

委託プロジェクト研究課題評価個票（中間評価）

| | | | |
|---------|--|----------|----------------------------|
| 研究課題名 | 現場ニーズ対応型プロジェクトのうちAI画像解析等による次世代穀粒判別器の開発 | 担当開発官等名 | 農林水産技術会議事務局研究企画課 農産局穀物課 |
| | | 連携する行政部局 | |
| 研究期間 | R 3年～R 7年（5年間） | 総事業費（億円） | 1.0億円（見込） |
| 研究開発の段階 | 基礎 | 応用 | 開発 |
| | | | |

研究課題の概要

食料・農業・農村基本計画では、農産物流通や消費者ニーズの変化を踏まえ、農産物規格・検査について、規格項目の見直し、検査の高度化を行うこととしている。現在の農産物検査（※1）は、精米原料となる玄米の被害の有無等を検査員の目視により確認されているが、検査員の減少や地域や検査員間でのバラツキ、定性的で具体的な測定データを示せない等の課題がある。また、消費者・実需者のニーズが多様化する中、実需者・消費者毎に異なるニーズへの対応や生産現場への正確な情報伝達を行うことが課題となっており、これらの課題解決や、生産・流通・消費の各段階のニーズを相互に共有するバリューチェーンの構築のための技術が求められている。この中で令和2年秋から一部検査項目への穀粒判別器の活用が開始、さらに令和4年から農産物検査への穀粒判別器の利用が本格的に開始されたことから、生産・流通・消費の各段階のニーズを相互に共有するバリューチェーン（スマートオコメチェーン（※2））の構築のために、連携が期待される穀粒判別器（※3）の高精度化とさらなる活用技術が求められている。そこで本研究では、その画像データと測定数値、各用途での利用適性をビッグデータ（※4）としてデータベース化し、検査員による鑑定の相当部分を代替でき、等級（※5）のみではない実需者ニーズに応じた米取引の実現に資する次世代穀粒判別器の開発につなげるため、穀粒判別器データから搗精歩留（※6）、炊飯米品質を解析するシステム開発研究を行う。

<①：穀粒判別器の分析データを管理するプラットフォームの開発（令和3～7年度）>

- ・搗精歩留との相関のある穀粒判別器データを特定する。
- ・穀粒判別器データから精米歩留、炊飯米品質を推定する解析機能の構築。
- ・デバイスデータ（全農パールライス㈱の搗精歩留データ、穀粒判別器等検査データ等）間とのシステム連携し、ビッグデータとして解析可能なシステム環境の構築。

<②：玄精米品質と炊飯米品質を結び付けるための相関性研究（令和3～7年度）>

- ・穀粒判別器データと米の理化学的特性、澱粉特性、炊飯・調理米の物理的特性等の観点から調理加工適性との関係性を評価。

<③：AI等を活用した解析機能を搭載した次世代穀粒判別器の開発（令和3～7年度）>

- ・玄米外観品質の分析項目の測定精度の向上を行う。
- ・解析機能を穀粒判別器に搭載するためのソフトウェア開発研究を行う。

1. 委託プロジェクト研究課題の主な目標

| 中間時（2年度目末）の目標 | 最終の到達目標 |
|---|---|
| ①-1 搗精歩留と相関のある穀粒判別器データ項目の特定 ①-2 穀粒判別器データから搗精歩留を推定するAI解析機能の検討 | ①穀粒判別器等の複数のデバイスデータをビッグデータ化し、穀粒判別器データ項目と搗精歩留との相関性を明らかにし、玄米品質から搗精歩留を推定する解析機能の構築（目標精度±0.5%以内）。また、穀粒判別器データをビッグデータとして管理・分析するプラットフォームを開発。 |
| ② 炊飯米品質と関連のある穀粒判別器データ項目を特定するためのデータ蓄積 | ②穀粒判別器データ項目と米飯物性（硬さや粘りなど）との相関性を明らかにし、玄精米品質から炊飯米特性を推定する解析機能の構築。 |
| ③ 搗精歩留推定に必要な穀粒判別器の品位項目の検査精度向上 | ③玄米外観品質の測定精度を向上し、搗精歩留推定、炊飯米品質推定等の解析機能を搭載するためのソフトウェアの開発研究。 |

