

令和5年度
研究課題評価調書
(事後評価)

令和5年度 ■目的設定 ■中間評価 ■事後評価

機関名	総合食品研究センター	課題コード	R021201	事業年度	R2年度～R4年度					
課題名	微細気泡を利用した新食感食品の開発と応用									
機関長名	柴田 靖	担当(班)名	加工技術開発グループ							
連絡先	018-888-2000	担当者名	木村 貴一							
戦略	04_秋田の魅力が際立つ 人・もの交流拡大戦略									
目指す姿	02_「食」がリードする秋田の活性化と誘客の推進									
施策の方向性	01_秋田の「食」の柱となるオリジナルな商品の開発とブランディング									
種 別	研究	○	開発	○	試験	○	調査		その他	
	県単	○	国補		共同		受託		その他	
評価対象課題の内容										
<p>1 課題設定の背景（問題の所在、市場・ニーズの状況等）</p> <p>第3期ふるさと秋田元気創造プランで目標の一つとなっている「県産食品の商品力向上や販路拡大を通じた販売額の増加を目指す」には当センターの技術力で企業の商品開発を支援することが重要である。本課題では、日本が世界をリードする技術で、食品分野での応用技術が進んでいないが広範囲の食品業種での利活用が見込まれる「微細気泡（ファインバブル：直径0.1mm以下）」に注目した。代表的な2つの微細気泡発生方式である、旋回流方式と加圧溶解方式、それぞれを用いて、気泡利用技術の開発と気泡利用食品の開発を行い、高額な投資を要しない現場普及を目指す。本課題によって企業の商品開発力アップ、さらに国内外への強いインパクトにより本県食品産業のイノベーションや成長産業化によるSDGs（持続可能な開発目標）の推進が期待される。</p>										
<p>2 研究の目的・概要</p> <p>これまで、総食研では酵母の利活用による酒類や発酵食品の商品開発支援において多数の実績があるが、それ以外の分野も含めてさらに支援していくには商品開発に繋がる革新的なものづくり技術の開発が必要である。微細気泡は、起泡の方法や気体の種類等によって食感改良・新食感付与、酸化抑制・退色防止、微生物制御・保存性向上等の効果が幅広い食品業種で期待できる一方、実際に活用するには食品加工現場でのテストが欠かせなく、ノウハウがない県内企業にはハードルが高い。</p> <p>各業界では、泡利用技術への興味を示しており、特に菓子工業組合では気泡が菓子の食感に重要な影響を与えることから、技術開発に高い関心がある。また、旋回流方式の気泡発生装置を産業技術センターと共同開発した企業は、食品製造用へ展開するための改良や新開発を3者で行いたい意向を示している。</p>										
<p>3 最終到達目標</p> <p>[研究の最終到達目標]</p> <p>食感改良・新食感付与、酸化抑制・退色防止、微生物制御・保存性向上等の効果のある食品や素材を10種以上企業等へ提案し、複数箇所の生産現場へ活用技術の普及を図る。</p> <p>[研究成果の受益対象（対象者数を含む）及び受益者への貢献度]</p> <p>県内の菓子・パン類をはじめとする多業種の企業（約10社）へ技術移転を目指した取組をすることにより、新製品の開発や生産性向上に貢献できる。また、ソフト食・ゼリー食など高齢者食分野へ新たに進出する企業の足がかりにもなる。</p>										
<p>4 全体計画及び財源</p> <p>別紙「研究の全体計画及び実績」参照</p>										

■ 目的設定

5 外部有識者等の主な意見及び対応方針	
(1) 必要性	<p>【外部有識者等の主な意見】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 食品加工分野でファインバブルを活用する取組で新規性があり、多様な分野での活用も見込まれる。 ・ 県産食品を進化させ付加価値を高めるために必要な技術だと思う。 ・ 秋田県の製造業（製造品出荷額等）に占める食料品の割合は1割強で全国的順位は40位台、東北最下位であり、青森を始めとする東北各県に比べて食品加工業のポジションは特に低い状況にある。これは歴史的に見て、本県が豊かな地域資源に恵まれ、地域資源を加工することなく、素材のままで地域外に販売することで収益を得ることができたことに因るところが大きい。これが現在の食品加工業の弱さ、県産品（加工食品）のブランドの少なさにつながっている面は否めない。この点において、今回の微細気泡を活用した新食感食品の開発と応用の研究、商品開発、最終的な技術移転への取組等は、同業界振興を通じた製造業、さらには本県産業の底上げに通ずるものと考えられ、必要性を有すると思料される。
(2) 有効性	<p>【外部有識者等の主な意見】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 技術の応用であり、食品分野としてはじめて導入するという先行型であるが、将来的に本県独自の技術とするには模倣できない技術となるような工夫がほしい。 ・ 特に食感が変化したり、退色防止や保存性向上に有効であれば普及が加速すると想像している。実施する研究員でアイデアを出し合い、県内に人を呼べる食品の開発を期待している。ご当地新食感ソフトクリームなどはどうか。 ・ 現段階では、県の菓子工業組合が本研究の活用に高い関心を示しており、菓子やパンへの技術移転が想定されているようであるが、県内の菓子、パンへの技術移転にとどまらず、魚介類、海藻、麺類、高齢者食といった他業種に及ぶ商品開発や技術移転を目指すことで、有効性は確保され増すものと思われる。特に、本県は高齢化先進県であり、介護食（食感・保存）への展開等を模索することで一層有効性を増すものと思料する。
(3) 技術的達成可能性	<p>【外部有識者等の主な意見】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ある程度開発が進んでいる技術を食品分野に応用するもので、達成は可能であると見込まれる。ただしオリジナルな技術とするためには、知的財産権を取得できるかがポイントになるので、この点を十分に考慮してほしい。 ・ 加工のどのステップで気泡を導入するか、添加剤、安定化剤の配合割合が将来のノウハウになってくると思うので、効率よく条件検討を進めていただきたい。 ・ 技術的には、県産業技術センターと企業が共同開発してきた旋回流方式と、既に商品化されている加圧溶解方式の両気泡発生装置の利用を想定しており、ファインバブル（微細気泡）の利用を目指した食品の試作や評価を繰り返すことで、食感改良や酸化抑制効果等による、他の商品と差別化された商品開発や製造装置の改良は十分可能であると判断される。
(4) その他	<p>【外部有識者等の主な意見】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 技術開発後、それを活用するために多額の設備投資が必要になったり、技術の定着に時間がかかったりしないように、普及するための対策も併せて検討してほしい。 ・ 本事業を基盤にして、農水省関係の大型予算の取得にも励んでいただき、秋田県の全国へ発展する技術にしていきたい。 ・ 今回の研究発表を聞いて思った点は、これからの研究でありやむを得ないかもしれないが、地場産品を活用したブランディング化について、もう少し踏み込み、具体性のある説明が欲しかったことである。例えば、フルーツ入り洋生菓子やパンなどでどのように地場産品をアピールできるのか？単なる1企業のヒット商品になるのではないかなど点である（所長のお話にあった秋田の伝統食材をいかに進化させるかが重要）。 ・ また、今回のテーマについては、秋田ならではの技術で、他に模倣されることの無い知財の確立がマストである点や、広く関連中小企業に活用可能な低コストを意識した技術や商品開発に留意し、県産品の活用拡大や現場への普及を図ることが重要と考える。

■事後評価

1 1 最終到達目標の達成度（別紙も参照）	
研究機関記入	<ul style="list-style-type: none"> ・皮付きの果実に口中でシュワシュワ弾ける新食感を付与した発泡フルーツ製造技術を検討。 ・気泡保持能力を持つ食材：ギバサ、エゴ、紅さやか、渋柿、ホップ、白神 EPS 産生乳酸菌 2 株。 ・渋柿の気泡保持能力を検討中に渋戻りが問題となり、一部外部資金を活用して渋戻りしない渋柿の食品利用技術を開発。R4 成果普及講習会 3 回開催、1 社より 1 商品が発売された。 ・稲庭うどん乾麺に特徴的な微細気泡の形成を、酵母と乳酸菌を用いた発酵にて再現した。 ・調味料の絡みが良く新食感の気泡入り豆腐製造技術を確立し、1 社に技術移転中。 ・豆乳メレンゲ、ホイップ製造技術を確立し、複数の洋菓子のレシピを考案。2 社に技術移転中。 ・微細気泡による発酵微生物制御と攪拌効果及び作業性改善効果を見出した。知見を活用した発酵 IoT や HACCP 管理に有用かつ安価な複数のセンサーによる測定系を開発。DIY 利用を検討。 ・ギバサボイル刻み品の微生物制御や退色防止に、微細気泡は効果を認められなかった。 ・提案済みの食品や素材：渋柿、気泡入り豆腐、豆乳ホイップ、豆乳メレンゲ [今後提案予定：発泡フルーツ製造技術、ギバサ、エゴ、紅さやか、ホップ、白神 EPS 産生乳酸菌 2 株]
内部評価委員評価理由	<p>○ a ○ b ● c</p> <ul style="list-style-type: none"> ・研究成果による食品や素材を企業等への提案 10 種以上に対して、提案済みは、技術移転：①渋柿、②気泡入り豆腐、③豆乳ホイップ、④豆乳メレンゲ/今後提案予定は、7 種である。 ・当初計画していた旋回流方式がコロナ禍で中断されたほか、企業への提案件数が 4 件と当初の計画を大きく下回っている。 ・1 社から商品が発売されたようだが、目標である素材 10 種類以上の企業への提案は達成されていない。また、3 社に技術移転中とはなっているが、活用技術の普及に至っていない。 ・10 社への技術移転の目標が達成されていない。また、菓子工業組合の要望により開発された技術が、社会情勢の変化もあったようだが、商品が市販されていない。また、研究開始時に旋回流方式の機器が使用できなくなったが、それに変わる微細泡発生装置の使用に関して検討されなかった。 <p>a : 十分達成できた b : ほぼ達成できた c : 達成できなかった</p>
1 2 研究成果	
[効果の分類]	<input checked="" type="checkbox"/> 解析データ、指針、マニュアル等 <input checked="" type="checkbox"/> 新技術 <input type="checkbox"/> 新品種 <input type="checkbox"/> ステップアップにおける中間成果 <input checked="" type="checkbox"/> 新製品 <input type="checkbox"/> その他
[研究成果及び受益者に対する効果]	
研究機関記入	<ul style="list-style-type: none"> ■マニュアル、新技術、新製品 ・渋戻りしない渋柿の食品利用技術： 成果普及講習会を R4 年度より 3 回実施。技術移転により 1 社より 1 商品を販売中。 ・気泡入り豆腐の製造技術： 1 社に技術移転を実施中。 ・豆乳メレンゲ、豆乳ホイップの製造技術及び洋菓子のレシピ： 2 社に技術移転を実施中。 <p>上記の成果の多くは現在技術移転中であり、当該技術の導入により、新商品の開発や生産技術の改良などにつながることを期待される。</p>
内部評価委員評価理由	<p>○ a ● b ○ c</p> <ul style="list-style-type: none"> ・10 社への技術移転を目指し、評価時点で 4 社となっているものの、今後提案されるシーズが複数あり、効果が期待される。 ・気泡保持剤として利用できる県産農産物として複数品目を見いだすことができた。 ・企業への提案が 4 件、うち新商品の発売まで至ったものが 1 件と少なく、現時点では多業種の企業へ技術移転したとは言い難い状況にあるが、検討中企業における今後の商品化に期待する。 ・新しい視点であり、業界ニーズにも寄与出来る期待もある。 ・微細泡の食感改良効果や新食感効果が不明であり、受益者に十分にアピールできていない。微細泡の商品が上市できなかったことより、研究成果の効果は小さいと判断される。 <p>a : 効果大 b : 効果中 c : 効果小</p>

13 その他委員からの意見等

- ・ 調書に記載の到達目標と成果の整合性が欠ける部分があるが、実施途中に連携先の企業が製造を中止するというアクシデントがあったためであり、その時点で内容を見直しすべきであったと思われる。
 - ・ なぜ豆乳は牛乳と異なり泡立ちにくいのか解明できたのか不明。
 - ・ 渋柿の利用技術は、現場のニーズもあり、技術をブラッシュアップして普及にあたってほしい。
 - ・ 渋柿以外の成果について、外部発表や業界への情報提供等、もう少し必要だったのではないか。
 - ・ 具体的な商品販売につなげるという強い意志を示して欲しい。
 - ・ 利用技術に関しては研究の枝葉の部分で成果をまとめられている印象だが、得られたノウハウは、今後の試験研究・技術支援に生かせるよう整理してほしい。
- ・ 技術移転や商品化は評価期間中に確認できますが、定着度などその後の動向をどのように追跡・把握していますか。

14 総合評価結果

	評価	点数
目標達成度	c	1
効果	b	2
合計点		3

総合評価	C
------	---

(参考) 過去の間評価 結果	R3年度	年度	年度	年度
	B			

研究課題評価調査 別紙(研究の全体計画及び実績) ■目的設定 □中間評価 ■事後評価

機関名	総合食品研究センター	課題コード	R021201	事業年度	R2年度～R4年度
課題名	微細気泡を利用した新食感食品の開発と応用				

全体計画及び財源 (全体計画において ≡≡ 計画、—— 実績)								
実施内容	最終到達目標	R2 年度	R3 年度	R4 年度	年度	年度	各年度到達目標	進捗の到達状況
気泡利用技術の開発	起泡の方法・気体の種類等の検討と業界への提示 (技術革新や将来の研究課題となる知見を得る。)	≡≡	≡≡	——			-	<ul style="list-style-type: none"> ・ 旋回流方式はコロナの影響で中断。 ・ 超臨界流体抽出的な活用可能性。 ・ 発酵、攪拌、作業性改善を見出し発酵IoTやHACCP管理に有用かつ安価な複数センサー測定系を開発。 ・ 気泡保持県産食材として海藻類、渋柿やさくらんぼ等の果実、ホップ、白神EPS産生乳酸菌など複数見出した。 ・ 渋柿食品利用技術を技術普及中。 ・ 新食感発泡フルーツ等新用途開発。 ・ 乾麺中の微細気泡の効果と活用可能性を見出し、発酵で気泡を再現。
気泡利用食品の開発	気泡利用食品の試作と評価	≡≡	≡≡	——			-	<ul style="list-style-type: none"> ・ 気泡入り豆腐製造技術を確立。 ・ 調味料保持能力で減塩の可能性。 ・ 豆乳メレンゲ、ホイップ製造技術を確立。洋菓子レシピを複数考案。
現場普及	技術移転を目指した企業別現場対応と商品開発支援		≡≡	≡≡			-	<ul style="list-style-type: none"> ・ R4より渋柿の成果普及講習会を実施。1社から1商品化。開発継続中。 ・ 気泡入り豆腐は1社に技術移転中。 ・ 豆乳ホイップを2社に技術移転中。
							合計	
計画額又は当初予算額(千円)		1,392	907	635			2,934	
財源内訳	一般財源	1,392	907	635			2,934	
	国費							
	その他							

背景

- ・第3期ふるさと秋田元気創造プランで「県産食品の商品力向上や販路拡大を通じた販売額の増加を目指す」ことが目標の一つとなっている。
- ・微細気泡（ファインバブル：直径0.1mm以下）の技術研究開発は日本が世界をリードしており、応用技術も工業・化学、医療・福祉、農業・水産分野では進んでいる一方、食品分野では遅れている。
- ・微細気泡生成技術として代表的な方法は、旋回流方式と加圧溶解方式の2つがある。

問題点&対応

- ・発酵産業以外への商品開発をさらに支援していくには商品開発に繋がる革新的なものづくり技術の開発が必要である。
- ・微細気泡は、起泡の方法や気体組成等によっても効果が異なるとされ、実際に活用するには食品加工現場でのテストが欠かせないが、ノウハウがない県内企業にはハードルが高い。

