どのような現象なのでしょう。



温度で異なる光の速さ

一般に気温は地表から約11キロの高さまでは、100メートル上昇するごとに約0.65℃下がります。しかし、自然とは不思議なもので、時として上空の方が暖かくなる場合があります。このように温度変化が通常とは逆転している層を「逆転層」といいます。逆転層の規模や高さはその原因によりさまざまで、上空数キロの範囲で起こることもあれば、地表数百メートルあるいは地面に接している場合もあります。上位蜃気楼も気象学的には逆転層によって発生するといっていますが、一般的な逆転層とはやや異なり特殊です。それは、逆転層になっている温度の境界層が、高さ数メートル～十数メートルと低く、厚みも数メートル程度しかないことです。また、暖気層や冷氣層は、鉛直方向の規模が小さく、高さによる温度変化は1～4℃程度しかなく、水平方向に



魚津の海岸から見る黒部市生地方向の上位蜃気楼(沖に大気の色合いが異なる層が見える)＝日本蜃気楼協議会提供

も限定的なことです。

【蜃気楼の発生を知る目安】

上位蜃気楼が発生しているとき、温度の境界層では強い逆転が生じています。これにより、大気の大気対流が起これにくくなり、冷気と暖気があまり混じり合わない状態になります。そのため、大気の色合いが異なる層になって見えたり、煙が境界層付近(高さ数メートル～十数メートル)で横にたなびいたりして見えることがあります。これらの現象は、蜃気楼の発生前から確認できるため、発生の前兆を知る目安にもなります。

☆毎週火曜日に掲載します



蜃気楼のふしぎ ③

見る・撮る

日本蜃気楼協議会長



きのした まさひろ
木下 正博

決定的瞬間を残そう

蜃気楼の見かけの大きさを月と比較してみましょう。写真は、魚津から黒部市生地方向(約8.5



蜃気楼と月の大きさの比較
(日本蜃気楼協議会提供)

キロ)に発生した上位蜃気楼と同じ倍率で撮影した月です。比べてみると、蜃気楼の変化はそれほど大きくないことが分かります。ちなみに、月を肉眼で見るときの視角(どれくらいの角度で見えているかを表す値)は0.5度程度しかありません。これは5円硬貨を手持ち、腕を伸ばした状態でその穴の中を見ているようなものです。そのため、蜃気楼を詳しく観察したり撮影したりする

には、双眼鏡や望遠機能付きカメラが必要となります。

【蜃気楼を見る・撮る】

蜃気楼の決定的な瞬間を残すには、どんな機材や準備が必要でしょうか。まずはじっくり観察するために双眼鏡が重要です。高価でなくてもよいのですが、できるだけレンズの大きなものがよいでしょう。倍率は8~10倍くらいが使いやすいです。あまり高倍率では、手ブレ

の影響でかえって使いづらくなります。双眼鏡で観察するポイントは、蜃気楼が発生する前の景色をよく覚えておくことです。これで発生の際の兆候がすぐに発見できます。

す。せっかく出合えた蜃気楼は、カメラで撮影したいものです。画質や画角にこだわらず、ある程度の倍率さえあれば撮影できます。カメラやビデオの倍率は、広角に対して何倍という紹介が一般的ですが、注目すべきは、カタログなどに記載してあるレンズの焦点距離(35ミリ換算)です。写真は400ミリ相当のレンズで蜃気楼を撮影したものです。双眼鏡の感覚では8倍程度に相当します。蜃気楼の撮影には300ミリあたりが最低ラインとなるでしょう。なお、撮影ではブレを抑えるために三脚の使用をお勧めします。

【熱中症に注意】

その他に準備しなければなら



魚津から富山方向に400ミリ相当のレンズで撮影した蜃気楼(日本蜃気楼協議会提供)



蜃気楼を観測する時の準備

ないことは、4月~6月にかけての上位蜃気楼の発生日は必ず晴れて暑くなります。熱中症予防や日焼け予防のため、パラソルや帽子、日焼け止め、飲料水が必需品です。長時間じっくり待つ場合もありますから、折りたたみ椅子やラジオ、本なども役に立ちます。

