

# 架線着霜発生予測プログラム

防災技術研究部

気象防災研究室 鎌田 慈



# 架線着霜発生予測プログラムの概要

---

## (1)用途

- 翌日の架線着霜の発生予測に利用可能

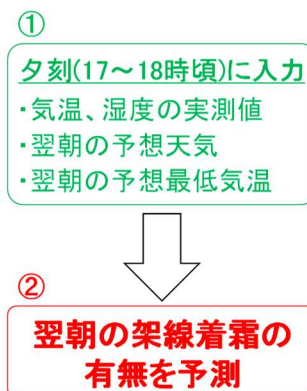
## (2)特長

- 夕刻の気温、湿度の実測値と翌朝の予想天気、予想最低気温のみを用います。
- 本予測手法の適中率は約9割です。(気象予想情報の影響要因を除く)

# 架線着霜発生予測プログラムの概要

### (3)適用事例

- 鉄道事業者2社で導入
- ALFA-X走行試験前の架線着霜の予測に使用



霜発生予測プログラム

入力シート データリスト その他操作

2022/11/22

時刻(18時前後)実測温度記録予想

気温(℃) 天気

3.0 晴れ

湿度(RH1%) 最低気温(℃)

80.0 -2.0

風速(m/s) 風速(m/s)

1.0 0.5

2022/11/22

指定の日付へ

ファイル保存/パス

記録して 前日へ

記録して 翌日へ

霜発生予測

霜発生予測プログラムの起動画面です

※色付きのフィールドは霜発生予想のためには必須項目です

ファイル保存/スやファイル名が空欄の場合、デフォルトの値が採用されます  
任意の値に設定した時、記録すればそれに記録されます

最初のデータ 前のデータ 次のデータ 最後のデータ データの削除

プログラム終了

#### (4) 価格とお問合せ先

- 41,000円(税抜き) (株)テス

(<https://www.tess.co.jp/info/products/prod120.html>)

# 目次

---

- 背景と開発の目的
- 架線着霜の発生条件
- 架線着霜の予測手法
- 架線着霜発生予測プログラム

# 背景と開発の目的

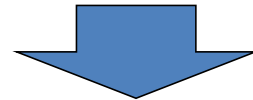


# 背景と開発の目的

---

目的: 架線着霜対策の効率化

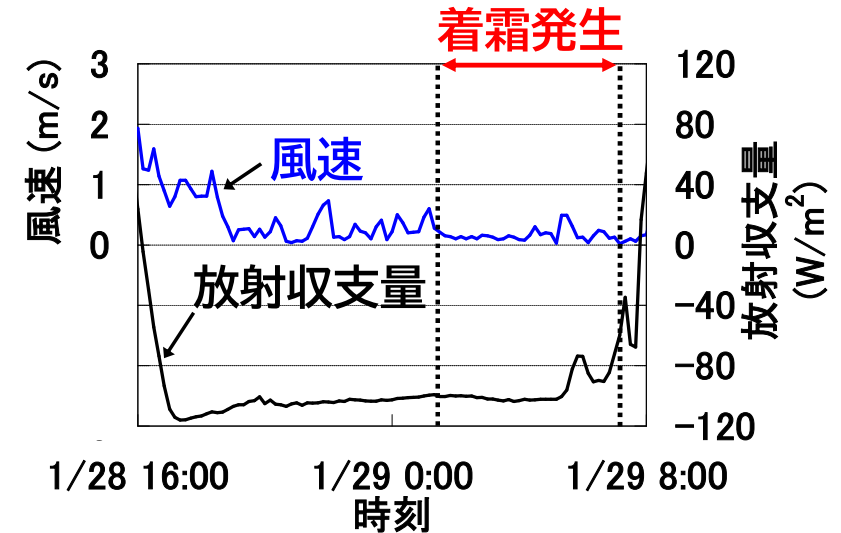
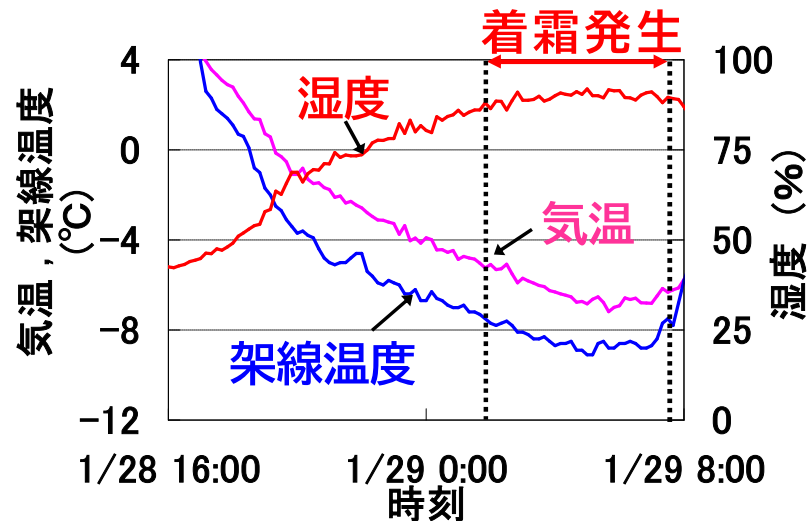
架線着霜発生時の気象条件と発生メカニズムに基づいた架線着霜予測手法を構築