2. 事後に測定可能な委託プロジェクト研究課題全体としてのアウトカム目標（R10年）

- ・歩留推論に基づき、実需者の製品化率を前提とした品質評価/取引根拠を構築する事で、実需者/消費者のニーズに応じた米取引及び、米生産を実現する。参考までに、実需者の搗精歩留まりに基づい

た取引により、製品化率が0.1%改善できると実需者経済効果250万円/万tの期待できると想定している。

【項目別評価】

1. 社会・経済の諸情勢の変化を踏まえた研究の必要性

ランク：A

① 農林水産業・食品産業、国民生活の具体的なニーズ等から見た研究の重要性

現在の農産物検査は、精米原料となる玄米の被害の有無等を検査員の目視により確認されているが、検査員の減少や地域や検査員間でのバラツキ、定性的で具体的な測定データを示せない等の課題がある。また、消費者・実需者のニーズが多様化する中、実需者・消費者毎に異なるニーズへの対応や生産現場への正確な情報伝達を行うことが課題となっており、これらの課題解決が求められている。この中で令和2年秋から一部検査項目への穀粒判別器の活用が開始、さらに令和4年から農産物検査への穀粒判別器の利用が本格的に開始されたことから、生産・流通・消費の各段階のニーズを相互に共有するバリューチェーン（スマートオコメチェーン）の構築のために、連携が期待される穀粒判別器の高精度化とさらなる活用技術が求められている。本研究課題は、こうした農産物検査や米流通現場のニーズを解決する課題であることから、引き続き本研究を推進することが重要である。

② 引きつづき国が関与して研究をする必要性

次世代穀粒判別器の開発や検査データを解析する分析プラットフォームの開発には多大な研究資源と長期的視点が必要であり、個別機関では担えない課題であり、農産物検査や米流通のあり方にも関わることから、国自らが企画・立案して重点的に実施する必要がある。また、開発段階から複数の検査実需機関と機器メーカー、システム開発者等が連携して研究することが不可欠で、開発された穀粒判別器や検査データが全国的に農産物検査機関や流通・消費の現場で利用されるものであることから、国が研究を推進していくことが必要である。

2. 研究目標（アウトプット目標）の達成度及び今後の達成可能性

ランク：A

① 中間時の目標に対する達成度

搗精歩留と関連のある穀粒判別器データ項目の特定については、令和3年産試料米48銘柄237検体の搗精試験と穀粒判別器品位項目データの解析により、搗精歩留と「健全粒」、「砕粒」との間に強い相関性、「発芽/芽腐」、「白未熟外」、「乳白」との間に相関性が認められ、これらが搗精歩留に影響を及ぼす可能性がある品位項目であることを明らかにした。また、機械学習を用いた重要度の分析においても相関分析と同様に「健全粒」「砕粒」「発芽/芽腐」に強い影響度が確認されたほか、「胴割粒」の影響度も確認された。なお、これまで玄米等級と搗精歩留との関係性を示した研究、解析結果は存在しなかったが、必ずしも低等級米の搗精歩留が低いとは限らず、穀粒判別器の品位項目を詳細に分析することが搗精歩留を推定するうえで重要であることを確認した。

穀粒判別器データから搗精歩留を推定するAI解析機能の検討については、穀粒判別器の品位項目データと全農パールライス搗精工場の工場搗精データを教師データとして約42,000点蓄積し、搗精歩留を推定するAIモデルの精度確認を行ったが、低歩留まりデータの不足が要因と考えられ、MAE（平均絶対誤差）は目標とする精度（±0.5%以内）は現時点では得られていない。一方、工場搗精での低歩留まりデータの不足を補完し、精度向上を図るため、簡易搗精で篩がけなどの条件確認を行った。

炊飯米品質と関連のある穀粒判別器品位項目データの特定するためのデータ蓄積については、国内48銘柄の穀粒判別器品位項目データと米飯物性やテクスチャー特性、米飯中の遊離糖およびアミノ酸含有量のデータを得た。これらを解析した結果、「死米」および「白未熟粒」が米飯粒の厚みと負の相関があること、「整粒」の内、「健全粒」は米飯粒の厚みと正の相関があるが、「青未（透）」は負の相関があり、整粒でも「健全粒」「青未（透）」を区別し分析する必要があること等の知見を得た。また、「粒感」に寄与が期待できる品位項目についても知見を得た。

