

国際科学技術共同研究推進事業
地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）

研究領域「生物資源の持続可能な生産と利用に資する研究」

研究課題名「ゴムノキ葉枯れ病防除のための複合的技術開発」

採択年度：令和2（2020）年度/研究期間5年/

相手国名：インドネシア共和国

令和2（2020）年度実施報告書

国際共同研究期間^{*1}

20**年 *月 *日から20**年 *月 *日まで

JST側研究期間^{*2}

2020年 8月 1日から2026年 3月31日まで

（正式契約移行日 20**年 *月 *日）

*1 R/Dに基づいた協力期間（JICAナレッジサイト等参照）

*2 開始日=暫定契約開始日、終了日=JSTとの正式契約に定めた年度末

研究代表者： 松井 南

理化学研究所環境資源科学研究センター・グループディレクター

I. 国際共同研究の内容（公開）

地球温暖化に通じる石油資源消費からの脱却は今世紀の重要課題である。天然ゴムは、パラゴムノキ (*Hevea brasiliensis*; 以下ゴムノキと記載) が環境の炭酸ガスを固定することで生産され、伸展性や、衝撃吸収性において石油原料の合成ゴムよりも優れた性質を有する実質上唯一無二の生物資源である。特に航空機のタイヤは、衝撃吸収性と断裂しにくさから、安全性確保のために 100 % の天然ゴムが採用されている。天然ゴムの需要は、特に車両の増加と航空機の発達で過去 40 年間に倍増しており、今後さらなる増大が予想される (International Rubber Study Group (IRSG) report)。

世界の天然ゴムプランテーション面積は、およそ 1,100 万 ha であり、世界の年間約 1,200 万トンの乾燥天然ゴムが生産量のうち、東南アジアのタイ、インドネシア、ベトナム、マレーシアだけで 90 % 以上を占めている (FAO 資料)。インドネシアでは、戦前よりゴムノキの育種が始まり、現在も系統間での掛け合わせによる育種が進められている。またこれらの育種は記録されており、年度毎の生産量についても計測が行われている。これらの国で育種された品種は、タイ、インド、ベトナム等でも栽培され、これらの国の産業的基盤になっている。しかし、本来、移植により東南アジアに広まった植物であり、遺伝子的な多様性が少ないことにより、生産量の伸び悩みと病害に対しての脆弱性が社会問題である。

このような中で 2018 年にインドネシアのスマトラで葉枯れ病が発生し、インドネシアゴム研究所 (Indonesian Rubber Research Institute、以下 IRRI と記す) の解析から *Pestalotiopsis* 菌を中心とする葉枯れ病菌が原因であることがわかった。2018 年には、マレーシアでも同じ菌による葉枯れ病が発生した。その後 2019 年に同じ病気がスリランカ、タイにおいても見出されたことが報告され感染が広がっていることがわかった。2020 年には、インド、中国においても報告された。インドネシアでは、15%~25% の天然ゴムの生産減になると予想され (<https://ircorubber.com/>) 早急の対策が必要である。特にインドネシアでは、その生産の 90% 以上が小自作農によるゴム農園による生産であり、この病害の蔓延によって彼らの生活に大きな影響を及ぼし始めている。日本の科学技術力により、長い年月の育種を進めてきた IRRI 及び衛星画像で病害の発見を進めてきたインドネシア大学 (University of Indonesia、以下 UI と記す) と協力してこの問題を解決するとともに最新の科学に根ざした天然ゴム生産の基礎をつくることで、小自作農のゴム生産の安定化を目指す。

1. 当初の研究計画に対する進捗状況

(1) 研究の主なスケジュール

研究題目・活動	2020年度 (8ヶ月)	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	2025年度 (12ヶ月)
0. ベースラインの調査 0-1 ゴム生産地域におけるベースライン調査の実施する: ゴム生産量; ゴムノキ葉枯れ病の流行状況; 営農類型ごとのゴム圃場の管理状況や現状実施されている感染予防対策、経営状況調査		↔				