☆毎週火曜日に掲載します



蜃気楼のふしぎ ④



蜃気楼の見える街

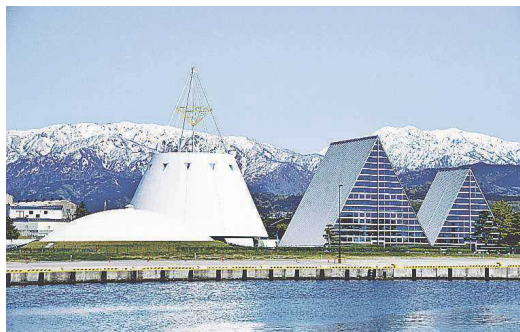
日本蜃気楼協議会長 きのした まさひろ 木下 正博

うおづ し しん きろう
魚津市は「蜃気楼の見える街」として、古くから全国的に有名です。その理由は、黒部から射水方向を広く見渡せるからです。また歴史では、1698(元禄11)年に書かれた上杉家の軍記「北越軍談」に、1564(永禄7)年の5月下旬～6月中旬に上杉輝虎(後の上杉謙信)が、魚津で蜃気楼を見たという記録が残されています。実際に見たかどうかは定かではありませんが、江戸時代には魚津が蜃気楼で有名だったことは確かかなようです。

【埋没林博物館にコーナー】

りんせつ
魚津港に隣接した蜃気楼

てんぼうち まいぼつりん
展望地に、魚津埋没林博物館があります。ここは、埋没林の保存と展示、そして蜃気楼をテーマとした博物館です。館内の蜃気楼コーナーには解説や実験装置のほか、全国の蜃気楼に関する情報や写真、歴史的な資料などが数多く展示されています。常設の300坪のフルハイビジョンホールでは、迫



魚津埋没林博物館

魚津は全国的な名所

りよく えいぞう
力満点の蜃気楼映像を楽しむことができます。さらに、建物の周辺には3台のライブカメラが設置されており、その映像はリアルタイムでインターネットに公開されています。同博物館では、蜃気楼の発生をメールで知らせる無料サービスも行っているのです。ライブカメラと併用すると効率よく蜃気楼を楽しむことができます。

【絶好の観測地点】

同博物館の隣りに、観光施設「海の駅 蜃気楼」があります。ここには200台あまりの駐車スペースがあり、周囲が海に面した堤防であることから、蜃気楼を見る絶好の場所の一つといえます。蜃気楼のシーズン中には、魚津市から委嘱された解説員や魚津蜃気楼研究会の会員が見つけ方のポイントなどを現地で優しく教えてくれるので、初めて見に来た人でも十分に楽しむことができます。



魚津から撮影した船の上位蜃気楼(日本蜃気楼協議会提供)



海の駅 蜃気楼

蜃気楼を運良く見ることができた場合、魚津市観光協会では「蜃気楼を見た証明書」を発行しています。この証明書を受け取るには特別な手続きは必要なく、発生した日に魚津埋没林博物館の受付に行けば、無料で発行してもらえます。

☆毎週火曜日に掲載します



蜃気楼のふしぎ ⑤

いつ、どこで発生？

日本蜃気楼協議会長

きのした まさひろ
木下 正博

上位蜃気楼（春型の蜃気楼）は例外はありますが、発生する期間が限られています。魚津では雪解けの3月下旬から始まり、梅雨になるとほぼ終わります。期間中に発生する回数はおおむね十数回程度です。ただし、肉眼でも確認できるのはわずかしきありません。

【富山湾で発生するエリア】

富山湾での上位蜃気楼の発生報告は、県東部の沿岸、特に魚津に集中しています。その理由の一つには、魚津の海岸からは黒部方向から、射水方向まで広い範囲が一望できるこ



魚津から見て蜃気楼が発生する範囲

とにあります。何より観察している人が多いことが一番のようです。

【発生しやすい気象条件】

上位蜃気楼の発生日は、これまでの統計からある程度、予測することができます。以下に、発生しやすい時期や時間、気象条件をまとめてみます。

【時期】 3月下旬～6月上旬の

統計からある程度予測

晴れた日。特に5月がよい。

【時間】 午前11時～午後4時ころ。特にお昼過ぎがよい。

【気温】 18℃以上のとき。特に日中の最高・最低の気温差は13℃以上がよい。

【風】 穏やかな北よりの風のとき。特に魚津の海岸では、風速3m/s以下で北北東の風がよい。

【天気】 晴天が数日間続き、移動性の高気圧が本州を通過して、その中心が日本の東にあるとき。特に高気圧の中心気圧は1020hPa以上がよい。

【発生の翌日は雨】

上位蜃気楼が出た翌日には雨が降るといわれています。実はこれには理由があります。春になると移動性の高気圧が、日本列島の上を西から東へと周期的に通っていきます。魚津で蜃気楼が発生しやすいのは、その高気圧が本州の真ん中を通過し、中心が太平洋側へ抜けた時です。このような時は、最高気温



魚津から見た富山方向の蜃気楼



魚津から見た新湊大橋の蜃気楼（写真は上、下とも日本蜃気楼協議会提供）

が平年値以上になりやすく、魚津の海岸では蜃気楼が発生する典型的な日和となります。魚津では東から覆われる高気圧によって、日中は穏やかに晴れますが、その後は西から気圧の谷や低気圧が接近してくるため、夜から翌日には天気が崩れてくるというわけです。

