



# A I による雲海予測と 観光への活用への取組

大橋 唯太 (岡山理科大学 生物地球部)

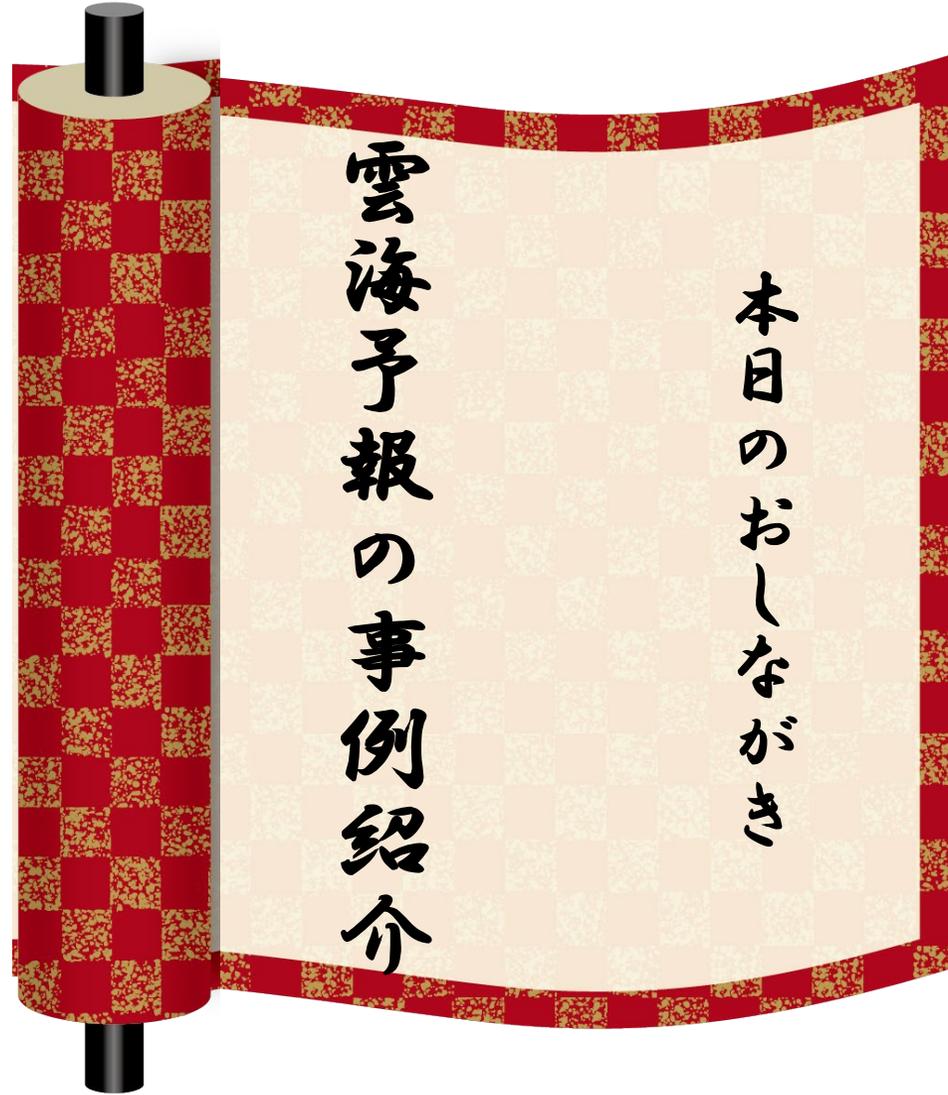
# AI予報のこれまでの実績

- 三次の雲海（広島県三次市）
- 備中松山城の雲海（岡山県高梁市）
- 肱川あらし（愛媛県大洲市）



雲海AI予報サイト





雲海予報の事例紹介

本日のおしながき

# 雲海スポットにある展望台



雲海AI予報サイト

広島県三次市  
高谷山展望台

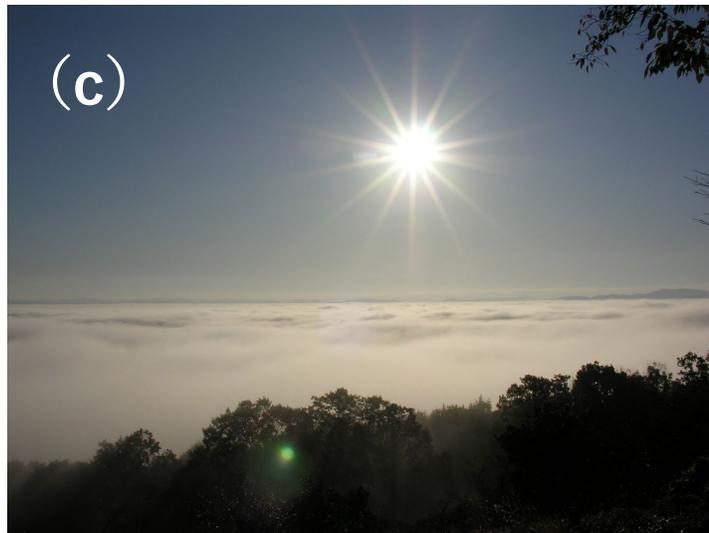


岡山県高梁市

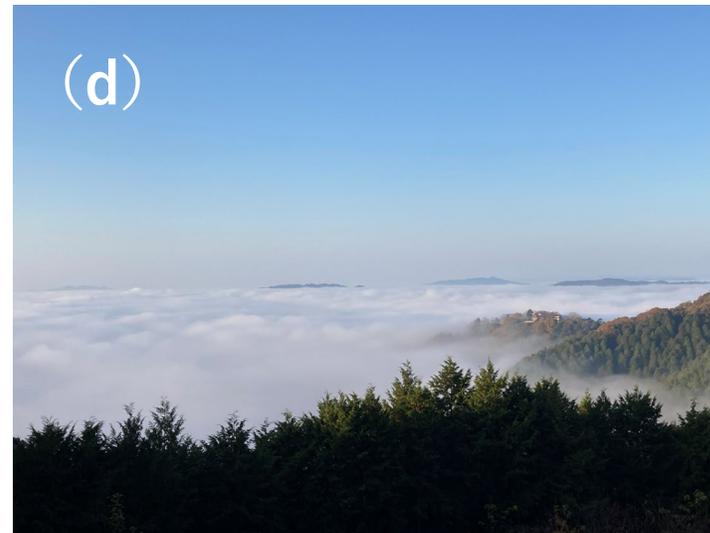
備中松山城  
雲海展望台



三次盆地の雲海



高梁盆地の雲海



# AIによる雲海予報を始めようとしたわけ

✓ 気象学の面から霧の研究を長年続けていた。

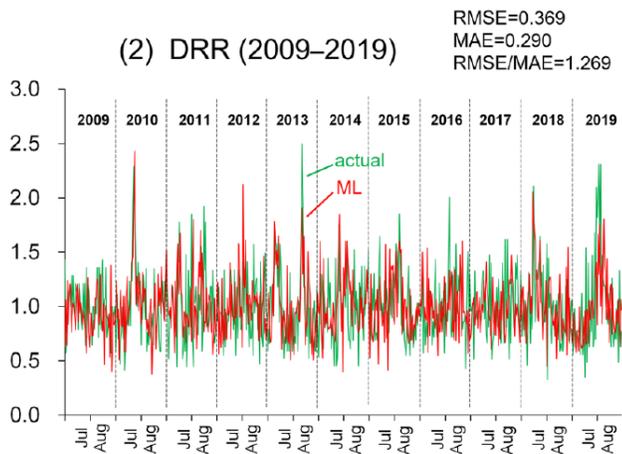
大規模な霧の発生メカニズム（三次の盆地霧）

別府（東九州自動車道）の濃霧予測

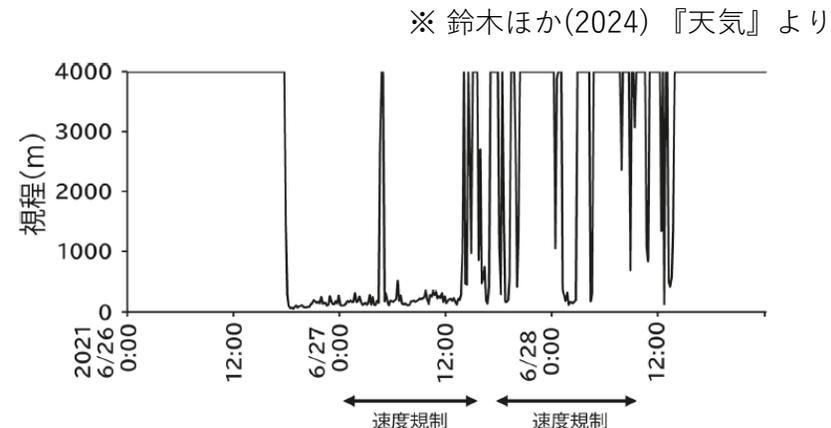
✓ AIで疾患リスクの研究を進めていた。

心筋梗塞の死亡  
リスクのAI予測

雲海を見に来たのに  
展望台に行ってみると  
出ていなかった・・・

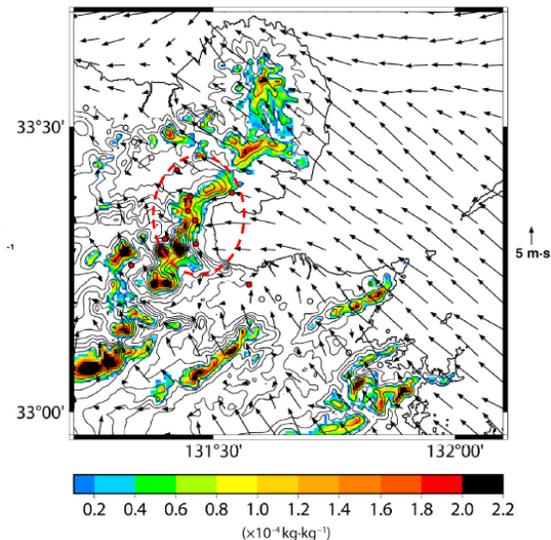


※ Ohashi et al (2023) 『Scientific Reports』 より



第2図 別府湾周辺の山腹で観測された視程の時間変化（2021年6月26～28日）。

(c) 1800 LT, 3 May 2020



気象モデルによる  
濃霧の数値シミュレーション

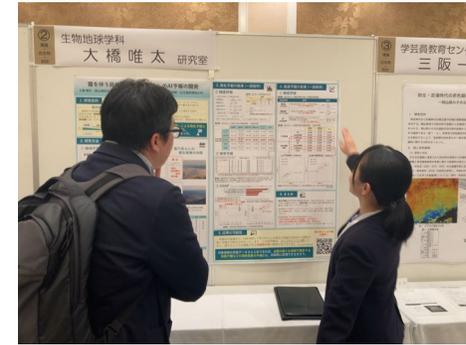
※ Ohashi and Suido (2021) 『Meteorological Applications』 より

# 学術研究としても認めてもらわなければならない



雲海AI予報サイト

- 日本気象学会で雲海AI予報の研究成果を発表。
- 環境情報科学論文集の学術論文（2022年）に掲載。
- American Meteorological Society（アメリカ気象学会）の学術論文（2024年）に掲載。



Journals

JOURNALS BROWSE PUBLISH SUBSCRIBE ABOUT

< Previous Article Next Article >

Editorial Type: [Article](#)

Article Type: [Research Article](#)

## AI-Driven Forecasting for Morning Fog Expansion (Sea of Clouds)

Yukitaka Ohashi and Kazuki Hara

Online Publication: [03 Oct 2024](#)

Print Publication: [01 Oct 2024](#)

DOI: <https://doi.org/10.1175/WAF-D-23-0237.1>

Page(s): [1387-1398](#)



Weather and Forecasting

Volume 39: Issue 10

Sections

References

OCTOBER 2024 OHASHI AND HARA 1387

### AI-Driven Forecasting for Morning Fog Expansion (Sea of Clouds)

YUKITAKA OHASHI<sup>a</sup> AND KAZUKI HARA<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Faculty of Biosphere-Geosphere Science, Okayama University of Science, Okayama, Japan  
<sup>b</sup> Graduate School of Science and Engineering, Okayama University of Science, Okayama, Japan

(Manuscript received 2 January 2024, in final form 29 May 2024, accepted 15 July 2024)

**ABSTRACT:** This study attempted to forecast the morning fog expansion (MFE), commonly referred to as the “sea of clouds,” utilizing an artificial intelligence (AI) algorithm. The radiation fog phenomenon that contributes to the sea of clouds is caused by various weather conditions. Hence, the MFE was predicted using datasets from public meteorological observations and a mesoscale numerical model (MSM). In this study, a machine learning technique, the gradient-boosting method, was adopted as the AI algorithm. The Miyoshi basin in Japan, renowned for its MFE, was selected as the experimental region. Training models were developed using datasets from October to December 2018–21. Subsequently, these models were applied to forecast MFE in 2022. The model employing the upper-atmospheric prediction data from the MSM demonstrated the highest robustness and accuracy among the proposed models. For untrained data in the fog