1. ゴムノキ葉枯れ病に対する新規殺菌剤の候補化合物の開発 1-1 現有農薬の殺菌効果調査 1-2 温室の芽接ぎ苗を用いた試験 1-3 IRRIテスト圃場での有効性評価 1-4 殺菌剤の病害防除に係わる作用メカニズム調査 1-5 プロジェクト協力圃場における有効性評価 1-6 病原菌の薬剤耐性（AMR）の状況評価 1-7 殺菌剤としての登録						
2. ゴムノキ葉枯れ病に対する新規微生物殺菌剤候補の微生物製剤の開発 2-1 葉枯れ病増殖抑制共生微生物の選抜 2-2 温室の芽接ぎ苗を用いた試験 2-3 候補微生物株の葉枯れ病発病抑制機構、感染条件等の解析 2-4 殺菌剤メーカー協働による微生物殺菌剤の製剤化検討 2-5 プロジェクト協力圃場における有効性評価 2-6 候補微生物株の天然ゴム乳液特性に及ぼす影響評価 2-7 微生物殺菌剤としての登録						
3. ゴムノキ葉枯れ病抵抗性クローンの作出 3-1 IRRI ゴムノキ系統の遺伝子多型およびトランスクリプトーム解析に基づく葉枯れ病抵抗性株作成の作成手順の決定 3-2 葉枯れ病耐性株の掛け合わせクローンの解析による抵抗性ゲノム領域、育種マーカーの特定 3-3 育種マーカー指標による交雑育種 3-4 子孫個体の葉を用いた葉枯れ病抵抗性評価 3-5 耐性が確認された新種株の天然ゴムの特性評価 3-6 葉枯れ病抵抗性株の農業省登録のための情報やデータ取りまとめ 3-7 農業省担当部局と葉枯れ病抵抗性株の農園適用に係わる協議						
4. 人工衛星およびドローンデータを用いたゴムノキ病害罹患地域検出システムの開発 4-1 ゴム圃場の人工衛星、ドローン画像の取得 4-2 画像と地域感染状況による教師データの作成 4-3 人工衛星の葉のスペクトルに基づく感染、落葉データ計測 4-4 AI イメージング解析システムの構築 4-5 ゴムノキ病害罹患地域の検出試験によるシステムパフォーマンス評価 4-6 インドネシア各地のゴム小自作農						

家からの葉枯れ病罹患木写真と位置情報による感染度合いの定量評価 4-7 各地のゴム感染度合い情報を提供するWEB「ゴムノキ病害罹患地域検出システム」の確立と運用マニュアルの取りまとめ						
5. インドネシアの次世代ゴムノキ病害抑制に係わる研究開発および社会実装基盤の構築 5-1 次世代の研究リーダーとなるインドネシア人研究者の理研、岐阜大学での最先端技術の短期研修の実施及び留学（博士後期課程）による長期研修 5-2 JICA 専門家のインドネシア渡航に併せた専門分野に関するセミナーの開催 5-3 ゴムノキ葉枯れ病対策のインドネシア国内の関係機関（研究機関、行政機関、民間企業、農民等）を対象とした定期セミナーと会合 5-4 国際会議でのプロジェクト研究成果の発表 5-5 開発した技術の想定ユーザーの規模や費用対効果を踏まえた「複合的防除技術によるゴムノキ葉枯れ病制御のための戦略計画」の作成 5-6 プロジェクト終了時のインドネシア国内のゴムノキ病害対策の関係機関を対象とした成果普及のためのセミナー開催						

(2) プロジェクト開始時の構想からの変更点(該当する場合)

無し

2. プロジェクト成果の達成状況とインパクト (公開)

(1) プロジェクト全体

2020 年度暫定期間では、IRRI、UI 及び国内の共同研究者とウェブ会議を行い、共同研究開始後に速やかに研究が進行できるように準備を進めている。またゲノム育種基盤の基準となる RRIM 600 ゲノム配列の高精度化を進めるとともに国内ストックセンターより入手した *Pestalotiopsis* 菌を用いて培養法と化合物添加による阻害効果試験を準備的に行った。

・成果目標の達成状況とインパクト等

2020 年度は、ゲノム育種の基盤となるゴムノキ品種 RRIM 600 のゲノムの高精度解読を進めた。また暫定期間ではあるがゴムノキ葉枯れ病菌の増殖を抑制する化合物の単離とインドネシアへの試験提供を行なった。

