



# 令和3年度国民参加による気候変動情報収集・分析委託業務報告会

## 栃木県気候変動適応センター（2年目事業）

2022年3月7日



1. 事業の目的
2. 事業の概要
3. 令和3年度の実施内容
4. 今後の課題と展望

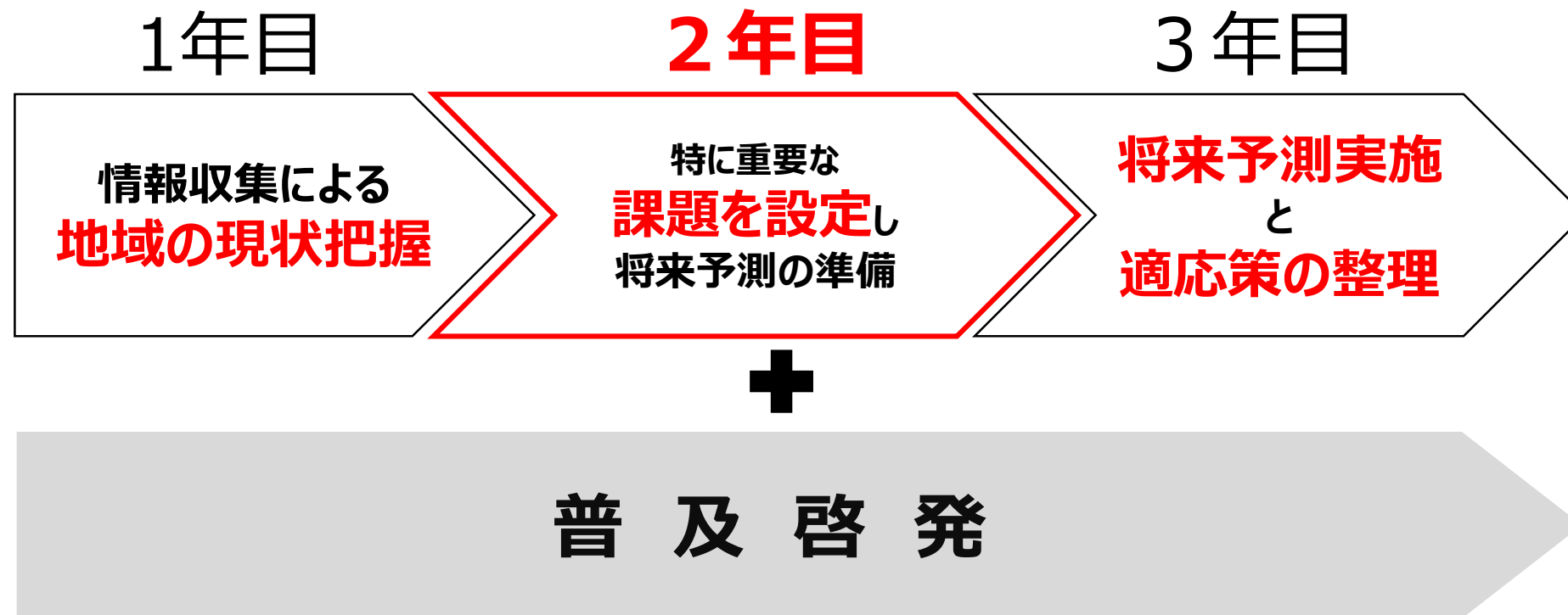
---

## 事業の目的

---

# 事業の目的

- 地域気候変動適応センターの業務のノウハウ獲得
- 地域住民を巻き込んだ地域の気候変動影響に関する情報収集
- 分析結果を地域住民にフィードバック・普及啓発



---

## 事業の概要

---

# 事業の概要（1年目事業）

- 栃木県気候変動対策推進計画に基づく重点3分野について、**地域の現状を把握するため情報収集等を実施**

## ① 情報収集

### 県民ワークショップ

- ✓ 様々な立場からの情報収集
- ✓ 今後取り組むべき課題検討

**地域からの細やかな情報収集**

### 高校生とユース団体との協働

- ✓ 若者視点の情報収集

**将来を担う若者が  
適応を考えるきっかけづくり**

### 小中学校への出前授業

- ✓ 家庭/教育現場からの情報収集
- ✓ 児童・生徒への啓発

**学習教材化**

## ② 分析

専門家ヒアリング・  
文献調査による分析

## ③ 課題選定

### 2年目に取り組む課題



2  
年  
目  
事  
業

## ④ 普及啓発

- ✓ ホームページサイトでの普及啓発

- ✓ 出前授業教材の作成

# 事業の概要（2年目事業）

- 1年目事業の成果を踏まえ、**農業分野（“水稻”及び“なし”）**を課題として選定
- 気候変動影響を定量的に予測、計算するための**「将来予測計算計画書」を作成**・普及啓発を実施

