

# 農業における廃棄物の野外焼却行為による延焼・煤煙被害の軽減を実現するシステムの開発

柴田直弥<sup>1</sup> 平井凜汰朗<sup>1</sup>

**概要:** 廃棄物の野外焼却行為は一般的に野焼きと呼ばれる。なお、ここでいう野焼きは森林や草地を焼き払う焼き畑とは異なり、あくまでも廃棄物の焼却行為である。見た目や規模はたき火に近い。本研究では特に農業において野焼きを行う場合を対象とする。

現在、様々な目的から農家の間で野焼きが行われている。一方、その野焼きにより延焼火災・煤煙被害が発生している。しかし、これらの課題に対する具体的な対策は取られていないことが多い。そのため、本研究では野焼きによる被害を防止するシステムを開発し、被害軽減を実現することを目的とした。

1. 野焼き実施前に気象情報から延焼・煤煙被害の危険性を判断するシステム
2. 野焼き実施中にカメラを利用し延焼被害が発生しないように監視するシステム

以上 2 つの開発を行った。このシステムの活用により、従来と比べ安全に野焼きが行われることが期待される。

**キーワード:** 野外焼却, 野焼き, 延焼火災, 煤煙被害

## Development of a system to reduce fire spread and smoke damage caused by open-air incineration of waste in agriculture

SHIBATA NAOYA<sup>1</sup> HIRAI RINTARO<sup>1</sup>

**Abstract:** Open-air incineration is usually called backyard burn. This development specifically focuses on the case of backyard burns in agriculture.

Currently, farmers do backyard burns for a variety of purposes. This causes fires and smoke damages. However, no concrete measures have been taken to address these issues. Therefore, the purpose of this development is to develop a system to prevent damage caused by backyard burn and to mitigate the damage.

1. A system that determines the risk of fire spread and smoke damage based on meteorological information before backyard burns are conducted.
2. A system that monitors the spread of fire during doing backyard burn using cameras to prevent damage from the spread of fire.

The above two systems will be developed. These systems are expected to make backyard burn safer than ever before.

**Keywords:** open-air incineration , backyard burns , spreading fire , smoke

### 1. 背景

#### 1.1 本研究で対象とする野外焼却行為

地面など法に定められた基準を満たしていない焼却炉で

の廃棄物の野外焼却行為を、一般的に野焼きという。法律により原則禁止されているが、農業を営む上での野焼きは例外として認められている[1]。なお、ここでいう野焼きは森

<sup>1</sup> 東京都立多摩科学技術高等学校 IT 領域  
Tokyo Metropolitan Tama High School of Science & Technology

林や草地を焼き払う焼き畑とは異なり、あくまでも廃棄物の焼却行為である。見た目や規模はたき火に近い。

本研究では、農業における野焼きを対象とする。



図 1 遠くから見た野焼き 兵庫県丹波市山南町

## 1.2 聞き取り調査

実際に農家がどのような野焼きを行っているか調べるため、直接農家に聞き込みをした。その結果を以下に示す。

(調査件数：1 件)

### 1.2.1 野焼きを行う目的

- 刈り取った雑草や作物のつるなどの残滓を焼却して、ごみの体積を減らす
- 灰を土にすき込んでたい肥にする

### 1.2.2 野焼きを行う頻度

2～3 か月に 1 回

### 1.2.3 野焼きの様子



図 2 野焼きの様子

以上の調査結果からもわかるように、野焼きはごみを減らすことや土壌改良などを目的として行われている。

## 2. 問題分析

上に示したように農業にとっては利点のある野焼きだが、周辺への延焼や周辺住民への煤煙被害が生じている。

以下に被害の詳細を示す。

## 2.1 延焼火災

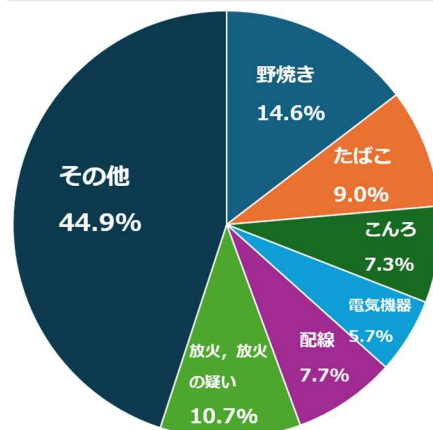


図 3 令和 5 年全火災 38,672 件の出火原因別件数の内訳[2]