穀粒判別器の検査精度の向上については、全国瑞穂食糧協会が目視分析値と相互に検証し、玄米サンプル130点について3メーカー（株式会社ケツト科学研究所、株式会社サタケ、静岡製機株式会社）の穀粒判別器で測定を行い、各社間の誤差（重量%）が「着色米」、「死米」、「胴割粒」、「砕粒」、「白未熟粒」で一定の範囲内に収まることを確認した。同様に精米サンプルについても確認し、穀粒判別器の各社間の誤差は一定範囲内に収まることを確認し、精度向上について計画通りに進捗している。以上のように、中間時の目標は概ね計画通りに達成した。

② 最終の到達目標の今後の達成可能性とその具体的な根拠

到達目標のである「搗精歩留を推定するAI解析モデルの構築」については、穀粒判別器の精度向上が図られたことに加えて、これまでに「健全粒」、「砕粒」等の搗精歩留に影響を及ぼす可能性がある品位項目を特定により適切な教師データの収集が可能になった。また、工場搗精データのデータ不足を補完する簡易搗精方法の条件確認も進んだ。今後これらのデータを大量に収集し、搗精歩留を出力できる仕組みを構築することで「搗精歩留推定を行うAI解析モデル構築」の可能性が見込める。また、「穀粒判別器データからの炊飯米品質の推定する解析機能の構築」に関しては、炊飯米品質と相関がある品位項目を見出し、解析に着手できることを確認できた。引き続き、得られた関係性の有意性や品位項目と米飯物性やテクスチャー特性データとの関係性の検証・考察を進め、適切なデータの蓄積を進めることで、「穀粒判別器データから米飯物性を推定する解析機能の構築」は可能であると考えられる。

「分析プラットフォームの開発」については、これらのモデル開発を進めるとともに、農水省別事業（農機OpenAPI）で穀粒判別器のAPI仕様開発が進み、この事業との連携やWAGRI（※7）の活用を踏まえることでプラットフォーム環境構築の実現性は高い。

3. 研究が社会・経済等に及ぼす効果（アウトカム）の目標の今後の達成可能性とその実現に向けた研究成果の普及・実用化の道筋（ロードマップ）の妥当性 **ランク：A**

① アウトカム目標の今後の達成の可能性とその具他的な根拠

本課題の研究により、穀粒判別器の測定精度の向上が図られるだけでなく、穀粒判別器の検査データからこれまでで不可能であった搗精歩留や炊飯米の推定が可能となり、解析プログラムが搭載された穀粒判別器の開発につながる。このことによりこれまで目視による鑑定に加えて、機械鑑定による客観的データを指標とした米取引が推進されるだけでなく、搗精歩留や米飯物性などの新たな指標による米取引が可能となり、業務用米等の各種米用途に適した米流通が促進、米需要が拡大するものと考えられる。以上のことから、アウトカム目標である「実需者・消費者のニーズに応じた米取引を実現」は達成可能と考えられる。

② アウトカム目標達成に向けた研究成果の活用のために実施した具体的な取組内容の妥当性

穀粒判別器の検査データを管理するプラットフォームの開発や次世代穀粒判別器の開発は、コンソーシアムメンバーであるシステム開発者や機器メーカーの他と、農産物検査を実際に執り行う全農や全農パルライスと連携して行われている。また、研究期間内に試験稼働を実施し、プラットフォームデータおよび解析機能の有用性を確認し、実稼働状況を踏まえた機能改善・追加に取り組むこととしており、開発後速やかに検査、流通現場への普及・社会実装が可能となるように取り組んでいる。

③ 他の研究や他分野の技術の確立への具他的な貢献度

該当なし。

4. 研究推進方法の妥当性 **ランク：A**

① 研究計画の妥当性（的確な見直しが行われているか等）

4名の外部専門家と、関係する行政部局で構成する運営委員会を設置し、行政ニーズや各課題の進捗状況を踏まえて実施計画の見直し等の適切な進行管理を行っている。こうした進行管理により、穀粒判別器の検査データを管理するプラットフォームの開発や次世代穀粒判別器の開発研究を加速化する研究内容となるよう研究計画が改善され、アウトカム目標の達成可能性を高めている。