【対応】気泡に注目した技術開発と応用を課題テーマ化

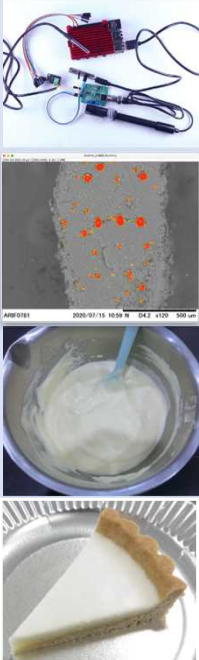
成果

※中課題は設定していない

(1) 気泡利用技術の開発

- 微細気泡含有水の食品への利活用の検討
- 高い気泡保持能力を持つ県産食材を選抜する
- 起泡方法の検討

- ・シュワシュワ食感の発泡フルーツなど固体へのガス浸透能力を検討。
・ダイラタンシー低減、攪拌性向上により発酵と作業性改善効果を発見。
・発酵IoT及びHACCP管理に有用かつ安価な複数のセンサーによる測定技術とセンサーを交換する事で計測対象を変更できる測定系を開発。講習会や技術移転により企業内で目的に沿ったDIYシステム構築を検討中。
- ・気泡保持剤として利用できる県産農産物として、海藻類(ギバサ、エゴ)、果実類(紅さやか、渋柿)、ホップ、白神EPS産生乳酸菌2株を見出した。
・渋柿の渋戻りが問題となり、渋戻りしない渋柿の食品加工への利用技術開発を一部、外部資金を活用して開発した。この技術はR4年度より成果普及講習会を実施。
- ・稲庭うどんの特徴である乾麺中の微細気泡の計測と、酵母と乳酸菌を利用して微細気泡を再現したが、さらに詳細な検討が必要。
- 調味料の絡みが良い気泡入り豆腐の製造技術を確立し、商品化へ向けて1社に技術移転中。
- 従来技術では製造困難であった豆乳ホイップ、豆乳メレンゲの製造技術を確立し、洋菓子レシピを複数確立。2社に技術移転中。
- 渋戻りしない渋柿の食品利用技術は1社から1商品が販売され、さらに成果普及講習会などで技術移転を実施中。気泡入り豆腐は1社に、豆乳ホイップは2社に技術移転中。



(2) 気泡利用食品の開発

- 気泡入り豆腐の開発 (業界ニーズ対応)
- 豆乳ホイップの開発 (業界ニーズ対応)

(3) 技術普及活動(f)

展望

- 新規課題を提案し新技術開発を実施(技術移転前含む)
- ・低圧炭酸ガスによる新食感食品開発(発泡フルーツ)
 - ・安価な発酵IoT装置及びHACCP管理装置の技術開発および活用
 - ・気泡保持能力を有する県産食材の応用技術開発
 - ・発酵微生物による微細気泡形成技術の確立

- 技術移転中技術の商品化
- ・渋戻りしない渋柿の食品利用技術
 - ・気泡入り豆腐の製造技術
 - ・豆乳メレンゲ、豆乳ホイップの製造技術

令和5年度 ■目的設定 ■中間評価 ■事後評価

機関名	総合食品研究センター	課題コード	R041205	事業年度	R4年度～R4年度					
課題名	秋田の酒と食を結ぶ：科学的分析に基づく清酒ペアリング理論の基盤構築									
機関長名	柴田 靖	担当(班)名	酒類グループ							
連絡先	018-888-2000	担当者名	中村 勇之介							
戦略	03_観光・交流									
目指す姿	02_「美酒・美食のあきた」の創造									
施策の方向性	01_消費者ニーズをとらえたオリジナル商品の開発と秋田の「食」のブランド化									
種別	研究	○	開発		試験		調査	○	その他	
	県単	○	国補		共同		受託		その他	
評価対象課題の内容										
<p>1 課題設定の背景（問題の所在、市場・ニーズの状況等）</p> <ul style="list-style-type: none"> ペアリングは、ワインなどの洋酒と洋食、清酒や和食、珍味等との組み合わせが一般的であるが、大半は主観的・感覚的な裁量による提案で科学的な根拠を示した例が少ない。 清酒の品質向上や消費者ニーズを背景に、味わいの多様化、低アルコールや発泡性のある商品など、アイテムの多様化が進んでおり、コロナ禍による中食へのシフトなどを背景にした清酒の嗜好シーンの大きな変化により、清酒と食が一体的に楽しめるペアリングは、今後、広く浸透する可能性が高い。 県内蔵元では様々なターゲットを想定して多様化したアイテムを販売し、消費者の選択肢が広がっている反面、全体としての清酒の需要は年々減少しており、発酵食などを主体とする秋田の食文化とのペアリングの確立に対するニーズが蔵元を主体に年々高まっている。 										
<p>2 研究の目的・概要</p> <p>酒類と相性の良い料理を組み合わせ、その価値をより高める「ペアリング」は最近注目を浴びているが、科学的な根拠を示した例が少ない。そこで、需要の拡大や国内外でのマーケットにおける優位性が期待できる『科学的分析に基づくペアリング』を実現するために、清酒と代表的な食材（肉や魚等）との相性に関する評価方法に関する実証実験を行い、基盤となる方法論を見いだす。</p>										
<p>3 最終到達目標</p> <p>[研究の最終到達目標]</p> <ul style="list-style-type: none"> 先行研究や知見から情報を整理・明示化し、ペアリング研究のロードマップを作成する ペアリングに特化した官能評価法の検討を行い、複雑な要素からなるペアリングをより客観的に評価する方法を確立する 官能評価と分析データを組み合わせ、代表的な香味成分についての実証実験を行い、ペアリングの相性を数値化する <p>[研究成果の受益対象（対象者数を含む）及び受益者への貢献度]</p> <ul style="list-style-type: none"> 本課題は評価方法の特定に関する基礎的な研究であり、本課題の結果を踏まえ、今後、実用化に向けた本格的な研究を進めるとともに、その成果を県内の蔵元や飲食店などに普及することにより、ペアリングを活用した商品開発やメニュー化などに活用され、清酒等の需要拡大が期待できる。 										
<p>4 全体計画及び財源</p> <p>別紙「研究の全体計画及び実績」参照</p>										

■ 目的設定

5 外部有識者等の主な意見及び対応方針	
(1) 必要性	<p>【外部有識者等の主な意見】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ペアリング、マリアージュといった酒と食の科学的検証はこれまであまりなされておらず、研究テーマとしては斬新であり、取り組む意義が十分にある。ただし、酒と食の相性は必ずしも科学的知見のみではないため、検証の際には体験者の精神状態や環境要因についても十分考慮する必要がある。 ・飲食関連業種（飲食メニュー提供）、食品事業者（商品開発、商品造成）など、幅広い業種に適応可能な研究であり必要性は高い。 ・高度な科学的エビデンスを要する技術開発に集中して取り組むことは、従来から酒造・食品開発や官能検査を主導してきた総合食品研究センターしか成し得ないため必要性は高い。 ・本研究は清酒業界や食品製造業界、飲食業界等の振興が期待でき、秋田元気創造プランや秋田科学技術振興ビジョン等の政策に適合しており、公共性・公益性を有した研究テーマと考えられる。 ・ペアリングはコロナ禍で増大した家で飲酒や食事を楽しみたいというニーズに応えるものだ。 ・コロナ下で苦境にある県内酒造業界や飲食店業界に対して貢献できることから、取り組みは妥当である。また、消費者や、清酒を提供する酒販店、飲食店、宿泊施設においても、ペアリングに関する情報は非常に役に立つと考えられる。
(2) 有効性	<p>【外部有識者等の主な意見】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・秋田の酒と料理（特に郷土料理）の良い組み合わせが検証されれば、酒造業界だけでなく食料品製造業者、飲食店さらには観光事業者等への幅広い波及効果が期待できる。 ・ペアリング情報の確立により、清酒の販売だけでなく、本県食品におけるセット商品の造成など、県内の郷土料理や加工食品への波及効果も期待される。 ・県産品のブランドイメージの向上と消費拡大に対して有効性は高い。 ・先導研究的要素が強く、新規性も高いことから、面白いテーマであるが、独占的利用が可能となる研究成果とすることが難しい印象を受ける。 ・県産清酒に対するニーズが高まる中で、ペアリングの手法を確立することは「美酒王国秋田」の優位性を高め、多様化しているアルコール飲料市場等の活性化につながると期待される。 ・将来的に大きな発展性を含んでおり、ペアリングの評価手法の開発、官能評価と分析のマッチングなど将来的にも有用な知見となりうる。 ・本県に最適化した技術を確立し、必要な技術・情報をタイムリーに提供し、関連事業に経済的損失が発生しないようにすべきである。
(3) 技術的達成可能性	<p>【外部有識者等の主な意見】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・成分分析から導き出される成果が乏しいものであっても、官能評価の手法の開発を組み合わせることによって目標の達成が可能と思われる。なお、官能評価の手法も従来の評価方法にとらわれることなくTPOや食器等の違いも含めた幅広い観点での評価も行っていたきたい。 ・目標到達のためのキーポイントが示され、よく整理されている。 ・単年度の調査研究だが、試薬レベルで科学的ペアリングに着手する等、非常に意欲的かつ挑戦的な取り組みであり技術レベルは高い。 ・目標設定はおおむね適切であり、具体的である。また、スケジュール、手段や方法は適切である。 ・総食研が蓄積するデータや分析の知見の活用が可能であり、経験則で知られている代表的な成分の組み合わせを探求し、ペアリング評価の数値化を図る本研究のアプローチについては、達成可能性が高い。 ・官能評価のパネル育成を具体的にどう進めるのか、検討が必要と考える。 ・今回の実施期間は1年と短いため、今課題で検討した手法を更に発展させることで、酒類を中心として食品産業の振興に役立ててもらいたい。
(4) その他	<p>【外部有識者等の主な意見】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・国や他県の情報等を研修会や学会等の機会を十分に活用し情報共有して、最終目標の達成に向かって努力して欲しい。 ・従来のペアリングとは異なり、フィーリング（主観的・感覚的裁量）を排除して科学的な評価を行い、将来的には社会実装を目指す面白い試みであり、今後は3年間の研究課題としての取り組みを目指すことで、清酒や地場食品の需要拡大に寄与することを期待したい。 ・基礎的研究としての要素が強く、次のステップへの展開を期待する。 ・清酒ペアリング理論の基盤構築に道筋ができれば、様々な分野での利用が考えられるため、期待したい。

■事後評価

1 1 最終到達目標の達成度（別紙も参照）	
研究機関記入	<p>①ペアリング研究調査：ペアリング市場の最前線にいる千葉麻里絵氏のペアリングを体験し、酒類単体では評価されにくい性質でも、ペアリングとしてプロデュースすることで新たな価値が創出される可能性を感じた。海外市場においてペアリングはより重要な観点にあり、多くのイベントにおいてペアリングを利用したマーケティングが散見され、その注目度の高さが窺えた。科学的分析と紐づくペアリングについては発展途上な分野であり、早急な基盤構築が求められる。</p> <p>②分析データと官能評価を使用したペアリング実証評価：市販清酒（27点）について成分を分析し、データを取得。そのうち、酒質の異なる3点を抽出し、鶏のだしスープとの相性を調べるため、独自の評価シートを用いたペアリング実証試験を行った。その結果、分析データに相関する評価データが得られたが、一般性・有意性を見出すために、より多くの酒質の異なる清酒との組み合わせを評価する必要があるという課題が抽出された。本期間においては、実証的な数値化・統計的な解析に至らなかったが、この方法を用いて食品と清酒の相性について分析が可能であり、データの蓄積によって実証評価がなされる見込みである。</p> <p>③ペアリング官能評価手法の検討・提案：ペアリング評価シートを用いた官能評価によって、科学的データとの相関分析に必要なデータを取得することができたことから、上記の方法に有用性が確認できた。一般性を見出すためには、サンプル数の増加が重要である。これを基礎的な手法として提案し、今後の研究に利用していく。</p>
内部評価委員評価理由	<p>○ a ● b ○ c</p> <ul style="list-style-type: none"> ・設定した①ペアリング研究のロードマップの作成、②評価方法の確立、③相性の数値化について、一部課題が残されたものの、次のステップへ進む研究成果となっている。 ・ペアリング研究のロードマップ作成、有用なペアリング官能評価手法の設定など、当初計画した目標に到達できている。 ・官能評価手法についてサンプル数やパネラーの質の検討など、積み残しの課題も多いが、実施期間が1年間であることを考慮すれば、やむを得ないと思われる。 ・本課題で最も期待されていた官能評価と分析データを組合わせたペアリングの相性の数値化が達成されなかった。ただし、所属が変わり集中して研究が出来ない状況下で、評価シートを作成し、試験を行ったことは評価できる。 <p>a：十分達成できた b：ほぼ達成できた c：達成できなかった</p>
1 2 研究成果	
[効果の分類]	<input checked="" type="checkbox"/> 解析データ、指針、マニュアル等 <input type="checkbox"/> 新技術 <input type="checkbox"/> 新品種 <input checked="" type="checkbox"/> ステップアップにおける中間成果 <input type="checkbox"/> 新製品 <input type="checkbox"/> その他
[研究成果及び受益者に対する効果]	
研究機関記入	<p><解析データ、指針、マニュアル等></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ペアリングのターゲットとなる食品を固定し、ペアリングの検討を行う複数の酒類を対象に、ペアリング評価シートを用いた選択・記述式の官能評価試験を行う手法が、ペアリングを評価する手法の一つとして有用である可能性が示された。 <p><新製品></p> <ul style="list-style-type: none"> ・今後、特定の食品に対してマッチングする酒類の一般性・特性を調査する手段として活用し、その利用性ともたらされる結果について各食品事業者・酒類製造業者・飲食店などに情報提供を行っていく。 ・ペアリングを活用した新商品の開発や、サービスの質的向上、県産酒の需要拡大等により、食品事業者等の経営発展につながる。
内部評価委員評価理由	<p>○ a ● b ○ c</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実用化は先のことであるが、ペアリングは新商品開発や県産酒の需要拡大のみならず、県産食材や伝統料理と結び付けた観光資源にも結びつくので、大きい効果が期待できる。 ・ペアリングは一般消費者の関心も高く、本研究による評価手法が確立されれば、本県におけるペアリングを活用した新商品開発やサービスの質的向上が図られ、県産酒の需要拡大にも結びつくものと期待される。 ・酒類業界のみならず、飲食やサービス業まで幅広く応用できる技術となることから、今後の技術確立に期待したい。 ・効果はまだ不明である。 ・今後の研究手法を確立する目処が立ち、ロードマップが作成されたことは評価できる。 <p>a：効果大 b：効果中 c：効果小</p>

13 その他委員からの意見等

- ・飲と食は切り離せない関係であり、それらを科学的な根拠で明確にする取組は今後も必要である。
- ・今回得られた結果を今後の研究に利用し、一般性を見いだすことにより、広く事業者に波及していくことを期待する。
- ・日本酒以外にも広く研究の幅を広げていただきたい。
- ・秋田県の魅力ある名産品の数々をPRする為にも必要な研究である。
- ・今後、次期研究課題への取組の中で試験結果を蓄積していくことで改良が見込まれる。
- ・「低アルコール」課題にR5から組込まれるとのことであり、ロードマップに沿った効果を期待したい。
- ・全国どこでも広く活用できる技術であることから、他県に先駆けることが重要であり、その点に関し留意が必要と感じる。

14 総合評価結果

	評価	点数
目標達成度	b	2
効果	b	2
合計点		4

総合評価	B
------	---

(参考) 過去の間接評価 結果	年度	年度	年度	年度

研究課題評価調査 別紙（研究の全体計画及び実績） ■目的設定 □中間評価 ■事後評価

機関名	総合食品研究センター	課題コード	R041205	事業年度	R4年度～R4年度
課題名	秋田の酒と食を結ぶ：科学的分析に基づく清酒ペアリング理論の基盤構築				

全体計画及び財源（全体計画において ≡≡ 計画、—— 実績）								
実施内容	最終到達目標	R4	年度	年度	年度	年度	各年度到達目標	進捗の到達状況
		年度						
ペアリング 研究調査	ペアリング関連情報の収集・整理 ペアリング研究ロードマップ作成	≡≡ —— ——					—	ペアリング関連情報の収集、研究者・関連事業者との情報交換、ペアリング体験レポートの作成を実施。研究における課題を明瞭化し、最終目標を概ね達成した。
分析データと 官能評価を使用したペアリング 実証評価	官能評価と分析データを組み合わせた実証実験の実施 ペアリング相性の数値化	≡≡ —— ——					—	市販酒（27点）のデータを取得し、酒質の異なる3点の清酒と鶏のだしスープとの評価シートを用いたペアリング実証試験を実施した。実証実験のデータ量の不足による課題が抽出されたが、今後のデータの蓄積で解決される見込み。
ペアリング 官能評価手法の 検討・提案	ペアリングに特化した官能評価手法の開発・提案	≡≡ —— ——					—	ペアリング評価シートを用いた官能評価手法について、その有意性が検証された。これを手法の確立とし、最終目標を達成した。
							合計	
計画額又は当初予算額(千円)		300					300	
財源内訳	一般財源	300					300	
	国費							
	その他							

背景

コロナ禍により人々の食生活は中食にシフトし、酒類の消費についても少し贅沢な家飲みが増えている。そうした中で消費者が選択しやすい、食事との相性に注目したペアリングが注目を浴びており、ハイボールと唐揚げ、赤ワインと牛肉など、良く知られたペアリングは家庭でも実践されている。高品質な特定名称酒が家庭でも楽しめるようになった現代、清酒のペアリングについても価値観のアップデートが求められている。

