博 士 学 位 論 文

論 文 内 容 の 要 旨
及　び
論文審査結果の要旨

令 和 7 年 3 月 授 与

宮 崎 大 学 大 学 院
農 学 工 学 総 合 研 究 科

学位規則（昭和28年4月1日文部省令第9号）第8条の
規定に基づき、令和７年３月に博士の学位を授与した
論文内容の要旨及び論文審査結果の要旨を公表する。

学 位 （ 博 士 ） 授 与 報 告 書 （甲）

報告番号	博士の専攻分野の名称	博士の学位を授与された者		研究科（専攻）名	博士論文名	主指導教員
		（ふりがな） 氏名	本籍			
農工総博甲第250号	博士（工学）	（まつお　なおき） 松尾　直樹	宮崎県	農学工学総合研究科 （資源環境科学専攻）	塩酸系における毒性元素の分離・濃縮に適した抽出溶媒の開発研究	大島　達也
農工総博甲第251号	博士（学術）	（あぜり　がうたま　ありふぃん） AZERI GAUTAMA ARIFIN	インドネシア共和国	農学工学総合研究科 （資源環境科学専攻）	Fundamental Studies of Molecular Breeding on Exploration of Biomass-Related Genes in Legume Plants and Their Application to Crops （マメ科植物におけるバイオマス関連遺伝子の探索と作物への応用に関する分子育種学的基礎研究）	田中　秀典
農工総博甲第252号	博士（工学）	（かわの　まさひろ） 河野　将大	宮崎県	農学工学総合研究科 （物質・情報工学専攻）	原子層エピタキシー法を用いたGaAsN薄膜中のN分布制御とその電気特性評価	鈴木　秀俊
農工総博甲第253号	博士（工学）	（ゆくもと　まさたか） 行元　雅貴	山口県	農学工学総合研究科 （物質・情報工学専攻）	PDD 構造を有するＸ線 SOI-CMOS 検出器の開発	森　浩二
農工総博甲第254号	博士（工学）	（ちょう　てんぼく） ZHAO, TIANMU	中華人民共和国	農学工学総合研究科 （物質・情報工学専攻）	A Time Consistent Preconditioning Method for Unsteady Gas-liquid Two-phase Flows and Its Application （非定常気液二相流のための時間整合前処理法とその応用）	申　炳録
農工総博甲第255号	博士（農学）	（えぐち　たけと） 江口　岳人	山形県	農学工学総合研究科 （資源環境科学専攻）	Spatiotemporal monitoring of paddy rice fields and irrigation diagnosis via satellite-based vegetation indices （人工衛星観測による植生指標を利用した時空間的水田モニタリングと灌漑診断手法について）	多炭　雅博
農工総博甲第256号	博士（農学）	（ばく　じひょく） PARK JI HYEOK	大韓民国	農学工学総合研究科 （資源環境科学専攻）	Evaluating Long-Term Sediment Export from Volcanic Debris Flows after the 1990-1995 Eruptions at Mount Unzen, Japan （日本の雲仙岳における1990−1995年の噴火後にみられる土石流による長期的な土砂流出の評価）	篠原　慶規
農工総博甲第257号	博士（農学）	（ふくもと　たいしん） 福本　大心	宮崎県	農学工学総合研究科 （資源環境科学専攻）	減圧弁を用いた低圧化樹枝状パイプラインにおける固有振動周期と圧力脈動の関係および安全弁による圧力脈動抑制対策の研究	多炭　雅博
農工総博甲第258号	博士（農学）	（あゆ　でぃあうぃ　いすまやわてぃ） AYU DIAWI ISMAYAWATI	インドネシア共和国	農学工学総合研究科 （生物機能応用科学専攻）	Functional Properties of Soybeans and Undigested Coffee bean "Kopi Luwak" （大豆と未消化コーヒー豆“コピ・ルアク”の機能特性）	山﨑　正夫
農工総博甲第259号	博士（工学）	（ばゆ　くすま　わるだな） BAYU KUSUMA WARDHANA	インドネシア共和国	農学工学総合研究科 （物質・情報工学専攻）	Numerical Study on the Effect of Winglet Configurations on the Aerodynamic Performance of Horizontal Axis Wind Turbine Blades （Wingletの構成が水平軸風力タービンブレードの空力性能に及ぼす影響に関する数値的研究）	申　炳録
農工総博甲第260号	博士（農学）	（しょう　しけん） ZHONG, ZIXUAN	中華人民共和国	農学工学総合研究科 （資源環境科学専攻）	Sustainable cropping system incorporating small-grain summer forages in southern Kyushu （南九州における夏作小穀類を組み入れた 持続可能な飼料作物作付け体系）	石井　康之
農工総博甲第261号	博士（農学）	（まからに　あんどりゅー　りびんぐすとん） MAKALANI ANDREW LIVINGSTONE	マラウイ共和国	農学工学総合研究科 （資源環境科学専攻）	Effects of forage silage inclusion on nutrient intake, and stress condition in gestating sows （妊娠母豚における牧草サイレージ給与が栄養摂取およびストレス状態に及ぼす影響）	續木　靖浩
農工総博甲第262号	博士（農学）	（にしはら　あき） 西原　輝	京都府	農学工学総合研究科 （生物機能応用科学専攻）	Study on Ivy, a Lysozyme Inhibitor Derived from Intracellular Fish Pathogenic Bacteria Involved in Host Immune System Suppression （宿主免疫系減弱化に関与する細胞内寄生性魚病細菌由来のリゾチーム阻害因子Ivyに関する研究）	引間　順一
農工総博甲第263号	博士（工学）	（うぇい　にん　えいんどら　まう） WAI HNIN EAINDRAR MG	ミャンマー連邦共和国	農学工学総合研究科 （物質・情報工学専攻）	A Study on Real-time Cattle Monitoring System for Calving Time Prediction （牛の分娩開始時間予測のためのリアルタイムモニタリングシステムに関する研究）	Thi Thi Zin
農工総博甲第264号	博士（工学）	（すーみゃのー） SU MYAT NOE	ミャンマー連邦共和国	農学工学総合研究科 （物質・情報工学専攻）	A Study on Deep Learning-based Automated Detection and Tracking of Estrus Behavior in Black Cattle （深層学習による黒毛和牛の発情行動の自動検出および追跡に関する研究）	Thi Thi Zin

氏　名	松尾（マツオ）　直樹（ナオキ）
本　籍	宮崎県
学位記番号	農工総博甲第250号
学位の種類	博士（工学）
学位授与年月日	令和7年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当　（昭和28年文部省令第9号）
研究科	農学工学総合研究科
専　攻	資源環境科学専攻
教育コース	環境共生科学教育コース
学位論文題目	塩酸系における毒性元素の分離・濃縮に適した抽出溶媒の開発研究
学位論文審査委員	主査　教授　大島 達也 副査　教授　酒井 剛 副査　教授　白上 努 副査　教授　圖師 一文 副査　准教授　大榮 薫
主指導教員	教授　大島 達也

別紙様式３

学位論文の要旨

フリガナ 氏　　名	マツオ　ナオキ 松尾　直樹
専　　攻 入学年度	宮崎大学大学院農学工学総合研究科博士後期課程 資源環境科学専攻 （西暦）２０１７年度（　４月）入学
学位論文 題　　目	塩酸系における毒性元素の分離・濃縮に適した抽出溶媒の開発研究

【論文の要旨】（和文の場合 1,200 字程度、英文の場合 800 語程度）

工業製品や化学品は多くの元素から構成されるが、一部の元素はその毒性のために古来より毒殺などの犯罪や公害の原因になるなどの負の一面も併せ持つ。代表的な毒性元素としてオキソアニオンとして存在するヒ素、アンチモン、セレンが知られる。これらの定量分析法として、水素化物発生原子吸光分析法、ICP 質量分析法などが用いられ、操作の簡素化、短時間化及び高感度の分析が可能となっている。しかしながら、高感度分析のためには、マトリックス中の共存物の影響を極力排除する分離濃縮操作が必要となる。溶媒抽出法は、水性媒体から有毒な化学種を除去し、微量分析のために濃縮するために有効な分離技術の 1 つである。本研究では、広範な溶媒探索に基づいて塩酸系でヒ素、アンチモン、セレンを抽出し濃縮するのに適した溶媒と抽出条件を検討した。

第２章では、含酸素有機溶媒であるシクロペンチルメチルエーテル（CPME）、ジブチルカルビトール（DBC）、およびメチルイソブチルケトン（MIBK）を使用した塩酸系からのヒ素、セレンおよびアンチモンの抽出特性を比較した。これらの溶媒は高濃度塩酸で As(III)を抽出するいっぽう、As(V)は全く抽出されなかった。Sb(V)と Se(IV)は高塩酸濃度で抽出され、Se(IV)の抽出率は、MIBK> DBC> CPME の序列であった。CPME を抽出溶媒とした As(III)の抽出量は検討した範囲で飽和しなかった。CPME による正抽出と蒸留水による逆抽出により As(III)を濃縮できることが示された。

第３章では、広範な有機溶媒による As(III)抽出試験を実施し、As(III)を抽出するための溶媒の要件を調査した。様々な芳香族、エーテル、ケトンが高塩酸濃度で As(III) を抽出した。溶媒の log*P*値(n-オクタノール／水分配係数)は、As(III)の抽出性と部分的な相関関係を示したが、すべての溶媒について抽出性を log*P*値のみで説明することはできなかった。他方、溶媒のハンセン溶解度パラメータと As(III)の抽出性の間には高い相関関係が示され、22 種類の溶媒のうち 20 種類(90.9%) が、ハンセン溶解度球に基づいて As(III)の抽出に有効または無効として適切に分類された。

第４章では、高い As(III)抽出性と抽出操作に適した物理的特性を兼ね備えた 2-nonanone の抽出特性を調査した。2-nonanone による各種金属への抽出選択性、逆抽出及び逆抽出を用いた濃縮操作の条件を明らかにし、2-nonanone を用いた正抽出と逆抽出により As(III)を原液に対して 22.6 倍に濃縮できることを示した。

（注１）　論文博士の場合は、「専攻、入学年度」の欄には審査を受ける専攻のみを記入し、入学年度の記入は不要とする。
（注２）　フォントは和文の場合 10.5 ポイントの明朝系、英文の場合 12 ポイントの times 系とする。
（注３）　学位論文題目が外国語の場合は日本語を併記すること。
（注４）　和文又は英文とする。

別紙様式７

（西暦）　2025　年　1　月７日

論 文 審 査 結 果 の 要 旨

専　　攻 入学年度	資源環境科学　専攻 （西暦）２０１７年度（4月）入学	氏 名	松尾　直樹
論 文 題 目	塩酸系における毒性元素の分離・濃縮に適した抽出溶媒の開発研究		

審査委員　職名及び氏名	主　査	教授　　大島　達也
	副　査	教授　　酒井　剛
	副　査	教授　　白上　努
	副　査	教授　　圖師　一文
	副　査	准教授　大榮　薫

審 査 結 果 の 要 旨（８００字以内）

工業製品や化学品は多くの元素から構成されるが、一部の元素は毒性という負の一面も併せ持つ。毒性元素として知られるヒ素、アンチモン、セレンの高感度分析のためには、共存物の影響を極力排除する分離濃縮操作が必要となる。本研究では、広範な溶媒探索に基づいて塩酸系でヒ素、アンチモン、セレンを抽出し濃縮するのに適した溶媒と抽出条件を検討した。

第２章では、含酸素有機溶媒であるシクロペンチルメチルエーテル（CPME）、ジブチルカルビトール（DBC）、およびメチルイソブチルケトン（MIBK）による塩酸系からのヒ素、セレンおよびアンチモンの抽出特性を比較した。これらの溶媒は高濃度塩酸でAs(Ⅲ)、Sb(Ⅴ)、Se(Ⅳ)を抽出するいっぽう、As(Ⅴ)は全く抽出されなかった。Se(Ⅳ)の抽出率は、MIBK> DBC> CPMEの序列であった。CPMEによるAs(Ⅲ)の抽出容量は大きく、正・逆抽出を組み合わせてAs(Ⅲ)を濃縮できることが示された。第３章では、広範な有機溶媒によるAs(Ⅲ)抽出試験により、As(Ⅲ)を抽出するための溶媒の要件を調査した。様々な芳香族、エーテル、ケトンが高塩酸濃度でAs(Ⅲ)を抽出した。溶媒の親水性／疎水性バランスとAs(Ⅲ)の抽出性との相関関係は限定的であった。他方、溶媒のハンセン溶解度パラメータと As(Ⅲ)の抽出性の間には高い相関関係が示され、90.9%の精度で各溶媒によるAs(Ⅲ)の抽出性を適切に分類することができた。第４章では、高いAs(Ⅲ)抽出性と抽出に適した物理的特性を兼ね備えた2-nonanoneの抽出特性を調査した。各種金属への抽出選択性と逆抽出の条件を調査し、As(Ⅲ)を原液に対して22.6倍に濃縮できることを示した。

公聴会での発表および質疑応答も適切であり、本審査委員会は論文審査および最終試験に合格したと判定する。

（注１）論文題目が外国語の場合は日本語を併記すること。
（注２）最後に「公聴会での発表および質疑応答も適切であり、本審査委員会は論文審査および最終試験に合格したと判定する」という文言を統一して記載すること。
（注３）論文博士の場合は、「専攻、入学年度」の欄には審査を受ける専攻のみを記入し、入学年度の記入は不要とする。

氏　名	アゼリ　ガウタマ　アリフィン AZERI GAUTAMA ARIFIN
本　籍	インドネシア共和国
学位記番号	農工総博甲第251号
学位の種類	博士（学術）
学位授与年月日	令和7年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当　（昭和28年文部省令第9号）
研究科	農学工学総合研究科
専　攻	資源環境科学専攻
教育コース	環境共生科学教育コース
学位論文題目	Fundamental Studies of Molecular Breeding on Exploration of Biomass-Related Genes in Legume Plants and Their Application to Crops （マメ科植物におけるバイオマス関連遺伝子の探索と作物への応用に関する分子育種学的基礎研究）
学位論文審査委員	主査　教授　田中 秀典 副査　教授　鈴木 祥広 副査　准教授　山本 昭洋 副査　准教授　橋口 正嗣 副査　助教　権藤 崇裕
主指導教員	教授　田中 秀典

別紙様式３

学位論文の要旨

フリガナ 氏　　名	アゼリ ガウタマ アリフィン AZERI GAUTAMA ARIFIN
専　　攻 入学年度	宮崎大学大学院農学工学総合研究科博士後期課程 資源環境科学専攻 （西暦）　　2017 年度（　10 月）入学
学位論文 題　　目	Fundamental Studies of Molecular Breeding on Exploration of Biomass-Related Genes in Legume Plants and Their Application to Crops （マメ科植物におけるバイオマス関連遺伝子の探索と作物への応用に関する分子育種学的基礎研究）

【論文の要旨】（和文の場合 1, 200 字程度、英文の場合 800 語程度）

Legumes are a diverse group of plants that play critical roles in agriculture, nutrition, and ecology. From widely consumed staples like beans and lentils to forage legumes that feed animals and medicinal legumes with healing properties, the use of their wide range of genetic resources is essential in our lives. As the world population grows, there is an increasing need to enhance crop production and efficiency. To meet this demand, agriculture must increase production through conventional or genetic modification breeding techniques. To improve crops through breeding, we must identify genes with agronomic value. While whole genomes have been sequenced for many plant species, understanding their functions remains a challenge. In this study, I addressed this challenge by, first, applying the full-length cDNA over-expressor (FOX) gene hunting system, which is an approach for analyzing gene function, to explore biomass-related genes in *Lotus corniculatus*. I accomplished this by using FOX lines with randomly introduced *Arabidopsis thaliana* cDNA. Second, I introduced the biomass-related genes identified in *L. corniculatus* into soybeans in order to apply them to the crop and verify their usefulness.