season during 2022, the model was confirmed to be sufficiently reliable for forecasting MFE, with a high hit rate of 0.935, a low Brier score of 0.119, and a high area under the curve (AUC) of 0.944. Furthermore, the analysis of the importance of the features elucidated that the meteorological factors, such as synoptic-scale weak wind, temperatures close to the dewpoint temperature, and the absence of middle-level cloud cover at midnight, strongly contribute to the MFE. Therefore, the incorporation of upper-level meteorological elements improves the forecast accuracy for MFE.

**SIGNIFICANCE STATEMENT:** An AI-driven forecasting model for predicting morning fog expansion (MFE), sea of clouds, which often affects local livelihoods, was constructed. Fog forecasting machine learning techniques were utilized in the Japanese region famous for the morning fog. This study revealed that more accurate forecasting models incorporate numerically predicted weather elements sourced from the public routine system rather than real-time observed weather elements. Notably, the upper-level wind speed reflecting synoptic-scale dynamics, surface dewpoint depression, and middle-level cloud cover play significant roles in governing MFE. Therefore, incorporating upper-level meteorological elements into the features to machine learning is crucial for improving the forecasting accuracy of MFE.

**KEYWORDS:** Fog; Forecasting; Artificial intelligence; Machine learning

#### 1. Introduction

Fog often influences daily human life, society, and the environment in numerous regions of the world. Previous studies have discussed the positive and negative impacts of fog on agriculture and vegetation (e.g., Baguskas et al. 2018; Qiao et al. 2020) and visibility-induced accidents on highways, at sea, and in aviation (e.g., Singh and Sood 2017; Parde et al. 2022). Several challenges have been identified in fog forecasting using meteorological data. Although numerical weather prediction (NWP) models have been employed to simulate spatiotemporal patterns (e.g., Gultepe and Milbrandt 2007; Román-Casón et al. 2016; Bari and Bergot 2018; Pahlavan et al. 2021), these methods require user expertise, more time to prepare implementations, and high computational expenses. Furthermore, executing ensemble-based forecasts, which often rely on NWP models (Zhou and Du 2010; Pahlavan et al. 2021; Parde et al. 2022), is hugely time consuming despite be-

2021). Recent advancements in ML (Negishi and Kusaka 2022) have demonstrated the superiority of ML methods over statistical models in predicting radiation fog. Castillo-Botón et al. (2022) also indicated difficulty in forecasting fog by regression models compared with ML techniques as the structure of the fog-event datasets is highly nonlinear. Therefore, ML fog forecasting not only offers a more accurate and practical alternative to statistical models but is also easier and simpler than the NWP models.

