

# 博士學位論文

論文内容の要旨  
及び  
論文審査結果の要旨

令和3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3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	指導教員
		(ふりがな)氏名	本籍			
農工総博甲第177号	博士（農学）	いわきり こうじ 岩切 康二	宮崎県	農学工学総合研究科 (資源環境科学専攻)	暖温帯のヒノキ人工林における生物多様性に配慮した間伐手法に関する研究	伊藤 哲
農工総博甲第178号	博士（農学）	り しゅうらん 李 曉琴	中華人民共和国	農学工学総合研究科 (資源環境科学専攻)	チベット高原におけるヤクとヒツジの放牧が草地植生に及ぼす影響に関する研究	西脇垂也
農工総博甲第179号	博士（工学）	ばり いぶらひま じょなほう BARRY IBRAHIMA DJENABOU	ギニア共和国	農学工学総合研究科 (物質・情報工学専攻)	Numerical Study on Dispersion Characteristics of Square Lattice Photonic Crystal Fibers with a Germanium Doped Core (ゲルマニウムをドープしたコアを持つ正方フォトニック結晶ファイバの分散特性に関する数値的研究)	横田光広
農工総博甲第180号	博士（工学）	すみ こうすけ 須見 公祐	徳島県	農学工学総合研究科 (物質・情報工学専攻)	牛の分娩監視システムに関する研究	Thi Thi Zin
農工総博甲第181号	博士（農学）	り ぼくん LI BOKUN	中華人民共和国	農学工学総合研究科 (資源環境科学専攻)	Feasibility of non-tillage triple cropping for quality forage production in southern Kyushu, Japan (南九州における不耕起三毛作体系による高品質粗飼料生産の実現可能性)	石井康之
農工総博甲第182号	博士（学術）	ちゅう るおん とらい Chu Luong Tri	ベトナム社会主義共和国	農学工学総合研究科 (資源環境科学専攻)	Conversion of lignocellulose to biofuels using white-rot fungus and its co-culture with bacterium <i>Clostridium</i> (白色腐朽菌および <i>Clostridium</i> 属細菌との共培養によるリグノセルロースのバイオ燃料への変換)	亀井一郎
農工総博甲第183号	博士（学術）	ゆ ゆ かいん YU YU KHAING	ミャンマー連邦共和国	農学工学総合研究科 (資源環境科学専攻)	Biological and molecular pathological studies on interactions between host plant and cucumber mosaic virus (宿主植物とキュウリモザイクウイルス間の相互作用に関する生物学のおよび分子病理学的研究)	伊藤 哲
農工総博甲第184号	博士（農学）	あでい せていあわん Adi Setiawan	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)	Biodiversity conservation and clove oil productivity of mixed-culture systems in Indonesia (インドネシアの混合栽培システムにおける生物多様性保全機能とクローブオイル生産性)	竹下 稔
農工総博甲第185号	博士（農学）	おかむら しょう 岡村 洋	高知県	農学工学総合研究科 (生物機能応用科学専攻)	魚類におけるIL-17を中心とした腸管自然免疫機構の解明およびその役割	酒井正博
農工総博甲第186号	博士（農学）	もりもと なつき 森本 和月	熊本県	農学工学総合研究科 (生物機能応用科学専攻)	魚類における細菌感染症に対する炎症誘導機構の解明およびその役割	引間順一
農工総博甲第187号	博士（工学）	えでいた りさな ういださり EDITA ROSANA WIDASARI	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)	Study on Automatic Sleep Disorders Classification Using Electrocardiogram (心電信号を用いた睡眠障害の自動分類に関する研究)	淡野公一

氏 名 岩切 康二

本 籍 宮崎県

学位記番号 農工総博甲第177号

学位の種類 博士(農学)

学位授与年月日 令和3年3月23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 暖温帯のヒノキ人工林における生物多様性に配慮した間伐手法に関する研究

学位論文審査委員 主査 教授 伊藤 哲  
副査 教授 光田 靖  
副査 教授 高木正博  
副査 教授 鈴木祥広  
副査 准教授 平田令子

主指導教員 教授 伊藤 哲

## 学位論文の要旨

フリガナ 氏名	イワキリ コウジ 岩切 康二
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) 2013年度(4月)入学
学位論文 題目	暖温帯のヒノキ人工林における生物多様性に配慮した間伐手法に関する研究

## 【論文の要旨】

スギ・ヒノキ人工林に代表される単一樹種の大規模な植林は、地域の生物多様性を低下させてきた。一方、植林後の人工林内にも動植物が生育・生息しており、生物多様性の一部を支えていることから、生物多様性保全の観点から持続可能な人工林管理が求められている。間伐は人工林管理の重要な作業の一つであり、高品質な木材を生産するためだけではなく、生物多様性保全をはじめとする森林の多面的機能を将来にわたって十分に発揮させる上でも欠かせない作業である。近年は、従来の点状間伐に加えて列状間伐が広く採用されているが、これらの間伐手法の違いが生物多様性に与える影響は十分に評価されていない。本研究では、異なる間伐手法が 1)ヒノキ人工林の下層植生の衰退と回復、および2)ヒノキ人工林の昆虫相の短期的変化に与える影響の評価を通して、生物多様性保全に適した間伐手法を明らかにすることを目的とした。

まず、連続したヒノキ人工林に、点状間伐区、点状+列状間伐区、列状間伐、無間伐区を設置し、間伐前、間伐直後、間伐1年後の下層植生を比較した。間伐作業に伴い下層植生は攪乱を受けており、特に列状間伐を行った2調査区では低木個体数が著しく減少していた。間伐1年後の時点では、草本層は被度および種数の両方で間伐前の水準、もしくはそれ以上に回復していたが、低木層は回復していなかった。さらに草本層では、間伐1年後には種組成が照葉樹林型種から二次林型・開地型種に変化していた。以上の結果から、人工林低木層への侵入・定着に時間を要する照葉樹林型種(森林生植物種)の保全においては、高頻度の通常間伐で下層に何度も攪乱を起こすよりも、強度間伐によって一度で光環境を改善し長期的に維持することが効果的であると考えられた。一方、保全対象が草本層を中心とした二次林型・開地型種(里山種)の場合は、低頻度の強度間伐もしくは高頻度の通常間伐を行い、林床攪乱後の環境を持続させることが望ましいと考えられた。

次に、同様の間伐調査区において、間伐前、間伐直後、間伐1年後に昆虫相の調査を行い、異なる間伐手法が、物理環境と植生のどちらの変化を通して昆虫相の多様性に影響を与えるのかを評価した。間伐直後には間伐に伴う攪乱により下層植生が減少していたにもかかわらず、全間伐区で昆虫数は増加しており、植栽木の間伐による林内の光環境の変化や、下層植生の減少による林床の微気象の変化に昆虫が反応したと考えられた。間伐手法の違いでは、列状間伐、点状+列状間伐、点状間伐の順で個体数の増加率が高かった。以上の結果から、列状間伐は点状間伐と比較して、林冠のまとまった開放と下層植生の集中的な除去が林内環境を大きく変化させ、これが昆虫相の変化につながったと考えられた。

以上、本研究では異なる間伐手法に対する植物および昆虫の機能タイプごとの反応を分析することで、保全対象に応じた適切な間伐手法を提案した。

- (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。

(西暦) 2021年 2月 1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) 2013 年度 ( 4 月 ) 入学		氏名	岩切 康二
論文題目	暖温帯のヒノキ人工林における生物多様性に配慮した間伐手法に関する研究			
審査委員 職名及び氏名	主査	職名 教授	氏名 伊藤 哲	
	副査	職名 教授	氏名 光田 靖	
	副査	職名 教授	氏名 高木 正博	
	副査	職名 教授	氏名 鈴木 祥広	
	副査	職名 准教授	氏名 平田 令子	
審査結果の要旨 (800字以内)				
<p>スギ・ヒノキ人工林に代表される単一樹種植林は、地域の生物多様性を低下させてきているが、一方で、人工林内にも動植物が生育・生息し、生物多様性の一部を支えていることから、これらの生物多様性に配慮した持続可能な人工林管理が求められている。間伐は森林の多面的機能を発揮させる上で重要な人工林管理の作業である。近年は、従来の点状間伐に加えて列状間伐が広く採用されているが、これらの間伐手法の違いが生物多様性に与える影響は十分に評価されていなかった。本論文は、異なる間伐手法が下層植生および昆虫群集に与える影響の評価を通して、生物多様性保全に適した間伐手法を検討したものである。</p> <p>まず、ヒノキ人工林に点状・列状を組み合わせた間伐試験区を設置し、間伐前、間伐直後、間伐1年後の下層植生を比較した。その結果、間伐作業に伴う下層への攪乱が植物相の衰退と回復を左右する大きな要因であることを解明し、①人工林低木層への侵入・定着に時間を要する照葉樹林型植物種に対しては、高頻度の間伐で下層を何度も攪乱することを避け、強度間伐で一度に光環境を改善して長期的に維持することが効果的であること、②一方、里山種については、間伐による林床攪乱後の林床環境を持続させることが有効であることを明らかにした。</p> <p>次に、同じ間伐調査区において、昆虫相の変化調査を行い、異なる間伐手法が、物理環境と植生のどちらの変化を通して昆虫相の多様性に影響を与えるのかを評価した。その結果、昆虫相が餌資源である植生の変化よりも、間伐に伴う林内の物理環境の変化に強く反応すること、および列状間伐は林冠木および下層植生をまとめて集中的に除去することで林内環境を大きく変化させ、これが昆虫相の変化につながっていることを明らかにした。</p> <p>最後に、これらの結果に基づいて、機能タイプの異なる植物および昆虫相など、保全対象の違いに応じた適切な間伐手法を提案している。</p> <p>以上の結果は、異なる間伐手法に対する植物および昆虫の機能タイプごとの反応分析に基づいて、保全対象に応じた適切な間伐手法を提案した点で、価値の高い研究成果であると認められた。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。</p>				

(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	李 暁琴 <sup>リ ショウテン</sup>
本籍	中華人民共和国
学位記番号	農工総博甲第178号
学位の種類	博士(農学)
学位授与年月日	令和3年3月23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	チベット高原におけるヤクとヒツジの放牧が草地植生に及ぼす影響に関する研究
学位論文審査委員	主査 教授 西脇亜也 副査 教授 飛佐 学 副査 教授 鈴木祥広 副査 教授 井戸田幸子 副査 准教授 坂本信介
主指導教員	教授 西脇亜也