The FOX gene-hunting system enables comprehensive analysis of gene function in plants by ectopically overexpressing full-length cDNA. This system has been developed in *Arabidopsis thaliana* and rice, which were limited to model plants. To facilitate the exploration of agronomically valuable genes in legume crops, the FOX superroot lines (FSLs) with *Arabidopsis* cDNA integrated into *L. corniculatus* were used to evaluate the initial growth. A total of 66 FSLs were cultivated in vermiculite for four weeks. Plant length and root length were measured, and high biomass lines were selected. Fifteen FSLs were identified with superior growth characteristics, surpassing thresholds of 30 cm for plant length and 100 cm for root length. These superior FSLs were each integrated with *Arabidopsis* cDNA, and categorized into genes related to various functions such as membrane transport, photosystems, phytohormone synthesis, amino acid synthesis, redox regulation, metabolic pathways, photosynthesis, and two

unknown genes. Two FSLs (FSL#83, #121) with distinct characteristics were grown for four months in a greenhouse until the flowering stage, and were evaluated for agronomic traits. FSL#83, expressing the brassinosteroid biosynthetic pathway (*CPD*) gene, exhibited significant increases in internode length, number of stems, number of flowers, and above-ground dry matter weight compared to non-transgenic SR. FSL #121, expressing Asparaginyl-tRNA synthetase (*SYNC1*) gene, showed increased plant length and the number of stem nodes. Thus, the overexpression of these genes is considered to increase plant biomass and yield by increasing plant length, number of stems, and flowers.

The application of useful genes from model plants to crops is a critical step in verifying their agronomic utility. Therefore, the *SYNC1* gene, which was selected as a biomass-related gene by the FOX hunting system in *L. corniculatus*, was introduced into soybeans to evaluate its utility. Transgenic soybean plants were produced by infecting half-seed explants of 1-day-old seedlings with a suspension of *Agrobacterium tumefaciens* that contained the expression vector pB7WG2D-*SYNC1*. Overexpression of the *SYNC1* gene in the transgenic plants resulted in an increase in asparagine and lysine contents in matured seeds, and an increase in aspartate, lysine, alanine, and histidine contents in germinated seeds. These changes in amino acid contents had an impact on plant morphology, and led to a significant increase in plant length, number of branches, and number of branch nodes as yield components of soybean. The transgenic plants also showed a tendency towards a higher number of pods, seeds, and total seed weight per plant. These results were similar in *L. corniculatus*, where overexpression of the *SYNC1* gene led to increased biomass by enhancing plant length and the number of stem nodes. Therefore, this approach is expected to be applicable to other legumes, grains, and forage crops.

In summary, the findings of this study highlight the potential of the FOX gene-hunting system in the identification of biomass-related genes in legume crops. Our research demonstrates the significant promise of these genes in enhancing crop yield through the effective application of biomass-related genes to soybeans. Specifically, the *CPD* and *SYNC1* genes play a crucial role in increasing legume biomass and show immense potential for practical agricultural utilization. This successful application represents a significant step in bridging the gap between functional gene analysis in model plants and their practical agricultural application. The implications of this research are substantial as it sets the stage for further advancements in molecular breeding for legume crops, ultimately paving the way for the development of innovative crops to support sustainable agriculture.

（注１） 論文博士の場合は、「専攻、入学年度」の欄には審査を受ける専攻のみを記入し、入学年度の記入は不要とする。
（注２） フォントは和文の場合 10.5 ポイントの明朝系、英文の場合 12 ポイントの times 系とする。
（注３） 学位論文題目が外国語の場合は日本語を併記すること。
（注４） 和文又は英文とする。

別紙様式７

(西暦) 2024 年　12月　17日

論 文 審 査 結 果 の 要 旨

専　攻 入学年度	資源環境科学　　専 攻 2017 年度 (10 月) 入学	氏 名	AZERI GAUTAMA ARIFIN
論文題目	Fundamental Studies of Molecular Breeding on Exploration of Biomass-Related Genes in Legume Plants and Their Application to Crops （マメ科植物におけるバイオマス関連遺伝子の探索と作物への応用に関する分子育種学的基礎研究）		

審査委員　職名及び氏名			
	主　査	教授	田中　秀典
	副　査	教授	鈴木　祥広
	副　査	准教授	山本　昭洋
	副　査	准教授	橋口　正嗣
	副　査	助教	権藤　崇裕

審 査 結 果 の 要 旨（８００字以内）

本研究は、マメ科植物のバイオマス関連遺伝子の探索を行い、その候補遺伝子をダイズに導入し、作物での有用性を検証したものである。まず、遺伝子機能解析法の一つであるFOX hunting systemをマメ科植物であるセイヨウミヤコグサに適用し、シロイヌナズナcDNAがランダムに導入された形質転換系統の作出と評価を行うことで、バイオマス関連遺伝子の探索を試みた。その結果、草丈および根長が顕著に増加した15系統が選抜され、この導入されたcDNAを検証したところ、膜輸送、光化学系、植物ホルモン合成、アミノ酸合成などに関連する遺伝子と、2つの未知の遺伝子であった。特に、ブラシノステロイド生合成遺伝子（*CPD*）を発現する系統は茎数と花数が、アスパラギニルtRNA合成遺伝子（*SYNC1*）の系統は草高と節間数が顕著に増加した。次に、このSYNC1遺伝子のダイズにおける機能を解明するため、アグロバクテリウム法により形質転換体を作出した。得られた系統の評価は、*SYNC1*をホモ化させたT3世代を用いて、形態調査と種子成分の分析により行なった。その結果、コントロールと比べてダイズの収量構成要素である草丈、分枝数、分枝節数が有意に増加し、莢数、種子数、種子総重量が向上した。また、種子中のアスパラギン、リジン、アラニンおよびヒスチジン含量が増加しており、この変化は植物の形態に影響を及ぼし、収量を向上させる可能性が示唆された。

以上のことから、本研究は、遺伝子機能探索システムを利用したセイヨウミヤコグサにおけるバイオマス関連遺伝子の探索と、その結果を作物に応用できる可能性が示された。よって本論文は、分子育種の発展の基盤となり得るものであり、学術的な意義もあることから、学位論文としての価値があると判断した。公聴会での発表および質疑応答も適切であり、本審査委員会は論文審査および最終試験に合格したと判定する。

(注１) 論文題目が外国語の場合は日本語を併記すること。
(注２) 最後に「公聴会での発表および質疑応答も適切であり、本審査委員会は論文審査および最終試験に合格したと判定する」という文言を統一して記載すること。
(注３) 論文博士の場合は、「専攻、入学年度」の欄には審査を受ける専攻のみを記入し、入学年度の記入は不要とする。

氏　名	河野（カワノ）　将大（マサヒロ）
本　籍	宮崎県
学位記番号	農工総博甲第252号
学位の種類	博士（工学）
学位授与年月日	令和7年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当　（昭和28年文部省令第9号）
研究科	農学工学総合研究科
専　攻	物質・情報工学専攻
教育コース	新材料エネルギー工学教育コース
学位論文題目	原子層エピタキシー法を用いたGaAsN薄膜中のN分布制御とその電気特性評価
学位論文審査委員	主査　准教授　鈴木 秀俊 副査　教授　前田 幸治 副査　教授　福山 敦彦 副査　准教授　荒井 昌和 副査　准教授　井上 謙吾
主指導教員	准教授　鈴木 秀俊

別紙様式３

学位論文の要旨

フリガナ 氏　　名	カワノ　マサヒロ 河野　　将大
専　　攻 入学年度	宮崎大学大学院農学工学総合研究科博士後期課程 物質・情報工学専攻 （西暦）　　2018 年度（　4 月）入学
学位論文 題　　目	原子層エピタキシー法を用いた GaAsN 薄膜中の N 分布制御とその電気特性評価

【論文の要旨】（和文の場合 1,200 字程度、英文の場合 800 語程度）

従来の格子整合多接合太陽電池は、InGaP/(In)GaAs/Ge の 3 接合構造である。しかし、(In)GaAs(1.41 eV)と Ge(0.67 eV)の Eg 差が大きく Ge での熱損失が大きいという問題がある。そこで、GaAs 層と Ge 層の間に新たに Eg が 1.0 eV の新材料を導入することで熱損失を減少させ、より高効率な太陽電池が期待されている。GaAs の V 族元素の数%を、窒素(N)原子に置換した希薄窒化物半導体 GaAsN は Eg が大きく減少する事が知られている。As が N に置換され格子定数は減少するが、Ga を In に置換し InGaAsN にする事で、格子定数を変化させずに Eg を制御でき、Ge に格子整合可能な材料として期待されている。一方で InGaAs への N の添加は、少数キャリアのライフタイムや移動度の低下を引き起こす。その原因として N 分布の不均一化が考えられているが、実際の膜中の N 分布を観察することは困難である。そこで、In を含まない GaAsN に注目し、成長表面を原子層レベルで制御し成長可能な原子層エピタキシー(ALE)法を用いて N 分布を意図的に制御した GaAsN 薄膜の成長を試みた。ALE 法は 1 原子層単位で成長を制御可能であるため、N 原子を導入する層を制御することで、N 原子の空間分布を意図的に変化させる事が可能である。そこで本研究では N 分布を意図的に変化させた GaAsN 薄膜を作製し、N 分布と電気特性の関係を評価することを目的とした。第 1 章では、太陽電池の必要性を述べ、太陽電池の中でも高効率な多接合太陽電池について、現状と課題を述べた。そして従来の多接合太陽電池の新材料として期待されている InGaAsN の太陽電池材料としての特徴と、これまでの研究の現状と課題、本研究の目的を述べた。第 2 章では、本研究で用いた結晶成長法として ALE 法の原理を述べた。次にその成長に用いた ALE 装置部の構成に関して、最初に装置全体の構成について説明し、反応系、原料供給系、排気系と装置を構成する 3 つの系について述べた。第 3 章では、GaAsN 薄膜の成長条件について述べた。第 4 章では各種測定の条件や原理について述べた。第 5 章では実際に ALE 法を用いて成長方向の N 分布が制御できることを実証し、N 原子起因のキャリア散乱体密度が N 分布の偏りが大きいと増加することを見出した。第 6 章ではアニールにより GaAsN 層から隣接する GaAs 層に N 原子が拡散し、N 原子起因のキャリア散乱体密度が大幅に減少した。第 7 章では結論を述べ、N 分布の違いが、GaAsN/GaAs 超格子膜における N 誘起散乱中心の発生に関連している可能性を見出した。

（注１）　論文博士の場合は、「専攻、入学年度」の欄には審査を受ける専攻のみを記入し、入学年度の記入は不要とする。
（注２）　フォントは和文の場合 10.5 ポイントの明朝系、英文の場合 12 ポイントの times 系とする。
（注３）　学位論文題目が外国語の場合は日本語を併記すること。
（注４）　和文又は英文とする。

別紙様式７

（西暦）2024年　12月　6日

論 文 審 査 結 果 の 要 旨

専　　攻 入学年度	物質・情報工学　専 攻 （西暦）2018年度（　4月）入学	氏 名	河野　将大
論 文 題 目	原子層エピタキシー法を用いたGaAsN薄膜中のN分布制御とその電気特性評価		

審査委員　職名及び氏名	主　査	准教授　　鈴木　秀俊
	副　査	教授　　前田　幸治
	副　査	教授　　福山　敦彦
	副　査	准教授　　荒井　昌和
	副　査	准教授　　井上　謙吾

審 査 結 果 の 要 旨（８００字以内）

太陽電池の高効率化には異なるバンドギャップエネルギー(Eg)の材料を組み合わせた多接合化が有効であるが、高品質な結晶成長には格子整合が重要である。GaAs の V 族元素の数％を、窒素(N)原子に置換した希薄窒化物半導体 GaAsN は Eg が大きく減少する事が知られており、Ga を In に置換し InGaAsN にする事で、Ge や GaAs に格子整合可能で Eg を制御可能な材料として期待されている。一方で InGaAs への N の添加は、少数キャリアのライフタイムや移動度の低下を引き起こす。その原因として N 分布の不均一化が考えられているが、実際の膜中の N 分布を観察することは困難である。そこで本論文では、In を含まない GaAsN に注目し、成長表面を原子層レベルで制御し成長可能な原子層エピタキシー(ALE)法を用いて N 分布を意図的に制御した GaAsN 薄膜の成長を試み、N 分布と電気特性の関係を評価することを目的とした。

まずは ALE 法を用い、GaAsN 原子層と N を含まない GaAs 原子層の成長を組み合わせることで成長方向の N 分布の制御を試みた。X 線回折を用いた構造解析から、成長速度のずれによる誤差は存在するがほぼ想定した通りに N 分布を制御可能で、周囲の GaAs 層への拡散もない事を確認した。これらの薄膜をホール効果測定により評価することで、N 原子起因のキャリア散乱体密度が N 分布の偏りが大きいと増加することを見出した。この薄膜をアニール処理することにより、N 原子の膜中での拡散とキャリア散乱体密度の変化を直接比較し、N 原子の均一化とともに散乱体密度が減少する様子を見出した。

以上の結果は、本材料を含めた希薄窒化物半導体の高品質化に重要な知見である。公聴会での発表および質疑応答も適切であり、本審査委員会は論文審査および最終試験に合格したと判定する。

（注１）論文題目が外国語の場合は日本語を併記すること。
（注２）最後に「公聴会での発表および質疑応答も適切であり、本審査委員会は論文審査および最終試験に合格したと判定する」という文言を統一して記載すること。
（注３）論文博士の場合は、「専攻、入学年度」の欄には審査を受ける専攻のみを記入し、入学年度の記入は不要とする。

氏　名	行元（ユクモト）　雅貴（マサタカ）
本　籍	山口県
学位記番号	農工総博甲第253号
学位の種類	博士（工学）
学位授与年月日	令和7年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当　（昭和28年文部省令第9号）
研究科	農学工学総合研究科
専　攻	物質・情報工学専攻
教育コース	新材料エネルギー工学教育コース
学位論文題目	PDD 構造を有するX線 SOI-CMOS 検出器の開発
学位論文審査委員	主査　教授　森 浩二 副査　教授　山内 誠 副査　教授　淡野 公一 副査　教授　佐伯 雄一 副査　准教授　武田 彩希
主指導教員	教授　森 浩二

別紙様式３

学位論文の要旨

フリガナ 氏　　名	ユクモト　マサタカ 行元　雅貴
専　　攻 入学年度	宮崎大学大学院農学工学総合研究科博士後期課程 物質・情報工学専攻 （西暦）　　2020 年度（　　4 月）入学
学位論文 題　　目	PDD 構造を有するＸ線 SOI-CMOS 検出器の開発

【論文の要旨】（和文の場合 1,200 字程度、英文の場合 800 語程度）

Ｘ線 CCD は、現在のＸ線天文学における主力の検出器である。ファノリミットに迫る分光性能を強みとするが、電荷転送という動作原理のために時間分解能が数 sec に制限される。我々はＸ線 CCD を越える次世代の検出器として、Ｘ線 SOI-CMOS 検出器を開発している。SOI 技術を活用し、低比抵抗 Si の回路層と高比抵抗 Si のセンサ層をモノリシックに形成することで、厚い空乏層による高いＸ線検出効率と数 μsec の時間分解能の両立を可能にした。分光性能の向上が長年の課題であったが、先行研究において、BOX 層とセンサ層の界面に高濃度の BPW を形成する Pinned-Depleted-Diode(PDD)構造を導入することで、その改善の目処を得た。一方で、PDD 構造は複雑な構造をしており、デザインを最適化することでさらなる分光性能の向上が見込める。そこで本研究では最適な PDD 構造のデザインを検討し、最適化した素子の分光性能を評価することを目的とした。

本論文は 5 つの章から構成される。第 1 章では本検出器の開発に至る背景と本研究の目的を要約する。第 2 章ではＸ線 SOI-CMOS 検出器の概要を説明する。第 3 章ではシミュレーションと実機を用いて PDD 構造の最適化に取り組んだ結果を示す。第 4 章では最適化した PDD 構造を有する素子の分光性能評価の結果を示す。第 5 章では得られた結果より、PDD 構造の最適化と過去最高性能の実現に成功したことを結論する。