- ① 情報収集      ② 将来予測の対象検討      ③ 将来予測計算計画書素案の作成      ④ 計画書の妥当性検討      ⑤ 計画書の作成

## 圃場での情報収集

- ✓ 圃場に測定機器を設置
- ✓ 温度等の気象データ、生育データを収集

## 文献等での情報収集

- ✓ 予測手法や既存の生育データ、気候予測シナリオデータ等を収集
- ✓ 専門家ヒアリングによる情報収集

第1回検討委員会

## 将来予測の対象選定

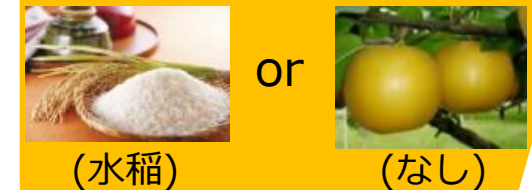
- ✓ 検討委員会の結果を踏まえ、**“水稻”又は“なし”のいずれかを将来予測計算の対象として選定**

## 計画書に必要な情報の収集

- ✓ 予測に必要な生育データ等の収集、整理
- ✓ 専門家ヒアリングによる情報収集

第2回検討委員会

## 将来予測計算計画書作成 (影響予測モデルの作成含む)



## ⑥ 普及啓発

- ✓ 高校生の研究成果等を取りまとめた啓発資料を作成
- ✓ ホームページサイト等で公表
- ✓ 小学生への出前事業

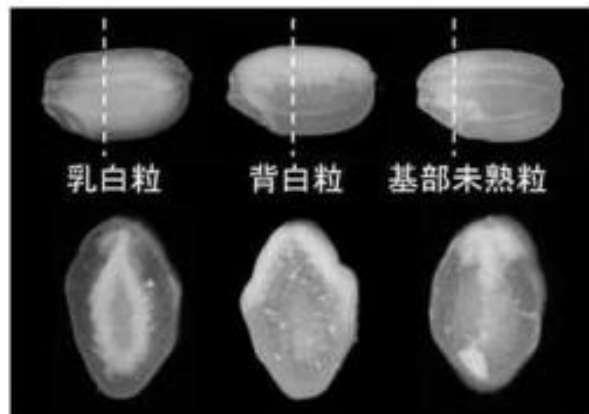
3年目事業

# 事業の概要（3年目事業（予定））

- 気候変動影響を予測を実施、**気候変動影響による将来予測マップを作成**
- 気候変動影響による将来予測結果から**適応策及びその普及方法を検討**

## 影響予測モデル

例）白未熟粒の発生率



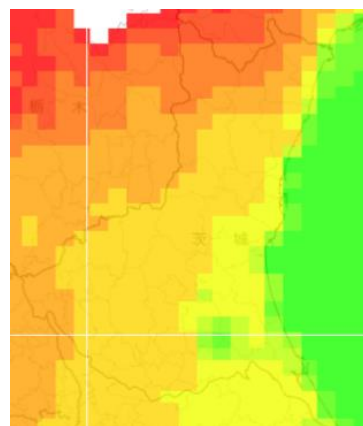
〔出典〕茨城大学・茨城県LCCAC, 「茨城県における気候変動影響と適応策：水稻への影響」, 2020年3月