一般の気象情報を用いて、簡易に架線着霜を予測可能なプログラムを提供

# 架線着霜の発生条件

## 架線着霜発生日の典型的な気象状況

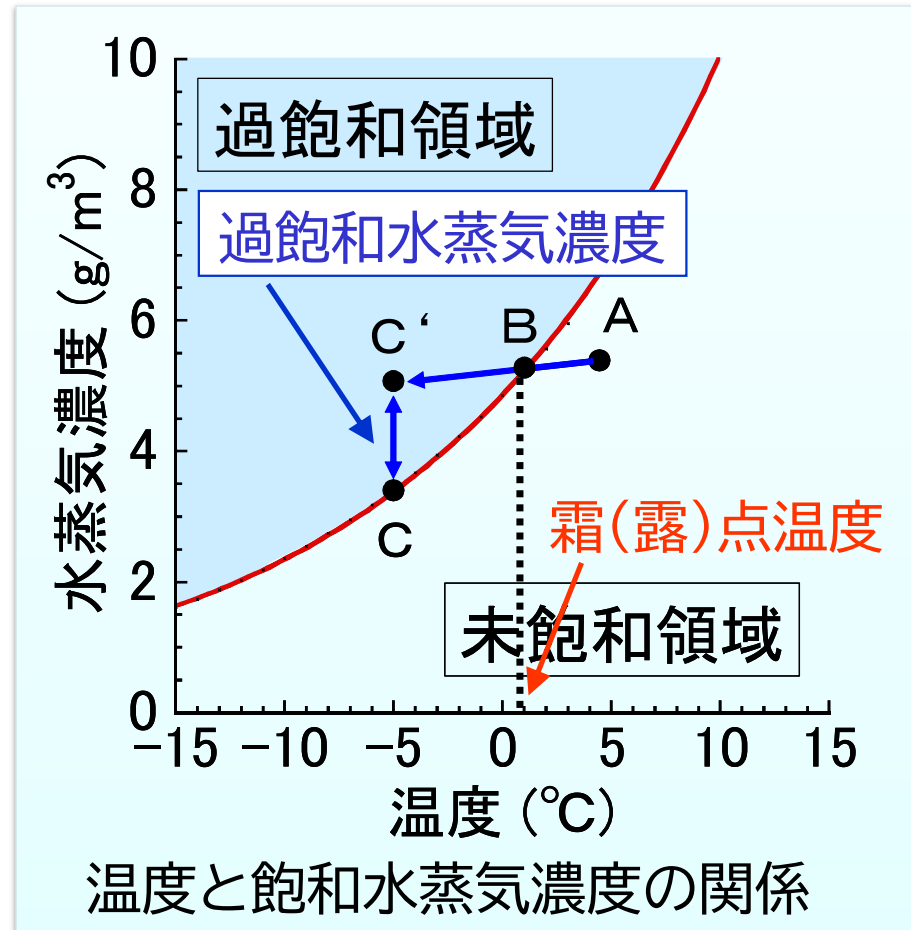
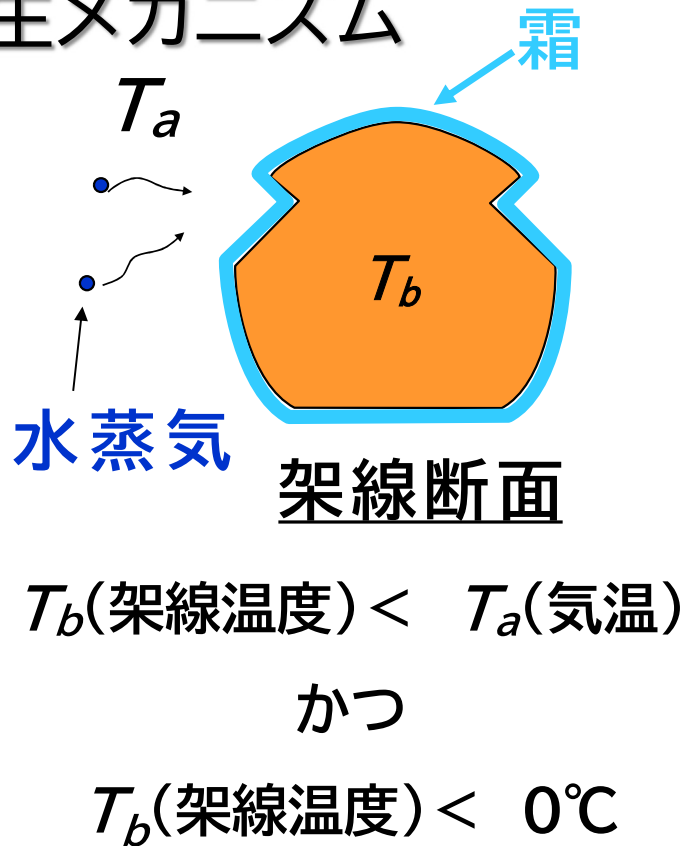