## 学位論文の要旨

フリガナ氏名	リ ショウチン 李 曉琴
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) 2014 年度 (4月) 入学
学位論文 題目	チベット高原におけるヤクとヒツジの放牧が草地植生に及ぼす影響に関する研究
<p>【論文の要旨】 (和文の場合1,200字程度、英文の場合800語程度)</p> <p>青海チベット高原では草地植生の荒廃が生じている。本論文の第1章では、この草地植生の荒廃は、裸地の増大による草量の減少によって家畜の生産量の減少をもたらしているが、荒廃の程度の詳細や荒廃原因については不明な点が多いことを論考した。</p> <p>荒廃の程度の詳細や荒廃原因について知るためには、現地における放牧密度と草地植生に関する詳細な調査が必要であると考えた。そこで、第2章では、青海省曲麻菜県の農家12戸に対して行った聞き取り調査により羊単位と放牧地面積から算出した放牧密度(羊単位/ha)を算出したところ、平均1.7頭/ha(0.1-4.1頭/ha)であり、この放牧密度は、他地域と同程度であった。最も放牧密度が高かった農家の放牧地(暖季放牧地)において植生調査を行った結果、<i>Stipa purpurea</i> や <i>Kobresia parva</i> などの良質な飼料草が優占する植生が維持されているが、地上部現存量は他地域よりも少なかった。各調査地点から寒季放牧地までの距離と裸地率との間には有意な負の相関が認められ、放牧地内での裸地発生による荒廃の程度には大きな空間的変異があることが示された。</p> <p>第2章での検討によって、暖季放牧地の放牧密度が通年にわたって高かったこと、もしくはヒツジの放牧が植生荒廃の原因であったことが示唆されたが、暖季放牧地は実際には通年にわたって混牧されているため、通年の放牧密度の高さやヒツジの放牧が植生の荒廃を進行させていたのか否かを知ることは困難である。そこで第3章では、第2章で植生調査を行った暖季放牧地にヤク放牧実験区とヒツジ放牧実験区を複数設定して放牧家畜間、ブロック間、調査回次間の裸地率の変動を調査することで、放牧地の荒廃要因を明らかにすることを試みた。放牧家畜とブロック、調査回次が裸地率に及ぼす影響を三元配置分散分析によって検討した。その結果、放牧家畜の違いによる草地の荒廃に与える影響の程度は検出されなかったが、ブロック間の差は検出されたことから空間的変動が大きいことと、調査回次による差は検出されたことから、放牧実験区設置後の時間経過と共に植生が回復したことが明らかとなった。ヒツジとヤクの放牧実験区外に隣接した暖季放牧地でも同様の調査を行った結果、放牧実験区とは異なり、時間経過と共に植生は回復しておらず、寒季の放牧が裸地率を増加させて草地植生を荒廃させた可能性が高いと考えられた。</p> <p>第4章では、以上の結果と既報の文献情報を総合的に検討し、放牧家畜種の違いよりも、暖季放牧地における寒季の放牧の方がこの地域の草地荒廃の原因となっている可能性が極めて高いと考えた。そして、草地荒廃を回復させるには、ローテーション放牧によって暖季放牧地における寒季の放牧圧を減少させる方策が必要であるとの結論を提示した。</p>	

- (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。

(西暦) 2021年 1月 26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) 2014年度(4月) 入学		氏名	李 暁琴
論文題目	チベット高原におけるヤクとヒツジの放牧が草地植生に及ぼす影響に関する研究			
審査委員 職名及び氏名	主査	職名 教授	氏名 西脇 亜也	
	副査	職名 教授	氏名 飛佐 学	
	副査	職名 教授	氏名 鈴木 祥広	
	副査	職名 教授	氏名 井戸田 幸子	
	副査	職名 准教授	氏名 坂本 信介	
審査結果の要旨(800字以内)				
<p>青海チベット高原では草地植生の荒廃が生じている。本論文の第1章では、この草地植生の荒廃は、家畜の生産量の減少をもたらしているが、荒廃の程度の詳細や荒廃原因については不明な点が多く、現地における放牧密度と草地植生に関する詳細な調査の必要性を示した。第2章では、青海省曲麻菜県の農家12戸に対して聞き取り調査を行なって放牧密度を算出し、最も放牧密度が高かった農家の放牧地(暖季放牧地)において植生調査を行った。その結果、他地域よりも裸地率が高く地上部現存量が少なく草地植生の荒廃が進行していることが明らかとなった。第3章では、暖季放牧地にヤク放牧実験区とヒツジ放牧実験区を複数設定して草地植生の荒廃要因を明らかにすることを試みた。放牧家畜種とブロック、調査回次が裸地率に及ぼす影響を三元配置分散分析によって検討した結果、放牧家畜種の違いによる草地の荒廃に与える影響の程度は検出されなかったが、ブロック間の差は検出されたことから空間的変動が大きいことと、調査回次による差は検出されたことから、放牧実験区設置後の時間経過と共に植生が回復したことが明らかとなった。ヒツジとヤクの放牧実験区に隣接した暖季放牧地でも同様の調査を行った結果、放牧実験区とは異なり、時間経過と共に植生は回復しておらず、冬季の放牧が裸地率を増加させて草地植生を荒廃させた可能性が高いと考えられた。第4章では、以上の結果と既報の文献情報を総合的に検討し、放牧家畜種の違いよりも、暖季放牧地における冬季の放牧の方がこの地域の草地植生の荒廃の原因となっている可能性が極めて高いと考えた。そして、草地植生の荒廃を回復させるには、ローテーション放牧によって暖季放牧地における冬季の放牧圧を減少させる方策が必要であるとの結論を提示した。</p> <p>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。</p>				

(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 バリ イブラヒマ ジェナボウ  
BARRY IBRAHIMA DJENABOU

本籍 ギニア共和国

学位記番号 農工総博甲第179号

学位の種類 博士(工学)

学位授与年月日 令和3年3月23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 Numerical Study on Dispersion Characteristics of Square Lattice Photonic Crystal Fibers with a Germanium Doped Core  
(ゲルマニウムをドーピングしたコアを持つ正方フォトニック結晶ファイバの分散特性に関する数値的研究)

学位論文審査委員 主査 教授 横田光広  
副査 教授 穂高一条  
副査 准教授 荒井昌和  
副査 教授 鉄村琢哉  
副査 教授 Thi Thi Zin

主指導教員 教授 横田光広

## 学位論文の要旨

フリガナ 氏名	バリ イブラヒマ ジェナボウ BARRY IBRAHIMA DJENABOU
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) 2017年度(4月)入学
学位論文 題目	Numerical Study on Dispersion Characteristics of Square Lattice Photonic Crystal Fibers with a Germanium Doped Core (ゲルマニウムをドーピングしたコアを持つ正方フォトニック結晶ファイバの分散特性に関する数値的研究)
<p><b>【論文の要旨】</b> (和文の場合1,200字程度、英文の場合800語程度)</p> <p>Day-by-day, the field of optical fiber communication is getting more and more modernized. Many investigations have been done to solve some of the problems and, many types of photonic crystal fibers yielding different types of high-quality characteristics have been proposed and some successfully fabricated. The invention of the photonic crystal fiber has solved one of the greatest difficulties encountered in the field of telecommunication, which is the control of the dispersion in fibers. The microstructure fiber or photonic crystal fiber is a recent type of fiber obtained from a waveguide by simply removing an air-hole in the center which represent the core of the fiber.</p> <p>In this research, the square lattice arranged air-holes is adopted because of the square lattice photonic crystal fiber is better in times of astonish properties and surpassing the triangular lattice photonic crystal fiber for high power treatment. The microstructure fibers or photonic crystal fiber can achieve many properties which cannot be achieved in the conventional fibers, this can be explained because of the unique structure of the photonic crystal fibers. The designed structures have been chosen for a proposal to get a flattened dispersion and a low confinement loss. We numerically examined the properties of designed microstructure photonic crystal fibers by using two numerical methods, the plane wave expansion (PWE) method and the finite difference time domain (FDTD) method.</p> <p>The dissertation is composed as follows:</p> <p>Chapter I the background of the study is introduced. A general introduction is giving on the different types of photonic crystal fibers and their applications in the modern technology. Finally, the thesis is introduced.</p> <p>Chapter II explains in detail the theory, or the methodologies used for the simulation, the plane wave expansion (PWE) method is first discussed. The second numerical method, the finite difference time domain (FDTD) method is explained in detail.</p> <p>Chapter III introduces the numerical analysis of the properties of a designed microstructure fiber with four (4) rings of holes around the core by using the finite difference time domain (FDTD) method. In the first part of the chapter a description of the cross-section of the proposed fiber is done. The refractive index distribution and the fundamental mode in the two (2) dimensional cross-sections of the proposed fiber are calculated. Furthermore, the simulation results are discussed, the diameter of the core is arranged as <math>d_c=2\Lambda-d</math>, where <math>\Lambda</math> is the pitch and <math>d</math> diameter of the air-holes. After simulations, we got a dispersion low as 0.0494 (ps/Km. nm) and a confinement loss also low as <math>2.6 \times 10^{-7}</math> (dB/m) at a wavelength of 1.55 <math>\mu\text{m}</math>. At 0.8 <math>\mu\text{m}</math> we obtained a nonlinearity high as 60.95 (1/km. w) and a strong guiding light. We observed that the small air-holes inserted at the cladding have a little effect on the dispersion and the confinement loss. Therefore, the third ring air-holes can be used to control the dispersion in the proposed square lattice photonic crystal fiber.</p>	

Chapter IV introduces the numerical analysis of the dispersion characteristics of two designed microstructure fibers with six (6) rings of holes by using the plane wave expansion (PWE) method. The description of the two structures is done in the first part of this chapter, showing in the first structure, the third ring in the cladding is formed by small diameter circular air-holes. In the second fiber, the third ring is formed by large diameter circular air-holes and in both fibers, the first ring around the germanium doped core is formed by elliptical air-holes filled with ethanol. Additionally, the dispersion diagrams of the fibers are calculated. The distribution of the reciprocal refractive index in the cross-sections and the field distribution of the proposed fibers are shown and explained. Finally, a comparison study is done between the two designed fibers.

Chapter V we made a summary of the thesis. In the same chapter a conclusion is given on the numerical analysis of the properties of a designed microstructure fiber with four (4) rings of holes around the core by using the finite difference time domain (FDTD) method and the conclusion of the numerical analysis of the dispersion characteristics of two designed microstructure fibers with six (6) rings of holes by using the plane wave expansion (PWE) method. A Comparative of the two used methods is explained in this chapter. Finally, a future work is given in detail.