問題点&対応

- ・贅沢な家飲みとエンタメ性の高い外食の両輪に対応できるペアリング
- ・注目は高いが、清酒ペアリングの先行研究は少ない
- ・一貫性や裏付けのない主観的情報による提案や認知が一般化
- ・一般的な家庭消費と結び付きにくく、伸び悩む清酒業界

▶ データに基づくペアリング評価の基盤となる方法論の構築 (ペアリングに特化した官能評価、成分分析等データによる裏付け)

成果

(1) ペアリング研究調査

先行研究の調査

マーケット調査・事業者への聞き取り調査

- ・マーケットにおいて、ペアリングの注目度が高まっている。
- ・ペアリングの最前線にいる千葉氏のペアリングを体験・情報交換し、科学的見地からの分析には市場価値があることを見出した。
- ・日本酒インポーターとの情報交換で、海外マーケットにおいてはペアリングはより重要な観点にあるということが判明した。

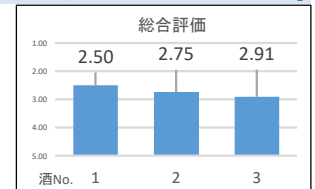


千葉氏考案のペアリング
「どぶろくとブルーチーズのハムカツ」

(2) 分析データと官能評価を使用したペアリング実証評価

- ① 清酒のサンプリング・科学的分析
- ② ペアリングの実証的官能評価
- ③ 官能評価と科学的分析データの相関分析

- ① 酒質の異なる清酒27点をサンプリング、成分を分析。
- ② 清酒3点と鶏のだしスープとの相性を調べるため、評価シートによる選択・記述式の官能評価を行い、結果を得た。
- ③ 有意な相関を得るためには、同食品とより多くの清酒との組み合わせを評価する必要がある課題が抽出された。

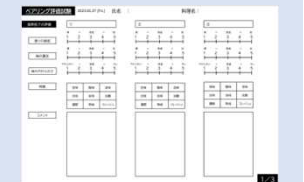


「清酒3点とだしスープの相性の総合評価」
今回はNo.1のものが最も優れていると評価された

(3) ペアリング官能評価手法の検討・提案

ペアリング官能評価手法の検討

- ・ペアリング評価シートによる官能評価にて、有用なデータを取得することができた。手法の一つとして有用であると評価できる。
- ・多くのパネルによる評価ではなく、同一少数で十分だが、片方のターゲットを固定し、より多くの組み合わせについて評価を行うことが、一般性を見出すために重要であることが分かった。



「ペアリング評価シート」
複数選択式でそれぞれのターゲットの特徴を端的に示すことが出来る。

展望

有用なペアリング官能評価手法を設定した一方で、その結果と科学的分析データの相関については試験数が少なく、結果を導くことができなかつたが、様々な酒質の清酒(やその他の酒類)を用いて、今回の評価手法によって相性を評価する試験を重ねていくことで、有意な一般性が見出されることが期待される。

ペアリングを活用した新商品の開発、サービスの質的向上、県産酒の需要拡大により、事業者の経営発展につながる。

令和5年度 ■目的設定 ■中間評価 ■事後評価

機関名	果樹試験場		課題コード	R020401	事業年度	R2年度～R4年度				
課題名	ニホンナシ黒星病の総合防除法の確立									
機関長名	瀬田川 守		担当(班)名	天王分場班						
連絡先	0182-25-4224		担当者名	長澤 正士						
戦略	03_新時代を勝ち抜く攻めの農林水産戦略									
目指す姿	02_複合型生産構造への転換の加速化									
施策の方向性	03_秋田のオリジナル品種による果樹・花きの生産振興									
種別	研究	○	開発	○	試験	○	調査	○	その他	
	県単	○	国補		共同		受託		その他	
評価対象課題の内容										
<p>1 課題設定の背景（問題の所在、市場・ニーズの状況等）</p> <p>ニホンナシ黒星病被害は、近年漸増傾向にある。特に、本県の品種構成の約55%を占める「幸水」の果実で被害が多い。生産者からの聞き取りによると、被害は多い年には産地平均で収穫果の10%以上、多い人では20%以上に達し、経営上の損失が大きく、全県の生産者から解決策を強く求められている。</p> <p>これまで当分場では主要な越冬伝染源である落葉の効率的な処理法を開発したが、残る大きな問題点として、開花期に前年の落葉から飛散する子のう胞子からの感染を防ぐために使用しているDMI剤の感受性を明らかにし、低下している場合にはその対策を確立する必要がある。また、芽鱗片病斑を防ぐための秋期防除、落葉処理等を組み合わせ、省力的かつ効果的な総合防除体系を構築する必要がある。</p>										
<p>2 研究の目的・概要</p> <p>ニホンナシ黒星病は、DMI剤の効果が高かったことから、防除不良園等、特定の園地での被害に止まっていた。しかし、平成20年代になると被害が増加し、特に本県の主力品種である「幸水」で被害が拡大した。</p> <p>被害拡大の主要因は、DMI剤の効力低下が疑われ、菌密度の上昇により果実感染や芽鱗片病斑が増加し悪循環に陥っていると推定される。これまで当分場では、ニホンナシ黒星病の越冬伝染源である罹病落葉を処分するため、国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構果樹茶業研究部門が主宰するコンソーシアムに参画し、乗用草刈機とロータリーを利用した省力的な落葉処理法を開発してきた。本課題では、こうした成果に加え芽鱗片病斑を対象とした秋期防除や、機械が入り難いところに拡散した罹病落葉の分解を促す手法を新たに開発するなど、総合的防除対策を確立することにより県産ニホンナシの生産安定を図ることを目的とする。</p>										
<p>3 最終到達目標</p> <p>[研究の最終到達目標]</p> <p>DMI剤の感受性を明らかにし、結果に応じた防除を組み立てる。また、秋期防除法及び風によりのり面等に移動した落葉の効率的な処分法等を組み合わせ、総合的な黒星病対策技術を確立する。その成果は直ちに防除基準に反映させ、多発年でも被害果を5%未満とする防除体系を構築する。</p>										
<p>[研究成果の受益対象（対象者数を含む）及び受益者への貢献度]</p> <p>ニホンナシ生産者は生産上問題となっている黒星病の発生抑制により経営が安定する。また、県産ニホンナシを求める流通・小売り関係者や消費者に対し、高品質果実を安定的に供給する。</p>										
<p>4 全体計画及び財源</p> <p>別紙「研究の全体計画及び実績」参照</p>										

■ 目的設定

5 外部有識者等の主な意見及び対応方針	
(1) 必要性	<p>【外部有識者等の主な意見】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本課題は秋田県の政策に適合しており、本課題で問題となっているニホンナシ黒星病は秋田県内すべての産地で発生し経済的損失を被っていることから本病害の拡大を防ぐ必要がある。また、秋田県においては、先行研究の結果が参考にならない部分が多く、本病害の発生好適条件となる期間が長くなるような特異的な地理的条件であることから、早急に取り組むべき課題である。 ・ニホンナシの黒星病による被害は近年漸増傾向にあるリンゴ黒星病と並び総合防除法の確立についての研究は重要度も緊急度も非常に大きい。また、生産者と産地への貢献度も見込まれるので必要性は高い。
(2) 有効性	<p>【外部有識者等の主な意見】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本県の気象条件に適応した防除法の確立を目的として、農薬による防除のみならず伝染源の密度低下対策にも力点が置かれており、新技術導入を目指している。また既存薬剤に対する耐性菌存在の有無の把握、さらに新たな防除薬剤の検索やそれらの使用方法の確立等、現行の防除方法の改善が図られている。本課題の実施により得られた成果は県内生産者への普及性が高いと考えられる。 ・黒星病発生による収穫量や販売額の減少による生産者の経済的損失を防ぐことが期待できる。また、コスト削減の効果等も見込まれ、農家の安定経営、農薬散布回数減少による環境への配慮、市場や消費者へのアピールなどメリットがある。
(3) 技術的達成可能性	<p>【外部有識者等の主な意見】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・これまで得られた知見を基に、ブレークスルーポイントが明確化されており、それらを解決できるよう実施計画が構成されている。また、予算規模、人員の体制など妥当であり、3年間の実施期間で目標達成は可能であると考えられる。 ・研究担当者の課題解決能力や技術的達成の可能性は十分あると考えられる。ただし、黒星病発生の多少で、研究への影響（研究の遅れなど）が出るリスクも考えられる。
(4) その他	<p>【外部有識者等の主な意見】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・防除体系を作成した段階で、被害地域での現地試験を行い、有効性の検証と迅速な普及へと結び付けてもらいたい。本病害による壊滅的な被害を受ける前に、本課題の成果が現れることを期待したい。 ・本課題の成果は、ニホンナシ栽培における更なる効率的防除体系構築の礎になると考えられる。 ・新技術、農薬の使用法の検討など、黒星病の総合的防除法の早急な確立を望む。

■事後評価

6 最終到達目標の達成度（別紙も参照）	
研究機関記入	<ul style="list-style-type: none"> ・DMI 剤の感受性検定については、大館市、秋田市では発生が少なく検体を得られなかったが、発生が多い産地については検定することができた。得られた菌株については、QoI に対する検定も実施した。 ・秋期防除については、散布時期の目処をつけることができた。再現性については、令和5年5月下旬～6月上旬に調査予定であり、目標はほぼ達成出来た。 ・「幸水」の果実感染時期の特定については、2か年の調査結果がほぼ一致したことから特定できたと考えている。 ・防除体系の確立については、落花1週間後までの初期防除についてはDMI 剤を使用しない体系を確立できた。現地実証試験まではできなかったが、成果を現地の防除暦や実用化できる研究成果に速やかに採用した結果、現地での黒星病の発生は平年並以下に抑えられており、効果はあると考えている。
内部評価委員評価理由	<p>○ a ● b ○ c</p> <ul style="list-style-type: none"> ・DMI 剤の感受性が低下した菌株の存在を確認し、これに対応するため新規殺菌剤を組み込んだ新たな防除体系を構築できたことから、現地実証には至らなかったものの、おおむね到達目標に達したと判断する。 ・薬剤を利用した防除対策については、DMI 剤の感受性検定結果を踏まえ、薬剤コストも考慮した他薬剤との併用による防除方法を開発するとともに、秋期防除や感染時期の特定による総合的な防除体系を確立できている。越冬伝染源対策としての落葉処理対策については、乗用草刈り機による落葉の細断の実施にとどまっているが、薬剤防除との組み合わせにより効果を高め目標を達成できている。 <p>a : 十分達成できた b : ほぼ達成できた c : 達成できなかった</p>
7 研究成果	
[効果の分類]	<input checked="" type="checkbox"/> 解析データ、指針、マニュアル等 <input type="checkbox"/> 新技術 <input type="checkbox"/> 新品種 <input type="checkbox"/> ステップアップにおける中間成果 <input type="checkbox"/> 新製品 <input type="checkbox"/> その他
[研究成果及び受益者に対する効果]	
研究機関記入	<ul style="list-style-type: none"> ・落葉処理、秋期防除、DMI 剤以外の治療効果が高い薬剤を採用した結果、被害が多い県央部の「幸水」の収穫直前の発病果率は、平成28年の7.7%をピークに令和4年には0.1%まで減少している（病害虫防除所調べ）。本病害は果実被害が収益に直結するため、受益者に対する効果は大きいと考えている。
内部評価委員評価理由	<p>● a ○ b ○ c</p> <ul style="list-style-type: none"> ・薬剤による防除回数は増加しているが、省力的な落葉処理との組み合わせによる総合的な防除法の確立により、受益者が利用しやすく防除効果も高いものとなっている。当該防除法の普及段階においても、その効果や作業効率等を十分に検証しながら、更なる発展性が期待される。 ・試験期間中に得られた成果を防除基準に反映したところ、受益者となるナシ生産者の防除方法が改善され、被害果を目標とする5%未満に抑えることができた。ナシ産地ではDMI 剤の効力低下による黒星病多発が懸念されていた。DMI 剤主体の防除体系から総合防除体系へ移行する技術対策がほぼ確立され、現地で黒星病の発生が抑えられていることは意義が大きい。 ・得られた成果をいち早く防除暦に反映させるなど早期の普及に努め、現地での発生率低減に大きく寄与したことは、受益者にとって非常に利益が大きい。 <p>a : 効果大 b : 効果中 c : 効果小</p>

8 その他委員からの意見等

9 総合評価結果

	評価	点数
目標達成度	b	2
効果	a	3
合計点		5

総合評価	B
------	---

(参考) 過去の中間評価 結果	R3 年度	年度	年度	年度
	B			

研究課題評価調査 別紙(研究の全体計画及び実績) ■目的設定 □中間評価 ■事後評価

機関名	果樹試験場	課題コード	R020401	事業年度	R2年度～R4年度
課題名	ニホンナシ黒星病の総合防除法の確立				

全体計画及び財源 (全体計画において ==== 計画、 —— 実績)								
実施内容	最終到達目標	R2 年度	R3 年度	R4 年度	年度	年度	各年度到達目標	進捗の到達状況
DMI 剤の感受性検定	県内主要産地の DMI 剤および QoI 剤に対する感受性を明らかにする。						-	5 市町 (男鹿、潟上、三種、八峰、能代) 10 園地で採取した検体について DMI 剤、QoI 剤に対する検定を実施した。大館市、秋田市でも検体の採取を行ったが、発生が少なく、検定に十分な検体を得られなかった。
秋期防除法の確立	本県の気象や生態に対応した防除法を構築する。						-	R3 の試験から、「秋泉」の収穫直後の 10 月中旬と 10 月下旬の 2 回散布が効果が高いことが明らかになった。R4 も試験を実施し、結果は R5 年 6 月上旬頃明らかになる予定である。
「幸水」の果実の感染時期の特定	果実発病の感染時期を明らかにし、その防除法を確立する。						-	R2 と R4 の検討の結果、果実感染時期は 6 月下旬～7 月下旬に多いことが明らかになった。
防除体系の確立	本病のみならず、心腐れ症、赤星病、輪紋病に効果が高い防除体系を構築する。						-	DMI 剤の代替剤として、カナメフロアブル (SDHI 剤)、スクレアフロアブル (QoI 剤)、ミギワフロアブルを選抜し、それぞれを組み込んだ防除体系の効果が高いことを確認した。
							合計	
計画額又は当初予算額(千円)		1,113	768	535			2,416	
財源内訳	一般財源	1,113	768	535			2,416	
	国 費							
	そ の 他							

ニホンナシ黒星病の総合防除法の確立

(果樹試験場 天王分場班 研究期間：令和2年度～令和4年度)

【背景・目的】

ニホンナシ黒星病は、DMI剤の効果が高かったことから、防除不良園等、特定の園地でのみ被害がみられる病害であった。しかし、平成20年代になると被害が増加し、特に本県の主力品種である「幸水」で被害が拡大した。

被害拡大の主要因は、DMI剤の効力低下が疑われ、菌密度の上昇により果実感染や芽鱗片病斑が増加し悪循環に陥っていると推定される。

本課題では、慣行の生育期の薬剤防除の他、秋期防除による芽鱗片病斑の抑制や越冬伝染源である落葉の耕種的防除を含めた総合防除法の確立を目標にする。

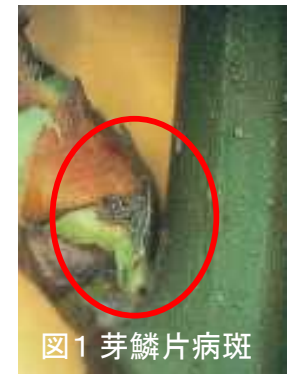


図1 芽鱗片病斑



図2 果実病斑



図3 落葉の病斑

最終到達目標と達成状況

最終到達目標	自己評価	結果と達成状況
県内主要産地のDMI剤およびQoi剤に対する感受性を明らかにする。	○	5市町10園地で採取した検体について検定を実施した。全調査地点から低感受性菌が検出され、一部園地からは耐性菌が検出された。Qoi剤に対してはすべて感受性菌であった。大館市と秋田市の調査は発生が少なくできなかった。
秋期防除法の確立	○	10月中旬(「秋泉」収穫直後)と10月下旬の2回散布の効果が高かった。
「幸水」の果実の感染時期の特定	◎	果実感染は7月上～下旬に多く、生態が早い年は6月下旬から多くなることが明らかになった。
防除体系の確立	○	DMI剤の代替剤として、カナメフロアブル(SDHI剤)、スクレアフロアブル(Qoi剤)、ミギワフロアブルを選抜し、DMI剤を使用しない防除体系の効果を実証した。