- 未明から早朝に霜が発生し、成長
- 気温、架線温度は夕刻より徐々に低下
- 湿度は徐々に上昇
- 架線温度は気温よりも1～3℃低い

- 風は弱い
- 放射冷却が発生

# 架線着霜の発生条件

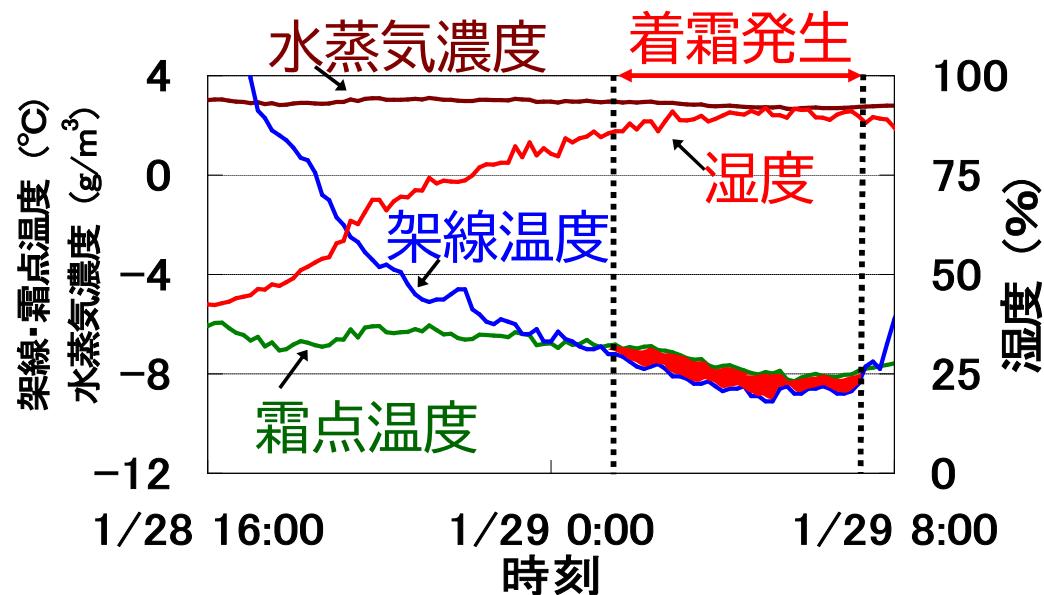
## 霜の発生メカニズム





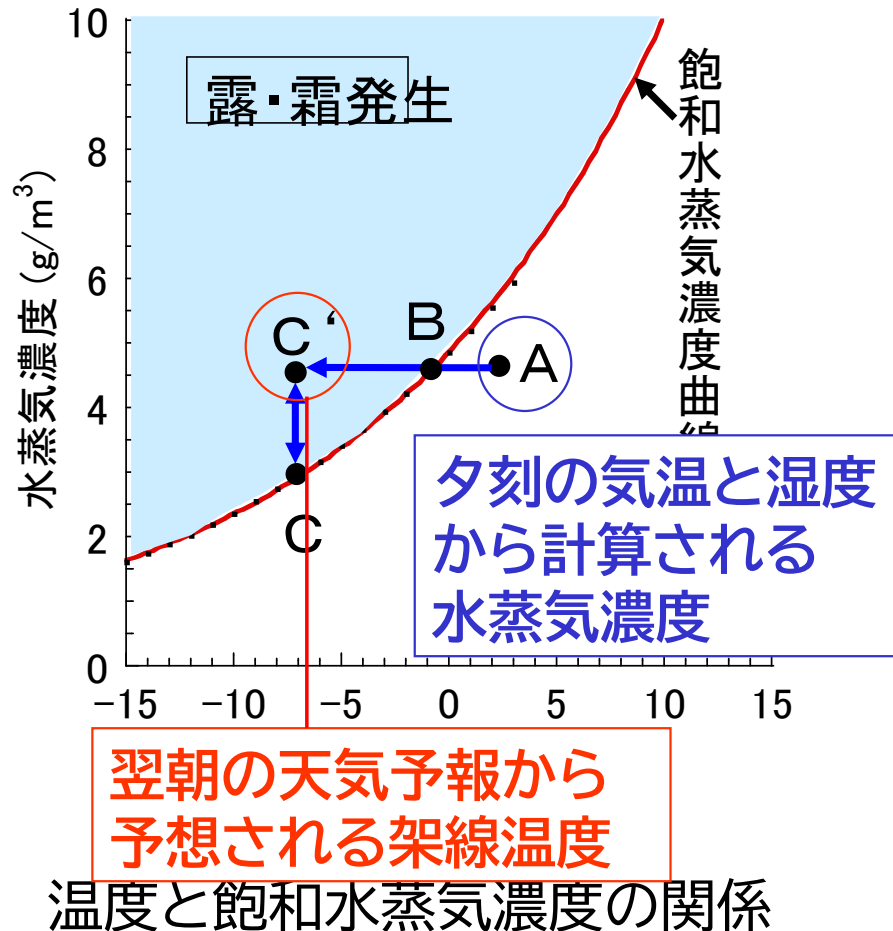
# 架線着霜の発生条件

## 水蒸気濃度に着目した架線着霜の発生



温度と水蒸気濃度の関係に着目することで、  