☆毎週火曜日に掲載します



蜃気楼のふしぎ ⑥

富山湾に発生する理由

日本蜃気楼協議会長

きのした まさひろ
木下 正博

近年になり、全国各地で上位蜃気楼が次々と確認されています。主な場所としては、北海道の小樽（石狩湾）や斜里町（オホーツク沿岸）、また、大阪湾や千葉、茨城の沿岸、さらには琵琶湖や猪苗代湖、十和田湖などの湖でも報告されています。場所によっては、発生の頻度や規模が富山湾と同じかそれ以上であることが分かってきました。各地にはまだ発見されていない発生地があるようです。

【大正から続いた学説】

日本で蜃気楼が科学的に研究されるようになったのは、大正になってからのことです。例えば、手こぎの舟に高さ3メートル程度



上位蜃気楼の主な発生地

の棒を立てて、気温の鉛直分布を測定したり、河川の勾配や月ごとの平均海面水温、富山の平均気温等のデータを調べるものでした。その結果、3000メートル級の立山連峰を背景とする富山の

主な原因は暖気移流

特有な地形と関連づけて、「冷たい雪解け水説」が誕生しました。この学説は、雪解け水が海水を冷やし、その影響で冷氣層がつけられるというものでした。しかし、近年の調査・研究からは、富山湾以外でも蜃気楼が発生することや、衛星画像などから発生時期の富山湾の海面水温は、周辺の海域と比べ、特に低くないことが判明し「冷たい雪解け水説」には大きな疑問が投げかけられるようになりました。

【沿岸の地形的な特徴】

2000年以降、私と市瀬和義富山大教授らの研究によって、蜃気楼の科学的研究は大きく前進しました。富山湾沿岸で、高さの異なる地点の気象観測を行うほか海上にアドバルーンを揚げて30メートル付近までの気温の鉛直分布を調べたり、光路計算による画像シミュレーションを行ったりしました。その結果、富



琵琶湖の上位蜃気楼（Z字型に変化した琵琶湖大橋）＝日本蜃気楼協議会提供



暖気移流説のイメージ
風の一部が暖気となり上層
下冷の空気層を形成する

山湾に蜃気楼が発生する理由は、沿岸の地形的な特徴によって生じる暖気移流が主な原因であることが分かってきました。この学説は「暖気移流説」と呼ばれ、現在は主な学説になっています。しかし、まだ謎は多く残されており、現在もさまざまな方法で全容の解明に向けて研究が進められています。

☆毎週火曜日に掲載します



蜃気楼のふしぎ ⑦

発生装置を作る

日本蜃気楼協議会長 きのした まさひろ
木下 正博

蜃気楼の原理を理解するには、実験で再現するのが最適です。そこで、蜃気楼を再現する発生装置を紹介しましょう。

【水と砂糖を用いた装置】

液体の濃度(密度)差を利用して上位蜃気楼を再現します。使

うのは砂糖水(密度大)と水(密度小)です。砂糖の代わりに食塩を使ってもできます。屈折が大きいので、数十センチ程度の短い距離で手軽に実験ができます。

材料 小型水そう(2ℓ)、水(2ℓ)、砂糖(約200g)、ろうと、ビニールチューブ

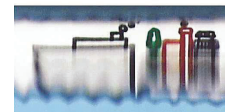
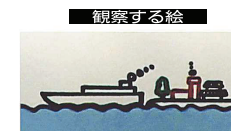
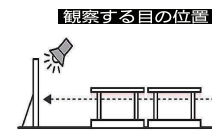
方法 水そうの中程まで水(1ℓ)を入れます。次に水(1ℓ)に砂糖約200gを溶かし、水

そうの下部に、ろうとを用いて静かに流し込みます。観察は、水と砂糖水の境界層付近よりもやや下側から反対側を見ます。すると、実際の蜃気楼

再現して原理を理解



観察の様子(左: 実景、右: 水槽を通してみた像)



観察の様子(右上: 実景、下: 伸びたり反転したりする上位蜃気楼)

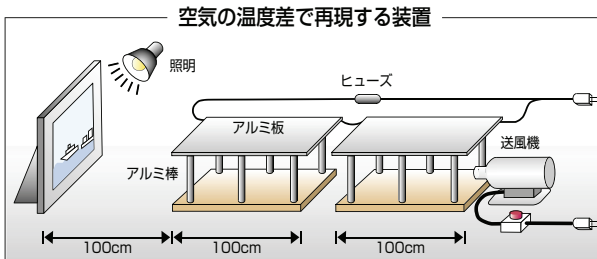
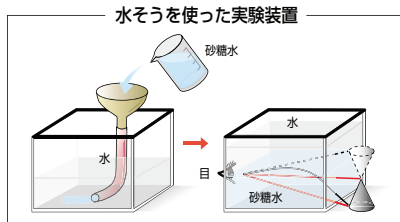
と同じように伸びたり反転したりして見えます。目の位置を上下に動かすと、像の見え方も変化します。