※火入れ、たき火の件数の合計を野焼きとした

図 3 から、令和 5 年の全火災中野焼きが原因の火災が約 15%を占めていることが分かる。これはたばこやこんろ、放火が原因の火災より多い。

## 2.2 煤煙被害

煤煙被害に関しては、主に地方自治体のホームページに記載があった。

香川県木田郡三木町のホームページでは、

- 洗濯物に臭いがついて困る
  - 灰やすずが飛んできて汚れが付いた
  - ぜんそく等の疾患があり困っている
- などのトラブルが発生していると記載があった[3]。

また、似たようなトラブルが発生しているとホームページに記載されている地方自治体が、三木町の他にも多くみられた。なお、煤煙被害は主に農地に隣接した住宅街で訴えられている。

## 2.3 既存の対策とその問題点

上に示したような被害に対して、現在主に行われている対策は「ホームページで野焼き実施者に配慮の呼びかけ」などである(図 4)。

農業者の方は以下の点にご配慮ください。



- (1)風の向き、強さ、時間帯を考慮しましょう。
  - (2)よく乾燥させて、少量ずつ行い煙の量を抑えましょう。
  - (3)可能な限り焼却しないよう工夫しましょう。  
(例：稲わら等のすきこみ利用、可能な限りごみとして出すなど)
  - (4)事前にご近所の方に一声かけましょう。  
(焼却する日時、場所など)
- 周囲への影響を考えて、十分な配慮をお願いします。

図 4 野焼き実施者への呼びかけ [3]

また、新潟県新潟市ではすき込みの活用、兵庫県三田市では刈草回収モデル事業や防草シート設置補助など、ごみを減らすことで野焼きの数を減らす取り組みが行われている[4]。

しかし、このような具体的な取り組みが行われている自治体はごく少数である。また、“聞き取り調査”の“野焼きを行う目的”からもわかるように、野焼きには土壌の改良等

の利点がある。そのため、ごみを減らす取り組みだけでは野焼きを完全になくすことはできないと考える。

ここからわかるように、現状の対策のみでは野焼きの被害を減らすには不十分である。

### 3. 目的

上述の問題点を解決するために、本研究は、野焼きを安全に行えるように補助するシステムを開発し、被害軽減を実現することを目的とする。

### 4. 方針

以下 2 つのシステムを開発した。

#### (1) 事前判断システム

野焼き実施前に、気象情報から延焼、煤煙被害の危険性を判別するシステム。

#### (2) 監視システム

野焼き実施中に、カメラを利用し延焼火災が発生しないように監視するシステム。1 人で行う野焼きを対象とする。

なお、初期に作った監視システム（試作）とそれを改善した監視システム（改善）の 2 つがある。

いずれのシステムも、誰でも使えるようにするため、簡単に、安価で使えるものを製作した。具体的には、事前判断システムはスマートフォン 1 台が、監視システム（改善）は PC と内臓のカメラあるいは WEB カメラがあれば利用できる。

既存の対策は自治体が主導で行っており、防草シート設置補助などのように大規模なものが多い。しかし、本システムは簡単に利用でき、個人単位での対策が可能となる。

### 5. 事前判断システム

#### 5.1 設計

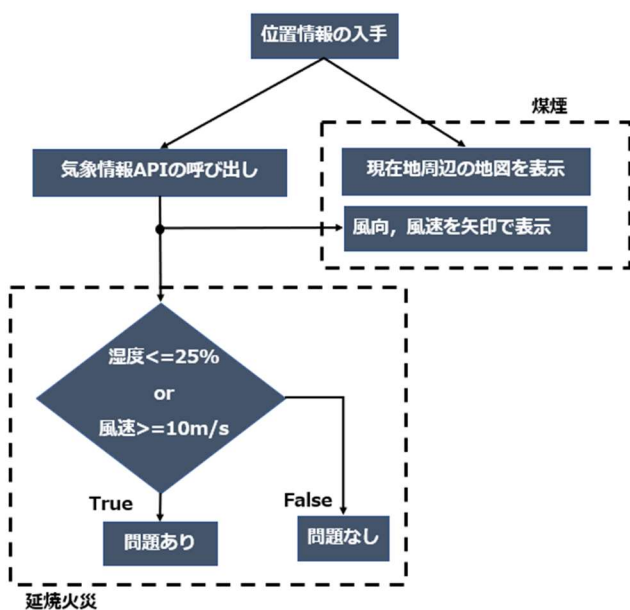


図 5 事前判断システムのフローチャート

使用言語：HTML, CSS, JavaScript

使用ライブラリ：jQuery, Leaflet

使用 API：GeolocationAPI, WeatherAPI, OpenStreerMap[5]