架線着霜を予測できる可能性がある。

# 架線着霜の予測手法



## 前提条件

- 温度と水蒸気濃度の関係を用いる。
- 着霜発生日の水蒸気濃度の変化は少ない。

## 架線着霜発生条件

- 夕刻の水蒸気濃度が、翌朝の予想最低架線温度に対応する飽和水蒸気濃度を上回る。

# 架線着霜の予測手法

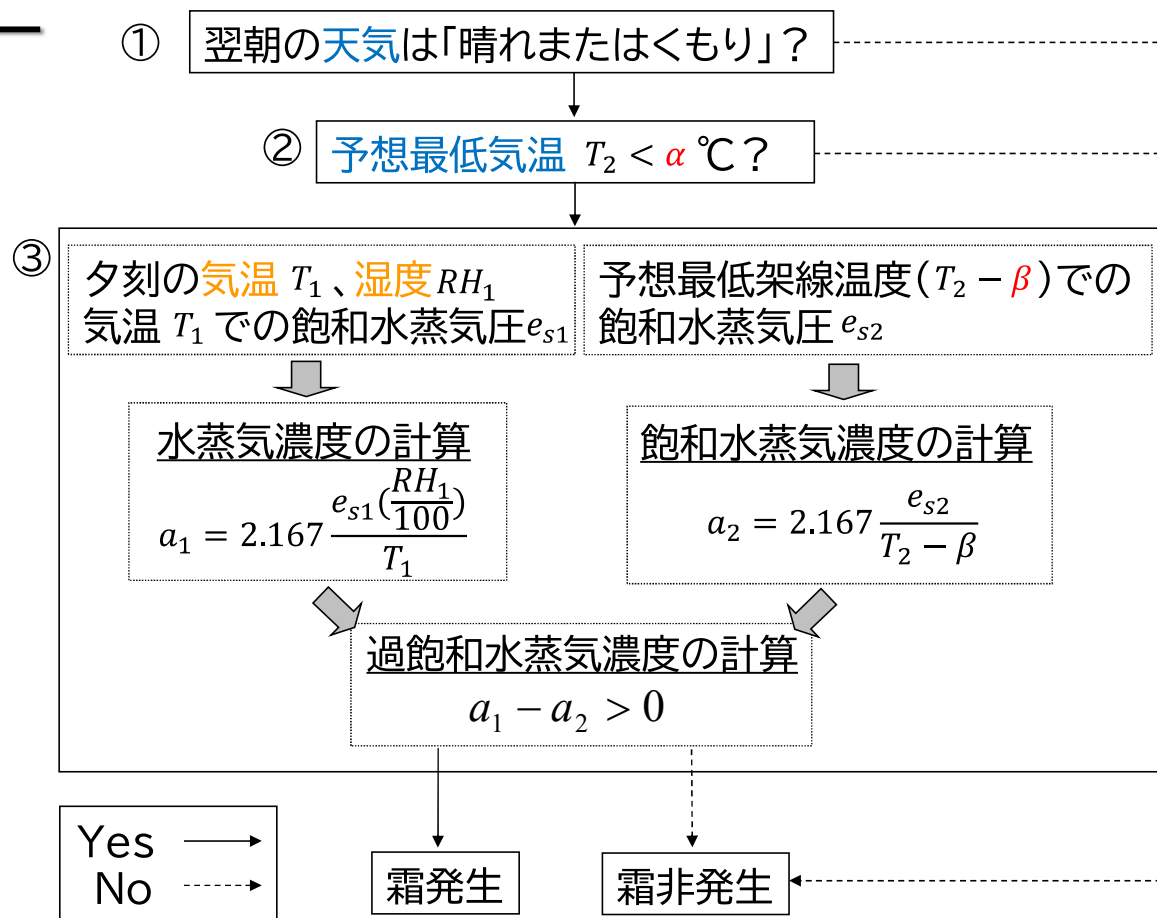
## 架線着霜発生予測フロー

○予測に使用する  
パラメータは4つ！

夕刻の気温と  
湿度(観測値)

・翌朝の天気と  
予想最低気温  
(予報値)

$\alpha$  は霜が発生する気温  
 $\beta$  は気温と架線温度の差



# 架線着霜の予測手法

## 架線着霜発生の予測例

霜が発生する気温  $\alpha$  は  $2^{\circ}\text{C}$   
気温と架線温度の差  $\beta$  は  $4^{\circ}\text{C}$

プログラムでの  
デフォルト値

① 翌朝の天気は「晴れまたはくもり」?

② 予想最低気温  $T_2 < \alpha^{\circ}\text{C}$  ?