【空気の温度差で再現する装置】

ニクロム線をアルミ板で挟み、電気で約100℃まで熱くします。すると、暖められた空気と室温との温度差によって、板の直下には上暖下冷の空気層が作られます。板の直下からもう一方のはしを見ると、上方に伸びる上位蜃気楼が、また、風を送ると上方に反転する像が

見えます。一方、板の直上には、上冷下暖の空気層が作られます。板の直上からもう一方のはしの絵を見ると、下方に反転する下位蜃気楼が見えます。この装置は、わずか3℃程度で本物と同じ空気の温度差によって上位・下位両方の蜃気楼を再現できます。また、伸びと反転を自在にコントロールできます。この他、現在では布団乾燥機の温風を用いた簡単な装置も開発されています。実験装置についてさらに詳しく知りたい人は、書籍「蜃気楼のすべて！」(日本蜃気楼協議会著、草思社)＝写真＝を参考にしてください。

☆毎週火曜日に掲載します





蜃気楼のふしぎ ⑧

歴史と文化

日本蜃気楼協議会長 きのした まさひろ
木下 正博

「蜃気楼」の語源は一体なん
でしょうか。蜃気楼の歴史を探
り、美術工芸品に見る蜃気楼
図から謎を解いてみましょう。

【加賀藩主も見た】

現在までに分かっている蜃気
楼の最古の記録は、紀元前90年
頃に、中国前漢時代の歴史家・
司馬遷がまとめた「史記」だと
考えられます。その中の「天官
書」の一節に「海旁蜃氣象楼
台」とあり、これが蜃気楼の語
源とされています。一方、国内
では1669(寛文9)年に加賀藩
の儒学者・沢田宗堅が書いた
「寛文東行記」が最も古い確実
な記録です。藩主・前田綱紀
の参勤交代に先だって江戸へ向

かう際、魚津で詠んだとされる
漢詩の一節に蜃気楼を表す「碧
海現蜃楼(へきかいにしんろう
あらわる)」があります。また、
綱紀は魚津に宿泊したとき、
実際に蜃気楼を見えています。彼
はこれを吉兆と喜び「喜見
城」と名付けました。魚津では、
この呼び名が、昭和20年代頃ま
で蜃気楼と併用して一般的に使
われていました。ちなみに、上杉



「伊万里染付蜃気楼図中具型皿」
大蛤が気を吐き楼閣を作る様子
が描かれている(江戸後期)

大蛤が気を吐き楼閣



「刀の鐔」表面には蜃気楼図が
高彫りされている(江戸後期)



「蜃気楼棗」赤と黒の漆
で塗り分けられた側面と
蓋に蜃気楼図が描かれて
いる(2013年)

輝虎(後の上杉謙信)が1564
(永禄7)年に魚津で蜃気楼を
見たという逸話は有名ですが、
これは後の1698(元禄11)年に書
かれた上杉家の軍記「北越軍
談」によるものです(蜃気楼の
ふしぎ④参照)。

【美術工芸品にも】

蜃気楼の「蜃」は大蛤、
「気」は妖気、「楼」は楼閣を
表すとされ、大蛤が妖気を吐
き、幻の楼閣が見えるという
意味に由来します。「蜃」には
もともと蛟龍(龍の仲間)と

いう意味もありましたが、いつ
のまにか身近な蛤が広まったと
考えられます。そして、江戸時
代になると、さまざまな蜃気楼
図が考えだされました。今でも
蜃気楼が描かれた古い皿や碗、
掛軸、かんざし、刀の鐔などが
美術工芸品として残されてい
ます。明治以降、蜃気楼図は徐
々に忘れられていきましたが、
現代ではそのユニークなデザイ
ンが見直され、新たに茶釜や
棗(抹茶の容器)といった茶
道具などが作られています。

「蜃気楼のふしぎ」は今回で
おわりです。蜃気楼について、
もっと詳しく知りたい人は日本
蜃気楼協議会のホームページ
(<http://www.japan-mirage.org>)をご覧ください。

=おわり

日本蜃気楼協議会(日蜃協)
Japan Mirage Association 全国
各地の蜃気楼に関する情報交換、
調査研究、教育の普及を図るこ
を目的に2003年に発足した団体。
会員は、日本各地で活動している
蜃気楼研究者・観察者で構成さ
れ、現在約60人が在籍している。