未検討事項の対応等

- ・薬剤の感受性検定は、多発生を確認した場合、対応する。
- ・梅雨期の防除として、オキシラン水和剤＋展着剤アピオンEの組みあわせが効果が高いことを確認した。実用化可能かフォローアップする。
- ・防除体系の現地実証はできなかったが、成果は速やかに各地域の防除暦に反映させ、発生も漸減していることから、効果があると判断している。

令和5年度 ■目的設定 ■中間評価 ■事後評価

機 関 名	林業研究研修センター	課題コード	H300701	事業年度	H30年度～R4年度					
課 題 名	ニホンジカの個体数を制御するための生息環境の解明									
機関長名	澤田 智志	担当(班)名	環境経営部							
連絡先	018-882-4513	担当者名	長岐 昭彦							
戦 略	02_環境保全活動の推進									
目指す姿	02_良好な環境と豊かな自然の保全									
施策の方向性	04_野生鳥獣の適正な保護管理									
種 別	研究	○	開発		試験		調査	○	その他	
	県単	○	国補		共同		受託		その他	
評 価 対 象 課 題 の 内 容										
<p>1 課題設定の背景（問題の所在、市場・ニーズの状況等）</p> <p>近年、県内ではニホンジカ（以下“シカ”）の目撃件数が年々増加している。元来シカは、約50cm以上の積雪地域では行動が制約され生息が困難とされてきた。しかし、H15年には本来生息していない北陸や新潟の多雪地域でも生息が確認され、その後、植栽木や農作物への食害が激化する事例も増えている。これら被害が顕著化した時点で定着・繁殖が進み、既に高密度化していると推測され、個体数制御は難しくなる。このため、本県では、生息密度が低い現段階で捕獲を試みているが、成功例が極めて少なく、効率的に捕獲できる好適環境の解明が求められている。</p>										
<p>2 研究の目的・概要</p> <p>シカは繁殖力が高く、良好な餌環境であれば爆発的に増加し、植栽木への摂食、立木への剥皮など広範囲で壊滅的な森林被害を引き起こす。侵入個体が定着し繁殖が始まると、個体数の制御は困難となるため、生息密度が低い現段階での捕獲が求められている。しかし、低密度下で捕獲に成功した事例はほとんどない。</p> <p>そこで、捕獲率の向上をねらい、捕獲に適した箇所と推測される侵入経路や利用頻度が高い好適環境などの生息環境を解明する。</p>										
<p>3 最終到達目標</p> <p>[研究の最終到達目標]</p> <p>隣県からの侵入経路や生息数が高くなる採餌箇所や越冬箇所など好適環境を明らかにし、個体数密度が低い状況下でも効率的に捕獲できる場所を特定する。</p>										
<p>[研究成果の受益対象（対象者数を含む）及び受益者への貢献度]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 個体数を抑制することにより、植栽木への食害や立木の剥皮被害の発生を阻止でき、森林所有者や木材生産者への貢献度は高く、林業の経営維持にも寄与できる。 ・ 森林の広域的被害が防除できれば、森林の公益的機能が維持され、生活環境が保全されるため地域住民への貢献度も高い。 										
<p>4 全体計画及び財源</p> <p>別紙「研究の全体計画及び実績」参照</p>										

■ 目的設定

5 外部有識者等の主な意見及び対応方針	
(1) 必要性	<p>【外部有識者等の主な意見】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・重要性及び緊急性は極めて高いテーマである。シカによる被害は広範囲にわたり、しかも短期間で急速に拡大することから取り上げる必要性は高い。 ・シカによる森林植生の衰退及び農林業被害は、シカの侵入初期に手を打たないと抑えきれないことは、他県の事例から間違いない。今のうちにこうした課題に取り組むメリットはとて大きく是非やるべき。デメリットは何もない。 ・県内でのニホンジカの日撃情報が増加傾向にあることから、今後は植栽木等の食害が懸念される。本県の森林資源を保護する観点から生息環境の解明は喫緊の課題である。 ・近年シカの日撃例が増加し、繁殖力の強さから短期間で増加する恐れがあることから、生息密度が低い段階での個体数の制御に役立つ研究が必要であり、重要度・緊急度、公益性が高いと考えられる。農林被害防止のためのシカの基礎的な生態の研究であり、県の研究機関が実施すべき課題である。
(2) 有効性	<p>【外部有識者等の主な意見】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・生息数が増加すると、被害が甚大になることは明らかであることから、低生息数の今こそ捕獲を徹底することが肝心である。その一点に各関係機関・団体が共同で取り組むべきである。 ・本県単独で5年間の研究により捕獲方法までの成果を得ることは、リスクかつ困難な印象。隣接県や森林総研との連携・役割分担を明確化し、研究することが望ましい。 ・ニホンジカの生息個体数を早期にコントロールすることは、食害の拡大防止につながることから、本研究は林業経営の安定に寄与するものである。また、本県でのニホンジカの生息環境の解明は新規性が高く、低密度下でのコントロールも独創性がある。 ・全国的なシカ被害額が拡大していることから、当研究により「個体数制御」に役立つ知見や技術が開発できれば、費用対効果は結果的に大きいと考えられる。生息密度が低い段階で効率的な捕獲方法を研究することは、新規性が認められるが、先行しているこれまでの他県での研究成果の収集、その実績や効果についても活用を十分検討すべきではないか。 <p>【対応方針】</p> <p>低密度下における調査では生息痕跡データの収集が困難であるため、自然保護課や東北森林管理局などの行政サイドだけでなく、森林総合研究所、秋田県立大学、青森県・山形県・岩手県・宮城県の公立試験場などとも連携して情報を共有し、研究・調査を進めていく。</p>
(3) 技術的達成可能性	<p>【外部有識者等の主な意見】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・低密度下での捕獲自体、非常にチャレンジングなテーマであり、期間内に完遂できないケースを想定しておくべき。日撃情報+植生被害実態(食痕調査)から、捕獲努力を集中するエリアを選定すべき(事業初年度)。エリアが絞れたら、刈り払いによりシカの道を作って誘導し捕獲率を上げるといったアイデアは良い戦略であると評価できる。 ・現時点において、低密度化の捕獲技術確立の実現性を見通すことは難しいが、他県先行研究事例を関係機関・団体と十分吟味、検討し、実施してほしい。 <p>【対応方針】</p> <p>県内外の研究機関で行っているシカの研究について情報を収集し、具体的な試験方法などについては研究実務者の助言を得て試験にあたる。</p>
(4) その他	<p>【外部有識者等の主な意見】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・大学、森総研、公設試験場、行政といった分野の役割分担が明確でないように思う。ニホンジカについて言えば、とにかく個体数を減らすこと、そのことに何をなすべきか、その視点でアプローチすることに尽きる。 ・シカに限らず、イノシシについての応用も可能な課題であり、クマも含め今後10年スケールでこうした野生鳥獣関連の試験研究を増やしてほしい。 <p>【対応方針】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・国内でもイノシシによる森林被害は、これまで未確認のため(特用林産物への被害は確認済み)、現時点で課題化する予定はないが、調査で得られたイノシシ等の情報は自然保護課などに提供したい。 ・本課題で得られた成果が、捕獲の実績向上につながるよう他機関と連携して研究を進める。

■事後評価

6 最終到達目標の達成度（別紙も参照）	
研究機関記入	<ul style="list-style-type: none"> ・侵入経路の特定：奥羽山系の仙北市旧仙岩峠など県境6地域で隣県側から侵入する雄・雌個体を確認した。立地環境を調べた結果、低標高で急傾斜が少ない環境の県境は侵入を受けやすく、また、高標高でササやハイマツ等が密生する県境では、主に歩道を利用して侵入することが明らかになった。計画通りの達成度である。 ・好適環境の解明：DNA分析とカメラの撮影により県内5地域で1年を通じて生息が確認され、定着地と推測された。中でも田沢湖周辺では、雌仔も含め5-8頭、4群それぞれの越冬地が存在することが明らかとなった。南斜面など積雪深が低く、餌植物量の多い林分（伐採地、林床植物の多い広葉樹林）と大雪時に避難できるスギ壮齢林などが隣接している環境が越冬地になりやすいと推測された。 ・低密度下における捕獲方法の検討：自然保護課や森林総合研究所と協力し、計画より1年早くR元年度冬季から田沢湖の越冬地において捕獲を試行した。R元年度には獺により1頭の雌を、R3年度には罠いわなにより1頭の雄を捕獲した。最終年のR4年度からは越冬地の探索・捕獲を自然保護課により事業化するなど、低密度下における新たな捕獲方法を確立・実践でき、計画以上の成果を得られた。
内部評価委員評価理由	<p>● a ○ b ○ c</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ニホンジカの効率的な捕獲場所として「越冬地」を特定し、環境条件も解明しているため目的は十分に達成できた。また、実際の捕獲実績もあるため、成果の有効性も証明されている。 ・低密度下では、捕獲が難しいニホンジカの捕獲率を向上させるため、侵入経路の特定や越冬箇所などの好適環境を特定したことは、目標を十分に達成していると認められる。 ・見込んだ越冬地によっては、定着個体が確認できないケースもあったことから、さらなる研究により確度の向上を期待したい。 ・今後は本研究で得られた成果や知見を、現地での防除に活用して効果的な捕獲を実施することが期待される。 <p>a：十分達成できた b：ほぼ達成できた c：達成できなかった</p>
7 研究成果	
[効果の分類]	<input type="checkbox"/> 解析データ、指針、マニュアル等 <input checked="" type="checkbox"/> 新技術 <input type="checkbox"/> 新品種 <input type="checkbox"/> ステップアップにおける中間成果 <input type="checkbox"/> 新製品 <input checked="" type="checkbox"/> その他
[研究成果及び受益者に対する効果]	
研究機関記入	<ul style="list-style-type: none"> ・シカは積雪期に限られた条件の箇所集団越冬すること、越冬地が効率のよい捕獲地であることを明らかにした。 ・また、越冬地の条件を解明し、越冬地の探索方法を示した。 ・これらの成果は学会や講演会、シカ対策現地検討会などで発表した（「成果報告書」参照）。 ・越冬地探索と捕獲をR4年から自然保護課の事業により実施するなど、低密度下におけるシカの捕獲方法を確立・事業化した。 ・捕獲実施地域ではシカの出現数は確実に減少していること（地域住民談）から、少なくとも捕獲地域では農作物や植栽木への被害発生抑制に貢献できたと推測される。
内部評価委員評価理由	<p>● a ○ b ○ c</p> <ul style="list-style-type: none"> ・成果を利用したニホンジカ捕獲事業が計画されており、効率的な捕獲を行うことで受益対象者への貢献度は高い。 ・越冬地での捕獲を一層進め、捕獲圧を強化することにより、県内におけるニホンジカの個体数の縮減、分布域の拡大抑制が図られ、被害の未然防止に寄与すると考えられる。 ・越冬地での捕獲が行われ、低密度下での効率的な捕獲方法を示せたことは、ニホンジカの個体数の縮減につながるものと思われ、効果は大きいと判断される。 ・本研究により、ニホンジカの隣県からの侵入ルートや越冬地を解明したことにより、効果的な捕獲に向けた道筋ができたので、今後は着実な事業の実施による捕獲を進めてもらいたい。 ・さらに効果的に捕獲するには、大型罠いワナを活用して、群れ単位で捕獲する必要があり、確実に罠いワナへ誘引する技術などの確立が求められるため、さらなる研究の実施が望まれる。 <p>a：効果大 b：効果中 c：効果小</p>

8 その他委員からの意見等

9 総合評価結果

	評価	点数
目標達成度	a	3
効果	a	3
合計点		6

総合評価	A
------	---

(参考) 過去の中間評価 結果	R元年度	R 2 年度	R 3 年度	年度
	B +	A	B +	

研究課題評価調査 別紙(研究の全体計画及び実績) ■目的設定 □中間評価 ■事後評価

機関名	林業研究研修センター	課題コード	H300701	事業年度	H30年度～R4年度
課題名	ニホンジカの個体数を制御するための生息環境の解明				

全体計画及び財源 (全体計画において ≡≡≡ 計画、—— 実績)								
実施内容	最終到達目標	H30 年度	R1 年度	R2 年度	R3 年度	R4 年度	各年度到達目標	進捗の到達状況
1. 侵入経路の特定	隣県からの侵入経路を特定する。	≡≡≡	≡≡≡	≡≡≡	≡≡≡	≡≡≡	—	低標高で急傾斜が少ない環境(例えばスギやカラマツ林分)の県境は侵入を受けやすく、また、高標高でササやハイマツ等が密生する環境では、主に歩道等を利用して侵入することが明らかとなった。
2. 好適環境の解明	採餌箇所と越冬箇所などの好適環境を明らかにする。	≡≡≡	≡≡≡	≡≡≡	≡≡≡	≡≡≡	—	DNA分析よりシカの生息箇所を調べた結果、無積雪期は広範囲に生息するが、積雪期は以下の条件を包括する箇所、集団越冬する事が判明した。 ・積雪深の低い林分(南斜面) ・餌植物量の多い林分(伐採地、林床植物の多い広葉樹林) ・大雪時の避難箇所(スギ壮齢林)
3. 低密度下における捕獲方法の検討	低密度下でも効率的に捕獲可能な方法を明らかにする。		——	≡≡≡	≡≡≡	≡≡≡	—	捕獲の試行は自然保護課や森林総合研究所と協力し行った。計画より1年早くR元年から田沢湖において、囲いワナ等による捕獲を試行し、最終年のR4年には本課題で示した越冬地の探索方法を、自然保護課の事業により実施するなど、低密度下におけるシカの捕獲方法を確立した。
							合計	
計画額又は当初予算額(千円)		1,500	1,049	1,036	771	489	4,845	
財源内訳	一般財源	1,500	1,049	1,036	771	489	4,845	
	国費							
	その他							

課題名:ニホンシカの個体数を制御するための生息環境の解明 (H30-R4)

共同研究機関：森林総合研究所東北支所
協力機関：自然保護課、仙北地域振興局

背景

本県でニホンシカの日撃例が増加
将来シカが増えると…



スギ植栽木への被害
農作物への被害
剥皮被害による森林破壊

特定鳥獣管理計画で

増える前に捕獲による管理

問題点

- 低密度下では**生息場所が不明**
- 捕獲のため目撃箇所に急行しても既に移動済み
- **ワナを設置しても捕獲できない**

ねらい

低密度下で捕獲効率を向上させるため、侵入経路や越冬箇所など利用頻度の高い好適環境を解明する。

研究概要

1. 侵入経路の特定

2. 好適環境の解明

採餌および越冬箇所

3. 低密度下における捕獲方法の検討

成果

① 侵入しやすい県境の立地環境

- 低標高で緩傾斜
- 高標高(ササ等の密生地域)は歩道・廃道
- 侵入数の多い地域
- 鹿角市寒ノ背峠周辺
- 仙北市旧仙岩峠周辺
- 越境後、里山(低標高)で越冬

② 越冬地の探索方法 (対象地域:目撃の多い地域周辺)

(時期:融雪後3~5月)

越冬地の条件

- 餌植物量の多い林分 (伐採地、林床植物の多い広葉樹林)
- 積雪深の低い林分(南斜面)
- 大雪時の避難林分(スギ壮齢林)

隣接する地域を衛星写真より選定

食痕(樹皮)・糞の採取

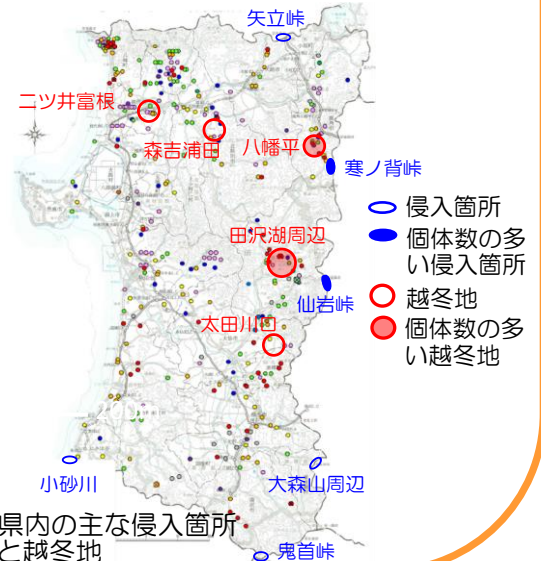
DNA分析によるシカ生息の判定

越冬地の特徴

- 雌仔群の集団化
- 餌植物が埋雪し限定化 → 捕獲の適地
- 積雪による行動抑制

③ 越冬地における捕獲の事業化

- R4~
- 越冬地探索の委託
 - 指定管理鳥獣捕獲等事業による捕獲
- 越冬地の捕獲実績18頭(全県捕獲数47頭)