① 翌朝の天気: 晴れ

② 予想最低気温:  $-3^{\circ}\text{C}$

③ 夕刻の気温:  $3^{\circ}\text{C}$ 、湿度: 85% の場合

$$a_1 = 5.06(\text{g}/\text{m}^3) \quad a_2 = 2.95(\text{g}/\text{m}^3)$$

$$a_1 - a_2 = 2.11(\text{g}/\text{m}^3) > 0 \Rightarrow \text{霜発生}$$

③ 夕刻の気温:  $3^{\circ}\text{C}$ 、湿度: 40% の場合

$$a_1 = 2.38(\text{g}/\text{m}^3) \quad a_2 = 2.95(\text{g}/\text{m}^3)$$

$$a_1 - a_2 = -0.57(\text{g}/\text{m}^3) < 0 \Rightarrow \text{霜非発生}$$

③ 夕刻の気温  $T_1$ 、湿度  $RH_1$   
気温  $T_1$  での飽和水蒸気圧  $e_{s1}$

予想最低架線温度 ( $T_2 - \beta$ ) での  
飽和水蒸気圧  $e_{s2}$

水蒸気濃度の計算

$$a_1 = 2.167 \frac{e_{s1} \left( \frac{RH_1}{100} \right)}{T_1}$$

飽和水蒸気濃度の計算

$$a_2 = 2.167 \frac{e_{s2}}{T_2 - \beta}$$

過飽和水蒸気濃度の計算

$$a_1 - a_2 > 0$$

Yes  $\longrightarrow$   
No  $\dashrightarrow$

霜発生

霜非発生



# 架線着霜の予測手法

## 適中率の考え方

A. 予測は「霜発生」、実際は「霜発生」←適中

B. 予測は「霜非発生」、実際は「霜発生」←見逃し

C. 予測は「霜発生」、実際は「霜非発生」←空振り

D. 予測は「霜非発生」、実際は「霜非発生」←適中

$$\text{適中率(\%)} = (A + D) / (A + B + C + D) \times 100$$

$$\text{見逃し率(\%)} = B / (A + B + C + D) \times 100$$

$$\text{空振り率(\%)} = C / (A + B + C + D) \times 100$$

# 架線着霜の予測手法

## 架線着霜発生予測の精度

|       | 本予測手法の精度 |
|-------|----------|
| 適中率   | 90.8%    |
| 見逃し率  | 0.0%     |
| 空振り率  | 9.2%     |
| データ個数 | 249個     |

### ➤ 精度検証に用いた条件

- ✓ 天気予報の精度を除外するために、天気と予想最低気温には観測値を使用。

# 架線着霜発生予測プログラム

## 架線着霜発生予測プログラムの画面

①

夕刻(17~18時頃)に入力

- ・気温、湿度の実測値
- ・翌朝の予想天気
- ・翌朝の予想最低気温

②

翌朝の架線着霜の有無を予測

架線着霜発生予測プログラム

入力シート データリスト その他操作

2022/11/22

地域情報  
通用線区 鉄道総研 国立

翌朝状況

大候 晴れ 湿度(RH%) 95.0 霜発生状況 霜発生 実施対策 なし

気温(℃) -3.4 風速(m/s) 0.0 被害発生状況 アーク発生

特記事項

2022/11/22

指定の日付へ

ファイル保存パス

記録して 前日へ 記録して 翌日へ

ファイル名 (拡張子は自動的にdatになります)

ファイル保存パスやファイル名が空欄の場合、デフォルトの値が採用されます  
任意の値に設定した後、記録すればそちらに記録されます

※色付きのフィールドは着霜予想のための必須項目です

着霜発生予想

最初のデータ 前のデータ 次のデータ 最後のデータ データの削除

プログラム終了

# まとめ

---

## 架線着霜発生予測プログラムの特徴

- 霜の発生メカニズムに基づいて、架線着霜の発生を予測します。
- 本予測手法は、夕刻の気温、湿度の実測値と翌朝の予想天気、予想最低気温のみを用います。
- 本予測手法の適中率は約9割です。(気象予想情報の影響要因を除く)
- 実際の霜の発生状況を記録することで、適中率を向上させる学習機能付です。