スマートフォン 1 台があれば使えるように、WEB アプリ形式で開発した。

GeolocationAPI を用い端末の位置情報を入手し、その位置情報を基に OpenWeatherMap[ 6 ] 提供の気象情報 API(weatherAPI)を呼び出す。weatherAPI から現在位置の現在の気象情報がレスポンスとして得られるので、その情報を基に処理を行う。また、位置情報が利用できない場合の代替手段として、気象情報の手動入力にも対応している。

湿度のしきい値は、火災が発生しやすくなる 25%[7]に設定した。風速のしきい値は強風注意報が発令される基準となる 10m/s[8]に設定した。

煤煙の広がり方は、風速を長さ、風が吹く方向を向きとしたベクトルで表示する。また、現在位置周辺の地図を用い表示する。

なお、jQuery ライブラリは WEB ページを動的に動かすため、Leaflet ライブラリは地図を装飾するために利用した。

#### 5.2 実装

スマートフォンで Chrome を用いてアクセスした場合の動作を以下に示す。

アクセスすると、最初に図 6 が画面に表示される。

“気象情報を自動で入手”の“実行”ボタンを押すと、図 5 の処理が実行される。なお、API への呼び出しを行うため処理に数秒かかる。その間は NowLoading が画面に表示される。

処理が終わると、画面が結果欄まで自動でスクロールされ、図 7 が表示される。結果欄の、“延焼危険性の有無”でユーザーは現在の湿度、風速が野焼きに適しているかを知れ、“煤煙が広がる方向の予測”で現在の風向風速と現在地周辺の地図を知れる。