令和5年度 ■目的設定 ■中間評価 ■事後評価

機 関 名	産業技術センター	課題コード	H300901	事業年度	H30年度～R4年度					
課 題 名	電界砥粒制御技術を用いた新たな切断技術の開発									
機関長名	斉藤 耕治	担当(班)名	システム制御グループ							
連絡先	018-862-3414	担当者名	久住 孝幸							
戦 略	01_産業・雇用戦略									
目指す姿	02_地域資源を生かした成長産業の発展									
施策の方向性	01_輸送機関連産業の振興									
種 別	研究	○	開発		試験		調査		その他	
	県単	○	国補		共同		受託		その他	
評 価 対 象 課 題 の 内 容										
<p>1 課題設定の背景（問題の所在、市場・ニーズの状況等）</p> <p>地球温暖化対策の一つとして、電力消費量を抑える次世代パワー半導体、特に自動車に搭載される高効率なパワー半導体の必要性が高まっている。</p> <p>これらの半導体の基板素材は硬く、脆いため、多くの加工時間を要しており、特に切断工程は全工程中の加工時間の6～7割を占めることから、迅速化が求められている。</p> <p>本技術開発を通して、秋田県内の半導体基板製造関連メーカーや、精密部品加工メーカーへの技術支援を進め、県内企業が県外・国外企業に対して高付加価値・技術的優位性を打ち出し、新たな市場に進出できるよう支援していく。</p>										
<p>2 研究の目的・概要</p> <p>半導体基板を製造する過程において、「半導体インゴット（円柱状のもの）」を、「ウエハ（薄い円盤状のもの）」に切断する技術が必要となるが、この切断技術に秋田県の特許技術である「電界砥粒制御技術」を導入し、新たな「電界スライシング（切断）技術」を開発する。</p> <p>省エネに必須な次世代パワー半導体基板に用いられるSiC（炭化ケイ素）、GaN（窒化ガリウム）、ダイヤモンドは、高硬度で高い化学的安定性を有する難加工材料であり、素材コスト及び加工コストが高い。「電界スライシング技術」では、切断工程に用いるワイヤー部分に「電界砥粒制御技術」を展開導入することにより、高い切断速度と良好な表面品位の両立を図り、後の研磨工程の負荷低減を図る。</p>										
<p>3 最終到達目標</p> <p>[研究の最終到達目標]</p> <p>電界砥粒制御技術を切断工程へ導入した『電界スライシング技術』の確立を目的とする。一例として、例えばφ2インチSiC基板において、切断面精度SORIを30μm以下に維持しつつ、現状10時間程度かかる切断時間を30%低減する技術の確立を最終的な目標とする。</p> <p>[研究成果の受益対象（対象者数を含む）及び受益者への貢献度]</p> <p>研究成果を技術移転することで、県内の半導体、電気部品、光学部品、精密部品製造関連企業が新たな市場に進出できるようになり、新製品販売による売上増と新規雇用創出に貢献できる。</p>										
<p>4 全体計画及び財源</p> <p>別紙「研究の全体計画及び実績」参照</p>										

■ 目的設定

5 外部有識者等の主な意見及び対応方針	
(1) 必要性	<p>【外部有識者等の主な意見】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地球温暖化対策に電力消費量の削減は必須である。そのため、パワー半導体の需要は大きい。しかし、その基板 (SiC, GaN など) を半導体素子用に加工するのに従来の技術では多くの時間とコストがかかっている。この点の解決技術は地球温暖化という大きな問題解決の一助になり、必要な課題対策テーマであると思われる。そして、秋田県産業技術センターが長年研究し、固有技術に育成した電界砥粒制御技術は、この課題解決に有効であると思われる。 ・国内電力の半分以上がモーターで消費されると言われていることに加え、車の電動化の転換が今後急速に進むことによってモーターの電力消費量が益々増大することから、本動力源の高効率化がエネルギー政策や温暖化対策における喫緊の課題となっている。この解決のための有効な手段の一つが動力源を駆動する制御装置の高効率化であり、その主要な手段として SiC などのパワー半導体の活用が挙げられる。しかし、安価な SiC 基板の提供が遅れていることから、いまだ十分な普及には至っていない。本課題はこのような国家的課題に鑑みて提案されたものであり、安価で高品位な SiC 基板の製造に資する技術開発の必要性は極めて高い。
(2) 有効性	<p>【外部有識者等の主な意見】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・半導体の製造工程の中では、ウエハの切断工程に多くの電力を使用しており、この技術が実用化されることにより、省エネにつながる。また切断面の粗さも 30μm 以下に抑えることを狙っており、以降の研磨工程の負荷、エネルギーも低減できる可能性がある。EV の急速な立ち上がりに対して、県内の半導体関連産業の変革に資する大きな力になると考えられる。 ・秋田県の技術である電界砥粒制御技術は主に研磨技術を深めてきており、本件はスライシング技術に適用を拡大する研究開発である。これにより世界的なシェアを有する県外企業の研究所の誘致や県内企業への技術移転の可能性を有するものと考えられる。これらによって、秋田県内の若者人口流出抑制に有効である。本研究におけるスライシングは、主として遊離砥粒による加工のため、試料面へのダメージが抑制され、次工程となる研磨工程の研磨取り代が少なくなる。また、課題である砥粒の飛散を電界で抑制することで、生産効率向上が見込まれ、カーフロスが抑制されることから素材を有効に活用でき、コストダウンに貢献することから、本技術利点を拡大するチャンスと考える。加えて将来秋田の自然エネルギーで電力を産み出し、そのエネルギーで SiC を生み出すことから、その基板を秋田県内企業によって加工し、県内外に供給する体制をとることで、新たな産業の創出が可能になるものと考えられる。
(3) 技術的達成可能性	<p>【外部有識者等の主な意見】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・これまでの研究では、ある面積を平坦にする研磨では実績がある。しかし、材料の切断という点では新規開発技術でいかに砥粒を切断箇所集中し続けるかがポイントと思われる。これまでの予備実験では有効な知見が得られている様子なので、あとは工業的な装置開発にかかると思われる。 ・長年培った電界砥粒研磨技術で、目標値の 30% 効率 UP は期待できると思う。一方、他企業がレーザー加工により加工効率を 4 倍にできるという技術を公開している。もし、これが実用可能なものならば、このテーマの目標値を見直す必要がある。 <p>【対応方針】</p> <p>この技術ではインゴットから 1 枚ずつしかウエハが取れないが、本研究課題で目指す方式は 1 回で複数枚取ることが出来、結果的に加工時間の点で優位性があることから、目標値の見直しは行わない。</p>
(4) その他	<p>【外部有識者等の主な意見】</p> <p>【対応方針】</p>

■事後評価

2 1 最終到達目標の達成度（別紙も参照）	
研究機関記入	<p>電界砥粒制御技術を切断工程へ導入した『電界スライシング技術』を開発し、各種知見を論文で発表するとともに、特許化・国際出願によって権利化を行った。</p> <p>市販のワイヤーソーに電界印加可能とする改造をした実装実験装置を製造し、インゴット切断加工時間 40%減(切断効率 67%アップ)の目標に対し、切断効率 80%向上効果を実証し、研究当初の目標（切断時間 30%減）並びに途中で上方修正した目標（切断時間 40%減）を達成した。</p> <p>当該研究期間中に競合技術となるレーザースライスの普及版の市販が始まり、開発技術の目標設定値の見直しを迫られたが、技術優位性の比較検討の結果、カーフロスの改善を図ることによって十分優位性を確保できる見込みであることが分かり、100μm 径の試作ワイヤーを作成し、カーフロス 120μm が達成可能な見込みを示した。</p>
内部評価委員評価理由	<p>○ a ● b ○ c</p> <ul style="list-style-type: none"> ・インゴットのスライシング技術としては、加工効率向上が果たされ当初目標はほぼ達成している。今後、スライシング技術によってウエハ製造工程の改善に繋がる提案や他材料の切断技術等、応用技術の拡大に期待する。 ・本研究の目標である切断時間の短縮において、上方修正した 40%減を越える成果が得られており、『電界スライシング技術』を確立できたと言える。 ・競合技術であるレーザースライスに対してもカーフロスの観点で優位性があることを示したことから、今後の製品化と県内企業への技術移転に期待できる。 <p>a : 十分達成できた b : ほぼ達成できた c : 達成できなかった</p>
2 2 研究成果	
[効果の分類]	<input type="checkbox"/> 解析データ、指針、マニュアル等 <input checked="" type="checkbox"/> 新技術 <input type="checkbox"/> 新品種 <input type="checkbox"/> ステップアップにおける中間成果 <input type="checkbox"/> 新製品 <input type="checkbox"/> その他
[研究成果及び受益者に対する効果]	
研究機関記入	<p>電界砥粒制御技術を切断工程へ導入した『電界スライシング技術』を開発し、各種知見を論文で発表するとともに、特許化・国際出願によって権利化を行った。</p> <p>論文：久住孝幸，越後谷正見，池田 洋，細川遥花，中村竜太，大久保義真，赤上陽一， 「電界砥粒制御技術を用いた新たな切断加工技術」, Journal of the Japan Society for Abrasive Technology Vol.66 No.11 2022 NOV. 632-637</p> <p>特許：「切断方法及び切断装置」特許第 7089257 号、発明者 久住孝幸、赤上陽一、越後谷正見 PCT/JP2019/049487（2019 年 12 月 17 日国際出願）</p> <p>これらの結果を各種学会・研究会などで紹介し、企業への展開を図っている。現在、当該技術に興味を持った県内企業 1 社と共同研究契約を結び、情報共有を進めている。</p>
内部評価委員評価理由	<p>○ a ● b ○ c</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本研究にて得られた知見を論文化し特許出願まで達成できたことは評価できる。また、各種学会及び研究会等を通して普及活動を積極的に進め、県内企業との共同研究と締結する等、県内企業への貢献度は高いと判断できる。さらに、技術を深め県内企業への技術普及を期待する。 ・開発した電界スライシング技術は従来技術に対して優位性を有しており、研究成果を県内企業に技術移転することにより、半導体、光学部品、精密部品製造企業の新製品開発やコスト削減等への貢献が期待される。 ・既存技術に対する優位性が特許取得を含めて示されており、県内企業への技術移転においても有用で使いやすい状態にあると言える。 ・樹脂コーティングワイヤーの内製化が懸念事項であったが、独自の開発が開始されている他、特許問題の回避策も見えてきており、本事業の成果の実用化の見込みが高まったと考える。 ・パワー半導体の製造現場からの評価を受けながら、地域企業とのかかわりを持ちたい。 <p>a : 効果大 b : 効果中 c : 効果小</p>

2 3 その他委員からの意見等

- ・パワー半導体の製造現場と対話しなければ研究価値を高めることはできない。地域に展開先が乏しいのであれば、展開先を創ること。

2 4 総合評価結果

	評価	点数
目標達成度	b	2
効果	b	2
合計点		4

総合評価	B
------	---

(参考) 過去の間 評価結果	R元年度	R 2 年度	R 3 年度	年度
	B	B	B	

機関名	産業技術センター	課題コード	H300901	事業年度	H30年度～R4年度
課題名	電界砥粒制御技術を用いた新たな切断技術の開発				

全体計画及び財源（全体計画において ≡≡ 計画、—— 実績）								
実施内容	最終到達目標	H30 年度	R1 年度	R2 年度	R3 年度	R4 年度	各年度到達目標	進捗の到達状況
電界スライシング技術 実験装置の試作	実験装置の試作	≡≡ ——	≡≡				—	原理実験装置の試作を実施。 モデル実験可能なレベルに試作完了。
電界スライシング技術 の基礎検討①	導電性材料向け技術の確立	——	≡≡	≡≡	——		—	原理実験装置を用いて、切断速度向上効果（最大 80%効率向上効果）を確認後、各種知見を論文で 発表するとともに、特許化・国際出願済。
電界スライシング技術 の基礎検討②	絶縁性材料向け技術の確立			——	≡≡	≡≡	—	サファイアやガラス材などの絶縁材料向けにも電 界のかけ方の工夫で効果があることがわかった。
電界スライシング技術 の企業への展開	企業への展開と実用化検討	——			≡≡	≡≡	—	市販のワイヤーソーに電界印加可能とする改造を した実装実験装置を製造した。本装置を用い、イ ンゴット切断加工時間 40%減(切断効率 67%ア ップ)の目標に対し、切断効率 80%向上効果を得た。 これらの結果を各種学会・研究会などで紹介し、 企業への展開を進めている。
							合計	
計画額又は当初予算額(千円)		3,187	3,035	2,897	2,563	2,550	14,232	
財源内訳	一般財源	3,187	3,035	2,897	2,563	2,550	14,232	
	国費							
	その他							

電界砥粒制御技術を用いた新たな切断技術の開発（産業技術センター、H30～R4）

半導体基板を製造する加工工程において、「半導体インゴット」を「ウエハ」状に切断する工程に、秋田県の特許技術である「電界砥粒制御技術」を導入して、新たな「電界スライシング（切断）技術」を開発する。

【次世代半導体デバイス】

- ・ SiC（炭化ケイ素）
- ・ GaN（窒化ガリウム）
- ・ ダイヤモンド…など

ワイドギャップ半導体

【問題点】

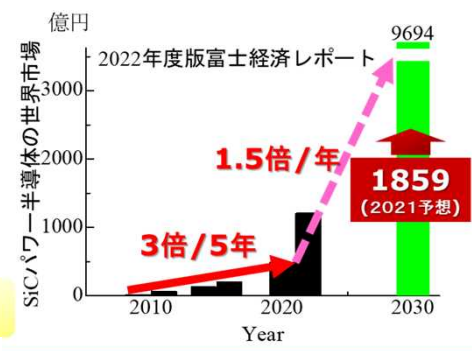
高硬度・高い化学的安定性
⇒ 素材・加工コストが高い

低炭素社会、電気エネルギーの効率運用



青色LED(日亜化学) LED照明(Panasonic) SiCパワー半導体の適用車両(JR東日本、東海) N700S(2020)

ワイドギャップ半導体: 省エネに必須な次世代半導体デバイス



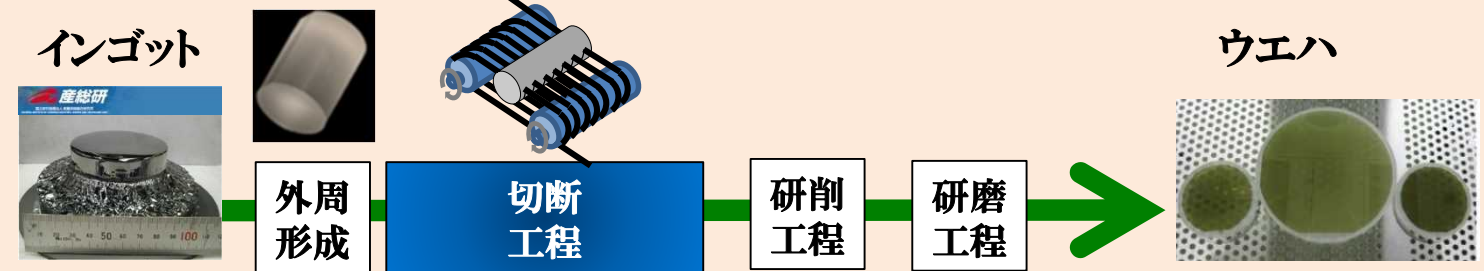
【研究内容】

～狙い～
・ インゴットからウエハへの加工時間のうち、6～7割を占める切断工程の迅速化・高品位化

～手法～
・ 遊離砥粒方式のワイヤーソーにおいて、電界砥粒制御を導入し、切断効率の向上効果を狙う

～最終到達目標～
・ 「電界スライシング技術」の確立
・ φ2インチSiC基板の切断時間の30%低減

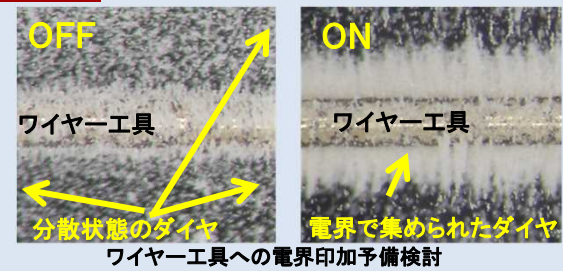
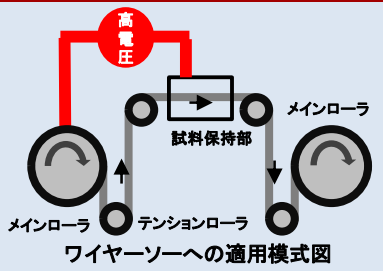
～半導体用ウエハ製造プロセスと研究開発の狙い～



