

ラオス人民民主共和国
農林省
国立農林地方開発研究センター

ラオス人民民主共和国
有用植物資源の持続的な商業活用に
向けた普及・実証事業
業務完了報告書

令和2年1月
(2020年1月)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社ジャパン・フラワー・コーポレーション

民連
JR
20-007

<本報告書の利用についての注意・免責事項>

- ・本報告書の内容は、JICA が受託企業に作成を委託し、作成時点で入手した情報に基づくものであり、その後の社会情勢の変化、法律改正等によって本報告書の内容が変わる場合があります。また、掲載した情報・コメントは受託企業の判断によるものが含まれ、一般的な情報・解釈がこのとおりであることを保証するものではありません。本報告書を通じて提供される情報に基づいて何らかの行為をされる場合には、必ずご自身の責任で行ってください。
- ・利用者が本報告書を利用したことから生じる損害に関し、JICA 及び受託企業は、いかなる責任も負いかねます。

<Notes and Disclaimers>

- ・ This report is produced by the trust corporation based on the contract with JICA. The contents of this report are based on the information at the time of preparing the report which may differ from current information due to the changes in the situation, changes in laws, etc. In addition, the information and comments posted include subjective judgment of the trust corporation. Please be noted that any actions taken by the users based on the contents of this report shall be done at user's own risk.
- ・ Neither JICA nor the trust corporation shall be responsible for any loss or damages incurred by use of such information provided in this report.

目次

巻頭写真.....	i
略語表.....	iii
地図	iv
図表番号	v
案件概要.....	vi
要約	vii
1. 事業の背景.....	1
(1) 事業実施国における開発課題の現状及びニーズの確認.....	1
① 事業実施国の政治・経済の概況.....	1
② 対象分野における開発課題.....	4
③ 事業実施国の関連計画、政策（外交政策含む）および法制度.....	7
④ 事業実施国の対象分野における ODA 事業の事例分析および他ドナーの分析.....	10
(2) 普及・実証を図る製品・技術の概要.....	10
① 名称.....	10
② スペック/仕様.....	10
③ 特徴.....	12
④ 競合他社と比べた比較優位.....	12
⑤ 国内外の販売実績.....	13
⑥ 価格.....	13
2. 普及・実証事業の概要.....	14
(1) 事業の目的.....	14
(2) 期待される効果.....	14
(3) 事業の実施方法・作業工程.....	14
① 事業の実施方法.....	14
② 作業工程表.....	17
(4) 投入（要員、機材、事業実施国側投入、その他）.....	18
① 要員.....	18
② 資機材リスト.....	18
③ 事業実施国政府機関側の投入.....	19
(5) 事業実施体制.....	19
① 事業実施体制.....	19
② 現地実施体制.....	20
(6) 事業実施国政府機関の概要.....	21
① 国立農林農村開発研究センター (NAFRI、カウンターパート機関).....	21
② コメ研究センター (RRC、実施機関).....	22
3. 普及・実証事業の実績.....	23

(1)	活動項目毎の結果.....	23
①	【成果 1】ラオスにおいて有用植物資源の経済的・商業的価値が実証される。 23	
②	【成果 2】有用植物資源の持続的な商業活用に関する一連の技術・ノウハウが NAFRIに移転され、NAFRIが独自に運用するための体制が構築される。.....	26
③	【成果 3】有用植物資源の持続的な商業活用と保全の普及体制が検討される。 40	
(2)	事業目的の達成状況.....	40
(3)	開発課題解決の観点から見た貢献.....	42
(4)	日本国内の地方経済・地域活性化への貢献.....	43
(5)	事業後の事業実施国政府機関の自立的な活動継続について.....	43
(6)	今後の課題と対応策.....	44
4.	本事業実施後のビジネス展開計画.....	46
(1)	今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定.....	46
①	マーケット分析.....	46
②	ビジネス展開の仕組み.....	47
③	想定されるビジネス展開の計画・スケジュール.....	49
④	ビジネス展開可能性の評価.....	50
(2)	想定されるリスクと対応.....	50
(3)	普及・実証において検討した事業化およびその開発効果.....	51
(4)	本事業から得られた教訓と提言.....	51
	英文要約.....	53

巻頭写真



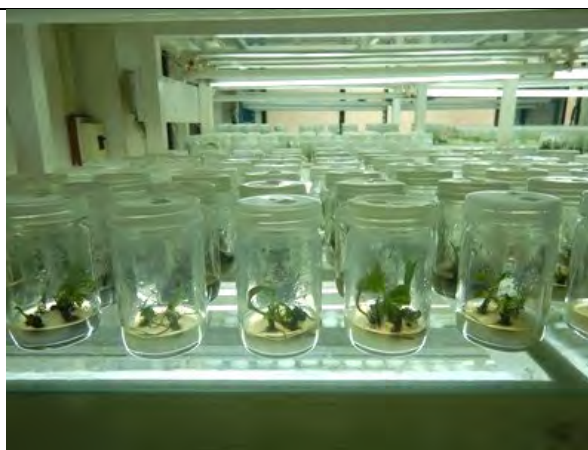
NAFRI 主催による各省関係部署を集めた
キックオフ会議



RRC の既存組織培養室



RRC の既存設備動作確認



RRC で増殖中のメリクロン苗



植物サンプル採取のための打合せ



植物サンプル採取のため RRC 敷地内を視察



RRC 研究室設備の拡張工事



クリーンルーム完工式典でのセミナー



完成したクリーンルームと機材（クリーンベンチなど）



RRC スタッフへの技術指導講義



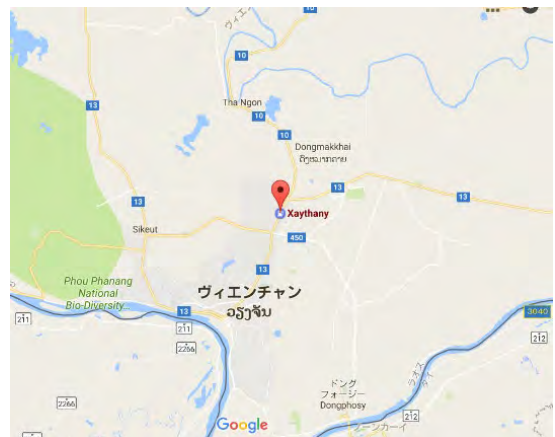
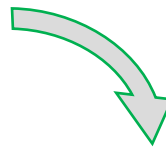
最終報告会・セミナー

略語表

略語	正式名称	日本語名称
AJCEP	Agreement on Comprehensive Economic Partnership among Japan and Member States of the ASEAN	日アセアン包括的経済連携協定
ARC	Agriculture Research Center	農業研究センター
ASEAN	Association of South-East Asian Nations	東南アジア諸国連合
APTA	Asia Pacific Trade Agreement	アジア太平洋貿易協定
ATIGA	ASEAN Trade in Goods Agreement	ASEAN 物品貿易協定
BEI	Biotechnology and Ecology Institute	バイオテクノロジー生態学研究所
CITES	Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora	絶滅のおそれのある野生動植物の種の国際取引に関する条約
CLMV	Cambodia Laos Myanmar Vietnam	カンボジア、ラオス、ミャンマー、ベトナム
C/P	Counterpart Organization	カウンターパート機関
DFRM	Department of Forest Resource Management	森林資源管理局
FSRC	Forest Science Research Center	森林研究所
GAP	Good Agricultural Practice	農業生産工程管理
HRC	Horticulture Research Center	園芸研究所
ITM	Institute of Traditional Medicine	伝統医療研究所
JFC	Japan Flower Corporation	(株) ジャパン・フラワー・コーポレーション
KMC	Kaihatsu Management Consulting	(株) かいほつマネジメント・コンサルティング
LDC	Least Developed Country	後進開発途上国
MDGs	Millennium Development Goals	ミレニアム開発目標
MAF	Ministry of Agriculture and Forestry	農林省
MOF	Ministry of Finance	財務省
MSDS	Material Safety Data Sheet	化学物質等安全データシート
NAFRI	National Agriculture, Forestry and Rural Development Research Institute	国立農林地方開発研究センター
NSEDP	National Social Economic Development Plan	社会経済開発計画
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
OJT	On the Job Training	実習
RCEP	Regional Comprehensive Economic Partnership	東アジア地域包括的経済連携
RRC	Rice Research Center	コメ研究センター
SDGs	Sustainable Development Goals	持続可能な開発目標
USAID	United States Agency for International Development	米国国際開発庁
VOC	Vientiane Orchidees Company	ビエンチャンオーキデーズ社
WTO	World Trade Organization	世界貿易機関

通貨単位：ラオスキープ（LAK） 1 ラオスキープ=0.01 円（2020年1月現在）

地図



RRC の所在位置

出所：<http://www.freemap.jp/> <http://www.googlemap>

図表番号

図 1-1	植物資源の商業活用バリューチェーンシステム	11
図 2-1	想定される新品種メリクロン苗の知的財産保護の仕組み	17
図 2-2	事業実施体制	20
図 2-3	現地実施体制	21
図 2-4	NAFRI 組織図	21
図 2-5	RRC 組織図	22
図 3-1	免税手続き	30
図 3-2	設置したクリーンルームの仕様と特徴	31
図 3-3	想定される対象有用植物バリューチェーン	39
図 4-1	事業の概念図	48
図 4-2	想定される対象有用植物バリューチェーン	49
表 1-1	ラオスの主要な経済指標	2
表 1-2	主要など導入資機材	13
表 2-1	成果と活動	14
表 2-2	作業行程表	18
表 2-3	本邦調達機材リスト	18
表 3-1	選定された対象植物の概要(非公開)	23
表 3-2	分析結果の概要(非公開)	24
表 3-3	有用植物の利用	25
表 3-4	健康食品の利用目的ランキング	25
表 3-5	各対象植物品種の市場価値検討内容の概要(非公開)	26
表 3-6	機材調達・現地工事の全体工程	27
表 3-7	調達変更した資機材	27
表 3-8	クリーンルーム検査調書	33
表 3-9	第 1 回技術移転活動（組織培養実習）の内容	34
表 3-10	対象品種の特性と方法（非公開）	34
表 3-11	第 2 回技術移転活動（クリーンルーム無菌管理・組織培養実習）の内容	35
表 3-12	第 3 回技術移転活動（クリーンルーム無菌管理・組織培養実習）の内容	37
表 3-13	粉末化試験の概要	39
表 3-14	成果の達成状況	41
表 3-15	持続可能な開発目標（SDGs）への貢献	43
表 3-16	課題と対応策	44
表 4-1	伝統医薬品を生産するラオスの団体	46
表 4-2	対象有用植物の商品化案（非公開）	49
表 4-3	商品の販売策（検討中）	49
表 4-4	収支計画表（非公開）	50
表 4-5	想定リスクと対応策	50

案件概要

ラオス人民民主共和国

有用植物資源の持続的な商業活用に向けた普及・実証事業 株式会社ジャパン・フラワー・コーポレーション(富山県)

ラオスの開発ニーズ

- 貴重な天然資源である有用植物資源が乱獲等により減少しているが、同国政府には**有用植物資源を管理および保全する体制が整っていない**。
- 有用植物資源の商用活用は貴重な外貨獲得源となりうるが、設備・人材・制度システム等の不足により、**経済的機会を損失**している。

普及・実証事業の内容

【実証】

- ラオスにおいて有用植物資源の経済的・商業的価値が実証される。
- 有用植物資源の持続的な商業活用に関する一連の技術・ノウハウが国立農林研究センター(NAFRI)に移転され、独自に運用するための体制が提案される。

【普及】

- 有用植物資源の持続的な商業活用と保全の普及体制が検討される。

提案企業の技術・製品



植物資源商業活用 バリューチェーンシステム

植物資源の持続的な商業活用の一連の技術とノウハウを包括するバリューチェーンシステム。
-成分分析:有用成分の分子構造特定のための科学分析
-増殖:メリクロン技術によるウィルスフリー苗の大量培養
-販売:日本・海外への輸出販売・特許取得支援

事業概要

相手国実施機関:国立農林研究センター(NAFRI)
事業期間:2018年3月~2020年5月
事業サイト:ビエンチャン

ラオス側に見込まれる成果

- 増殖-試験販売による収益向上の成功体験を通じ、以下の成果が見込まれる。
- 有用植物資源の保全・商業活用のための能力強化、体制整備と、それによる天然資源の保全
 - 新たな産業創出による、雇用拡大、財政強化への貢献

日本企業側の成果

現状

- ラオスには販売力ポテンシャルの高い植物が豊富にあると予測されているが、科学的分析・設備・制度の不備により、商業機会を活用できずにいる。

今後

- 植物の有用成分の科学的特定により、健康食品や化粧品などへの販売展開が可能になる。
- 植物の増殖施設・体制の整備により、世界的な販売が拡大される。
- NAFRIの能力強化により、保全・特許取得が適切に行われ、ラオスにおける公正なビジネス環境が確保される。

要約

I. 提案事業の概要	
案件名	(和文) ラオス国有用植物資源の持続的な商業活用に向けた普及・実証事業 (英文) Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for sustainable commercial utilization of useful plant resource in Laos P.D.R.
事業実施地	ラオス国ビエンチャン
相手国 政府関係機関	国立農林地方開発研究センター (NAFRI) コメ研究センター (RRC)
事業実施期間	2018年3月～2020年5月
契約金額	98,202,240円(税込) ※変更後
事業の目的	ラオスにおける有用植物資源の保全と、資源活用による経済的利益を確保する仕組みの構築に向け、植物資源を商業活用することにより、経済的な価値が生み出される仕組みを実証する。持続的な商業活用と植物資源保全の一連の技術・ノウハウを普及するための計画が策定される。
事業の実施方針	<p>本事業は、ラオスでの株式会社ジャパン・フラワー・コーポレーション(以下、「JFC」)の持続的なビジネス展開を主眼として、以下の方針にて実施する。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ラオスの植物資源をラオスに還元する仕組みの構築を重視する。 JFCは本事業において、カウンターパート機関(C/P)の能力向上支援、品種登録や特許取得など国際的な制度整備支援により、ラオスの利益が確保される仕組み構築を優先することが重要と考えており、これを本事業の基本方針とする。 2. C/P機関 NAFRIの事業計画との整合性を重視する。 NAFRIは、森林・農業資源の研究と保全を組織の重要課題としているため、本事業がNAFRIの事業計画の一部を補完する形で実施されるよう、緊密な連携のもと現地の状況に即した活動を進める。 3. ラオスの既存案件との連携を図る。 ラオスの既存案件(「固有植物の高付加価値化に向けた加工技術に関する普及・実証事業」や技術協力プロジェクト「クリーン農業開発プロジェクト」)と連携を図り、事業の効率化を目指す。
実績	<p>活動実績と成果は以下のとおり。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 実証・C/Pの体制整備 <ol style="list-style-type: none"> (1) 設備改修・機材設置 RRC 既存組織培養設備の拡張工事、クリーンルームへの改修工事・クリーンルーム設備・機材設置、検収が終了し、2018年12月に完工式を開催した。 (2) C/Pへの技術移転 RRCの主要スタッフをトレーナーとして育成するため、①クリーンルームの無菌管理、②メリクロン増殖技術、③苗の順化・栽培技術、に関する技術移転を実施した。これらの結果、RRCスタッフが、商業活用に耐えうるレベルの有用植物の増殖ができることが判明し、品質を向上に向けて更なる能力強化が図られた。 (3) 有用植物の選定・成分分析 文献調査などの情報収集結果に基づき、有用性の可能性の高い植物品種をC/Pと協議の上選定した。検討の結果、(非公開)が選定された。これらの成分分析を実施した結果、複数の植物から高い有効成分が検出された。

	<p>(4) 試験増殖・販売販売 選定した植物の内、希少ラン1種を1,000苗試験増殖し、JFCの既存販売ルートで試験販売した。同品種は機能性植物であるが、鑑賞用として販売したため、価格の検討ではなく、正式な輸出・販売のプロセスの確認に役立てた。</p> <p>2. 普及・ビジネス展開計画策定</p> <p>(1) 許認可・法制度の確認 許認可や法制度の確認やアップデートを行い、基本的なリスクについては把握した。事業リスクを抽出した。</p> <p>(2) 各種マニュアルの作成 クリーンルームの基本的作業方法、一般的な増殖の手順をまとめた「環境微生物学マニュアル」、クリーンルームの無菌状態管理のチェックリスト、ランの生育プロセス・組織培養に関するマニュアルを作成した。</p> <p>(3) 普及体制の検討 有用植物資源の保全・活用に関連する組織はこれまで情報共有が行われずバラバラに活動していたが、本事業を通じて様々な情報共有が行われ、各組織の連携活動が生まれた。</p> <p>(4) ビジネス展開計画策定 各活動実施の結果、日本の海外市場を対象とした有用植物のメリクロン苗および加工品の販売、に焦点を絞ったビジネスを展開する計画を策定した。</p>
課題	<p>事業を通じて明らかになった課題は以下のとおり。対応策については本文に記載した。</p> <p>1. 設備・機材 現時点では順調に稼働しているが、気温や電気供給の不安定などにより、今後設備や機器の不具合が起きる可能性は排除できない。数年後にはクリーンルームのHEPAフィルターを交換する必要がある、その経費を誰が負担するのかという問題がある。</p> <p>2. 調達 試薬類は、本事業実施中はJFCで手配したが、冷蔵管理が必要など輸送が困難なものがある上、輸出手続きが困難なものがある。(国内では入手不可能。) 事業終了後はRRCが独自で調達していく必要があり難易度は高い。</p> <p>3. 成分分析 今後ラオスが有用植物資源を持続的に商用活用していくためには、ラオス国内で自前で分析できる能力を身に付ける必要があるが、現時点ではラオス国内で適切な分析を実施できる能力は政府機関にはない。</p> <p>4. 増殖 新たな品種の場合、メリクロンのプロトコルの作成とそれに従って増殖することは、想定以上に困難であることが判明した。</p> <p>5. 試験販売 諸外国の植物資源の輸出入に関する許認可が政府から迅速に発出されない場合が多く、必要手続きが円滑に進まない可能性がある。</p>
事業後の展開	<p>JFCとNAFRIで共同事業を実施する。現在JFCが日本内外の企業から委託を受けているメリクロン苗生産の一部および新規受注分をラオスで実施し、それら生産された苗をJFCがNAFRIから買い取り販売する。対象顧客は、JFCがネットワークを持つ日本やオランダなどラオス国外の花弁会社・健康食品会社である。ラオスでのメリクロン苗生産が安定す</p>

	<p>るまでは、普及・実証事業で対象として選定した有用植物の日本で作成したマザープラントを JFC から提供し、生産を繰り返すことで技術を向上させる。数年間の生産実施後、新規有用植物のマザープラント生産もラオスで開始する。加えて、市場ニーズが顕在する有用植物の加工品（パウダーなど）の生産販売もおこなう。</p>
II. 提案企業の概要	
企業名	株式会社ジャパン・フラワー・コーポレーション
企業所在地	富山県射水市
設立年	1996 年
業種	小売業、サービス業
主要事業・製品	花卉・苗木の小売業 花卉・農業資材流通 フラワースクール運営 農業のコンサルティング
資本金	5 千万円（2019 年 1 月時点）
売上高	13.5 億円
従業員数	71 人

1. 事業の背景

(1) 事業実施国における開発課題の現状及びニーズの確認

① 事業実施国の政治・経済の概況

ラオスは、インドシナ半島の中心に位置し、東はベトナム、西はミャンマー・タイ、南はカンボジア、北は中国と、5か国と国境を接する内陸国である。日本の本州とほぼ同じ23万6,800㎢の国土面積を有し、人口は668万人、そのうち約12.3%を占める82万人が首都ビエンチャンに居住している¹。50の民族で構成される多民族国家であり、仏教を主な宗教としている。

ア) ラオスの政治状況

ラオスは、19世紀終わりから続いたフランス支配、1953年の独立とその後20年以上にわたる内戦という混乱の時を経て、1975年12月2日に王制を廃止し、ラオス人民民主共和国を樹立した。以来現在に至るまで、人民革命党による社会主義国型の一党支配体制が続いている。一部の地域で反政府勢力やその他による騒乱が起こることが稀にあるが、いずれも散発的・小規模であり、基本的に政情は安定している。

国家開発の指針は、5年毎に開催される党大会において決定される。現在は、2016年1月に開催された第10回党大会から始まった期間中にあり、ブンニャン・ヴォーラチット党書記長を筆頭とした党メンバーにより、社会経済開発の15年ビジョン「ビジョン2030」、2025年までの10カ年戦略、第8次5カ年社会経済開発計画(NSEDP)(2016-2020)に基づき国家運営が行われている。

「ビジョン2030」では、財政の自立、工業及び近代農業からなる経済の構築、天然資源の有効活用、環境に優しく持続的な経済(「グリーン経済」)、人材育成、各産業分野における外部に対する競争力の向上などを掲げている²。さらに、社会面における国家建設方針として、文化や環境と調和が保たれる開発、気候変動や外部からの危機に対処できるための環境保護、諸民族の団結、民族の伝統的文化の保護・促進・発展などを目標としている。

第10回党大会開催後の3月に開かれた国民議会では、ブンニャン・ヴォーラチット党書記長が国家主席に、トンルン・シースリット元副首相兼外務大臣が首相に選任された。トンルン首相は、2024年にラオスが後進開発途上国から卒業することを最重要目標の一つに掲げ³、汚職根絶に向けた政府要職の広範囲な人事交代や、投資環境の向上のための行政手続きの簡素化・迅速化など、数々の斬新な政策を実行している。

外交面においては、全方位外交を推進しており、隣国であるタイ・ベトナム・中国とは政治経済両面において特に関係が深い。ベトナムとの関係は「特別な関係(Special Relationship)」と位置付けている。日本とは2015年に外交樹立60周年を迎えた。ラオスは、1965年に開始した青年海外協力隊の最初の派遣国の一つであり、また二国間援助において最大の援助国であるなど深く良好な関係を築いている。

ラオスは社会開発、人間開発の各側面において長年他国に後れを取ってきたが、国連ミレニアム開発目標(MDGs)導入以降、ラオス政府や他国ドナー、市民組織、民間セクターの努力が功を奏し、貧困・飢餓の減少や教育と健康の改善においては大きな進歩が見られる。一方、苦戦して

¹ JETRO ラオス概況。

² 機動研究中間報告『ラオス人民革命党第10回大会と「ビジョン2030」』第2章、アジア経済研究所。

³ 当初は2020年を予定していたが、延期された。

いる分野もあり、特に栄養面においては、5歳以下児童の44%が発育不良、27%が極めて低体重であるとされている。2016年よりMDGsの後継的な枠組みとして国連加盟国間で導入されている持続可能な開発目標(SDGs)においては、17の加盟国共通目標に加え、ラオス独自の国家目標として第18目標となる「不発弾の影響の削減」を掲げている。第18目標では、ラオスの18県のうち15県に残る推定8000万発のクラスター弾の不発弾処理に取り組むことで、農村部住民や子どもへの被害の軽減を目指す。ラオス政府は最初のステップとして、不発弾汚染の包括的な全国調査を計画している。

イ) ラオスの経済状況

ラオスは、1986年の市場開放、1997年のASEAN加盟、2013年の世界貿易機関(WTO)への加盟と、積極的な経済開放政策を推進している。過去数年間の経済成長率は7~8%前後で推移しており、とりわけ首都ビエンチャンは経済発展著しく、一人当たりGDPは5,300USドル(2018年)と国平均値(2,542USドル)を倍近く上回っている。2017年のラオス周辺国の一人当たりGDPは、ミャンマー(1,264USドル)、カンボジア(1,390USドル)、ベトナム(2,389USドル)であり、ラオスは後発ASEAN諸国(CLMV⁴)の中で首位を維持している⁵。前述の「ビジョン2030」および中期戦略・5カ年計画では、今後5年間で一人当たりGDPを3,100USドルまで引き上げ、2020年までに最貧困国から脱却し、2030年までにはGDPを2015年比4倍以上とし、上位中所得国入りすることを目標としている⁶。インドシナ半島の中心という立地を活かし、“Land-locked country”から“Land-linked country”への移行を掲げ、ベトナム・ラオス・タイを結ぶ東西回廊や、中国国境に向かう南北回廊の整備など、内陸国の利点を活かした経済インフラの整備が行われている。ラオスの主要な経済指標は以下のとおりである。

表 1-1 ラオスの主要な経済指標

経済指標	2016年	2017年	2018年
1. 一人当たりGDP(USドル)	2,408	2,542	2,720
2. 実質GDP成長率(%)	7.0	6.9	6.5
3. 消費者物価上昇率(%)	1.6	0.8	2.0
4. 貿易収支(100万USドル)	△2,077	△1,930	△1,194
5. 経常収支(GDP比(%))	△13.1	△11.4	△8.6
6. 外貨準備高(グロス)(100万USドル)	817	1,018	1,105
7. 対外債務残高(グロス)(GDP比(%))	105	114	na

(出所) JETRO 世界貿易投資報告(2019年版)

ここ数年堅調な伸びを示していた実質GDP成長率は、2018年は6.5%と前年比で0.4ポイント減速した。大規模電源開発、経済特区への投資、サービス業の拡大、中国ラオス鉄道建設が牽引し、タイ向けの電力輸出が大きく増加したものの、洪水被害、農作物、鉱物価格の低迷、財政引き締めによる公共投資の鈍化の影響を受けた。政府は財政赤字緩和に取り組んでおり、徴税の強化や公共投資の効率的利用、公的債務管理強化につとめ、その成果が出始めている。同時に投資