生育データ・気象データ・栽培管理データ等から、既存モデルを参考に予測式を作成

気候データ、予測品種の生育データ等を収集・整理し、予測モデルを検討

## 気候変動の将来予測 (気候シナリオデータ)

気温の将来予測データ



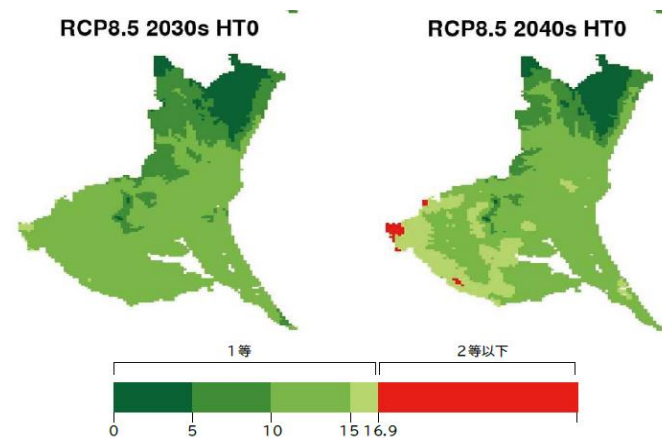
予測モデルに予測データを入力

農研機構地域気候シナリオ2017「全国1km地域気候予測シナリオデータセット」等

気候シナリオから、将来データを収集・整理

## 気候変動の影響に関する将来予測

将来の白未熟粒の発生率



- ▶ 温室効果ガスの排出状況ごとの予測
- ▶ 2030年や2040年などの近い未来の予測

● 計画策定や施策検討の基礎資料  
品種の育成、生産技術の開発、品種や生産技術の普及 など



---

## 令和 3 年度の実施内容

---

# 令和3年度の実施内容 ～情報収集～

- なし・水稻の生育に関する**気象データ、県内における気候変動の影響等に関する情報を収集**

## なし

- 県内の圃場3箇所にて温度等の気象データ・生育データの収集を実施
- 文献による現在の影響・将来の影響、研究事例等の情報収集



圃場での気象データ等の収集

### ＜県内の影響＞

- ・ 開花期の前進等による晩霜害  
2013年：18.8億円の被害  
2020年：13.9億円  
2021年：8.6億円
- ・ 成熟期の高温によるみつ症等の果肉障害



霜害による花芽の枯死

## 水稻

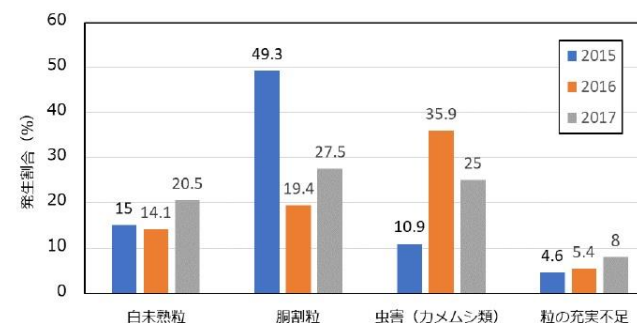
- 県内の圃場15箇所にて温度等の気象データ・生育データの収集を実施
- 文献による現在の影響・将来の影響、研究事例等の情報収集



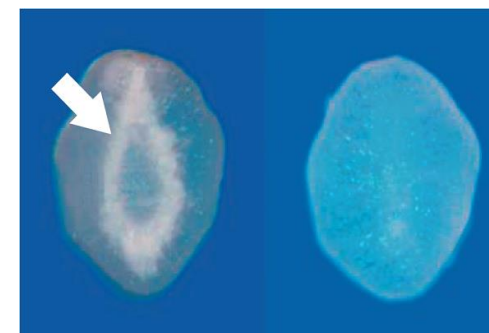
圃場での気象データ等の収集

### ＜県内の影響＞

- ・ 「胴割粒」、「白未熟粒」、「着色粒（斑点米）」の発生



「栃木県産米における二等米以下の格付け理由」



白未熟粒の発生

# 令和3年度の実施内容 ～検討会の開催～



- 情報収集した結果を踏まえて、**なし・水稻に関する検討会を開催**
- 結果、「**水稻の白未熟粒の発生率**」を課題として設定し、将来予測を実施することを決定

## なし

- **日時** 11月1日 15:00～17:00
- **委員**
  - ・ 農業・食品産業技術総合研究機構果樹茶業研究部門 果樹スマート生産グループ 杉浦グループ長補佐
  - ・ 気象庁 宇都宮地方気象台 高橋防災管理官
  - ・ 栃木県 農政部局職員 5名
- **内容**
  - ・ 将来予測の対象と項目選定のため、現在確認されている影響や、気候変動影響予測事例等の把握
- **結果**
  - ・ 甚大な被害が発生している晩霜害に関する将来予測が考えられる
  - ・ しかし、**長期的な予測に関する要因の解析や予測式等の開発は、研究途上**である
  - ・ まずは、**短期的な被害発生の予測の精度を上げていくことが望まれる**