電界砥粒*導入

※秋田県の独自特許技術。電界によって、研磨砥粒の配置制御を行う。

「電界スライシング技術」の開発



特許
「切断方法及び切断装置」
特許第7089257号
PCT/JP2019/049487 (国際出願)

【研究成果の受益対象及び受益者への貢献度】

・ 研究成果を技術移転することで、市場規模の拡大が予想される次世代半導体デバイス製造参入の支援を行う。

令和5年度 ■目的設定 ■中間評価 ■事後評価

機関名	産業技術センター	課題コード	R020901	事業年度	R2年度～R4年度					
課題名	人工知能とVR技術の融合によるインテリジェント検査システムの開発									
機関長名	斉藤 耕治	担当(班)名	スマートものづくり技術グループ							
連絡先	018-862-3414	担当者名	瀬川 侑							
戦略	01_産業・雇用戦略									
目指す姿	01_産業構造の変化に対応した県内産業の競争力の強化									
施策の方向性	02_デジタル技術の活用の促進									
種別	研究	○	開発		試験		調査		その他	
	県単	○	国補		共同		受託		その他	
評価対象課題の内容										
<p>1 課題設定の背景（問題の所在、市場・ニーズの状況等）</p> <p>労働力不足が深刻になっている秋田県では、現在、人が目視で行っている検査の工程を自動化したいという要望が非常に多く、喫緊の課題となっている。特に電子デバイス産業での製品検査や農作物の等級判定・包装などでニーズが高く、自動化することで大きな効果を見込むことができる。</p> <p>近年、応用が進んでいるAI、特にディープラーニングによる画像解析により、人間の目と同等の外観検査が自動で行えるようになってきている。しかしながら、AIの学習に手間と時間及びノウハウを要すること、農作物などをはじめとする異形状・柔軟物のハンドリングが困難であることなどから活用は進んでいない状況である。</p>										
<p>2 研究の目的・概要</p> <p>従来、人が目視で行っている検査（工業製品の不良品判別、農作物の等級判定など）を人工知能（AI）とロボットを利用して自動で行う技術を開発し、県内産業の自動化・省力化推進に役立て労働力不足に対応する。</p> <p>AIを活用した外観検査の自動化ではAIに学習させる作業で非常に手間がかかっているが、本研究ではVR技術を応用し、対象物の3次元データをもとに正常品・不良品のデータを自動で大量に生成し読み込むことでAIの学習を瞬時に行える、新しい技術を開発する。また農作物などの異形状物・柔軟物をピッキング、ハンドリング可能なロボットハンドを製作し組合せることで目視検査工程全体にわたって自動化する。</p>										
<p>3 最終到達目標</p> <p>[研究の最終到達目標]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・外観検査AIの学習を飛躍的に効率化させる新たな手法を開発する。 ・フレキシブル基板や農作物といった柔軟物や異形状物のハンドリングが可能なロボットハンドを開発する。 <p>[研究成果の受益対象（対象者数を含む）及び受益者への貢献度]</p> <p>電子デバイス、機械、食品業界、農業</p> <p>本研究成果の技術移転により、目視検査が自動化できるようになることで企業にとっては大きなコスト削減の効果が見込めるほか、人が行う単純作業を削減し、より付加価値の高い業務へ割り当てることで生産性向上につなげることができる。また、人手では判別にばらつきが生じるのに対し、一定の精度で判別を行うことができるため不良品流出などのリスクを低減することができる。</p>										
<p>4 全体計画及び財源</p> <p>別紙「研究の全体計画及び実績」参照</p>										

■ 目的設定

5 外部有識者等の主な意見及び対応方針	
(1) 必要性	<p>【外部有識者等の主な意見】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・労働力不足が深刻になっている秋田県において、電子デバイス、機械、食品業、及び農業分野における各種工程をAI・ロボティクス技術により省力化・省人化を図るという必要性は良く理解できた。秋田県における自動化・省力化のニーズの分析も的確であると思う。特に、特定の分野に特化せず、電子デバイス、木材及び農業といった幅広い分野でのニーズに答えられる自動化システムの開発に対する取組は評価できると思う。開発の初期段階から、県内の食品業界における検査など比較的小規模からの幅広い事業展開が見込まれる。 ・秋田県の喫緊の課題は生産労働人口の減少である。その理由は、県内企業の規模が小さく、低所得構造を呈しているため、若者が活路を中央圏の企業に求めていることにある。そこで、県内企業が高い生産性や付加価値を得るために、インテリジェントな自動化技術の導入が必要となる。一方、小規模事業者はロボット技術やAI技術を有する技術者を雇用することが困難なため、先進技術の導入や活用にあたっては、当産業技術センターが先導役として模範を示し県内企業の技術者に指導する必要がある、本研究への期待度は高い。
(2) 有効性	<p>【外部有識者等の主な意見】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ニューラルネットワークの構築と学習（多層NNを用いたディープラーニング）については3年度まで、更にエンドエフェクタ（ロボットハンド）の設計・製作については4年度までの到達目標を掲げており、フレキシブル基板や農作物といった柔軟物や異形状物のハンドリングが可能なロボットハンドを開発するというように、目標が明確化されており、農作物の検査・選別、点検作業の自動化、工業製品の検査などで具体的な応用が示され、本研究の有効性が認められる。懸案事項として挙げるならば、本研究を実用化する際のコストが、農家や商店、及び中小製造業に受け入れられるかどうかという点である。 <p>【対応方針】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実用化する際のコストについては必要な機器（カメラ等の光学機器、AIを実装するPCなど）に高価なものを必要とせず、またニューラルネットワークが大規模になりすぎないように考慮しながら進める。
(3) 技術的達成可能性	<p>【外部有識者等の主な意見】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・教師データを自動生成し学習するという自動学習の考え方は極めて面白いと思う。但し、良否入力の教師データに対し、これに用いる自動生成データは確信度なので、これを良否判定して教師データとしてフィードバックすることになるので、ここに工夫が必要であろう。閾値で自動判定して良いのか、閾値の持ち方はどうするのか、それとも、あいまい制御をかけた方が良いのか、いずれにしても、その後の学習精度・成熟度に大きく影響してくると思われる。 <p>【対応方針】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・AIの学習精度や成熟度を向上させる方策の例として、AIに良品・不良品の0か1かの判断をさせるのではなく、確信度の数値を結果（正解）として用いることで、AIは検査結果を「点数」として出力、何点以上が良品かは人が閾値を決める、といった工夫等を加えて対応していく。
(4) その他	<p>【外部有識者等の主な意見】</p> <p>【対応方針】</p>

■事後評価

1 1 最終到達目標の達成度（別紙も参照）	
研究機関記入	<ul style="list-style-type: none"> ・外観検査 AI において、オープンソースソフトウェアを利用してオートエンコーダと呼ばれるアルゴリズムを用いた AI を開発し、通常数百枚～数千枚の正常品・異常品画像を必要とするところを 100～200 枚程度の正常品の画像と 10～20 枚程度の不良画像で作成できることを確認した。これにより工業製品の検査装置の AI 開発で課題となっていた学習データ収集やアノテーション作業の負担を、従来よりも約 90%低減できることを示し、試作した検査装置で実際の工業製品を閾値によって良品・不良品の判定が可能であることを確認した。 ・対象物の 3D データを取得し編集可能な環境の構築するため、図面や 3D データが存在しない対象物に対して 3D スキャナや X 線 CT 等で 3D データを取得し、実際に加工や検査に利用可能なデータ変換ができることを確認した。 ・柔軟物・異形状把持用ロボットハンドを開発し、把持が可能であることを確認した。また、双腕型協働ロボットのアーム部分への取り付けを行った。 ・今回得られた技術、構築ノウハウを下記[研究成果及び受益者に対する効果]に示す技術普及、人材育成に活用し、県内企業に対し展開活動を行った。
内部評価委員評価理由	<p>○ a ● b ○ c</p> <ul style="list-style-type: none"> ・最終到達目標として設定した①「外観検査 AI の学習を飛躍的に効率化させる新たな手法の開発」では、オートエンコーダを用いることにより正常品のみでの学習で異常品を判定する AI を開発し、②「柔軟物や異形状物のハンドリングが可能なロボットハンドの開発」では、サーボモータ 1 個で動作可能な異形状・柔軟物把持用のロボットハンドを開発しており、目標をほぼ達成している。 ・AI による自動判別では良品と不良品の判定において、学習データの収集と整理の負担が軽減されるシステム構築が達成されている。また、ロボット技術では柔軟物や異形状物の把持が可能となり、当初目標はほぼ達成されている。今後は AI 判定とロボット技術を組み合わせた農作物の選別のほか、製造業の生産ラインにおけるさまざまな状況で自動選別技術が生かされることを期待する。 <p>a : 十分達成できた b : ほぼ達成できた c : 達成できなかった</p>
1 2 研究成果	
[効果の分類]	<input checked="" type="checkbox"/> 解析データ、指針、マニュアル等 <input checked="" type="checkbox"/> 新技術 <input type="checkbox"/> 新品種 <input type="checkbox"/> ステップアップにおける中間成果 <input type="checkbox"/> 新製品 <input type="checkbox"/> その他
[研究成果及び受益者に対する効果]	
研究機関記入	<p>県内製造業・食品加工業に対して AI に関する人材育成、情報展開を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・デジタルものづくり高度設計技術者育成事業（AI・IoT 活用技術、R3 年～R4 年） …7 社 149 人日 ・本荘由利産学振興財団研修事業（R4 年 11 月開催） …5 社 5 名 ・秋田県ロボット技術研究会（県内 33 社）への情報展開（R2 年～4 年） …延べ 75 社 155 名 <p>今回作製した AI 外観検査装置は、市販の Web カメラやシングルボードコンピュータ等のデバイスを利用して作製しており、安価に構築が可能である。また、本システムを用いた教育事業を通じてより多くの県内企業へ技術移転が可能となる。例えば本システムを目視検査工程に導入することによって、人による判定基準や作業時間のばらつきを低減できるほか、生産性、品質の向上が期待できる。</p>
内部評価委員評価理由	<p>○ a ● b ○ c</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本研究の中で作製・評価された AI 外観検査装置の実現の過程で得られた知見が、種々の人材育成に生かされており、具体的な AI 技術の活用に対する技術移転につながるものと考えられる。 ・用いる装置が安価で、技術的にも困難度が小さいことから、県内企業への技術移転は短期に達成可能と考えられる。 ・本研究により得られた知見を研究会や研修事業等を通して既に人材育成や技術移転を進めている点は非常に高く評価できる。特に AI による外観検査が安価で企業内でプログラムが組めて、かつ人による判定基準や作業時間のばらつきを低減できる等の点についても、企業への貢献度は非常に高いものと考えられる。また、県内の工業系企業だけではなく、幅広い分野への展開も期待できる。 <p>a : 効果大 b : 効果中 c : 効果小</p>

13 その他委員からの意見等

14 総合評価結果

	評価	点数
目標達成度	b	2
効果	b	2
合計点		4

総合評価	B
------	---

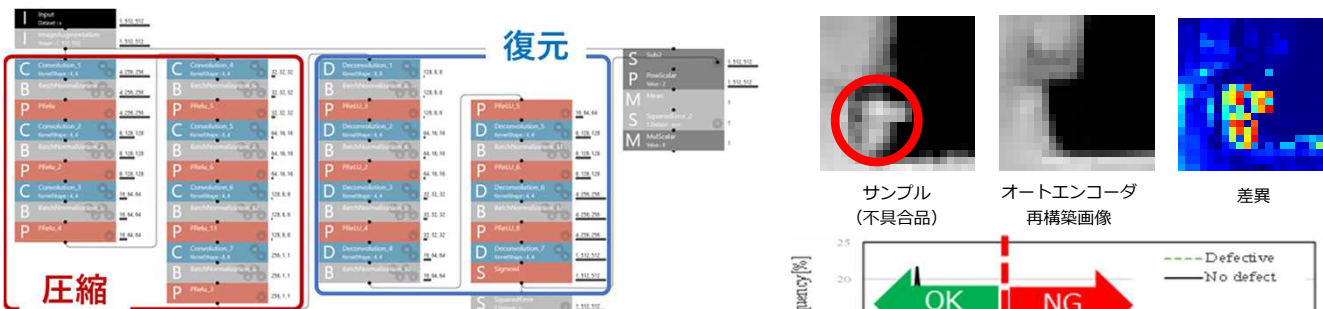
(参考) 過去の中間評価 結果	R3年度	年度	年度	年度
	B			

機 関 名	産業技術センター	課題コード	R020901	事業年度	R2 年度～R4 年度
課 題 名	人工知能と VR 技術の融合によるインテリジェント検査システムの開発				

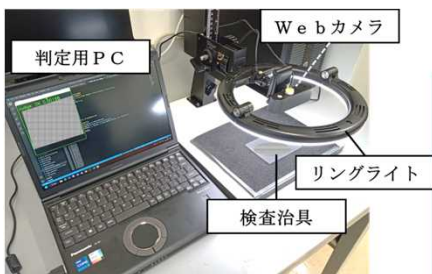
全体計画及び財源 （全体計画において ≡≡ 計画、—— 実績）								
実施内容	最終到達目標	R2 年度	R3 年度	R4 年度	年度	年度	各年度到達目標	進捗の到達状況
AI 開発環境の構築、NN のプログラミング	深度カメラにより 3 次元形状を入力し処理可能なシステムを構築する	≡≡	≡≡	——			—	画像処理 AI の開発環境を構築し、データの取得、学習、実装・評価をスムーズに行えるようになった。AI の実装の初期段階で顕く要因となる環境構築ノウハウを資料としてまとめ県内企業へ展開した。
対象物の 3D データを取得し編集可能な環境の構築	対象物をデジタイザ等でスキャンすることで得た 3D データを PC 上で編集できる環境を構築する	≡≡	——	——			—	図面や 3D データが存在しない対象物に対して、3D デジタイザにより対象物の 3D データを取得することが可能となった。さらに、STL データを編集し、3DCAD を用いてデータの編集を行えるようになった。
対象物の 3D データをもとに AI に学習させる技術の開発	OK 品、NG 品などのデータを自動生成して AI に学習させることができる		——	——			—	GAN によるデータ自動生成 AI を試作した。その結果不良品の生成機能の実装が困難であった。オートエンコーダを応用した AI を作成し、良品データと少数の不良データから学習を行い異常検知ができることを明らかにした。市販品を組み合わせた装置を作成し、実際の工業製品を安価に判定可能であることを示した。
異形状物のハンドリングを行うためのロボットハンドの設計・試作と実験	深度カメラによる画像処理により、異形状物がバラ積みされた状態から 1 つをピックアップし整列させることができる	≡≡	——	——			—	リンク機構とサーボモータ 1 つのみを用いたロボットハンドを試作した。形状や軟らかさが異なるワークに対して、ワーク形状に沿って可動指が動作し、把持が可能であることを確認した。
							合計	
計画額又は当初予算額(千円)		3,595	3,114	3,078			9,787	
財源内訳	一般財源	3,595	3,114	3,078			9,787	
	国 費							
	そ の 他							

人工知能とVR技術の融合による インテリジェント検査システムの開発

●AIの学習データの準備・整理を効率化する新たな手法の開発



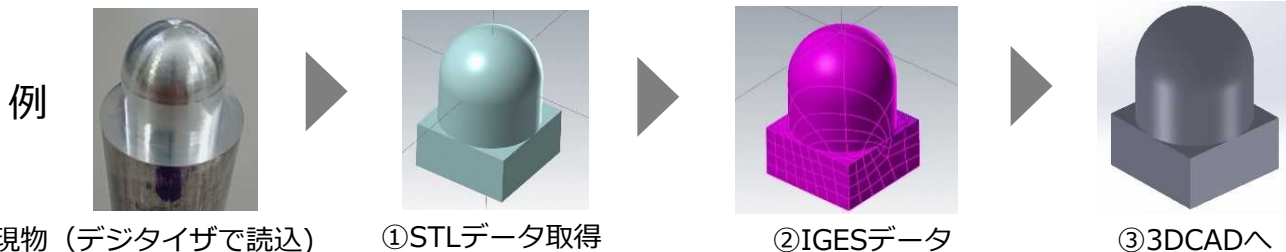
構築したAI(Neural Network Consoleで作成)
正常品の特徴をオートエンコーダで学習



