

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	現場ニーズ対応型研究のうち大規模飼料生産体系における収穫作業の人手不足に対応する技術開発			担当開発官等名	畜産局飼料課 農林水産技術会議事務局研究企画課
				連携する行政部局	畜産局飼料課（飼料生産振興班）
研究期間	R 2～R 6（5年間）			総事業費（億円）	3億円（見込）
研究開発の段階	基礎	応用	開発		

研究課題の概要

〈委託プロジェクト研究課題全体〉

牧草・飼料作物の生産現場では、熟練オペレーターの人手不足が著しく、高度な運転操作技術を要する組み作業（※1）（収穫作業時におけるハーベスターと運搬用トラックの併走）の実施が困難になりつつある。また、北海道のような広大な農地においては、目的のほ場位置や自車位置を把握することが難しく、土地勘のないオペレーターの参入を難しくしている。

そこで本研究では、

- 高度な運転操作技術が要求される組み作業の運搬用トラックにおいて、自車位置のズレをオペレーターに知らせることによりハーベスターとの併走を容易にするための併走サポートシステム
- 広大な農地内におけるほ場の位置や、一般的な地図システムには捕捉されない農道等も含めた作業ほ場までの最適ルートを表示するナビゲーションシステム

を開発し、練度が低いオペレーターや土地勘のないオペレーターの収穫作業への参入障壁を下げ、柔軟な人手確保を可能にし、粗飼料生産性の向上及び人手不足の解消を図る。これらの開発システムについては、ユーザビリティ（※2）の高いアプリケーションとして商品化し、低コストでの生産現場への導入を目指す。

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
・運搬用トラックの併走サポートシステム及びナビゲーションシステムのプロトタイプ（※3）の開発。	・プロトタイプの実証試験から得られたフィードバックデータを用いた改良により、令和6年度までに市販化製品を完成。

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（13年）

併走サポートシステム及びナビゲーションシステムの導入により、練度が低いオペレーターや土地勘がないオペレーターでも容易に収穫作業へ参入することが可能となり、雇用創出効果が発生することで、年間約5億円の経済波及効果が期待される。また、規模拡大が可能になることによって粗飼料生産量が増加し、約90億円の経済的効果が期待できる。

これらの開発技術は、粗飼料生産現場における円滑な人手確保に資するとともに、良質な粗飼料生産を通じた収益性の向上にもつながり、地域の基幹産業の活性化が期待される。

【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

畜産物の生産基盤強化が推し進められる中、酪農業においては農家1戸あたりの乳牛飼養頭数が増加しており、飼養管理以外に割ける時間や労力が減っていることから、飼料生産をコントラクター（※4）等の外部組織に委託するケースが増加している。一方、コントラクターにおいても、受託面積の増加に対応するだけの人手確保が難しくなっており、特に熟練オペレーターの不足により組み作業の実施が難しくなりつつある。粗飼料の安定供給のためには、練度の低いオペレーターでも作業への従事が可能となるような技術の開発を図る必要がある。

② 引き続き国が関与して研究を推進する必要性

「酪農及び肉用牛生産の近代化を図るための基本方針」においては、国産飼料基盤を強化するために、「輸入飼料に過度に依存した畜産から国産飼料に立脚した畜産への転換を推進する」とされており、これを実現するためには自給飼料の生産を強力に推し進めていく必要がある。また、「食料・農業・農村基本計画」では、「労働力負担軽減・省力化に資するロボット、AI、IoT等の先端技術の普及・定着」、さらに、「みどりの食料システム戦略」では、「省力化・省人化による労働生産性の向上や生産者のすそ野の拡大」と明記されており、酪農経営におけるこれらの実現に向け、本研究課題を国が主導して様々な関係者の参画を得ながら取り組む必要がある。

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

非熟練オペレーターの作業参加を可能とするための運搬トラック伴走サポートシステムに必要な技術的要件が明確になり、プロトタイプが開発された。具体的には、ハーベスターに搭載された中央制御PCと空間把握のための3D-LiDAR（※5）、ダンプトラック搭載の受信用端末など、各機材をリアルタイムで接続する通信システム及びトラックの現在位置や目標位置とのズレを表示するガイダンスシステムにより構成される。

また、土地勘がないオペレーターであっても容易に収穫作業へ参画できるよう、20km x 20kmの特定地域における農道ネットワーク（※6）が整備されるとともに、ナビゲーションシステムのプロトタイプが開発された。具体的には、一般的なナビゲーションアプリではカバーされていない農道情報の整備手法が確立されるとともに、自車位置から目的地（ほ場及びバンカーサイロ（※7））までの最適ルート検索機能及び稼働中のダンプトラック・作業機全車の現在地が表示される機能により構成されたシステムである。

今後の市販化に向け、その土台となるプロトタイプが開発されていることから、中間時の目標は達成している。

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

現在までにプロトタイプまでが開発された「運搬トラック伴走サポートシステム」及び「ナビゲーションシステム」については、生産現場における実証試験及びアンケート調査を通して改良を進め、ユーザビリティに優れた製品となるよう、市販化に向けて完成度を向上させていく予定である。また、汎用性のある機器を利用することによりコストの低下に努めることとしている。