## 水稻

- **日時** 11月8日 10:00～12:00
- **委員**
  - ・ 国立環境研究所 気候変動適応センター アジア太平洋気候変動適応室 増富室長
  - ・ 気象庁 宇都宮地方気象台 高橋防災管理官
  - ・ 栃木県 農政部局職員 4名
- **内容**
  - ・ 将来予測の対象と項目選定のため、現在確認されている影響や、気候変動影響予測事例等の把握、将来予測に向けた保有データ等の確認
- **結果**
  - ・ 今後、気温上昇等による影響で発生が増加が予想される「白未熟粒」等、**水稻の品質に関する将来予測が望まれる**
  - ・ 既存品種と高温耐性の強い品種それぞれに関して長期的な将来予測を実施し、結果の違いを把握することで、啓発や適応策を推進していくことも望まれる

# 令和3年度の実施内容 ～将来予測計算計画書素案の作成～



- 水稻の白未熟粒発生率に関する**将来予測計算計画書素案を作成**

「水稻」に関する将来予測計算計画書  
(素案)

令和4年2月  
栃木県

1

## 将来予測計算計画書の目次

### **1章 はじめに**

- 1.1 将来予測計算計画書作成の背景
- 1.2 白未熟粒の発生について

### **2章 予測手法**

- 2.1 手法の概要
- 2.2 予測に必要な作業
  - 2.2.1 予測モデルの開発
  - 2.2.2 長期予測の実施

### **3章 必要なデータ**

- 3.1 品質データについて
- 3.2 気象データについて

### **4章 令和4年度の将来予測計算に向けた検討**

- 4.1 予測モデルの試作状況
- 4.2 長期予測の結果に基づく品種間の高温暖性評価
- 4.3 短期予測の実施について

# 令和3年度の実施内容 ～将来予測計算計画書素案の作成～

## ● 水稻の白未熟粒発生率に関する**将来予測計算計画書素案を作成**

### 1章 はじめに

#### 将来予測計算計画書作成の背景

##### <第1回「気候変動が「水稻」「なし」に及ぼす影響」検討委員会 結果概要>

事業の目的は、「水稻」または「なし」のいずれかについて将来予測計算をするための計画書を作成することである。

「なし」に係る検討委員会を開催した結果、「なし」に関する晩霜害等の予測は、緊急性のある課題にも関わらず短期的な予測の精度が低く、まずは短期的な予測の精度等を向上させていくことが求められた。

また、「水稻」に係る検討委員会の結果、長期的に気温の上昇により被害の増加が予想される白未熟粒等の品質低下リスクの将来予測に関して、既存データの利用で十分な成果が得られるとの意見があった。

以上のことから、「水稻」を将来予測の対象とし、「白未熟粒の発生率」を課題として選定する。

3

### 2章 予測手法

#### 手法の概要\*1

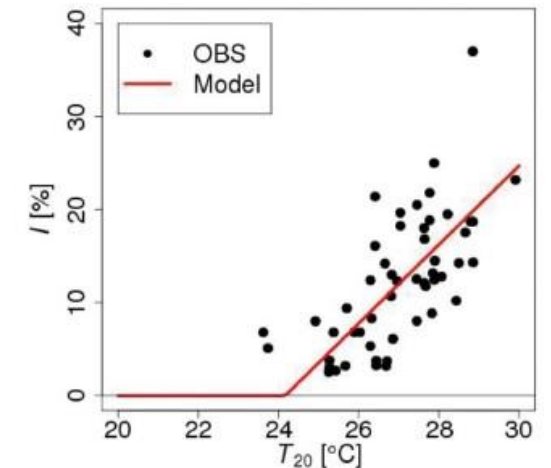
白未熟粒発生率  $I$  [%]を、Masutomi et al. (2015) \*2 で提案された手法を用いて予測する。出穂期前後の平均気温  $T$  と白未熟粒発生率  $I$  の相関性を用いるもので、以下の式により推計。

$$I = \max \{ 0, K_T (T_{20} - T_{crit}) \}$$

$T_{20}$  … 出穂後 20 日間の日平均気温

$T_{crit}$  … 白未熟粒が発生し始める  $T_{20}$

$K_T$  … 気温上昇に対する  $I$  の感度を定めるパラメーター



$T_{20}$  [°C] と白未熟粒発生率  $I$  [%] との関係  
(赤線がモデル式、黒点は圃場実験のデータ)