・プロジェクト全体のねらい（これまでと異なる点について）

無し

・地球規模課題解決に資する重要性、科学技術・学術上の独創性・新規性（これまでと異なる点について）

【令和2年度実施報告書】【210531】

無し

(2) 研究題目 1 : 「ゴムノキ葉枯れ病に対する新規殺菌剤の候補化合物の開発」

日本側 (リーダー: 栗原恵美子)

インドネシア側 (リーダー: IRRI, Tri Rapani Febbiyanti)

暫定期間においてゴムノキ葉枯れ病菌 *Pestalotiopsis* 菌の増殖をシャーレによる抑制効果試験で有意に抑制する化合物を日本の農薬から選抜した。この化合物をインドネシアへの試験提供を行い、ゴムノキから単離した *Pestalotiopsis* 菌の増殖阻害効果試験を進めた。

(3) 研究題目 2 : 「ゴムノキ葉枯れ病に対する新規微生物殺菌剤候補の微生物製剤の開発」

日本側 (リーダー: 清水将文)

インドネシア側 (リーダー: IRRI, Radite Tistama)

2020 年度暫定期間においては、インドネシアでの微生物剤の登録に必要な微生物剤の形態や登録過程についてインドネシア側と議論を行なった。ゴムノキの幼苗の感染実験のためにインドネシアからゴムノキの輸入のための手続きを進めた。

(4) 研究題目 3 : 「ゴムノキ葉枯れ病抵抗性クローンの作出」

日本側 (リーダー: 蒔田由布子)

インドネシア側 (リーダー: IRRI, Fetrina Oktavia)

2020 年度は、抵抗性株作出のためのストラテジーを議論するとともに全ゲノム DNA の輸送のための方法を検討した。ゲノム育種のために標準となる RRIM 600 系統のゲノム配列の高精度化を図った。

(5) 研究題目 4 : 「人工衛星およびドローンデータを用いたゴムノキ病害罹患地域検出システムの開発」

日本側 (リーダー: 加瀬 究)

インドネシア側 (リーダー: UI, Supriatna, M. T.)

2020 年度は、衛星画像の解析のための方法の議論とドローンイメージの利用について UI と理化学研究所で話し合いを行なった。

(6) 研究題目 5 : 「インドネシアの次世代ゴムノキ病害抑制に係わる研究開発および社会実装基盤の構築」

日本側 (リーダー: 松井南)

インドネシア側 (リーダー: IRRI; Thomas Wijaya, UI; Retno Lestari)

次世代のリーダーを育てるための日本での研究や長期研修による学位取得の可能性について話し合いを行なった。

II. 今後のプロジェクトの進め方、および成果達成の見通し (公開)

【令和 2 年度実施報告書】【210531】

ウェブ会議による現地調査としてインドネシア農業省、植物防疫局、関連企業、小自作農家のインタビューを通じてインドネシアのゴムノキ葉枯れ病が小自作農家の農園のラテックスの収益を現実に減らすことで生活に直接影響を及ぼしていること、植物防疫局とインドネシア農業省が病害の蔓延を認識しつつも十分な対応がとられていないことがわかった。

今後の研究計画の進め方は、変更がないもののインドネシア側のインドネシアゴム研究所、インドネシア大学の相互的協力の元で迅速に病害の駆除及び蔓延防止を図っていくことが必要であることを再認識した。

Ⅲ. 国際共同研究実施上の課題とそれを克服するための工夫、教訓など（公開）

新型コロナウイルスにより渡航ができないため、暫定研究期間においては、ウェブ会議を多用した研究進捗報告や研究計画を行なった。現地調査が、ウェブ会議により迅速にできる反面、対面での会議でないために十分な相互理解に細かな説明が必要となるため、時間を多く取ることで対処することを行なった。

(1) プロジェクト全体

2020 年度は暫定期間であるため、ウェブによる現地調査により現地の葉枯れ病の対処状況を把握することを行なった。特に小自作農家のゴム農園の被害状況を複数の農家から話を聞くことができた。