「農道ネットワークの構築」については、どの地域でも容易に農道データを整備できるようなシステムを用いることで、導入・維持コスト低減のための検討を更に進める。

システムの市販化に向けては、「運搬トラック伴走システム」については、アプリケーションの開発や商品化の実績に富む会社を次年度よりコンソーシアムに加えることとしており、市販に向けた動きが加速化されるほか、「ナビゲーションシステム」については、地理空間情報技術において多数の実績を持つ国際航業において、市販化に向けたUIの改良等、本格的な開発に着手する予定である。

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体的な根拠

本技術開発は、事前の生産者との意見交換や情報収集の中で出された、農業生産現場からのニーズに基づいて行われている。本事業により開発される技術は、粗飼料生産現場における実証試験データからのフィードバックを繰り返すことで、より機能が充実し、ユーザーにとって使いやすいものとなる。そのため、本技術は労働力不足に直面している酪農経営において幅広く導入可能であり、アウトカム目標は達成可能である。

具体的には、本プロジェクトで開発された運搬用トラックの伴走サポートシステムを導入することで、非熟練オペレーターが収穫作業へ従事した場合でも、熟練者と同程度の作業を行うことが可能となり、新人オペレーターの雇用創出効果が発生する。牧草及び飼料用とうもろこしの収穫時期を6か月、給与額を30万円/月と想定し、北海道の各コントラクター及びTMRセンター（※8）（約300組織）が1

人ずつ増員すると仮定した場合、約5億円/年の経済波及効果がある。また、柔軟な人手確保が可能になることで規模拡大が可能となり、北海道における粗飼料自給率が現状の96%から100%に向上することで粗飼料生産面積が約2.5万ha増加し、その結果、約90億円の経済的効果が期待できる（収量34t/ha、乾物率25%、価格43円/乾物kgで試算）。

② アウトカム目標達成に向け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

普及・実用化をよりスムーズにするため、研究コンソーシアムには研究機関の他、JA及びTMRセンター（生産者）が参画しており、連携して実証・モニタリングを行っている。また、現地検討会などにより関係者間で十分な意見交換を実施し、操作性などにおいてより使いやすいものを目指し開発を進めていることから、普及・実用化のに向けた取り組みは妥当であるといえる。市販化に向けては、ユーザビリティに優れる伴走サポートシステムのアプリケーション開発を担当する会社を新たにコンソーシアムに加える。また、普及にあたっては、ハーベスター販売会社（2社）の販売網を活用して広報活動を行うとともに、北海道の普及組織等を招集した現地検討会を開催し、開発技術の認知度を高めることとしている。

③ 他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度

伴走サポートシステムは、運搬トラックの自動運転や伴走を伴う他作物（テンサイ等）の収穫作業への応用が期待される。また、ナビゲーションシステムは、牧草の収穫作業計画支援システム（※9）への応用が期待される。

4. 研究推進方法の妥当性

ランク：A

① 研究計画（的確な見直しが行われているか等）の妥当性

本課題の研究目標は、非熟練オペレーターをサポートするシステムを開発し、低コストでの導入を可能とすることにより粗飼料生産現場における労働力不足を回避することであり、その達成に向けて着実に研究を推進しているところ。外部専門家や関係行政部局等で構成される運営委員会や研究推進会議による進捗状況の確認を行うとともに、各システムが持つべき最適な仕様の決定に資する議論がなされることでの的確な見直しを行っており、研究計画の妥当性は高い。

② 研究推進体制の妥当性

これまでに3回実施した運営委員会においては、進捗状況について指導・助言・検討等を行うとともに、研究推進会議でも研究プロジェクトの進捗状況に応じて研究実施計画や課題構成を逐次見直すなど、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）

運搬トラック伴走サポートシステムの開発にあたり、実証試験を行うことができるTMRセンター（生産者）及びJAが参画しており、プロトタイプの効果検証を通じてさらなる改良を進める計画となっている。さらに、伴走サポートシステムのアプリケーション開発を担当する会社をコンソーシアムに組み込み、アプリケーションのユーザビリティを高めるとともに、市販化へ向けた動きを加速化する。また、ナビゲーションシステムの開発にあたっては、地理空間情報技術の開発メーカーが参画しており、実用化に向けた取り組みが行われていることから、研究課題構成は適切である。

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

新型コロナウイルス流行の影響を多少受けたものの、各課題とも概ね計画通りに研究が進捗している。今後は開発されたプロトタイプの生産現場における実証等を通じた改良や、システムの商品化・普及に向けた課題に予算を重点配分することとしており、予算措置は妥当である。

【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

・収穫作業の人手不足に対応するニーズの高い研究であり、トラックの伴走システム開発や、ナビゲーションシステムの開発など中間目標を達成している。順調な進捗が認められ、今後の研究目標の達