\*1 茨城県地域気候変動適応センター (2020)、茨城県における気候変動影響と適応策—水稻への影響—: [https://www.ilccac.ibaraki.ac.jp/admin/wp-content/uploads/2020/04/ICAS\\_si-cat\\_paper\\_forweb1.pdf](https://www.ilccac.ibaraki.ac.jp/admin/wp-content/uploads/2020/04/ICAS_si-cat_paper_forweb1.pdf)

\*2 Masutomi Y, Arakawa M, Minoda T, Yonekura T, Shimada T (2015). Critical air temperature and sensitivity of the incidence of chalky rice kernels for the rice cultivar 'Saino-kagayaki'. Agricultural and Forest Meteorology 203(15): 11-16.

4



# 令和3年度の実施内容 ～将来予測計算計画書素案の作成～



## ● 水稻の白未熟粒発生率に関する**将来予測計算計画書素案を作成**

### 2章 予測手法

#### 予測モデルの開発

- 予測モデルの開発には、品質データ（白未熟粒発生率）と気象データ（出穂期前後の平均気温の日平均気温）により、パラメーターとなる $T_{crit}$ 及び $K_T$ を算出。
- 気象データは、 $T_{20}$ だけでなく、 $T_{-10\sim 10}$ 、 $T_{15}$ や $T_{25}$ など複数のパターンで解析を実施。
- 品質データとモデルの計算式の誤差が最も低く、両者の相関が一定の有意水準により有意であると判定されたものを選択。
- 必要に応じて、肥料管理の方法や日射データを用いて、精度を改善。
- 実際のパラメーターの計算は、増富博士の作成されたプログラムによって計算することを想定。

\* 茨城県地域気候変動適応センター（2020）、茨城県における気候変動影響と適応策—水稻への影響—：[https://www.ilccac.ibaraki.ac.jp/admin/wp-content/uploads/2020/04/ICAS\\_si-cat\\_paper\\_forweb1.pdf](https://www.ilccac.ibaraki.ac.jp/admin/wp-content/uploads/2020/04/ICAS_si-cat_paper_forweb1.pdf)

### 2章 予測手法

#### 長期予測の実施

- 開発した予測モデルに、気候シナリオ（気象データの予測値）を入力し、既存品種「コシヒカリ」及び高温耐性品種「とちぎの星」について中長期的な将来における影響予測を以下の通り実施。
- まず、現在の出穂期・現在の気象データ・気候シナリオを用いて、出穂期の推定を行う。
- 推定した出穂期を用いて、その前後の日平均気温を、気候シナリオによって作成し、インプットデータとする。
- 最後に、インプットデータを予測モデルに入力することで、将来の白未熟粒の発生率を予測する。

\* 上記の内容は増富博士へのヒアリングに基づく。

# 令和3年度の実施内容 ～将来予測計算計画書素案の作成～



## ● 水稻の白未熟粒発生率に関する**将来予測計算計画書素案を作成**

### 3章 必要なデータ

#### 品質データについて

- 予測対象（コシヒカリ、とちぎの星）ごとに、以下の各データ20以上のサンプルが必要。サンプル数は多ければ多いほど良い。
- 既に農業試験場にて収集されているデータを用意頂いている。

##### <①必ず必要となるデータの項目>

- 対象年
- 白未熟粒の発生場所：住所や緯度経度
- 白未熟粒の発生率：タイプ別（乳白、心白、腹白、背白、基白。※乳と心または腹と背は一緒でも可。）にあるとなお良い。
- 移植日、出穂日、収穫日

##### <②利用できれば精度の向上が期待できるデータの項目>

- 単位面積当たりの窒素肥料の量
- 栽植密度
- 移植時の葉齢

\* 上記の内容は増富博士へのヒアリングに基づく。

7

### 3章 必要なデータ

#### 気象データについて

- 気象データとしては、以下データ項目を「①モデルを構築するために必要な気象データ」と「②将来予測に必要な気候シナリオ」の2種類のデータによって用意が必要。
  - ✓ 日平均気温（補完的に日最高気温・日最低気温も使用する）
  - ✓ 天日射量