② 研究推進体制の妥当性

上記の運営委員会を年1～2回開催の他、進捗状況の確認、研究計画・推進体制の見直し、研究成果の共有と公表等について、助言指導等を行っている。また、研究コンソーシアムの自主的な推進体制として、推進会議を年4回程度の開催を行っており、コンソーシアム内の情報共有や意見交換、推進体制の検討を行っている他、内2回は外部専門家を招いて助言指導を行っている。以上の進行管理、情報共有等が達成されていることから、研究推進体制は妥当である。

③ 研究課題の妥当性（以後実施する研究課題構成が適切か等）

予算については、本課題の中核をなす分析プラットフォーム開発に重点的に配分するとともに、穀粒判別器の判定精度向上が終了し、プラットフォーム開発に必要な穀粒判別器データ、米飯物性データ、簡易搗精データの取得を分担して取り組んでおり、研究課題の構成は妥当である。

④ 研究の進捗状況を踏まえた重点配分等、予算配分の妥当性

各実行課題の進捗状況や研究成果の有用性を踏まえた予算配分の重点化を行っているほか、課題間で試料や取得データの連携や共有を図り、システム開発に努めていることから予算配分は妥当である。

【総括評価】 **ランク：A**

1. 委託プロジェクト研究課題の継続の適否に関する所見

- ・農産物検査や米流通現場でのニーズを解決する課題であり、研究の必要性は高い。また、課題解決が実需者ひいては消費者ニーズに資するものであり、米の取引形態に係ることであることから国が関わる必要性が十分にある。
- ・研究の進捗については、検査を行う事業者とも連携して順調に進捗しており、アウトプット、アウトカム目標達成への明確な道筋が確認できる。
- ・生産・流通・消費の各段階のニーズを相互に共有するバリューチェーンの構築に寄与することから、今後も継続して実施することが妥当である。

2. 今後検討を要する事項に関する所見

本研究の中間・最終目標ともに定性的な目標となっており、より定量的に評価できる数値目標を設定すべきである。また、現在設定されている目標（目標精度±0.5%以内）についても、当該目標で妥当なのか研究参画者間等で再確認する必要がある。

[研究課題名] 現場ニーズ対応型プロジェクトのうち AI 画像解析等による次世代穀粒判別器の開発

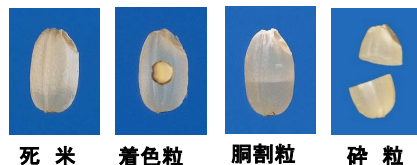
| 用語 | 用語の意味 | ※番号 |
|------------------|---|-----|
| 農産物検査 | 全国統一的な規格に基づく等級格付けにより、現物を確認することなく、大量・広域に農産物を流通させることを可能とする仕組み。 | 1 |
| スマートオコメチェーン | 生産から消費に至るまでの情報を連携し、生産の高度化や販売における付加価値向上、流通最適化等による農業者の所得向上を可能とする基盤（スマートフードチェーン）のお米の分野版。これを活用した民間主導での規格制定に向け、スマートオコメチェーンコンソーシアムが設立されている。 | 2 |
| 穀粒判別器 | 水稻うるち玄米の整粒、着色粒、死米、胴割粒、砕米などの含有率を測定する機器であり、我が国が世界をリードしている。整粒等・白未熟粒・着色粒・死米・胴割粒・砕粒・奇茶発・異物等の粒数や割合の測定や米粒画像データを出力できる。 | 3 |
| ビッグデータ | 一般的なデータ管理・処理ソフトウェアで扱うことが困難なほど巨大で複雑なデータの集合を表す用語。 | 4 |
| 等級 | 玄米の等級は被害粒、死米等の混入率等により1等級、2等級、3等級、規格外の4種類で格付けされる。等級が優れるほど、高価格で取引される傾向にある。 | 5 |
| 搗精歩留 | 玄米を搗精した際に、原料玄米に対する精白米の重量割合。 | 6 |
| 農業データ連携基盤（WAGRI） | 農業ICTの抱える課題を可決し、農業の担い手がデータを使って生産性向上や経営改善に挑戦できる環境を生み出すため、データ連携・共有・提供機能を有するデータプラットフォーム。 | 7 |