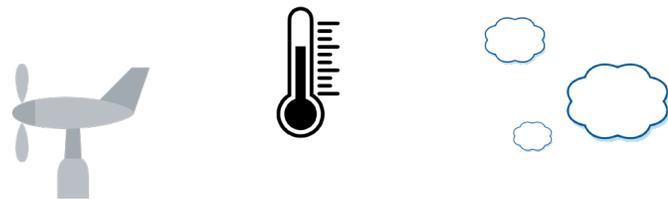
Radiation fog, a typical land-based fog phenomenon, frequently occurs during the cold season, which decreases with nighttime temperature. Numerous studies have focused on elucidating radiation fog, and the underlying occurrence mechanism has been identified from the perspective of the meteorological background (e.g., Roach et al. 1976; Ohta and Tanaka 1986; Duynkerke 1991; Zhou and Ferrier 2008; Smith et al. 2018; Price 2019). Researchers have highlighted the in-

# A I 予報システムの流れは？

地上気象観測  
データ

気象庁数値予報  
データ

雲海の発生  
確率 85%



① 2 日前 (14時)、② 1 日前 (11時)、③ 前夜 (21時) に更新



オンラインWebデータを  
自動収集



Python言語



WebサイトやSNSを  
通して自動発信

A I 予報に必要な気象要素

- 気温
- 風速
- 日照時間
- 降水量
- 露点温度
- 中層雲量 など

A I アーキテクチャ

学習モデルのビルディング  
↓  
パラメータ・チューニング  
↓  
ベストモデルの探索

予報プロダクト

翌朝の雲海予報を実行

発生確率 (%) を計算

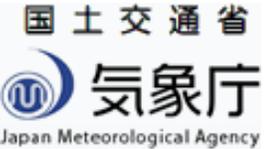


# AIで予報に使う気象データは？



雲海AI予報サイト

気象要素	単位	地上	上空 (850hPa)	備考
気温	°C	21, 00, 03, 06	21, 00, 03, 06	
気温低下量	°C	21→00, 21→03, 21→06, 00→03, 00→06, 03→06	—	
湿数	°C	21, 00, 03, 06	21, 00, 03, 06	気温－露点温度
風速	m/s	21, 00, 03, 06	21, 00, 03, 06	スカラー値
降水量	mm	21, 00, 03, 06	—	
上層雲量	—	21, 00, 03, 06	—	0.0~1.0による 割合
中層雲量	—	21, 00, 03, 06	—	0.0~1.0による 割合



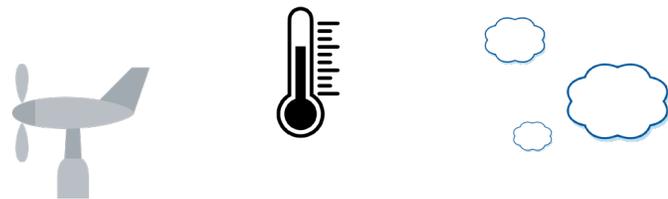
気象庁  
数値予報GPV  
メソ気象モデル  
(地上解像度5km  
上空解像度10km)  
から自動で取得

# A I 予報システムの流れは？

地上気象観測  
データ

気象庁数値予報  
データ

雲海の発生  
確率 85%



① 2 日前 (14時)、② 1 日前 (11時)、③ 前夜 (21時) に更新



オンラインWebデータを  
自動収集



A.I.

Python言語



WebサイトやSNSを  
通して自動発信

A I 予報に必要な気象要素

- 気温
- 風速
- 日照時間
- 降水量
- 露点温度
- 中層雲量 など

A I アーキテクチャ

学習モデルのビルディング  
↓  
パラメータ・チューニング  
↓  
ベストモデルの探索

予報プロダクト

翌朝の雲海予報を実行

発生確率 (%) を計算





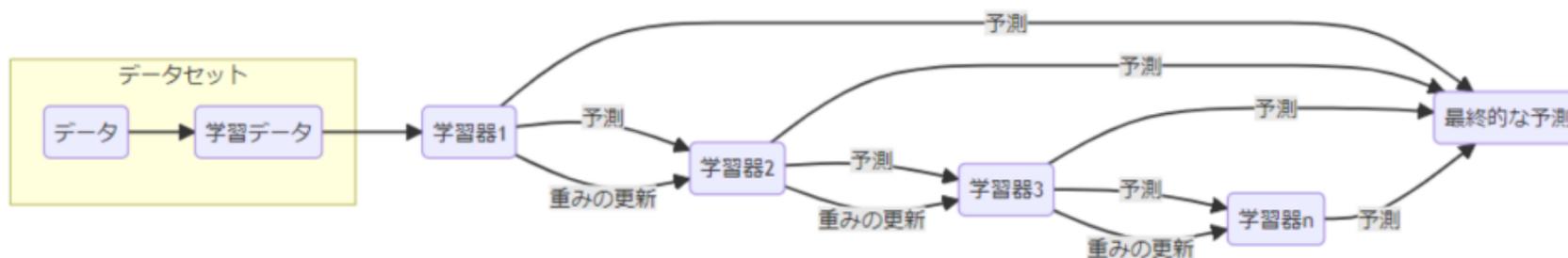
雲海AI予報サイト

# AIで計算される『確率』とは？

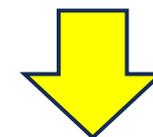
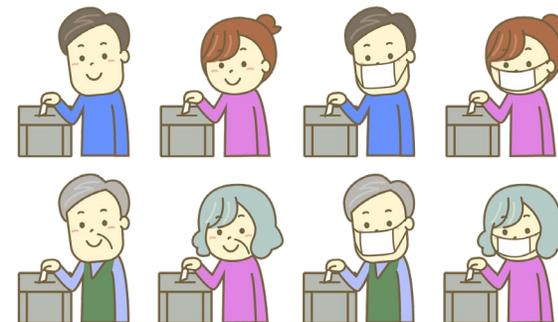
## ブースティング (Boosting) とは



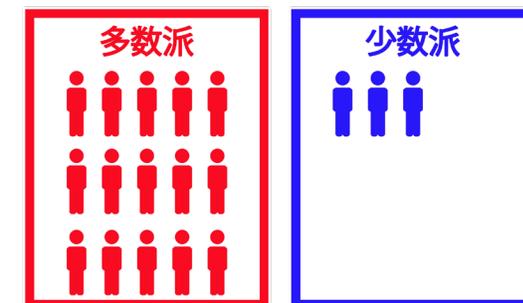
弱い「学習器」を次々に訓練し、その結果を組み合わせることで最終的な強学習器を作成する手法