##### <①モデル構築に必要な気象データの内容>

- 名称：メッシュ農業気象データ
- 提供元：国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
- データ解像度：1km
- 利用可能なデータ期間：1980年から1年先まで

※なお、気象観測を行っている圃場においては、実測値を用いることで一層の精度向上を図ることを検討する。

##### <②将来予測に必要な気候シナリオの内容>

- 名称：NIES2020
- 提供元：国立研究開発法人 国立環境研究所
- データ解像度：1km
- 利用可能なデータ期間：現在から2100年
- 排出シナリオ：SSP1-2.6、SSP2-4.5、SSP5-8.5
- 気候モデル：ACCESS-CM2、IPSL-CM6A-LR、MIROC6、MPI-ESM1-2-HR、MRI-ESM2-0

\* 上記の内容は増富博士へのヒアリングに基づく。

8

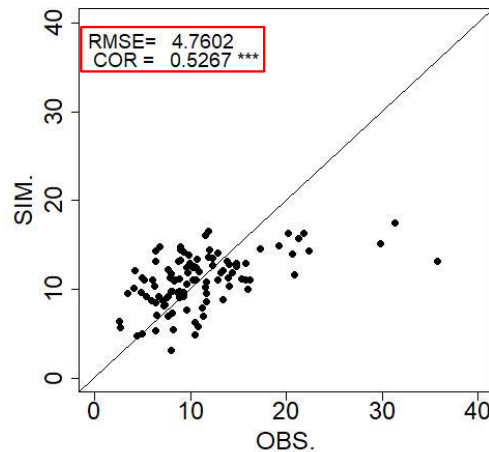
# 令和3年度の実施内容 ～将来予測計算計画書素案の作成～

## ● 水稻の白未熟粒発生率に関する**将来予測計算計画書素案を作成**

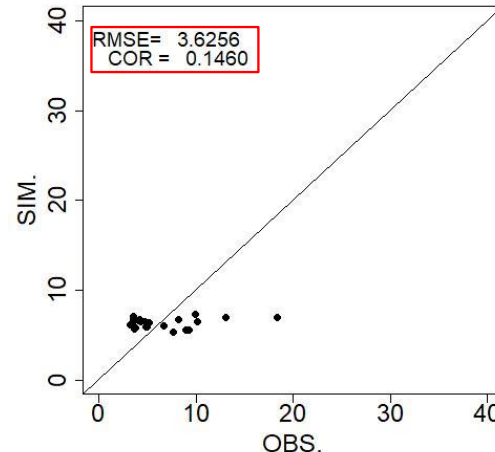
### 4章 令和4年度の将来予測計算に向けた検討

#### 予測モデルの試作状況

- 結果、コシヒカリの予測モデルについては、予測結果と品質データの相関が有意と判定（0.1%の有意水準で有意）。
- とちぎの星については、相関が有意とは判定されなかった。サンプル数が少ない等の理由が考えられる。



コシヒカリの予測結果と品質データの相関判定



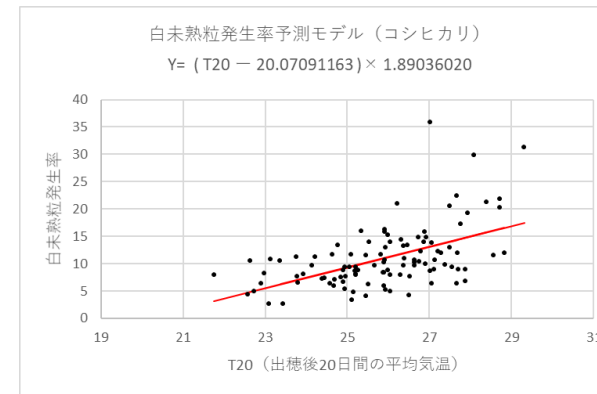
とちぎの星の予測結果と品質データの相関判定

\*1茨城県地域気候変動適応センター（2020）、茨城県における気候変動影響と適応策—水稻への影響—：[https://www.ilccac.ibaraki.ac.jp/admin/wp-content/uploads/2020/04/ICAS\\_si-cat\\_paper\\_forweb1.pdf](https://www.ilccac.ibaraki.ac.jp/admin/wp-content/uploads/2020/04/ICAS_si-cat_paper_forweb1.pdf)