作製した検査装置

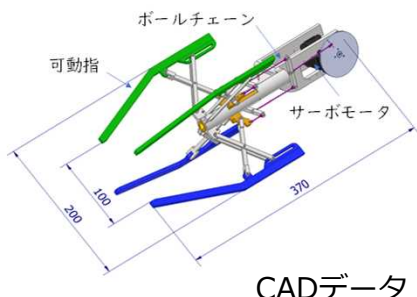
オートエンコーダを用いた画像判定AIにより、
正常品画像のみの学習で異常品を判定できた
学習データの準備作業を低減するAIを開発

●3Dデータの取得・編集技術の獲得



実物から3Dデジタイザで取得したデータを
CADデータへ変換・編集・活用する技術を獲得

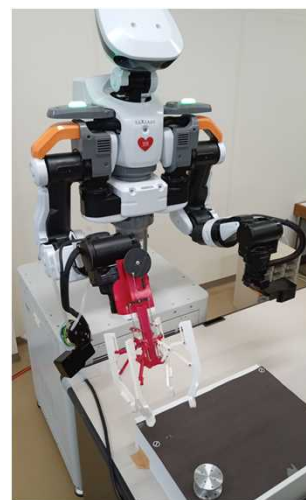
●異形状・柔軟物把持用ロボットハンドの開発



CADデータ



3Dプリンタで造形したモデル



協働ロボットへの取付

サーボモータ1個で動作可能な
異形状・柔軟物把持用ロボットハンドを開発

県内企業の生産性向上に資するAI・ロボット・3D技術を開発・獲得

令和5年度 ■目的設定 ■中間評価 ■事後評価

機 関 名	産業技術センター	課題コード	R020902	事業年度	R2年度～R4年度					
課 題 名	フィラー高充填樹脂コンポジットの精密成形技術の開発									
機関長名	斉藤 耕治	担当(班)名	加工技術グループ							
連絡先	018-862-3414	担当者名	野辺 理恵、工藤 素							
戦 略	01_産業・雇用戦略									
目指す姿	02_地域資源を生かした成長産業の発展									
施策の方向性	01_輸送機関連産業の振興									
種 別	研究	○	開発		試験		調査		その他	
	県単	○	国補		共同		受託		その他	
評価対象課題の内容										
<p>1 課題設定の背景（問題の所在、市場・ニーズの状況等）</p> <p>次世代自動車は軽量化のための部品の小型化、薄肉化、高集積化が進むと同時に、電子部材の発熱量が増加する傾向にあり、放熱対策の重要性が増している。樹脂は金属やセラミックスと比較して成形加工性に優れ、軽量という特徴を持つが、熱伝導率は0.1～0.3W/m・Kと低く、放熱性が劣るという課題がある。そのため、熱伝導率の高いフィラーを高充填した高熱伝導性樹脂が開発されており、それらは金属以上の放熱性を持つ。一方、高充填フィラーによる流動性の低下に起因する成形不良、異方性による物性の不安定化、コストの上昇等により適用は限定されている。しかしながら、樹脂製品の生産性や軽量性は金属やセラミックスと比較して優れており、潜在需要は大きい。本研究により高熱伝導性樹脂の精密成形技術を確立することで、次世代自動車の軽量化及び放熱対策に貢献できる。</p>										
<p>2 研究の目的・概要</p> <p>本研究は、次世代自動車（ハイブリッド車・電気自動車・燃料電池車）向けフィラー高充填樹脂コンポジットの精密成形技術の確立を目的とする。成形材料は、樹脂部材の放熱性向上のため、熱伝導性フィラーを高充填した高熱伝導性樹脂を用いる。高熱伝導性樹脂はフィラーの高充填により粘度が増加し、流動性が低下するため、精密成形時に高速・高圧で充填する必要がある。そのため、精密成形時の断熱圧縮や摩擦によるせん断発熱によってガスが発生しやすく、ガス焼けやショートショット等の転写不良の発生、ポイド（成形品内部の空隙）やフィラー配向の異方性による物性の不安定化、金型メンテナンスの増加が起こる。本研究では、ベント式成形機を用い、高熱伝導性樹脂の転写性を向上する精密成形条件を明らかにし、転写性の向上により成形品内の異方性を制御し、放熱性を向上することを目指す。さらに、放熱性を向上させる表面性状についても検討する。</p>										
<p>3 最終到達目標</p> <p>[研究の最終到達目標]</p> <p>ベント式成形機を用いて、高熱伝導性樹脂の転写性を向上する精密成形技術を確立し、成形品内の異方性を制御することで放熱性を向上させる。現状の放熱部材より軽量かつ同等の放熱性となることを目標とする。</p> <p>[研究成果の受益対象（対象者数を含む）及び受益者への貢献度]</p> <p>本研究の成果を県内の樹脂成形企業に普及することにより、自動車産業で需要拡大が予想される高熱伝導性樹脂の製品開発・新規市場開拓に貢献できる。また、電子部材を使用する他の業界へも展開できる。</p>										
<p>4 全体計画及び財源</p> <p>別紙「研究の全体計画及び実績」参照</p>										

■ 目的設定

5 外部有識者等の主な意見及び対応方針	
(1) 必要性	<p>【外部有識者等の主な意見】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・次世代自動向けフィラー高充填樹脂コンポジットの重要性は、小型化・薄肉化・高集積化による自動車の軽量化を実現するだけでなく、自動車を構成する多くの電子部品に対する放熱対策につながるものであり、その必要性は明確である。これらの課題に対し、高充填樹脂コンポジットの精密成型、低比重、耐熱性、絶縁性／導電性の制御、高熱伝導性を要求される事項として明確化していると思う。県内には多くの中小部品メーカーがあることから、段階的な成果の展開が期待できる。 ・次世代自動車の部材として、軽量化や放熱性に優れた材料の必要性は十分理解出来る。また高熱伝導性樹脂の精密成形時の歩留まり向上や工程の簡略化に必要な技術である。
(2) 有効性	<p>【外部有識者等の主な意見】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・フィラー充填スーパーエンブラ成形品の歩留まり目標が 95%以上という高い目標を掲げ、金型のガス逃げ機構を工夫し、ベント式射出成形によって工程の短縮効果を見出していることは評価できると思われる。予備実験において高熱伝導性 PPS の成形に成功しているが、今後は自動車部材に要求される精密成形に適用できるかどうか、または県内企業への技術移転（指導）につながるかが重要と思われる。 ・ベント式射出成形機の導入することのメリットの他、独創性を示すため、精密成形技術に係わる独創的技術、既存課題に対する解決手段において、技術の組合せ、創意工夫、プロセス改善等の技術開発手法などを加えると、ベント式射出成形機の単なる導入ではなく、それを活用した技術開発が明確にあり、研究の有効性が高まるように思う。また、成果普及となる具体的製品ターゲットや活用する対象企業を増やし、研究開発規模が拡大し、多くの企業に普及することを期待する。
(3) 技術的達成可能性	<p>【外部有識者等の主な意見】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・目標設定が明確であり、予算規模、及び研究計画は妥当であると思うが、実施体制については研究者 2 名で行うとのことであり課題の大きさに対し不十分な印象がある。また、現状ではバリの発生に対する対策や成形サイクルの短縮に対する対策などが必要となり、研究的要素よりは製造現場でのノウハウ的要素が重要になるという印象を持った。 <p>【対応方針】</p> <p>本研究を実施する研究員 2 名はプラスチック成形及び評価技術に精通している。また、県内外のプラスチック成形関連の及び技術者との連携も可能なため、課題解決に十分に対応できると考える。</p>
(4) その他	<p>【外部有識者等の主な意見】</p> <p>【対応方針】</p>

■事後評価

1 1 最終到達目標の達成度（別紙も参照）	
研究機関記入	<p>本研究では、ベント式射出成形機を用い、高熱伝導性 PPS の転写性及び放熱性を向上する精密成形技術の確立を目的とした。従来式射出成形では、材料の予備乾燥が 120℃で 5 時間必要であったが、ベント式射出成形は予備乾燥を 100%削減できるとともに、従来品と同等の強度が得られることを明らかにした。ヒートシンク面の射出成形時に生じる圧力は、ベント式では従来式より 46%低減できたことから、金型メンテナンス回数の削減や金型の長寿命化に期待できる。さらに、転写率は従来式の 96%に対し、ベント式でも 96%を得られ、放熱性（放熱速度）も従来式とベント式で-0.2 となり、同等を達成できた。</p> <p>以上の結果をまとめると、ベント式は従来式と比較すると、材料の予備乾燥を削減できるだけでなく、射出成形時の圧力を低減できる成形法であり、力学特性、転写性及び放熱性の性能も従来式と同等であることが分かった。したがって、高熱伝導性 PPS の射出成形において、ベント式が最も有効であることが示され、成形技術の確立を達成できた。</p>
内部評価委員評価理由	<p>○ a ● b ○ c</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ベント式射出成形の基礎的データを取得し、その優位性が明らかにされている。また、転写性、放熱性等においても従来の成形法と同等の特性が得られることが確認されたことから当初目標は達成されている。自動車は電動化に伴い、プラスチック部材においても高機能化が求められており、今後は放熱性を生かした製品開発などベント成形技術を活用した技術展開を果たすことに期待する。 ・予備乾燥が完全に不要となる、という明確な知見が得られ、加えて、成形圧力が低減できるという副次効果もあり、力学特性、転写性も問題ないということから、達成度は十分と判断される。 <p>a : 十分達成できた b : ほぼ達成できた c : 達成できなかった</p>
1 2 研究成果	
[効果の分類]	<input type="checkbox"/> 解析データ、指針、マニュアル等 <input checked="" type="checkbox"/> 新技術 <input type="checkbox"/> 新品種 <input type="checkbox"/> ステップアップにおける中間成果 <input type="checkbox"/> 新製品 <input type="checkbox"/> その他
[研究成果及び受益者に対する効果]	
研究機関記入	<p>秋田県内のプラスチック成形企業はガラス繊維強化プラスチックなどの難成形材料を多く扱っており、不良対策や金型メンテナンス等に課題を抱えている。本研究で確立した高熱伝導性 PPS の精密成形技術は、それらの難成形材料にも適用できることから、県内企業の生産技術向上や新製品開発に貢献できる。また、カーボンニュートラルの観点では、材料の予備乾燥が不要となり、省エネルギー化による CO₂ 排出量削減に効果があり、県内企業の付加価値向上にも寄与できる。</p> <p>経済産業省は、乗用車新車販売で 2030 年代半ばまでの電動車 100%の実現を目標としており、電気・電子部品の増加により放熱対策は重要となる。軽量化のためには金属部品から樹脂部品への代替も考えられ、高熱伝導性樹脂の需要も増加が予想されることから、本研究で得られた精密成形技術が適用できる。また、自動車産業だけでなく、電子部品を扱う全ての業種に対応可能である。研究成果を秋田県内企業に技術移転することにより、新規市場開拓に貢献したい。</p>
内部評価委員評価理由	<p>○ a ● b ○ c</p> <ul style="list-style-type: none"> ・プラスチック製品の製造企業では、プラスチック資源循環促進法、SDGs などプラスチックの環境対策が強く求められている。ベント成形技術では、エネルギーの省力化、金型メンテナンスの負担軽減、不良の低減など生産効率が向上することから、特にエンジニアリングプラスチックの成形においては、製品の高機能化と生産効率への効果も期待でき、一層の普及に努めてほしい。 ・成形方式の優位性を明らかにしたことは、県内企業にとって有意義な情報であるが、それを周知させること、さらには県内企業がこの成形方式を導入するに至るにはハードルは高いと言わざるを得ない。 ・ベント式射出成形により、高熱伝導性 PPS 樹脂を低コストで精密成形できることが明らかになり、本技術はエンジニアリングプラスチックや繊維強化プラスチック等への適用も期待される。ベント式射出成形装置の導入が前提になるものの、県内企業にとって新製品開発やコストダウンの可能性が示されたことは朗報といえる。 <p>a : 効果大 b : 効果中 c : 効果小</p>

13 その他委員からの意見等

14 総合評価結果

	評価	点数
目標達成度	b	2
効果	b	2
合計点		4

総合評価	B
------	---

(参考) 過去の中間評価 結果	R3年度	年度	年度	年度
	B			

機関名	産業技術センター	課題コード	R020902	事業年度	R2年度～R4年度
課題名	フィルア-高充填樹脂コンポジットの精密成形技術の開発				

全体計画及び財源 (全体計画において ≡≡≡ 計画、—— 実績)								
実施内容	最終到達目標	R2 年度	R3 年度	R4 年度	年度	年度	各年度到達目標	進捗の到達状況
従来式射出成形によるプロセスウィンドウの検証	・成形条件と物性の関係を明らかにする	≡≡≡	≡≡≡				—	高熱伝導性 PPS を 120℃ で 5 時間予備乾燥した後、従来式射出成形により試験片を作製した。引張強さ 82.9MPa、曲げ強さ 143.8MPa、シャルピー衝撃強さ 5.1kJ/m ² となり、成形条件と物性の関係を明らかにできた。
ベント式射出成形による精密成形条件の確立	・従来式と同条件における物性の評価 ・低速、低温の射出条件と物性の関係を明らかにする ・予備乾燥、金型メンテナンスの削減効果の検証	≡≡≡	≡≡≡				—	高熱伝導性 PPS の予備乾燥を削減し、ベント式射出成形を従来式と同条件で実施した。成形時の圧力を 46%削減でき、金型メンテナンス回数の削減や金型の長寿命化に期待できる。また、引張、曲げおよびシャルピー衝撃強さは従来式と同等を得た。
放熱性を向上させる表面性状の検討	・CAE 解析による転写性、放熱性の評価 ・表面性状と物性の関係を明らかにする		≡≡≡	≡≡≡			—	平板、シボおよびヒートシンク面の放熱性を検討し、ヒートシンクが最も放熱性が良いことを確認した。さらに、ヒートシンク形状のベント式および従来式の成形品を用いて、転写性の評価を実施し、転写率は双方とも 96%となり、放熱性も同等であった。
							—	
							合計	
計画額又は当初予算額(千円)		6,204	5,455	5,102			16,761	
財源内訳	一般財源	6,204	5,455	5,102			16,761	
	国費							
	その他							

ベント式射出成形による精密成形技術の確立

材料：高熱伝導性PPS (SUSTEEL TC70-12 東ソー (株))