PDD 構造の最適化では BNW2 の不純物濃度条件と BNW3 の配置に注目した。BNW2 については、不純物濃度を濃くするほどパンチスルーを防ぐためのポテンシャルバリアは大きくなるが、ピクセル間の導通や基本性能の劣化に繋がることがわかった。BNW3 については形成することで横方向電場を強めることに寄与するが、基本性能の劣化に繋がることがわかった。これらのトレードオフ関係をまとめ、最適な PDD 構造の条件を示した。また、基本性能劣化は、センスノード容量の増加に起因することも明らかにした。

最適化した PDD 構造を有する素子の分光性能評価では、シングルピクセルイベントに加え、初めてマルチピクセルイベントも含めた評価を実施した。シングルピクセルイベントではＸ線 CCD に匹敵する分光性能の実現に成功した。一方で、マルチピクセルイベントを含めると、Ｘ線 CCD にまだ及ばないことがわかった。これは低エネルギー領域の線形性の崩れに起因すること、及び、回路部の設計最適化により改善する可能性があることを示した。

上記のように、本研究において、PDD 構造の最適化を実現し、その最適化した素子で過去最高の分光性能を達成した。また、さらなる分光性能の向上にむけては、回路部の設計最適化が鍵であることを示した。

（注１）　論文博士の場合は、「専攻、入学年度」の欄には審査を受ける専攻のみを記入し、入学年度の記入は不要とする。
（注２）　フォントは和文の場合 10.5 ポイントの明朝系、英文の場合 12 ポイントの times 系とする。
（注３）　学位論文題目が外国語の場合は日本語を併記すること。
（注４）　和文又は英文とする。

別紙様式７

（西暦）2025年１月22日

論 文 審 査 結 果 の 要 旨

専　　攻 入学年度	物質・情報工学　　専 攻 （西暦） 2020 年度（ 4 月）入学	氏 名	行元 雅貴
論 文 題 目	PDD 構造を有するX線 SOI-CMOS 検出器の開発		

審査委員　職名及び氏名	主　査	教授　　氏名　森 浩二
	副　査	教授　　氏名　山内 誠
	副　査	教授　　氏名　淡野 公一
	副　査	教授　　氏名　佐伯 雄一
	副　査	准教授　　氏名　武田 彩希

審 査 結 果 の 要 旨（８００字以内）

現在のＸ線天文学における主力検出器であるＸ線 CCD を時間分解能の観点で遥かに凌駕するＸ線 SOI-CMOS 検出器の開発が進められている。Ｘ線 CCD と比較して分光性能が劣ることが長年の課題であったが、センサ層に Pinned-Depleted-Diode(PDD)構造を導入することで、その改善の目処を得た。一方で、PDD 構造は過去のセンサ層に比べて格段に複雑な構造をしており、そのデザインを最適化することが課題となっていた。また、デザインの最適化による分光性能向上の実証が求められていた。

PDD 構造のデザインの最適化では、パンチスルーを防ぐためのポテンシャルバリアの形成を担う BNW2 の不純物濃度条件と電荷回収効率を向上させる目的の BNW3 の導入の有無に注目した。BNW2 については、不純物濃度を濃くするほどポテンシャルバリアは大きくなるが、画素間の導通や基本性能の劣化に繋がることがわかった。BNW3 については、導入の有無による電荷収集効率の差は見られず、形成することによる性能劣化のデメリットのほうが大きいことがわかった。これらのトレードオフ関係をまとめ、PDD 構造の最適なデザインを示した。また、基本性能劣化は、センスノード容量の増加に起因することも明らかにした。

最適化した PDD 構造を有する素子の分光性能評価では、シングルピクセルイベントに加え、初めてマルチピクセルイベントも含めた評価を実施した。シングルピクセルイベントではＸ線 CCD に匹敵する分光性能の実現に成功した。一方で、マルチピクセルイベントを含めると、Ｘ線 CCD にまだ及ばないことがわかった。これは低エネルギー領域の線形性の崩れに起因すること、及び、回路部の設計最適化により改善する可能性があることを示した。

本審査委員会は、PDD構造を有するＸ線SOI-CMOS検出器のデザインを最適化し、分光性能向上を実証した本学位論文が、Ｘ線天文学の発展に貢献するものと判断した。公聴会での発表および質疑応答も適切であり、本審査委員会は論文審査および最終試験に合格したと判定する。

（注１）論文題目が外国語の場合は日本語を併記すること。
（注２）最後に「公聴会での発表および質疑応答も適切であり、本審査委員会は論文審査および最終試験に合格

したと判定する」という文言を統一して記載すること。
（注３）論文博士の場合は、「専攻、入学年度」の欄には審査を受ける専攻のみを記入し、入学年度の記入は不要とする。

氏　名	チョウ　テンボク ZHAO, TIANMU
本　籍	中華人民共和国
学位記番号	農工総博甲第254号
学位の種類	博士（工学）
学位授与年月日	令和7年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当　（昭和28年文部省令第9号）
研究科	農学工学総合研究科
専　攻	物質・情報工学専攻
教育コース	生産工学教育コース
学位論文題目	A Time Consistent Preconditioning Method for Unsteady Gas-liquid Two-phase Flows and Its Application （非定常気液二相流のための時間整合前処理法とその応用）
学位論文審査委員	主査　教授　申 炳録 副査　教授　鄧 鋼 副査　教授　長瀬 慶紀 副査　教授　雉子谷 佳男 副査　准教授　木之下 広幸
主指導教員	教授　申 炳録

別紙様式３

学位論文の要旨

フリガナ 氏　　名	チョウ　テンボク ZHAO, TIANMU
専　　攻 入学年度	宮崎大学大学院農学工学総合研究科博士後期課程 物質・情報工学専攻 （西暦）２０２０年度（４月）入学
学位論文 題　　目	A Time Consistent Preconditioning Method for Unsteady Gas-liquid Two-phase Flows and Its Application （非定常気液二相流のための時間整合前処理法とその応用）

【論文の要旨】（和文の場合 1, 200 字程度、英文の場合 800 語程度）

Gas-liquid two-phase flow is widely encountered in engineering problems such as cavitation, boiling, aerosol applications, and sloshing of cryogenic fluids. However, since the strong and complicated unsteady behavior, such as phase change, mixed compressible and incompressible flow, vortex shedding, and turbulence, the development of numerical methods for this flow is difficult. Recently, a high-resolution scheme based on a homogeneous equilibrium model was proposed and extended to preconditioned dual time-stepping methods to solve two-phase flow problems, but this method is not consistent in time and requires large computing times. Therefore, in this study, a stable and time-consistent upwind finite-difference method for unsteady gas-liquid two-phase flows is proposed and applied to several multiphase flow problems. The artificial dissipation terms are derived using preconditioning to enhance the numerical stability and convergence rate. By this method, gas-liquid mixture flow problems were computed, and the stability and effectiveness of this method are confirmed. In chapter 1, backgrounds, purposes, and overviews about this study were described.

In chapter 2, a time-consistent and high-resolution numerical method for unsteady gas-liquid two-phase flows was proposed. In this method, the artificial dissipation terms in the flux difference splitting upwinding scheme are newly derived using a preconditioned matrix to enhance the stability and convergence of the numerical calculation of gas-liquid two-flows with arbitrary void fractions. The derivation of this method and its mathematical formulations in one-dimensional Euler equations were given and expressed. With this method, gas-liquid mixture shock tube problems were computed with various void fractions and pressure differences. The shock and expansion wave propagations were observed and discussed in detail. The effect of the preconditioned artificial dissipation on the numerical stability and convergence rate was investigated and confirmed.

In chapter 3, the present method was extended in a general multi-dimensional curvilinear coordinates system and applied to backward-facing step channel flows, including two-phase flow with cavitation. The derivation and formulation of this method in two-dimensional Navier-Stokes equations were given. Through the computation results, it is confirmed that cavitation and separation bubble behind the step are well simulated under various expansion ratios,

Reynolds numbers, and cavitation numbers. The applicability and reliability of the present method for gas-liquid two-phase flow with cavitating flows were discussed and demonstrated.

Chapter 4 presented the general discussion and conclusion. In the proposed method, the numerical dissipation terms in the upwind difference scheme were derived using a preconditioning matrix to increase the numerical stability and convergence rates in the computation of mixed incompressible and compressible flows with large density changes. A homogeneous gas-liquid multiphase flow model, the third-order Runge-Kutta method, and the flux difference splitting upwind scheme coupled with a third-order MUSCL TVD scheme were employed. From numerical experiments, it is confirmed that the effectiveness and applicability of the proposed method in calculating unsteady gas-liquid multiphase flows was confirmed through numerical simulations of unsteady two-phase shock tube and cavitating flow problems with arbitrary void fractions and Mach numbers.

（注１） 論文博士の場合は、「専攻、入学年度」の欄には審査を受ける専攻のみを記入し、入学年度の記入は不要とする。
（注２） フォントは和文の場合 10.5 ポイントの明朝系、英文の場合 12 ポイントの times 系とする。
（注３） 学位論文題目が外国語の場合は日本語を併記すること。
（注４） 和文又は英文とする。

別紙様式７

（西暦）２０２５年　１月　２４日

論 文 審 査 結 果 の 要 旨

専　　攻 入学年度	物質・情報工学　　専 攻 （西暦）２０２０年度（　4月）入学	氏 名	ZHAO, TIANMU
論 文 題 目	A Time Consistent Preconditioning Method for Unsteady Gas-liquid Two-phase Flows and Its Application（非定常気液二相流のための時間整合前処理法とその応用）		

審査委員　職名及び氏名	主　査	教授　　申　　炳録
	副　査	教授　　鄧　　鋼
	副　査	教授　　長瀬　慶紀
	副　査	教授　　雉子谷佳男
	副　査	准教授　　木之下広幸

審 査 結 果 の 要 旨（８００字以内）

気液混相流は、キャビテーション、沸騰、極低温流体のスロッシング、エアロゾルの応用等の問題で広く遭遇する流れである。しかし、この流れは、相変化を伴うこと、圧縮性・非圧縮性の性格が混在するなどの複雑な非定常挙動を示すため、この流れに対する数値解法の開発は非常に困難である。そのため、現在まで盛んに研究が行われいくつかの解法が提案されているが、圧縮性流れの解法に前処理法（Preconditioning法）を導入する方法が、最も有効であると評価されている。しかし、この方法は、圧縮性流れの解法を基に非圧縮性流れを扱うよう支配方程式の時間微分項を修正するため、時間に対する整合性が崩れてしまい、非定常問題には対応できない問題がある。

この論文では、気液混相流の非定常問題にも対応できる、安定かつ、時間に対して整合性を保つ高解像度数値解法を提案した。つまり、圧縮性流れの解法において、風上差分法を施す際加わる人工散逸を前処理法で導き構築することで、複雑で非定常性の強い気液混相流の計算問題を、安定で正確に解くことができるように工夫した。まずは、１次元オイラー方程式を用い、その数学的定式化を示した。任意のVoid率とMach数を有するさまざまな流れ条件の気液混相衝撃波管の問題を計算し、導いた人工散逸項が数値的安定性と収束性に与える影響を調べた。次に、この解法を、多様な形状の流れ場に対応できるよう、一般曲線座標系の多次元粘性流れの方程式システムに拡張し、キャビテーションを伴ういくつかの気液二相流の計算例を通して、提案した解法の適用性、信頼性、有効性などの能力を検証した。以上のように、この研究は、従来の前処理法において懸案であった時間積分の問題が解決され、混相流解析技術の発展のみならず関連機械の先端設計・開発に貢献できることを示した。

公聴会での発表および質疑応答も適切であり、本審査委員会は論文審査および最終試験に合格したと判定する。

（注１）論文題目が外国語の場合は日本語を併記すること。
（注２）最後に「公聴会での発表および質疑応答も適切であり、本審査委員会は論文審査および最終試験に合格したと判定する」という文言を統一して記載すること。
（注３）論文博士の場合は、「専攻、入学年度」の欄には審査を受ける専攻のみを記入し、入学年度の記入は不要とする。

氏　名	江口（エグチ） 岳人（タケト）
本　籍	山形県
学位記番号	農工総博甲第255号
学位の種類	博士（農学）
学位授与年月日	令和7年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当　（昭和28年文部省令第9号）
研究科	農学工学総合研究科
専　攻	資源環境科学専攻
教育コース	環境共生科学教育コース
学位論文題目	Spatiotemporal monitoring of paddy rice fields and irrigation diagnosis via satellite-based vegetation indices （人工衛星観測による植生指標を利用した時空間的水田モニタリングと灌漑診断手法について）
学位論文審査委員	主査　教授　多炭 雅博 副査　准教授　竹下 伸一 副査　准教授　篠原 慶規 副査　教授　村上 啓介 副査　准教授　櫻井 倫
主指導教員	教授　多炭 雅博

別紙様式３

学位論文の要旨

フリガナ 氏　　名	エグチ タケト 江口 岳人
専　　攻 入学年度	宮崎大学大学院農学工学総合研究科博士後期課程 資源環境科学専攻 （西暦）　2021 年度（　4 月）入学
学位論文 題　　目	Spatiotemporal monitoring of paddy rice fields and irrigation diagnosis via satellite-based vegetation indices (人工衛星観測による植生指標を利用した時空間的水田モニタリングと灌漑診断手法について)

【論文の要旨】（和文の場合 1, 200 字程度、英文の場合 800 語程度）

In the Thapanzeik dam irrigation district of Myanmar, ground data are difficult to obtain; thus, satellite-based information is expected to supplement the ground data. In this study, the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and the Enhanced Vegetation Index (EVI) were used to analyze the agriculture status of the Thapanzeik dam irrigation district. Both vegetation indices (VIs) were obtained from Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) MOD13Q1 vegetation index product version 3.10 collection 6.1.

The study area is located in the Sagaing region of Myanmar, which has a vast paddy cultivation area. The irrigation system is composed of four primary canals, i.e., the Right Main (RMC), the Ye-U Main (YMC), the Shwebo Main (SMC), and the Old Mu Canal (OMC). In this study, the RMC was further divided into upstream (Upper Right Main Canal; URMC) and downstream (Lower Right Main Canal; LRMC). The average annual precipitation of the study area varied from 518 mm year-1 to 1182 mm year-1 in 2001–2020. Farmers in the irrigation district generally cultivate paddy rice twice a year using irrigation water from the dam: during the monsoon season (August to November) and during the summer season (March to July).

This study includes two kinds of analysis, namely: i) investigation of the long-term cultivation trend and general impact of in situ precipitation on crop production, using differences in MODIS NDVI and EVI data from 2001 to 2020 (20 years) and ii) spatial examination of paddy crop growth using the NDVI of the primary canal command areas from 2014 to 2016 (3 years), corresponding to last three years of available daily precipitation record.

The analysis of average seasonal changes during the 20-year study period (2001–2020) in NDVI and EVI clearly showed two peaks per year, which indicated double-cropping in the irrigation district. Analysis of seasonal peak VI values ($NDVI_{max}$ and EVI_{max}) also showed that crop growth increased steadily for both summer and monsoon cultivations from 2001 to 2020. Comparison of the increasing trend within the irrigation district indicated that rehabilitation or distribution of more water resources in the RMC system might be required.

To analyze the impact of precipitation on crop growth, the precipitation levels were compared to the deviation of NDVI ($\Delta NDVI_{max}$) from the general long-term increasing trend

for the irrigation district. The analysis showed different effects of precipitation on crop growth during the summer and monsoon seasons. The results suggest that precipitation helped crop growth during summer cultivation while hindering crop growth during monsoon cultivation.