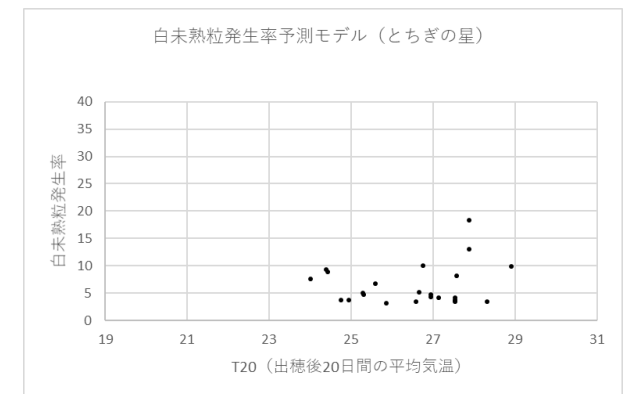
### 4章 令和4年度の将来予測計算に向けた検討

#### 予測モデルの試作状況

- 令和4年度には、 $T_{20}$ だけでなく複数パターンの気象データでモデルを構築。最適なものを選択し精度向上を図る。
- とちぎの星については、可能ならサンプルを追加することで精度向上等を図る。（現状のサンプル数はコシヒカリ105、とちぎの星24）。



コシヒカリの白未熟粒発生率予測モデル（試作）



とちぎの星の白未熟粒発生率予測モデル（試作）

\*1茨城県地域気候変動適応センター（2020）、茨城県における気候変動影響と適応策—水稻への影響—：[https://www.ilccac.ibaraki.ac.jp/admin/wp-content/uploads/2020/04/ICAS\\_si-cat\\_paper\\_forweb1.pdf](https://www.ilccac.ibaraki.ac.jp/admin/wp-content/uploads/2020/04/ICAS_si-cat_paper_forweb1.pdf)



# 令和3年度の実施内容 ～将来予測計算計画書素案の作成～

## ● 水稻の白未熟粒発生率に関する**将来予測計算計画書素案を作成**

### 4章 令和4年度の将来予測計算に向けた検討

#### 長期予測の結果に基づく品種間の高温耐性評価

- 2品種（コシヒカリ、とちぎの星）についての気候変動影響の長期予測が可能となれば、両品種の高温耐性についての比較が可能。
- 予測マップを作成し、両品種における高温耐性を比較。



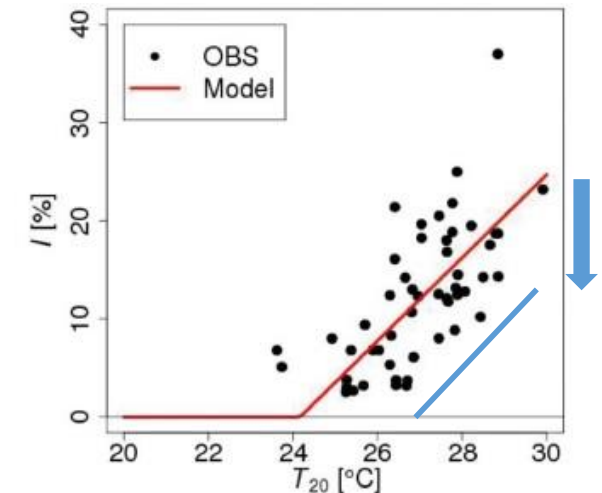
予測マップによる比較のイメージ  
(気候変動適応情報プラットフォーム, 気候変動適応 e-ラーニングより)

\*1茨城県地域気候変動適応センター（2020）、茨城県における気候変動影響と適応策—水稻への影響—: [https://www.ilccac.ibaraki.ac.jp/admin/wp-content/uploads/2020/04/ICAS\\_si-cat\\_paper\\_forweb1.pdf](https://www.ilccac.ibaraki.ac.jp/admin/wp-content/uploads/2020/04/ICAS_si-cat_paper_forweb1.pdf)

### 4章 令和4年度の将来予測計算に向けた検討

#### 短期予測の実施について

- 白未熟粒発生率予測モデルに、1カ月先の気象の予報データを入力し、短期的な将来における影響予測の可能性。
- 白未熟粒発生率の1カ月先の短期の予測を行うことで、白未熟粒発生率の速報値を作成。出穂日時点で白未熟粒の発生率を予測できれば、予測値に応じた事前の対策の実施が理論上は可能。
- かん水の方法を変えるなどの対策を事前に複数のパターンで行い、対策（適応策）の効果の評価を行うことも考えられる。