⁴カンボジア、ラオス、ミャンマー、ベトナム。

⁵JETRO 国別概況(ラオス、ミャンマー、カンボジア、ベトナム)。

⁶脚注3を参照。当初予定より変更され、2024年に延期されている。

環境の改善など景気を刺激し、成長維持を図っている。⁷

人口の7割近くが就労する農業分野では、雨期の洪水被害の影響を受け、2.0%成長にとどまった。主要な農産物であるコメの他にも、キャッサバ、天然ゴム、コーヒー、トウモロコシなどの商品作物を輸出している。サービス業は堅調で7.4%成長、GDPの42.1%を占めた。小売り・卸、ホテル・外食、金融・保険、通信、不動産開発などが牽引した。観光業では2018年の外国人観光客は418万人(前年比8.2%増)と目標の500万人には及ばなかったものの、2年連続の減少から増加に転じた⁸。観光客はタイ、ベトナム、中国、韓国が多い。2019年も、電力開発や観光客の増加により実質GDP成長率を維持すると見込まれている⁹。

2018年の輸出額は54億1,800万USドル(前年比20.8%増)、輸入額は66億1,200万USドル(3.5%増)で、貿易赤字は11億9,400万USドル(37.4%減)と赤字幅が大幅に減少した。輸出の内訳を見ると、鉱物・電力(52.9%)、木材・木製品(7.8%)、農産物・家畜・食品(8.1%)、縫製品(5.9%)、その他(23.2%)となっている。今後はタイ・ベトナムなどへの電力輸出がさらに拡大する見込みである¹⁰。ラオスの豊富な天然資源は同国の経済発展に大きく寄与しているが、国際市場における高い価格変動性や環境への悪影響などが指摘されており、資源産業への過度の依存に警鐘が鳴らされている。2018年7月には南部アタプー県において大規模なダム決壊事故が発生し、国家経済優先のダム建設に対して国内外の批判が高まった。

ラオスは二次産業が未成熟のため、自動車、機械部品、食品、日用品の大半は輸入に頼っている。2017年は、中国ラオス鉄道や大型水力発電所の建設に伴う設備輸入が増大したため、機械・部品の輸入が29%増となった。輸出および内需の増加に貢献しうる非資源セクターにおける新規産業の早期育成が喫緊の課題である。

非資源セクターにおいては、2000年代に入ってから経済特区の整備に伴い、製造業を中心とした工業が徐々に発展している。2003年に設立された中部サワナケート県のサワン・セノ経済特区、2011年に設立された首都ビエンチャンのビタ・パーク、2015年7月に認可された南部チャンパサック県の「パクセ・日本中小企業経済特区」等、全国で12カ所の経済特区が運営されている。2017年時点で全経済特区に377社が入居しており、2017年には71社が新規進出した。特に、近年の中国・タイにおける事業コストの高騰を受け、「チャイナプラスワン」「タイプラスワン」の投資先として注目されている。さらに、北部ルアンパバーン県や南部チャンパサック県などの世界遺産を中心とした観光業の開発や、製造業の発展に不可欠な物流業、金融・保険業などのサービスセクター開発も拡大している。

日本企業の進出はここ数年で活発になり、進出企業数は2008年4月時点の52社から2018年には150社に増加している¹¹。また2012年5月時点でのビエンチャン日本人商工会議所会員企業数は38社であったが、2019年4月時点では105社(準会員含む)と倍増している。

ラオスへの投資事業拡大を促進するため、2016年12月に改正投資奨励法公布に関する国家主席令が発行された。投資奨励法は、グリーンで持続的な国家社会経済開発の拡大に資する国内外からの投資の奨励、管理に関する原則、規則、基準を規定するものである。セクター別、地区別、

⁷ JETRO 世界貿易投資報告(2019年版)

⁸ JETRO 世界貿易投資報告(2019年版)。

⁹ JETRO 経済動向(2017年12月13日)。

¹⁰ JETRO 世界貿易投資報告(2018年版)。

¹¹ 外務省領事局政策課「海外在留邦人数調査統計(平成31年度要約版)」。

税務・土地・その他の3つの投資奨励優遇があり、投資家がラオスにおいて事業を利便、迅速、透明、公正、合法的に実施できるように、各種の優遇措置を付与している¹²。

2015年12月31日にASEAN経済共同体(AEC)が発足し、全10カ国6億3,000万人の巨大市場が誕生した。ASEAN物品貿易協定(ATIGA)に基づく2010年1月の先進ASEAN諸国における関税撤廃に続き、CLMVでも2018年1月に7%の猶予措置が切れ、原則全ての関税が撤廃された。これにより域内貿易のさらなる促進が見込まれるほか、従来望まれていた通関手続きの簡素化やASEAN共通基準・認証・表示制度の導入が期待される。

その他にラオスが対象となる自由貿易協定として、アジア太平洋貿易協定(APTA)¹³や日ASEAN包括的経済連携協定(AJCEP)がある。またASEANパートナー各国を含む広域の経済連携枠組みとして、東アジア地域包括的経済連携(RCEP)が協議されている。2018年8月に第6回RCEP閣僚会合がシンガポールで開催され、高級実務者レベルの貿易交渉委員会(Trade Negotiating Committee)会合における議論の結果が報告されるとともに、年内の実質的な妥結に向けて各国が協力して努力することが合意された¹⁴。

② 対象分野における開発課題

ラオスには、薬効・健康増進効果等の有効成分を持つ植物が2,000~3,000種存在すると推定¹⁵されている。生物多様性の宝庫であるとともに、これら有用植物の商業活用により大きな経済的価値を生み出す可能性を秘めている。WHOは、漢方薬・生薬、医薬品、保健機能食品(いわゆる健康食品)、美容製品等の需要増加により、世界の有用植物の需要は2050年に5兆ドルに達すると予測している¹⁶。

ラオス第8次国家社会経済開発計画2016-2020(NSEDP)や国家生物多様性戦略2020および2010年までの行動計画では持続的天然資源管理を重要課題としているほか、農林業研究計画2025及び2030年へのビジョン¹⁷、国家農業生物多様性プログラム及びアクションプランII(2015-2025)では、農業生物多様性に関連するグリーン・バリューチェーンの構築、農業生物多様性製品の輸出の増加が目標とされている。

近年では、ラオスの植物資源の価値に着目した近隣諸外国が自然生育のペースを上回る量の植物を買い上げており、多数の品種が絶滅の危機に瀕している。例えば、整腸・消炎・解熱などの効用が実証されているランのデンドロビウム種は、年間数百トンもの量が北部ポンサリー県より許可なく中国等に輸出され、絶滅が危ぶまれているとのことであった。

2004年に実施されたラオスの薬草供給能力調査¹⁸によると、輸出実績のある薬用植物は10種のみ、保健省伝統医療研究所が2014年に実施した調査でもランやショウガなど19種のみである

¹² ラオス人民民主共和国改正投資奨励法公布に関する国家主席令(2016年12月)。

¹³ 1975年発効。国連アジア太平洋経済社会委員会の主導により同地域で最初に発足した特惠貿易協定。ラオス、バングラデシュ、インド、中国、韓国、スリランカの6カ国が加盟。特定品目に対する特惠関税の他、サービス貿易・投資についても協定を結んでいる。

¹⁴ https://asean.org/wp-content/uploads/2018/08/RCEP-MM-6-JMS_FINAL.pdf

¹⁵ *Inventary of Medicinal Plants of the Lao People's Democratic Republic: A Mini Review*. K. Sydara et al. 2014. *Journal of Medicinal Plant Research*.

¹⁶ *Supply Capacity Survey on medicinal herbs 20/12/04-19/01/05*. Sengphet Phongphachanh. 2005.

¹⁷ <http://web.nafri.org.la/index.php/2014-03-25-07-05-49/nafri-stratgic-plan>

¹⁸ *Supply Capacity Survey on medicinal herbs 20/12/04-19/01/05*. Sengphet Phongphachanh. 2005.

19. 農家等による薬用植物栽培はラオス全土で散見されるが、大半が小規模で、産業と呼べる規模ではない。2008年から2016年の間に商工省輸出入局に登録された薬用植物関連事業会社は9社のみ、投資金額は約950万ドルであり²⁰、1989年～2015年の総投資額(認可ベース)約245億ドル²¹の0.04%に過ぎない。

つまりラオスでは、①貴重な天然資源である有用植物の保全が効果的になされていない、②大きな経済価値を秘める有用植物が効果的に商業利用されていない、という2つの問題がある。本事業に先立って2017年に実施された「案件化調査」の結果、問題の原因は、主に有用植物資源の管理体制の不備にある、との結論に至った。対象分野における国家開発目標の実現には、管理体制の整備が最重要課題だと言える。

我が国の対ラオス援助基本方針では、大目標に「MDGs達成及びLDCからの脱却への支援」を掲げ、「環境などにも配慮した経済成長の促進に一層の重点を置いた援助の展開」を方針としている。本事業に関連する開発課題に「森林資源の持続的活用」と「投資・輸出促進のための環境整備」が挙げられており、課題認識と合致している。

以下に、課題となる管理体制を(1)組織体制、(2)人材・技術開発、(3)施設・設備、(4)制度・システムの観点から述べる。

ア) 組織体制

有用植物資源の保全・活用に関連する政府組織は、NAFRIとNAFRI傘下のコメ研究センター(RRC)²²・園芸研究センター(HRC)・森林科学研究センター(FSRC)、天然資源環境省森林資源管理局(DFRM)、保健省伝統医療研究所(ITM)、科学技術省バイオテクノロジー生態学研究所(BEI)と多岐にわたる。「案件化調査」での聞き取りでは、各組織が各々独自の活動を展開しているが、他組織の活動内容や研究成果など基本的な情報が共有されていないため、有用植物資源の保全と商業活用に必須の組織間連携が行なわれず、効果的な管理につながっていない実態が明らかになった。

イ) 人材・技術開発

NSEDP 2016-2020等の各関連開発計画では、持続的天然資源管理・活用に資する人材開発を優先的な活動としている。しかし、体系的な人材開発プログラムは策定されておらず、現在までに実施されている人材開発の取り組みの大半は、国際援助機関主導の共同研究やプロジェクトを通じて実質的になされているものである。ラオス政府の慢性的な財政難を鑑みるとラオス独自での人材開発は現実性に乏しく、今後も諸外国との協働を通じた人材開発が大いに望まれている。

「案件化調査」では、政府研究機関の博士課程を持つ組織培養技術者ですら、増殖に必要な滅菌工程で使うオートクレイブを、上部が開放された部屋に置く計画を立てていたり、増殖後の順

¹⁹ Status, Utilization, Management and Development of Medicinal Plants in the Lao PDR. K. Sydara. Institute of Traditional Medicine, Ministry of Health. 2014.

²⁰ ラオス企業3社、中国企業3社、韓国企業2社、日本企業1社。本課で登録されている企業の他に、各県の商工局に登録されている企業も存在すると想定されるが、本調査では調査期間・場所の制約により調査は行なっていない。

²¹ 計画投資省ウェブサイト: http://www.investlaos.gov.la/images/Statistics/rpt_Invest_Summary_Sector1A_1989-2015.pdf

²² 以前は農業研究センター(Agricultural Research Center: ARC)であったが、2018年より組織名称を変更した。コメを重点研究領域と定めるものの、植物一般を対象とする。将来的にはNAFRIの中核拠点に据える構想とのこと。

化工程の知識をほとんど持っていなかったりと、基本的な知識・技術の欠如が明らかになった。現状の技術レベルは、細々とした実験を継続する限りでは支障はないが、有用植物資源を適切に保全していくには問題がある。また増殖苗を海外に輸出して商業活用できるレベルにするには、設備面、技術者の知識面で不足している。

ウ) 施設・設備

「案件化調査」では、植物資源の保存、分析、増殖等の管理体制に必要となる設備、機材の状況について関連各施設を訪問して調査した。結果、どの施設でも必要機材の多くが不足し、分析や増殖は試行的な実施に留まっており、資源保全・商業活用には著しく不十分な状態であることが判明した。

NAFRI 傘下の RRC には、組織培養研究室および苗の栽培圃場があり、組織培養研究室ではバナナやユリなどの苗が培養されている。しかし、組織培養室がクリーンルーム²³化されておらず、温度管理もなされていないため、増殖苗にウイルスが混じったりカビが生えたりしてしまう状態が頻発していることが観察された。苗栽培圃場は老朽化が進んでおり、商業活用レベルの育成には霧噴霧装置付ビニールハウス等が必要である。



ラオスに植生する植物標本を保存する FSRC では、標本の劣化の原因となる日照対策がなされていないほか、植物の保全や分析に必要な乾燥器は手製で、乾燥温度が不明というレベルである。

「案件化調査」では、本研究所での植物標本の乾燥が不十分で、一部は輸送中にカビが生えた。

その他の関連機関においても、機材の老朽化や必要最低限の清浄環境基準すら満たせていないなど、効果的な植物資源保全・商業利用が可能な環境にはない。

エ) 制度・システム

有用植物資源の保全・商業活用に大きく影響する要素の一つに知的財産権がある。本事業の文脈においては「新植物品種」と「特許」の2種類が対象となる。

新植物品種の登録は、科学技術省知的財産サービス局が管轄する。しかし、登録制度の細則は現在策定中(2016年末に完成予定とのことだったが、現時点でも未完成)であり、現時点で新植物品種の登録申請はない。同局には植物品種の検査・分析設備と能力のある人材がおらず、NAFRI

²³菌汚染コントロールが行われている部屋で、空気中における浮遊微小粒子、浮遊微生物が限定されて清浄度レベル以下に管理され、その空間に供給される材料、薬品、水などについても要求される清浄度が保持され、必要に応じて温度、湿度、圧力などの環境条件についても管理が行われている部屋のことを言う。工業・医療・食品・研究などの用途で用いられる。

や隣国に査定を依頼することを予定している。

2016年度から JICA が実施している課題別研修「新品種種子供給のための植物品種保護制度及び種子品質管理制度」には、ラオスから農業局職員などが参加しているが、JICA の当研修担当者によると、ラオス研修員は基礎知識が浅く研修内容の理解が困難とのことであり、ラオスでの品種登録促進には相当の時間を要することが予測される。

品種登録済みの植物資源は、商業利用に特許が活用できる。ラオスの有用植物の組織培養苗を外国で販売する際、ラオス政府として販売先国で特許を取得すればロイヤリティ収入が得られる。政府職員が有用植物の商業的価値を認識すれば、取り締まり強化のインセンティブになるため、現在野放しになっている希少植物資源の乱獲に一定程度の防止効果が見込まれる。一方、「案件化調査」での関係者への聞き取りでは、このような概念を有する人物はいなかった。

③ 事業実施国の関連計画、政策（外交政策含む）および法制度

ア) 開発計画および政策

(a) 第 8 次国家社会経済開発計画 (NSED 2016-2020)

ラオスの社会経済開発の土台となる同計画では、2016年からの5カ年の最上位目標として「国家の潜在力と競争優位性の発揮、天然資源の効果的な管理と活用、強固な国際統合を通じた持続的かつ包括的な成長による貧困削減と後進開発途上国からの卒業」を掲げている。本調査対象分野である天然資源管理においては、成果実現のための優先的な活動として、「環境分野における研究、実験、技術スタッフの質と量の向上」を挙げている。さらに、農林業部門の発展に向けて、クリーン農業(有機農業、GAP等)の政策に従った農林水産物の生産・輸出、持続的な森林資源管理・保全プログラムの推進を図るとしている。

加えて、持続的包括的経済成長の実現の一つの方向性として、「限定された資源産業への依存からの脱却および商品とサービスの多様化」を挙げており、非資源セクターの GDP への貢献を2010年～2015年の5カ年平均5.3%を上回ることを定めている。さらに、経済構造改革目標として、「マクロ経済の安定化に向けた外貨準備高の増加」と「貿易赤字の対処できるレベルでの維持」を掲げている。

(b) 農業開発戦略 2025 及び 2030 年へのビジョン

同戦略は農業セクターの中長期戦略として2015年5月に発表された、2030年に向けたビジョン及び2020年、2025年までの目標とターゲットを定めたものである。2030年に向けた農業セクターのビジョンとして、食糧の安全保障、競争力のある農産物の生産、清潔・安全で持続可能な農業、弾力性に富み生産性の高い農業経済の近代化へのシフトを掲げている。目標としては、競争力が高く地球温暖化に適応できる農産物の生産、生産者・消費者双方の健康にとって安全で環境にも優しい農業生産などが設定されている。農林業セクターの GDP 平均成長率を3.4%にするため、農業関連の対内・海外直接投資を2025年までに現状より25%増の約81億ドルに、2025年までに約200億ドルにすることを目標にしている。このうち70%を海外直接投資としている。

食料生産では、国民一人一日当たり最低2,600kcalの供給を目指し、米の生産量増加を図るとともに、市場性の高い品種の栽培を促進するとしている。作物生産においては、「商業的生産のた

めの品種と技術の研究」「植物保護と検疫のための人材育成」などを含む9つの行動計画を掲げている。

(c) 農林業研究計画 2025 及び 2030 年へのビジョン²⁴

本計画は、上記の農業開発戦略を達成するための NAFRI のビジョンと研究計画を定めたもので、2015 年 1 月に発表された。2030 年に向けたビジョンとして、食料・栄養安全保障を確保するための農業生産性の向上、競争力のある農産品の生産、農業資源と生物多様性の管理及び持続可能な農業を実現するための科学技術研究を行なうとしている。目標として、生産性向上のための生産技術および種の研究、農業生産に対する気候変動の影響を低減する技術や方法の研究、生物多様性保全のための研究などが設定されている。

(d) 国家生物多様性戦略 2020 および 2010 年までの行動計画²⁵

同戦略では、ラオスの豊かな生物多様性の維持を貧困削減の一つの鍵としている。当該分野における優先的な活動として「生物多様性に関する科学的データの整備と知識開発」「生物多様性の関連分野における調査能力強化をはじめとした人材開発」を挙げている。

(e) 国家農業生物多様性プログラムおよびアクションプラン II (2015-2025)

ラオスの豊かな農業生物多様性は、人々の生活・生態系・経済発展に直接的に大きく寄与する最重要資源とし、近年の環境変化や人口増加、経済開発によるそれら資源の損失を食い止めるべく、3つの目的、5つの目標、3つの成果を定めている。目標には、農業生物多様性に関連する Green value chain の構築、農業生物多様性製品の輸出の増加などが掲げられている。

(f) 伝統医療に関する国家戦略 2012-2015

2012 年に世界保健機構 (WHO) の支援により策定された西大西洋地域における伝統医療地域戦略 (2011-2020) に基づき、WHO・香港科学技術大学・韓国食品薬品安全省の支援により 2013 年に同戦略が策定された。薬用天然資源の保全と少数民族が持つ伝統医療に関する知恵の継承のため、保健省食品薬品局による薬用天然資源の保全に関する法規制の整備、薬用植物の収穫量割当の設定、薬用天然資源の保全の重要性に関する一般市民の啓発、特定県での薬用植物保護区 (Medical Plant Preserve) の設置などが戦略として挙げられている。

イ) 法制度

(a) 絶滅のおそれのある野生動植物の種の国際取引に関する条約 (CITES)

1975 年に発効された本条約は通称ワシントン条約と呼ばれ、絶滅の危機がある野生動植物の保護を目的に国際貿易における規制を課すものである。現在約 5,600 種の動物と約 30,000 種の植物が対象となっている。世界 183 カ国が加盟しており、ラオスは 2004 年 3 月に批准している。ラオスにおける対象植物の輸出許可は天然資源環境省森林資源管理局 CITES 課の管轄である。

²⁴ <http://web.nafri.org.la/index.php/2014-03-25-07-05-49/nafri-stratgic-plan>

²⁵ <https://www.cbd.int/doc/world/la/la-nbsap-01-en.pdf>

(b) ワシントン条約実施指針に関する告知第 1364 号

2015 年 8 月 19 日付同告知は、CITES 禁止リスト I に該当する野生動植物の国際取引の禁止およびラオスにおける象牙取引の撲滅を目的に発出された。ラオスでは以前より象牙の密輸国として CITES 事務局より警告を受けており、2015 年 3 月にはコンゴ・ナイジェリアと共に CITES 対象品目の商業取引の禁止措置発令が決定された。その後ラオス政府が同年 8 月に上記告知を発出、9 月に国家象牙行動計画を提出したことにより、同措置は引き下げられた。しかし、続いて提出が求められていた国家象牙行動計画進捗報告書の提出がなされず、2016 年 2 月 11 日には CITES 事務局よりワシントン条約加盟国に対し、ラオスとの CITES リスト²⁶にある数品目の商業取引を停止を勧奨する要請文書が発布された。この状況は 2019 年末の時点でも継続中である。

(c) 薬用天然資源に関する首相令第 155 号²⁷

2003 年に保健省より公布された同令では、薬用植物の保護・管理・使用に関する条件等が定められている。第 3 条では、「薬用天然資源を用いた事業を行うものは、資源の持続性を維持するために使用分をあらたに生育する義務がある」と定められている。また第 5 条には「薬用天然資源の保護・管理に関する投資、経験の交換、人材開発にまつわる国際協力をラオス政府は歓迎し支援する」と明記している。

(d) 薬用天然資源に関する首相令第 155 条施行則第 252 号²⁸

2007 年に保健省より公布された同施行則の前文には、薬用天然資源の採取が適切に管理されておらず、結果として多くの薬用植物種が絶滅の危機に瀕していることへの危惧が明記されている。その状況を踏まえ同施行則では、利用を厳しく管理する絶滅危惧種 30 種を定めるとともに、県の保健局が農林局・商工局その他関連当局と協働で首相令第 155 条の実施を徹底することを義務付けている。また薬用天然資源を活用する工場等の建設許可は保健省の管轄とし、許可申請時に薬用天然資源の採取分を補てんするための栽培計画の提出が必要としている。

(e) 森林法

同法は、森林資源の持続的な管理、保護、活用、監督を目的に 2007 年に施行された。薬用植物を含む非材木森林製品 (Non-Timber Forest Product: NTFP) の調査や管理も同法の定めるところとなっている。「樹木および非材木森林製品の保存」について定めた第 27 条では、絶滅の危機に瀕しており特に保全を推進すべき種として、May Dou Lai (*Pterocarpus macrocarpus* sp.)、May Kha Nhoung (*Dalbergia cochinchinensis*)、May Khamphi (*Dalbergia bariensis*)、May Long Leng (*Cunninghamia sinensis*)、Fang daeng (学名不明)、Sapan (学名不明) が挙げられている。

(f) 植物保護法

2008 年に施行された同法は、ラオス国内外での虫害を防ぐため、国内および輸出入等における植物の取り扱いに関する諸事項を定めたものである。植物や植物関連製品を輸出する個人や事業者は、輸出仕向国の規定に従い必要な植物検疫を受け、検疫証明書を取得せねばならない。輸出

²⁶ 本事業で選定した品種はこのリストには含まれていないことを確認した。

²⁷ <http://www.laotradeportal.gov.la/index.php?r=site/display&id=40#s1>

²⁸ <http://www.laotradeportal.gov.la/index.php?r=site/display&id=42>

にかかる必要許可の発出は農林省または県の農林局が行う。本事業における有用植物の輸出においても、本対応が必要である。

(g) 知的財産法

2007年に知的財産法が施行され、2011年に改正された。薬用植物に関する財産権として考えられるものに、新植物品種、特許、商標がある。

新植物品種は、一般的に生息しており品種改良により新品種となったもの、あるいは自生しており新たに発見されたもので、ラオス国内において1年以上販売されていない、あるいは他国において4年以上(樹木とつる植物の場合は6年以上)販売されていないものが対象となる。植物品種については、法律はあるが細則が存在せず、現在、USAIDが支援するプロジェクト²⁹において策定中である。

特許は2004年から申請を受け付けており、有効期間は20年である。登録料は年払いで、5年目までは30万キープ(約3,600円)、以降経年で増額する。商標は1992年より申請を受け付けており、有効期間は10年である。登録料は10年毎に支払い、国際商標は1回80万キープ(約9,600円)、国内商標は1回50万キープ(約6,000円)である。

④ 事業実施国の対象分野におけるODA事業の事例分析および他ドナーの分析

2017~18年に「固有植物の高付加価値化に向けた加工技術に関する普及・実証事業」が実施されている。ホールフーズ加工技術・品質管理技術が実証され、数種類の植物が食品や健康薬に加工、製品化され、国内外で販売されている。当該事業の実施主体である株式会社ツジコーとは、本事業実施中に連携の可能性について協議を実施した。本事業により構築されたシステムにて植物苗を増殖し、同社により技術移転された乾燥粉末化技術を活用して加工すれば、更なる販路の開拓が期待できる。

また、JICAが2017年6月から開始した技術協力プロジェクト「クリーン農業開発プロジェクト」では、農家組織に対して安心・安全なクリーン農産物の生産や品質管理等の技術向上支援を行っている。同プロジェクトは、市場ニーズに基づいた生産計画・供給体制の構築、クリーン農業の理解促進のための広報活動等を通じたクリーン農業の振興を掲げている。本事業の実施機関であるRRCにおいて、高耐久性・高品質の農作物種苗のメリクロン増殖も可能であり、本事業終了後に当社と上記案件の連携も可能である。