As reported in other studies, EVI performed better than NDVI on fields with dense vegetation of active crops. A relatively large, random-type variation was observed when plotting at a moderate NDVI range ($0.2 < NDVI < 0.8$), which might be due to the difference in input data of the two VIs of MOD13Q1. This might be because using two kinds of spatial resolution bands for EVI calculation, i.e., 250 m for red and near-infrared and 500 m for blue, can cause spatial resolution degradation. The variation between NDVI and EVI might indicate a spatial resolution deterioration when using 250 m EVI, which could indicate that using NDVI is better for moderately vegetated surfaces.

Spatial diagnosis of canal performance using NDVI clearly showed differences in crop growth in primary canal command areas. During the summer cultivation season, crop growth was unstable throughout the study period, with greater differences in the mean $NDVI_{max}$ in all the command areas. $NDVI_{max}$ images showed the stability of crop growth during the summer cultivation season, indicating that areas which had consistent and sufficient access to irrigation water, i.e., the upstream area of URMC, areas nearby YMC canal, and areas under SMC, maintained better crop growth (high $NDVI_{max}$). In contrast, unstable crop growth was observed in the command fields of the RMC system during the summer cultivation season. The average and median $NDVI_{max}$ for URMC and LRMC were lower than those in OMC, SMC, and YMC during the monsoon cultivation season. Thus, rehabilitation of the RMC system should be prioritized to reliably cultivate summer crops in the irrigation districts.

The spatial analysis in this study showed that the MOD13Q1 NDVI product was useful for monitoring and analyzing paddy rice growth in Myanmar, demonstrating that observing spatial variation in crop growth is useful for practical canal system restoration planning, even with limited access to ground data.

（注１） 論文博士の場合は、「専攻、入学年度」の欄には審査を受ける専攻のみを記入し、入学年度の記入は不要とする。
（注２） フォントは和文の場合 10.5 ポイントの明朝系、英文の場合 12 ポイントの times 系とする。
（注３） 学位論文題目が外国語の場合は日本語を併記すること。
（注４） 和文又は英文とする。

別紙様式７

2025年　1月　8日

論 文 審 査 結 果 の 要 旨

専　攻 入学年度	資源環境科学　　専　攻 2021 年度（4月）入学	氏 名	江口　岳人
論文題目	Spatiotemporal monitoring of paddy rice fields and irrigation diagnosis via satellite-based vegetation indices （人工衛星観測による植生指標を利用した時空間的水田モニタリングと灌漑診断手法について）		

審査委員　職名及び氏名	主　査	教授　　多炭　雅博
	副　査	准教授　　竹下　伸一
	副　査	准教授　　篠原　慶規
	副　査	教授　　村上　啓介
	副　査	准教授　　櫻井　倫

審 査 結 果 の 要 旨（８００字以内）

人工衛星による地表面観測データは、農林業や自然環境・生態系保全等、様々な分野で活用されている。農業分野においては、人工衛星の近赤外観測データを利用した植生指標から、作物の作付けや生育状況の把握、収量予測等が広く行われている。しかし農業土木や国際開発現場において、衛星観測技術の活用はそれほど進んでいない。本研究では衛星観測技術の現場活用を見据え、衛星観測により得られた植生指標の時空間解析を行い、解析結果が灌漑設備診断や設備改修計画の策定に活用できることを示した。

本研究では研究対象地をミャンマーのThapanzeikダム灌漑地区に設定し、時空間解析により求めた灌漑地区内の5つの主要灌漑水路掛かりの水田の水稲生育状況から、個々の灌漑水路の機能評価や改修の優先度の提案を行った。水稲の生育状況把握には、NDVI（Normalized Difference Vegetation Index）とEVI（Enhanced Vegetation Index）という2種類の主要な植生指数を使用し、いずれの植生指数を使っても類似の解析結果が得られることを示した。また植生指標から灌漑農業をモニタリングする際のEVIとNDVIそれぞれの適正についてもまとめた。

この一連の研究を通して、衛星観測や空間情報処理技術の活用による、一定の信頼性を持つデータに基づく灌漑設備診断手法を提案できた。また本研究にて提案する手法は、主要な入力データをすべて衛星観測に依存しているため、現地実測データの入手が困難な国や地域にも適用が容易な、汎用性の高い価値あるものだと認められる。公聴会での発表および質疑応答も適切であり、本審査委員会は論文審査および最終試験に合格したと判定する。

（注１）論文題目が外国語の場合は日本語を併記すること。
（注２）最後に「公聴会での発表および質疑応答も適切であり、本審査委員会は論文審査および最終試験に合格したと判定する」という文言を統一して記載すること。
（注３）論文博士の場合は、「専攻、入学年度」の欄には審査を受ける専攻のみを記入し、入学年度の記入は不要とする。

氏　名	パク　ジヒョク PARK JI HYEOK
本　籍	大韓民国
学位記番号	農工総博甲第256号
学位の種類	博士（農学）
学位授与年月日	令和7年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当　（昭和28年文部省令第9号）
研究科	農学工学総合研究科
専　攻	資源環境科学専攻
教育コース	環境共生科学教育コース
学位論文題目	Evaluating Long-Term Sediment Export from Volcanic Debris Flows after the 1990–1995 Eruptions at Mount Unzen, Japan （日本の雲仙岳における1990―1995年の噴火後にみられる土石流による長期的な土砂流出の評価）
学位論文審査委員	主査　准教授　篠原 慶規 副査　教授　清水 収 副査　教授　多炭 雅博 副査　准教授　福林 良典 副査　教授　入江 光輝
主指導教員	准教授　篠原 慶規

別紙様式３

学位論文の要旨

フリガナ 氏　　名	パク　ジヒョク PARK JI HYEOK
専　　攻 入学年度	宮崎大学大学院農学工学総合研究科博士後期課程 資源環境科学専攻 （西暦）　　2021 年度（04 月）入学
学位論文 題　　目	Evaluating Long-Term Sediment Export from Volcanic Debris Flows after the 1990–1995 Eruptions at Mount Unzen, Japan （日本の雲仙岳における 1990−1995 年の噴火後にみられる土石流による長期的な土砂流出の評価）

【論文の要旨】（和文の場合 1, 200 字程度、英文の場合 800 語程度）

In the aftermath of volcanic eruptions, the deposition of volcanic materials significantly reduces the infiltration capacity of the ground surface, leading to the increase of overland flows during rainfall events. These flows can develop into volcanic debris flows (VDFs), which may persist for decades with significant sediment export. Understanding the long-term behavior of VDFs and associated sediment export is crucial for effective sediment management in volcanic regions. At Mount Unzen, more than 25 years after the 1990–1995 eruptions, VDFs have continuously occurred in the Tansandani and Gokurakudani gullies of the Mizunashi River watershed, with a decreasing tendency. While several studies have examined VDFs at Mount Unzen even in recent years, none investigated and predicted the long-term VDFs with sediment export considering their reduction. The main objective of this study is to evaluate the long-term sediment export from VDFs. The goal is achieved by monitoring VDFs, identifying the controlling factors, and developing a model to estimate sediment export. Chapter 1 provides a general background on VDFs following volcanic eruptions, describes the historical eruptions and VDF activities at Mount Unzen, and the objectives.

In Chapter 2, the monitoring was conducted from 2016 to 2022 in the two gullies to identify recent VDFs and analyze their rainfall characteristics. Time-lapse cameras were installed in each gully to record VDFs. In addition, historical records for VDFs between 2004 and 2015 were used for the analysis. Based on hourly rainfall data, 1-hour maximum rainfall intensity and the relationship between mean rainfall intensity (I) and rainfall duration (D) were analyzed with VDF triggering and non-triggering events. Since 2004, the 1-hour maximum rainfall triggered VDFs increase. Moreover, during the monitoring period, five VDFs were observed, four of which stopped within the gullies, revealing different VDFs occurrences between the two gullies. Since 2020, although eight rainfall events exceeded the ID line of VDFs, no VDFs occurred, indicating that the rainfall required to trigger VDFs has increased over time.

Considering the VDF decreases over time, Chapter 3 hypothesized that topographic factors influence their reduction. A topographic analysis was conducted using 15 Digital

Elevation Models (DEMs) of the two gullies between 2003 and 2022. Topography differed notably before and after three large-scale VDF events in 2015 and 2016. From 2003 to 2014, the gullies' widths and depths continuously increased. In 2015, gullies' depths sharply increased, resulting in V-shaped cross-sections, which expanded into U-shapes in 2016 with minor changes in depth and width. From 2017 onward, cross-sections remained U-shaped with minimal changes, and channel gradients gradually decreased. Consequently, sediment deposition and erosion in the gullies were nearly balanced from 2017 to 2022. This chapter emphasizes topography as a key factor in the reduction of VDFs.

In Chapter 4, a generalized linear model was developed to estimate long-term sediment export in the two gullies, considering the reduction of VDFs. Sediment export for 14 periods was calculated from DEMs of the two gullies from 2003 to 2022, which was used as a dependent variable. Independent variables included rainfall indices, decline indicators for sediment export, a proxy for constant sediment supply, and a gully difference. For the decline indicators, three types were tested: normalized difference vegetation index (NDVI) for growing and non-growing seasons (Model 1a and 1b) and the cumulative dates since the first day of the analysis period (Model 2). Based on stepwise processes, the rainfall index and decline indicator were selected for all models. The gully difference was selected for Models 1b and 2. For all models, the estimated values well followed the observed values. Thus, we effectively estimated the decreasing trend of sediment export over two decades using easily obtainable variables.

Chapter 5 presents a general discussion and conclusion. The main results indicate that the frequency and magnitude of VDFs have decreased over time. This decrease could be attributed to the evolution of gully topography. Stable U-shaped cross-sections and gentler channel gradients have reduced flow velocities, dispersing VDFs within the gullies. Consequently, even when rainfall intensity exceeds a VDF threshold, VDFs can be less likely to occur or extend beyond the gullies. Additionally, decline indicators (i.e., NDVI and cumulative dates) in the estimation models may indirectly reflect other controlling factors. The estimation models effectively capture the decreasing trend in sediment export using accessible variables without integrating topographic factors. Although incorporating topographic factors could enhance model accuracy, it would increase complexity and limit generalizability due to data availability constraints. Our models, therefore, have the potential to be adapted to other volcanic regions. This study effectively evaluated long-term sediment export by monitoring recent VDFs, identifying topography as the main controlling factor in VDFs, and developing models for estimating sediment export.

（注１） 論文博士の場合は、「専攻、入学年度」の欄には審査を受ける専攻のみを記入し、入学年度の記入は不要とする。
（注２） フォントは和文の場合 10.5 ポイントの明朝系、英文の場合 12 ポイントの times 系とする。
（注３） 学位論文題目が外国語の場合は日本語を併記すること。
（注４） 和文又は英文とする。

別紙様式７

（西暦）2025年　1月16日

論 文 審 査 結 果 の 要 旨

専　　攻 入学年度	資源環境科学　専　攻 （西暦）2021 年度（　4月）入学	氏　名	PARK JI HYEOK
論 文 題 目	Evaluating Long-Term Sediment Export from Volcanic Debris Flows after the 1990–1995 Eruptions at Mount Unzen, Japan （日本の雲仙岳における1990–1995年の噴火後にみられる土石流による長期的な土砂流出の評価）		
審査委員　職名及び氏名	主　査	准教授　篠原　慶規	
	副　査	教授　清水　収	
	副　査	教授　多炭　雅博	
	副　査	准教授　福林　良典	
	副　査	教授　入江　光輝	

審 査 結 果 の 要 旨（８００字以内）

火山噴火に伴い，斜面が火山噴出物で覆われると，降雨時に土石流が発生し，大きな被害をもたらす。噴火終息後，土石流の頻度や規模は徐々に小さくなるが，長崎県の水無川流域上流部に位置する炭酸谷・極楽谷では，1990年～1995年の雲仙岳の噴火終息後，25年以上が経過した現在でも土石流の発生が続いている。これまでの火山性土石流の研究は，噴火活動中もしくは活動後数年程度を対象としたものがほとんどで，長期的に火山性土石流の挙動を明らかにした研究は世界的にまれである。本論文では，炭酸谷・極楽谷を対象として，土石流の発生及び規模に影響を与える要因の解明と，土石流によりもたらされる土砂流出量の推定モデルを構築することを目的としている。

第2章では，インターバルカメラを設置し，2016年～2022年の7年間にわたり，土石流発生状況をモニタリングした結果を取りまとめた。さらに，過去の土石流発生データも合わせて，降雨特性との関連性を解析することで，近年は，土石流の発生頻度及び規模が低下していることを明らかにした。第3章では，2003年～2022年に得られた地形データを用いて，炭酸谷の方が極楽谷よりも顕著な土砂移動が見られること，土石流の規模が小さくなった2017年以降は，谷が土石流の発生しにくい形状に変化したことを明らかにした。第4章では，土石流の減衰傾向に伴い，植生の回復が見られることに着目し，衛星から得られた正規化植生指数（NDVI）などから土砂流出量の長期的変動を予測できるモデルを構築し，土砂流出量を精度よく推定できることを確かめた。第5章では，本研究の成果を海外の火山の事例と比較するなど総合考察を行い，結論を述べた。

公聴会での発表および質疑応答も適切であり，本審査委員会は論文審査および最終試験に合格したと判定する。

（注１）論文題目が外国語の場合は日本語を併記すること。
（注２）最後に「公聴会での発表および質疑応答も適切であり、本審査委員会は論文審査および最終試験に合格したと判定する」という文言を統一して記載すること。
（注３）論文博士の場合は、「専攻、入学年度」の欄には審査を受ける専攻のみを記入し、入学年度の記入は不要とする。

氏　名	福本（フクモト）　大心（タイシン）
本　籍	宮崎県
学位記番号	農工総博甲第257号
学位の種類	博士（農学）
学位授与年月日	令和7年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当　（昭和28年文部省令第9号）
研究科	農学工学総合研究科
専　攻	資源環境科学専攻
教育コース	環境共生科学教育コース
学位論文題目	減圧弁を用いた低圧化樹枝状パイプラインにおける固有振動周期と圧力脈動の関係および安全弁による圧力脈動抑制対策の研究
学位論文審査委員	主査　教授　多炭 雅博 副査　准教授　篠原 慶規 副査　教授　村上 啓介 副査　准教授　竹下 伸一 副査　准教授　櫻井 倫
主指導教員	教授　多炭 雅博

別紙様式３

学位論文の要旨

フリガナ 氏　　名	フクモト　タイシン 福本　大心
専　　攻 入学年度	宮崎大学大学院農学工学総合研究科博士後期課程 資源環境科学　専攻 （西暦）　2021　年度（　4　月）入学
学位論文 題　　目	減圧弁を用いた低圧化樹枝状パイプラインにおける固有振動周期と圧力脈動の関係および安全弁による圧力脈動抑制対策の研究

【論文の要旨】（和文の場合 1,200 字程度、英文の場合 800 語程度）

パイプライン設計における水撃圧の予測はパイプラインの安全性を確保する意味で最重要であり，パイプラインの設計段階やシステムのタイプに合わせて経験則，計算による方法として理論解法，数値解析各種の手法が使用されている．数値解析は汎用的な手法であり，出力データとして質・量ともに十分な情報が得られる．しかし，パイプラインのレイアウト段階では入力データの精度が整わないので，計画設計が完了した段階で検証に用いられることが一般的である．

自然流下系パイプラインとして一般的な樹枝状パイプラインの理論解法としては，振動モデルが開発されている．また，減圧弁を用いた低圧化単一パイプラインでは継続して発生する固有振動圧力脈動について，周期による圧力脈動の理論が提供されており，減圧弁の上下流の振動周期をずらすことにより，圧力脈動を回避できることが示されている．さらに，供用開始後の圧力脈動の発生に対しては，減圧弁の上流側に安全弁の追加設置が有効であることが明らかとなっている．

しかし，施設の情報量の少ないレイアウト段階でパイプラインの固有振動周期を把握して，減圧弁の配置位置の変更や安全弁の設置を組み込む対策を検討するのは現状では難しい状況にある．本研究においては，レイアウト段階における減圧弁上下流のパイプラインの圧力脈動の発生を予測して，安全弁の適切な規模と配置により，継続的な圧力振動を抑制する有効な対策の構築を目指した．