前の「学習器」が間違った部分を直して、次の「学習器」の精度が上がる！



雲海が出る 雲海は出ない



判定数の比率 = 『発生確率』とみなす。

# AIで学習させる過去の雲海情報



雲海AI予報サイト

※ 国土交通省が公開する  
河川カメラ画像を使用。

三次（高谷山展望台）

2分類（今シーズンは3分類で予報中）

(a) 雲海が発生していない日

(b) 雲海が発生している日



# AIで学習させる過去の雲海情報

高梁（備中松山城展望台）

(a) 雲海が発生していない日



(b) 天空の城にならない雲海 ①



(c) 天空の城にならない雲海 ②



(d) 天空の城になる雲海



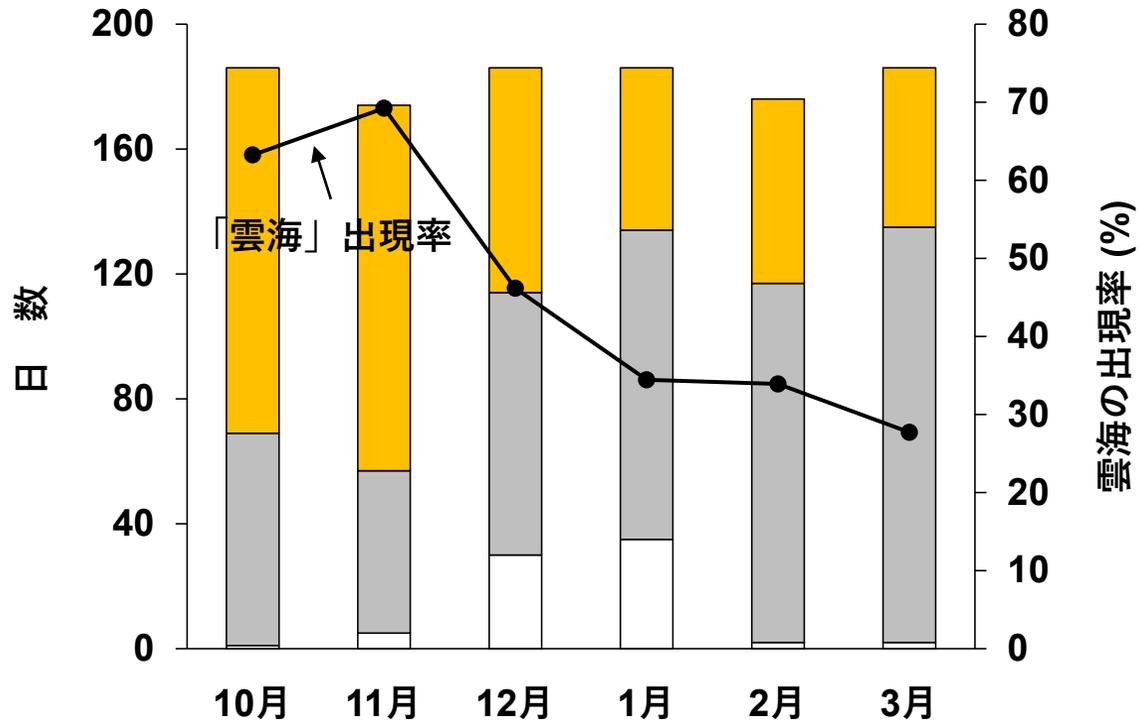
※ 展望台にトレイルカメラを設置して独自に画像を取得。

**3 分類**

※(b)と(c)を一つにまとめる。

# 雲海の発生統計（カメラ映像から）

(a) 三次の雲海（2018~2023年度）

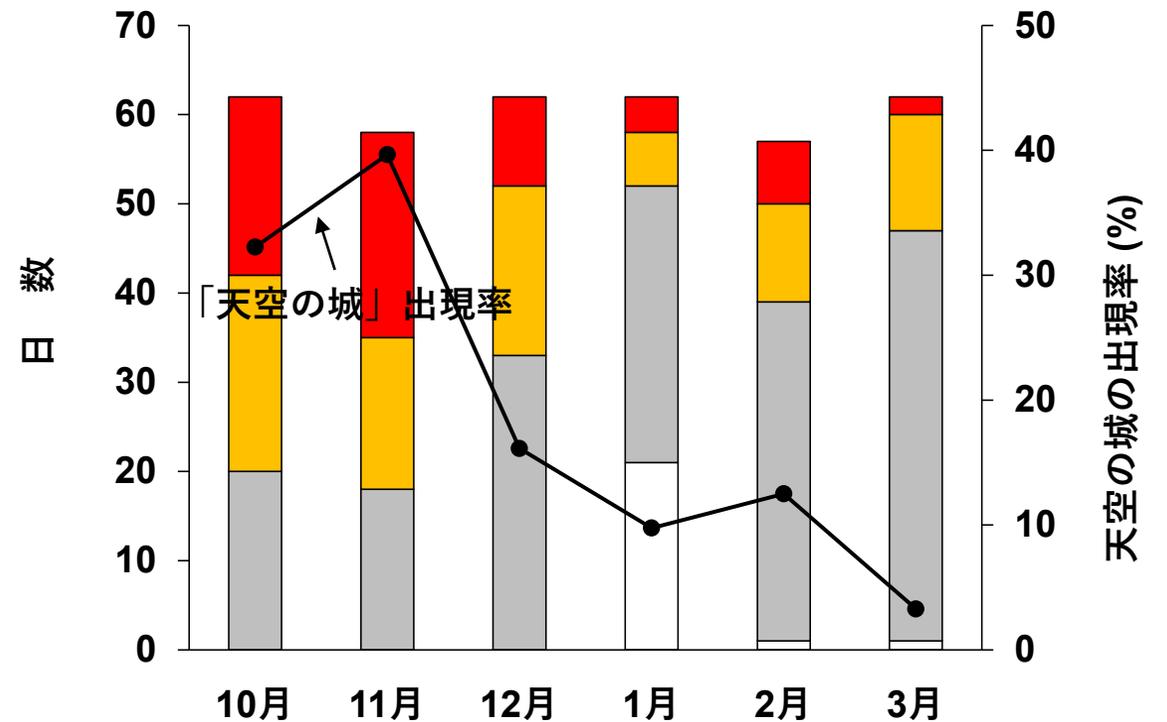


- 雲海が発生した
- 雲海が発生しなかった
- カメラ映像の欠測



秋・冬の雲海シーズンには、多い月で **約7割(月に約20日)** の日で雲海が発生している！

(b) 備中松山城の雲海（2022~2023年度）



- 天空の城になる雲海
- 天空の城にならない雲海
- 雲海が発生しなかった



秋・冬の雲海シーズンには、多い月で **約7割(月に約20日)** の日で雲海が発生し、**約4割(月に約12日)** の日で天空の城が出現している！

# 雲海の発生統計（カメラ映像から）

## 展望台で配布している紹介パンフ

### スマホのWEB画面

### 備中松山城の雲海

その他

2023年11月8日 早朝の発生

天空の城がみられる確率  
**75 %**

天空の城にならない雲海の確率  
**17 %**

雲海が発生しない確率  
**8 %**

この予報結果の更新日時  
2023/11/07 22:20



雲海AI予報サイト

### 備中松山城の『天空の城 AI 予報』を、はじめました！

このたび、岡山理科大学・生物地球学部の大橋研究室では「雲海 AI 予報」を開発し、運用を開始しました。研究室コンピューター内にある AI プログラムが翌朝の雲海発生確率を自動計算し、WEB 上で公開しています。特に制限なくどなたでも無料で利用できますので、雲海を見に行く際の参考に、ご活用ください。

WEB 公開している URL : <http://unkai.cloudfree.jp/unkai-t.html>

【一部画面の様子】



【サイトの QR コード】



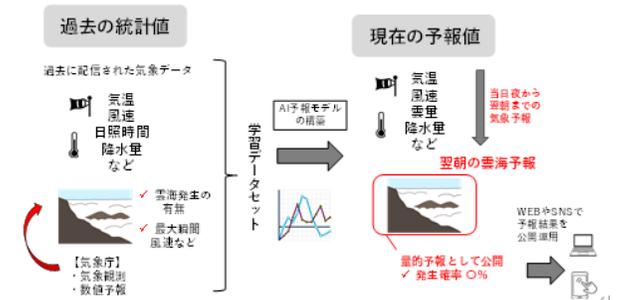
※ 使用にあたっての注意事項が画面内に書かれてありますので、ご使用前に必ず確認してください。

AI 予報も天気予報のように外れることはありますので、ご自身の責任においてお使いください。

開発責任者：大橋唯太（岡山理科大学生物地球学部・教授）

発明名称：雲海発生予測システム、雲海発生予測方法及び雲海発生予測プログラム（特願 2022-080258）

【雲海 AI 予報のしくみ】



# AI 予報の精度 (2023年度シーズン)



雲海AI予報サイト



※ 2018～2022年度の情報を学習して、2023年度を予報した結果。

※ 2022年度の情報を学習して、2023年度を予報した結果。



(a) 三次の雲海	観測日数	捕捉日数	捕捉率
雲海が発生	42	36	85.7 %
雲海が発生しない	29	20	69.0 %
総日数	71	56 *	78.9 % *