- (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。

(西暦) 2021年 1月 13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) 2017年度(4月)入学	氏名	BARRY IBRAHIMA DJENABOU
論文題目	Numerical Study on Dispersion Characteristics of Square Lattice Photonic Crystal Fibers with a Germanium Doped Core (ゲルマニウムをドーブしたコアを持つ正方フォトニック結晶ファイバの分散特性に関する数値的研究)		
審査委員 職名及び氏名	主査	教授 横田 光広	
	副査	教授 穂高 一条	
	副査	准教授 荒井 昌和	
	副査	教授 鉄村 琢哉	
	副査	教授 Thi Thi Zin	
審査結果の要旨(800字以内)			
<p>通常の光ファイバは高屈折率のコアとその外側に屈折率の低いクラッドにより囲まれた構造となっている。光ファイバ通信において、分散や光の閉じ込め損失は、評価指標の1つになっている。波長や光分布(モード)により光が伝搬する速度が異なる分散を小さくすることは、光ファイバ通信での解決すべき課題の1つである。分散を小さくする1つの方法として、1つのモード(シングルモード)だけが伝搬するようにコアの大きさを小さくする構造が採用されている。しかし、多くの情報を伝送する場合、使用波長が長くなりそれに応じて光分布が広がってくるため、分散が大きくなる。これらの課題を解決する方法の1つとして、光ファイバ断面に空孔や高屈折率ガラスを規則的・周期的に配列した構造を持つフォトニック結晶ファイバが提案されている。</p> <p>本論文では、空孔を縦・横方向に等間隔に配置した正方フォトニック結晶ファイバにおける分散特性と閉じ込め損失特性について、平面波展開法と有限差分時間領域法を用いて数値的に検討している。コア部にゲルマニウムをドーブし、コア周辺に形状や異なる大きさの空孔を持つ構造を提案し、波長が<math>1.55[\mu\text{m}]</math>において分散が<math>0.0494[\text{ps}/\text{km}/\text{nm}]</math>及び閉じ込め損失<math>2.6 \times 10^{-4} [\text{dB}/\text{km}]</math>が得られ、通常の光ファイバの分散<math>17[\text{ps}/\text{km}/\text{nm}]</math>及び閉じ込め損失<math>0.22[\text{dB}/\text{km}]</math>より小さくなることを示している。さらに、コアからの第3層目の空孔の大きさを変化させた場合の分散特性やバンド構造を検討している。第3層の空孔の半径の大きさ及び波長が<math>0.31[\mu\text{m}]</math>及び<math>1.55[\mu\text{m}]</math>において、分散が<math>-2.42[\text{ps}/\text{km}/\text{nm}]</math>と得られ、通常の光ファイバの<math>17[\text{ps}/\text{km}/\text{nm}]</math>より小さいことを明らかにしている。なお、第3層の空孔の半径の大きさに関係なく周波数に対して平坦な負の分散特性を持つことを示している。また、第3層目の空孔の大きさが大きい場合に分散が大きくなり、バンドギャップが大きく開くことを明らかにしている。</p> <p>本論文で検討している正方フォトニック結晶ファイバは、光ファイバ通信の評価で重要となる1つの指標である分散特性及び閉じ込め損失がこれまで報告されているそれらより優れていることを数値的に示した。得られたデータはフォトニック結晶ファイバを製作する際に有用となることが期待される。</p> <p>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。</p>			

(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 須見 公祐

本籍 徳島県

学位記番号 農工総博甲第180号

学位の種類 博士(工学)

学位授与年月日 令和3年3月23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 牛の分娩監視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	西脇亜也
	副査	教授	岡崎直宣
	副査	教授	椋木雅之

主指導教員 教授 Thi Thi Zin

## 学位論文の要旨

フリガナ氏名	スミ コウスケ 須見 公祐
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) 2017年度(4月)入学
学位論文 題目	牛の分娩監視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)

近年の高齢化・大規模化により牛農家への負担が増加傾向にある。そこで、温度センサや加速度センサ等を用いることによって分娩監視システムが開発・研究されている。しかしながら、家畜に与えるストレスが高く、感染症の原因にもなる。本研究では、非接触・非侵襲での牛のモニタリングシステムの構築を目指して、核となる要素技術の一つである、画像処理技術を用いた牛の分娩監視システムの開発に取り組んだ。

本論文は、六章で構成されている。第一章では、牛のICTモニタリングについて述べる。本章では、高齢化・大規模化による農家への負担の増加等の問題点について述べる。次に第二章では、分娩に焦点を当て、目指している分娩監視システムの定義と重要性を述べる。本章では、分娩兆候を知るために目視で行われた観察結果と3次元加速度センサや温度センサ等を用いた牛の分娩行動分析から得られた知見についてまとめる。また、接触型センサを使用する際の問題点について述べるとともに、非接触型のICT機器を用いた牛の分娩監視システムの定義及び具体的な達成目標について述べる。

第三章では、分娩予測のための特徴量抽出について述べる。本章では、牛が分娩前に落ち着きがなくなることから移動量が増加することや尻尾が上がるなどの分娩前後の特徴的な行動について説明する。本論文では、分娩前特徴の中でも、3つの特徴(移動量、尻尾を上げる、姿勢変化)に焦点を当てて動画像の中から特徴抽出を行った。移動量・尻尾を上げる特徴に関してはRGBカメラを、姿勢変化の特徴に関しては3Dカメラを、用いた。まず、1つ目の移動量抽出に関しては、関心領域を自動的に設定した後に、フレーム間差分と2値化処理を行うことで、得られた白ピクセルの総数を時間毎に抽出し、2次微分を行うことで移動量の特徴を抽出した。2つ目の尻尾を上げる特徴では、背景差分によって得られた前景領域を回転処理した後に、両端の画像を抜き出した画像に対して4つの特徴を用いることで尻尾が上がっているかどうかを判断した。最後の特徴の姿勢変化では、背景差分で得られた前景領域を距離データと組み合わせることで背中の高さを抽出した。その後、姿勢判断に関しては、SVM(Support Vector Machine)を用いることで時間毎に認識を行い、時系列データから姿勢変化の特徴を抽出した。

第四章では、分娩開始時間の予測について述べる。第三章で抽出した“姿勢変化”のデータに関して、対数回帰モデル及び自己回帰モデルを用いることでモデル化し、ポアソン分布を用いることで分娩開始時間を予測した。さらに、第五章では、実験環境及び結果を示す。結果として、移動量特徴では分娩開始2時間前のデータと8時間以上前のデータを比べることによって有効性を示した。尻尾を上げる特徴に関しては、分娩行動と通常行動を分けて実験を行い、テストデータに対して、認識精度88%を得た。また、姿勢変化の特徴に対してポアソン分布等を用いた分娩開始予測では、6時間前から高確率で分娩が行われることを予測することができた。最後に、第六章で考察及び結論をまとめる。

(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。

## 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) 2017 年度 (4月) 入学	氏名	須見 公祐
論文題目	牛の分娩監視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	西脇 亜也
	副査	教授	岡崎 直宣
	副査	教授	椋木 雅之
審査結果の要旨 (800字以内)			
<p>近年の高齢化・大規模化により牛農家への負担が増加傾向にある。そこで、温度センサーや加速度センサー等を用いた分娩監視システムが開発・研究されている。しかしながら、家畜に与えるストレスが高く、感染症の原因にもなる。本研究では、非接触・非侵襲での牛のモニタリングシステム構築のための核となる要素技術の一つである、画像処理技術を用いた牛の分娩監視システムの開発に取り組んできた。本論文は、分娩監視における特徴量抽出と分娩開始時刻の予測の大きく2つの要素から成り立っている。</p> <p>分娩監視における特徴量抽出では、「移動量(分娩前になると移動する量が増加する)」、「尾上げ行動(尾上げ頻度が増す)」、「姿勢変化特徴(立つ・座るを繰り返す)」の3つの特徴に焦点を当てて行った。移動量・尻尾を上げる特徴に関してはRGBカメラを、姿勢変化の特徴に関しては3Dカメラを用いた。1つ目の移動量抽出に関しては、時間方向に差分を行うことで移動量の特徴を抽出し、分娩開始2時間前のデータと8時間以上前のデータを比べることによって顕著な差異を明らかにしている。次に、尻尾を上げる特徴に関しては、分娩行動と通常行動を分けて実験を行い、テストデータに対して、認識精度88%を得ている。最後の特徴の姿勢変化では、背景差分で得られた前景領域を距離データと組み合わせることで背中の高さを抽出した。その後、姿勢判断にSVM(Support Vector Machine)を用いることで時間毎に認識を行い、時系列データから姿勢変化の特徴を抽出した。この抽出方法に関して、分娩1~2時間前の急激な姿勢変化回数の増加を検知することができ、有効性を示した。そして、“姿勢変化”のデータに関して、対数回帰モデル及び自己回帰モデルを用いることでモデル化し、生存分析の概念を利用することで分娩開始時刻を予測した。結果として、各モデルの分娩12時間前の確率は、25頭の平均で自己回帰モデルは98.0%、対数回帰モデルは87.3%となり、対数回帰モデルより自己回帰モデルの方が姿勢変化回数を牛の分娩開始時刻予測に有効であることを示している。本研究は、高齢者・大規模化が進む畜産農家にとって必要とされている技術であり、従来開発されてきた単なるカメラ映像の伝送では解決されなかった常時モニタリングの負担が軽減され、今後の畜産農家の経営に大きく貢献する。</p> <p>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。</p>			

(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 リ <sup>ボクン</sup>  
LI BOKUN

本籍 中華人民共和国

学位記番号 農工総博甲第181号

学位の種類 博士(農学)

学位授与年月日 令和3年3月23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 Feasibility of non-tillage triple cropping for quality forage  
production in southern Kyushu, Japan  
(南九州における不耕起三毛作体系による高品質粗飼料生産の実現  
可能性)

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 井戸田幸子  
副査 教授 飛佐 学  
副査 講師 石垣元気

主指導教員 教授 石井康之

## 学位論文の要旨

フリガナ 氏 名	リ ボクン LI BOKUN
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) 2018年度 ( 4月) 入学
学位論文 題 目	Feasibility of non-tillage triple cropping for quality forage production in southern Kyushu, Japan (南九州における不耕起三毛作体系による高品質粗飼料生産の実現可能性)

Sustainable and productive cropping systems for animal feed is essential to develop a continuous livestock production. However, in eastern Asian countries, animal production, which largely depends on imported concentrates, faces unstable factors, such as a variable and increasing prices of imported feeds due to adverse climatic conditions in producing countries, competition from bio-fuel feedstuffs, and unfavorable foreign exchange rates and price of petroleum for farm machinery operation. Increasing and strengthening a self-sufficient supply of herbage production could be achieved by increasing yield, quality and times of cropping (multi-crop production). In addition, no-tillage in cropping systems contributes to labor saving and land conservation. As part of innovative approaches to achieve this goal, establishment of a multiple-cropping non-tillage system is needed to be accomplished in southern Kyushu. Therefore, the objectives of this study were to assess the feasibility of a triple cropping of spring maize (*Zea mays*), pearl millet (*Pennisetum typhoides*) and late-summer sown Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) combination for growth attributes, yielding ability and forage quality at several sites in Miyazaki, southern Kyushu for three years in 2016–2019.