本研究の内容は，供用中の減圧弁を用いた低圧化樹枝状パイプラインから得られた圧力脈動の実測データを用いて，以下の2テーマから構成されている．

①減圧弁を用いた低圧化樹枝状パイプラインにおける固有振動周期と圧力脈動の関係の検証（参考論文1）

圧力脈動の実測結果をスペクトル解析することにより，パイプラインの固有振動周期と圧力脈動の関係性を調査した．その結果，減圧弁を用いた低圧樹枝状管路における圧力振動の発生は，減圧弁の上流側管路と下流側管路の固有振動周期の組合せによって決定されることを明らかにした．複数の減圧弁を有する樹枝状管路の場合，減圧弁の上流側管路と下流側管路の固有振動周期と同期する分岐管路が存在すると，上流側管路の固有振動周期が支配的となる．さらにレイアウト段階でも，数値解析により減圧弁上下流のパイプラインの圧力脈動を再現して，振動周期を推定できることを確認した．

②減圧弁を用いた低圧化パイプラインの圧力脈動に対する安全弁による抑制対策の効果（参考論文2）

低圧化パイプラインの圧力脈動を抑制するための効果が期待される安全弁の機能の数値モデル化を行った．さらに，自励振動的圧力脈動の対策として安全弁が設置された現地パイプラインにおける現地実測試験を行った結果をシミュレーションによって再現することで安全弁の脈動抑制効果を確認し，構築した数値モデルの再現性の検証を行った．また，減圧弁上流側で発生する最大圧力と安全弁の吹出有効面積の関係を数値解析から求め，安全弁の最適規模選定の検討を行った．

本研究での成果は，樹枝状パイプラインのレイアウト段階における圧力脈動の発生可能性と適切な抑制対策への知見を導き出し，実務レベルの課題解決を提供するものである．

（注１）　論文博士の場合は、「専攻、入学年度」の欄には審査を受ける専攻のみを記入し、入学年度の記入

は不要とする。
（注２）　フォントは和文の場合 10.5 ポイントの明朝系、英文の場合 12 ポイントの times 系とする。
（注３）　学位論文題目が外国語の場合は日本語を併記すること。
（注４）　和文又は英文とする。

別紙様式７

2025年　1月　8日

論 文 審 査 結 果 の 要 旨

専　　攻 入学年度	資源環境科学　　専 攻 2021 年度（4月）入学	氏 名	福本　大心
論文題目	減圧弁を用いた低圧化樹枝状パイプラインにおける固有振動周期と圧力脈動の関係 および安全弁による圧力脈動抑制対策の研究		

審査委員　職名及び氏名	主　査	教授　　多炭　雅博
	副　査	准教授　　篠原　慶規
	副　査	教授　　村上　啓介
	副　査	准教授　　竹下　伸一
	副　査	准教授　　櫻井　倫

審 査 結 果 の 要 旨（８００字以内）

パイプラインの設計における水撃圧の予測はパイプラインの安全性確保のために重要で、パイプライン設計の諸段階、またシステムのタイプに合わせて、経験則、理論解法、数値解析法等により予測されている。しかし施設の情報量の少ないパイプラインのレイアウト段階においては、パイプラインの固有振動周期を把握して適切に水撃圧の発生を予測することは難しい。そこで本研究では、レイアウト段階における減圧弁上下流のパイプラインの圧力脈動の発生を予測し、安全弁の適切な規模と配置により継続的な圧力振動を抑制する水撃圧対策の構築を目指した。

本研究では、供用中の減圧弁を用いた低圧化樹枝状パイプラインから得られた圧力脈動の実測データを用いて、減圧弁を用いた低圧化樹枝状パイプラインにおける固有振動周期と圧力脈動の関係の検証と、減圧弁を用いた低圧化パイプラインに安全弁を組み込むことによる圧力脈動抑制効果の確認、及び再現性の検証に取り組んだ。その結果、減圧弁を用いた低圧樹枝状管路における圧力振動の発生は減圧弁の上流側管路と下流側管路の固有振動周期の組合せによって決定されることを明らかにし、数値解析により圧力振動の発生を推定できることを示した。また、安全弁の機能を数値モデルで表現することにより、水撃圧対策に有効な安全弁の最適規模を検討できた。

本研究は、樹枝状パイプラインのレイアウト段階における圧力脈動の発生リスクの推定と、安全弁を使った適切な水撃圧対策法の提案を通して、パイプライン設計上の課題解決に貢献した価値のある研究成果であると認められる。公聴会での発表および質疑応答も適切であり、本審査委員会は論文審査および最終試験に合格したと判定する。

（注１）論文題目が外国語の場合は日本語を併記すること。
（注２）最後に「公聴会での発表および質疑応答も適切であり、本審査委員会は論文審査および最終試験に合格したと判定する」という文言を統一して記載すること。
（注３）論文博士の場合は、「専攻、入学年度」の欄には審査を受ける専攻のみを記入し、入学年度の記入は不要とする。

氏　名	アユ ディアウィ イスマヤワティ AYU DIAWI ISMAYAWATI
本　籍	インドネシア共和国
学位記番号	農工総博甲第258号
学位の種類	博士（農学）
学位授与年月日	令和7年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当　（昭和28年文部省令第9号）
研究科	農学工学総合研究科
専　攻	生物機能応用科学専攻
教育コース	生命機能科学教育コース
学位論文題目	Functional Properties of Soybeans and Undigested Coffee bean "Kopi Luwak" （大豆と未消化コーヒー豆“コピ・ルアク”の機能特性）

学位論文審査委員	主査	教授	山﨑 正夫
	副査	准教授	仲西 友紀
	副査	准教授	山本 昭洋
	副査	准教授	小川 健二郎
	副査	准教授	菅本 和寛
	副査	神戸大学大学院 農学研究科教授	榊原 啓之

主指導教員	教授	山﨑 正夫

別紙様式３

学位論文の要旨

フリガナ 氏　　名	アユ　ディアウィ　イスマヤワティ AYU DIAWI ISMAYAWATI
専　　攻 入学年度	宮崎大学大学院農学工学総合研究科博士後期課程 生物機能応用科学専攻 （西暦）　2021 年度（ 4 月）入学
学位論文 題　　目	Functional Properties of Soybeans and Undigested Coffee bean "Kopi Luwak" （大豆と未消化コーヒー豆“コピ・ルアク”の機能特性）

【論文の要旨】（和文の場合 1, 200 字程度、英文の場合 800 語程度）

The foods, in which we are normally consuming on the daily life has been divided into three functions. The first is the nutritional functions such as proteins, fats, and carbohydrates. The second is preference, such as taste, color, texture, and flavor. The third is bio-regulatory functions such as protection against diseases such as metabolic syndrome, as typified by obesity and diabetes. It is important to enhance these three functions of foods in order to enhance the daily food. Therefore, many food scientists around the world have been exploring the novel functions in foods. On the other hand, research on the functionality that takes into account the harvest-timing under the viewpoints of the third functions, and that targets on undigested foods are still in its budding stage.

In Chapter 1, therefore, I focused on isoflavones, such as daidzein and genistein, which are abundant in soybean, contained in pulp of immature soybeans, and investigated the effect of harvest timing on expression patterns of isoflavone synthase (*IFS*) and cinnamate 4-hydroxylase (*C4H*), two major genes in the isoflavone synthesis pathway. In results, *C4H* expression was increased during the day and decreased at night, although *IFS* expression tended to decrease during the middle of the night, but not significantly. Whereas isoflavone content was decreased during the day. These results suggest that harvest of immature soybeans immediately after sunset is desirable for increasing amounts of isoflavones, which have many beneficial health effects.

On the following Chapter 2, I focused on coffee, which is rich in polyphenols, and evaluated the effect of mineral content and antioxidant activity. Kopi Luwak is a rare type of coffee, that has been partially digested in the digestive tract of the Asian palm civet before roasting, and therefore has a unique change due to the action of digestive enzymes from the civet’s intestine. In this chapter, the differences between Kopi Luwak and regular coffees were evaluated by simultaneously analyzing 23 minerals (Al, As, Ba, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, Li, Mg, Mn, Mo, Ni, Pb, Rb, Se, Sn, Sr, V and Zn) using ICP-MS. Of these 23 minerals, the concentrations of Mn and Ba were significantly lower in Kopi Luwak than in regular coffee. Otherwise, the concentrations of Cu and Rb in Kopi Luwak were significantly higher than those in regular coffee. Additionally, I also found that the

antioxidant activity of Kopi Luwak was higher than regular coffee. Its main reason was indicated that the polyphenol content may have increased during passage through the wild Asian palm civet's digestive tract. These findings imply that Kopi Luwak is an important candidate of functional foods.

In summary, this doctoral dissertation has revealed the new knowledge about the foods, in which we consume on a daily, especially the importance of taking into account the harvest-timing to enhance the functionality of foods, and the new functionality of undigested coffee, Kopi Luwak.

（注１） 論文博士の場合は、「専攻、入学年度」の欄には審査を受ける専攻のみを記入し、入学年度の記入は不要とする。
（注２） フォントは和文の場合 10.5 ポイントの明朝系、英文の場合 12 ポイントの times 系とする。
（注３） 学位論文題目が外国語の場合は日本語を併記すること。
（注４） 和文又は英文とする。

別紙様式７

２０２４年１２月　９日

論 文 審 査 結 果 の 要 旨

専　攻 入学年度	生物機能応用科学 専 攻 ２０２１年度（4月）入学	氏 名	AYU DIAWI ISMAYAWATI
論文題目	Functional Properties of Soybeans and Undigested Coffee bean "Kopi Luwak" （大豆と未消化コーヒー豆“コピ・ルアク”の機能特性）		

審査委員　職名及び氏名		
主　査	教授	山﨑 正夫
副　査	准教授	仲西 友紀
副　査	准教授	山本 昭洋
副　査	准教授	小川健二郎
副　査	准教授	菅本 和寛
副　査	教授	榊原啓之（神戸大学大学院農学研究科）

審 査 結 果 の 要 旨（８００字以内）

私たちが日常的に摂取している食品は，一次機能（栄養），二次機能（嗜好性），三次機能（生体調節機能）の3つの機能を有している。中でも，脂質異常症や糖尿病などの生活習慣病の予防につながる三次機能を有する食品についての研究が広く展開されている。一方，野菜や果物の収穫時期や未消化食品を対象とした機能性研究は萌芽状態にある。そこで本論文では，エダマメを被験食品として用い，代表的なポリフェノールの一つであるイソフラボンの合成経路を制御している主要遺伝子の発現量を経時的に測定した。その結果，cinnamate-4-hydroxylaseの発現が日中増加し，夜間には減少すること，またイソフラボン含量が日中に減少する可能性を見出した。

コーヒーノキの果実をAsian palm civetが食べると，腸管で一部消化された果実が糞中に排泄される。その未消化果実を採取し焙煎したコーヒーがコピ・ルアクであり，腸内の消化酵素の作用により独特な風味を持つ。そこで，ポリフェノールを豊富に含むコーヒーに焦点を当て，ポリフェノール含量や抗酸化活性，23種類のミネラル分析により，コピ・ルアクと通常のコーヒーの差異を評価した。ミネラル分析の結果から，コピ・ルアク中のMnとBa含量が通常のコーヒーよりも有意に低値を，CuとRb含量が通常のコーヒーよりも有意に高値を示すことを見出した。また，コピ・ルアクの総ポリフェノール含量と抗酸化活性は通常のコーヒーよりも高かったことから，コピ・ルアクは機能性食品の有力な候補であると考えた。

以上の結果より，本論文では，食品が有する三次機能の新たな知見として，食品の機能性を高めるために収穫時期を考慮することの重要性および未消化コーヒーであるコピ・ルアクの新たな機能性を明らかにした。公聴会での発表および質疑応答も適切であり，本審査委員会は論文審査および最終試験に合格したと判定する。

（注１）論文題目が外国語の場合は日本語を併記すること。
（注２）最後に「公聴会での発表および質疑応答も適切であり、本審査委員会は論文審査および最終試験に合格したと判定する」という文言を統一して記載すること。
（注３）論文博士の場合は、「専攻、入学年度」の欄には審査を受ける専攻のみを記入し、入学年度の記入は不要とする。

氏　名	バユ　クスマ　ワルダナ BAYU KUSUMA WARDHANA
本　籍	インドネシア共和国
学位記番号	農工総博甲第259号
学位の種類	博士（工学）
学位授与年月日	令和7年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当　（昭和28年文部省令第9号）
研究科	農学工学総合研究科
専　攻	物質・情報工学専攻
教育コース	生産工学教育コース
学位論文題目	Numerical Study on the Effect of Winglet Configurations on the Aerodynamic Performance of Horizontal Axis Wind Turbine Blades （Wingletの構成が水平軸風力タービンブレードの空力性能に及ぼす影響に関する数値的研究）
学位論文審査委員	主査　教授　申 炳録 副査　教授　鄧 鋼 副査　教授　長瀬 慶紀 副査　教授　雉子谷 佳男 副査　准教授　木之下 広幸
主指導教員	教授　申 炳録

別紙様式３

学位論文の要旨

フリガナ 氏　　名	バユ　クスマ　ワルダナ BAYU KUSUMA WARDHANA
専　　攻 入学年度	宮崎大学大学院農学工学総合研究科博士後期課程 物質・情報工学専攻 （西暦）　2021 年度（4 月）入学
学位論文 題　　目	Numerical Study on the Effect of Winglet Configurations on the Aerodynamic Performance of Horizontal Axis Wind Turbine Blades (Winglet の構成が水平軸風力タービンブレードの空力性能に及ぼす影響に関する数値的研究)

【論文の要旨】（和文の場合 1, 200 字程度、英文の場合 800 語程度）

The utilization of a renewable energy sources is need to be increased to replace the dependency on non-renewable energy sources. In an attempt to increase the efficiency of a wind turbine, the effects of winglet configurations on a turbine blade of a horizontal axis wind turbine (HAWT) were studied in this thesis. Chapter 1 and chapter 2 explain about the general view of wind turbine and the wind turbine blade airfoil.

In chapter 3, a numerical investigation of the effects of winglets with multiple cant angles on the power output of the blade of a HAWT is conducted. Several winglet configurations with single and multiple cant angles are designed and their performance is evaluated. Numerical solutions obtained by RANS equations and moving reference frame method were compared with the experiments and demonstrated that they concur well with the experimental data. In the torque and thrust comparison, the ones with multiple cant angles present better power output enhancement than those with a single cant angle at a relatively high wind speed. The configurations of multiple cant angles are effective in reducing the influence of wing tip vortices, resulting in a higher torque while maintaining the same winglet length and height.

In chapter 4, another investigation was conducted on winglet designs with multiple sweep angles to a same HAWT blades. The effects of sweep angles were investigated considering a wind speed range of 7 to 25 m/s. Numerical simulations were performed using RANS equations and the SST k–ω turbulence model. The interaction of the blade rotation and wind flow was also modeled using a moving reference frame method. The numerical results were found to be in good agreement with the inferences drawn from the experiments for a baseline blade without a winglet, thereby validating the computational method. The investigations revealed that multi-swept winglets predicted a 14.6% torque increment, providing higher torque output than single-swept winglets compared to the baseline blade at a wind speed of 15 m/s. Implementing multiple sweep angles in the winglet design can improve the blade performance effectively without further increments in the winglet length.

Chapter 5 of this thesis provides the conclusions of this study. Overall, the investigations showed that the winglet configurations result an improved tip vortices condition where the size

and the strength of the tip vortices are lower when compared to tip vortices of baseline configuration without winglet. So that the blade pressure distributions at area of blade tip is improved, resulting a larger pressure difference that leads to a larger torque generation by the blade. The utilization of winglet showed an effective way to improve the blade performance and the implementation of multiple parameters of cant and sweep angles showed that it can provide higher blade performance while maintaining a same winglet length.