① AI 画像解析等による次世代穀粒判別器の開発

- 食料・農業・農村基本計画では、農産物流通や消費者ニーズの変化を踏まえ、**農産物規格・検査**について、**規格項目の見直し、検査の高度化**を行うこととしている。現在の農産物検査は、精米原料となる玄米の被害の有無等を検査員の目視により確認されているが、①地域や検査員のバラツキが発生することや ②具体的な測定データを示せないこと等の課題がある。
- このような中、令和2年秋から一部検査項目への穀粒判別器の活用が開始されたことから、その画像データと測定数値、各用途での利用適性をビッグデータとしてデータベース化し、検査員による鑑定の相当部分を代替できる**次世代穀粒判別器を開発する**。
- これにより、**AI画像解析により規格項目を数値で精緻に示すことが可能**となり、着色粒・胴割粒の含有量等を考慮した、等級のみではない**実需者ニーズに応じた米取引が可能**となる。

生産現場の課題

- ・ 目視による検査では、地域や検査員によるバラツキがある。
- ・ 1等、2等という等級のみでは、コメの特徴を把握しきれないなあ。



死米 着色粒 胴割粒 碎粒

検査員の目視で
4等級に総合判定



生産現場の課題解決に資する研究内容

- 次世代穀粒判別器の開発メーカーと連携して、
- ①穀粒判別器から取得される米の画像・検査データの農業データ連携基盤(WAGRI)等への蓄積、
 - ②ビッグデータと連動する次世代穀粒判別器の開発、
 - ③AI画像診断によるデータに基づく取引を提案するプログラムの実装
- などを行う。



社会実装の進め方と期待される効果

- ・ 次世代穀粒判別器を用いた新たな検査項目体系を構築。
- ・ 玄米外観品質の等級に加え、新たな指標による用途別のコメ取引が実現。
- ・ 民間機関が実施する農産物検査への活用を積極的に進めるとともに先進農業法人や都道府県普及組織等と連携した普及活動を全国展開。

検査等級のみによらない、用途別のコメの取引が実現。海外日本食レストラン向け米輸出が1万トン増加。



【ロードマップ（中間評価段階）】

中課題ごとの毎年度（特に中間評価年度）の成果目標、研究成果の普及・実用化の道筋と目標を具体的に示す

AI 画像解析等による次世代穀粒判別器の開発

| ～3年度 | R3年度 | R4年度 | R5年度 | R6年度 | R7年度 | R8年度 | R9年度 | R10年度～ | |
|---|--|------|--------------------------|---|------------------------|------|---|--------|--|
| 既往の成果 (知見) | 委託研究プロジェクト | | | | | | 実証 | 産業利用 | |
| 1. ベンダーフリーで様々なデバイスが接続でき、ユーザー毎に権限管理するプラットフォーム基礎基板を構築済み | 1. 分析データプラットフォームの開発 | | | | | | <ul style="list-style-type: none"> 研究期間内に普及・実用化支援組織での試験稼働を実施し、プラットフォームデータおよび解析機能の有用性確認する。 研究期間終了後速やかな社会実装が可能となるよう、実稼働状況を踏まえた機能改善・追加に取り組む。 | | |
| | 精米歩留と穀粒判別器品質データの相関性調査 | | | 穀粒判別器検査データから精米歩留を推定するAI解析機能の試作 精米歩留を推定するAIモデルのデータ拡充と精度向上 穀粒判別器検査データから米飯物性を推定する解析機能の試作 | | | | | |
| 2-1. 玄米成分、炊飯米物性、糊化特性に関する知見 | 2. 玄精米品質と炊飯米品質を結び付けるための相関性研究 | | | | | | <ul style="list-style-type: none"> 解析モデル運用システムの試運転 次世代穀粒判別器試作機の開発および検査現場での検証 | | |
| | 試料米の炊飯米品質（玄米成分、物性、糊化、老化特性）データの取得。炊飯米品質と穀粒判別器データとの相関調査。 | | | | | | | | |
| 3-1. 農産物検査で一部の品位項目での穀粒判別器の使用が可能 | 3. 次世代穀粒判別器の開発 | | | | | | <ul style="list-style-type: none"> 次世代穀粒判別器の開発・販売 生産・検査・流通現場での利用 スマートオコメチェーン構築に寄与 | | |
| 3-2. 玄米外観品質を測定する穀粒判別器を各社で開発 | 搗精歩留に係る品質項目の検討 | | 玄米試料の収集、穀粒判別器の玄精米の測定精度向上 | | 次世代穀粒判別器に係るソフトウェアの開発研究 | | | | |
| | 穀粒判別器データと簡易搗精による精米歩留のデータ取得 | | | | | | データに基づき実需者・消費者ニーズに合致した米取引が拡大。 | | |