(2) 普及・実証を図る製品・技術の概要

本事業で普及・実証を図るJFCの製品・技術(サービス)の概要は以下のとおりである。

① 名称

植物資源の商業活用バリューチェーンシステム

② スペック/仕様

本事業で活用を予定しているのは、図1-1に示す植物資源の持続的な商業利用に必要な、成分分

²⁹ Lao PDR-U.S. International and Association of Southeast Asian Nations (ASEAN) Integration (USAID LUNA II) : 世界経済・ASEAN経済圏への統合に向けた、政策・制度立案に関する4年間の支援プロジェクト。
<https://www.usaid.gov/documents/1861/lao-pdr-us-international-and-association-southeast-asian-nations-integration>

析、増殖、販売から成る一連の技術とノウハウを包括する「バリューチェーンシステム」である。具体的な技術・ノウハウは以下のとおり。

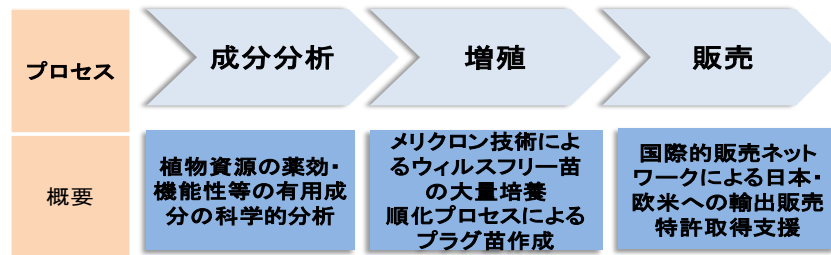


図 1-1 植物資源の商業活用バリューチェーンシステム

(出所) JFC 社チーム作成

ア) 薬効や機能性の有効成分特定の「成分分析技術」

植物資源を商業活用するには、疾病要因の阻害成分や健康増進に有効な栄養成分など、植物に含まれる有効成分の特定が必要である。現在ラオスの希少品種が諸外国に乱獲されているが、それはラオスの植物資源が持つ有効成分の需要が高いことを示している。これらの植物資源を正式に商品化するためには科学的なエビデンスが必要となる。JFC は、植物の有効成分の分析を富山県立大学生物工学研究センターと共同で行っている。同センターは、植物サンプルの成分検証を行う国内でも有数の最先端技術・最新機器を装備している。分析機器は中小企業が自社で保有するには高額であるため、JFC の事業では同大学へ分析作業を委託する形を取っている。JFC と富山県立大学は長年にわたり産学連携の協働関係を構築しており、研究成果の商業活用という意味において、この分析技術は2者の協力によって成果を発現している技術となっている。

イ) 希少植物資源の大量増殖のための「メリクロン増殖技術」

JFCは、繁殖困難な植物を人工的に増やす「メリクロン増殖技術」を有し、ランや野菜などの植物苗の大量生産を行なっている。同技術は、植物の芽の生長点を取り出し無菌培養で遺伝子型が同じクローン苗を増やす方法で、アメリカで開発された。ランなどの繁殖が難しい植物では、繁殖方法のひとつとして活用されている。この技術により、選別された良個体を大量に生産でき、かつウイルスに冒されていない安全な株を培養できる。

増殖したメリクロン苗は、小型容器で大量に空輸できることから、ラオスのような内陸国にも不利にならない。無菌のメリクロン苗での輸出も可能だが、現地で無菌状態から自然環境に順化³⁰させたプラグ苗での出荷が適した品種もある。順化工程は品種により培地の微生物の調整などが必要であり、高度な経験と技術が要されるが、JFCは、富山県立大学元教授との協力による高い順化技術も有する。

³⁰ 無菌状態で培養した苗は、外界の環境にすぐに適応することは困難であり、一定期間徐々に光線量を増やしたり温度変化を与え、栽培までのいわゆる‘ならし’を行うプロセスが必要である。このプロセスを「順化」と呼ぶ。



(写真はヨーロッパのJFC提携先)

ウ) 有用植物の商業化に向けた「国際的販売ネットワーク」

JFC は花卉/農産品の国内外の販売ネットワークを有し、ラオスで増殖した有用植物を、種苗や観賞用目的として販売する他に、製薬会社、健康食品会社等に機能性成分抽出を目的として大量に販売することができる。国内では、各地方の JA との事業ネットワークを有している。また「薬都とやま」を本拠地としており、富山県最大の生薬・医薬品会社である廣貫堂をはじめ、県に集積する医薬・機能性食品関連企業と良好な取引関係を有している。海外では、花卉商流の 7 割が経由するオランダと関係が深く、大手花卉流通 CNB Osco Garden 社をはじめ複数の企業と強固な取引関係を結んでいる。さらに、世界各国との花卉・植物の流通を通じて、輸出入関連手続き・商慣習を熟知している。例えば、ランはワシントン条約の対象であり厳しい規制のもとで国際的に管理され、流通には CITES と呼ばれる輸出許可証の取得³¹が必須である。JFC は CITES の一連の手続きにも精通しているほか、日本における輸入生薬の取り扱いなどを熟知している。植物の品種登録、特許の取得にも経験を有している。

ラオスで植物資源を商業利用するためには、上記工程を一気通貫で支援する必要がある。本事業では期間と予算が限られるため、成分分析はJFCが主導して日本国内で実施、ラオスでは主に増殖と販売に焦点を絞って活動し、開発課題への貢献とビジネス展開の準備を図る。

③ 特徴

提案するシステムは、単に各プロセスに機材を導入して技術支援することにとどまらず、国際的なマーケティングという出口を有する点が最大の特徴である。機材導入と技術支援により C/P 機関がメリクロン増殖した苗を JFC が買い上げて国内外で販売し、ラオス側関係者に確実に利益を還元するシステムを提供することが可能である。

④ 競合他社と比べた比較優位

上記の各技術を保有する企業は多数存在するが、植物資源の収集から販売まで一貫して行う事業ノウハウを持つのは、国内では JFC が唯一である。諸外国に植生する植物資源の商業利用に向けた同様の事業は日本企業が各国で検討・試行しているが、多くは苦戦している。これは、企業の特定の生産技術が現地の植物に適合しない、生産した植物の販路を確保していない、などの理由による。JFC は、各国での植物選定から多様な植物の薬効分析とメリクロン増殖、日本と世界で

³¹ 「案件化調査」において、薬用植物サンプルを日本に輸出した際にも、天然資源環境省から CITES を取得し、ラオスにおける一連の手続きを全てマニュアル化した。

の販売に至るバリューチェーン全体において長年の経験と実績を有し、事業の成功につなげる技術・ノウハウの現地適合が可能である点に比較優位がある。

⑤ 国内外の販売実績

JFCは、植物資源の商業利用バリューチェーンシステムに関し複数の事業経験を有する。現在実施しているのは、沖縄の薬用植物を用いた生活習慣病抑制に有効な食品の開発や、廃棄されるチューリップを用いた美容製品の開発などである。前者は近々サプリメントとして販売予定であり、後者は平成26年度ふるさと名物応援事業に採択された。

本事業の核となるメリクロン増殖では、国内外の種苗メーカーからの増殖苗の受注実績が多数ある。2018年度は、オランダなどから約20品目130万本、約3,000万円受注している。

マーケティングでは、日本最大の花卉販売の直営店舗を有し(68店舗、グループ全体では約130店舗)、小売部門の2018年度の売上高は約12億円(同40億円)である。20カ国以上で産地開発・販路開拓の実績があり、花卉事業の中心国であるオランダには年間120万本の種苗を輸出している。食品加工会社や製薬会社との販売ネットワークも有し、梅の販売実績などがある。

⑥ 価格

本事業で実証を実施する活動の中心となる有用植物のメリクロン増殖には、約20種類の資機材を導入したが、主要な資機材のスペックと参考市場価格は以下のとおりである³²。

表1-2 主要な導入資機材

外観			
名称	バイオクリーンベンチ	恒温培養器 (MIR-554-PJ)	純水製造装置 (WG711)
スペック	外寸: 690×811×1,890、単相交流 100V、質量270 Kg	外寸: 800×832× 1,810、406L、重量 : 195Kg	外寸: 870×690×1,510、単相200V、質量約140 Kg、
参考価格	175万円	35万円	48万円

(出所) JFC 社チーム作成

³² 各機材の写真は各社ウェブサイトから借用。

2. 普及・実証事業の概要

(1) 事業の目的

本事業は、ラオスにおける有用植物資源の保全と、資源活用による経済的利益を確保する仕組みの構築に向け、植物資源を商業活用することにより経済的な価値が生み出される仕組みを実証し、持続的な商業活用と植物資源保全の一連の技術・ノウハウを普及するための計画が策定されることを目的とする。

(2) 期待される効果

本事業は、JFC の植物資源の商業活用バリューチェーンシステム導入により、ラオスの植物資源が販売・商業活用が可能であることを実証する。これを通じて、ラオス政府内に増殖から販売までの一気通貫した有用植物資源の保全と商業活用の体制が構築されることを目的として実施する。想定される具体的成果と、その達成に向けて実施する活動は以下のとおりである。

表 2-1 成果と活動

成果	活動
1. ラオスにおいて有用植物資源の経済的・商業的価値が実証される。【実証】	1-1. 案件化調査結果と情報収集にもとづき成分分析を行う植物品種を選定する。 1-2. 選定した品種の成分特定のための詳細分析を行う。 1-3. 市場価値の高い植物品種を検討する。 1-4. メリクロン苗の海外市場への試験販売を行う。 1-5. 現地で需要のある品種の現地農家への試験販売を行う。 1-6. 試験販売結果をとりまとめ利益率を検討する。
2. 有用植物資源の持続的な商業活用に関する一連の技術・ノウハウが NAFRI に移転され、NAFRI が独自に運用するための体制が提案される。【C/P の体制整備】	2-1. メリクロン増殖設備・機材を NAFRI に導入する。 2-2. メリクロン増殖トレーナーを育成し、トレーナーによる技術移転を行う。 2-3. 試験増殖を行う。 2-4. 植物資源の品種登録制度の啓発、登録品種の世界市場の需給バランスに応じた適正なロイヤリティの設定、仕組み設立に関する助言、指導を行う。 2-5. JFC と NAFRI が共同で試験販売を行い、販売体制構築に向けた計画を策定する。
3. 有用植物資源の持続的な商業活用と保全の普及体制が検討される。【普及（ビジネス展開計画策定）】	3-1. 許認可や法制度を確認し、リスクを抽出する。 3-2. 増殖、販売のための各種マニュアルを作成する。 3-3. 関連する政府組織の連携をとり、効果的な普及体制を検討する。

(出所) JFC 社チーム作成

(3) 事業の実施方法・作業工程

本事業で設定した各成果の達成に向けて、主に以下の活動を実施した。

① 事業の実施方法

【成果 1】ラオスにおいて有用植物資源の経済的・商業的価値が実証される。

活動 1-1. 案件化調査結果と情報収集にもとづき成分分析を行う植物品種を選定する。

本事業では、案件化調査で選定した品種をもとに、市場性、絶滅危惧などの要素を考慮して選定品種を NAFRI と再検討し、分析対象品種の絞り込みを行う。

活動 1-2. 選定した品種の成分特定のための詳細分析を行う。

活動 1-1 で選定された品種の植物サンプルを NAFRI の協力で収集、乾燥し、日本への持ち込み手続きを行う。日本に搬送した植物サンプルについて、分子構造等の分析と有効成分の特定を富山県立大学と協力して実施する。分析結果は NAFRI と共同でデータベース化し、NAFRI が独自に管理するシステム構築を支援する。

活動 1-3. 市場価値の高い植物品種を検討する。

活動 1-1、1-2 の結果にもとづき、JFC の既存の知識を活用し NAFRI と協力して市場価値についての検討を行う。このプロセスを通じて、市場価値の把握の方法について、NAFRI の理解を促進する。

活動 1-4. メリクロン苗の海外市場への試験販売を行う。

増殖されたメリクロン苗 (試験管や小型容器の形態) および順化したプラグ苗を、JFC の販売ネットワークを通じて日本および欧米市場に販売する。苗の価格は品種の市場価格に応じて JFC の指導で価格設定し、増殖手数料 (相場は 1 苗 0.2 ドル) を上乗せした価格として NAFRI が販売し、JFC が買い取って顧客に販売する形とする。メリクロン苗の生産による販売利益は NAFRI と JFC で折半することを想定している。本試験販売により、本事業で選定されたメリクロン苗が一定量販売できれば、当該植物の商業価値を実証することができる。JFC としては事業期間中に 1,000 苗の販売ができれば、その後の継続販売は十分可能であると判断できる。本活動は、C/P 機関に資源保全の重要性を認識させ、商業活用体制拡大に弾みをつけることが目的であるため、一連の活動は JFC と NAFRI が共同で行い、販売利益を明確化して NAFRI に成功体験を蓄積する。そして NAFRI のマーケティング戦略策定を支援する。

活動 1-5. 現地で需要のある品種の現地農家への試験販売を行う

RRC は現在バナナ・ラン・チークの組織培養による増殖を行い、独自に近隣の農家に販売する活動を行っているが、技術・設備・マーケティングの課題があり活動を拡大できていない。1 (1) ②ウ) で述べたように、適切な設備の不備や技術の不足により、組織培養した苗の多くにカビが発生し生産性が低いため、販売に十分な量が確保できない。また RRC は研究機関であるため、基本的にはマーケティングに関するノウハウをほとんど有していないためである。本事業では、RRC の既存活動の増殖も支援し、これらの地元農家に需要のある増殖苗を試験販売する。地元農家が購入して育成した苗について販売先を見つけることが困難な場合は、JFC がその苗を買い取り、自社農場 (JFC ラオス社) で加工用に育成することも可能である。

活動 1-6. 試験販売結果をとりまとめ利益率を検討する。

上記 1-4、1-5 の販売結果を取りまとめて、採算性の計算を行い、NAFRI と検討を行う。本事業

で対象とする有用植物の市場価値（販売単価）がいくらになるのかは試験販売してみないと判明しない。試験販売によって得られた各植物の販売単価から生産コスト（人件費、試薬等資材費、輸送費など）を差し引いて利益率を計算する。

【成果 2】有用植物資源の持続的な商業活用に関する一連の技術・ノウハウが NAFRI に移転され、NAFRI が独自に運用するための体制が構築される。

活動 2-1. メリクロン増殖設備・機材を NAFRI に導入する。

C/P 機関の体制整備に向け、実施機関である RRC の既存設備をクリーンルーム³³に改修する。クリーンルーム改修工事と並行し、メリクロン増殖に必要な機材を輸送、設置する。

活動 2-2. メリクロン増殖トレーナーを育成し、トレーナーによる技術移転を行う。

設備整備後、JFC 社員および外部人材（メリクロン増殖専門家）よりメリクロン増殖トレーナーに対して技術移転を行う。

活動 2-3. 試験増殖を行う。

選択した商業価値のある植物の試験増殖を団員指導の下で行う。

活動 2-4. 植物資源の品種登録制度の啓発、登録品種の世界市場の需給バランスに応じた適正なロイヤリティの設定、仕組み設立に関する助言、指導を行う。

植物資源保全による利益は品種登録と特許取得により得られるが、ラオスではこうした品種登録や特許制度自体が整備されていない。品種登録制度はラオス国内の制度整備が必要であり、こうした制度の構築にはまだ時間がかかると思われる³⁴。本事業では、品種登録制度の啓発を行いつつ、植物資源の商業活用に向けたラオスの権利を確保するため、増殖品種について市場となる国で特許を取得し、ロイヤリティ収入が得られる仕組み作りを支援する。ラオスで開発されたメリクロン苗の新品種を、販売対象国において特許を取得することにより、知的財産権を保護することで、同国内でのいかなる形態での苗の使用についても、使用者からの特許料（ロイヤリティ）を得ることができる。また、特許を取得していない国でメリクロン苗が生産されたとしても、その国から特許取得済みの国には販売ができないため、主要な販売対象国にて特許を取得しておけば知的財産権は保護されることになる。特許の取得元は基本的に NAFRI とするが、JFC は共同名義、もしくはコンサルティング料を得る形にして、ラオス政府と利益を折半できる仕組みを提案する。

³³ クリーンルームとは、空気中における浮遊微小粒子、浮遊微生物が限定された清浄度レベル以下に管理され、その空間に供給される材料、薬品、水やその他についても不純物、ゴミを取り除いてゴミを持ち込まないようにしようとする空間で、半導体や精密機器の製造現場や病院などに導入が要される。

³⁴ 案件化調査の結果では、制度の土台すらまだ準備中である状況であったことから、こうした制度がすぐに確立するのは困難であると予想された。

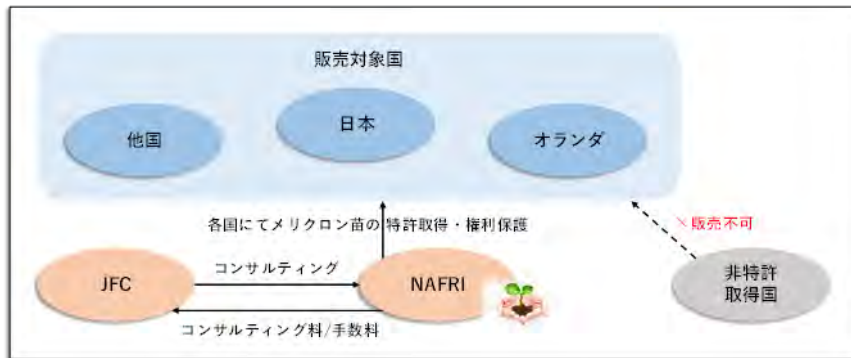


図 2-1 想定される新品種メリクロン苗の知的財産保護の仕組み
(出所)JFC 社チーム作成

活動 2-5. JFC と NAFRI が共同で試験販売を行い、販売体制構築に向けた計画を策定する。

1-4～1-6の活動を JFC と NAFRI が共同して行い、本事業終了後も販売を継続していくための体制について協議し、計画を作成する。本事業で実施した試験販売は数量も限定的になることから利益はほとんど出ないと予想されるが、一定の利益が生じた場合は、本事業の活動経費（試薬等の消耗品の購入等）に還元する。

【成果 3】 有用植物資源の持続的な商業活用と保全の普及体制が検討される。

活動 3-1. 許認可や法制度を確認し、リスクを抽出する。

本事業に関連する許認可、法制度に関しては、案件化調査にて確認済の内容について、本事業を通じて詳細内容の確認とアップデートを行い、輸出入に係る制約などのリスクを整理する。

活動 3-2. 増殖、販売のための各種マニュアルを作成する。

活動 2-3 で実施した増殖・順化のプロセスに関しては、事業終了後も RRC が継続的に独自に実施できるように JFC が監修のもと RRC と協力してマニュアルを作成する。販売については、留意すべきポイントや手続きなどをまとめたノウハウ集など、NAFRI や関係者と協議した上で適切な形のものを作成する。

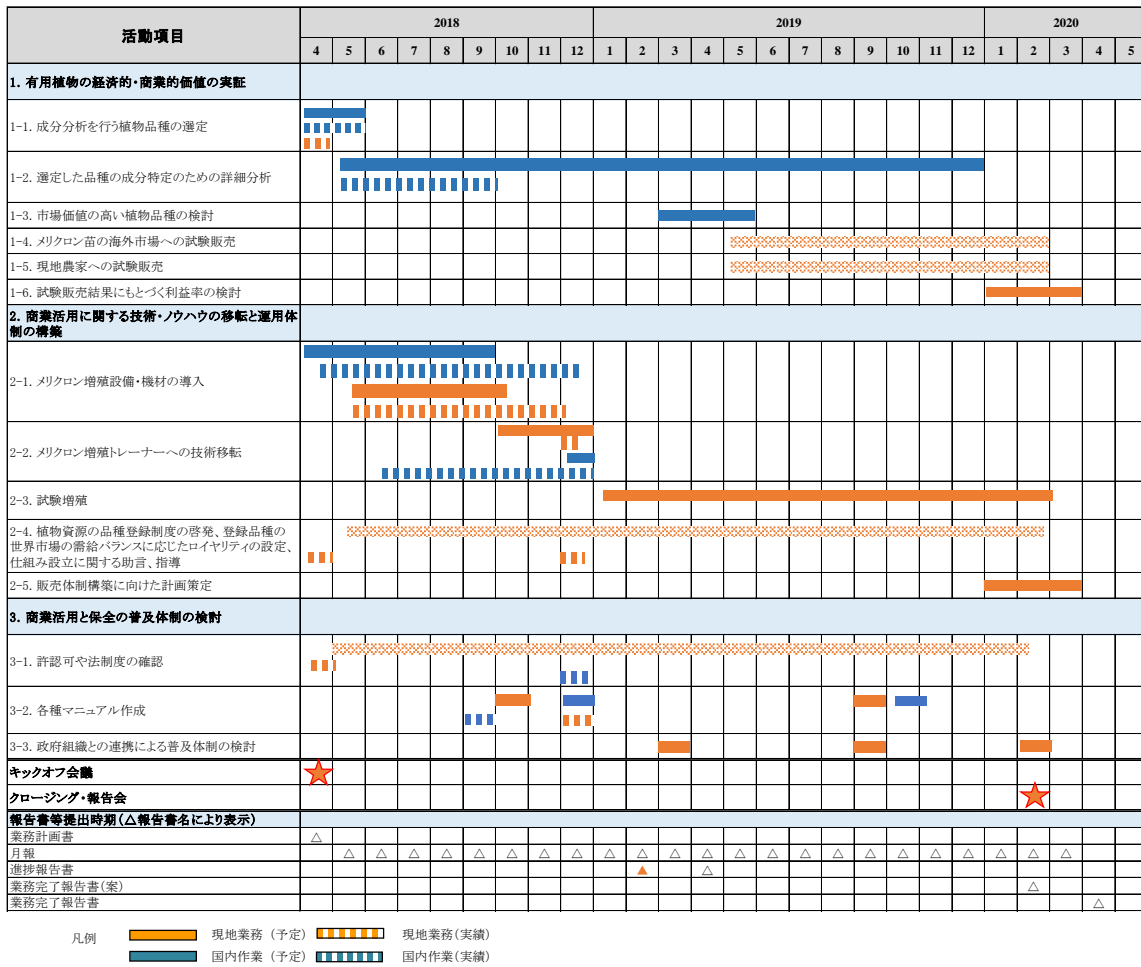
活動 3-3. 関連する政府組織の連携をとり、効果的な普及体制を検討する。

上記の活動で現地政府関係機関に移転された技術の普及を促進する。増殖技術に関しては、JFC から RRC 職員に対してトレーナー教育(TOT)を行うが、その後は増殖規模拡大のため、RRC 職員による現地要員指導の支援を行う。本事業の将来的な目標は、移転技術がラオスに定着し、有用植物資源の種苗供給のハブとなる産業が形成され、資源保全が促進されることによる持続的なビジネスの拡大である。従って RRC でメリクロン増殖された苗の販売が JFC 以外の業者にも拡がるのが理想である。

② 作業工程表

作業工程の予定と実績は下表のとおりである。

表 2-2 作業工程表



(4) 投入（要員、機材、事業実施国側投入、その他）

本事業で投入した要員、施設・機材他の概要は以下のとおりである。

① 要員

要員計画・実績表は別添資料 1 を参照。

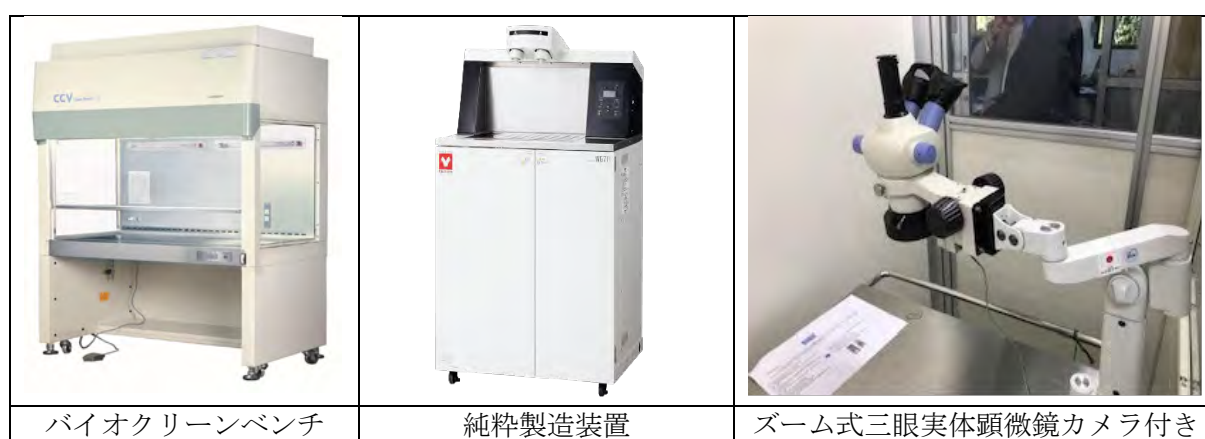
② 資機材リスト

導入した資機材は下表のとおり。

表 2-3 本邦調達機材リスト

No	機材名	仕様	数量	設置年月	設置先
1	バイオクリーンベンチ	CCV-1306E	5	2018年12月	RRC/BEI
2	研究用保冷库	A-750EF3	1	2018年12月	RRC
3	バイオメディカルフリーザー	NDF-630EC	1	2018年12月	RRC
4	分注器、デジフィットマスター	10000ml など	1	2018年12月	RRC
5	ズーム式三眼実体顕微鏡	AFN-405J3W	1	2018年12月	RRC
6	LED リング照明	GR80N	1	2018年12月	RRC