（注１） 論文博士の場合は、「専攻、入学年度」の欄には審査を受ける専攻のみを記入し、入学年度の記入は不要とする。
（注２） フォントは和文の場合 10.5 ポイントの明朝系、英文の場合 12 ポイントの times 系とする。
（注３） 学位論文題目が外国語の場合は日本語を併記すること。
（注４） 和文又は英文とする。

別紙様式７

（西暦）２０２５年　１月　２４日

論 文 審 査 結 果 の 要 旨

専　　攻 入学年度	物質・情報工学　　専 攻 （西暦）２０２１年度（　4月）入学	氏 名	BAYU KUSUMA WARDHANA
論 文 題 目	Numerical Study on the Effect of Winglet Configurations on the Aerodynamic Performance of Horizontal Axis Wind Turbine Blades（Wingletの構成が水平軸風力タービンブレードの空力性能に及ぼす影響に関する数値的研究）		
審査委員　職名及び氏名	主　査	教授　　申　　炳録	
	副　査	教授　　鄧　　鋼	
	副　査	教授　　長瀬　慶紀	
	副　査	教授　　雉子谷佳男	
	副　査	准教授　　木之下広幸	

審 査 結 果 の 要 旨（８００字以内）

再生不可能エネルギー源の依存性を減らし代替するために、再生可能エネルギー源の利用を増やす必要がある。再生可能エネルギー源の一つに風力エネルギーの利用がある。風力をエネルギーに変換する機械の中で、水平軸風力タービンは最も広く利用されている機械システムであるが、そのタービンの性能は主にブレード（タービン翼）の出力に依存する。そのため、ブレードの設計と空力評価に関する研究が盛んに行われている。

この研究は、風力タービンの効率を高めるために、水平軸風力タービンブレードにウィングレット（Winglet）を付けたブレードを設計し、そのウィングレットの構成（Configuration）方法がブレードの空力性能に及ぼす影響について研究を行った。まずは、ウィングレットの構成において、一つの傾斜角（Cant angle）と複数の傾斜角を持ついくつかのウィングレットブレードを設計し、それらの性能について数値解析を用い評価した。その結果、複数の傾斜角を持つ構成が、翼端渦の影響を減らすのに効果的であり、一つの傾斜角を持つブレードより高いトルクが得られ、出力向上に有効であることを明らかにした。

次に、ウィングレットの構成において、スイープ角（Sweep angle）が空力性能に及ぼす影響について調べた。スイープ角においても、複数のスイープ角を持つウィングレットの構成が一つのスイープ角を持つウィングレットよりも高いブレード性能が得られることを明らかにした。すなわち、ウィングレットの設計において、複数のスイープ角を実装すると、ウィングレットの長さをさらに増やすことなく、ブレードの性能を効果的に向上できることが分かった。以上のように、この研究によって得られた知見は、高効率水平軸風力タービンブレードの設計・開発に非常に有用であることを示した。

公聴会での発表および質疑応答も適切であり、本審査委員会は論文審査および最終試験に合格したと判定する。

（注１）論文題目が外国語の場合は日本語を併記すること。
（注２）最後に「公聴会での発表および質疑応答も適切であり、本審査委員会は論文審査および最終試験に合格したと判定する」という文言を統一して記載すること。
（注３）論文博士の場合は、「専攻、入学年度」の欄には審査を受ける専攻のみを記入し、入学年度の記入は不要とする。

氏　名	ショウ　シケン ZHONG, ZIXUAN
本　籍	中華人民共和国
学位記番号	農工総博甲第260号
学位の種類	博士（農学）
学位授与年月日	令和7年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当　（昭和28年文部省令第9号）
研究科	農学工学総合研究科
専　攻	資源環境科学専攻
教育コース	環境共生科学教育コース
学位論文題目	Sustainable cropping system incorporating small-grain summer forages in southern Kyushu （南九州における夏作小穀類を組み入れた 持続可能な飼料作物作付け体系）
学位論文審査委員	主査　教授　石井 康之 副査　教授　土手 裕 副査　教授　飛佐 学 副査　教授　井戸田 幸子 副査　准教授　石垣 元気
主指導教員	教授　石井 康之

別紙様式３

学位論文の要旨

フリガナ 氏　　名	ショウ　　シケン ZHONG,　ZIXUAN
専　　攻 入学年度	宮崎大学大学院農学工学総合研究科博士後期課程資源環境科学専攻 （西暦）2022年度（ 4月）入学
学位論文 題　　目	Sustainable cropping system incorporating small-grain summer forages in southern Kyushu （南九州における夏作小穀類を組み入れた持続可能な飼料作物作付け体系）

Grain-type amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) production is expected to improve the inferior properties of forage quality and quantity in summer gramineous species to dissolve deficiency of grass herbages in crude protein (CP) and essential amino acid, lysine for livestock animals, produced in several countries including southern Kyushu, Japan. However, the use of amaranth in Japan is still limited. Therefore, the objectives of this study were to assess the feasibility and sustainability of an annual cropping system incorporating dicotyledonous summer forage amaranth, compared with the conventional small-grain grass species from 2020–2023. In addition, as for winter crops, Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) is the principal forage in southern Kyushu region, since it has high CP content and digestibility, while its production season is limited by blast decease infection, occurring in high temperature with humid conditions. New blast decease-tolerant variety of Italian ryegrass “Yayoiwase” was developed to relieve this limitation. However, since there were still few histories obtained for “Yayoiwase” incorporating into an annual cropping system, therefore, the yield and quality of the genotype were also examined in 2020–2024.

As an introductory experiment, amaranth was compared with four conventional small-grain forage species, i.e. foxtail millet (*Setaria italica*), Japanese barnyard millet (*Echinochloa esculenta*), proso millet *(Panicum miliaceum*) and forage sorghum (*Sorghum bicolor*) by sown in early May 2020 and 2022 to test adaptability, dry matter (DM) yield and quality of forages. In both years, the highest DM yield and crop growth rate were observed in the first harvested amaranth. In addition, amaranth also ranked the highest for *in vitro* DM digestibility (IVDMD) and CP content with the lowest neutral detergent fiber (NDF) content in 2020. Both IVDMD and CP content were lower in 2022, since the crops were more mature at harvest, although NDF content was the lowest. Among small-grain grass forages, forage sorghum had the second highest DM yield after amaranth and the highest IVDMD in the first harvest crops. The amaranth crop was extensively damaged in 2020, when 31.7% of the crop was lodged by a strong wind caused by typhoon No. 5. Compared to conventional small grain grass forages, amaranth had the potential for high forage DM yields and quality. However, protecting amaranth plants from typhoon damage requires further study.

Establishment methods of amaranth need to be improved for the crops to be less sensitive to typhoons. Optimal establishment, cultivation, and utilization in amaranth were examined for a variety of seasons and methods of establishment in 2021–2023. Four methods were examined: 1) direct seeding in rows, 2) direct seeding in spots, 3) soil ball, and 4) transplants pretreatment methods. Sowings every month from April to August were applied only in 2021, while establishments in April, May and August with both pretreated soil ball and transplants methods were applied in 2022 and 2023. In 2021, the establishment in August successfully escaped damage from typhoons. Direct seeding of either rows or spots showed marginal success in establishment, compared to stable establishment in pretreatment methods. In 2022 and 2023, the highest DM yield and CP content were achieved in soil ball plots in April and in both pretreated plots seeded in August, respectively. The quality of silage fermentation showed a high pH, ranging in 4.52–6.39, due to the high CP content in 7.59%–18.36% DM. Sowing in April or August established with soil ball can avoid typhoon damage to have stable forage DM yields and can be processed with favorable quality of amaranth silage in the region.

From the present study, the principal summarized findings were as follow: 1) the potential of amaranth to improve forage quantity and quality in southern Kyushu region was confirmed in a small-scale condition, 2) stable establishment methods of amaranth were certified as the April-sowing with pretreatment methods, soil ball or transplants, meanwhile, silage processing is a suitable conservation method for amaranth in the region, 3) the performance of recently-bred Italian ryegrass variety “Yayoiwase” was the best fit to combining to the annual cropping system, 4) the feasibility of amaranth with Italian ryegrass annual cropping system was confirmed in the field experiment. Therefore, it is concluded in the present study that the novel forage cropping system can present to improve forage quality and production potential in southern Kyushu, Japan.

（注１）　論文博士の場合は、「専攻、入学年度」の欄には審査を受ける専攻のみを記入し、入学年度の記入は不要とする。

（注２）　フォントは和文の場合、10.5ポイントの明朝系、英文の場合12ポイントのtimes系とする。

（注３）　学位論文題目が外国語の場合は日本語を併記すること。

（注４）　和文又は英文とする。

別紙様式７

（西暦）2025 年　1月　15日

論 文 審 査 結 果 の 要 旨

専　　攻 入学年度	資源環境科学 専攻 （西暦）　2022 年度（　4 月）入学	氏 名	ZHONG, ZIXUAN
論 文 題 目	Sustainable cropping system incorporating small-grain summer forages in southern Kyushu （南九州における夏作小穀類を組み入れた持続可能な飼料作物作付け体系）		

審査委員　職名及び氏名	主　査	職名　教授　　氏名　石井　　康之
	副　査	職名　教授　　氏名　土手　　裕
	副　査	職名　教授　　氏名　飛佐　　学
	副　査	職名　教授　　氏名　井戸田　幸子
	副　査	職名　准教授　氏名　石垣　　元気

審 査 結 果 の 要 旨（８００字以内）

アマランサスは、世界的にみて乾燥地域で高い収量性と品質を発揮するC4型の食用小穀類で、飼料作物としても検討が開始されている。南九州でアマランサスを取り込んだ粗飼料生産体系を確立することは、高品質な粗飼料を供給できる可能性があるが、その栽培例は乏しい。そこで、第2章ではアマランサスを2020年および2022年の5月上旬に播種し、その地域適応性、収量、飼料品質を、イネ科小穀類のアワ、ヒエ、キビ、飼料用ソルガムと比較した。両年ともに、1番草の収量と成長速度は、アマランサスが最も高く、2020年ではアマランサスの消化性（IVDMD）や粗タンパク質（CP）含量が最も高く、中性デタージェント繊維含量が最も低くなったが、台風による倒伏害が発生した。一方、2022年ではより熟期が進行した時期に収穫したため、アマランサスの消化性やCP含量が低下し、他草種と比べた優位性が消失した。そこで、第3章では、省力的で台風害を回避できるアマランサスの播種・定着方法の開発を試みた。直播による条播および点播と、予措処理による土団子法と移植の計4処理を、2021年では4月～8月の毎月播種にて比較したところ、直播の2処理の定着率は極端に低くなった。そこで、2022年、2023年では予措処理による2定着法を、4月、5月、8月播きで検討し、土団子法の4月播きおよび8月播きの両区で、乾物収量とCP含量が最も高くなった。サイレージ調製後の発酵品質は、CP含量が高く、pHが高いが、酪酸発酵型で不良発酵の指標の低い良質サイレージが調製できた。

以上本論文では、従前のイネ科小穀類と比較して、アマランサスが南九州での栽培において、収量性と飼料品質が高く潜在的能力を有すること、その特性を発揮するためには、4月播きの土団子法での定着が望ましく、台風害を避け、サイレージ調製にも問題ないこと、秋播きの極早生イタリアンライグラスとの組み合わせにより、年間2毛作体系が実現可能であることを実証した。

公聴会での発表および質疑応答も適切であり、本審査委員会は論文審査および最終試験に合格したと判定する。

（注１）論文題目が外国語の場合は日本語を併記すること。
（注２）最後に「公聴会での発表および質疑応答も適切であり、本審査委員会は論文審査および最終試験に合格したと判定する」という文言を統一して記載すること。
（注３）論文博士の場合は、「専攻、入学年度」の欄には審査を受ける専攻のみを記入し、入学年度の記入は不要とする。

氏　名	マカラニ　アンドリュー　リビングストン MAKALANI ANDREW LIVINGSTONE
本　籍	マラウイ共和国
学位記番号	農工総博甲第261号
学位の種類	博士（農学）
学位授与年月日	令和7年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当　（昭和28年文部省令第9号）
研究科	農学工学総合研究科
専　攻	資源環境科学専攻
教育コース	持続生産科学教育コース
学位論文題目	Effects of forage silage inclusion on nutrient intake, and stress condition in gestating sows （妊娠母豚における牧草サイレージ給与が栄養摂取およびストレス状態に及ぼす影響）
学位論文審査委員	主査　教授　續木 靖浩 副査　准教授　高橋 俊浩 副査　教授　石井 康之 副査　教授　坂本 信介 副査　教授　田村 宏樹
主指導教員	教授　續木 靖浩

別紙様式３

学位論文の要旨

フリガナ 氏　　名	マカラニ　アンドリュー　リビングストン MAKALANI ANDREW LIVINGSTONE
専　　攻 入学年度	宮崎大学大学院農学工学総合研究科博士後期課程 資源環境科学専攻 （西暦）2022 年度（4 月）入学
学位論文 題　　目	Effects of forage silage inclusion on nutrient intake, and stress condition in gestating sows （妊娠母豚における牧草サイレージ給与が栄養摂取およびストレス状態に及ぼす影響）

【論文の要旨】（和文の場合 1, 200 字程度、英文の場合 800 語程度）

Reducing feed expenses without compromising livestock performance and health is critical in livestock enterprises. Fiber-based feed ingredients are gaining popularity in swine production for their cost-effectiveness, with increasing attention on forage feeding to lower costs. Forage-based substitutes offer a strategy to manage sow nutrition by increasing daily feed allowances without excessive energy intake, mitigating unnecessary weight gain and its associated health issues. While research exists on fiber-rich diets for sows, the specific impact of forage silage inclusion on swine performance and well-being remains relatively unexplored. This thesis aimed to: 1) evaluate the effects of Italian ryegrass silage (IRS) on the nutrient intake, behavior, and stress status of pregnant sows, 2) identify promising winter forage species for sows in the Miyazaki region of southern Kyushu, and 3) assess the impact of crimson clover silage (CCS) on sow behavior, stress, and feed costs.

Chapter 2 investigated the effects of IRS inclusion in sow diets. Given swine's limited fiber digestion, providing a nutritious and digestible source like legumes and temperate grasses, particularly IR, was essential. IR was chosen for its high digestibility and adaptability as a winter crop in tropical and subtropical regions like Miyazaki. Six sows (initial body weight [BW]: 238.6±5.9 kg) were assigned to a 6 × 3 Latin square design with a 5-day acclimatization and a 5-day data collection period. IRS was included at 0%, 9%, and 13% dry matter (DM) in the diets. Data on feed intake, BW, urine cortisol, and behavior were collected. All diets were fully consumed, and nutrient uptake was unaffected, but BW gain decreased ($p < 0.05$) with increased IRS inclusion (6.67 kg for the control vs. 2.48 kg for 13% DM treatment). Behavior and urinary cortisol concentration tended to improve with increased IRS inclusion, though not significantly ($p > 0.05$). Feeding 13% DM of IRS reduced ($p < 0.05$) feed costs by 17%. Recommendations included increasing the silage proportion in diets, extending the feeding period, and selecting more nutritious forage species for the effect of silage inclusion on stress conditions to be more pronounced.

In Chapter 3, IR, crimson clover (CC), and sugar beet (SB) were cultivated in single plots, and also in mixed plots of CC and SB. CC was chosen for its high-quality forage value

and adaptability to tropical/subtropical regions as a winter crop. Growth performance and chemical properties of the forages and their silages (three months post ensiling) were assessed. Annual DM yield was highest ($p < 0.05$) for SB (1,992.6 g/m²), followed by mixed CC and SB (1,353.0 g/m²), IR (1,183.0 g/m²), and CC (692.8 g/m²). CC had higher ($p < 0.05$) crude protein (CP) and non-fiber carbohydrates (NFC) (19.4% and 37.7%), while IR had more neutral detergent fiber (NDF) (55%). Feeding trials with six sows showed that both pure and mixed CC silages are promising for sow nutrition. Increasing the silage inclusion to 25% DM for CC silage and mixed CC and SB silage resulted in no leftovers. Feeding time increased from 28 minutes with the commercial diet to 58 and 61 minutes per day for the CC silage and mixed silage, respectively.