In Chapter 2, a triple cropping system, combining spring-maize, pearl millet and twice-cut blast disease resistant Italian ryegrass, was examined for the 2016–2017 and 2017–2018 growing seasons at Miyazaki site. The three crops were not negatively affected by disease infection or climatic disasters such as typhoon and heavy rainfall. Annual dry matter (DM) yield of the triple crops was 4,100 g DM/m<sup>2</sup> and 4,350 g DM/m<sup>2</sup> in the first and second cropping seasons, respectively. Total digestible nutrients (TDN) for spring-maize, pearl millet and Italian ryegrass was 66.9–68.2%, 60% and 68.7–71.6%, respectively, in the first season and 73.7%–76.8%, 67.9% and 59.5–68.6%, respectively, in the second season. Therefore, an annual TDN yield lead to 2,360 and 2,940 g/m<sup>2</sup> in the first and second season, respectively, suggesting that the present established triple cropping system was feasible for obtaining high and digestible forage production in the region.

Non-tillage cultivation was needed to be examined for the feasibility of this triple cropping season, at Kobayashi and Kawaminami sites for the two-year study in addition with one-year study at Miyazaki site, examined in Chapter 3. Combination of crops was spring maize, pearl millet and twice-cut Italian ryegrass, the same as in Chapter 2, in the 2017–2018 season, and mixed cropping of maize with sorghum (*Sorghum bicolor*) and pearl millet with regrown sorghum, followed by twice-cut Italian ryegrass in the 2018–2019 growing season.

Kobayashi site, annual DM yields were 3,960 and 4,020 g/m<sup>2</sup> in the 2017–2018 and 2018–2019 season, respectively, almost similar with those under the previous tillage cultivation at Miyazaki site in the 2016–2018 seasons. At Kawaminami site, annual yields were reduced to 3,020 and 3,320 g DM/m<sup>2</sup> in the 2017–2018 and 2018–2019 season, respectively, mainly due to weed invasion into maize crop fields in missing timely herbicide supply at the seedling stage in the 2017–2018 season. TDN yields ranged in 1,990 – 2,190g/m<sup>2</sup> in the 2018–2019 season at Miyazaki site, 2,670 and 2,410 g/m<sup>2</sup> in the 2017–2018 and 2018–2019 season, respectively, at Kobayashi site, and 1,680 – 1,980 and 2,040 – 2,100 g/m<sup>2</sup> in the 2017–2018 and 2018–2019 season, respectively, at Kawaminami site. Therefore, the present non-tillage triple cropping of forage production can be adapted to gain around 4 Mg DM/ha and 2 – 2.5 Mg TDN/ha, if the optimum weed management should be applied, and the present cropping system can successfully avoid the yield loss due to the several typhoon attack between July to September in the regions.

Pearl millet is an annual summer forage that exhibits ideal DM productivity in mid-summer. Since seasonal productivity of the crop is not accurately known, it is necessary to clarify whether the crop is a suitable substitute crop for an early-harvested maize, as this would stabilize annual total forage yields before the winter crop is sown. In Chapter 4, productivity of pearl millet was examined by sowing four times at five-week intervals from mid-May to early September. For sowings in mid-May, mid-June and late July, pearl millet (cv. Natsu Italian) reached the stem-elongation 10, 10 and 8 weeks after sowing, respectively, while sown in early September, the crop reached the heading 8 weeks after sowing, probably due to short-day sensitivity of the genotype. Crop growth rate (CGR) peaked at 19.1 g DM/m<sup>2</sup>/day in the late-July sowing, higher than CGRs at approximately 16 g DM/m<sup>2</sup>/day among the other sowing times. TDN yields maintained in 7.3 – 7.7 Mg/ha in sowing from mid-May to late July, which was almost 70% of TDN yields in the spring-maize crops, while it was dropped to 4.4 Mg/ha in early-September sowing, It is suggested that the present pearl millet cultivar with 2-3 month growth can be used as a substitute for early-harvested maize in the summer cropping in the region.

Establishment of a multiple-cropping non-tillage forage production system is discussed for accomplishment in southern Kyushu.

- (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。

(西暦) 2021年 2月 1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) 2018年度 (4月) 入学	氏名	LI BOKUN
論文題目	Feasibility of non-tillage triple cropping for quality forage production in southern Kyushu, Japan (南九州における不耕起三毛作体系による高品質粗飼料生産の実現可能性)		
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 井戸田 幸子	
	副査	職名 教授 氏名 飛佐 学	
	副査	職名 講師 氏名 石垣 元気	
審査結果の要旨 (800字以内)			
<p>近年、中国や日本を含む東アジアの諸国では、増大する畜産物の需要に応えるため、輸入飼料の依存度を高めているが、気候変動等の要因により、自国での粗飼料自給の必要性が高まっている。そのため、年間の作付け回数を増すこと、濃厚飼料の代替となる高品質の粗飼料を生産すること、作期毎の省力化のため不耕起体系を導入することなどが求められる。南九州で以上のような目的に合致する自給粗飼料生産体系として、本論文では春播きの飼料用トウモロコシ-夏播きの暖地型牧草パールミレット-晩夏播きの寒地型牧草イタリアンライグラスの初冬および早春の2回刈りによる年間3毛作4回収穫体系を提案し、その生育、収量、栄養品質を測定するとともに、不耕起体系の適応性を、宮崎県内3試験地において検討した。</p> <p>本論文では第1章総合緒言での既往研究のReviewに続き、第2章では宮崎市において、本作付け体系を2か年間耕起体系により検討したところ、年間乾物収量がha当たり40トンを超え、各作物のTDN含量も60~70%台と高く、TDN収量は23トン以上で従来体系を15%以上上回ることを明らかにした。本章は参考論文1のAgronomyに掲載された。</p> <p>第3章では、本体系の不耕起栽培を、宮崎県内の3試験地で複数年にわたり検討し、第2章と同程度のha当たり乾物収量が40トン、TDN収量が25トンを超える試験地があった一方、実規模の不耕起機械化体系では、乾物収量がha当たり30~33トン、TDN収量が20~25トンに留まる試験地が認められた。この減収の要因は、播種直後の春雑草の繁茂にあり、適期における除草剤散布の必要性を提起した。</p> <p>第4章では、本体系で盛夏期に組み込んだパールミレットの作期移動による季節生産性を確認し、5月から本体系における7月下旬までの播種では、2ないし3ヶ月の生育期間で、ha当たり約7.5トンのTDN収量、すなわち春トウモロコシの約70%の栄養収量を挙げ、高品質で高い生産性を有することを示した。本章は、参考論文2のWulfenia Journalに掲載された。</p> <p>最後に本研究の成果から、気候変動への対応、混播体系、青刈作物の季節生産性および不耕起体系の導入等の種々の観点を論議し、南九州において高品質で高い収量性が確保できる粗飼料生産体系の実現可能性を提起した。</p> <p>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。</p>			

(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	チュウ ルオン トライ Chu Luong Tri
本籍	ベトナム社会主義共和国
学位記番号	農工総博甲第182号
学位の種類	博士(学術)
学位授与年月日	令和3年3月23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	Conversion of lignocellulose to biofuels using white-rot fungus and its co-culture with bacterium <i>Clostridium</i> (白色腐朽菌および <i>Clostridium</i> 属細菌との共培養によるリグノセルロースのバイオ燃料への変換)
学位論文審査委員	主査 教授 亀井一郎 副査 教授 雉子谷佳男 副査 教授 山崎正夫 副査 准教授 菅本和寛 副査 准教授 井上謙吾
主指導教員	教授 亀井一郎

## 学位論文の要旨

フリガナ 氏名	チュウ ルオン トライ Chu Luong Tri
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) 2018年度 (4月) 入学
学位論文 題目	Conversion of lignocellulose to biofuels using white-rot fungus and its co-culture with bacterium <i>Clostridium</i> (白色腐朽菌および <i>Clostridium</i> 属細菌との共培養によるリグノセルロース のバイオ燃料への変換)
<p>【論文の要旨】 (和文の場合 1,200 字程度、英文の場合 8 0 0 語程度)</p> <p>With the high portion of polysaccharides (cellulose and hemicellulose) in chemical composition, lignocellulose is a potential renewable source for biofuel production. In this production, these polysaccharides are expected to be hydrolyzed to fermentable sugars (hexoses and pentoses). After that, these fermentable sugars are utilized to produce ethanol or butanol by microbial fermentation. This utilization is not only giving economical benefits but also reducing environmental pollutions, leading to more sustainable human socials. However, this biofuel conversion is facing a challenge caused by the presence of lignin in the recalcitrant structure of lignocellulose.</p> <p>Lignin is one of the most complex aromatic compounds in nature. In native form, lignin is played the role likely hardened cement paste between the polysaccharides, which could avoid the attacks from microorganisms to polysaccharides. To break down this recalcitrance, the first step in biofuels production from lignocellulose, named pretreatment, is needed.</p> <p>After pretreatment, the pretreated lignocellulose with a high content of polysaccharides is subjected to the next step in biofuel production: saccharification and fermentation. Among the microorganisms, it was reported that several white-rot fungi are powerful candidates in the simultaneous saccharification of both cellulose and hemicellulose to fermentable sugar hexoses and pentoses, and co-fermentation of these sugars to ethanol. Recently, the development of a biological process that integrated both lignin degradation, saccharification, and fermentation using white-rot fungus <i>Phlebia</i> sp. MG-60 to produce ethanol from hardwood directly was reported. In Chapter 1 of the present thesis, the background and the recent progress on biofuel production from lignocellulosic materials were reviewed.</p> <p>In Chapter 2, the study about ethanol production from lignocellulose, the combination of alkaline pretreatment and white-rot fungal <i>Phlebia</i> sp. MG-60 saccharification &amp; fermentation was conducted to examine ethanol production from the abundant lignocellulose - Japanese bamboo (<i>Phyllostachys edulis</i>). It was revealed that the sodium hydroxide pretreatment (0.0-7.0% w/v) showed the removal of lignin and increase of polysaccharides in the chemical composition of bamboo stem substrates. Not only that, but the alkaline pretreatment also improved the saccharification rate of bamboo, leading to higher efficiency in conversion of pretreated bamboo to ethanol by fermentation of white-rot fungus <i>Phlebia</i> sp. MG-60.</p> <p>Among biofuels, butanol has a higher heating value than ethanol, however, butanol production is only obtained by the Acetone – Butanol – Ethanol fermentation (ABE fermentation) from mono- or di-saccharides by the bacterium <i>Clostridium</i>. Aiming to produce butanol from cheaper carbon sources, the co-culture of white-rot fungus</p>	

*Phlebia* sp. MG-60-P2 or its genetic transformant (fungal line KO77 with the inhibition of ethanol fermentation) and bacterium *Clostridium saccharoperbutylacetonicum* was focused on in Chapter 3. The fungus-bacterium co-culture showed success in direct butanol production from Unbleached Hardwood Kraft Pulp (UHKP). The characteristics of co-culture proved that UHKP could be hydrolyzed to glucose and cellobiose by fungal cellulase enzymes. Simultaneously, the bacterium could metabolize these fermentable sugars to produce butanol. Besides, in the co-culture of fungal transformant line KO77 and *C. saccharoperbutylacetonicum* the inhibition of fungal ethanol fermentation led to the shift of utilizing fermentable sugars to bacterial butanol fermentation. Also, the co-culture accelerated the saccharification rate of UHKP, reducing the time course of the conversion, which was explained by the removal of glucose and cellobiose by bacterium metabolism.