7	カメラセット	NDPL-1J-CX9	1	2018年12月	RRC
8	上皿天秤	Quintix6102-1SJP	1	2018年12月	RRC
9	pHメータ	LAQUA F-72G+pH電極、pH標準液セットを含む	1	2018年12月	RRC
10	純水製造装置	WG711	1	2018年12月	RRC
11	小型回転培養器ローテーター	RT-50	1	2018年12月	RRC
12	三角フラスコ用培養ホルダー	SC-0200	1	2018年12月	RRC
13	試験管用培養ホルダー	SA-2511	1	2018年12月	RRC
14	クリーンルーム関連機器:M&E機材	クラス1,000、クラス10,000	一式	2018年12月	RRC
15	クリーンルーム関連機器:建築部材	クラス1,000、クラス10,000	一式	2018年12月	RRC



③ 事業実施国政府機関側の投入

C/P機関であるNAFRIからは、本事業に対し以下の投入が行われた。

- RRCスタッフによる本事業関連活動への全面的な支援
- クリーンルーム施設設置場所の確保
- 改修したクリーンルームに必要なジェネレーター1台
- 植物サンプル採集にかかるスタッフによる作業
- 施設の光熱費（電気・水道代他）
- 各種セミナー、報告会のアレンジ、関連機関との参加調整、会場提供
- 各種消耗品
- 施設の維持管理

(5) 事業実施体制

① 事業実施体制

本事業の実施体制を図2-2に示した。JFC専務の松村が業務主任者として事業全体の指揮をとり、各活動に関しては、外部人材、現地傭人、および業者への再委託を効果的に活用して、効率的に事業を実施した。

外部人材は、本事業運営管理支援に、「普及・実証事業」に数多くの参画経験を持ちラオスでのODA事業の経験が豊富な株式会社はつまマネジメント・コンサルティング(以下KMC)が従事した。

同社が現地における技術支援全般の進捗管理、契約や精算等ロジ面の支援を行っている。また開発効果に関する分析、助言を行った。現地におけるクリーンルーム設備改修の管理、機材調達・輸送担当、およびビジネス展開へのアドバイザーとして、㈱アースクリエーションが従事した。同社で本件を担当するコンサルタントは、大手商社に28年在職し、ラオスに駐在経験を持っている。ODA 案件での工事・施工・機材調達に豊富な経験を有するため、この知見を活用した。

技術支援は、有用植物の成分分析の第一人者である富山県立大学の教授とその助手らの支援を受けた。また、薬用植物の増殖・保存についてはこの分野に深い知見を有する同大学元教授の協力を得て、現地 C/P への技術移転に関する指導、各種マニュアルなどの作成を行った。

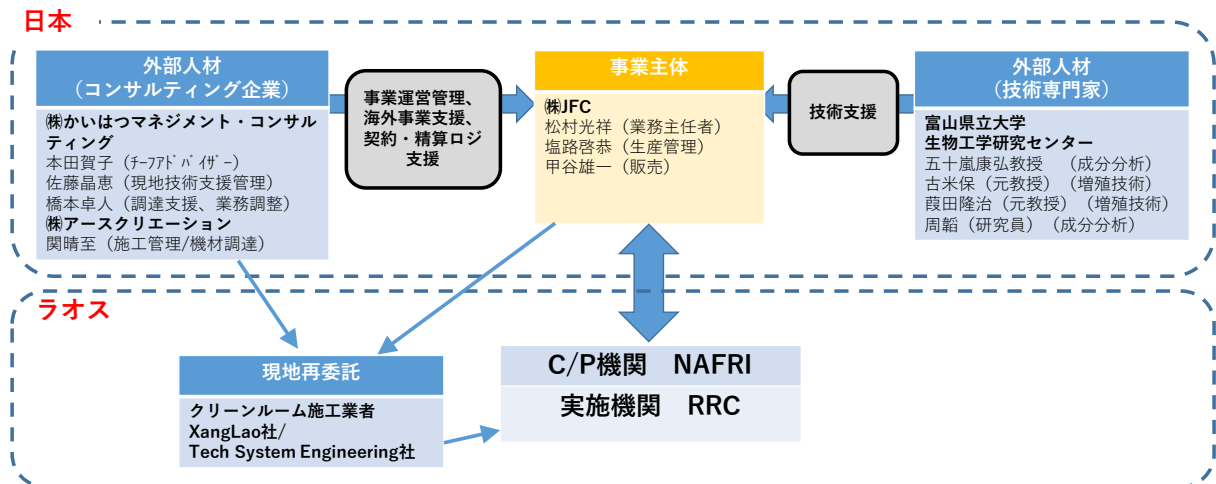


図 2-2 事業実施体制

(出所) JFC 社チーム作成

② 現地実施体制

現地における事業実施体制を図 2-3 に示す。JFC と連携して NAFRI がラオス政府側の全体統括を担う。増殖・販売の実施は、NAFRI 傘下の RRC が担った。このため、主要機材の導入、技術移転は、RRC を対象に実施した。科学技術省傘下の BEI には、分析・増殖に関する高い知識を持つスタッフが在籍しているため、技術移転は BEI と協力して行った。また、品種登録や商標・ロイヤリティ設定に関する業務は科学技術省知的財産局、希少品種の成分分析、データ管理等は ITM、増殖の側面支援はラオス国立大学と協力して実施した。NAFRI はこれら全ての業務の管轄、調整を行った。

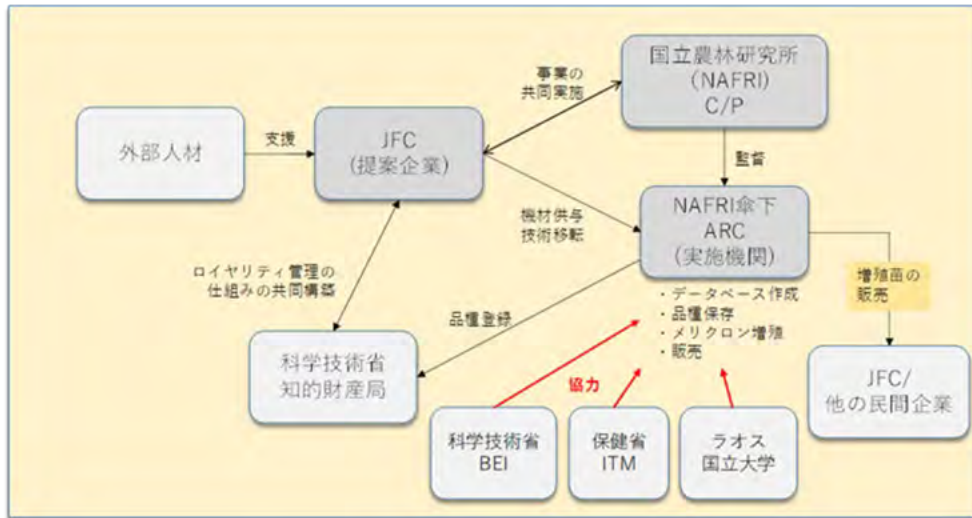


図 2-3 現地実施体制

(出所) JFC 社チーム作成

(6) 事業実施国政府機関の概要

① 国立農林農村開発研究センター (NAFRI、カウンターパート機関)

- 設立：1999 年
- 主な活動：農業生産の課題解決に関わる研究全般の管理、政策提言、事業優先度の提言、土壌調査・管理、農業予測、土地利用方法の検討、効率的な水資源管理の研究、植物、家畜、水産、養殖の研究、植物資源の収集と選別、生物多様性全般の管理
- 職員数：332 人（PhD25 人、MSc84 人、学士 150 人）
- 年間予算：約 117.2 億キープ（開発部門 95.7 億キープ、管理部門 16 億キープ）
- 傘下に 9 つの研究機関と 2 つの地域センターを有する。
- 組織図：

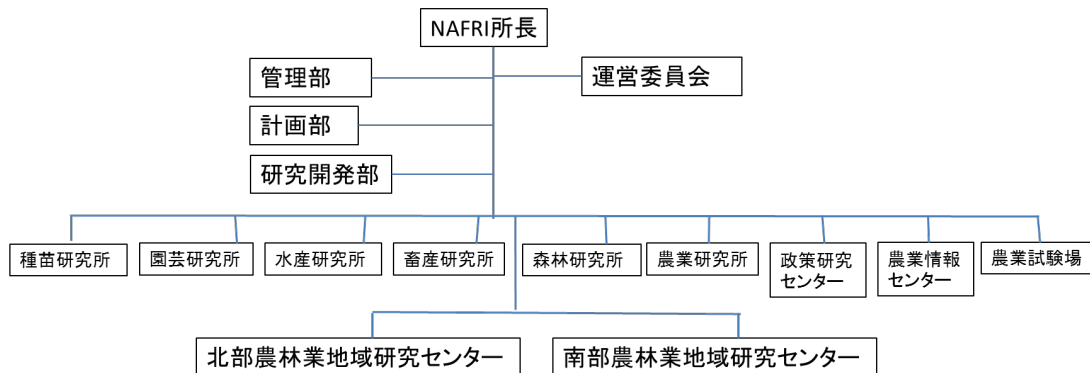


図 2-4 NAFRI 組織図

(出所) 聞き取りをもとに JFC 社チーム作成

選定理由：NAFRI は有用植物資源の研究・開発・保全を行うラオス政府機関の中でも、人材、予算、能力ともに最も有力である。本事業では、C/P 機関に技術移転を行い、政府機関が植物資源の商用活用の主体組織となることが期待されるため、商業的な能力を持つ機関である必要

がある。NAFRIは、組織内に法人を設立した経験があり(活動は開始されていない)、商業活動を行う素地があると判断した。また本事業では、薬用や機能性植物全般を扱い、増殖苗の栽培における農家の関与を想定しているため、農業全般を管轄する研究機関が適切であると判断された。

② コメ研究センター(RRC、実施機関)

- 設立：1983年
- 主な活動：穀物類(米、豆、メイズ等)の研究、遺伝子保護、収集、種子増殖、各種研修の実施、研究結果にもとづく農家への栽培指導
- 職員数：59人(内18人は契約職員)
 - 研究員(PhD保有)5人(専門分野：米3名、豆類2人、分子工学1人)
 - 研究員(MSc保有)7人(専門分野：米保存4人、組織培養1人、需根作物1人、植物保存2人)
 - 研究員職員(学士)29人、(ディプロマ)7人
 - 技術スタッフ2人、見習い職員9人
- 年間予算：約9.26億キップ
- 組織図：

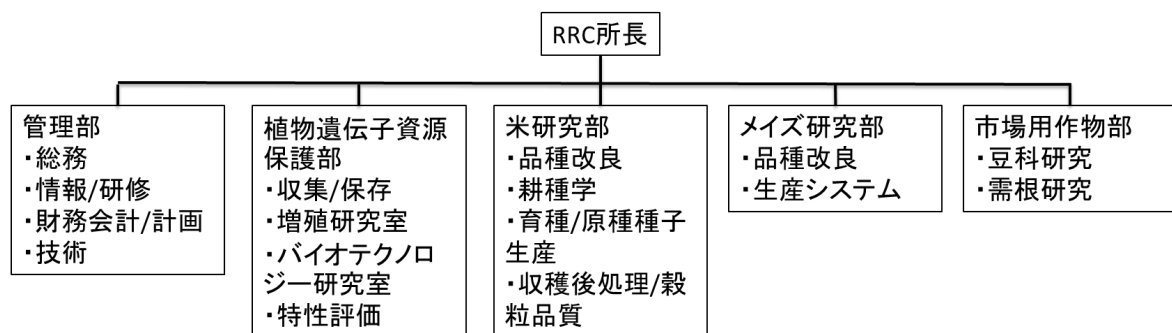


図 2-5 RRC 組織図

(出所) 聞き取りをもとに JFC 社チーム作成

選定理由：同組織は、2018年4月まで農業研究センター(Agriculture Research Center: ARC)という名称であったが、ラオスの主要作物であるコメの研究開発の強化に向けて名称をコメ研究センター(RRC)へと変更した。一方、コメ以外の作物も今まで同様に対象としており、NAFRIの事業計画では、将来的には本センターを研究の中核拠点にすることとなっている。同研究所では、バナナ、蘭、チーク等の組織培養を行っており、国内の研究機関の中では、設備、機材、人材ともに最も整備されているため、増殖から販売を実施する設備整備と技術移転対象として最適であると判断された。

3. 普及・実証事業の実績

(1) 活動項目毎の結果

① **【成果1】** ラオスにおいて有用植物資源の経済的・商業的価値が実証される。

活動 1-1. 案件化調査結果と情報収集にもとづき成分分析を行う植物品種を選定する。

ラオスの有用植物の商業的価値が実証されれば、ラオスに経済的利益をもたらすだけでなく、資源の保全活動にもつながる。それにはまず、植物資源の価値の科学的証拠を示して販売につなげる必要がある。案件化調査では、現地の薬用植物に関する研究・文献を分析し、可能性のある品種の植物サンプルを約 100 品種収集した（別添資料 2）。これらを日本で薬理活性評価分析した結果、複数の植物から特定疾病の治療や予防に極めて有効性の高い成分の活性が確認された³⁵。

本事業においては、これらの植物の中から、市場性、絶滅危惧などの要素を考慮して選定品種を NAFRI と再検討し、2018 年 4 月の現地業務において、分析対象品種の絞り込みを行った。その後、国内業務にて文献調査を行った上で、それらを参考として対象植物を選定した。（文献調査取りまとめ内容は別添資料 3 参照）

対象植物の選定基準は、案件化調査で選定した絶滅危惧品種から市場価値がある可能性のある成分が検出された品種、観賞用としてターゲットとする欧州等の市場価値が見出せそうな品種という 2 点である。対象とすることが決定した植物とその概要は下表のとおり。

表 3-1 選定された対象植物の概要

非公開

これらの選定された品種の植物サンプルを、2018 年 5 月以降、NAFRI の協力で各地で収集した上で乾燥し、日本への移送手続きを行った。植物資源の持ち出しには、農業省あるいは県農業局が発行する植物検疫証明書 (Phytosanitary Certificate) が必要であり、ワシントン条約の対象植物であるランの持ち出しには、植物検疫証明書に加えて天然資源環境省が発行する CITES 許可書の取得も必要である。各証明書・許可書の取得プロセスは、以下の手順が必要であった。全ての手続きには約 2 カ月を要した。

ア) 植物検疫証明書 (Phytosanitary Certificate)

- (a) 持ち出す植物の採取に関するレポートを担当課に提出（採取場所、採取日時、採取者、採取植物名等）。
- (b) 担当課が、各植物の持ち出しの可否を確認。
- (c) 持ち出し可の植物についてのみ、植物リスト (List of Consignment: 学名、通称、量、包装個数等を記載したもの) を担当課に提出。
- (d) 担当官が植物リストと実際に持ち出す植物を照合、持ち出し可能な状態か確認（土が付いている、乾燥し切っていないものは不可）。
- (e) 問題がなければ証明書が発行される。

³⁵ 富山県立大学生物工学研究センターにおける分析の結果、市販の科学薬品（例えば痛風治療薬アロプリノール、止痛薬アスピリンなど）を超える疾病要因酵素阻害活性を示す植物が複数確認された。

イ) CITES 許可書

- (a) 持ち出しを希望する機関・個人から担当課宛に CITES 発行要請書および植物リストを提出 (案件化調査では富山県立大学より提出)。
- (b) 担当課が、持ち出しを希望する植物が自然生育しているものではないことを確認。栽培によるものと明確に示すことができる植物のみ持ち出しが可能 (案件化調査ではランのサンプル採取を依頼した現地企業に担当官が来訪し、サンプルが同社のラン保存庫で栽培されたものであることを確認した)。
- (c) 問題がなければ許可書が発行される。



植物検疫証明書



CITES 許可証



活動 1-2. 選定した品種の成分特定のための詳細分析を行う。

上記のプロセスを経て日本に移送された植物サンプルは、富山県立大学生物工学研究センターの協力により、同大施設において分子構造等の分析と有効成分を特定する作業が実施された。主な分析結果の概要を下表に示す。(結果の取りまとめは別添資料 4 参照)

表 3-2 分析結果の概要

非公開

活動 1-3. 市場価値の高い植物品種を検討する。

上記の分析結果を合わせ、JFCの既存の知識を活用して NAFRI と協力して市場価値についての検討を行った。本事業のバリューチェーン構築で想定している最終製品とは、有用植物の増殖苗である。この活用方法は、薬品への加工、健康食品への加工、農産品としての食用、観賞用など、市場と顧客のニーズによって非常に多様である。有用植物の利用目的の概要は、表 3-3 のとおりである。

表 3-3 有用植物の利用

有用植物	利用目的	利用者	販売先	市場規模(日本) ³⁶
	漢方薬、一般用医薬品の原料、生薬	病院患者 一般消費者	製薬会社、 生薬問屋	1,626 億円(1)
	健康食品	一般消費者	食品会社、素材会社、問屋	1.2 兆円(2)
	その他（化粧品、医薬部外品等）の原料		製薬・化粧品会社、問屋	1 兆円以上(3)
観賞用	花卉・種苗会社、卸		1 兆 369 億円(4)	

(出所) (1)「漢方薬の国内需要市場動向」(2019) 薬用作物産地支援協議会、(2)「健康食品業界の動向」(2018) (株)三井住友銀行、(3)「植物工場における機能性植物マーケティング調査報告書」(2013) 公益法人東北活性化研究センター(4)「フラワー・グリーンに関する調査結果」(2014) 矢野経済研究所 (2019 年版は現時点未公開)

有用植物は、世界中で様々な目的で直接・間接的に利用されている。漢方製剤については、世界の多くの国、特に途上国では、現在でも薬草による治療を中心とした伝統医療を健康維持の基盤としている人々が多い。伝統医療に用いられる薬用植物は、こうした途上国のコミュニティなど国内で使用される以外に、国際的にも取引されており、国際取引に供される薬用植物の種類は約 3,000 種と言われている。日本で公式に取り扱われている薬用植物は 303 品目、年間使用量は約 2.7 万トン³⁷に上る。医薬品以外にも、日本の薬事法で定められている、人の体に効力を及ぼすとされる製品として、医薬部外品などにも使用される。日本は国内で消費する生薬の約 77%を中国からの輸入に頼っており、国内栽培は 11%、その他の国からの輸入は 12%程度に過ぎない。中国は世界最大の薬用植物輸出国であり、国内でも原料生薬への需要が急激に高まっている³⁸。この中には、ラオス等近隣国で収穫され中国を経由して輸出されているものも含まれているとの見方がある。

有用植物の利用目的として最も市場規模が大きいのは、健康食品である。日本の民間調査会社³⁹が毎年行っている健康食品・サプリメント市場調査によると、日本国内の 2018 年の健康食品の推定市場規模は 1 兆 5,353 億円となっている。健康食品市場は、法整備が進んだことに加え、国民の健康志向の高まりを背景に緩やかな拡大傾向にある。2015 年に機能性表示食品制度が開始され、各社が積極的に市場へ参入したことで一段と市場拡大が進んだ。今後も、若い世代からも認知され摂取比率が高まるなど消費者層の裾野拡大が進んだことから、当面は緩やかな市場拡大が続くと見込まれている。

表 3-4 健康食品の利用目的ランキング

順位	利用目的	%
1	整腸・便秘の改善	10.8
2	疲労回復	9.1
3	栄養補給・栄養バランス	8.2
4	健康維持・体力増進	8.0
5	高血圧予防・改善	8.0
6	美肌・肌ケア	7.6

³⁶ 本事業での販売先は主に欧州（特に苗）を想定しているが、世界市場規模に関する正確なデータが入手できなかったため、本報告書では日本のデータのみ参考として掲載した。

³⁷ 「原料生薬使用量等調査報告-平成 23 年度、24 年度の使用量-」(2015 年) 日本漢方生薬製剤協会

³⁸ 「漢方薬の国内需要市場動向」(2019) 薬用作物産地支援協議会

³⁹ 「健康食品・サプリメント市場実態把握レポート」(2018 年) 株式会社インテージ

7	痩身・減量	7.6
8	目の健康	6.9
9	血液サラサラ	6.5
10	骨・関節の健康	5.6

(出所) 「健康食品・サプリメント市場実態把握レポート」 (2018年) 株式会社インテージ

本事業で対象とした植物品種ごとの市場可能性を検討した。薬品としての販売は許認可取得に時間がかかるため、当面は観賞用と健康食品としての販売を検討している。市場価値については、流行や人気に左右されるところが大きく、販売してみないと予測することは困難であるが、検討結果の概要について以下にまとめた。

表 3-5 各対象植物品種の市場価値検討内容の概要

非公開

活動 1-4. メリクロン苗の海外市場への試験販売を行う。

対象として選定した植物のメリクロン苗 (試験管や小型容器の形態) を、JFC の販売ネットワークを通じて日本および欧米市場に試験的に販売した。詳細は活動 2-5 に記載した。

活動 1-5. 現地で需要のある品種の現地農家への試験販売を行う

RRC は既存の活動としてバナナ等の組織培養による増殖を実施していることから、当初はこれらの試験販売を支援する計画にしていたが、これは RRC が独自に実施している活動であり、販売面での支援は特に必要ない (JFC としてビジネスのメリットはない) ことが判明したため、苗生産の技術指導のみ実施した。詳細は活動 2-2 に記載した。

活動 1-6. 試験販売結果をとりまとめ利益率を検討する。

試験販売の結果に基づいて利益率を検討した。詳細は活動 2-5 に記載した。

- ② **【成果 2】 有用植物資源の持続的な商業活用に関する一連の技術・ノウハウが NAFRI に移転され、NAFRI が独自に運用するための体制が構築される。**

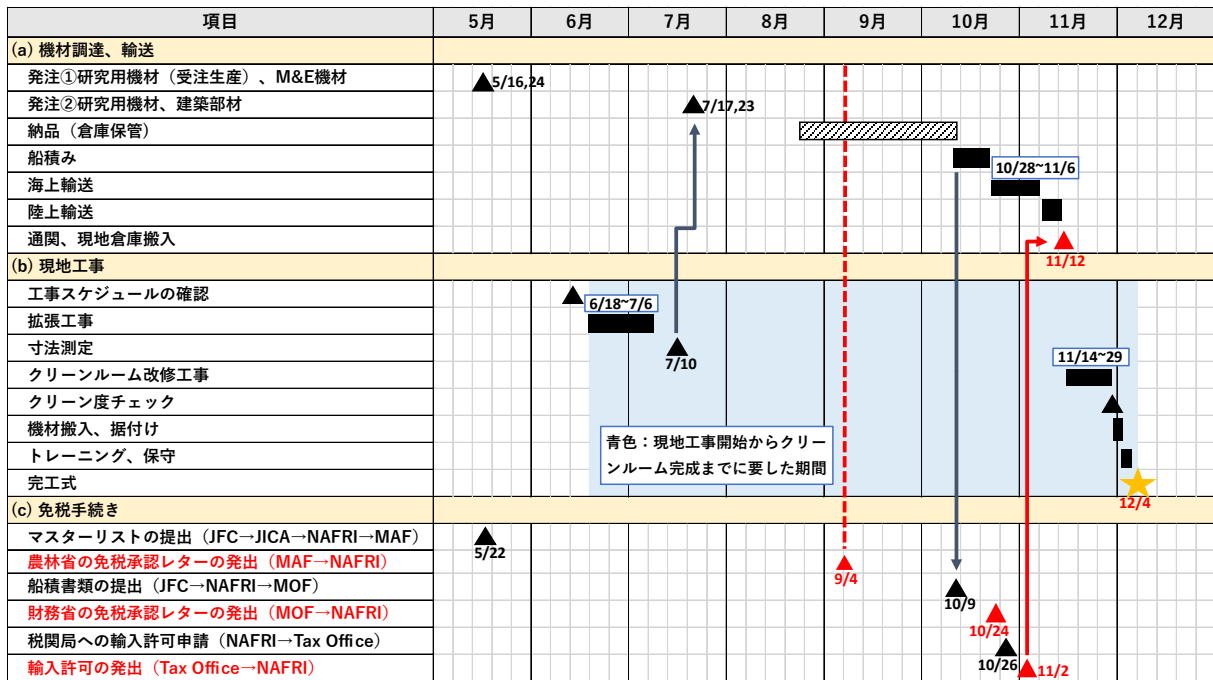
活動 2-1. メリクロン増殖設備・機材を NAFRI に導入する。

C/P 機関の体制整備に向け、実施機関である RRC の既存設備をクリーンルームに改修する作業を実施した。これまで RRC には組織培養室が一つあり、そこで増殖作業を行っていたが、適切な増殖を可能とする設備の整備が不可欠であることが案件化調査で判明している。このため、RRC の組織培養室の清浄度を高めるためのクリーンルーム化をまず行った。