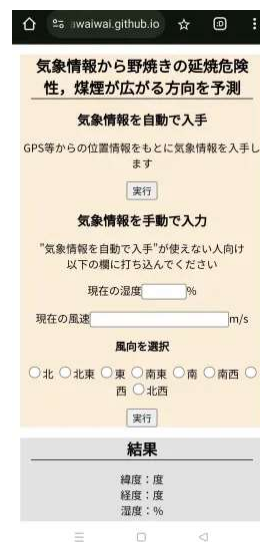


図 6 アクセス時 UI

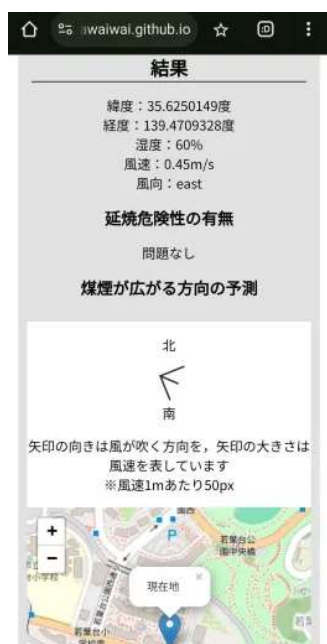


図 7 処理後 UI

監視システムは、初期に作った①とそれをもとに改善した②に分けられる。

まず、①に関して記述する。

## 6. 監視システム（試作）

### 6.1 ①設計

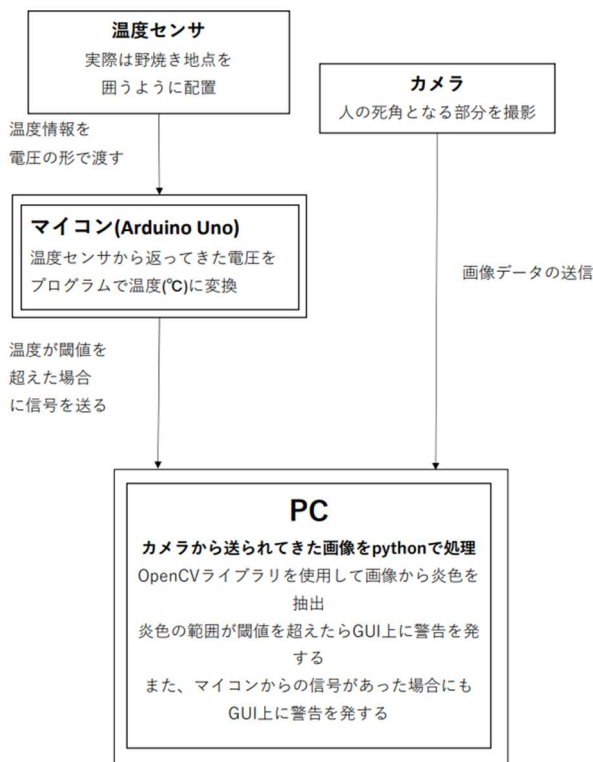


図 8 監視システム（試作）の設計

$$V_{OUT} = T_{C1} \cdot T_A + V_{0^{\circ}C}$$

ここで：  
 $T_A$  = 周囲温度  
 $V_{OUT}$  = センサー出力電圧  
 $V_{0^{\circ}C}$  =  $0^{\circ}C$  のときのセンサー出力電圧  
 $T_{C1}$  = 温度係数

図 9 センサの変換関数[9]

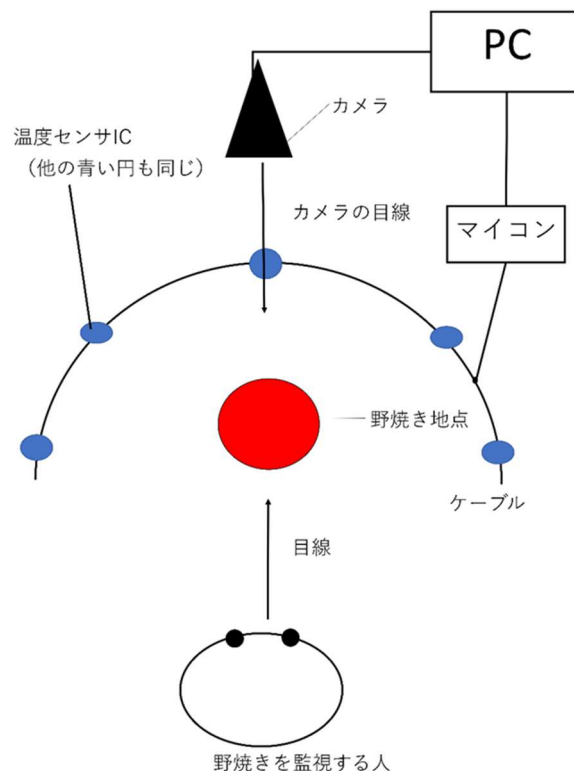


図 10 監視システム（試作）の配置イメージ

使用言語：python, Arduino 言語

使用ライブラリ：OpenCV, pyserial

炎色範囲は、hsv で

h : 0~10 または 160~179,

s : 100~255

v : 100~255

と定めた。なお、h の上限値 180, s, v の上限値 255 で表している。

温度センサの出力電圧を温度( $^{\circ}C$ )に変換する際は、図 9 の関数を利用する。

マイコンと PC の通信は USB を用いたシリアル通信で行う。

温度、炎色範囲のしきい値は後述する実験で定めた。



## 6.2 ①実装

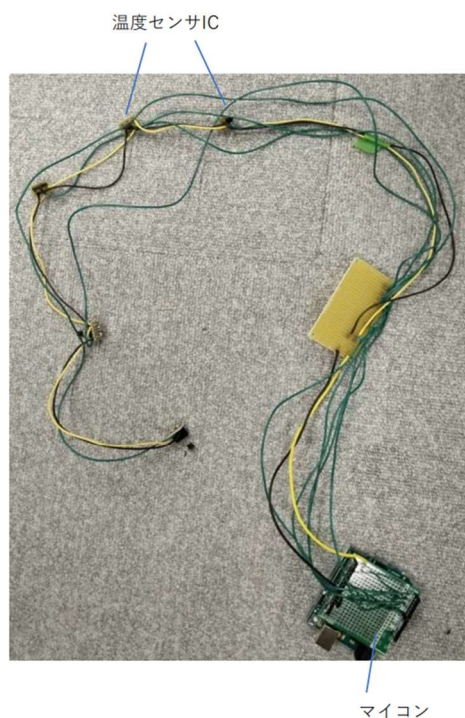


図 11 監視システム（試作）の実装

※カメラは既存の web カメラを利用したため省略

図 11 の装置は、後述する実験環境を想定した小さな規模で実装している。実際の野焼きに対応した大きな装置を作ることは難しいためである。

### 6.3 実験（監視システム（試作））

監視システム（試作）の温度、炎色範囲のしきい値を定めるため以下の実験を行った。なお、これらのしきい値は、野焼きが安全に行われている状態（以下、正常な状態とする）と野焼きが安全に行われておらず、延焼危険性が高い状態（以下、異常な状態とする）を判別するためのものである。