The success in the direct butanol production from cellulose promotes the establishment of an intensive study on biofuels production from pretreated lignocellulose. In Chapter 4, the utilization of sodium hydroxide pretreated Japanese bamboo (*Phyllostachys edulis*) using co-culture of *Phlebia* sp. MG-60-P2 and *C. saccharoperbutylacetonicum* were examined. The data elucidated that *C. saccharoperbutylacetonicum* can partly metabolize hemicellulose in NaOH pretreated bamboo to biofuels. More important, the co-culture with fungus *Phlebia* sp. MG-60-P2 has significantly improved the production yield of butanol, acetone, and ethanol. This improvement was explained by the synergistic effects of the bacterial fermentation of hexose and pentose, and the fungal saccharifications of cellulose and hemicellulose from bamboo substrates.

The outcome from studies on biofuel production from lignocellulose using microorganisms significantly contributes to the knowledge of the conversion of lignocellulose to biofuels. In further research, the conversion of lignin and other minor compounds, such as extractives, in lignocellulose into valuable chemicals is considered.

- (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。

(西暦) 2021年 1月 25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) 2018年度(4月)入学	氏名	Chu Luong Tri
論文題目	Conversion of lignocellulose to biofuels using white-rot fungus and its co-culture with bacterium <i>Clostridium</i> (白色腐朽菌および <i>Clostridium</i> 属細菌との共培養によるリグノセルロースのバイオ燃料への変換)		
審査委員 職名及び氏名	主査	教授	亀井 一郎
	副査	教授	雉子谷 佳男
	副査	教授	山崎 正夫
	副査	准教授	菅本 和寛
	副査	准教授	井上 謙吾
審査結果の要旨(800字以内)			
<p>地球温暖化問題が顕在化している今日において、化石資源に代わってバイオマス由来の燃料や化成品の必要性が高まっている。特に食料と競合しないリグノセルロース由来のバイオ燃料生産への期待が高まっているが、バイオマスからのリグニンの除去や、セルロースの加水分解に必要なセルラーゼが高コストであるなど解決すべき問題が存在しており、各プロセスを微生物反応に統合することが求められている。本論文は、リグニン分解、セルロースの加水分解および発酵の能力を持つ白色腐朽菌<i>Phlebia</i> sp. MG-60および、異種微生物との共培養を用いて、竹紛やクラフトパルプをリグノセルロース基質としたバイオ燃料生産が検討された。</p> <p>Chu Luong Tri氏は、まず異なる濃度の水酸化ナトリウム溶液を用いて竹紛を処理し主成分の組成変化を明らかにした。さらに処理済の竹紛を用いて酵素糖化効率および<i>Phlebia</i> sp. MG-60株によるエタノール発酵性を調査し、酵素糖化効率およびエタノール発酵性が向上することを見出した。また、少量のセルラーゼ添加により<i>Phlebia</i> sp. MG-60による発酵効率が上昇することを明らかにした。</p> <p>次に、エタノール以外のバイオ燃料としてブタノールに着目した。<i>Phlebia</i> sp. MG-60株と偏性嫌気性細菌<i>Clostridium saccharoperbutylacetonicum</i>を、セルロースを基質として嫌気条件下で共培養すると、セルロースをブタノールへと変換できることを明らかにした。一般に好気性菌とされる白色腐朽菌と嫌気性細菌との共培養が可能であること自体が驚くべきことであるが、さらに興味深いことに、<i>Clostridium</i>属細菌を共培養すると、<i>Phlebia</i> sp. MG-60株によるセルロースの加水分解が促進される現象が明らかとなった。</p> <p>最後に、確立した水酸化ナトリウムによる竹紛の前処理と、白色腐朽菌と嫌気性細菌の共培養系を組み合わせて、竹紛からのブタノール発酵を試みた。その結果、<i>Clostridium</i>属細菌のみの単独培養と比較して、白色腐朽菌と共培養によりブタノール生産が向上することが示された。</p> <p>以上、リグノセルロースからのバイオ燃料生産に白色腐朽菌と嫌気性細菌の共培養が有効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。</p>			

(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 ユ ユ カイン  
YU YU KHAING

本籍 ミャンマー連邦共和国

学位記番号 農工総博甲第183号

学位の種類 博士(学術)

学位授与年月日 令和3年3月23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 Biological and molecular pathological studies on interactions  
between host plant and cucumber mosaic virus  
(宿主植物とキュウリモザイクウイルス間の相互作用に関する生物学的および分子病理学的研究)

学位論文審査委員	主査	教授	竹下 稔
	副査	教授	大野和朗
	副査	教授	鉄村琢哉
	副査	准教授	大西 修
	副査	准教授	増田順一郎

主指導教員 教授 竹下 稔

## 学位論文の要旨

フリガナ 氏 名	ユ ユ カイン YU YU KHAING
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) 2018 年度 ( 4 月) 入学
学位論文 題 目	Biological and molecular pathological studies on interactions between host plant and cucumber mosaic virus (宿主植物とキュウリモザイクウイルス間の相互作用に関する生物学 的および分子病理学的研究)
<p>【論文の要旨】 (和文の場合1,200字程度、英文の場合800語程度)</p> <p>Cucumber mosaic virus (CMV; genus <i>Cucumovirus</i>, family <i>Bromoviridae</i>) which has three plus-sense, single-stranded RNA molecules: RNA1, RNA2 and RNA3, is one of the most important and widespread viruses in the world. It can infect 1,071 species in 521 genera from 100 families and cause significant economic losses in diverse crops of agricultural importance. Moreover, CMV has numerous strains with distinct pathological properties in nature. Genetic exchange by recombination or by reassortment of genomic segments has been shown to be the important process in CMV virus evolution, resulting in new phenotypic changes affecting host range and virulence. However, very few information was reported on the involvement of viral and host factors to explain the molecular mechanisms in systemic infection in radish and severe symptoms induction in tomato. Therefore, this study was performed to characterize the interactions between host plant and cucumber mosaic virus by biological and molecular pathological point of views using pseudorecombination and recombination analyses.</p> <p>In <i>Raphanus sativus</i> (Japanese radish), strain D8 of cucumber mosaic virus (CMV-D8) establishes a systemic infection and induces mild mosaic on upper, non-inoculated leaves, whereas strain Y of CMV (CMV-Y) causes only a local infection in the inoculated leaves. Therefore, the 1<sup>st</sup> experiment was carried out to analyze the specific viral factor(s) of CMV-D8 that is (are) indispensable for systemic infection in Japanese radish. To identify which genomic RNA(s) is (are) involved in systemic infection in radish, we carried out a pseudorecombination analysis between CMV-D8 and CMV-Y. With recombination analyses between CMV-D8 and CMV-Y using recombinant RNA2s, chimeric and point-mutated RNA3s, we identified viral factors that are indispensable for systemic infection. As a result, viral RNA2 and RNA3 of CMV-D8 facilitated efficient virus spread into the upper, non-inoculated plant tissues of radish (cv. Tokinashi), but not those of CMV-Y. Recombinant RNA2s demonstrated that the 2b protein (2b) and the C-terminus of the 2a protein (2a) of CMV-D8 have a crucial role in systemic infection. Additionally, chimeric and point-mutated RNA3s analyses revealed that Pro<sup>17</sup> and Pro<sup>129</sup> in the coat protein (CP) of CMV-D8 are involved in efficient systemic infection and that Ser<sup>51</sup> in the 3a protein (3a) of CMV-D8 has positive effects on systemic spread. The results suggested that these</p>	

viral factors facilitate systemic infection of CMV-D8 in Japanese radish. The C-terminal region of 2a, the entire region of 2b, and supplementary function of either Ser<sup>51</sup> in 3a or Pro<sup>17</sup>/ Pro<sup>129</sup> in CP confer systemic infectivity on CMV-D8 in radish. These results further elucidate the complex interaction of viral proteins of CMV to complete systemic infection as a host-specific manner.

In the 2<sup>nd</sup> experiment, a combination of subgroup I strains of CMV (CMV-D8 and CMV-Y) were used to determine the specific viral factor(s) which is (are) responsible for induction of shoestring-like leaf blade (SLB) in tomato (*Solanum lycopersicum* cv. Sekaiichi) and involved in interference with miRNA-mediated host gene expression. During the initial infection stage, plants inoculated with CMV-D8 and CMV-Y developed green/yellow systemic mosaic and stunting. Late in infection, CMV-D8 caused severe systemic symptoms with SLB on the newly emerged leaves, whereas CMV-Y caused severe yellow mosaic with stunting. The results of RT-qPCR or Northern blot hybridization showed that accumulation of viral RNA of CMV-D8 during initial infection (10 days post inoculation) was higher than those of CMV-Y, but their levels did not differ significantly at 5 weeks post inoculation. In addition, pseudorecombination and recombination analyses between CMV-D8 and CMV-Y genomic RNAs showed that recombinant that contained the C-terminal region of 2a and the entire 2b protein of CMV-D8 (D2a-C/D2b) induced SLB. Changing of amino acid from isoleucine (Ile) to valine (Val) at position 830 in the 2a ORF played an important role in formation of chronic SLB. According to the results of stem-loop RT-qPCR or RT-qPCR which was conducted to analyze the accumulation levels of microRNAs (miRNAs) or target transcripts, we further elucidated that infection with CMV-D8 or the recombinant Y1Y2(D2a-C/D2b)D3, but not with CMV-Y, upregulated miRNAs and transcript levels of *AGO1*, which is involved in RNA silencing, and of *HD-ZIP*, *TCP4*, and *PHAN*, which are essential for leaf morphogenesis. The present results first demonstrated that the cooperative function of D2a-C/D2b is involved indispensably in SLB formation. In addition, we suggest that D2a-C/D2b region interferes with the miRNA pathway that is associated with RNA silencing and leaf morphogenesis, leading to the enhanced virulence of CMV-D8.