ア) 機材調達および現地工事の実施スケジュール

2018年5月から12月にかけて実施した、(a)機材調達・輸送、(b)現地工事、(c)免税手続きの流れの全体像を表 3-6 に示す。

表 3-6 機材調達・現地工事の全体工程



（出所）JFC 社チーム作成

(a)~(c) は相互に関連しており、機材購入からクリーンルーム改修工事までを最短で行うため、各作業の実施時期を調整する必要があった。2018年6月18日にRRCにて既存設備の拡張工事を開始してから、2018年12月4日に完工式がおこなわれるまでに要した期間は約6ヶ月である。これは、RRCが既存の組織培養活動を実施できない期間であることを意味するため、先方の業務遅滞を避けるためにもできる限り短い期間で施工を完了する必要があった。当初の計画は、機材輸送、据付、運転試験等の一連の業務完了に約6ヶ月を見込んでいたことから、本業務はおおむね計画どおりに完了した。各作業の具体的な活動および直面した課題、教訓について以下で述べる。

イ) 資機材調達・輸送

(a) 手順

2018年4月の第一次現地調査にて、メリクロン増殖設備の導入に必要な機材の仕様や数量を精査し、本邦調達機材を上述した表2-3(P.18)とおりに確定した。

現地設備や既存機器の動作確認の結果、当面は活用可能であることが確認できた機材については新規調達は不要と判断し、追加調達の必要性が確認できた機材については仕様および調達方法を検討した。調達の持続性・経済性の観点から、現地で調達可能な材料でその用途を代替できると確認できた機材は、本邦調達ではなく現地調達に変更した。

表 3-7 調達変更した資機材

既存機材で当面活用可能なもの	現地調達で代替可能な資材	追加調達が必要な資機材
<ul style="list-style-type: none"> ・恒温培養器（冷凍機付き） ・ボルテックスミキサー 	<ul style="list-style-type: none"> ・遮光シート ・遮光フィルム 	<ul style="list-style-type: none"> ・ステンレス作業台（キャスター、ハンドル、引き出し付き）

<ul style="list-style-type: none"> ・ホットマグネットスタラー ・実験用電子レンジ ・電解水生成装置 ・熱風乾燥機 	<ul style="list-style-type: none"> ・遮光寒冷紗 	<ul style="list-style-type: none"> ・ステンレス作業台(アジャスター付き) ・メリクロン苗用プラスチックボトル ・メリクロン技術移転用教材(プロトコル、苗のサンプルなど) ・各種分注器用バルクチップ
--	--	--

本邦調達機材のうち、受注生産のため納品まで約2~3ヶ月と時間がかかる機材(研究用保冷庫など)は2018年5月に発注した。7月上旬に既存設備の拡張工事が完了後、クリーンルーム設置を担当する本邦企業のエンジニアが現地にて寸法測定をおこない、クリーンルーム改修工事に必要な建築部材の仕様を確定した。2018年6~7月にかけては、クリーンルーム設備改修および機材調達・輸送等を担当する(株)アースクリエーションの関が2回の現地業務をおこない、クリーンルーム施工業者、現地建設業者、RRCの本事業責任者らと現地工事スケジュールの確認、準備・調整、施工管理等に従事した。7月初旬には業務主任者の松村および順化技術担当の葎田が現地入りし、調達機材と現地環境(ガスの種類、電圧の強さ、水質など)の適合性について確認し、RRCの技術者らとの協議を通じて残りの研究用機材の仕様を確定した。これを受けて、残りの研究用機材、クリーンルーム改修のための建築部材を7月中旬に発注した。

機材は、10月27日に横浜港を出発し、11月6日にタイのレムチャバン港に到着した。海上輸送に要した時間は、当初の計画から1日遅延となり、約10日であった。

スケジュール

2018年10月27日	横浜港出発
11月6日	レムチャバン港(タイ)到着
11月7日~	陸上輸送
11月12日	国境通関(ターナレーン)・倉庫搬入
11月14日~	クリーンルーム改修工事
11月29日	RRCに機材搬入
11月30日	検品・機材据付・動作確認

(b) 直面した課題

第一次現地調査で既存設備を確認した結果、メリクロン増殖技術の導入に必要な試薬類や消耗品等がRRCには不足していることが明らかになった⁴⁰。試薬・消耗品は現地調達が可能なものと、仕様・品質の観点から本邦調達が必要なものとがある。富山県立大学の五十嵐が研究用品を購入する並木薬品(株)を通じて、これらの試薬・消耗品は購入可能である。本事業でJFCが資機材調達を依頼しているトラスティア株式会社がこれらの試薬・消耗品の調達方法を検討したが、試薬類には冷凍、冷蔵、冷所(15℃以下、25℃以下)での保管が求められるものがあり、輸送が困難であった。また、試薬類の中には、MSDS⁴¹がなく、輸出手続きが困難なものが含まれていた。試薬については調達可能方法や予算面において本事業終了後の持続性に懸念があるため、現地で調達可能な試薬・消耗品に絞り、調達方法を検討した。また、予算についてはメリクロン苗の製造原価に価格を上乗せする形で組み込む必要がある。今後の販売展開を検討する際に価格設定の仕組みを考える必要がある。

⁴⁰ 案件化調査では消耗品の在庫や入手可能性等に関する調査は行っておらず、本事業の第1次現地業務で詳細な作業ステップをRRCと確認する過程でこれらの不足が判明した。

⁴¹ 科学物質等安全データシート

ウ) 現地設備改修、クリーンルーム設置

RRCの既存の研究室では本事業により導入するクリーンルームの設置に必要なスペースが不足するため、既存建物の拡張工事を行った。工事は2018年6月18日～7月6日に現地の建設業者サンラオ社に委託して行った。その後、クリーンルーム部材の日本での製造・各種供与機材の日本からの輸送と並行し、2018年11月初旬よりクリーンルーム設置工事を行った。本工事は、現地業者で施工可能な業者（クリーンルーム設置の経験を持つ業者）が不在であったため、急遽経験のある日本企業を模索することとなり、結果としてタイなど東南アジア地域においても設置実績を持つ埼玉県の中小企業である環境エンジニアリング社に引き受けて頂けることとなった。

改修工事にあたっては、もともとの建物の立て付けが斜めになっており、日本で製造後に現地に輸送したパネルが正確にははまらずに現地で大きさを調整したり、電気配線との調整をする必要が生じたりと想定外の事態が多発したものの、本邦・現地のエンジニアが協力して計画通りに工事が完了した。

		
拡張部分の基礎工事の様子	壁の建設の様子	完成した研究室拡張部の外観 (建物裏側より撮影)
		
研究室内装工事	天井取り付け作業	天井完成後間仕切り施工
		
クリーンルーム内部 (クラス 1000) 完成	電圧変換トランスの確認	アルコール清掃にて最後の仕上げ

(出所) 一部環境エンジニアリング社ブログより引用 <https://www.clean-booth.net/archives/722>

エ) 免税手続き

(a) 手順

表 3-6 で示したとおり、現地工事の開始からクリーンルーム完成までの作業を滞りなく進めることができたのは、免税手続き事由による遅延が発生しなかったことが大きい。免税手続きの実施体制、主要な書類の流れ、各関係機関の役割を下図に示す。

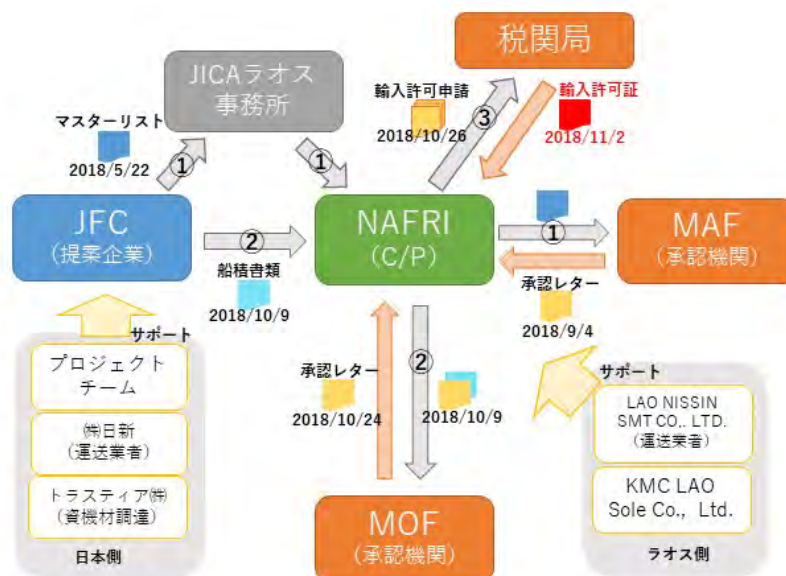


図 3-1 免税手続き

免税手続きは次の2つの段階に分けられる。①農林省 (MAF) によるマスターリスト承認 (2018年5月22日～9月4日)、②船積書類に基づく財務省 (MOF) および税関局による承認 (2018年9月4日～11月2日)。マスターリストの提出から輸入許可証の取得までに要した期間は、約5ヶ月半である。

(b) 直面した課題

免税許可は、承認機関である MAF や MOF の対応に委ねられるため、申請手続き開始から輸入許可証を取得するまでのスケジュール管理が困難である。普及・実証事業における機材輸送では、免税を優先するか、事業スピードを優先するかは提案企業の判断になるため、事業実施国における免税手続きの流れや必要書類等を理解した上で、どちらの方法を取るか判断する必要がある。

現地工事の期間中は RRC のラボラトリーが使用不可能となってしまうため、本事業では機材調達、輸送を一刻も早く行う必要があった。そのため、輸入許可証を取得する前に機材輸送を開始した。日本側およびラオス側の各関係団体が NAFRI に対して密なフォローアップを行い、書類回しが滞ることなく進むよう承認機関に働きかけた。その結果、機材がレムチャバン港に到着する4日前に輸入許可を取得することができた。しかし、MOF、税関局の承認手続きが少しでも遅れていたら、計画どおり通関ができず、クリーンルーム改修工事が始められない事態になっていたはずである。さらに、場合によっては高額な倉庫保管料を自社負担せざるを得ない危険性があった。従って機材は、現地で免税許可が取得できてから、あるいは許可取得の具体的な見通しが立ってから輸送開始することが望ましいであろう。

オ) 設備設置、運転

2018年11月末ですべての工事、機材の設置・稼働確認が終了した。完成した設備は、クリーンレベル1,000と10,000を維持できる、日本国内の高度な研究室と比べても遜色のない、ラオス国内では有数の施設となった。

12月4日に関係各位を招いた完工式を開催し、同施設の説明を行った。後述するように、クリーンルームおよび供与した研究機材の適切な利用法・維持管理法に関するトレーニングも実施した。機材利用維持管理に関するトレーニングでは、RRCの研究員とともに現地のラボ資材機材業者であるPK Lab社のエンジニアにも技術移転を行い、本事業終了後の機材維持管理についても万全の体制を敷いた。

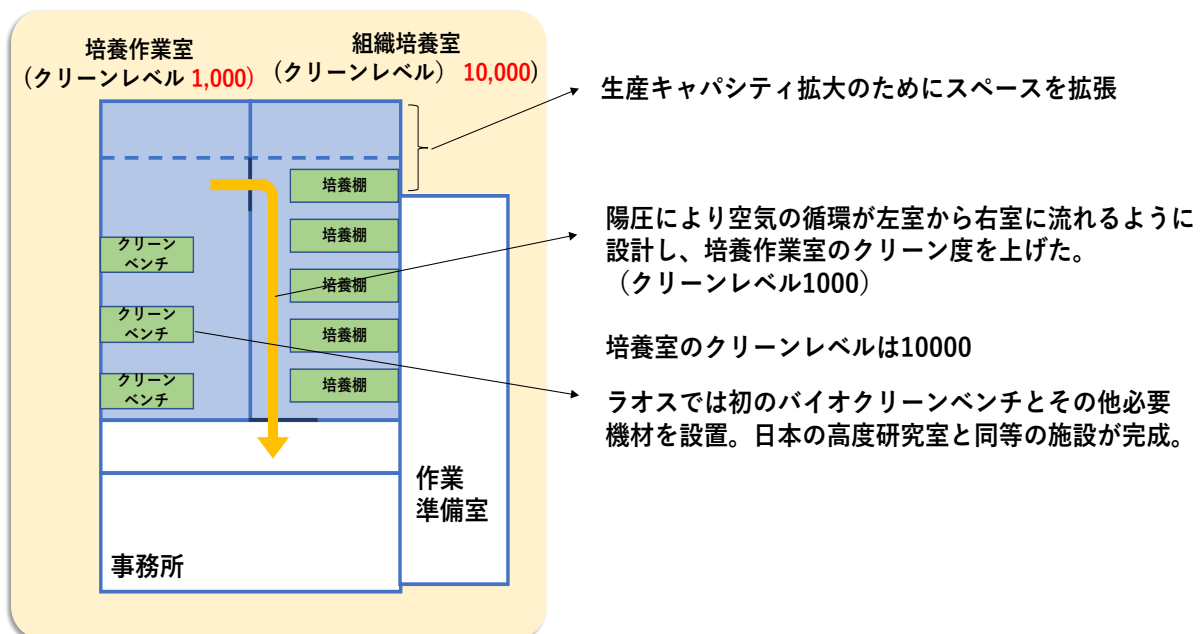


図 3-2 設置したクリーンルームの仕様と特徴

(出所) JFC 社チーム作成



		
<p>BEIに機材コンテナを陸送</p>	<p>BEIにもバイオクリーンベンチの設置完了</p>	<p>完工式</p>
	<p>ビエンチャンタイムズ掲載記事 (2018年12月8日付け)</p>	

カ) 維持管理

施工完了後 8 ヶ月が経過した段階で、施設維持管理体制の確立に向けてクリーンルーム設備の検査を実施した。(指導については活動 2-2 に記載した。) 検査の結果、施設建築関係では、若干の劣化(柱の剥がれ、ドアの緩みなど)が確認された。現地建設会社に対応を依頼した。設備関係では、室内フィルターの一部に破損が見つかった。原因が不明であるが、部品の交換を施工した日本の環境エンジニアリング社に依頼し、2019年10月に現地出張にて対応頂いた。また枯葉などが溜まっており、換気などに影響が出かねない状況になっていたため、清掃の徹底を RRC に指示した。

電気関係では、頻繁に停電が起こっているため、夜中に停電になった場合温度調整ができていないことが判明した。クリーンルームの設備として停電後の自動回復ができる仕組みになっているはずであるが作動しておらず、方法が不明であった。この点についても環境エンジニアリング社にご対応頂き自動回復されるようになった。

表 3-8 クリーンルーム検査調書

No.	種別	項目	点検項目	結果	対策	
1	建築	コーキング	柱	クーリング室の柱1本の上部に小さな剥がれあり。	John氏に依頼	
2			床	○		
3			天井	クーリング室奥角天井近くコーキングにカビ発生。		
4			幅木	○		
5			パネルつなぎ目	○		
6	ドア閉まり具合	フロント	中戸	左側フレーム下部が緩んでいる。	John氏に依頼	
7			中戸	○		
8	その他	その他	虫の侵入	機械室に虫、ヤモリの侵入あり。外部のごみも入っている。	Danang氏に依頼 John氏に依頼	
9			外部(裏)	1本の草が壁を伝い屋根裏に延びている。		
10	設備	外部空調機	冷媒圧(クーリング室)	1.25psi ○	RRCに指導	
11			冷媒圧(培養室)	1.5psi ○		
12		フィン	クーリング室	空調機全体に汚れ。フィンの汚れを水洗。		
13			屋根	屋根に落ち葉が積もっていた。		
14			絶縁抵抗	○		
15		HEPAフィルター	培養室	100 ○		
16			クーリング室	130 ○		
17		室内フィルター	空調機内部	クーリング室、培養室ともに一部破損。汚れは洗浄。		環境エンジ代替品手配。
18			プリフィルター	○ 毎週RRCスタッフ洗浄。		
19			その他フィルター	○		
20	室内空調機	上部ダクトシール部	2台とも隙間あり。エアーが機械室に流れている。	Danag氏検討中。		
21	電気	外部空調機	運転電流(クーリング室)	11.5 ○		
22			運転電流(培養室)	3.9 ○		
23		室内空調機	運転電流(クーリング室)	4.2 ○		
24			運転電流(培養室)	2.6 ○		
25	対象外	対象外	停電後自動回復	停電が頻繁に起こる。自動で復元するようにならないか。	環境エンジ、Danang氏検討中	

(出所) JFC 社チーム作成

RRC スタッフの努力により、施設は全般的に非常に丁寧に使用されており、継続的に維持管理できる体制・能力を確認することができた。1点残された懸念点として、将来 HEPA フィルターを交換する必要があるが、その費用を RRC が負担できるかどうかという点がある。HEPA フィルターは室内のクリーン度を保つために定期的な交換が必要であり、寿命は使用環境によるが、3～5年と見込まれる。検査では RRC スタッフはこまめな清掃を実施しているため、稼働後 8ヶ月経ってもフィルター数値に全く変化はなかったことから、ある程度の耐久年度は見込むことができる。交換する際は、1枚 7万円、3枚必要であるため、21万円の費用が必要になる。RRC では現在予算が非常に逼迫しており、独自予算によるフィルター交換が確約できない状況にあるため、JFC が事業化の中で支援していく必要があると考えられる。

活動 2-2. メリクロン増殖トレーナーを育成し、トレーナーによる技術移転を行う。

本事業では、施設完成後に JFC が RRC と協力して事業を実施できるようになるため、各種の技術移転を実施した。案件化調査において、RRC には日本に留学経験があり一定の技術を持つ研究員が数名いるため、そのスタッフをトレーナーとして育成する計画である。技術指導の内容は、①クリーンルームの無菌管理、②メリクロン増殖技術、③苗の順化・栽培技術、の3種類であり、3回の現地での実習指導 (OJT) で実施した。また本事業実施期間を通じて遠隔でも継続的にトレーナーの指導を行った。増殖したメリクロン苗の成長状況などを RRC のトレーナーから報告してもらい、問題への対応方法などの指導を行った。当初は月 1 回のペースで写真と共に進捗、問題点などを報告する形としていたが、想定よりも技術レベルの習得が早かったため、指導開始から約半年後からは問題が起こった際にのみ報告してもらう形に変更した。

ア) 第 1 回現地指導

現状の RRC スタッフが持つメリクロン増殖技術が商業生産レベルに達しているかどうかを見

極めるため、8種のサンプルランを使って、古米・葎田団員（メリクロン増殖・順化担当）より、RRCスタッフに対してトレーナー育成のための第1回目の技術移転を行った。下表に実習の概要を示す。

表 3-9 第1回技術移転活動（組織培養実習）の内容

実施期間	2018年12月3日・4日の2日間
実施場所	RRC会議室および研究室
参加者	RRC組織培養ユニットの研究者4名
内容	①メリクロン作業・組織培養時における菌管理の方法 ②クリーンベンチでの組織培養作業における留意点 ③増殖苗の順化プロセスと留意点

RRCと科学技術省バイオテクノロジー生態学研究所（BEI）には、既に組織培養の知識と経験を持つ職員が複数名在籍していることから、これらの職員からの支援を受けながら実施した。

実習指導の結果、親株が既に汚染されていた2種を除く6種の組織培養は成功し、技術的には対象スタッフ全員が組織培養の技術を十分に有していることがわかった。また本トレーニングでは、高品質なメリクロン生産に不可欠な、微生物による汚染の防御方法・衛生管理についても講義をおこなった（講義に際して作成・使用したマニュアルは別添資料5を参照）。

また、対象として選定された品種はまず植物の特性を調査してその特性に従い繁殖・組織培養方法を検討し（下表参照）、その苗の順化・栽培指導も合わせて実施した。

表 3-10 対象品種の特性と方法

非公開

		
新芽（生長点）切除の作業中	組織培養中のサンプルラン	
		
クリーンルーム内の菌管理に関する講義の様子	機材の利用・保守に関するトレーニングの様子	



イ) 第2回現地指導

第2回目の技術移転トレーニングでは、クリーンルームの使用開始から一定期間を経たため、無菌状態管理の実態把握と適正管理方法の指導を行った。加えて、多様な組織培養の技術習得の機会として、芽に加えて花茎・根・葉・種子による培養に関する講義とデモンストレーションをおこなった。下表に第2回実習の内容を示す。

表 3-11 第2回技術移転活動（クリーンルーム無菌管理・組織培養実習）の内容

実施期間	2019年3月20日～23日の4日間
実施場所	RRC 研究室
参加者	RRC 組織培養ユニットの研究者4名
内容	<p>*クリーンルームの菌・カビ測定方法（ペタンチェック）の指導・実習・結果判定、適正維持管理のチェックリストの説明・管理方法に関する指導（担当：古米団員）</p> <p>*（非公開）の生長過程・生育方法・共生培養の手順（ラン菌の分離と保存）、（非公開）の増殖方法に関する講義、デモンストレーション、培地の配合、プロトコルの作成（担当：吉田団員）</p>

①のクリーンルームの菌・カビ測定では、予想以上に RRC が適正な衛生管理をおこなっていることが判明した。室内の壁・床に付着している菌とカビ、および大気中に浮遊している菌とカビを、検出用の培地を使って検査したところ、どちらも日本の食品工場と同程度の高い管理水準に達していた。第1回トレーニング時に指導した、週1回のプレフィルターの洗浄やクリーンベンチ・機材の定期的なアルコール消毒、入室時のラボコート・マスク・手袋等の装着を確実に実施している、との言葉の裏付けとなった。今後も適正な維持管理をおこなうよう、団が作成したチェックリスト（別添資料6）を提供し、RRC が適宜アップデートして活用していくこととした。

②の組織培養については、VOC に採取を依頼したランの（非公開）および（非公開）を活用し、その生長プロセスや生育方法、ラン菌を分離活用する組織培養などについての講義と実習をおこなった（講義資料は別添資料7参照）。

		
<p>菌・カビ検出検査用の培地を作成中</p>	<p>クリーンルーム内の壁に付着する菌・カビを検査</p>	<p>検査翌日・翌々日に確認したところ、クリーンルーム内（上2つ）からはほとんど菌コロニーが検出されなかった。下は室外、赤枠内が菌のコロニー</p>
		
<p>今回の無菌状態を維持するためのチェックリストを全員で確認</p>	<p>ランの生長・培養に関する講義</p>	<p>ランの培養培地の作成を</p>
		
<p>組織培養のデモンストラーション</p>	<p>熱心に観察するトレーナー達</p>	<p>培養組織の管理も丁寧におこなっていた。</p>

ウ) 第3回現地指導

第3回目の技術移転トレーニングでは、メリクロン増殖中に微生物汚染が生じた場合の滅菌方法と、微生物汚染を防ぐ有効な手段である手洗いの効果に関する実証をおこなった。滅菌方法については、抗生物質によるものと増殖ボトル内の真空化によるものの2種類を教示した（別添資料8参照）。手洗い効果の実証については、第2回トレーニングと同様にぺたんチェックを用い、手洗い前後でのトレーナー達の手のひらの微生物数を比較した。手洗いにより手のひらの微生物はほぼいなくなることが明らかとなった（実証結果は別添資料9を参照）。

表 3-12 第3回技術移転活動（クリーンルーム無菌管理・組織培養実習）の内容

実施期間	2019年12月8日、9日の2日間
実施場所	RRC 研究室
参加者	RRC 組織培養ユニットの研究者4名
内容	① メリクロン増殖中に微生物汚染が生じた場合の滅菌方法（担当：葭田団員） ② 微生物管理（担当：古米団員）

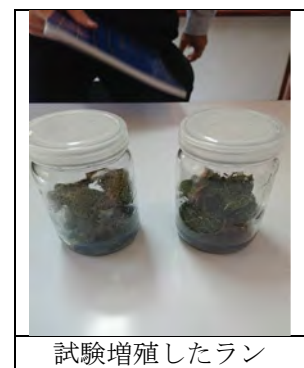


活動 2-3. 試験増殖を行う。

試験増殖は、活動 2-2 で上述した OJT の一環として実施した。練習用として JFC が増殖している鑑賞用ラン（胡蝶蘭など）の苗とメリクロンプロトコルをベトナムより輸送し、試験増殖を行った。この結果順調にメリクロン苗が育ったため、RRC スタッフが商業的増殖が可能なレベルに到達した。

2019年1月の施設完成後から、対象植物の中で有効成分が実証されたランの試験増殖を開始する計画だったが、ラオスにて保管して発芽のための育成をしていたランのサンプルの新芽が出たのが6月頃だったため、対象ランの試験増殖開始時期は予定よりも大幅に遅れて開始された。対象ランはこれまでメリクロン増殖にかけられたことがないため、メリクロンプロトコルは団員が一から作成して指導した。しかし培養における除菌管理などに若干の問題があった模様で、10月頃に菌汚染が悪化してしまい、RRCスタッフが相談なしに廃棄してしまうという事態が発生した。この結果として、新しい品種のメリクロン増殖をRRCで開始することは困難（時間を要する）であることが判明した。このため、一旦苗を日本に持ち込み、日本で同植物のメリクロンのマザープラント（ウイルスフリーの母体株）を作成し、それを再度RRCに持ち帰ってメリクロン増殖する方針に変更した。2020年1月現在、日本で持ち込んだランのマザープラントを作成中であり、2020年6月頃よりラオスでメリクロン増殖を開始する計画であるが、本事業期間中においては時間切れとなってしまった。