(b) 備中松山城の雲海	観測日数	捕捉日数	捕捉率
天空の城になる雲海	21	12 (5)	57.1 (23.8) %
天空の城にならない雲海	35	24 (30)	68.6 (85.7) %
雲海が発生しない	34	22 (9)	64.7 (26.5) %
総日数	90	58 (44) *	64.4 (48.9) % *

(括弧内の数値)  
学習データが少ないため、予報精度が良くない。  
そこで、2023年の過去になった日の情報も逐次追加して学習モデルを更新していった結果を示している。

# AI予報の精度 (2023年度シーズン)



雲海AI予報サイト

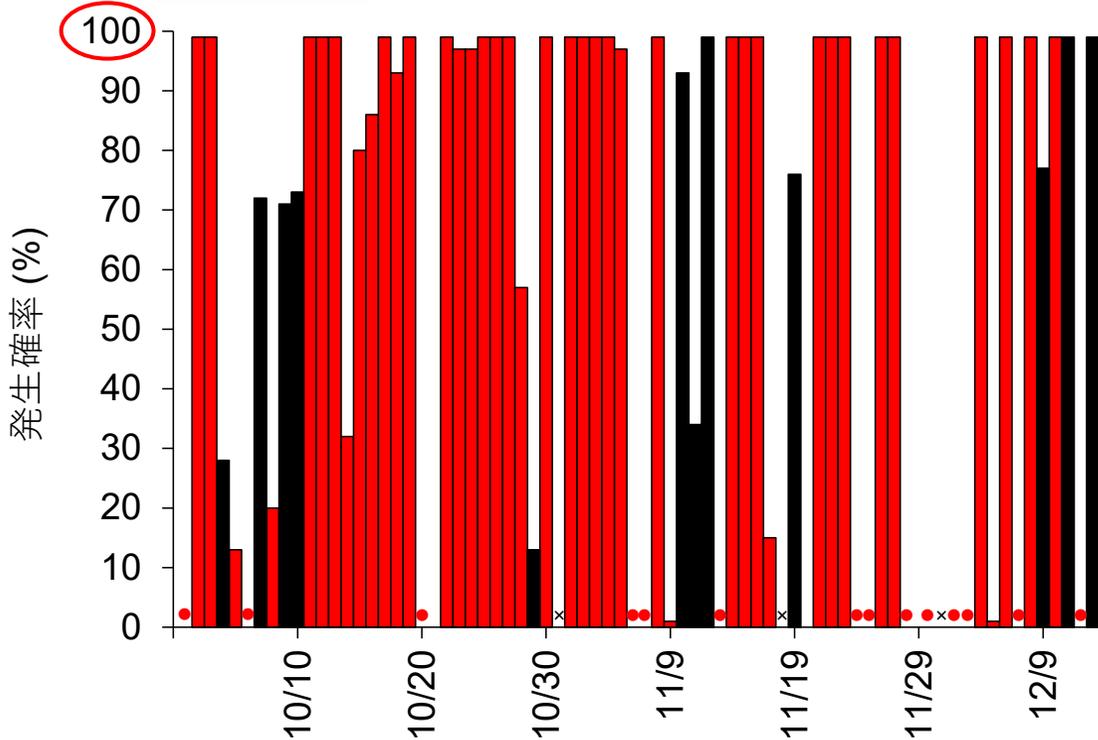
## 確率予報の結果

AIは自信をもって当てられている！

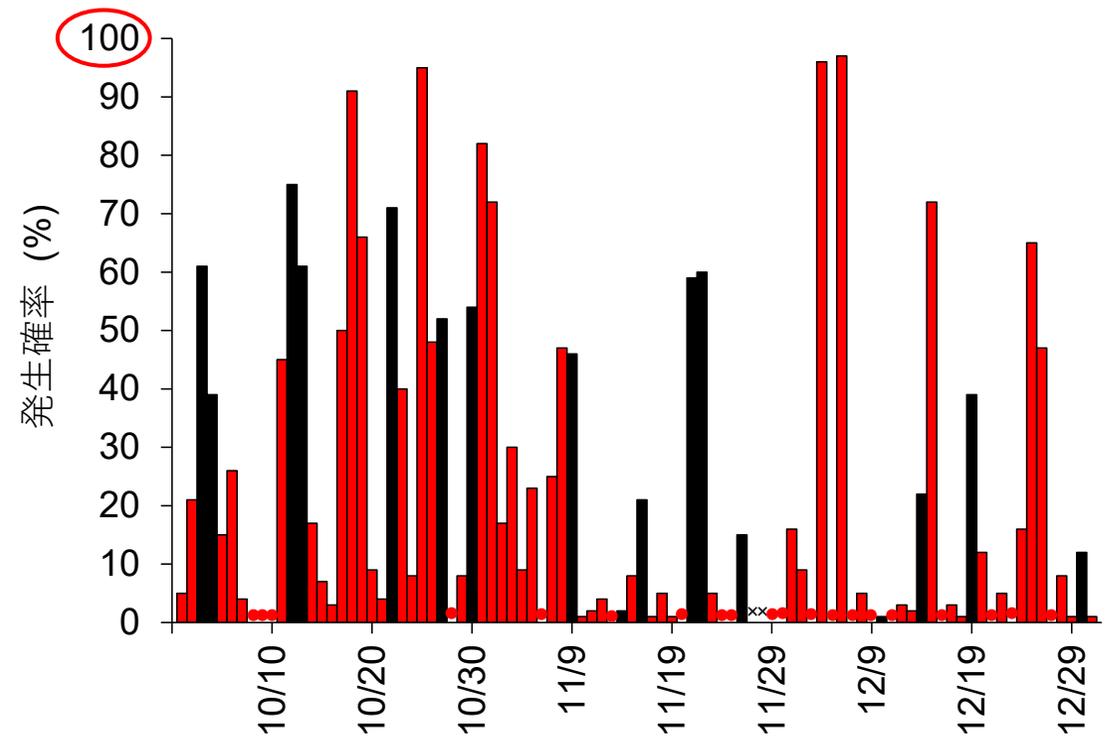
まだAIは自信がないときが多い・・・



三次の雲海の発生確率



備中松山城の「天空の城」の発生確率





雲海予報の独自性

雲海予報の事例紹介

本日のおしながき

# 巷の雲海予報との差別化はあるのか？



雲海AI予報サイト

- ✓ **個人**で天気図や気象情報をもとに予報を公開している（例：秩父）。
- ✓ **自治体**で予報を公開している（例：土佐れいほく）。
- ✓ **企業**で予報を公開している（例：三菱自動車工業）。