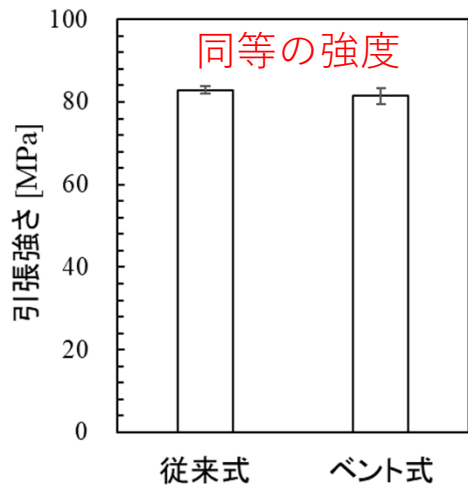


図 引張強さ

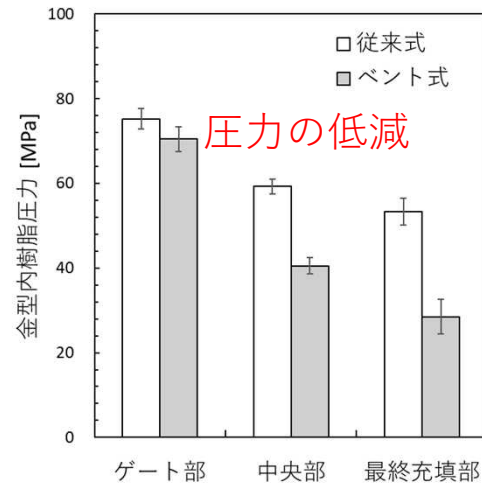


図 金型内樹脂圧力

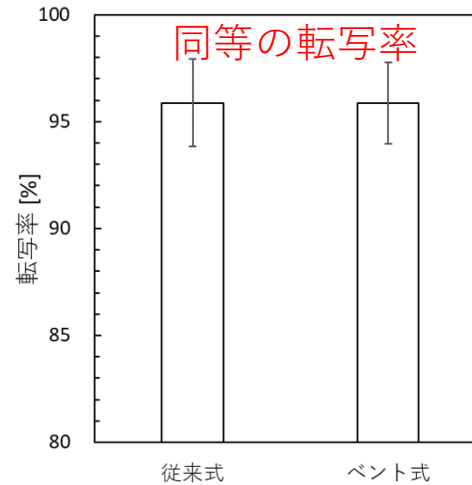


図 転写率

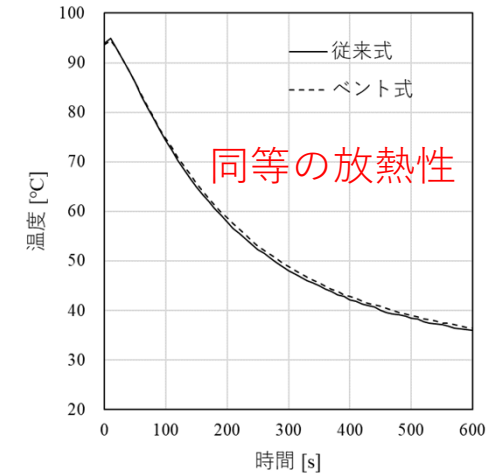


図 放熱性

表 従来式とベント式の性能比較

	従来式	ベント式
材料の予備乾燥	必要	不要
力学特性	○	○
射出成形時の圧力	高圧	低圧
転写性	○	○
放熱性	○	○

高熱伝導性PPSの射出成形

- ベント式が有効
- 精密成形技術を確立



今後
秋田県内企業への技術移転
生産技術向上と新規市場開拓

令和5年度 ■目的設定 ■中間評価 ■事後評価

機関名	産業技術センター	課題コード	R020903	事業年度	R2年度～R4年度					
課題名	導電性を持つ次世代型多機能セラミックスの開発									
機関長名	斉藤 耕治	担当(班)名	機能性材料・デバイスグループ							
連絡先	018-862-3414	担当者名	関根 崇							
戦略	01_産業・雇用戦略									
目指す姿	02_地域資源を生かした成長産業の発展									
施策の方向性	01_輸送機関連産業の振興									
種別	研究	○	開発		試験		調査		その他	
	県単	○	国補		共同		受託		その他	
評価対象課題の内容										
<p>1 課題設定の背景（問題の所在、市場・ニーズの状況等）</p> <p>近年、自動車や航空機のエンジン部品等へ用いられる材料として、耐熱性や耐食性に優れ、軽量、高強度等の特徴を持つ耐熱合金が注目されているが、これらは従来用いられている超硬合金による切削加工が非常に難しい。Si₃N₄、AlN、SiC等の材料は高温強度に優れており、耐熱合金の加工用工具材料として高い関心を集めている。しかし、これらの材料自体も切削加工による加工が困難である。Si₃N₄、AlN、SiC等は絶縁性のために半導体基板等に用いられるが、絶縁材料であるため放電加工ができない。このことにより、構造材料として用いる場合には、形状の制限や生産コストが高い等の課題がある。また、超硬合金に比べて機械的性質に劣る。これらの材料は高熱伝導率、高温強度や耐食性に優れているため、導電性を付与し、機械的性質を向上させることで、さらなる用途の拡大が期待できる。</p>										
<p>2 研究の目的・概要</p> <p>本研究では、絶縁材料であるSi₃N₄、AlN、SiC等が持つ優れた熱伝導性、耐摩耗性、高温強度等の特性を維持し、導電性を付与した新たな複合セラミックスの開発を目的とする。Si₃N₄、AlN、SiC等は、単体では難焼結性であるため緻密な焼結が難しく、酸化物を添加して作製されているが、本研究では、導電性を有する炭化物等の原料の添加による緻密化を図り、これまでにない新たなセラミックスを作製する。従来のセラミックスは加工性が悪く切削加工が非常に難しい。さらに、絶縁性のために加工が困難である。このようなセラミックスに対して導電性を付与することにより、放電加工が可能になり、形状の自由度が拡がり、生産コストの低減等が期待できる。また、従来のセラミックスは機械的性質も低く構造材料への応用が難しいが、複合化により強度に優れたセラミックスを開発することで、用途を拡大できる。本研究では、熱伝導性に優れた絶縁性のセラミック材料に対して、導電性の付与、及び機械的性質を向上させた次世代型多機能セラミックスを開発し、新たな工具や構造材料への応用を目指す。</p>										
<p>3 最終到達目標</p> <p>[研究の最終到達目標]</p> <p>熱伝導率、耐熱性、耐食性に優れたSi₃N₄、AlN、SiCをベースとし、導電性を付与し、機械的性質に優れた緻密な焼結体の作製指針を確立し、新たな複合セラミックスを開発する。複合組成による焼結体の導電性の付与、機械的性質の制御技術を確立し、輸送機器産業や機械産業における構造材料としての実用化を目指す。</p> <p>[研究成果の受益対象（対象者数を含む）及び受益者への貢献度]</p> <p>輸送用機器、機械部品関連企業へ技術移転し、県内企業の新製品開発及び新たな市場拡大に貢献する。</p>										
<p>4 全体計画及び財源</p> <p>別紙「研究の全体計画及び実績」参照</p>										

■ 目的設定

5 外部有識者等の主な意見及び対応方針	
(1) 必要性	<p>【外部有識者等の主な意見】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本研究は導電性を付与したセラミックス材料を開発することを目的とし、これによって放電加工等による可能性に優れたセラミックスが実現されると、精密加工が要求される自動車、航空機等の輸送機器のエンジン部品材料の高機能化が実現でき、また電氣的性質を制御したセンサ材料等の新たな用途を持つ複合セラミックスに適用可能となるなど幅広い用途拡大が期待できる。県内の電子部品メーカーでの技術展開が期待されるほか、全国規模の技術展開も期待できる。 ・導電材料を混ぜる事によって、本来のセラミックスの材料特性を維持できるかがキーポイントとなる。そのために混合する材料に目処があるのかが、達成可能性を左右する。また、材料を均一に混合できるかどうか成功を左右する。目標とする抵抗率から、結構ハードルは高いと考えられるので、達成出来れば相当なインパクトとなるので、是非とも成功させて欲しい。
(2) 有効性	<p>【外部有識者等の主な意見】</p> <p>導電性セラミックスの開発については、電気抵抗率 $1 \times 10^{-3} \Omega \text{ cm}$ 以下で耐熱温度 $500 \text{ }^\circ\text{C}$ 以上という目標が明確になっており、これによって秋田県発の新たなセラミックスを創出し、輸送機産業や電子部品、機械産業等の県内企業の新製品開発に貢献するとしているが、電気抵抗率と耐熱温度の根拠が明確でない部分があると思う。幅広いパラメータで研究し、ニーズに合わせた条件に合わせこむというアプローチも有効かと思われる。問題点としては、製造方法が通電焼結に限定しているように見受けられ、県内企業において技術展開するには設備の導入がコスト的障壁となる可能性があると思われる。</p> <p>【対応方針】</p> <p>輸送機、機械、電子部品等の産業ニーズに合わせて研究を進め、県内企業への技術展開を視野に入れた開発を進める。製造の点については、通電焼結の経験がある企業もあり、さらには、焼結条件の展開のために焼結温度や焼結に適した組成等を見極めながら進めることから、問題はないと考える。また、電氣的特性を新たに付与することで、幅広い分野への応用という観点からも開発を進め、県内企業の新規事業拡大を図っていく。</p>
(3) 技術的達成可能性	<p>【外部有識者等の主な意見】</p> <p>これまでの研究成果を踏まえ、今までの焼結技術との比較や具体的な目標、評価技術に関することを加えると良いと思う。例えば、緻密さについて、これまでの焼結品との比較した評価の指標となる数値やその評価方法、導電性、耐熱性についてもこれまでの焼結品の導電率、耐熱温度に対して、目標を達成できる具体的な解決手段を加えると技術の達成プロセスが明確になってくると思う。研究の進捗とともに、機械加工技術やセンサ材料等、電子部品用材料となる物性が得られる複合化技術と、その評価技術を確立することに期待する。</p> <p>【対応方針】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・企業への技術展開を視野に入れた作製技術、解析技術、評価技術を検討し、材料開発を進めていく。 ・これまでの研究で得られた特性や市場のデータ等と比較し、新たな材料の複合化による組織学的制御や焼結条件の調整により新たなセラミックスの作製を進める。 ・本研究で扱う材料 (Si_3N_4、AlN、SiC 等) は焼結が困難な材料であり、複合組成から求めた理論密度との相対密度が 100% となるように、最適な複合条件を見出す。
(4) その他	<p>【外部有識者等の主な意見】</p> <p>【対応方針】</p>

■事後評価

1 1 最終到達目標の達成度（別紙も参照）	
研究機関記入	<p>本研究では、熱伝導率や耐熱性に優れた窒化アルミニウム（AlN）をベースとした、新たなAlN複合セラミックスを開発した。AlNは耐摩耗部材や機械部品、工具材料としての活用が期待されるが、焼結が難しく機械的性質が低い等の欠点があるため応用されていない。また、絶縁性のために放電加工ができず、形状の制約や加工コストが高くなる等の課題がある。これを解決するために、優れた機械的性質や導電性を持つ炭化タングステン（WC）をAlNに添加した、AlN-WC複合セラミックスを合成した。AlNにWCを添加することで、機械的性質の低下を招く焼結助剤の添加をせずに、緻密に焼結することに成功した。また、従来のAlNセラミックスに比べ、約2倍となる高い硬さ及び破壊靱性値となり、ヤング率も1.5倍向上した。さらに、WCとの複合化で目標とする導電性が付与され、放電加工可能な新たな複合セラミックスを創出することができた。</p> <p>上述の優れた機能を有する新たな焼結材料開発に付随して、焼結技術や、材料の機械的性質、電気的性質、熱伝導性等の評価技術を取得した。</p>
内部評価委員評価理由	<p>○ a ● b ○ c</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ AlNにWCを添加することで従来のAlN導電性を有し、機械的性質も向上した新材料を開発できたことは、目標を十分に達成できたと考えられる。また、これらの材料開発にて得られた焼結技術及び機械的・電気的・熱伝導性評価技術を確立したことは、今後の研究及び企業支援に役立つものと期待できる。 ・ 導電性の付与、機械的特性の向上という当初の目標は一応達成されており、一定の達成度に到達したものと考えられる。ただし、ここは根源的な問題ではあるが、やはり熱伝導率の低下が避けられていないため、達成度が充分とはいえない。 <p>a：十分達成できた b：ほぼ達成できた c：達成できなかった</p>
1 2 研究成果	
[効果の分類]	<input type="checkbox"/> 解析データ、指針、マニュアル等 <input checked="" type="checkbox"/> 新技術 <input type="checkbox"/> 新品種 <input type="checkbox"/> ステップアップにおける中間成果 <input type="checkbox"/> 新製品 <input type="checkbox"/> その他
[研究成果及び受益者に対する効果]	
研究機関記入	<p>近年、自動車や航空機等のエンジン部材には耐熱合金が多く用いられるが、加工が非常に難しく、高速で高精度な加工のためには、耐熱性や高い強度を持つ工具材料が求められる。また、このような工具材料は、その優れた性質から耐摩耗部材や機械部品等への応用も期待される。本研究で開発した複合セラミックスは、これらの優れた機械的性質を有しており、これまでにない導電性を持つため、セラミックスの課題としてあった放電加工ができないといった、加工性の問題も改善した新たな材料である。これらは工具材料だけでなく、摺動部品や金型等の耐摩耗部材や機械部品への応用も期待でき、輸送機、機械加工、セラミックス部品、電子部品等の幅広い県内産業の競争力強化に貢献できる。</p> <p>また、研究に関連した材料の作製技術（焼結、原料調整等）や、加工技術（研削研磨、熱処理等）、評価技術（機械的性質、組織観察、電気的性質、成分分析等）は秋田県内企業の新製品開発や試作に幅広く活用することができ、今後も県内企業に技術移転可能である。</p> <p>本研究で得られた成果については、論文1件、学会発表5件を実施し、さらには研究会活動を通して技術展開を進めている。</p>
内部評価委員評価理由	<p>○ a ● b ○ c</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 開発したセラミックスは、機械的性質、熱的性質、化学的性質に優れ、さらに導電性が付与されたことにより、従来は困難であった放電加工が可能となり、機械部品、摺動部品、金型等への利用が想定される。展開企業の開拓が不可欠であるが、輸送機、機械加工、セラミックス部品、電子部品等をはじめとする県内企業への技術移転により、企業の新規分野への参入、新製品開発、コストダウン等への貢献が期待される。 ・ 本研究で開発したAlN-WC材料を県内企業等に研究会活動などを通して認知してもらい、県内の輸送機、機械加工、セラミックス部品、電子部品等企業の競争力強化を期待したい。また、この研究にて得られた焼結技術や加工技術及び評価技術の知見は、県内企業への技術支援への効果は大きいと考えられるため、早期に取組んでもらいたい。 ・ 導電性を持つセラミックス材料の実現は画期的であるが、現状では通電加熱焼結法による検証結果となっている。適用分野と要求性能を明確にすることで、他の製造法への展開を図り、研究成果である複合セラミックス材料の幅広い製品展開を推進していただきたい。 <p>a：効果大 b：効果中 c：効果小</p>

1 3 その他委員からの意見等

- ・ 応用先も求められる性能も自ら想定によるものなので、研究の価値を客観的に評価し難い。応用先を明確にして、応用先と共に研究開発を進めること。

1 4 総合評価結果

	評価	点数
目標達成度	b	2
効果	b	2
合計点		4

総合評価	B
------	---

(参考) 過去の間接評価 結果	R 3 年度	年度	年度	年度
	B			

機 関 名	産業技術センター	課題コード	R020903	事業年度	R2 年度～R4 年度
課 題 名	導電性を持つ次世代型多機能セラミックスの開発				

全体計画及び財源 （全体計画において ≡≡ 計画、—— 実績）								
実施内容	最終到達目標	R2 年度	R3 年度	R4 年度	年度	年度	各年度到達目標	進捗の到達状況
緻密な導電性セラミックスの開発	Si ₃ N ₄ 、AlN、SiC 等の絶縁材料をベースとした導電性複合セラミックスの開発	≡≡	≡≡	——				AlN に対して、硬質炭化物(WC、TiC、SiC)、酸化物 Y ₂ O ₃ を添加した複合セラミックスを作製した。放電プラズマ焼結装置を用いて焼結することで、AlN-(5～50 mol%)WC で緻密な焼結体が得られた。
導電性・機械的性質の評価および制御技術確立	配合組成、焼結条件により導電性や機械的性質の制御技術を確立	≡≡	——	——				AlN に WC を添加することにより導電性が付与され、AlN-(20～50 mol%)WC で抵抗率が $1 \times 10^{-3} \Omega \text{ cm}$ 以下となった。また、WC 添加および、添加量の調整により高い機械的性質を持つ緻密な AlN-WC セラミックスを得ることができた。
加工性の評価・解析	放電加工による加工性の評価および構造部材試作		≡≡	≡≡				各種添加物 (WC、SiC、Y ₂ O ₃) を含む AlN セラミックスの放電加工試験を実施した。AlN-WC セラミックスにおいて、放電加工が可能であった。
企業への展開	県内企業への展開と実用化	≡≡	≡≡	≡≡				研究会活動や企業支援を通して本研究成果を紹介し、県内企業展開を進めている。また、研究により得られた材料作製技術や評価技術を活用し、県内企業の新製品開発、品質改善等の技術支援を実施した。
							合計	
計画額又は当初予算額(千円)		3,257	2,870	2,838			8,965	
財源内訳	一般財源	3,257	2,870	2,838			8,965	
	国 費							
	そ の 他							

導電性を持つ次世代型多機能セラミックスの開発（産業技術センター、R2～R4）

絶縁性のセラミック材料に対して導電性を付与し、機械的性質や熱伝導率に優れた次世代型多機能セラミックスを開発し、輸送機器や電子部品等の産業分野において新たな特性を持つセラミックスの創出を目指す。

【従来のセラミックス】

AIN Si₃N₄ SiC

- 【特徴】
- ・ 絶縁性
 - ・ 優れた耐熱性
 - ・ 高熱伝導率
 - ・ 半導体基板材料、放熱部材に応用

【課題】

- ・ 難焼結材料
- ・ 機械的性質（硬さ、強度等）が低い
- ・ 加工が困難（絶縁性のため放電加工不可）

複合化

硬質・高強度炭化物

WC TiC TaC

【特徴】

- ・ 優れた機械的性質
- ・ 導電性

新たな複合セラミックス材料

- ・ 高熱伝導率
- ・ 優れた硬さ，破壊靱性値，強度，耐摩耗性等
- ・ 易加工性（放電加工可）

【結果概要】

Fig. 1 AlNセラミックスの硬さ

Fig. 2 AlNセラミックスの破壊靱性値

Fig. 3 AlN-30 mol% WCの放電加工試験サンプル

【研究成果の受益対象及び受益者への貢献度】

- ・ 輸送機器、機械部品、電子部品等の産業分野において、県内企業の新たな市場拡大が期待できる。