他方、もう一つの希少ランについては、本事業のパートナー機関であるBEIがメリクロン増殖の技術を持つことがわかったため、上記の試験増殖が期限内に実施できない対案として、本事業期間中はこの品種の試験増殖をBEIに協力してもらいBEIとRRCが協力して実施することとなった。この結果、1,000苗（葉色の違う2種を各100ボトル：合計200ボトル：1ボトル5苗入り）の試験増殖に成功した。2か月程度培養したものを輸送し、日本で順化する。



活動2-4. 植物資源の品種登録制度の啓発、登録品種の世界市場の需給バランスに応じた適正なロイヤリティの設定、仕組み設立に関する助言、指導を行う。

植物資源の品種登録制度の必要性などに関する啓発は、2018年4月、12月、2019年3月の現地渡航において、活動趣旨や進捗報告のプレゼンテーション資料に含める形で本事業の関係者（NAFRI、RRC、科学技術省、保健省等）を対象に実施した。知的財産権を管轄する科学技術省からは特に強い関心が示され、他国の事例や仕組み設立に向けたステップなどについてJFCに対して質問がなされた。

ロイヤリティの設置は品種ごとに設定することになり、本格的な販売にはまだ時間がかかるため、具体的な仕組みの決定には至らなかったが、今後の道筋についてはNARFIと複数回にわたり議論を重ね、以下の流れで進めることに大枠で合意した。合意内容についてはJFC-NAFRI間のMOU案を作成し、先方と共有した。（2020年1月時点でNAFRIから署名の準備ができたとの連絡があった。）

- 本事業で成分分析を実施し、有効性が実証された植物について、今後JFCが販売戦略を検討する。（以下活動2-5に記載）
- 販売先（ラオス国内、日本、欧州）における植物の商業登録を行う。
- 販売先と価格を決定し、JFCが利益率等を計算した上でロイヤリティを設定する。
- ロイヤリティは販売利益をJFCとNARFIで折半する形とする。（NAFRIのロイヤリティは3～5割を想定。）
- JFCが既存の販売ルートを通じて販売する。

活動 2-5. JFC と NAFRI が共同で試験販売を行い、販売体制構築に向けた計画を策定する。

活動 2-3.で試験増殖したランの試験販売を 2019 年 11 月に植物検疫許可証、CITES 許可証を取得して日本に輸送し、試験販売を実施した。当品種は、成分分析の結果有効成分が実証されたものの、健康食品原料や加工品として販売するには戦略が未熟であり、量も少ない（1,000 苗）ため、鑑賞用として試験販売した。当品種は葉模様的特色があり、ジュエルオーキッド（洋ランの一つの範疇であり葉の美しさを楽しむもの）として一部愛好家たちの間では一定の人気がある。販売先は JFC の既存小売り販売ルートで、ランの趣味家を対象に販売した。あくまで試験販売のため価格設定は参考程度であるが、ラオス側（RRC/BEI）からの JFC 買取価格は 0.2 ドル/苗、卸売価格 3.5 ドル/苗で設定した。小売り価格は 7 ドル程度とした。鑑賞用としての販売量は限られるが、増殖～輸出～販売までの一連の流れを滞りなく実施できたことから、今後のビジネス展開の参考とすることができた。

対象品種の中で、（非公開）については、メリクロン増殖したものを現地で加工して健康食品として販売する方が効率が良いと考えられるため、保健省傘下の国営健康食品生産会社（以下第 3 工場）を訪問し、対象植物サンプルの粉末化を以下のとおり依頼した。同施設は 2017～18 年に実施された「固有植物の高付加価値化に向けた加工技術に関する普及・実証事業」の C/P 機関であり、同事業で加工機材が整備されているため、これを活用できる。

表 3-13 粉末化試験の概要

植物品種	内容	持ち込んだ原料	加工品粉末
非公開	大サイズ、生の果実を採取して乾燥させた	8.3 キロ（生）	895 グラム
非公開	小サイズ、生の果実を採取して乾燥させた	10.5 キロ（生）	1,345 グラム
非公開	季節が終わってしまっていたため、昨年収穫して乾燥させてあるものを使用	7.5 キロ（乾燥）	6.13 キロ
加工費：130 万キープ		26.3 キロ	8.37 キロ

（出所）JFC 社チーム

上記の活動の結果をふまえ、以下のようなバリューチェーンによるビジネスモデルを検討した。（詳細は 4.(2)に記載した。）検討内容については、NAFRI と MOU 案（本事業終了後も JFC が引き続き協議予定）を共有した。（別添資料 10 参照）

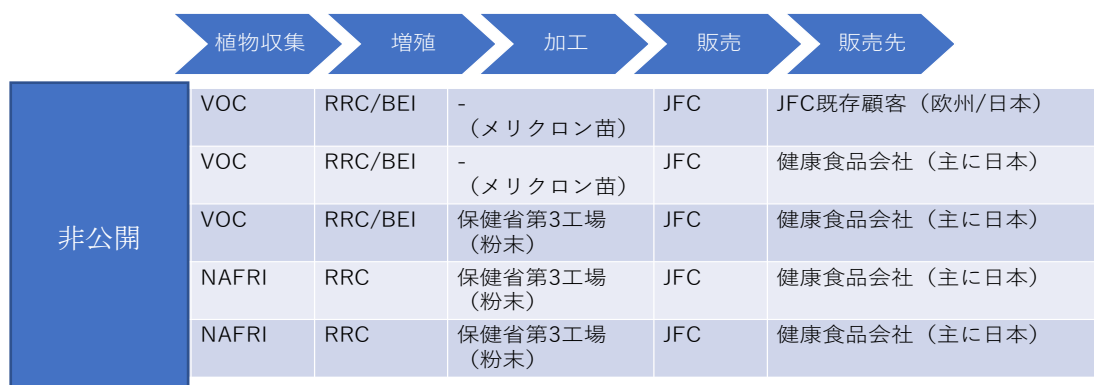


図 3-3 想定される対象有用植物のバリューチェーン

（出所）JFC 社チーム作成

③ 【成果3】有用植物資源の持続的な商業活用と保全の普及体制が検討される。

活動3-1. 許認可や法制度を確認し、リスクを抽出する。

案件化調査において、本事業に関連する許認可・法制度について調査したが、その内容の確認とアップデートを行った。(1.(1).③に記載)また、リスクを検討した。本事業における主なリスクは、ビジネスを実施する上での有用植物資源の採取や輸出入に関する規制に関するものである。抽出したリスクと対応策については、4.(2)に記載した。

活動3-2. 増殖、販売のための各種マニュアルを作成する。

2018年9月に、クリーンルームの基本的作業方法、一般的な増殖の手順をまとめた「環境微生物学マニュアル」(英文)(別添資料5)を作成し、活動2-2のトレーニングにて活用した。続いて第2回トレーニング時にクリーンルームの無菌状態管理のチェックリスト草案(別添資料6)を提供し、RRCがより実活動に即すよう微修正をして活用した。RRCスタッフはこれらを積極的に活用しており、今後自分たちでラオス語に翻訳するとの意向も示された。

組織培養については、ランの生育プロセス・組織培養に関するマニュアル(別添資料7)を作成し、第2回トレーニング時にデモンストレーションを通じて知識・技術移転をおこなった。

販売については、本事業実施期間中に販売の方向性は検討されたものの、詳細な販売計画策定には至らなかったため、マニュアルの提供は現実的ではないため作成は行わなかった。

活動3-3. 関連する政府組織の連携をとり、効果的な普及体制を検討する。

本事業における主要な成果の一つに、これまで各機関で独自に実施されていた有用植物資源の保全・活用の活動に関する情報が、主要機関で共有される素地が生まれたことにある。本事業実施期間を通じ、C/P機関であるNAFRIとRRCのみならず、園芸研究センター(HRC)、森林研究所(FSRC)、科学技術省バイオテクノロジー生態学研究所(BEI)、保健省伝統医療研究所(ITM)、保健省国営健康食品生産会社(第3工場)、ラオス国立大学などとも情報共有を行い連携を図ってきた。この結果、現在はBEIとRRCが技術連携してメリクロン増殖を共同で実施したり、第3工場が自社で加工する植物(イエロージンジャー)の増殖をRRCに依頼するなどの連携が生まれている。今後JFCが事業を進める中で、NAFRIとRRCを中心とした普及体制が固まっていくことが期待される。



最終報告セミナーの様子

第3工場との協議

(2) 事業目的の達成状況

本事業にて設定した成果に対する達成状況の概要は表3-14のとおりである。全般的な成果は、

ラオスの有用植物資源の持続的な商業活用のためのバリューチェーンにおける各ステップの実施可能性が以下のとおり確認できたことである。

- 有用植物資源の調達：VOC、RRC、FRSC等との協力により、JFC側で検討、選定した植物を問題なく期限内に収集することが可能であることが確認できた。
- 有用植物資源の成分分析：富山県立大学との協力により、選定植物の成分分析が完了し、ほとんどの植物に有効成分が含まれることが確認された。
- メリクロン増殖：クリーンルーム施設の完成、必要機材導入により、RRCとBEIにより選定した植物のメリクロン増殖ができることが実証された。
- メリクロン苗の正式輸出：試験販売のプロセスを実施したことで、輸出に必要な許認可・書類が確認され、正式な輸出が可能であることが確認できた。
- 加工：第3工場にて粉末加工を実施し、植物の加工が現地で可能であることが確認された。

表 3-14 成果の達成状況

活動	達成状況
成果 1 ラオスにおいて有用植物資源の経済的・商業的価値が実証される。【実証】	
1-1 案件化調査結果と情報収集にもとづき成分分析を行う植物品種を選定する。	案件化調査結果と文献調査などの情報収集に基づき、本事業で成分分析を行う対象植物品種が NAFRI と共同で選定された。検討の結果、（非公開）が選定された。
1-2 選定した品種の成分特定のための詳細分析を行う。	選定した品種の成分特定のための詳細分析が富山県立大学との協力で実施された。検討の結果、選定した植物の内、（非公開）の分析を行った。結果として、ラオスニンジン以外の全ての植物から有効成分が検出された。
1-3 市場価値の高い植物品種を検討する。	成分分析により有効成分が検出された植物について、市場価値の調査、検討を NAFRI と共同で実施した。その結果、全ての植物に可能性があることが確認できたが、特に（非公開）はすぐにも販売を開始できる可能性が高いことがわかった。
1-4 メリクロン苗の海外市場への試験販売を行う。	当初計画していたラン（観賞用希少ランと機能性希少ラン）は本事業期間内に試験販売まで到達することができなかったが、希少ラン 1 種の試験販売（1,000 苗）を実施した。機能性植物であるが、鑑賞用として販売したため、価格の検討ではなく、正式な輸出・販売のプロセスの確認に役立った。
1-5 現地で需要のある品種の現地農家への試験販売を行う。	RRC では既に独自の活動として、現地需要のある植物苗（バナナなど）の販売を実施していることから、本事業では試験販売ではなく、栽培指導を実施した。
1-6 試験販売結果をとりまとめ利益率を検討する。	活動 1-4 の結果をレビューし、NAFRI に共有した。利益率については具体的に品種と販売方法を決めて実際に販売してみないとわからない点が多いものの、予測した結果を取りまとめた。
成果 2. 有用植物資源の持続的な商業活用に関する一連の技術・ノウハウが NAFRI に移転され、NAFRI が独自に運用するための体制が提案される。【C/P の体制整備】	
2-1 メリクロン増殖設備・機材を NAFRI に導入する。	メリクロン増殖のための施設拡張工事とクリーンルームの設備設置工事が終了し、同設備に必要な機材が設置された。設備と機材使用・メンテナンスに関する指導が行われ、C/P スタッフにより順調に稼働している。

2-2 メリクロン増殖トレーナーを育成し、トレーナーによる技術移転を行う。	C/PであるRRCの主要スタッフをトレーナーとして育成するため、①クリーンルームの無菌管理、②メリクロン増殖技術、③苗の順化・栽培技術、に関する技術移転を実施した。これらの結果、RRCスタッフが、商業活用に耐えうるレベルの有用植物の増殖ができることが判明し、品質を向上に向けて更なる能力強化が図られた。
2-3 試験増殖を行う。	RRCスタッフの技術訓練のため、ベトナムより輸送した観賞用ランの試験増殖を行い、成功した。メリクロンプロトコルが確立している植物の増殖については、RRCスタッフの技術が十分であることが確認された。しかし、選定した品種の内、メリクロン増殖をしたことがない植物の試験増殖は一度失敗したため、現時点では日本に輸送してマザープラントの作成を実施中である。対案として選定したメリクロンプロトコルのある希少ラン1種を1,000試験増殖し、成功した。
2-4 植物資源の品種登録制度の啓発、登録品種の世界市場の需給バランスに応じた適正なロイヤリティの設定、仕組み設立に関する助言、指導を行う。	品種登録制度、ロイヤリティの設定・仕組みに関する啓発を、現地活動時にNAFRIや関係者との協議の中で実施した。今後の販売に向けた商標登録、ロイヤリティの設定について、NAFRIと複数回にわたり協議し、MOU案を共有した。
2-5 JFCとNAFRIが共同で試験販売を行い、販売体制構築に向けた計画を策定する。	試験増殖した希少ラン1種のメリクロン苗1,000苗の試験販売をJFCが実施し、プロセスをNAFRIと共有した。今後の販売体制構築に向けて協議を実施し、MOU案を共有した。
成果3.有用植物資源の持続的な商業活用と保全の普及体制が検討される。【普及（ビジネス展開計画策定）】	
3-1 許認可や法制度を確認し、リスクを抽出する。	許認可や法制度の確認やアップデートを行い、基本的なリスクについては把握した。リスクを抽出した。
3-2 増殖、販売のための各種マニュアルを作成する。	クリーンルームの基本的作業方法、一般的な増殖の手順をまとめた「環境微生物学マニュアル」、クリーンルームの無菌状態管理のチェックリスト、ランの生育プロセス・組織培養に関するマニュアルを作成し、このマニュアルをもとに活動2-2のトレーニングを実施した。参加者からは大変わかりやすい内容であるとの評価を得た。
3-3 関連する政府組織の連携をとり、効果的な普及体制を検討する。	有用植物資源の保全・活用に関連する組織はこれまで情報共有が行われずバラバラに活動していたが、本事業を通じて様々な情報共有が行われ、各組織の連携活動が生まれた。今後の普及体制については、NAFRIとJFCが事業実施を通じて固めていく。





(3) 開発課題解決の観点から見た貢献

1.(1).②で述べたように、ラオスでは、貴重な天然資源である有用植物の保全が効果的になされていないことによる生物多様性の危機、有用植物が効果的に商業利用されていないための経済機会の損失、という2つの問題がある。本事業ではこの課題に対応するため、JFCの薬用植物の商業活用バリューチェーンシステム導入により、自然繁殖が困難である植物資源をメリクロン技術によって増殖させることにより保全し、国際的な販売ネットワークを活用して販売することを通じて、これらの課題解決を目指した。

有用資源の保全は壮大な課題であるため、本事業が解決に貢献できるのは一部分であるものの、

本事業を通じて、①有用植物の保全を担当する組織のハード、ソフト面での能力強化、②関係組織間の協力関係の構築、③有用植物の有効成分の科学的実証、などを通じて、ラオス国内の保全体制の強化が一定レベルなされたとと言える。また、今後の商用活用による経済機会の創出に関しては、①商標登録やロイヤリティの設定、②試験販売とビジネスモデルの検討、などを通じて、関係機関が新たな経済機会の創出に向けた可能性を見出すことができた。

表 3-15 持続可能な開発目標（SDGs）への貢献

		<p>・有用植物の商用活用が拡大すれば、増殖や栽培などの新たな雇用が創出され、ラオスの小規模農家等の貧困層の所得向上に貢献できる可能性がある。</p>
		<p>・クリーンルームにおけるメリクロン増殖はラオスにおいて新たな持続的産業になり得る。科学的研究と技術革新により、新たな産業や雇用の創出につながる。</p>
		<p>・ラオス固有の有用植物を保全し活用していくことは、生物多様性と生態系の保護、食糧安全、森林の持続的な管理などにつながり、最終的には環境保全、地球温暖化対策にも貢献する。</p>

(出所) JFC 社チーム作成

(4) 日本国内の地方経済・地域活性化への貢献

JFC は、「薬都とやま」の企業として、生薬・医薬品会社、食品関連企業など多くの地域企業との強固なビジネス関係を構築しているだけでなく、富山県立大学との産学連携、北陸電力との技術提携等も積極的に行い、地域の花弁・植物産業を牽引してきた。国家の新成長戦略に位置付けられている 21 の国家戦略プロジェクトの一つ「富山市環境未来都市構想」の「薬都とやま薬用植物栽培工場の構築プロジェクト」メンバーであり、調査研究、事業計画作成や進捗管理に関わっている。さらに、中小企業庁「平成 27 年度ふるさと名物応援事業補助金」に「地域資源チェーンアップの未利用花を活用した新商品開発事業」が採択されており、富山県立大学、砺波市と協働で事業を推進した実績を持つ。

今後本事業をビジネスとして成功させるためには、JFC が現在ビジネス関係にある多くの地元企業の協力が必要であり、花卉・製薬・食品・機械など各産業の地元企業からラオスでの事業展開に高い期待が寄せられている。同国の希少植物を増殖できれば地元花卉・種苗市場が活性化され、また薬効成分抽出により製薬会社、健康食品会社等にも大きなビジネス機会をもたらす。花と薬の都、富山のブランド化をさらに推進する原動力になりうる。さらに、事業が軌道に乗れば、保存、増殖等の関連装置・機材の製造会社にも裨益し、多様な雇用を提供できる可能性がある。

本事業には、富山県立大学の生物工学研究センター教授が外部人材として参画しており、同センターの全面的協力を得て実施された。現地採取された薬用植物サンプルを同センターで分析し、いくつかの有用な分析結果が得られた。現在本事業で得られた研究成果を商用活用することを目指して活動中であり、この試みが事業として成功すれば、富山発の産学連携のベストプラクティスを世界に示すことができる。

(5) 事業後の事業実施国政府機関の自立的な活動継続について

改修したクリーンルーム設備、導入した機材などは、使用方法、管理・メンテナンス方法の指

導を実施し、順調に稼働している。本事業終了後は、NAFRIに譲渡され、RRCスタッフにより継続的に活用される予定となっている。RRCスタッフは当初の想定以上に有能であり、JFCでは継続的な活用に問題はないと判断した。

本事業を通じて、NAFRI/RRCがJFCの植物資源の商業活用バリューチェーンシステムを試行し、「売れる」という成功体験をしたことから、ラオス政府内において持続的な有用植物資源の保全と商業活用の体制が構築していこうという機運が高まったと考えられる。JFCとしては、今後こうしたラオス政府の自立的な活動を側面支援していくことを予定している。

(6) 今後の課題と対応策

現時点で解決すべき課題と対応策は以下のとおりである。

表 3-16 課題と対応策

課題	今後の対応策
<p>設備・機材</p> <p>現時点では順調に稼働しているが、気温や電気供給の不安定などにより、今後設備や機器の不具合が起きる可能性は排除できない。</p> <p>また、数年後にはクリーンルームのヘパフィルターを交換する必要がある、その経費を誰が負担するのかという問題がある。</p>	<p>バックアップ電源設置の対応など万全を期しているものの、管理・メンテナンス方法などにつき、JFCより指導を継続する。マニュアルを作成して、継続的に活用されるよう対策を取った。また外部人材として本事業に参画したKMCラオス支社スタッフは、成分分析の分野で日本での博士号取得者であり、設備の操作について知識が深いため、適宜KMCよりフォローすることとする。</p> <p>ヘパフィルターについては、可能であればRRCの予算で交換することが望ましいが、事業化が軌道にのればJFCで負担する予定。</p>
<p>調達</p> <p>試薬類は、本事業実施中はJFCで手配したが、冷蔵管理が必要など輸送が困難なものがある上、MSDSがなく、輸出手続きが困難なものがある。(国内では入手不可能) 今後事業終了後はRRCが独自で調達していく必要があり難易度は高い。</p>	<p>本事業では現地で調達可能な試薬・消耗品に絞ってRRCの担当者と一緒に調達し、一連のプロセスをRRC職員が理解できるよう努めた。また当該試薬がなくても分析・増殖できる方法を検討し、団員から現地業務時の技術指導において指導した。</p>
<p>成分分析</p> <p>現時点で分析した植物サンプルからは有用成分は検出されず、当初の想定よりも有用成分の検出は難しいことがわかった。</p> <p>今後ラオスが有用植物資源を持続的に商用活用していくためには、ラオス国内で自前で分析できる能力を身に付ける必要があるが、現時点ではラオス国内で適切な分析を実施できる能力は政府機関にはない。</p>	<p>同じ品種でも場所や季節を変えてサンプルを採集するなどして、有用成分検出の可能性を拡大する。有効成分が検出されたサンプルの産地をデータとして蓄積する。</p> <p>ラオス国内で有用植物の分析までできるようになれば、現在のように諸外国に乱獲されてしまう事態を回避することができる。ラオス政府に対して分析設備の必要性について啓発活動を実施した。</p>
<p>増殖</p> <p>新たな品種の場合、メリクロンのプロトコルの作成とそれによって増殖することは、想定以上</p>	<p>新たな品種をメリクロン増殖する場合は、マザープラントとプロトコル作成を日本で実施す</p>

に困難であること判明した。	ることを検討する。また技術レベルの高い BEI の協力を得る。
加工 粉末化などの加工プロセスや不安定な加工技術により、植物の本来の有効成分が減少してしまう可能性がある。	第 3 工場には成分が変わらないよう低温で加工する機材も設置されている。また日本企業が加工技術の支援をしていることから、この設備の活用について第 3 工場と協議した。
試験販売 諸外国の植物資源の輸出入に関する許認可が政府から迅速に発出されない場合が多く、必要手続きが円滑に進まない可能性がある。	JFC の既存知見や植物資源の販売経験のある現地協力企業（VOC）の知見を活用して進める。

(出所) JFC 社チーム作成

4. 本事業実施後のビジネス展開計画

(1) 今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定

本事業開始時点では、有用植物のメリクロン苗の生産販売事業（ラオス国内市場・国外市場）、有用植物の加工品販売事業（国外市場）、特許関連コンサルティング事業の3事業の可能性を検討していた。本事業における検討を通じて、最終的に、日本と海外市場を対象とした有用植物のメリクロン苗および加工品の販売、に焦点を絞ったビジネスを展開する計画とした。検討内容の詳細は以下のとおり。

① マーケット分析

本事業のビジネス展開する際は、メリクロン苗（観賞用、健康食品用）と加工品（健康食品用）のマーケットが対象マーケットとなる。対象市場の概要、規模は、3.(1).活動1-3に示したとおりである。

健康食品の市場規模は、3.(1).①で述べたように、1兆円以上と推計されている。近年、健康食品の市場成長性は緩やかとなっているものの、主力需要層である高齢者人口の増加、若年層における健康・美容意識の向上などを背景に、今後も緩やかな市場拡大が続くものとみられている。さらに、東京オリンピック・パラリンピック開催を含む前後の大型スポーツイベントによるスポーツ関連需要の活発化に加え、訪日外国人客の増加に伴うインバウンド需要の拡大など、国内需要に加え、海外における日本製サプリメントの現地需要拡大も期待され、市場拡大の後押しとなるものと考えられている。⁴²

ラオスの有用植物を商用活用する企業は、国内にはいくつか存在する。2008年から2016年の間に商工省輸出入局企業登録管理課に登録された薬用植物関連事業を営む企業は9社であり、内訳はラオス企業3社、中国企業3社、韓国企業2社、日本企業1社となっている⁴³。投資金額は約950万ドルで、これは、1989年～2015年のラオスにおける総投資額（認可ベース）約245億ドル⁴⁴の僅か0.04%に留まる。

保健省伝統医療研究所の2014年の調査によると、薬用植物から伝統薬を生産しているラオスの公的機関、民間企業は以下のとおりである⁴⁵。

表 4-1 伝統医薬品を生産するラオスの団体

	組織名	概要
公的機関		
1	Pharmaceutical Factory No. 2	保健省管轄の製薬工場。一般薬の製造が主であるが、25種類の伝統薬も製造している。
2	Pharmaceutical Development Center (通称 Factory No. 3)	同様に保健省管轄の製薬工場。13種の伝統薬を製造。

⁴² 「2019年版健康食品の市場実態と展望」(株)矢野経済研究所を参照した。

⁴³ 本課で登録されている企業の他に、各県の商工局に登録されている企業も存在すると想定されるが、本調査では調査期間・場所の制約により調査は行なっていない。

⁴⁴ 計画投資省ウェブサイト: http://www.investlaos.gov.la/images/Statistics/rpt_Invest_Summary_Sector1A_1989-2015.pdf

⁴⁵ Status, Utilization, Management and Development of Medicinal Plants in the Lao PDR. K. Sydara. Institute of Traditional Medicine, Ministry of Health. 2014.