In Chapter 4, CCS was chosen for its desirable characteristics and nutritional alignment with sow needs. As a legume-based silage, it is more nutritious, less fibrous, and more digestible than IRS, allowing a higher substitution ratio in the commercial diet, adhering to Chapter 1 recommendations. Six sows (initial BW: 238.6±5.9 kg and initial backfat thickness: 23.8±1.10 mm) were assigned to a 6 × 2 Latin turnover design with a 10-day acclimation and a 10-day data collection period. CCS was included at 20% DM in the test diet, which posed no problems with palatability or feed utilization as it was consumed without long breaks and there were no concerning amounts of undigested silage material in their fecal matter. Data on daily feed intake, BW, and backfat thickness were recorded, along with urine samples for cortisol and video footage for behavior analysis. Nutrient uptake, BW, and backfat thickness were unaffected ($p > 0.05$), but stereotypic behaviors and urinary cortisol concentrations were significantly reduced ($p < 0.05$). Incorporating 20% DM CCS into the sow diet reduced ($p < 0.05$) feeding costs by 8%. This aligns with earlier recommendations for increasing the proportion of silage supplementation (which was made possible by the legume-based silage) and extending the duration of feeding trials to accurately observe and evaluate the effects of silage on sow performance and well-being.

Overall, these studies highlight the potential benefits of incorporating IR, CC, and SB silages into sow diets to enhance nutrition, improve behavior, reduce stress, and lower feeding costs. Future research should focus on extended feeding trials, and regional adaptability studies to validate effectiveness in different climates. Additionally, economic analysis should quantify cost savings, and broader application studies should evaluate benefits for other livestock species.

（注１） 論文博士の場合は、「専攻、入学年度」の欄には審査を受ける専攻のみを記入し、入学年度の記入は不要とする。
（注２） フォントは和文の場合 10.5 ポイントの明朝系、英文の場合 12 ポイントの times 系とする。
（注３） 学位論文題目が外国語の場合は日本語を併記すること。
（注４） 和文又は英文とする。

別紙様式７

（西暦）2025年　1月　23日

論 文 審 査 結 果 の 要 旨

専　　攻 入学年度	資源環境科学　専　攻 （西暦）2022年度（4月）入学	氏　名	MAKALANI ANDREW LIVINGSTONE
論 文 題 目	Effects of forage silage inclusion on nutrient intake, and stress condition in gestating sows （妊娠母豚における牧草サイレージ給与が栄養摂取およびストレス状態に及ぼす影響）		

審査委員　職名及び氏名	主　査	教授　　續木　靖浩
	副　査	准教授　高橋　俊浩
	副　査	教授　　石井　康之
	副　査	教授　　坂本　信介
	副　査	教授　　田村　宏樹

審 査 結 果 の 要 旨（８００字以内）

母豚は周産期の体調管理の観点からエネルギー摂取が制限されており、過剰なエネルギー摂取を回避しつつ空腹感を緩和する必要がある。本論文は、牧草サイレージに着目し、母豚の栄養摂取と健康に与える影響を評価したものである。

はじめに、豚にとって栄養価が高く消化しやすい草種としてイタリアンライグラス(IR)を用いてIRサイレージ給与の影響を検討した。行動および尿中コルチゾール濃度はIR配合率が高まるにつれて減少する傾向にあったが、有意差は認められなかった。この結果から、ストレス状態に対するサイレージ給与の効果を明確にするためには、サイレージ配合割合を増加し、給与期間を延長することが必要と結論づけた。

次に、豚にとってより栄養価が高く、給与量を増加可能な草種としてマメ科牧草のクリムソンクローバー(CC)に着目した。栽培条件とサイレージ品質を検討するため、シュガービート(SB)との組み合わせを検討した。乾物生産量はSBが最も高く、ついでCCとSBの混播、CC単播の順となった。CCとSBを組み合わせることでサイレージ品質は良好となり、乾物量として25%まで母豚に給与可能であることを示した。

さらに、10日間の馴致期間と10日間のデータ収集期間を設けCCサイレージを乾物として20%給与し、飼料摂取量、体重、背脂肪厚、尿中コルチゾール濃度の測定と行動分析を行った。飼料摂取量、体重、背脂肪厚に影響は見られず、ストレス状態を示す常同行動と尿中コルチゾール濃度は減少した。

以上より、CCサイレージは妊娠母豚の飼料として利用可能であり、栄養摂取に影響を与えずにストレス状態を緩和可能であると結論付けている。本研究で得られた知見は、養豚において周産期の体調管理と動物福祉の両面から貢献するものと期待される。

公聴会での発表および質疑応答も適切であり、本審査委員会は論文審査および最終試験に合格したと判定する。

（注１）論文題目が外国語の場合は日本語を併記すること。
（注２）最後に「公聴会での発表および質疑応答も適切であり、本審査委員会は論文審査および最終試験に合格したと判定する」という文言を統一して記載すること。
（注３）論文博士の場合は、「専攻、入学年度」の欄には審査を受ける専攻のみを記入し、入学年度の記入は不要とする。

氏　名	西原（ニシハラ）　輝（アキ）
本　籍	京都府
学位記番号	農工総博甲第262号
学位の種類	博士（農学）
学位授与年月日	令和7年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当　（昭和28年文部省令第9号）
研究科	農学工学総合研究科
専　攻	生物機能応用科学専攻
教育コース	水域生物科学教育コース
学位論文題目	Study on Ivy, a Lysozyme Inhibitor Derived from Intracellular Fish Pathogenic Bacteria Involved in Host Immune System Suppression （宿主免疫系減弱化に関与する細胞内寄生性魚病細菌由来のリゾチーム阻害因子Ivyに関する研究）
学位論文審査委員	主査　教授　引間 順一 副査　教授　吉田 照豊 副査　教授　鈴木 祥広 副査　准教授　河野 智哉 副査　助教　西木 一生
主指導教員	教授　引間 順一

別紙様式３

学位論文の要旨

フリガナ 氏　　名	ニシハラ　アキ 西原　輝
専　　攻 入学年度	宮崎大学大学院農学工学総合研究科博士後期課程 生物機能応用科学専攻 （西暦）　　2022 年度（　4 月）入学
学位論文 題　　目	Study on Ivy, a Lysozyme Inhibitor Derived from Intracellular Fish Pathogenic Bacteria Involved in Host Immune System Suppression （宿主免疫系減弱化に関与する細胞内寄生性魚病細菌由来のリゾチーム阻害因子 Ivy に関する研究）

【論文の要旨】（和文の場合 1,200 字程度、英文の場合 800 語程度）

硬骨魚類の食細胞を標的とする細胞内寄生性の魚病細菌は、水産養殖に深刻な被害をもたらし、宿主の自然免疫から回避する戦略により、食細胞を介した感染を有利にすると考えられている。これまでの先行研究において、ブリ類結節症の原因菌である細胞内寄生細菌 *Photobacterium damselae* subsp. *piscicida*（*Pdp*）の全ゲノム解析により、株間で水平伝播が疑われる R プラスミド上に、生体防御に重要なリゾチームの機能を阻害する因子である *Inhibitor of vertebrate lysozyme*（*ivy* 遺伝子、IvyPdp）が発見された。同様に、細胞内寄生細菌であるヒラメエドワジエラ症の原因菌 *Edwardsiella piscicida* の染色体ゲノム配列からも *ivy*（IvyEp）が同定された。しかし、これらの魚病細菌由来の Ivy のリゾチーム阻害能や病原性への関与は明らかにされていない。そこで本研究では、2 種類の細胞内寄生性魚病細菌から同定された Ivy 分子が宿主の自然免疫を減弱させるかどうかについて解明を試みた。

まず、健康なブリ（*Seriola quinqueradiata*）、ヒラメ（*Paralichthys olivaceus*）、およびティラピア（*Oreochromis niloticus*）の血清および体表粘液を採取し、精製した組換え IvyPdp タンパク質（rIvyPdp）を用いてリゾチーム阻害試験を行った。rIvyPdp によるリゾチーム活性の阻害は、血清または体表粘液によりリゾチームの基質である *Micrococcus luteus* 懸濁液が分解されることによる吸光度減少を測定し、rIvyPdp 添加の影響を評価した。その結果、rIvyPdp を添加した試験区では、血清および体表粘液による *M. luteus* 懸濁液の吸光度減少が抑制され、IvyPdp が宿主の生体防御であるリゾチーム活性を阻害することが確認された。特にティラピア血清に対して顕著な阻害効果が見られ、ティラピアが G 型リゾチームを持たないことから、IvyPdp は魚類 C 型リゾチームに対する有効な阻害分子であると考えられた。

次に、エドワジエラ症の宿主に対する病因理解を深めるため、進化的に海産魚に近縁の硬骨魚類であるモデル生物メダカ（*Oryzias latipes*）に対する *E. piscicida* の浸漬感染手法を確立した。浸漬感染の結果、メダカの *E. piscicida* に対する感受性、感染したメダカの腎臓における *E. piscicida* の存在量、およびエドワジエラ症の病状が明らかになり、メダカが *E. piscicida* 感染モデルとして有用であることが示された。

最後に、IvyEp のヒラメ C 型リゾチーム（LyzC）に対する直接的な阻害能および病原性への関与を解明した。構造解析の結果、IvyEp は静電的相互作用によって LyzC の活性部位を閉じ、基質への結合を阻害すると予測された。反応速度論的解析により、IvyEp が競合的阻害剤として作用することが示された。また、IvyEp は精製ヒラメ C 型リゾチーム（rLyzC）の溶菌活性を有意に阻害し、共免疫沈降法により IvyEp が rLyzC に直接結合することが明らかになった。さらに、*E. piscicida* の *ivy* 欠損株を作製し、メダカおよびヒラメへの浸漬感染試験を行った結果、野生株に比べて累積生残率に有意な差が見られ、*ivy* 欠損により宿主の生存率が上昇した。

以上の結果から、細胞内寄生性魚病細菌から同定された 2 種類の Ivy 分子は、C 型リゾチームに対する阻害剤として機能し、宿主生体内での免疫回避メカニズムの一つとして病原性に関与することが示唆された。

（注１）　論文博士の場合は、「専攻、入学年度」の欄には審査を受ける専攻のみを記入し、入学年度の記入は不要とする。
（注２）　フォントは和文の場合 10.5 ポイントの明朝系、英文の場合 12 ポイントの times 系とする。
（注３）　学位論文題目が外国語の場合は日本語を併記すること。
（注４）　和文又は英文とする。

別紙様式７

（西暦）2025年 1月 23日

論 文 審 査 結 果 の 要 旨

専　　攻 入学年度	生物機能応用科学　専 攻 （西暦）　2022　年度（4月）入学	氏 名	西原　輝
論 文 題 目	Study on Ivy, a Lysozyme Inhibitor Derived from Intracellular Fish Pathogenic Bacteria Involved in Host Immune System Suppression (宿主免疫系減弱化に関与する細胞内寄生性魚病細菌由来のリゾチーム阻害因子Ivyに関する研究)		

審査委員　職名及び氏名		
	主　査	教授　　引間 順一
	副　査	教授　　吉田 照豊
	副　査	教授　　鈴木 祥広
	副　査	准教授　　河野 智哉
	副　査	助教　　西木 一生

審 査 結 果 の 要 旨（８００字以内）

硬骨魚類の食細胞を標的とする細胞内寄生性の魚病細菌は、水産養殖に深刻な被害をもたらし、宿主の自然免疫から回避する戦略により感染を有利にすると考えられている。これまでの先行研究において、細胞内寄生細菌であるブリ類結節症原因菌 *Photobacterium damselae* subsp. *piscicida*（*Pdp*）およびヒラメエドワジエラ症原因菌 *Edwardsiella piscicida* から、生体防御に重要なリゾチームの機能を阻害する因子であるリゾチーム阻害分子（*ivy*：IvyPdp および IvyEp）を同定した。しかし、これらの魚病細菌由来の Ivy のリゾチーム阻害能や病原性への関与は明らかでない。そこで本研究では、2 種類の細胞内寄生細菌由来の Ivy 分子が宿主自然免疫の減弱化に寄与する病原性を有するかについて解明した。

まず、健康なブリ、ヒラメ、およびティラピアの血清および体表粘液を採取し、作製した組換え(r)IvyPdp タンパク質を用いてリゾチーム阻害試験を行った。その結果、rIvyPdp を添加した試験区では、血清および体表粘液による *Micrococcus luteus* 懸濁液の吸光度減少が抑制され、IvyPdp が宿主の生体防御であるリゾチーム活性を阻害した。特にティラピア血清に対して顕著な阻害効果が見られ、ティラピアが G 型リゾチームを持たないことから、IvyPdp は魚類 C 型リゾチームに対する有効な阻害分子であると考えられた。そこで、IvyEp のヒラメ C 型リゾチーム(LyzC)に対する直接的な阻害能および病原性への関与について検討した。立体構造予測解析の結果、IvyEp は静電的相互作用によって LyzC の活性部位を閉じ、基質への結合を阻害し、さらに反応速度論的解析の結果、IvyEp が競合的阻害分子として作用すると予測された。また、rIvyEp は rLyzC の溶菌活性を有意に阻害し、共免疫沈降法により rIvyEp が rLyzC に直接結合することを明らかにした。さらに、*E. piscicida* の *ivy* 欠損株を作製し、メダカおよびヒラメへの浸漬感染試験を行った結果、野生株に比べて累積生残率に有意な差が見られ、*ivy* 欠損により宿主の生残率が上昇した。これらの結果から、2 種類の細胞内寄生性の魚病細菌から同定された Ivy 分子は、宿主 C 型リゾチームの活性を阻害し、生体内での免疫回避メカニズムの一つとして病原性に関与することを明らかにした。

以上の内容について、公聴会での発表および質疑応答も適切であり、本審査委員会は論文審査および最終試験に合格したと判定する。

（注１）論文題目が外国語の場合は日本語を併記すること。
（注２）最後に「公聴会での発表および質疑応答も適切であり、本審査委員会は論文審査および最終試験に合格したと判定する」という文言を統一して記載すること。
（注３）論文博士の場合は、「専攻、入学年度」の欄には審査を受ける専攻のみを記入し、入学年度の記入は不要とする。

氏　名	ウェイ　ニン　エインドラ　マウ WAI HNIN EAINDRAR MG
本　籍	ミャンマー連邦共和国
学位記番号	農工総博甲第263号
学位の種類	博士（工学）
学位授与年月日	令和7年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当　（昭和28年文部省令第9号）
研究科	農学工学総合研究科
専　攻	物質・情報工学専攻
教育コース	数理情報工学教育コース
学位論文題目	A Study on Real-time Cattle Monitoring System for Calving Time Prediction （牛の分娩開始時間予測のためのリアルタイムモニタリングシステムに関する研究）
学位論文審査委員	主査　教授　Thi Thi Zin 副査　教授　横田 光広 副査　教授　山森 一人 副査　教授　西脇 亜也 副査　教授　田村 宏樹
主指導教員	教授　Thi Thi Zin

別紙様式３

学位論文の要旨

フリガナ 氏　　名	ウェイ ニン エインドラ マウ WAI HNIN EAINDRAR MG
専　　攻 入学年度	宮崎大学大学院農学工学総合研究科博士後期課程 物質・情報工学専攻 （西暦）　　2022 年度（4 月）入学
学位論文 題　　目	A Study on Real-time Cattle Monitoring System for Calving Time Prediction （牛の分娩開始時間予測のためのリアルタイムモニタリングシステムに関する研究）

【論文の要旨】（和文の場合 1, 200 字程度、英文の場合 800 語程度）

Effective cattle management and timely intervention during calving are critical for promoting animal welfare and maximizing farm productivity. Early and accurate calving prediction allows farm staff to provide prompt assistance, reducing risks and improving outcomes for both cattle and calves. The calving process significantly impacts cow health, calf survival, and post-calving reproductive performance. However, traditional methods often fall short in detecting early labor signs or abnormal calving conditions due to the complex and environmentally influenced behavior of cattle. Additionally, real-time monitoring in dynamic farm environments, where cattle are constantly on the move, presents added challenges.