研究目的：穀粒判別器等によって定量的に得られた解析データを活用することで、生産・流通・消費の各段階のニーズを相互に共有するバリューチェーンを構築する。

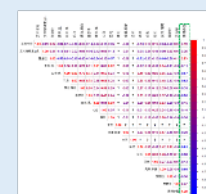
研究背景：現在の農産物検査では、農産物検査員の減少や、地域や検査員間でのバラツキ、定性的で具体的な測定データを示せない等の課題がある。また、実需者・消費者毎に異なるニーズへの対応や生産現場への正確な情報伝達が課題となっている。これらの課題解決や、生産・流通・消費の各段階のニーズを相互に共有するバリューチェーンの構築のための技術が求められている。

研究内容

- ①分析データプラットフォームの開発
(穀粒判別器データから搗精歩留、炊飯米品質を推定する解析機能の構築)
- ②玄精米品質と炊飯米品質を結び付けるための相関性研究
- ③次世代穀粒判別器の開発研究

主な成果

①「健全粒」、「砕粒」等の搗精歩留に影響を及ぼす可能性がある品位項目を特定



搗精歩留と「健全粒」、「砕粒」との間に強い相関性、「発芽/芽腐」、「白未熟外」、「乳白」との間に相関性が認められ、これらが搗精歩留に影響を及ぼす可能性がある品位項目であることを明らかにした。

目視の品位判定 農産物検査員が減少している 等級のみでは特徴を把握しきれない



次世代穀粒判別機および様々なニーズへ対応

1. 分析データプラットフォームの開発

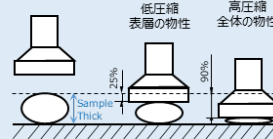


②炊飯米品質（炊飯米の厚み）と相関がある品位項目を検出

1) 米飯物性（テンシプレッサー）

- ◆ 米飯を調製（加水倍率1.4倍）
- ◆ 1粒を試料台に載せ、2段階圧縮で、表面および全体の物性データを取得
- ◆ 25粒データの平均値が銘柄データ

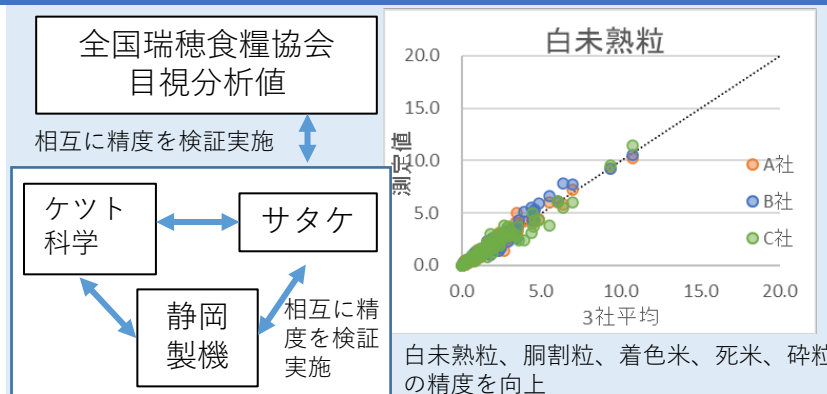
<<測定動作概略図>>



炊飯米厚み
(相関係数)
品位項目

- 整粒<健全粒>
- 整粒<青未(透)>
- 死米
- 白未熟粒

③穀粒判別器の測定精度を向上を実現



精度の高い穀粒判別器品位項目データ、適切な教師データの蓄積により穀粒判別器データからの搗精歩留、炊飯米品質の推定する解析機能の構築やプラットフォームの構築を実現

次世代穀粒判別器の開発研究