成可能性も高く、研究の継続は妥当である。

- ・我が国の粗飼料の100%自給化に向けた重要な研究であり、一層の取り組みを期待したい。

2. 今後検討を要する事項に関する所見

- ・成果の普及に向けて、導入コストやランニングコストの低減がキーポイントになるため、常にコストパフォーマンスを点検しながら進めていただきたい。
- ・開発された技術は、大規模農場が主なターゲットになると考えられるが、基盤整備などの事業との連携も意識して取り組んでいただきたい。
- ・成果の公表については、前倒しを含めて戦略的に進める必要があるとともに、本研究開発に国が関与するメリットについても発信いただきたい。
- ・北海道を対象とした研究であるが、他地域への展開を念頭に置いたマニュアル作成や技術開発を期待する。

〔研究課題名〕 現場ニーズ対応型研究のうち大規模飼料生産体系における収穫作業の人手不足に対応する技

術開発

用 語	用 語 の 意 味	※ 番号
組み作業	牧草や飼料用とうもろこしの収穫において、収穫を行う作業機（ハーベスター）と収穫物を積み込むトラックが併走して作業を行うこと。ハーベスターにより集められた収穫物が、シュートからトラックの荷台に向けて吹き出される。それぞれにオペレーターが必要で有り、適度な距離を常に保ちながら作業を行う必要があることから、高度な技術が要求される。	1
ユーザビリティ	開発するアプリケーションの使い勝手のこと。画面表示の方法や音声入出力等をよりユーザーにとって使い勝手のよい形に改良すること。	2
プロトタイプ	市販化モデルの前の試作モデルのこと。	3
コントラクター	飼料の収穫等を請け負う外部受託組織。1 農家あたりの飼養頭数の増加に伴い、飼料生産部門を外部に委託する畜産農家が増えている。	4
3D-LiDAR	3次元状に光を照射し、センサー周辺の距離からその場所の形状やセンサー位置の把握に活用されるセンサー。	5
農道ネットワーク	一般のナビゲーションシステムでは網羅できていないような細い農道等も含めた道路情報のこと。	6
バンカーサイロ	傾斜面や平地に設けた大型の箱形のサイロ（サイレージを調整するための設備）で、コンクリート製のものが多い。収穫物を積み込んだトラックがサイロ内に収穫物を搬出した後、重機により踏圧することで密度を高め、ビニルシート等で空気を遮断することで発酵させる。	7
TMRセンター	TMR（完全混合飼料：サイレージ、乾草、濃厚飼料、ミネラル等をバランス良く混合した飼料）を製造し、畜産農家に供給する施設。	8
収穫作業計画支援システム	管理する多くの圃場に対し、様々な要因（作物の特性、土壌の性質、天候、使用機器等）を総合的に調整・意思決定しながら、必要な収穫作業を実施することをサポートするためのシステム。	9

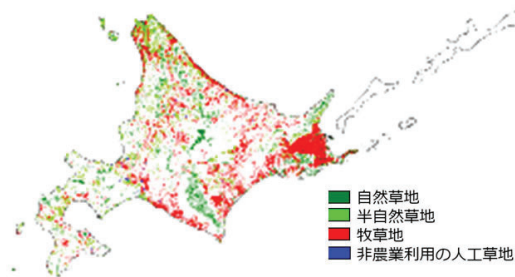
② 大規模飼料生産体系における収穫作業の人手不足に対応する技術開発

- 近年、牧草・飼料作物の収穫現場では熟練オペレーターの人手不足が著しく、収穫機と運搬用トラックが併走し、運転技術を要する組み作業の実施が困難になりつつある。
- そこで、新オペレーターでも収穫組み作業への参加を可能とするため、**牧草及び飼料作物の収穫作業において、収穫機と併走する運搬用トラックの運転支援システムを開発**する。
- 開発した支援システムにより、酪農およびコントラクターの人手不足を解消し、適期収穫による牧草品質・収量の向上で経営の安定化を実現する。

生産現場の課題

- ・ 酪農分野は高齢化が進み、熟練したオペレーターが不足。
- ・ 収穫作業が集中するため、運転ドライバーが不足し、適期収穫が困難。

<イメージ>



大規模かつ分散している草地・飼料畑。
熟練オペレーターの不足から、適期収穫が困難。

生産現場の課題解決に資する研究内容

作業機間の相対位置を表示するデバイスを高度化し、起伏のある草地においても、収穫機と正確に併走を可能とする運搬用トラックの運転支援システムを開発。

<イメージ>

牧草収穫の組み作業の様子



運転支援システムを搭載した運搬用トラック

※組み作業で熟練オペレーターを要する理由

1. 飼料収穫におけるトラック併走は併走～斜め後方の位置で正確な相対距離を保つ必要。
2. 草地は凹凸が多いが、そのような場合でも適切な位置関係を保つための技術が必要。

社会実装の進め方と期待される効果

開発した技術について、自動車・農機メーカー等と連携して、全国の畜産農家に普及。

- ・ 新オペレーターでも収穫作業に参加可能となり、人手不足が解消される。
- ・ 適期収穫が可能となることで、牧草収量が10%増加し、畜産農家の経営強化に貢献。



【お問い合わせ先】 畜産局飼料課（03-6744-2399）

【ロードマップ（中間評価段階）】

大規模飼料生産体系における収穫作業の人手不足に対応する技術開発