Our research aims to address these issues by developing a real-time cattle monitoring system that incorporates advanced technologies for predicting calving times and classifying calving types. Our primary goal is to predict calving events and classify calving types well in advance, facilitating timely and proactive interventions. Therefore, this system ultimately supports better animal welfare and more efficient farm management during the critical calving period.

This thesis is organized into five chapters. Chapter 1 provides an introduction to the research, detailing the background, objectives, and the main contributions of the study. Chapter 2 offers a comprehensive review of related work, examining previous approaches to cattle monitoring, as well as existing methods for detection, tracking, identification, and calving time prediction. Chapter 3 explains the methods and techniques used in this study, outlining the steps taken to achieve the research objectives. Chapter 4 presents the experimental results, including the implementation process and an analysis of the performance of the proposed system. Finally, Chapter 5 summarizes the findings, provides a discussion of the results, and presents the overall conclusions of the study.

In our research, we customized and fine-tuned the Detectron2 and YOLO models using cattle-specific datasets to create tailored frameworks for effective cattle face detection, whole-body detection and segmentation. These models efficiently filter out environmental noise, such as people and trucks, and were compared based on their ability to reduce missed detections and false positives. This ensures reliable and continuous monitoring of cattle in challenging farm environments. After that, we integrated the detection model with multiple deep learning tracking

algorithms. We developed a tracking algorithm named Customized Tracking Algorithm (CTA) to continuously track individual cattle and effectively handle various types of occlusion conditions. For cattle identification, we utilized and compared VGG16, ResNet50, ResNet101, and ResNet152 for feature extraction, and applied ten different machine learning classifiers for identification. After that, we integrated tracking and identification to ensure accurate re-identification of cattle by linking local and global IDs, even in situations with temporary occlusions or when multiple cattle are moving in proximity.

This research presents two approaches for predicting calving time and classifying calving type: **Approach 1:** AI-Driven Movement Rate Variability Analysis, **Approach 2**: Lying and Standing Behavior Classification, and **Approach 3**: Statistical Analysis. In **Approach 1**, Trajectory, Triangle Area, Moving Average, Poincare and Entropy were utilized for feature extraction. By integrating these diverse features, the system achieves a robust framework for accurately forecasting impending calving events. In **Approach 2**, ResNet50 was used for feature extraction, while Support Vector Machine (SVM) was employed for behavior classification. **Approach 3** involved three distinct movement features for each category. For calving type classification, the features Total Euclidean Distance (TD), Total Magnitude of Acceleration (TA), and Total Moving Average of Triangle Area (TMA) were utilized. For calving time prediction, we used Cumulative Euclidean Distance (CD), Cumulative Magnitude of Acceleration (CA), and Cumulative Moving Average of Triangle Area (CMA).

Experiments demonstrated an average detection accuracy of 98.70% and an average tracking and identification accuracy of 99.18% by successfully linking their corresponding IDs. **Approach 1** achieved 100% accuracy in predicting the calving time for all cattle within three hours before the event. **Approach 2** achieved an average accuracy of 96.79%, accurately predicting calving within the following 3 hours. For **Approach 3**, we achieved 100%, 95%, and 85% accuracy in classifying calving type and predicted their calving times with a precision of ± 6 hours, ± 9 hours, ± 8 hours, respectively. Our calving time monitoring system is fully automated, providing real-time updates and early warnings to farmers. Moreover, this enables timely interventions and enhances the management of calving events.

（注１） 論文博士の場合は、「専攻、入学年度」の欄には審査を受ける専攻のみを記入し、入学年度の記入は不要とする。
（注２） フォントは和文の場合 10.5 ポイントの明朝系、英文の場合 12 ポイントの times 系とする。
（注３） 学位論文題目が外国語の場合は日本語を併記すること。
（注４） 和文又は英文とする。

別紙様式７

（西暦）　2025 年　1 月　21 日

論 文 審 査 結 果 の 要 旨

専　　攻 入学年度	物質・情報工学　専 攻 （西暦）2022　年度（ 4 月）入学	氏 名	WAI HNIN EAINDRAR MG
論文題目	A Study on Real-time Cattle Monitoring System for Calving Time Prediction （牛の分娩開始時間予測のためのリアルタイムモニタリングシステムに関する研究）		

審査委員　職名及び氏名	主　査	教授　　Thi Thi Zin
	副　査	教授　　横田　光広
	副　査	教授　　山森　一人
	副　査	教授　　西脇　亜也
	副　査	教授　　田村　宏樹

審 査 結 果 の 要 旨（８００字以内）

現在、日本の畜産業では大規模化が進み、牛の分娩監視に多大な時間と労力を要しており、農家の負担が増大している。分娩は母牛と子牛にとって極めて重要なプロセスであり、分娩の早期かつ正確な予測は農家の迅速な対応を可能にし、リスク軽減や良好な分娩結果に直結する。しかし、従来の監視方法には、労力や精度・効率面で多くの課題が存在している。

本研究では、AI技術とコンピュータビジョンを活用し、これらの課題を解決するための革新的な手法を提案した。主な目的は、RGBカメラを用いて牛の分娩行動をモニタリングし、分娩開始時間の予測および難産の検知を可能とするシステムの開発である。

分娩房に設置したカメラから得られるデータを基に、Detectron2およびYOLOモデルをカスタマイズし、牛領域の検出およびセグメンテーションを行うフレームワークを構築した。このフレームワークにより、人や作業用機械などの環境ノイズを効果的に除去し、誤検出のリスクを低減した。また、深層学習を活用した「Customized Tracking Algorithm（CTA）」を提案し、牛の追跡精度を大幅に向上させた。識別にはVGG16やResNet50を用い、複数の分類器を比較検討したことで、遮蔽や複数頭の牛が近接する状況でも高精度な識別を実現した。

さらに、予測精度の向上を目指し、移動率変動分析、伏臥・立位行動分類、および統計解析を組み合わせることで、高精度な分娩開始予測と難産の早期検知を実現した。具体的には、試験牛20頭に対する3時間以内での分娩開始予測において、100%の精度を達成した。さらに、正常および異常分娩の予測において、85%以上の精度を達成した。本研究の成果は、分娩開始の予測および難産検知を通じて、畜産管理の効率性と実用性を大きく向上させるものであり、牛の福祉向上および農場経営の最適化への多大な貢献が期待される。

公聴会での発表および質疑応答も適切であり、本審査委員会は論文審査および最終試験に合格したと判定する。

（注１）論文題目が外国語の場合は日本語を併記すること。
（注２）最後に「公聴会での発表および質疑応答も適切であり、本審査委員会は論文審査および最終試験に合格したと判定する」という文言を統一して記載すること。
（注３）論文博士の場合は、「専攻、入学年度」の欄には審査を受ける専攻のみを記入し、入学年度の記入は不要とする。

氏　名	スーミャンノー SU MYAT NOE
本　籍	ミャンマー連邦共和国
学位記番号	農工総博甲第264号
学位の種類	博士（工学）
学位授与年月日	令和7年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当　（昭和28年文部省令第9号）
研究科	農学工学総合研究科
専　攻	物質・情報工学専攻
教育コース	数理情報工学教育コース
学位論文題目	A Study on Deep Learning-based Automated Detection and Tracking of Estrus Behavior in Black Cattle （深層学習による黒毛和牛の発情行動の自動検出および追跡に関する研究）
学位論文審査委員	主査　教授　Thi Thi Zin 副査　教授　横田 光広 副査　教授　岡崎　直宣 副査　教授　西脇 亜也 副査　准教授　中　良弘
主指導教員	教授　Thi Thi Zin

別紙様式３

学位論文の要旨

フリガナ 氏　　名	スーミャノー SU MYAT NOE
専　　攻 入学年度	宮崎大学大学院農学工学総合研究科博士後期課程 物質・情報工学専攻 （西暦）　　2022 年度（4 月）入学
学位論文 題　　目	A Study on Deep Learning-based Automated Detection and Tracking of Estrus Behavior in Black Cattle (深層学習による黒毛和牛の発情行動の自動検出および追跡に関する研究)

【論文の要旨】（和文の場合 1, 200 字程度、英文の場合 800 語程度）

This thesis focuses on addressing critical challenges in cattle monitoring systems, specifically targeting the detection and tracking of estrus behavior in black cattle. Accurate estrus identification is vital for optimizing breeding practices and enhancing reproductive efficiency, directly influencing the success of livestock management. Traditional monitoring methods are labor-intensive, time-consuming, and prone to errors, necessitating the development of automated and efficient solutions. This study introduces an innovative monitoring system leveraging RGB surveillance cameras, deep learning algorithms, and advanced computer vision techniques to overcome these limitations. By automating the detection and tracking process, this research aims to improve overall efficiency in cattle management systems.

The thesis is organized into six chapters. In Chapter 1, introduces the research background, main objectives, key contributions, and the overall structure of this thesis. This chapter highlights the motivations behind developing a more efficient and reliable monitoring system. Additionally, it outlines the flow of the research, emphasizing how each chapter contributes to building a comprehensive solution to the challenges in cattle detection and tracking.

In Chapter 2, delves into the relevant research areas, providing a thorough review of existing cattle monitoring technologies and exploring the various detection and tracking methods utilized in livestock management. This chapter examines prior research on estrus detection in cattle and compares approaches.

In Chapter 3, presents a detailed methodology for acquiring and processing video data to facilitate accurate detection and monitoring of Japanese Black cattle. The data acquisition process involves a strategic camera setup at Sumiyoshi Ranch, University of Miyazaki, to unobtrusively capture natural cattle behaviors while addressing environmental challenges such as lighting variations and occlusions. Additionally, the recorded video data were processed using advanced techniques to ensure high-quality inputs for model training and analysis. The chapter also emphasizes the implementation of cutting-edge automatic annotation workflows, leveraging state-of-the-art models such as Segment Anything Model (SAM), Grounding DINO, and DETIC. These automated tools significantly reduced the time and effort required for manual

annotation while maintaining consistency and accuracy, enabling the creation of robust datasets for training advanced detection and tracking algorithms.

In Chapter 4, explores the essential role of detection models in cattle monitoring systems through computer vision techniques. This chapter delves into the comparison and enhancement of various deep learning-based detection models, including YOLO versions from YOLOv5, YOLOv7, YOLOv8, as well as Mask R-CNN and Detectron2. Each model is evaluated based on critical metrics such as detection accuracy, processing speed, and overall efficiency to determine the most suitable approach for this application. Among these models, the YOLO family exhibited superior performance, which led to its selection for further refinement in tracking estrus behaviors.

In Chapter 5, explores advancing object tracking and estrus behavior detection for black cattle, addressing critical challenges like uniform appearances, occlusions, and environmental variations. A customized lightweight tracking algorithm (CTA) was proposed, achieving a high MOTA of 96.88% through optimized detection and re-matching strategies. For estrus detection, two methods were evaluated. Method 1, a feature-based calculation approach using instance segmentation and machine learning classifiers, achieved a high accuracy of 96% and demonstrated robustness in challenging scenarios. Method 2, a vision-language model-based approach, introduced zero-shot detection and automated behavior annotation but struggled with false positives in complex environments. Together, these innovations provide a scalable and efficient framework for precision livestock management, contributing to intelligent monitoring systems.

In Chapter 6, the proposed research is summarized, the overall effectiveness of the proposed system is described, and finally concluded by outlining its potential contributions and future directions.

In summary, this thesis makes significant advancements in cattle monitoring systems by addressing the challenges associated with detecting and tracking estrus behavior in black cattle. Through the development of specialized datasets and a Customized Tracking Algorithm (CTA), this research resolves key issues such as ID switching, ensuring high tracking precision and achieving a MOTA of 96.88%. The integration of advanced detection models, including vision-language-based and feature-calculation-based methods, provides reliable estrus detection, distinguishing between estrus and non-estrus cattle. Furthermore, the use of innovative techniques like large language models for annotation and YOLO-based detection models enhances the scalability and adaptability of the system. These contributions lay the groundwork for automated and intelligent livestock management solutions, improving efficiency and precision in modern cattle farming.

（注１） 論文博士の場合は、「専攻、入学年度」の欄には審査を受ける専攻のみを記入し、入学年度の記入は不要とする。
（注２） フォントは和文の場合 10.5 ポイントの明朝系、英文の場合 12 ポイントの times 系とする。
（注３） 学位論文題目が外国語の場合は日本語を併記すること。
（注４） 和文又は英文とする。

別紙様式７

（西暦）　2024 年　12 月　23 日

論 文 審 査 結 果 の 要 旨

専　　攻 入学年度	物質・情報工学　専 攻 （西暦）2022　年度（ 4 月）入学	氏 名	SU MYAT NOE
論 文 題 目	A Study on Deep Learning-based Automated Detection and Tracking of Estrus Behavior in Black Cattle （深層学習による黒毛和牛の発情行動の自動検出および追跡に関する研究）		
審査委員　職名及び氏名	主　査	教授	Thi Thi Zin
	副　査	教授	横田　光広
	副　査	教授	岡崎　直宣
	副　査	教授	西脇　亜也
	副　査	准教授	中　良弘

審 査 結 果 の 要 旨（８００字以内）

畜産業は日本の食料供給と経済を支える重要な産業であり、特に高齢化が進む農家において持続可能性が大きな課題となっている。中でも、家畜の繁殖管理は農家の負担の多くを占めており、ICTを活用した効率的な管理システムの構築が急務となっている。本研究は、黒毛和牛の発情行動を自動検出・追跡するシステムを開発し、繁殖管理の効率化を通じて農家の負担軽減に貢献することを目的としている。

本研究では、RGBカメラで取得した映像データを活用し、深層学習アルゴリズムと先進的なコンピュータビジョン技術を組み合わせた自動化システムを構築した。宮崎大学住吉フィールドに設置したカメラを用いて、多様な照明条件下でデータを収集するとともに、Segment Anything Model (SAM) などの自動アノテーション技術を導入し、高精度で効率的なデータセットの作成を実現した。

牛領域の検出においては、YOLOシリーズ、Mask R-CNN、Detectron2 など複数の深層学習モデルを比較し、検出精度、処理速度、全体的な効率の観点から評価を行った。その結果、YOLOファミリーが最適な手法として選定され、高精度かつ効率的な牛領域検出が可能となった。発情行動の追跡では、独自に改良したアルゴリズムを提案し、96.88% の MOTA (Multiple Object Tracking Accuracy) を達成した。このアルゴリズムにより、正確かつ効率的な行動追跡を実現した。また、発情行動の検出には、インスタンスセグメンテーションと機械学習分類器を組み合わせた手法を用い、96% の高精度を達成した。これにより、繁殖管理における重要なプロセスが自動化され、実用性の高いシステムの構築に成功した。

本研究は、ICTを活用した畜産業の効率化と自動化に対して重要な貢献を果たしており、その学術的および実用的意義は非常に高いと評価される。特に、深層学習技術を活用した革新的なアプローチは、農家の労働負担軽減と生産性向上に大きく寄与している。

公聴会での発表および質疑応答も適切であり、本審査委員会は論文審査および最終試験に合格したと判定する。

（注１）論文題目が外国語の場合は日本語を併記すること。
（注２）最後に「公聴会での発表および質疑応答も適切であり、本審査委員会は論文審査および最終試験に合格したと判定する」という文言を統一して記載すること。
（注３）論文博士の場合は、「専攻、入学年度」の欄には審査を受ける専攻のみを記入し、入学年度の記入は不要とする。