事前の対策に基づく白未熟粒発生率抑制のイメージ

# 令和3年度の実施内容 ～検討会の開催～



- 計画書の妥当性について検討委員会を開催し、**妥当性を確認**

■ **日時** 2月15日 10:00～13:00

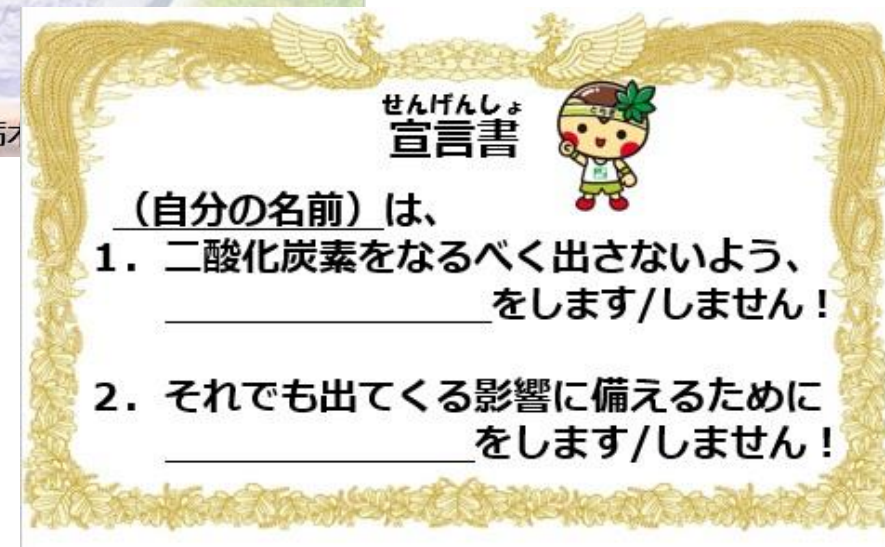
■ **委員** 国立環境研究所 気候変動適応センター アジア太平洋気候変動適応室 増富室長  
栃木県 農政部局職員 4名

■ **内容** 作成した「水稻」に関する将来予測計算計画書（素案）の妥当性について

- **結果**
- **計算書は良く書けている**
  - 第一段階としては、コシヒカリについてはモデルができたが、**発生率が非常に高いサンプルがあることや、傾きが少し小さいところがあるため、肥料管理の方法や日射データ等を用いて来年度にモデルの改良をしていけるといい。**
  - 今後、**将来予測の結果をどのように適応策に反映していくか**ということも考えていけるといい。
  - **一つは長期予測。**既存品種「コシヒカリ」と高温耐性品種「とちぎの星」のそれぞれの予測結果の比較なども踏まえて、今後どうしていくか、考えていくこと。
  - **もう一つは、短期予測。**気象庁の1カ月予報等に基づいて対策を変えるなど、現場で適応していけるといい。
  - 結果を踏まえた**適応のイメージを共有**し、進めていけるといい。

# 令和3年度の実施内容 ～普及啓発～

- 1年目事業で作成した学習教材を活用し、教育委員会と連携のもと県内10校の**小学校で出前授業を実施**
- 普及啓発を図るとともに、**学校現場における気候変動に関する課題等についても情報収集**



(左) 授業の様子  
(右) 授業で使用了教材



# 令和3年度の実施内容 ～普及啓発～

- 気候変動に関する研究を行っている**高校との連携**（1年目事業から連携）
- 出前授業や普及啓発などを通じて研究をサポート



（上、右）出前授業（オンライン）の様子



---

## 今後の課題と展望

---

## 水稻の白未熟粒発生率に関する将来予測

- 今後、将来予測の結果及び適応策を、どのように農業従事者等に普及させていくが課題。
- 行政関係者と農業従事者等が適応のイメージを共有できるよう、次年度以降、普及方法等を関係部局と検討していく。

## 普及啓発

- 学校現場では気候変動に関する指導のノウハウが不足しているとの声が多く、「講師の派遣」、「授業に使用できる資料・動画の提供」等の要望を頂いた。
- 今後、授業等（GIGA端末）で活用できる学習教材の制作、温暖化防止活動推進員の育成・推進員による啓発活動の支援など、学校現場における普及啓発等を行う。



栃木県気候変動適応センター  
**Twitter** はじめました。