- (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。

(西暦) 2021 年 2 月 1 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) 2018 年度 (4 月) 入学	氏名	YU YU KHAING
論文題目	Biological and molecular pathological studies on interactions between host plant and cucumber mosaic virus (宿主植物とキュウリモザイクウイルス間の相互作用に関する生物学的および分子病理学的研究)		
審査委員 職名及び氏名	主査	教授	竹下 稔
	副査	教授	大野 和朗
	副査	教授	鉄村 琢哉
	副査	准教授	大西 修
	副査	准教授	増田 順一郎
審査結果の要旨 (800字以内)			
<p>キュウリモザイクウイルス (CMV) は世界中に分布し、農作物に甚大な被害をもたらす最重要植物病原ウイルスの一つである。CMV には宿主域や病原性が異なる数多くの系統が存在しており、変異体ウイルスの出現が CMV の宿主特異性の進化に重要とされている。本研究は、数多くの宿主の中でも、CMV の宿主特異性に関する情報が極めて限られているダイコン (<i>Raphanus sativus</i>) とトマト (<i>Solanum lycopersicum</i>) において、CMV の病原性に関するウイルス遺伝子領域の特定を行ったものである。ダイコンにおいて全身感染する CMV-D8 と局部感染のみの CMV-Y の各種組換え体を用いた比較解析により、CMV-D8 の 2a タンパク質 (2a) の C 末端領域と 2b タンパク質 (2b) がウイルスの全身移行に深く関与すること、さらに CMV-D8 の RNA3 の細胞間移行タンパク質の Ser<sup>51</sup> および外被タンパク質の Pro<sup>17</sup> と Pro<sup>129</sup> がウイルスの全身移行を促進することが明らかにされた。トマトに糸葉症状を誘導する CMV-D8 のウイルス遺伝情報ならびに関連する宿主遺伝子の解析では、CMV-D8 の 2a の C 末端領域と 2b が糸葉症状の誘導に深く関与することが示された。さらに、2a の C 末端領域の Ile<sup>830</sup> が糸葉形成・維持に深く関与すること、CMV-D8 の 2a の C 末端領域と 2b は葉組織形成に関わる宿主遺伝子の miRNA や mRNA の蓄積量に影響を及ぼすことが見いだされた。</p> <p>以上の結果は、遺伝子レベルにおける CMV の宿主特異性の全容解明に大きく寄与するものといえる。また、このような研究成果は、専門の植物病理学分野を含めて学術的な価値が高く、本研究論文は学位論文として十分価値あるものと判断した。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。</p>			

(注1) 論文題目が外国語の場合は日本語を併記すること。

氏 名 アディ セティアワン  
Adi Setiawan

本 籍 インドネシア共和国

学位記番号 農工総博甲第184号

学位の種類 博士(農学)

学位授与年月日 令和3年3月23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 Biodiversity conservation and clove oil productivity of mixed-culture systems in Indonesia  
(インドネシアの混合栽培システムにおける生物多様性保全機能とクローブオイル生産性)

学位論文審査委員	主査	教授	伊藤 哲
	副査	教授	光田 靖
	副査	教授	亀井一郎
	副査	教授	鈴木祥広
	副査	教授	西脇亜也

主指導教員 教授 伊藤 哲

## 学位論文の要旨

フリガナ氏名	アディ セティアワン Adi Setiawan
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) 2018年度(4月)入学
学位論文題目	Biodiversity conservation and clove oil productivity of mixed-culture systems in Indonesia (インドネシアの混合栽培システムにおける生物多様性保全機能とクローブオイル生産性)

【論文の要旨】 (和文の場合1,200字程度、英文の場合800語程度)

Clove (*Syzygium aromaticum* L.) is an important cash-crop tree species in Indonesia as the producer of the essential oil represented by eugenol. Clove trees have been currently cultivated mostly in standard monoculture and partly in a traditional mixed-culture system as a kind of agroforestry with various trees and/or crops growing in a same site. Recently, agricultural production systems, including that for clove production, requires to play a role of conserving biodiversity as well as production efficiency for their sustainability. The present study aimed to develop the sustainable and efficient systems for clove and clove oil production from the following three aspects; 1) clove production systems desirable for biodiversity conservation with a special reference to the possible advantage of mixed-culture systems for conserving plant species diversity, 2) appropriate physical environments (light and water regimes) for clove seedlings required for successful establishment of mixed-culture systems, and 3) the optimal site conditions that assure the high eugenol yield for long-term production.

Firstly, I investigated the plant species occurrence in a typical mixed-culture (MI) stand, and compared it with that in a clove monoculture (MN) stand in East Java, Indonesia, in order to examine the advantage of MI in conserving plant species diversity. The occurrence of vascular plants in the understory were surveyed in the plots established for both MI and MN with the microsite conditions. MI and MN included 40 and 17 species, respectively, indicating far greater species richness in MI with a diverse life form composition and large numbers of woodland and/or native species. The  $\alpha$ - and the  $\beta$ -diversities were higher in MI than MN. These results suggested that the superiority of MI for conserving plant species diversity compared to MN. Comparisons of microsite conditions revealed that the human disturbances to the soil surface associated with frequent clove litter collection from the whole stand reduced the plant species richness by inhibiting plant establishment and cancelling the positive effects of the variability in physical environment in MN. I concluded that the higher species richness of MI was due to alleviating the effects of litter-collection disturbances, which facilitated the effects of the heterogeneous physical environment within the stand.

Secondly, I explored the growth responses of clove seedling to light and soil water regimes by a field experiment with shading and irrigation treatments to clarify their growth traits at the early stage of plantation establishment. Eighteen-month-old clove seedlings were subjected to twelve treatments, that is, 3 shading treatments (0%, 60% and 80% shading) x 4 watering treatments (1.0, 0.75, 0.5 and 0.25 liter/m<sup>2</sup>/day), for ca. 6 months. Increment ratio of seedling height (*IH*), number of newly created buds (*NB*) during the experimental period and dry mass per plant at the end of the experiment (leaves: *LM*, stem and branch: *SM*, root: *RM* and total plant: *TM*) were compared among the treatments. The results revealed that the growth of clove seedlings was generally more susceptible to water stress than to low light availability in particular for *IH*, *NB* and *LM*. From these results, I concluded that dense planting of clove seedling with other competitive crops should be avoided to insure the fast growth of clove seedlings at the establishment stage.

Third, I examined the influences of the same treatments in the second study on eugenol productivity to provide the basic information for the suitable site conditions for long-term essential oil production. The total leaf mass per tree (*LM*), eugenol content per unit leaf mass (*EL*) and the eugenol yield per tree (*EY*) were measured and compared between treatments of this study. The soil moisture deficit and the low light availability had negative and positive effects on the eugenol yield per tree, respectively. These results suggested that the relatively dryer site condition where moderate water stress is likely to occur is more suitable for planting clove trees from the aspect of the for long-term high productivity of eugenol, and that the high tree density which may results in a severe competition and a heavy mutual shading among clove trees should be avoided for maintaining high productivity for a long term

These findings are thought to be useful in developing appropriate mixed-culture systems that can balance biodiversity conservation with clove oil productivity.

- (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。

(西暦) 2021年 1月 21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) 2018 年度 ( 4 月 ) 入学	氏名	Adi Setiawan
論文題目	Biodiversity conservation and clove oil productivity of mixed-culture systems in Indonesia (インドネシアの混合栽培システムにおける生物多様性保全機能とクローブオイル生産性)		
審査委員 職名及び氏名	主 査	職名 教授	氏名 伊藤 哲
	副 査	職名 教授	氏名 光田 靖
	副 査	職名 教授	氏名 亀井 一郎
	副 査	職名 教授	氏名 鈴木 祥広
	副 査	職名 教授	氏名 西脇 亜也
審査結果の要旨(800字以内)			
<p>研究対象であるクローブ (Clove) という樹木は、葉や花芽から精油を生産するインドネシアの重要な換金作物の一つである。現在クローブは、短期的な生産性の視点から、主に単一種の群落、すなわちモノカルチャーで生産されている。しかしモノカルチャーは生物多様性が低下しやすいことが指摘されており、生物多様性の保全に配慮した生産システムの構築が望まれている。本論文は、生物多様性保全と生産性を両立させるシステムとして、混合栽培システム (Mixed culture) に着目し、1) モノカルチャーと比較した植物種多様性保全機能を評価するとともに、2) 混合栽培システムを成立させるためのクローブの生育条件、および3) 異なる環境下での精油の生産性を評価したものである。</p> <p>まず、インドネシア・東ジャワ州の混合栽培農地の植物相および地表の微環境を調査し、モノカルチャーと比較した。その結果、混合栽培農地がモノカルチャーよりもはるかに高い<math>\alpha</math>および<math>\beta</math>多様性を保持しており、特に森林生の在来植物を保全する機能が高いことを明らかにした。また、微環境との関連性を解析することにより、1) 混合栽培農地の種多様性が微環境の不均一性と対応していること、および2) モノカルチャーの微環境は決して均一ではないものの、落葉採取に伴う全面的な地表攪乱が不均一な環境の効果を打ち消してしまうことを明らかにし、混合栽培農地のアドバンテージが生じるプロセスを科学的に解明した。</p> <p>次に、混合栽培農地の造成時において、クローブが他の作物との競争下で確実に定着・生育できる条件を探る目的で、土壌水分および光環境を変えた処理実験を行い、クローブの稚樹の成長反応を分析した。その結果、クローブの稚樹の成長が光よりも水分ストレスに対して敏感に反応することを明らかにし、混合栽培農地造成時の適切な植栽管理方法を提案した。</p> <p>さらに、葉の単位バイオマス当たりの精油の生産性を、同じく水分と光環境を変えた処理実験によって分析した。その結果、葉の生産は水ストレスの影響を受けるものの、精油含有量は土壌水分欠乏によってむしろ上昇し、個体あたりの精油収量が増加することを明らかにし、長期的な精油生産性の面から、栽培適地の環境条件を提案した。</p> <p>以上の結果は、クローブの混合栽培方式が高い生物多様性保全機能を有することを科学的に実証するとともに、精油の生産性を確保するための混合栽培農地の造成法や適合環境条件を提示した点で、価値の高い研究成果であると認められた。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。</p>			

(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	岡村 洋
本籍	高知県
学位記番号	農工総博甲第185号
学位の種類	博士(農学)
学位授与年月日	令和3年3月23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	魚類におけるIL-17を中心とした腸管自然免疫機構の解明およびその役割
学位論文審査委員	主査 教授 酒井正博 副査 教授 引間順一 副査 准教授 河野智哉 副査 教授 吉田照豊 副査 教授 鈴木祥広
主指導教員	教授 酒井正博