『雲海出現NAVI』の存在が、  
よく知られている。

<https://www.mitsubishi-motors.co.jp/special/weekend-explorer/unkai/>

三菱自動車工業が運営。

週末（土日）のみ予報している。

「AI＋専門家の知見」で予報している。  
（ウェザーニューズが協力）

# ほかの雲海予報との差別化



雲海AI予報サイト

## 私が開発している雲海AI予報の特徴

- ✓ その地域の雲海に適したAI予報を**ハンドメイド**で構築するため、雲海の**発生メカニズム**を考えた予報が可能となる。

その地域の雲海タイプ（放射霧、移流霧、滑昇霧など）によって、AIで用いる気象データの種類や地域の範囲などを選定しないと、予報精度は向上しない。

### 滑昇霧

③滑昇霧が発生

②上空ほど気温が下がり  
空気が冷やされる

暖かい空気

①山の斜面に沿うように暖かい空気が上昇

### 移流霧

②移流霧が発生

暖かく  
湿った空気

冷たい

①暖かく湿った空気が冷たい水面（地面）に流れ込む

### 放射霧

②熱が逃げる

①放射冷却で地面が冷える

④放射霧が発生

③空気中の水分が水滴に

高台や展望台で見下ろすと「雲海」に

### 備中松山城の雲海

その他

2023年11月8日 早朝の発生

天空の城がみられる確率  
75%

天空の城にならない雲海の確率  
17%

雲海が発生しない確率  
8%

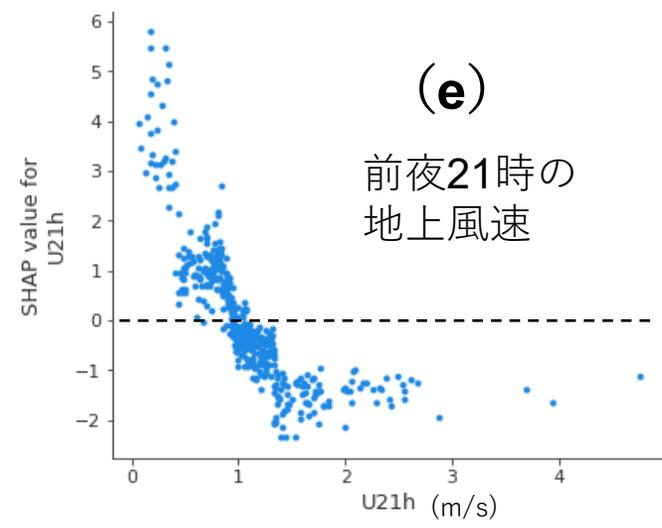
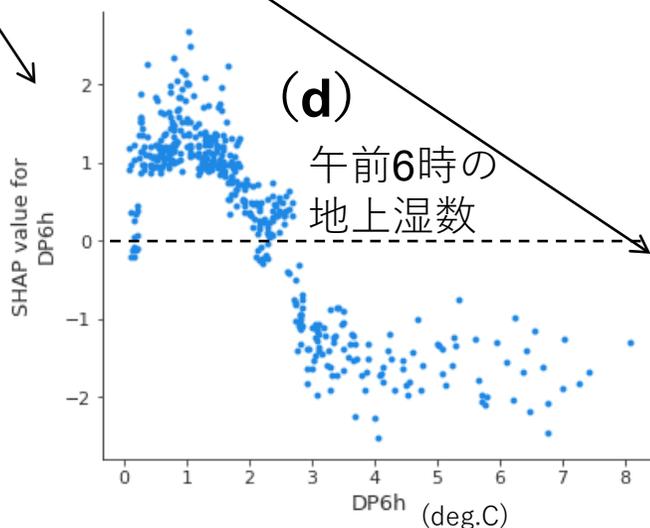
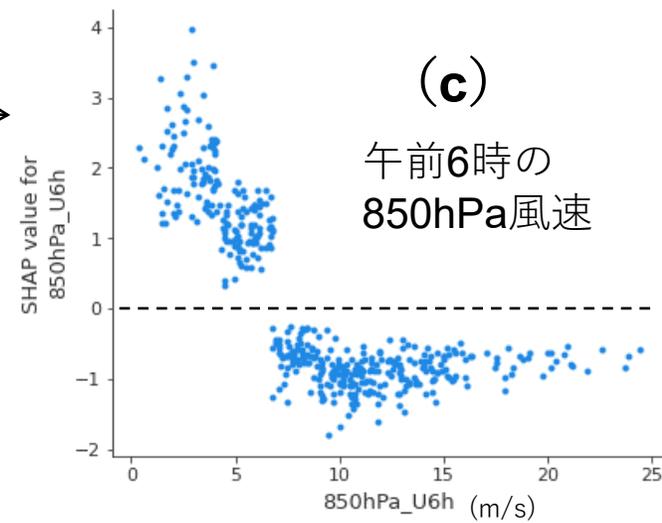
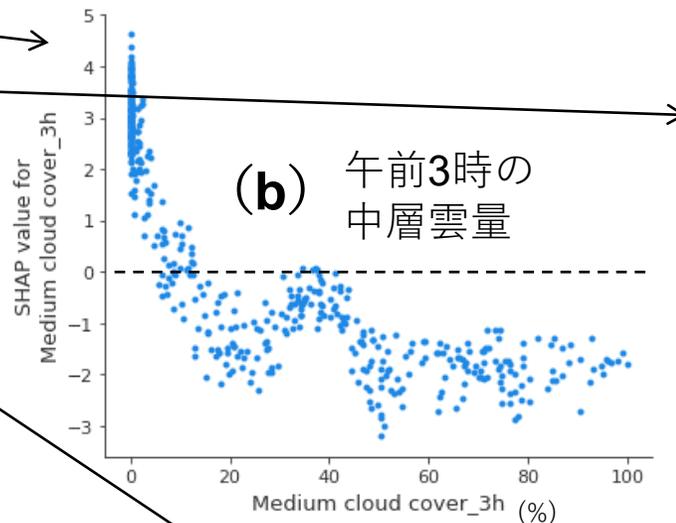
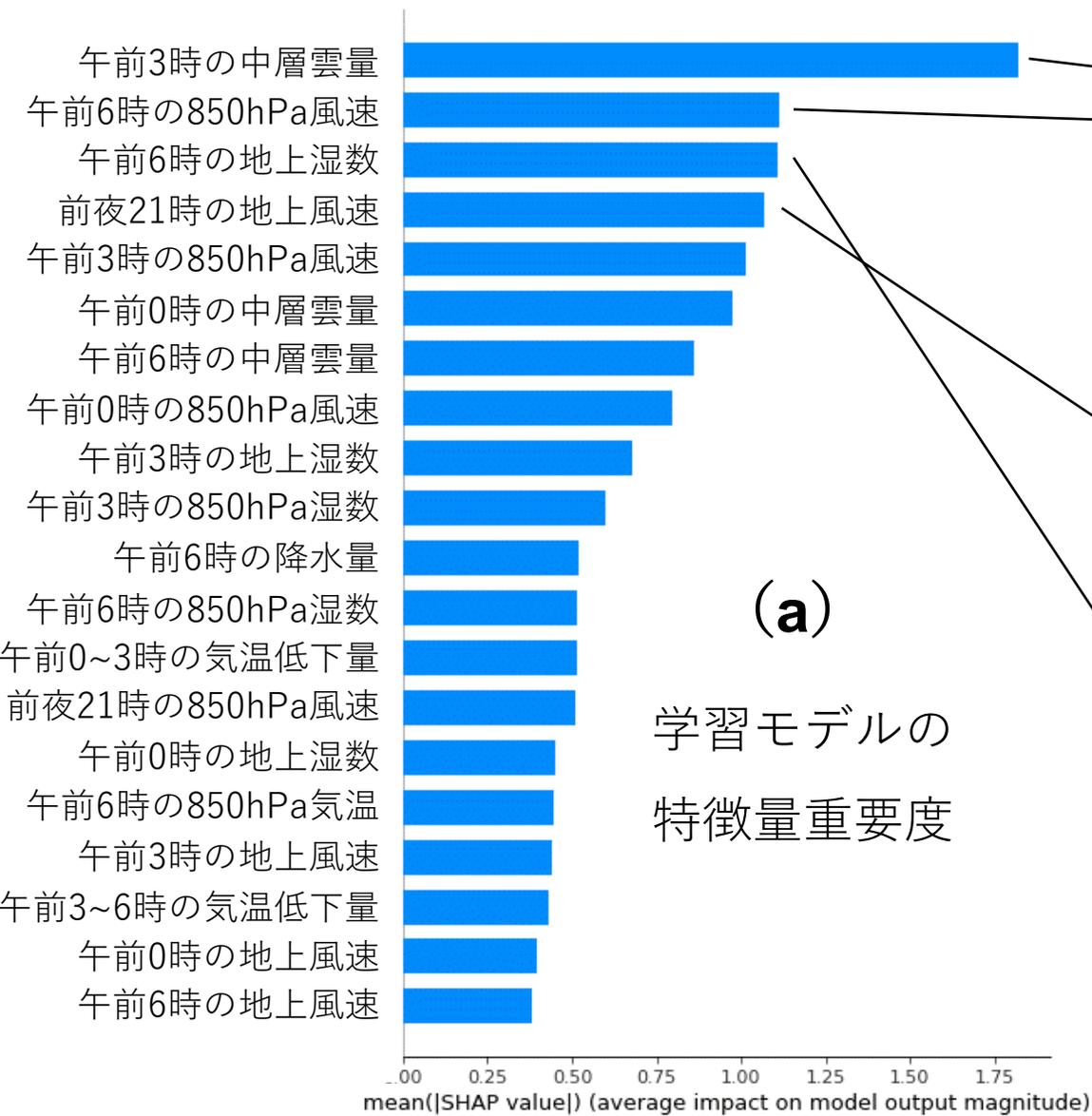
この予報結果の更新日時  
2023/11/07 22:20