3	Factory No. 104 (under the Ministry of Defense)	防衛省管轄の製薬工場。13種の伝統薬(液体薬7種、カプセル3種、錠剤3種)を製造。
4	Institute of Traditional Medicine (伝統医療研究所)	保健省の下部研究機関。35種の伝統薬を製造、うち15種が一般的に利用されている。
民間企業		
1	Ka Nou Kham factory	22種の伝統薬を製造。
2	Ka Pha Ya Nak factory	13種の伝統薬を製造。
3	One Tiger Brand factory	20種の伝統薬を製造。
4	Thipsavang factory	3種の健康補助製品と5種の伝統薬を製造。
5	Lao Organic Products Promotion Center	薬草とキノコから5種の製品を製造。
6	Vienthong Trading	5種の伝統薬を製造。

(出所) 伝統医療研究所

上記は主に野生の薬用植物の採取、あるいは栽培による商業活用している団体であるが、苗の増殖による薬用植物の利用している企業は非常に少ない。ラオスに生息する野生蘭の保存と活用を目的に2006年に設立された現地企業では、ビエンチャン市の自社敷地内に保存区を有し、約400種の蘭を保存している。欧米や韓国から増殖苗の輸出注文が入ることがあり、天然資源省に依頼してごく少量を実験的に増殖したことはあるが、ビジネスには結びつかなかった。また、某日系企業が蘭の増殖を試みているが、あくまでも実験レベルに留まっている。現地の増殖に関する技術向上、設備整備は商用活用のレベルまで進んでおらず、相当の投資と技術指導が必要となることから、ほとんどの企業が事業化に二の足を踏んでいるのが現状である。



現地企業の STE Lao-International は、主に香辛料や野菜を無農薬・減農薬で栽培し、日本に輸出している。ビエンチャン近郊に12ヘクタールの自社農場を有しており、現在は黒ショウガの栽培も輸出を視野に試験的に行っている。同社は既に独自の日本への販売ルートを持つことから、競合相手になる可能性はある。

② ビジネス展開の仕組み

事業の全体像を下図に示す。現在 JFC が日本内外の企業から委託を受けているメリクロン苗生産の一部および新規受注分をラオスで実施し、それら生産された苗を JFC が NAFRI から買い取り販売する。将来的には JFC と NAFRI の共同事業として実施する。対象顧客は、JFC がネットワークを持つ日本やオランダなどラオス国外の花弁会社・健康食品会社である。ラオスでのメリクロン苗生産が安定するまでは、普及・実証事業で対象として選定した有用植物の日本で作成したマザープラントを JFC から提供し、生産を繰り返すことで技術を向上させる。数年間の生産実施後、

新規有用植物のマザープラント生産もラオスで開始する。

加えて、市場ニーズが顕在化する有用植物の加工品（粉末など）の生産販売もおこなう。

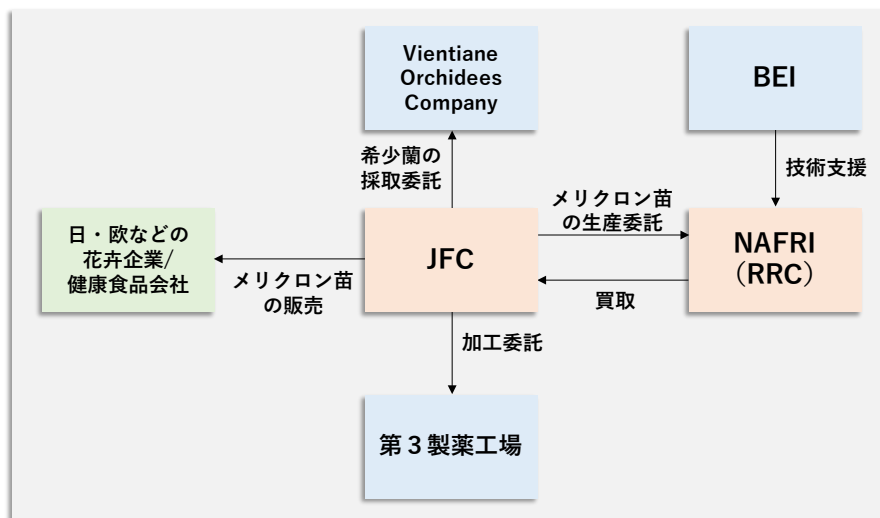


図 4-1 事業の概念図

(出所) JFC 社チーム作成

ア) 各組織の役割分担

- JFC：事業主体

現時点で対象としている有用植物（後述）に加えて新しく取り扱う有用植物を、市場ニーズを見定めながら選定する。ラオスで生産するメリクロン苗の品質管理も担う。

- NAFRI：事業パートナー

ラオス側の事業責任者として関係者間の調整や輸出手続きの実施、その他主に法規制の遵守に関する活動をおこなう。本事業は将来的に JFC-NAFRI の共同事業として実施する計画のため、そのための覚書（MOU）案を本事業実施中に協議して共有した。（継続フォロー中）事業が開始される場合は、MOU をベースに、各アイテムごとにロイヤリティなどの取引条件を決めて契約を交わして取引を実施する。

- RRC：メリクロン苗の生産

本事業にて供与したクリーンルームほか資機材一式および移転された技術を活用して、対象有用植物のメリクロン苗の生産をおこなう。

- BEI：技術サポート

RRC でのメリクロン苗生産において、生産効率の向上や品質維持・向上に関する技術サポートを適宜おこなう。

- 非公開：希少蘭の調達先

- 第3工場：加工

有用植物の加工をおこなう。自工場内に植物の乾燥および各種加工（粉末、顆粒、錠剤、カプセルなど）の設備を持つ。本事業において（非公開）の粉末加工を依頼し、同工場の加工品質・プロセスが良好であることを確認済みである。

イ) 事業で対象とする有用植物

上述したとおり、案件化調査、本事業を経て、以下の5品目7種類を事業で取り扱う有用植物として選定した。各植物の商品化案とバリューチェーンの流れを以下に示す。

表 4-2 対象有用植物の商品化案

非公開



図 4-2 想定される対象有用植物のバリューチェーン

(出所) JFC 社チーム作成

③ 想定されるビジネス展開の計画・スケジュール

ア) 原材料の調達計画

上述したように、原材料の有用植物は、(非公開)との協力で収集できる。(非公開)は、有効成分が高く出たサンプルの産地を選定する必要がある。本事業で分析したサンプルで良好な結果がでたパクソン郡を訪問し農家にヒアリングしたところによると、(非公開)の栽培で困っている点は、バイヤーが多くニーズはあるものの、種が不足しているため増産することができないという点であった。また、韓国など海外のバイヤーが来て大量に買い付けることもあるが、買い付けは一過性で継続性がないため、安定的に栽培できず収入が安定しないという点もあげられた。JFCの事業では、メリクロン増殖した苗を現地の農家に順化・栽培を委託することを計画しており、現地農家の所得向上にも貢献できる。

イ) 生産・流通・販売計画

生産計画は表 4-2 に示したとおりであるが、販売先は具体的には現在以下の企業と協議している。まだ現物ができた段階であり、確保できる量が確約できる段階に至っていないため、価格交渉などは継続的な協議が必要である。

表 4-3 商品の販売先 (検討中)

非公開

JFC がこれまでのビジネスの経験から算定している想定販売価格は以下のとおり。

(非公開)

ウ) 要員計画

本事業において人員の確保が最も重要なのは、従事人数と生産量が直接的に相関するメリクロン苗の生産においてである。事業開始後の数年は、RRCに現在在席する3名の研究員によりメリクロン苗生産をおこなうが、段階的に生産者を雇用し、RRC研究員による技術指導のもと生産体制を拡充する。

エ) 収支分析

本事業の収支計画を下表に示す。当面の収益の柱はメリクロン苗の販売となる見込みである。

表 4-4 収支計画表

非公開

④ ビジネス展開可能性の評価

上記(1).①で述べたように、日本の健康食品市場は堅調に拡大しており、今後も安定的な需要があることが見込まれている。販売可能性と高付加価値化による利益の拡大については、いかに消費者のニーズに合致した成分を製品化してプロモーションできるかにかかっており、正確な数値を予測することは現時点で非常に困難であるものの、一定の可能性は見込むことができる。また原料であるラオスの有用植物は他国のものと比べて希少性、有効成分の高さで競争力があることが本事業で証明され、富山県立大学による科学的実証も行われていることから、他の類似品と比べても優位性がある。同様のビジネスをラオスで実施している競合企業も存在しない。

また本事業において、本ビジネス展開に必要な基本設備であるクリーンルームが整備され、スタッフの技術レベルが強化されたことから、設備投資などの大きな投資は特に必要としない。JFC社は既にラオスに農地も確保しており、ビジネス展開にあたって必要となる経費は、原料調達費、人件費などの運転資金、メリクロン苗買上費、加工費などそれ程コストがかからないものであるため、事業リスクは低いといえる。

(2) 想定されるリスクと対応

想定されるリスクを抽出し、その対応策を下表にとりまとめた。

表 4-5 想定リスクと対応策

想定されるリスク	対応方法
植物資源の諸外国との取引において必要な手続き（植物検疫やCITES許可など）が円滑に進まないリスクがある。（手続きに長時間を要すると、メリクロン苗が枯れる・品質が低下して商品価値が下がるおそれがある。）	・ラオスの事業パートナーであるNAFRIと管轄省庁である農林省や天然資源省との密な情報共有、コミュニケーションにより、万全の準備を整える。本事業を通じて関係性を構築したため、通常の新規企業よりは円滑に進むことを期待している。 ・既に植物資源の外国取引実績がある Vientiane Orchidees Company から適切な助言を得る。
RRCの電力が安定的に供給されず、	・電流安定器、バックアップ電源を用意済み。

想定されるリスク	対応方法
(場所柄そのような状況が起こっている) メリクロン苗の生産品質の劣化や機器の故障が起こるリスクがある。	・上記を利用しても電力供給が叶わない場合、培養中のメリクロン苗を BEI の組織培養施設に一時的に保管し、苗の腐敗を回避する。
現状の設備は限られている(クリーンベンチ5台)ため、生産能力が受注量に追いつかないリスクがある。	・JFCがRRCの生産状況を見極め、受注量をコントロールする。
市場のトレンドとメリクロン苗生産のスピードが合致しないリスクがある。	・特に観賞用植物のトレンドは短く、ニーズが顕在化してからメリクロン苗を生産すると、生産された時点ではトレンドが終焉に向かっていているという事態がよく起こる。JFCのマーケティングネットワークによるトレンドの見極めと、比較的ニーズが安定した有用植物の選定により、トレンドと生産のずれを回避する。 ・健康食品の方がトレンドが安定していることから、将来的にはラオス事業においては健康食品用の加工品に注力していく。

(3) 普及・実証において検討した事業化およびその開発効果

ラオスでは、有用植物は貴重な外貨獲得資源でもあるが、品種登録や特許制度の不備、増殖などによる商業活用機会の少なさなどの理由により、経済機会を損失している。普及・実証事業でその効果性を検証できた、JFCの「有用植物バリューチェーン支援システム」を事業として導入することで、まずは商業活用の機会の向上とそれに伴う外貨の獲得に貢献できる。また新規産業を作ることにより雇用創出、所得向上が期待できる。黒ショウガの栽培委託により地方の小規模農家の収入向上にも貢献することも計画している。

さらに、メリクロン増殖による商用活用が確立されることは、ラオスの希少植物の保全につながり、森林・環境保全、生物多様性の維持などにも貢献できる。

(4) 本事業から得られた教訓と提言

教訓1. 政府手続きに要する時間を見込んだ事業スケジュール設定

ラオス政府とのやり取り、各種手続きには想定以上に時間がかかった。まず本事業を開始するにあたり双方の役割を明記した覚書(Minutes of Meeting)は、JICA現地事務所に多大なご協力を頂き、現地備人からの綿密なフォローの末によりやく締結ができた。また機材輸送にかかる免税許可証も同様に非常にきめ細かいフォローを実施しつつ期限間際で発行された。機材は倉庫保管料がかかってしまうため、許可証の発行見込みと合わせて船便で輸送するという綱渡りの状態で活動を進めたが、許可証の発行のタイミングは読めないため、できる限り前倒しで手続きを開始し、具体的な日時の見通しがたってからの輸送開始が望ましいだろう。また検疫証明書やCITES許可証なども、やり取りにかなりの時間を要した。JFCがこれまで取引した国では、請求した資料は担当機関からすぐに出されるものであるが、おそらくラオスではそのような経験がなく慣れていない模様だった。政府の手続きと民間ビジネスのスピード感にかなり誤差があることを念頭に事業をすすめることが必要である。

教訓2. 先方へのメリットを示しつつ信頼関係構築

本件は2016年に案件化調査以来、4年間以上にわたり事業を実施してきた。当初はCP機関を特定することから開始し、複数の関係機関と調整しながら調査を進めた。ラオスではこれまで自国の天然資源が乱獲され諸外国に利用されてきた苦い経験があるため、当初各機関から相当な警戒感を持たれていた。JFCはラオスの天然資源を保全し、持続的に活用することでWinWinの事業を構築するという理念を繰り返し説明し、また具体的な経済的メリットを示すことで先方政府関係者との信頼関係を構築できた。最終的にはRRCのスタッフは非常に積極的に設備の維持管理に取り組み、自発的に増殖を行ってビジネスを開始している。今後もJFCとの事業発展に大きな期待を持って頂くまでになった。

教訓3. 各分野の専門家を適材適所に配置

本事業は、施設の改修工事、設備設置、複数の機材調達と輸送、植物の成分分析、増殖と順化・栽培の技術指導、ビジネス展開検討など非常に幅広い活動内容を盛り込んでいたため、効率よく活動を実施することが不可欠であった。このため、外部人材として各分野での深い知見を有する専門家を配置することで、計画通りに活動を進めることを実現した。施設改修工事や機材輸送には、ODAなどで東南アジア諸国で多くの建設案件の経験を持つ元商社の人材が指揮を執り、現地工事業者、日本の機材輸送会社などをとりまとめて円滑に活動をすすめた。またクリーンルームの施工に経験のある日本企業（環境エンジニアリング社）による臨機応変な対応が計画通りの設備完成に大きく貢献した。また成分分析や技術指導には、その道の第1人者である研究者4名が参画し、非常にレベルの高い技術移転活動の実施が実現した。

提言1. ビジネス展開出口の強化

本事業は、単体では途上国へのビジネス展開を開始することに躊躇する中小企業に大きな機会を与えるものであり、JFCの今後のラオスにおけるビジネス展開の可能性が拡大された。非常に大きな成果を達成できたので、この成果が国内でより広く認知されると、ビジネスの可能性がさらに広がることを期待できる。折角ご支援頂いた事業なので、JICAの認知度やネットワークを活用してより広報を強化して頂ければ、効果も高まるものと期待する。また、JICAは多くの企業と連携していることから、こうしたネットワークをつなげて頂く機会を多く提供して頂けるとありがたい。例えば本事業実施中は、ラオス国内で以前実施された普及・実証事業とその実施主体企業をご紹介頂き、それがきっかけとなり、ビジネス展開を検討する上で「加工」という新たな可能性が広がった。このようなビジネスマッチングの機会をより積極的に提供して頂けると、成果の相乗効果につながるものと期待する。

以上

英文要約

**National Agriculture, Forestry and Rural Development
Research Institute**

Summary Report

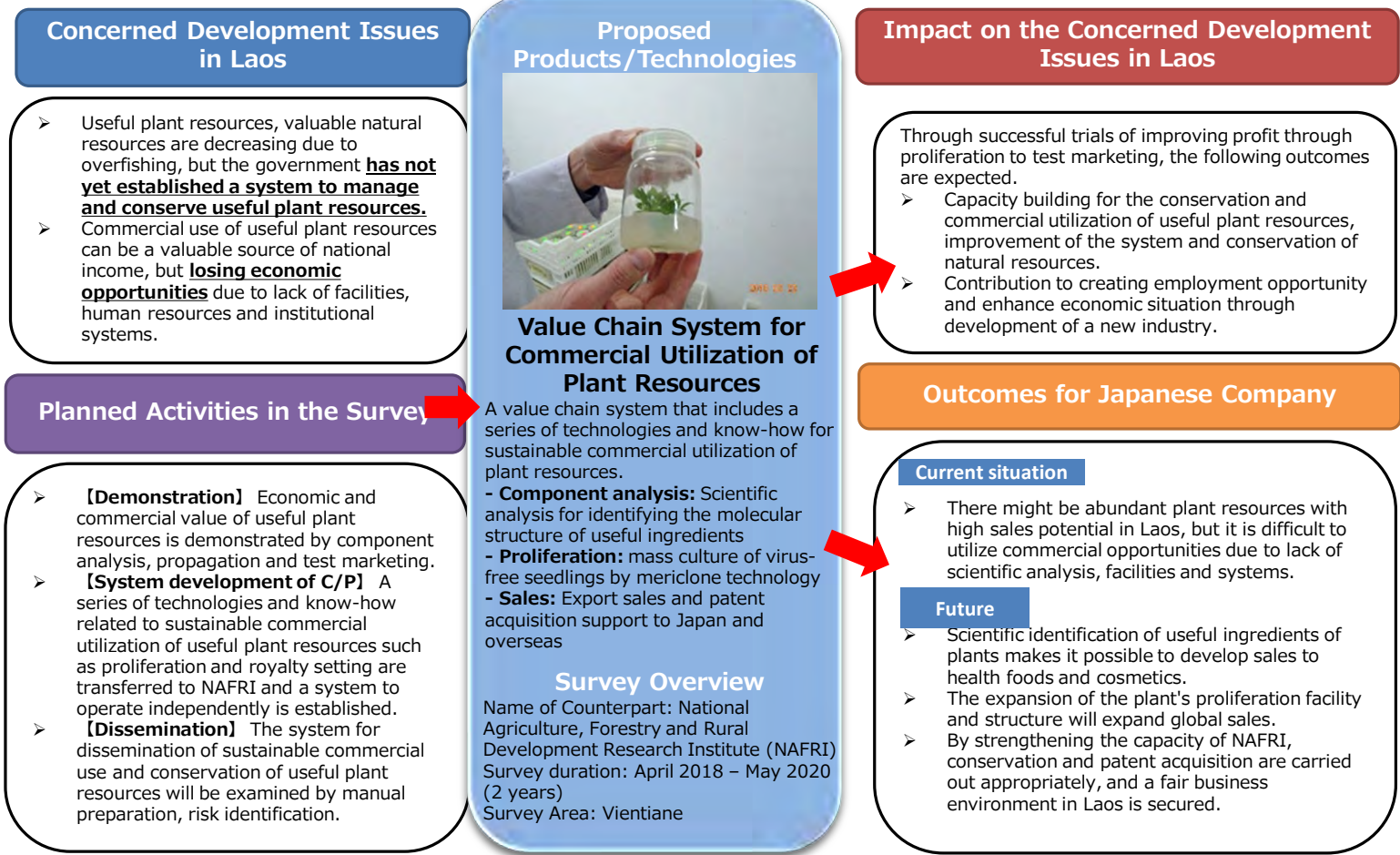
**Verification Survey with the Private Sector for
Disseminating Japanese Technologies for
“Sustainable Commercial Utilization of Useful
Plant Resource in Laos P.D.R.”**

January 2020

Japan International Cooperation Agency

Japan Flower Corporation Co., Ltd

Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese technologies for "Sustainable Commercial Utilization of Useful Plant Resources"
Japan Flower Corporation Co., Ltd. (Toyama prefecture)



This report summarizes the activities and their achievements in the “Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for sustainable commercial utilization of useful plant resource in Laos P.D.R.” (hereinafter “the Survey”), which was conducted by Japan Flower Corporation co., Ltd., (hereinafter “JFC”), the proposing company, starting in April 2018. The purpose of the Survey was to verify an application of the JFC’s value-chain system for plant resources to Laos and developing an action plan for disseminating the technologies and know-hows regarding sustainable commercial use and conservation of the plant resources, in order to establish a mechanism for conserving the useful plant resources and ensuring their economic benefit. The following is the summary of what we have implemented in the Survey and what we have achieved by the relevant activities.

Chapter 1: Background of the Survey

1-1: Situation of the target country and region

It is estimated that there are 2,000 to 3,000 different plant species with medicinal and other functional properties in Laos. These plants obviously contribute to the country’s biodiversity. In addition, placing these useful plants effectively into commercial use would be a great opportunity for the country to attract foreign currencies. The Lao Government sees the sustainable management of the country’s natural resources as one of the most important goals in its Eighth National Socio-Economic Development Plan (NSED) 2016 – 2020 and the National Strategy for Biodiversity 2020 and its Action Plan 2010.

Many of these plants are now threatened to depletion because the neighboring countries, which realized the value of these natural resources, have actively been purchasing such plants from Laos in recent years at a speed faster than that at which the plants grow. In contrast, however, the Lao Government has not seen any investment large enough to turn the functional plant business into a new industry. While the functional plants are commonly grown by farmers and business operators all over Laos, the acreage is small in most cases and the production is not industrial scale.

Laos has a developmental issue of conservation and commercial use of the functional plants. In the Feasibility Survey for Conservation and Sustainable Commercial Utilization of Medicinal Plants conducted by JFC prior to the Survey, the survey team had concluded that a principal cause of the issue was lack of an effective management system of the functional plants; many organizations in the government were engaged in activities to somewhat conserve or use the plants, but achievements and results of the activities were not shared between the organizations; the technologies and research findings accumulated in the organizations were not either leveraged for an effective management of the plants; the organizations did not have adequate facilities, equipment, or human resources.

1-2: Overview of the introducing technologies

The Survey introduced the JFC’s value-chain system consisted of the relevant technologies and know-hows; analysis of medicinal properties, mericlone propagation, and sales. Details are explained as below.

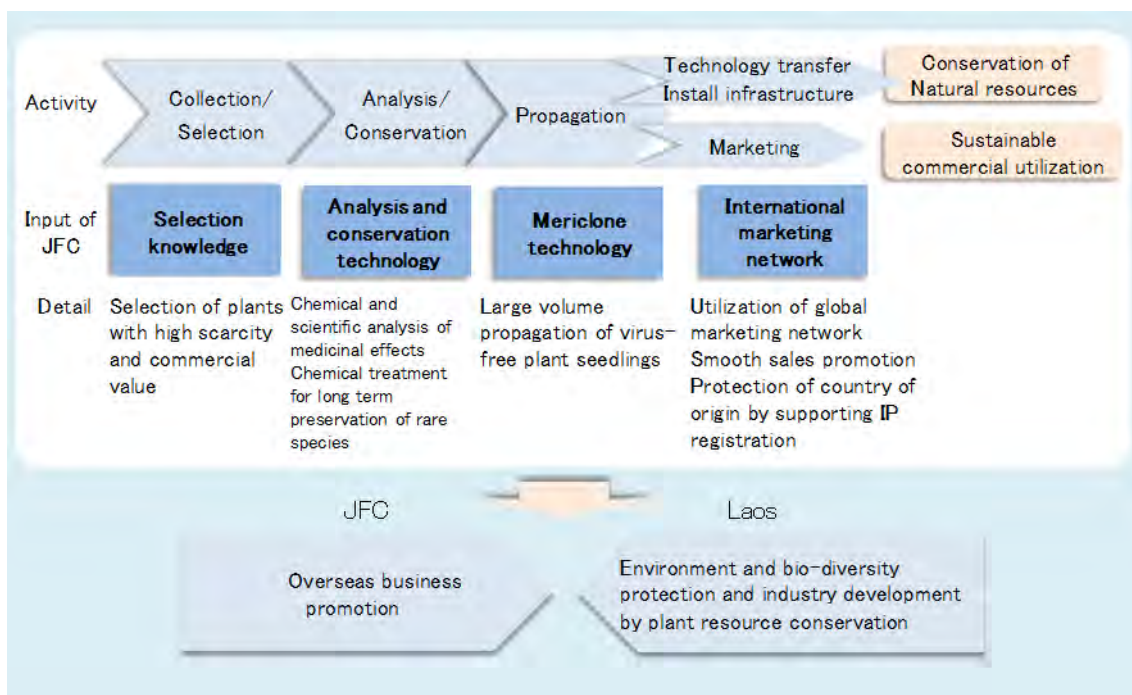


Chart 1-1 Introducing Technologies by JFC

(1) “Component analysis technology” to identify active ingredients for medicinal effects and functionality

In order to utilize plant resources commercially, it is necessary to identify active ingredients contained in plants such as inhibitory ingredients of disease factors and nutritional ingredients effective for promoting health. JFC is conducting analysis of active ingredients of plants in cooperation with the Center for Biotechnology Research at Toyama Prefectural University, which is equipped with the most advanced technology and the latest equipment for the purpose.

(2) “Mericlone propagation technology” for mass increase of rare plant resources

JFC has the “Mericlone propagation” technology which artificially increases plants which are difficult to reproduce, and mass-produces plant seedlings such as orchids and vegetables. The technology was developed in the United States in a way to take out the growing point of the plant sprout and increase the same genotyped clone seedling in sterile culture. With this technology, it is possible to produce large quantities of selected good individuals, and also produce safe strains which are not affected by virus. The grown seedlings can be transported by air in bulk with a small container, which is advantageous for land-locked countries like Laos.

(3) “International sales network” for the commercialization of useful plants

JFC has domestic and international sales networks of flower / agricultural products, and in addition to selling useful plants grown in Laos for seedlings and ornamental purposes, it can be sold in large quantities for the purpose of extracting functional ingredients to pharmaceutical companies and health food companies. In Japan, JFC has a business network with JA (Japan Agricultural Cooperatives) in each region and with the largest herbal medicine and pharmaceutical company in Toyama Prefecture

where JFC is located. In overseas, JFC is actively working with partners in Netherlands where 70% of the flower trading flow goes through, and has a strong business relationship with several related companies in the country. In addition, through distribution of flowers and plants around the world, JFC is well acquainted with import / export related procedures and business practices.