#### 6.3.1 気象

日時：2024 年 10 月 31 日 13 時 30 分から 15 時

場所：東京都小金井市

気象：気温 19.7℃，天候 薄曇り，湿度 44%，風向 南，風速 1m/s，気圧 1016hPa

#### 6.3.2 環境

使用物品

1. 固形燃料 25g（JAN コード 4945319030668）4 個
2. ライター
3. しきい値設定に必要なデータを取るためのシステム（自作）

※本実験では、カメラは WEB カメラではなく内蔵カメラを用いた。

実験環境は、図 6 の形を基本として実際の野焼きより小規模に作った。

各温度センサの間隔は 9cm，カメラと固形燃料の間隔は



20cm に定めた。

図 12 基本実験環境

これを基礎とし、3 つの状態を作った。

#### <正常な状態>

同時に燃焼させる固形燃料が 1 個で全ての温度センサと固形燃料の間隔が 8cm であるものを正常な状態と定めた。

#### <異常な状態①>

固形燃料が特定の温度センサに近づき、間隔が 5cm になったものを異常な状態①と定めた。なお、固形燃料と温度センサの間隔以外の条件は正常な状態と同様に定めた。

#### <異常な状態②>

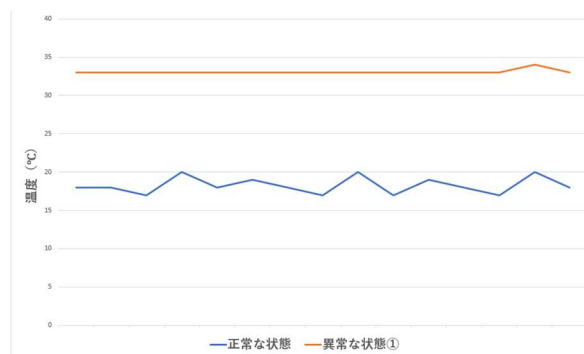
同時に燃焼させる固形燃料が 2 個であるものを異常な状態②と定めた。なお、固形燃料の数以外の条件は正常な状態と同様に定めた。

#### 6.3.3 方法

まず、正常な状態で温度センサによる温度の値とカメラによる炎色範囲の値を 120s 取り続け、csv ファイルに値を書き込んだ。次に、異常な状態①で同様の試行を行った。最後に、異常な状態②で同様の試行を行った。

#### 6.3.4 結果

3 回の試行を行った結果、温度センサによる温度の値は正常な状態と異常な状態①の固形燃料に最も近づいたもので、カメラによる炎色範囲の値は正常な状態と異常な状態



②（図 14）でそれぞれ差が見られた。

図 13 温度センサによる温度の値（一部を抜粋）

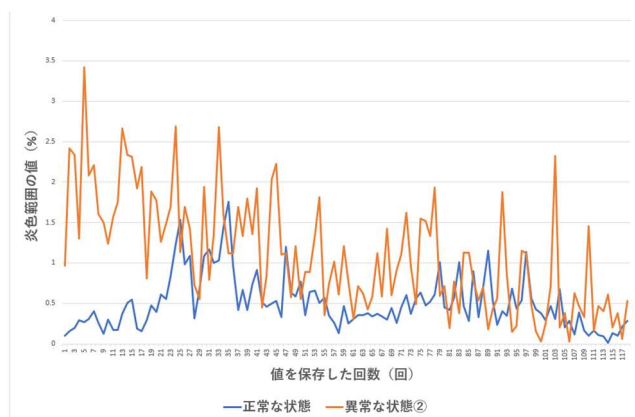


図 14 カメラによる炎色範囲の値

### 6.3.5 しきい値の決定

温度センサによる温度の値の正常な状態と異常な状態①との中間の値は 25.9℃だ。しかし、これをしきい値として設定すると外気温によっては正しく動かなくなることが予測されるため、外気温により変化するしきい値を設定した。

しきい値：外気温+6.2 (℃)