## 学位論文の要旨

フリガナ氏名	オカムラ ヨウ 岡村 洋
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 専攻 (西暦) 2018 年度 ( 4月) 入学
学位論文題目	魚類における IL-17 を中心とした腸管自然免疫機構の解明およびその役割
<p>【論文の要旨】 (和文の場合1,200字程度、英文の場合800語程度)</p> <p>哺乳類の腸管内では、非常に高度に構築された粘膜免疫系が、多様な腸内細菌種の中から病原性細菌を特異的に排除し、利用可能な代謝産物を供給する細菌群を生かすことで相利共生を可能にしている。特に、インターロイキン(IL-)17AおよびIL-17Fは、炎症生サイトカインや抗菌分子の産生を制御することで腸内細菌叢を調節しており、腸管免疫系において極めて重要である。しかしながら、魚類においては、腸管におけるIL-17A/Fの役割は全く不明であった。そこで本研究では、メダカ (<i>Oryzias latipes</i>) やトラフグ (<i>Takifugu rubripes</i>) を用いた分子生物学的な解析により、腸管における魚類IL-17A/Fの機能と役割について解明した。</p> <p>トラフグIL-17A/F1の組換えタンパク質 (rIL-17A/F1) を哺乳類細胞系により作製し、その生理活性を調べた。その結果、rIL-17A/F1添加したトラフグ腸管および頭腎の初代培養細胞では、炎症性サイトカインであるIL-1<math>\beta</math>、IL-6、TNF-<math>\alpha</math>およびディフェンシン(BD)3様遺伝子の発現が誘導された。さらに、NBTおよび貪食活性も上昇した。</p> <p>次に、メダカ(Cab系統)を用いたゲノム編集により、IL-17A/F1遺伝子欠損(KO)メダカ系統を作製した。IL-17A/F1-KOと野生型メダカの腸管における網羅的な遺伝子発現パターンおよび腸内細菌叢について解析した結果、IL-17A/F1-KOメダカの腸管では、トランスフェリンやリゾチームなどの抗菌ペプチドに加え、多様な消化酵素遺伝子群の発現が有意に減少した。また、IL-17A/F1-KOメダカは、野生型と異なる腸内細菌叢を形成しており、日和見感染症原因菌である <i>Plesiomonas shigelloides</i> が顕著に増加した。</p> <p>さらに、IL-17A/F受容体であるIL-17受容体A(RA)に着目し、メダカからIL-17RA1およびIL-17RA2遺伝子を同定した。2つの遺伝子はそれぞれ異なる染色体にコードされていた。哺乳類IL-17RAと相同性が高いIL-17RA1は、IL-17RA2と比べて、腸管などの粘膜組織における遺伝子発現レベルが極端に高かった。また、IL-17RA2遺伝子は、<i>E. piscicida</i> 感染後に腸管における発現量が有意に増加したが、IL-17RA1遺伝子の発現は変化しなかった。次に、ゲノム編集によりIL-17RA1-KOメダカを作製した。IL-17RA1-KOメダカのコモ個体は、生後4ヶ月時における生存率が有意に低下し、顕著な体重の減少が見られた。腸管におけるトランスクリプトーム解析の結果、同KOメダカの腸管前半部における脂質消化酵素遺伝子群の有意な発現減少が見られ、その中でもメバロン酸代謝に関連する遺伝子群が顕著であった。また、IL-17経路関連遺伝子群についても発現が有意に低下した。さらに、IL-17RA1-KOメダカの腸内細菌叢を網羅的に解析した。同KOメダカは、野生型と比べて多様性が高い腸内細菌叢を形成しており、IL-17A/F1-KOメダカと同様に、<i>P. shigelloides</i> が顕著に高かった。</p> <p>以上の結果から、魚類の腸管においてIL-17A/F1およびIL-17RA1を介した伝達経路が、多くの抗菌分子や消化酵素遺伝子群の発現誘導に関与し、魚類の腸内細菌叢のバランスを維持する上で重要な役割を果たしていることを明らかにした。</p>	

- (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。

(西暦) 2021年 1月 8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) 2018年度(4月)入学	氏名	岡村 洋
論文題目	魚類における IL-17 を中心とした腸管自然免疫機構の解明およびその役割		
審査委員 職名及び氏名	主査	教授	酒井 正博
	副査	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
審査結果の要旨(800字以内)			
<p>魚類の腸管内において構築された粘膜免疫系が、如何にして多様な腸内細菌種の中から病原性細菌を特異的に排除し、他の細菌群と相利共生を可能にしているかを理解することは重要である。特に、魚類において未知であったインターロイキン(IL)-17A/Fを介した炎症生サイトカインや抗菌分子の産生による腸内細菌叢の調節機構を理解することは、腸管免疫系において極めて重要である。</p> <p>岡村氏の研究では、魚類の腸管内におけるIL-17A/F経路の役割を解明するために、IL-17A/F1およびその受容体であるIL-17受容体A1(IL-17RA1)遺伝子に着目し、それら遺伝子ノックアウト(KO)メダカをゲノム編集により作製した。次に、IL-17A/F1 KOメダカの腸管におけるトランスクリプトームおよび腸内細菌叢について網羅的に解析した。その結果、IL-17A/F1 KOメダカの腸管では、トランスフェリンやリゾチームなどの抗菌ペプチド遺伝子や多様な消化酵素遺伝子群の発現が、野生メダカに比べて有意に減少していた。また、IL-17A/F1-KOメダカの腸内細菌叢は、野生メダカと異なる構成を示し、日和見感染症原因菌である<i>Plesiomonas shigelloides</i>が顕著に増加していた。次に、IL-17RA1-KOメダカの腸管についても、同様にトランスクリプトーム解析を行ったところ、類似した抗菌ペプチドや消化酵素遺伝子群の発現低下に加え、IL-17経路関連遺伝子群の発現についても有意に低下していた。さらに、IL-17RA1-KOメダカの腸内細菌叢を解析したところ、野生メダカと比べて菌種が多く、多様化した細菌構成を示し、IL-17A/F1-KOメダカと同様、<i>P. shigelloides</i>が顕著に増加していた。また興味深いことに、IL-17RA1-KOメダカのホモ個体は、生後4ヶ月時における生存率が野生メダカに比べて有意に低く、顕著な体重減少が見られた。上記の腸管におけるトランスクリプトーム解析から、メバロン酸代謝に関連する遺伝子群の顕著な発現低下が、生残率や成長に影響した一因であると推察した。</p> <p>以上の結果から、魚類のIL-17A/F1およびIL-17RA1は、腸管において多くの抗菌分子や消化酵素遺伝子群の発現誘導に関与し、病原体の増殖を抑制するなど、健康的な腸内細菌叢を維持する上で重要な役割を果たしていることを、哺乳類以外で初めて明らかにした。</p> <p>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。</p>			

(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	森本 和月
本籍	熊本県
学位記番号	農工総博甲第186号
学位の種類	博士(農学)
学位授与年月日	令和3年3月23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	魚類における細菌感染症に対する炎症誘導機構の解明およびその役割
学位論文審査委員	主査 教授 引間順一 副査 教授 酒井正博 副査 准教授 河野智哉 副査 教授 吉田照豊 副査 教授 鈴木祥広
主指導教員	教授 引間順一

## 学位論文の要旨

フリガナ 氏名	モリモト ナツキ 森本 和月
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) 2018年度(4月)入学
学位論文 題目	魚類における細菌感染症に対する炎症誘導機構の解明およびその役割
<p><b>【論文の要旨】</b> (和文の場合1,200字程度、英文の場合800語程度)</p> <p>哺乳類において、細胞膜上ではToll様受容体(TLR)5が、細胞質内においてはインフラマソーム関連分子が、細菌感染時の炎症誘導として重要な役割を果たしている。魚類のTLR5は、哺乳類と同様の膜型TLR5Mに加えて、細胞外に分泌される分泌型TLR5Sが存在する。また、インフラマソームはインターロイキン(IL)-1<math>\beta</math>の活性化や細胞死の誘導により、炎症を促進するために重要である。しかしながら、これらの炎症誘導メカニズムは、魚類において未だ不明であった。そこで本研究では、魚類において、細菌感染に対する細胞外からのシグナルを受容する魚類特有のTLR5Sの働きと、細胞内におけるインフラマソーム関連分子の役割について解明を試みた。</p> <p>最初に、魚病細菌である<i>Edwardsiella piscicida</i>由来フラゲリン(FliC)によるTLR5Sを介した炎症誘導について解明するために、ヒラメ(<i>Paralichthys olivaceus</i>)培養細胞を用いて、FliC遺伝子およびヒラメTLR5SおよびTLR5Mの過剰発現実験を行った。その結果、FliC存在下で、TLR5SおよびTLR5M両方を発現させた場合、どちらか一方のみを発現させた場合に比べて、IL-1<math>\beta</math>遺伝子の発現がより強く誘導されたことから、TLR5SおよびTLR5M間に機能的な相互作用があることを明らかにした。これらの結果から、ヒラメTLR5Sは、FliCを認識後にTLR5Mと共に作用して炎症性サイトカインの産生を促進することが示唆された。</p> <p>次に、魚病細菌に対するインフラマソーム関連分子の役割を明らかにするために、インフラマソームのアダプター分子として重要であるASC(アポトーシス関連スペック用カード蛋白質)に着目し、メダカ(<i>Oryzias latipes</i>)からasc遺伝子の同定を試みた。同定されたメダカASC-1, ASC-2およびASC-3の内、全ての組織においてasc1の発現が最も高かった。そこで、ASC-1の役割を解明することを目的として、CRISPR-Cas9システムを用いてASC-1変異メダカを作製した。ASC-1変異メダカを用いて、病原細菌に対する感受性および炎症応答について検討した。その結果、<i>Aeromonas hydrophila</i>感染に対するASC-1変異メダカの累積死亡率は、野生型メダカに比べて高かった。また、ASC-1変異メダカの腎臓においてNF-<math>\kappa</math>B関連遺伝子およびripk2の発現は野生型メダカに比べて有意に低かった。また、ASC-1変異メダカにおいて感染組織における細菌数は有意に高く、活性酸素種(ROS)の産生量および細胞死の割合は有意に低下した。一方、<i>E. piscicida</i>感染に対するASC-1の役割を明らかにするために、細菌に対するASC-1変異メダカの感受性および炎症応答について検討した。その結果、<i>E. piscicida</i>感染に対するASC-1変異メダカの累積死亡率は、<i>A. hydrophila</i>感染とは異なり、野生型に比べて低かった。しかし、<i>A. hydrophila</i>感染時と同様に、<i>E. piscicida</i>感染時にもASC-1変異メダカにおいてNF-<math>\kappa</math>B関連遺伝子の発現やROS産生量、細胞死の割合は有意に低く、組織中の菌数は高かった。以上の結果から、魚病細菌の感染に対するメダカの炎症誘導機構において、ASC-1は病原細菌を排除するために重要な役割を担っているが、<i>E. piscicida</i>によってASC-1の機能が阻害されていることが推察された。</p> <p>本研究において、病原細菌に対する細胞内外における新たな炎症誘導機構として、魚類のTLR5SおよびASCの役割を解明し、生体防御として重要であることを見出した。これらの知見は、将来的に<i>E. piscicida</i>に対する新規ワクチンやアジュバントの開発に繋がるものと期待できる。</p>	