株式会社ライフビジネスウェザー (<https://sorakura.jp/20241025201/>) より

- ✓ その地域の雲海に適した『**多分類**』の予報の発表が可能となる。

# ほかの雲海予報との差別化

雲海が発生する気象条件をAIがどのように学習しているかがわかる！





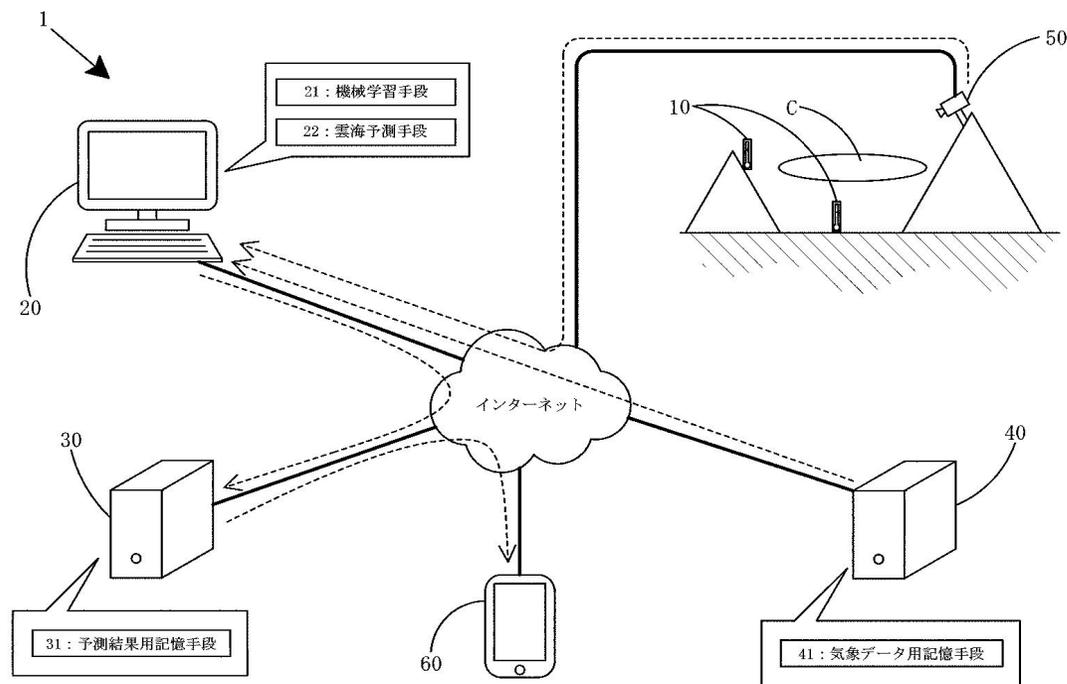
雲海AI予報サイト

# 産業技術としての成果

■ 2022年に特許出願（特願2022-080258）

発明名称：雲海発生予測システム、雲海発生予測方法及び雲海発生予測プログラム

発明者：大橋唯太





本日のおしながき

雲海予報の事例紹介

雲海予報の独自性

雲海予報の広報活動

# 各種メディアで取り上げてもらおう



雲海AI予報サイト



多くの人に、雲海の認知度アップと興味を持ってもらう。

□ **テレビ放送や新聞**で雲海予報の存在を広く知ってもらう。

ローカル放送 → 全国放送へ  
地域記事 → 全国記事へ

} 県外の遠方の人に知ってもらう  
チャンス！

AI予報という取り組み自体が、今はまだ珍しい。



『雲海予報』は、全国各地に存在する。  
→ 独自性をもっとアピールしていく。

# 各種メディアで積極的に配信しよう



雲海AI予報サイト



多くの人に、雲海の認知度アップと興味を持ってもらう。

□ SNSで、雲海に興味をもつ層を中心に浸透させる。

XやInstagramで雲海予報を流す。秩父の雲海など  
YouTubeなどで雲海のライブ映像を配信。

竹田城跡（朝来市）  
備中松山城（高梁市）  
など

X（大橋研究室）で発信



# 地元地域で広報活動しよう

## 自治体HPで紹介してもらう



The screenshot shows the Ozu City website with a navigation menu and a prominent banner for the 'Ue-gawa Haze AI Forecast'. The banner text reads: 「肱川あらしAI予報」を活用してください！. Below the banner, it says: 更新日:2024年10月10日更新 印刷ページ表示. At the bottom, there is a section titled 「肱川あらし発生予測の参考に！」 and a paragraph: 岡山理科大学・生物地球学部の大橋研究室と鳥取環境大学・環境学部の重田研究室は、「肱川あらしAI予報」を共同開発し、運用公開しています。研究室パソコン内にあるAIプログラムが翌朝の肱川あらしの発生確率を自動計算し、Web上で公開します。特に制限はなく、どなたでも無料で利用できますので、肱川あらしを見に行く際の参考にご活用ください。 肱川あらしAI予報サイト

<https://www.city.ozu.ehime.jp/soshiki/nagahamash/1169.html>

## 自治体からの協力は必須！

## 地元同好会のHPで紹介してもらう



The screenshot shows the 'Mist Sea Live Camera' website. The header includes 'みよし だんごにやま 三次 高谷山 霧の海ライブカメラ ネットA趣向'. A central image shows a live camera feed of a sunset over the sea. Text on the page includes: 映像を見るにはここをクリック (with a camera icon), 霧の海サイト (with a QR code), フログ 霧の海通信 (with a yellow box), 雲海AI予報 (岡山理大 大橋教授) (with a blue box), 寄せ書き帳 (with a yellow box), 霧の海写真館 (with a yellow box), 高谷山へ行くには (with a yellow box), 三次の天気予報 (with a yellow box), 霧中クラブ (with a yellow box). A paragraph states: 2003年に三次市で「霧の海」が最もよく見える高谷山(491m)の展望台にライブカメラが設置されました。霧の海や市内の映像を24時間、配信しています。カメラを設置、運営しているのは市内のパソコンサークル。 ネット A-趣向. A box on the right says: VIDEOで見る. At the bottom right, a box says: 100万回アクセス記念 感想文発表. At the bottom left, it says: 入会希望・お問合せは (with an envelope icon).