※6.2 という値は 25.9℃から当時の外気温である 19.7℃を引いたもの

カメラによる炎色範囲の値のしきい値は、正常な状態と異常な状態②の中間値で設定した。

しきい値：0.8089%

### 6.3.6 考察

温度センサを用いたシステムではしきい値を定めることで異常な状態を判別できると考える。しかし、カメラを用いたシステムでは図 14 からわかるように値の上下が大きく、また 0.数%から数%と非常に低い値を取っている。

これは客観的に見ておかしい値であり、またこのような値を取ったのは固形燃料の炎が薄く背景と同化してしまったからだと考える。よってこの実験結果は利用せず、実際の野焼きに近い画像を用いて炎色範囲の再設定やシステムの根本的な見直しを監視システム（改善）で行った。

また、温度センサを用いたシステムでは正常に判別できるが、特殊な機材を扱うため誰もが使えるものではなく、手軽に使えるとは言えないことから監視システム（改善）では省略した。

以上の反省点を踏まえ、監視システム（改善）を製作した。

## 7. 監視システム（改善）

### 7.1 設計

使用言語：python

使用ライブラリ：OpenCV

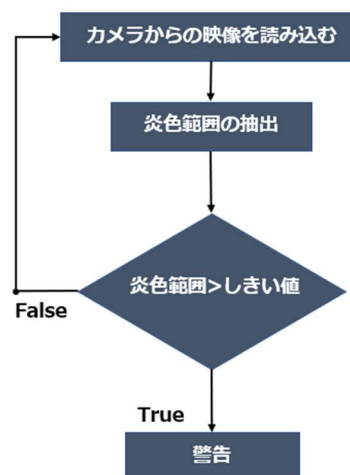


図 15 監視システムのフローチャート

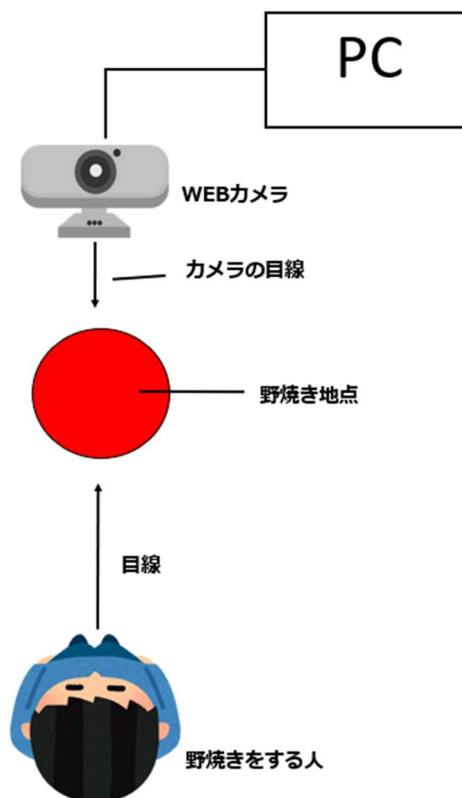


図 16 監視システムの配置イメージ

炎色範囲は、hsv で

h : 0~50 または 170~180,

s : 120~255

v : 70~255

と定めた。なお、h の上限値 180, s,v の上限値 255 で表している。

OpenCV で炎色範囲を抽出し、炎色範囲の割合がしきい値を超えたら警告を発する。また、カメラは人の死角を監視する。

## 7.2 実装

実際に“図 17 元画像”から炎色範囲を抽出した画像が“図 18 抽出後画像”である。“図 18 抽出後画像”の炎色範囲は、12.51%となった。



図 17 元画像

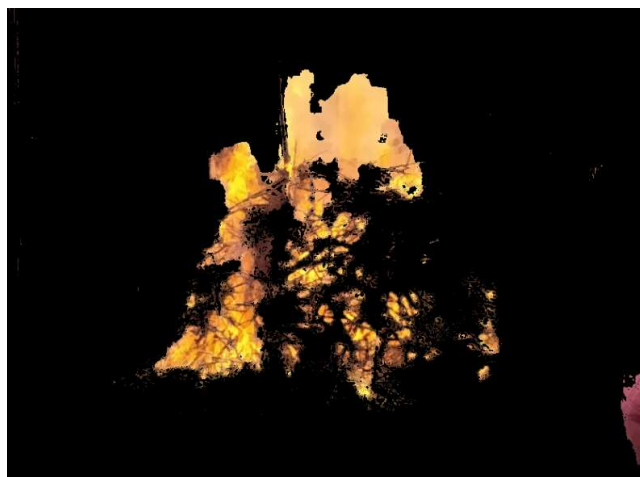


図 18 抽出後画像

## 8. 考察, 結論

### 8.1 事前判断システム

湿度、風速からの延焼危険性の有無の表示により野焼きをより安全に実施できると考える。また、風ベクトルと現在位置地図の表示により、煤煙が拡散する方向を知れる。煤煙被害は主に住宅街に煙が向かうことで発生する。現在位置周辺地図と風向風速の情報がわかれば住宅街に煙が向かうかどうか知れ、それをもとに野焼きを行うかどうか判断すれば、煤煙被害の未然防止をすることができると考える。