- (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。

(西暦) 2021年 1月 8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) 2018年度(4月)入学	氏名	森本 和月
論文題目	魚類における細菌感染症に対する炎症誘導機構の解明およびその役割		
審査委員 職名及び氏名	主査	教授	引間 順一
	副査	教授	酒井 正博
	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
審査結果の要旨(800字以内)			
<p>細菌感染に対する免疫応答の一環として、一過的な急性炎症反応は重要である。哺乳類において、細胞膜上のToll様受容体(TLR)5や細胞質内のインフラマソームが、その炎症応答の誘導のために重要な役割を持つ。しかし、魚類の分泌型TLR5やインフラマソームの役割は未だ不明であった。そこで、森本氏の研究では、魚類の細菌感染に対するTLR5やインフラマソームの役割について解明した。</p> <p>まず、魚病細菌である<i>Edwardsiella piscicida</i>由来フラジェリン(FliC)によるヒラメTLR5を介した炎症誘導について解明するために、ヒラメ(<i>Paralichthys olivaceus</i>)培養細胞を用いた過剰発現実験を行った。その結果、FliC存在下で、分泌型および膜型、2種類のTLR5が相互作用することにより、炎症性サイトカインであるIL-1<math>\beta</math>遺伝子の発現を効率よく誘導することを明らかにした。</p> <p>次に、魚病細菌に対するインフラマソームの役割を明らかにするために、インフラマソーム構成分子として重要であるASC(アポトーシス関連スペック用カード蛋白質)に着目し、CRISPR-Cas9を用いてASC-1ノックアウト(KO)メダカを作製した。<i>Aeromonas hydrophila</i>あるいは<i>E. piscicida</i>感染させたASC-1 KOメダカの腎臓では共に、野生メダカと比べて、NF-<math>\kappa</math>B関連遺伝子の発現、活性酸素産生量および誘導性細胞死の割合は有意に低下し、腎臓組織中の細菌数は上昇した。さらに、<i>A. hydrophila</i>感染に対するASC-1 KOメダカの累積死亡率は野生メダカに比べて高かったのに対し、<i>E. piscicida</i>感染に対する累積死亡率は野生メダカに比べて低下した。これらの結果から、魚病細菌の感染に対する炎症性細胞死の誘導において、ASC-1は病原細菌を排除するために重要な役割を担っていることを示し、さらに<i>E. piscicida</i>によるASC-1の機能阻害がある可能性を見出した。</p> <p>以上より、魚類のTLR5およびインフラマソームによる炎症誘導メカニズムが、魚病細菌感染に対する生体防御にとって重要であることを明らかにした。</p> <p>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。</p>			

(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 エディタ ロサナ ウィダサリ  
EDITA ROSANA WIDASARI

本籍 インドネシア共和国

学位記番号 農工総博甲第187号

学位の種類 博士(工学)

学位授与年月日 令和3年3月23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 Study on Automatic Sleep Disorders Classification Using  
Electrocardiogram  
(心電信号を用いた睡眠障害の自動分類に関する研究)

学位論文審査委員 主査 教授 淡野公一  
副査 教授 田村宏樹  
副査 教授 穂高一条  
副査 教授 多炭雅博  
副査 教授 山森一人

主指導教員 教授 淡野公一

## 学位論文の要旨

フリガナ 氏名	エディタ ロサナ ウィダサリ EDITA ROSANA WIDASARI
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	Study on Automatic Sleep Disorders Classification Using Electrocardiogram (心電信号を用いた睡眠障害の自動分類に関する研究)

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

Sleep disorder is a medical disease of the sleep patterns, which is commonly suffered by the elderly. Sleep disorders diagnosis and treatment are considered to be challenging due to a time-consuming and inconvenient process for the patient. It is caused a Polysomnography (PSG) which is the gold standard to assess sleep condition involves a lot of multichannel signals, such as Electroencephalogram (EEG), Electromyogram (EMG), Electrooculogram (EOG), Electrocardiogram (ECG), respiratory effort signal, and pulse blood oxygen saturation. These multichannel signals will be recorded when patients fall asleep in a specialized laboratory or hospital. Moreover, the use of PSG in sleep disorder diagnosis is a high-cost process, so they refused the observation.

A clinical study widely used the spectrum analysis of Heart Rate Variability (HRV) to assess the personal condition, such as sleep, fatigue, stress, and sudden cardiac death in the last decade. HRV is measured from the variation of heartbeat or known as a cardiac rhythm that can be captured over a certain period of time from the electrocardiography (ECG) signal. HRV also indexes neurocardiac function and is generated by heart-brain interactions and dynamic non-linear Autonomic Nervous System (ANS) processes. The various HRV parameters can show significant differences in each sleep stage, which is associated with ANS activity. Hence, the variation of HRV according to the sleep stage, thereby reflecting the activity of ANS. It is implied that it is also possible to detect a sleep disorder using an ECG signal instead of complicated signal recordings. Therefore, this doctoral dissertation proposes an efficient classification method of sleep disorder by merely using an ECG signal to simplify the sleep disorders diagnosis process. Different from many current related studies that applied a five-minute epoch to observe the main frequency band of the ECG signal, we perform a pre-processing technique that suitable for the 30-seconds epoch of the ECG signal. By this simplification, the proposed method has a low computational cost so that suitable to be implemented in a portable hardware device. Structurally, the proposed method consists of five stages: (1) pre-processing, (2) spectral features extraction, (3) sleep stage detection using the Decision-Tree-Based Support Vector Machine (DTB-SVM), (4) assessment of sleep quality features, and (5) sleep disorders classification using an ensemble of bagged tree classifiers.

This doctoral dissertation is organized as follows. Chapter 1 provides a research background, aims, scopes, contributions, and findings. The definitions of sleep are discussed in Chapter 2. This chapter also describes the sleep disorders in the elderly, sleep scoring standard and the sleep assessment. Chapter 3 describes the sleep database and the proposed methods. As mentioned above, the proposed method is consisting of five stages. Subsequently, to reach the aims of this doctoral dissertation, the proposed method can be divided into three parts: (1) pre-processing, (2) automatic sleep stage detection, (3) automatic sleep disorders classification. The pre-processing part, which includes a new processing technique suitable for the 30-second epoch of ECG signals during sleep is presented in Chapter 4. The automatic sleep stage detection part, which includes spectral features extraction and sleep stage detection stage provided in Chapter 5. Chapter 6 presents the automatic sleep disorders classification part, which includes the assessment of sleep quality features and sleep disorders classification stage. We summarize the conclusion and describe the future work of this doctoral dissertation in Chapter 7.

The selected pre-processing techniques are used to decompose the 30-second of ECG signal in the pre-processing part. Then, two features are obtained from spectral features extraction i.e., normalized Low Frequency and normalized High Frequency. These features were then used as inputs for sleep stage detection. Furthermore, most commonly used learning classifiers are implemented to detect the sleep stage, namely KNN, NN, DT, SVM, and proposed DTB-SVM in the automatic detection part. The proposed method using DTB-SVM based on spectral features of ECG signal achieved a good performance to obtain all sleep stage conditions.

In the automatic sleep disorders classification part, we evaluate the effectiveness of the proposed method in the task of classifying the sleep disorders into four classes (insomnia, Sleep-Disordered Breathing (SDB), REM Behavior Disorder (RBD), and healthy subjects) from the 51 patients of the Cyclic Alternating Pattern (CAP) sleep data. Based on experimental results, the proposed method presents 84.01% of sensitivity, 94.17% of specificity, 86.27% of overall accuracy, and 0.70 of Cohen's kappa. This result indicates that the proposed method able to reliably classify the sleep disorders merely using the 30-seconds epoch ECG in order to address the issue of a multichannel signal such as the PSG.

- (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。

(西暦) 2021年1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) 2018年度(4月)入学	氏名	EDITA ROSANA WIDASARI
論文題目	Study on Automatic Sleep Disorders Classification Using Electrocardiogram (心電信号を用いた睡眠障害の自動分類に関する研究)		
審査委員 職名及び氏名	主査	教授	淡野 公一
	副査	教授	田村 宏樹
	副査	教授	穂高 一条
	副査	教授	多炭 雅博
	副査	教授	山森 一人
審査結果の要旨(800字以内)			
<p>睡眠障害は、睡眠パターンに伴う医学的疾患であり、その診断と治療には、睡眠状態を評価することが必須であり、標準的な評価方法として、睡眠ポリグラフ(PSG)が用いられている。このPSGには、脳波、筋電、眼電、心電(ECG)をはじめとする多くの信号により成り、測定が大変であるばかりでなく、コストのかかる方法である。そこで著者は、自律神経活動、睡眠、およびECGから取得可能な心拍変動との相互関係に着目し、ECGのみで睡眠障害を検出するプロセスと睡眠障害の効率的な分類手法を、7章で構成される博士論文においてまとめた。</p> <p>第1章では、研究の背景、目的および先行研究について述べている。第2章では、睡眠の定義および睡眠の評価方法について説明している。第3章では、睡眠に関連するデータベースと提案手法の概要について述べている。提案手法は、(1)前処理、(2)自動睡眠ステージ検出、(3)自動睡眠障害分類の3種のブロックに分けることができる。第4章では、前処理のブロックについて述べており、特に、計算コストを低減させるために、従来の5分間のECG信号によるスペクトル抽出から、30秒間に短縮するための信号処理技術について述べている。第5章では、自動睡眠ステージ検出に関して説明している。睡眠検出部として、k近傍法、ニューラルネットワーク、決定木、サポートベクターマシン、および提案する決定木ベースのサポートベクターマシン(DTB-SVM)を実装し、性能比較を行なった。その結果、DTB-SVMを用いた場合が、全ての睡眠ステージの条件において良い結果となることが示されている。第6章では、自動睡眠障害分類について述べている。睡眠障害の分類では、バギングと決定木の組み合わせを活用し、不眠症、睡眠呼吸障害、レム行動障害、障害無しの4種の分類について、51人の患者の睡眠データを用いた実験により評価した。その結果、提案する手法は、84.01%の感度、94.17%の特異性、86.27%の全体精度、および0.70のカップ係数を示し、睡眠障害の分類に対して良好な結果であることを示した。最後に第7章では、本博士論文の結論を要約し、今後の展望について述べている。</p> <p>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。</p>			

(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。