(2) 研究題目 1 : 「ゴムノキ葉枯れ病に対する新規殺菌剤の候補化合物の開発」

日本側（リーダー：栗原恵美子）

インドネシア側（リーダー：IRRI, Tri Rapani Febbiyanti）

ウェブ会議を多用し、研究計画の分担や暫定期間での研究進捗について話し合いを行なった。

(3) 研究題目 2 : 「ゴムノキ葉枯れ病に対する新規微生物殺菌剤候補の微生物製剤の開発」

日本側（リーダー：清水将文）

インドネシア側（リーダー：IRRI, Radite Tistama）

ウェブ会議を多用し、研究計画の分担や暫定期間での研究進捗について話し合いを行なった。

(4) 研究題目 3 : 「ゴムノキ葉枯れ病抵抗性クローンの作出」

日本側（リーダー：蒔田由布子）

インドネシア側（リーダー：IRRI, Fetrina Oktavia）

ウェブ会議や共通のメールソフトを多用し、研究計画の分担や暫定期間での研究進捗について話し合いを行なった。

(5) 研究題目 4 : 「人工衛星およびドローンデータを用いたゴムノキ病害罹患地域検出システムの開発」

日本側（リーダー：加瀬究）

インドネシア側（リーダー：UI, Supriatna, M.T.）

主にウェブ会議を多用し、研究計画の分担や暫定期間での研究進捗について話し合いを行なった。

(6) 研究題目 5：「インドネシアの次世代ゴムノキ病害抑制に係わる研究開発および社会実装基盤の構築」

日本側（リーダー：松井南）

インドネシア側（リーダー：IRRI; Thomas Wijaya, UI; Retno Lestari）

主にウェブ会議やメールを多用し、研究計画の分担や暫定期間での研究進捗について話し合いを行なった。

IV. 社会実装（研究成果の社会還元）（公開）

(1) 成果展開事例

無し

(2) 社会実装に向けた取り組み

研究の概要と東南アジアの葉枯れ病の現状および SATREPS プロジェクトの研究内容について日本ゴムトレーディング協会主催で 2021 年 2 月 19 日にオンラインセミナー「天然ゴム生産に影響する東南アジアのパラゴムノキ葉枯病」と題したウェブセミナーを日本の天然ゴム産業に関わる方を対象に開催した (<https://gomuhouchi.com/other/33728/>)。

2021 年 3 月 30 日、31 日に行われた IRRDB (International Rubber Research Developmental Board 会議) のウェビナーでインドネシアと進める SATREPS 研究の概要紹介を行なった。

V. 日本のプレゼンスの向上（公開）

世界のゴムノキのゲノム研究状況について、主に IRRDB (International Rubber Research Development Board) の各国研究機関に最先端の研究内容についてまとめていただいた” Rubber Tree Genome Book” を共同監修し出版した。

“The Rubber Tree Genome” Editors: Matsui Minami, Chow Keng-See Springer 社

VI. 成果発表等【研究開始～現在の全期間】（公開）

VII. 投入実績【研究開始～現在の全期間】（非公開）

VIII. その他（非公開）

以上

VI. 成果発表等

(1)論文発表等【研究開始～現在の全期間】(公開)

①原著論文(相手国側研究チームとの共著)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ～おわりのページ	DOIコード	国内誌/ 国際誌の別	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載など、 特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。)
			論文数	0 件	
			うち国内誌	0 件	
			うち国際誌	0 件	
			公開すべきでない論文	0 件	

②原著論文(上記①以外)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ～おわりのページ	DOIコード	国内誌/ 国際誌の別	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載など、 特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。)
			論文数	0 件	
			うち国内誌	0 件	
			うち国際誌	0 件	
			公開すべきでない論文	0 件	

③その他の著作物(相手国側研究チームとの共著)(総説、書籍など)

年度	著者名,タイトル,掲載誌名,巻数,号数,頁,年		出版物の 種類	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項
			著作物数	0 件	
			公開すべきでない著作物	0 件	

④その他の著作物(上記③以外)(総説、書籍など)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ～おわりのページ		出版物の 種類	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項
			著作物数	0 件	
			公開すべきでない著作物	0 件	

⑤研修コースや開発されたマニュアル等

年度	研修コース概要(コース目的、対象、参加資格等)、研修実施数と修了者数	開発したテキスト・マニュアル類	特記事項

VI. 成果発表等

(2) 学会発表【研究開始～現在の全期間】(公開)