このシステムはスマートフォンがあれば WEB ブラウザでアクセスできるため、ほぼすべての人が手軽に使えると考える。

### 8.2 監視システム

WEB カメラで人の死角を監視することで、人の目の及ばない場所での延焼火災を防げると考える。

## 8.3 結論

以上の考察から、事前判断システム、監視システム改善版を用いることで従来よりも安全に野焼きを行うことができると考える。

## 9. 今後の課題

### 9.1 事前判断システム

評価実験が行えていないため、至急行うべきである。実験内容としては、野焼きを日常的に行う農家に本システムを使ってもらい、使用感をアンケートに取るなどがあげられる。

### 9.2 監視システム（改善）

危険な状態と正常な状態を判別するためのしきい値がまだ決まっていないので、監視システム（試作）で行ったような実験を行うべきである。

現状コマンドでのみ動作するため、一般のユーザーが使いやすいように、ユーザーインターフェースの作成を行うべきである。また、現状 PC 上でのみ動作するが、より手軽に扱えるようにスマートフォン上での動作に対応させるべきである。

**謝辞** 本課題研究に助言等してくださった方々へ、謹んで感謝の意を表する。

## 10. 事前判断システムの公開先

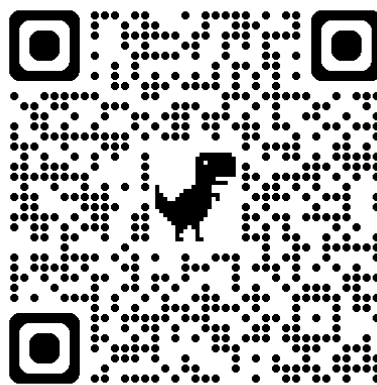


図 19 事前判断システム公開先 QR コード

上述の事前判断システムは、GitHub のレポジトリ上で公開している。図 19 のリンク先

〈<https://shidatawaiwai.github.io/IT-No4-/index.html>〉で公開しているため、ぜひ使ってみてほしい。

## 参考文献

- [1] 江草貞治. “廃棄物の処理及び清掃に関する法律第四章第十六条の二”. 六法全書、I. 佐伯仁志, 大村敦志, 荒木尚志, (2023), 243 頁
- [2] 池町, 田中, 林 . 令和 5 年(1～12 月)における火災の

- 状況（確定値）について、消防情第262号、(2024)
- [3] 環境下水道課. “田畑での野焼きによる苦情・トラブルが増えています”. 三木町. (更新 2022-07-14).  
〈<https://www.town.miki.lg.jp/life/dtl.php?hdnKey=7058>, (2024-11-14)〉(参照 2024-11-25)
- [4] “座談会「野焼きに関する諸問題と対応等」”. 総務省. (2021-6-24).  
〈[https://www.soumu.go.jp/kouchoi/substance/chosei/noyaki\\_zadankai.html](https://www.soumu.go.jp/kouchoi/substance/chosei/noyaki_zadankai.html)〉(参照 2024-11-21)
- [5] OpenWeather. 〈<https://openweathermap.org/>〉(参照 2024-11-25)
- [6] “はれるんライブラリー”. 気象庁.  
〈[https://www.jma.go.jp/jma/kids/kids/faq/b1\\_11.html](https://www.jma.go.jp/jma/kids/kids/faq/b1_11.html)〉, (参照 2024-11-25)
- [7] “特別警報、警報、注意報、気象情報”. 気象庁. 更新 2024-3.  
〈[https://www.jma.go.jp/jma/kishou/knownyougo\\_hp/keihou.html](https://www.jma.go.jp/jma/kishou/knownyougo_hp/keihou.html)〉(参照 2024-11-25).
- [8] OpenStreetMap. 〈<https://www.openstreetmap.org/about>〉(参照 2025-2-11)
- [9] Microchip technology Inc. 超省電力リニアアクティブサーミスタ IC(2006).