<https://www.asahi-net.or.jp/~rs9s-mrok/>

## スマホのWEB画面

**備中松山城の雲海**

その他

2023年11月8日 早朝の発生

天空の城がみられる確率  
**75 %**

天空の城にならない雲海の確率  
**17 %**

雲海が発生しない確率  
**8 %**

この予報結果の更新日時  
2023/11/07 22:20

## 外国人観光客にも対応

The sea of clouds at Takataniyama in Miyoshi, Hiroshima

Occurrence in the early morning on 1/27/2025

Probability of a sea of clouds  
OCCURRING BELOW you\*  
**63 %**

Probability of ENTERING the fog\*\*  
**12 %**

Probability of NO sea of clouds  
**25 %**

Update time of this forecast result  
01/26/2025 15:37

## 展望台で配布した紹介パンフ

**備中松山城の『天空の城 AI 予報』を、はじめました！**

このたび、岡山理科大学・生物地球学部の大橋研究室では「雲海 AI 予報」を開発し、運用を開始しました。研究室コンピューター内にある AI プログラムが翌朝の雲海発生確率を自動計算し、WEB 上で公開しています。特に制限なくどなたでも無料で利用できますので、雲海を見に行く際の参考に、ご活用ください。

WEB 公開している URL : <http://unkai.cloudfree.jp/unkai-t.html>

【一部画面の様子】



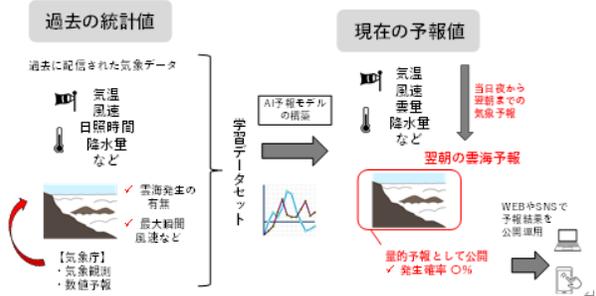
【サイトの QR コード】



※ 使用にあたっての注意事項が画面内に書かれてありますので、ご使用前に必ず確認してください。  
AI 予報も天気予報のように外れることはありますので、ご自身の責任においてお使いください。

開発責任者：大橋唯太（岡山理科大学生物地球学部・教授）  
発明名称：雲海発生予測システム、雲海発生予測方法及び雲海発生予測プログラム（特願 2022-080258）

【雲海 AI 予報のしくみ】



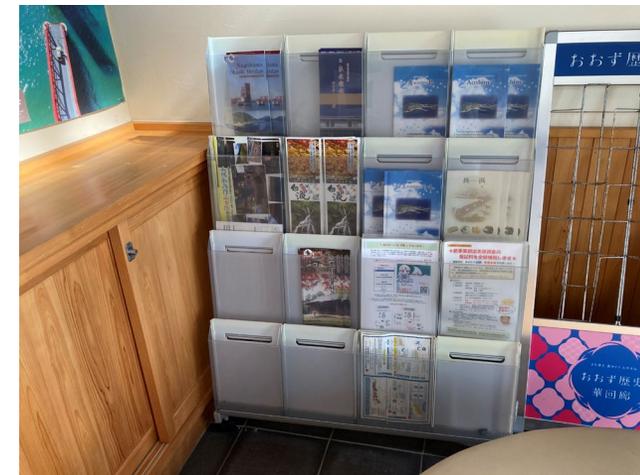
過去の統計値  
過去に配信された気象データ  
気温  
風速  
日照時間  
降水量  
など  
学習データセット

現在の予報値  
気温  
風速  
霧量  
降水量  
など  
当日夜から翌朝までの気象予報  
翌朝の雲海予報  
重層的予報として公開  
発生確率 0%

WEB/RSNSで予報結果を公開活用



雲海AI予報サイト



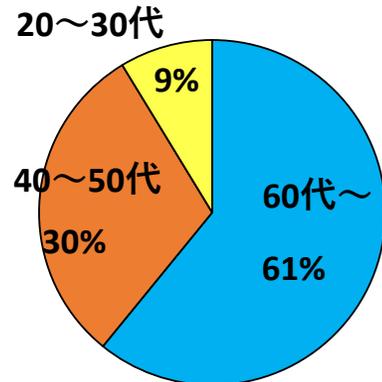
# 雲海スポットでヒアリングしてみた



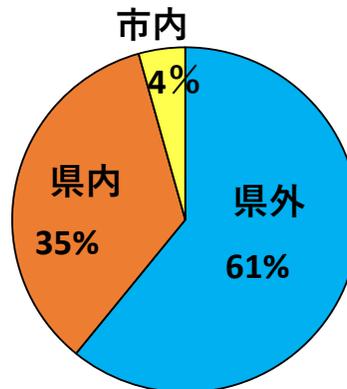
雲海AI予報サイト

※ 備中松山城展望台にて

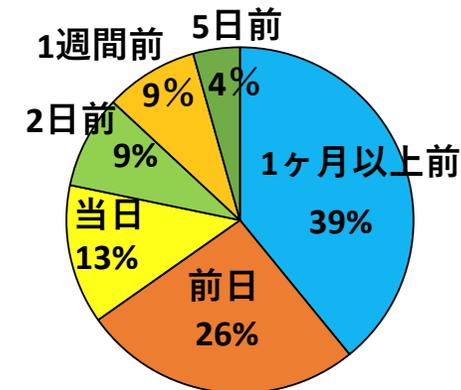
### 年齢



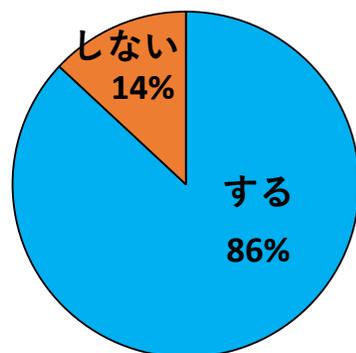
### 来訪者の現住所



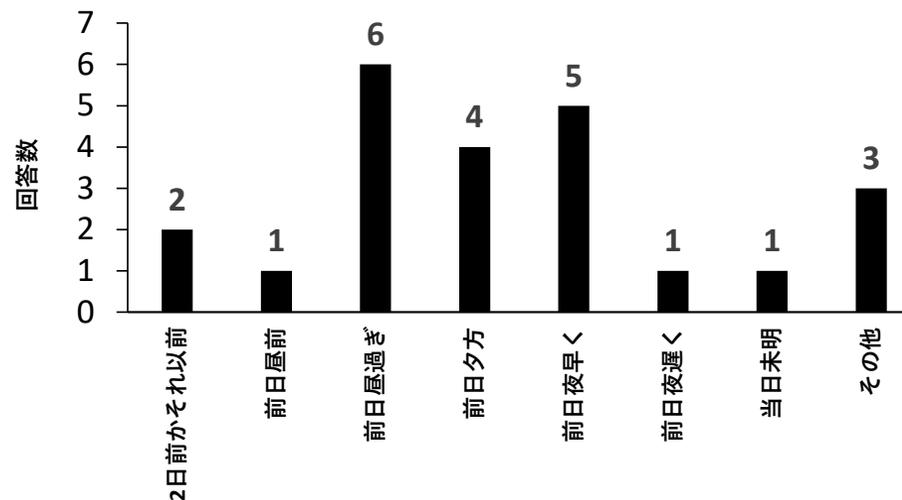
### 何日前から予定を立てたか



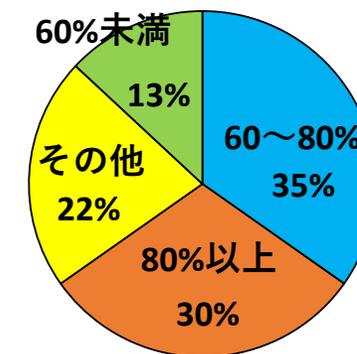
### 雲海予報があれば利用するか



### 雲海予報の情報をいつ確認するか



### 何%の発生確率で見に来るか



## AI予報の今後の可能性

- 現地でのヒアリング調査を続けて**ニーズを探る**ことが必要。
- **週間雲海予報**の公開。精度が多少悪くても、だいたいの傾向を示すのは有益。
- 雲海が発生する**時間帯の予報**まで公開できるようにする。

長時間のご清聴を  
ありがとうございました。