① 学会発表(相手国側研究チームと連名)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

年度	国内/ 国際の別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別
		招待講演	0 件
		口頭発表	0 件
		ポスター発表	0 件

② 学会発表(上記①以外)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

年度	国内/ 国際の別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別
		招待講演	0 件
		口頭発表	0 件
		ポスター発表	0 件

VI. 成果発表等

(3)特許出願【研究開始～現在の全期間】(公開)

①国内出願

	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種類、出願国等	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有	登録番号 (未登録は空欄)	登録日 (未登録は空欄)	出願特許の状況	関連する論文のDOI	発明者	発明者 所属機関	関連する外国出願※
No.1													
No.2													
No.3													

国内特許出願数 0 件
公開すべきでない特許出願数 0 件

②外国出願

	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種類、出願国等	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有	登録番号 (未登録は空欄)	登録日 (未登録は空欄)	出願特許の状況	関連する論文のDOI	発明者	発明者 所属機関	関連する国内出願※
No.1													
No.2													
No.3													

外国特許出願数 0 件
公開すべきでない特許出願数 0 件

VI. 成果発表等
 (4) 受賞等【研究開始～現在の全期間】(公開)

①受賞

年度	受賞日	賞の名称	業績名等 (「〇〇の開発」など)	受賞者	主催団体	プロジェクトとの関係 (選択)	特記事項

0 件

②マスコミ(新聞・TV等)報道

年度	掲載日	掲載媒体名	タイトル/見出し等	掲載面	プロジェクトとの関係 (選択)	特記事項

0 件

VI. 成果発表等

(5) ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等の活動【研究開始～現在の全期間】(公開)

① ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等

年度	開催日	名称	場所 (開催国)	参加人数 (相手国からの招聘者数)	公開/ 非公開の別	概要

0 件

② 合同調整委員会(JCC)開催記録(開催日、議題、出席人数、協議概要等)

年度	開催日	議題	出席人数	概要

0 件

成果目標シート

研究課題名	ゴムノキ葉枯れ病防除のための複合的技術開発
研究代表者名 (所属機関)	松井 南 (理化学研究所)
研究期間	R2採択(令和2年8月1日～令和8年3月31日)
相手国名／主要 相手国研究機関	インドネシア／ インドネシアゴム研究所、 インドネシア大学
関連するSDGs	主関連SDGs目標(目標12)、関連SDGs(目標13,15)

成果の波及効果

日本政府、社会、産業への貢献	・天然ゴム産業に対する貢献 ・日本企業を始め世界のゴム需要の安定的供給 ・日本の国際的リーダーシップとアジア連携
科学技術の発展	・葉枯れ病菌の同定 ・葉枯れ菌増殖阻害化合物、微生物の開発、単離 ・葉枯れ菌耐性株の開発
知財の獲得、国際標準化の推進、遺伝資源へのアクセス等	・病害耐性に関わる遺伝子領域特許 ・天然ゴム研究のゲノム基盤の構築 ・病害耐性化合物、微生物剤の特許 ・ゴム農業生産の安定化
世界で活躍できる日本人人材の育成	・東南アジアと連携し協働できる若手研究者の育成 ・天然ゴム育成研究を通じた東南アジアでの研究主導者
技術及び人的ネットワークの構築	・情報科学技術教育を通じた国際連携 ・ゲノム育種技術教育を通じた国際連携 ・インドネシア、日本に跨がる研究ネットワークの形成
成果物(提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど)	・天然ゴムの品種間ゲノム比較に関する論文 ・病害抵抗性に関するゲノム領域データ ・病害抵抗性に関わる品種データ ・衛星、ドローン画像解析による病害感染領域探索のためのプログラム

Overall Goal

公開資料

プロジェクトが開発したゴムノキ葉枯れ病に対する複合的防除技術がインドネシア全国で利用できるになっている

プロジェクトで開発の化合物、微生物製剤がインドネシアで販売されている
開発した葉枯れ病耐性クローンが販売提供されている
開発した「ゴムノキ病害罹患地域検出システム」サービスが提供されている

Project Purpose

ゴムノキの葉枯れ病を効果的に予防対策できる複合的技術が開発される