Chapter 2: Overview of the Survey

2-1 Purpose and Activities of the Survey

The Survey has been conducted to establish a comprehensive system covering propagation and marketing to conserve and commercially utilize the useful plant resources within the government of Laos, through accumulating knowledge and experience of success by introducing the JFC's value chain system. Expected outputs and the implemented activities to achieve the outputs are shown in the table below.

Table 2-1 Expected Outputs and Implemented Activities in the Survey

Expected output	Activity	
Component: Validation		
Output 1: Economic and commercial value of useful plant resources in Laos are verified.	1-1	Select plant species to be analyzed their medicinal properties based on the result of the previous survey and the relevant information.
	1-2	Make analysis of the selected plant species to identify their medicinal properties.
	1-3	Select a few plant species with high market value.
	1-4	Conduct a trial sale to overseas market of the mericlones produced under the Activity 2-3.
	1-5	Conduct a trial sale to farmers in Laos of the seedlings mericlone and acclimated under the Activity 2-3.
	1-6	Examine a profit rate and other business indicators based on the result of the trial sale.
Output 2: An operation mechanism of the technologies and know-hows related to sustainable commercial use of the useful plant resources is proposed to NAFRI.	2-1	Introduce the facility and equipment for mericlone propagation into NAFRI.
	2-2	Conduct a Training-of-Trainers (TOT) on mericlone propagation and conduct technology transfer by the trained trainers.
	2-3	Conduct a trial propagation.
	2-4	Provide guidance to the relevant stakeholders on registration system of plant resources and royalty setting.
	2-5	Develop a plan for building sales system of the useful plant resources based on the result of the trial sale conducted under the Activity 1-4 and 1-5.
Component: Dissemination		
Output 3: An effective scheme for disseminating sustainable commercial use of the useful plant resources and their conservation is designed.	3-1	Identify risk factors for sustainable commercial use and conservation of the useful plant resources by studying the relevant laws, regulations and permissions.
	3-2	Develop manuals for propagation and sale of mericlones.
	3-3	Discuss an effective scheme for disseminating sustainable commercial use of the useful plant resources and their conservation in collaboration with the relevant organizational institutions.

2-2 Implementing Structure

The Survey was implemented in the structure described in Chart 2-1. Overall management of the entire survey was co-management by JFC and National Agriculture Forest and Rural Development Research Institute (NAFRI), a Lao counterpart of the Survey. Rice Research Center (RRC), an affiliated organization of NAFRI holding biotechnology-related researchers, was a principal organization to conduct the plant propagation and the test marketing.

Some other partner organizations were involved in the Survey; Biotechnology and Ecology Institute (BEI) under the Ministry of Science and Technology (MOST); Department of Intellectual Properties of MOST; Institute of Traditional Medicines (ITEM) under the Ministry of Public Health; National University of Laos (NUOL).

BEI supported the technology transfer of the plant analysis and propagation to RRC by its experienced personnel. Department of Intellectual Properties took a role in the registration of plant varieties and the setting of plan loyalty. ITM contributed to the data management of the plant resources. NUOL also supported partially the technology transfer of the plant propagation.

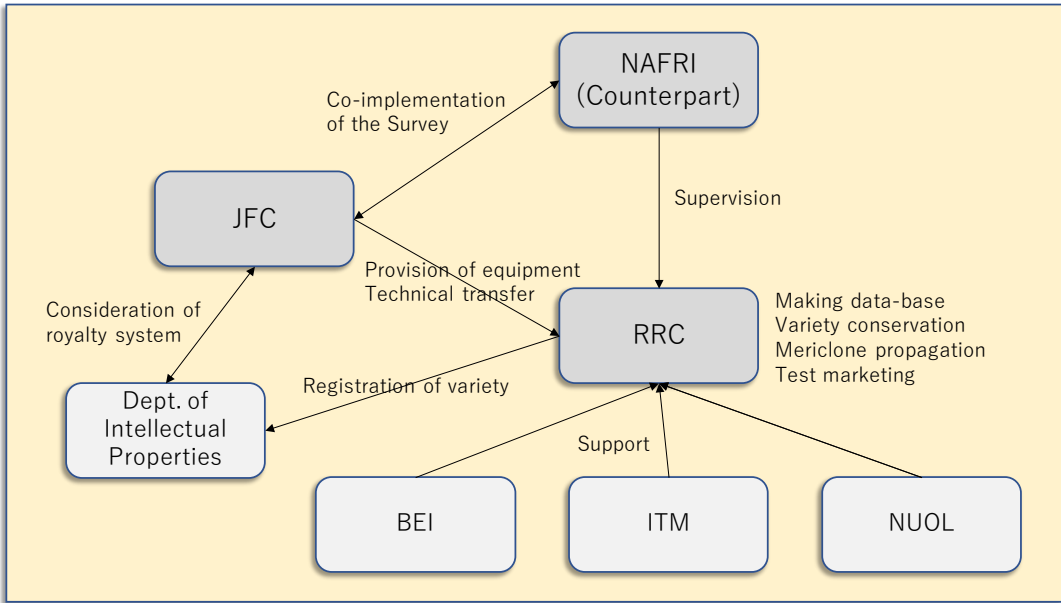


Chart 2-1 Implementing Structure

2-3 Implementing Schedule

The table below indicates the schedule of each abovementioned activity.

Table 2-2 Schedule of Survey Activity

Project componets	Responsible organization	2018				2019				2020																
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4
Output1: Active benefits of plant resource are scientifically analyzed and proved, and the foundation for utilizing the result is developed.																										
Activity																										
1-1. Biological evaluation is conducted and potential plants for commercial utilization are identified.	JFC (Toyama pref Univ)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
1-2. Database of plant resource is developed.	JFC-ARC, ITM, BEI																									
1-3. Sustainable system for plants conservation is developed.	JFC-ARC, ITM, BEI																									
1-4. Analysis management manual is developed.	JFC-ARC, ITM, BEI																									
Output2: Capacity to propagate selected plants is developed within the C/P organizations.																										
Activity																										
2-1. Necessary equipment is installed and test-run is conducted.	JFC-ARC	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2-2. Training for propagation is conducted.	JFC-ARC																									
2-3. Select species and conduct test propagation.	JFC-ARC																									
2-4. Sustainable management system for propagation is discussed and developed.	JFC-ARC																									
2-5. Propagation manual is developed.	JFC-ARC																									
Outputs3: Marketing strategy of plant resources is developed.																										
Activity																										
3-1. Test marketing of the propagated plants to the overseas partner companies is conducted.	JFC-NAFRI																									
3-2. Test marketing to farmers' groups is conducted.	ARC																									
3-3. Plant registration and royalty setting system is lectured and promoted.	JFC-NAFRI																									
3-4. Marketing strategy of plant resource is developed.	JFC-NAFRI																									

■ Activity conducted intermittently

Chapter 3: Achievement of the Survey

Below is a summary of the achievements of the Survey by the Expected Outputs.

Output 1: Economic and commercial value of useful plant resources in Laos are verified.

Among the plants which had shown in the previous survey the effective ingredients for prevention and cure of specific diseases, JFC and NAFRI selected a few target plants for the Survey in consideration of marketability and endangerment of the plants.

The Center for Bioengineering Research in Toyama Prefectural University then conducted the analysis of molecular architecture and the specification of effective ingredients of the target plants. Table 3-1 below indicates the list of the target plants that exhibited a good result in the analysis and their prospective commercial values.

Table 3-1 List of useful plants with prospective commercial value

Category	Plant items	Prospective commercial value
Endangered plants		
Orchids for functional use	Non-disclosure	1 & 2: The orchids exhibited the inhibition effect of angiotensin converting enzyme (ACE), which would be valuable for preventing and curing hyper tension by consuming as medicinal tea. Given the aging society in Japan, the plant resources could gain a big demand. 3: The orchid exhibited high contain of Kinsenoside, which would be valuable for protection of liver and curing hyperlipidemia. No company or organization has succeeded either in commercial production of the orchid or in its commercial use as a product material.
Marketable functional plants; not endangered		

Category	Plant items	Prospective commercial value
Tree	Non-disclosure	The plant exhibited the high amount of b-glucogallin useful for diabetes treatment and the extremely high amount of vitamin C good for health. Few products using the plant have been developed in Japan.
Lao native plant	Non-disclosure	The plant exhibited at least two kinds of flavonoids that are not contained in plants grow in Thailand. In addition, some samples of the plant taken in some area in Laos exhibited the possibly larger amounts of flavonoids than the plant in Thailand. As there are already a lot of products mainly from Thai plant appealing an effect of diet, improving sensitivity to cold, and libido-boosting, Lao plant would be able to be commercialized easily.

The test sale of the mericlone seedlings of the target plants has been conducted in Japan and overseas market through JFC's sales network in order to forecast a profitability of the plant business (the detail is described in the part of Output 2).

Output 2: An operation mechanism of the technologies and know-hows related to sustainable commercial use of the useful plant resources is proposed to NAFRI.

In order to ensure an operation structure of the sustainable commercial use of the useful plant resources in Laos, an existing tissue-culture laboratory at RRC has been renovated to a cleanroom, which enabled RRC to conduct mericlone propagation and the related activities at commercial level in terms of quality. In addition, the relevant equipment and consumables necessary for the commercial production of mericlone seedlings have been provided and installed, such as bio clean benches.

The completed cleanroom has become one of the best facilities in the country with its clean level of 1,000 and 10,000, which was as clean as the one in Japan. Table 3-2 below indicates the list of facilities and equipment provided by the Survey.

Table 3-2 List of facility and equipment provided to RRC

No	Equipment	Spec	Quantity
1	Bio clean bench	CCV-1306E	5
2	Refrigerator for laboratory	A-750EF3	1
3	Bio medical freezer	NDF-630EC	1
4	Micro pipette and tips	10,000ml etc.	1
5	Zoom Type Trinocular Stereoscopic Microscope	AFN-405J3W	1
6	LED ring light	GR80N	1
7	Camera	NDPL-1J-CX9	1
8	Upper tray balance	Quintix6102-1SJP	1
9	pH meter	LAQUA F-72G+pH	1
10	Water purifying apparatus	WG711	1
11	Small size culture rotator	RT-50	1
12	Holder for Erlenmeyer flasks	SC-0200	1

No	Equipment	Spec	Quantity
13	Holder for test tubes	SA-2511	1
14	Cleanroom equipment for mechanical and electrical installment	Class 1,000 and 10,000	1 set
15	Cleanroom equipment for construction	Class 1,000 and 10,000	1 set

In addition to the abovementioned update of the laboratory at RRC, the technical transfer activities were conducted to its researchers. The contents of the technical transfer were; (1) microorganism control of cleanroom, (2) mericlone propagation, and (3) acclimation and cultivation technologies. Three on-the-job trainings were implemented as shown in Table 3-3. The trainings were complemented by remote monitoring from Japan, in which the Japanese experts advised the researchers how to deal with issues in the mericlone propagation.

Table 3-3 Technical transfer training

1 st technical transfer	
Date	December 3 rd and 4 th , 2018
Place	RRC meeting room and laboratory
Participant	4 researchers at Tissue Culture Unit at RRC
Agenda	1. Microorganism control during mericlone propagation and tissue culture 2. Points to remember in tissue-culture activities at clean bench 3. Acclimation procedure of cultured seedlings
2 nd technical transfer	
Date	March 20 th to 23 rd , 2019
Place	RRC laboratory
Participant	4 researchers at Tissue Culture Unit at RRC
Agenda	1. Measurement method of microorganism in a cleanroom 2. Checklist for proper use of cleanroom 3. Growth process and method of tissue culture
3 rd technical transfer	
Date	December 8 th and 9 th , 2019
Place	RRC laboratory
Participant	4 researchers at Tissue Culture Unit at RRC
Agenda	1. sterilization method of cultured plants 2. Control of hand hygiene

At last, as an operation mechanism of the private-public business using the plant resources in Laos, a draft Memorandum of Understanding was proposed from JFC to NAFRI regarding the registration of trademark, the setting of plant loyalty, and an overall sales scheme.

Output 3: An effective scheme for disseminating sustainable commercial use of the useful plant resources and their conservation is designed.

Two important factors on the effective disseminating system of the commercial use of the plant resources have been achieved through the Survey; various manuals and collaboration among the stakeholder organizations.

Three manuals were developed by the Japanese experts and the technical transfer trainings explained above were conducted using the manuals. Manual of Environmental Microbiology talks about how to make a tissue-culture operation and to control microorganisms in a cleanroom. Checklist for Mericlone Work at RRC is used to maintain the cleanliness and tidiness of a cleanroom. The manual for tissue culture was also put together for some species of orchids.

Regarding the collaboration, the Survey fostered sharing of information among the relevant organizations in Laos who were engaged in conservation and utilization of the functional plant resources in the country. The business implementation between JFC and NAFRI after the Survey will accelerate the collaboration with the other organizations.

Chapter 4: JFC's business plan after the completion of the Survey

In the beginning of this Survey, three types of businesses are examined to consider feasibility: production and sales of useful plants mericlone seedlings (Laos domestic market and overseas market), sales of processed products of useful plants (overseas markets), and patent-related consulting business. Through the study in this Survey, the plan was to eventually develop a business focused on selling mericlone seedlings and processed products of useful plants for the Japanese and overseas markets.

JFC will carry out some part of mericlone production at RRC in Laos, which is currently conducted in Japan and overseas by JFC. JFC will purchase the mericlone seedlings from NAFRI and sell to the JFC's existing customers. It will be implemented as a joint project between JFC and NAFRI in the future. The target customers are flower companies in Netherland and health food companies in Japan, where JFC has a sales network. Until the production of mericlone seedlings in Laos stabilizes, JFC will provide a mother plant made in Japan of useful plants selected under this project and improve the technology by repeating production. After several years of production, mother plant production of new useful plants will also start in Laos.

In addition, it will produce and sell processed products (powder, etc.) for which market needs are evident.

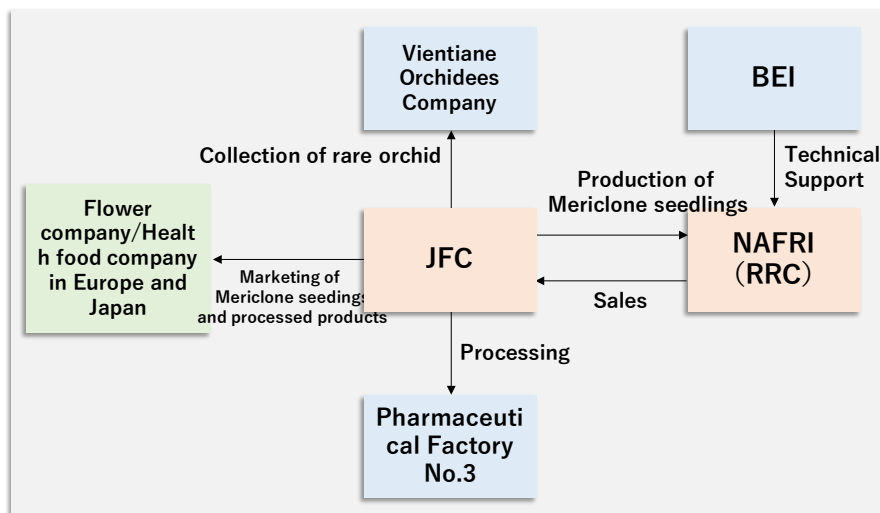


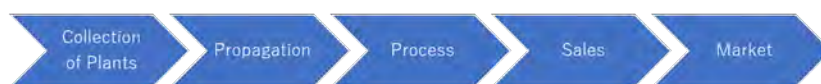
Chart 4-1 Business overview

The target plants are selected through component analysis conducted by the Survey. Summary of marketing ideas and value chain is shown below.

Table 4-1 Marketing idea of the selected plants

Category	Plant item	Marketing idea
Orchid (Ornamental)	Non-disclosure	Since it is a very rare orchid that is currently not sold in the market, it may sell at a high price for orchid collectors. After creating mericlone mother plants, seedlings will be propagated in RRC and will be marketed to JFC customers in Europe.
Orchid (Functional)	Non-disclosure	Since it has strong ACE inhibitory activity, it can be used as a health food for preventing and treating hypertension. After the creation of the mother plant of mericlone, the seedlings are propagated at the RRC, the mericlone seedlings are imported to Japan and sold, or the mericlone seedlings are acclimated, cultivated and processed in Laos. JFC will import the processed products and sell to food companies.
		Since high kinsenoside was detected, it can be used mainly for liver protection and diet food. As mericlone was successful in Laos, it will be propagated by RRC, and exported seedlings to Japan (for ornamental purpose or process for health food), or processed in Laos and JFC will sell to Japanese health food companies.

Tree	Non-disclosure	It has been confirmed that the contents of β -glucogalin and vitamin C are high, so it can be used as a health food for treating diabetes and promoting health. RRC collects the plants locally and processes it at the pharmaceutical factory #3, and JFC sells it to a Japanese health food company. As the order will expand in the future, the plant will be propagated, acclimatized, and cultivated at RRC.
Lao native plant	Non-disclosure	Since it was confirmed that flavonoids were contained in a large amount, it can be used as various health promotion foods such as diabetes treatment, diet foods, and the like. JFC will collect the plant from the region where high value sample were detected, mericlone the seedings, acclimatize, cultivate, and processed in Laos and export it to Japan and sells to health food companies.



Orchid (Ornamental)	VOC	RRC/BEI	No process (Mericlone seedling)	JFC	JFC Clients (Europe/Japan)
Orchid (Functional)	VOC	RRC/BEI	No process (Mericlone seedling)	JFC	Health food company (Mainly in Japan)
Orchid (Functional)	VOC	RRC/BEI	Pharmaceutical Factory#3 (powder)	JFC	Health food company (Mainly in Japan)
Non-disclosure	NAFRI	RRC	Pharmaceutical Factory#3 (powder)	JFC	Health food company (Mainly in Japan)
Non-disclosure	NAFRI	RRC	Pharmaceutical Factory#3 (powder)	JFC	Health food company (Mainly in Japan)

Chart 4-2 Value chain of the selected useful plant resources

Lessons learnt and recommendation

- All the procedures handled by the Laos government took much longer time than expected. The planning should be done taking this factor into consideration.
- It is important to develop trust with the governmental counterpart organizations by explaining and showing merit and opportunity for them repeatedly and patiently.
- The activities went smooth and efficiently since JFC appointed several personnel who are top-notch experts in the respective field.
- It is expected to JICA to conduct proactive publication of the project success and business matching to maximize the results.

END

添付資料

- 添付資料 1 業務従事者計画・実績表
- 添付資料 2 採取植物サンプルリスト(非公開)
- 添付資料 3-1 文献調査 (非公開)
- 添付資料 3-2 文献調査 (非公開)
- 添付資料 4 分析結果 (非公開)
- 添付資料 5 環境微生物対策マニュアル
- 添付資料 6 クリーンルーム使用チェックリスト
- 添付資料 7 組織培養マニュアル (非公開)
- 添付資料 8 メリクロン滅菌資材リスト
- 添付資料 9 手洗い前後の微生物数の変化
- 添付資料 10 NAFRI-JFC MOU ドラフト (非公開)

添付資料 1

添付資料 2

非公開

添付資料 3-1

非公開

添付資料 3-2

非公開

添付資料 4

非公開

添付資料 5

Manual of environmental microbiology

Tamotsu FURUMAI

About this manual

- This manual is designed to help you understand useful analytical procedures based on the microbiology
- This manual explained airborne microorganisms monitoring, environmental surface microbial bioburden, general precautions of clean bench work and hand washing method, etc.
- The term “bioburden” is used to describe the population of microorganisms present on unsterilized material or products
- In addition, the term “microbial contamination” refers unintentional or accidental introduction of microorganisms such as bacteria, fungi and viruses, etc.

Fungal contamination of mericlone products



Concluded that establishment of a clean room and clean benches are essential for the successful operation of mericlone products at ARC

Photographed at ARC (RRC) on June 28, 2016


Chapter 1

Basic information on environmental microbiology

Microbial contamination replication

Time of day	# of bacterial cells
9:00 am	1
9:20 am	2
9:40 am	4
10:00 am	8
10:20 am	16
1:00 pm	4,096
2:00 pm	32,768
2:20 pm	65,536
4:40 pm	8,388,608
5:00 pm	16,777,216

- Some bacteria can replicate rapidly, e. g., *Escherichia coli* is every 20minutes
- Bacterium divide by binary fission which simply means that one cell splits into two cells
- Thus, during the 8 hours from 9 am to 5 pm one bacterium can multiply to over 16 million bacteria
- This is a major reason to avoid microbial contamination during aseptic processing

 Only one bacterium will cause serious product contamination

Contamination sources in the cleanroom

Origin	Source	Amount
Humans	Skin flakes and hair, and clothing debris	~75%
Facilities	Air conditioning debris, walls, floors, and ceiling, etc.	~20%
Equipment	Items brought into the cleanroom	~5%



Humans are the main source of cleanroom contamination

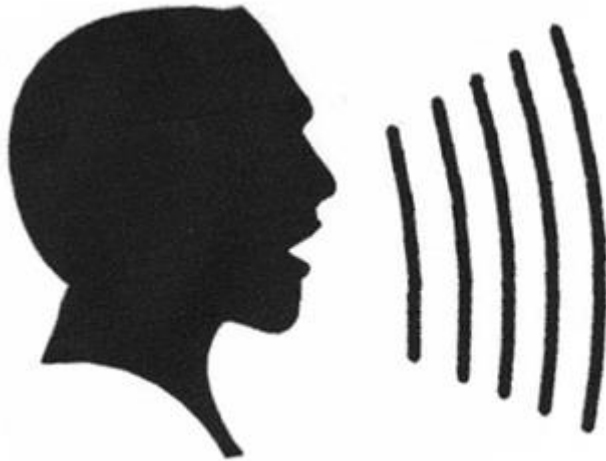
Sources of microbial contamination from humans

Source	Amount
Saliva	Approx. 100 million microbes / g
Nose secretion	Approx. 10 million microbes / g
Scalp (Dandruff)	Approx. 1 million microbes / cm ²
Armpit	1 ~ 10 million microbes / cm ²
Forehead	10,000 ~100,000 microbes / cm ²
Hands	100 ~ 1,000 microbes / cm ²

<http://biomanufacturing.org/uploads/files/49444902812106449-chapter-8.pdf>

- Since many microorganisms are present in the oral environment, microorganisms are scattered when coughing or sneezing

Respiratory dispersal of microbes



- Normal talking (Saliva)
2 to 3 feet: about 60cm to 90cm
- Coughing
4 to 6 feet: about 120cm to 180cm
- Sneezing
10 to 15 feet @200mph:
about 3m to 4.5m @320km/h

<http://biomanufacturing.org/uploads/files/49444902812106449-chapter-8.pdf>

● Thus, people should be put on mask during the working in the cultivation room and the clean room

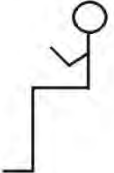
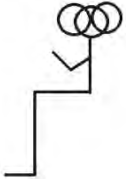

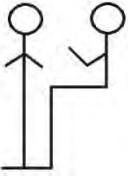
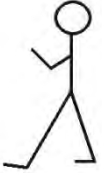
Size distribution of particles from sneezes or coughs

Diameter	Sneeze	Cough
<1 ~ 1 micron	800,000	66,000
1 ~ 2 micron	686,000	21,000
2 ~ 4 micron	280,000	1,600
4 ~ 8 micron	134,000	1,290
8 ~ 16 micron	36,000	490
>22 micron	4,500	85
Total	1,95 million	90,765

https://www.ece.jhu.edu/~andreou/495/LectureNotes/Handout_CleanroomTraining.pdf

- Particle size between 0.5 microns and 5.0 microns are considered to represent size of microorganisms
- Thus, people should be put on mask during the working in cultivation room and clean room

Estimated particles generated by activities

Activity	Particles emitted*	Description of activity
	100,000	Motionless in either sitting or standing position
	500,000	Hands, forearms, neck and head motion
	1,000,000	Hands, arms, trunk, neck, head motion and some lower body motion
	2,500,000	Sitting to standing or vice versa
	2,500,000 7,500,000 10,000,000	Walking at 2.0 MPH (3.2 km/h) Walking at 3.2 MPH (5.2 km/h) Walking at 5.0 MPH (8.0 km/h)



Please be careful about activities in the clean room

Frequently detected microorganisms in the airborne

Derived route	Valid name	Taxa
Human body origin	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	G(+) bacteria
	<i>Staphylococcus aureus</i>	G(+) bacteria
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	G(-) bacteria
	<i>Escherichia coli</i>	G(-) bacteria
	<i>Serratia marcescens</i>	G(-) bacteria
Environmental origin	<i>Bacillus subtilis</i>	G(+) bacteria
	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Yeast
	<i>Hansenula anomala</i>	Yeast
	<i>Aspergillus terreus</i>	Fungi
	<i>Penicillium citrinum</i>	Fungi
	<i>Penicillium cyclopium</i>	Fungi

 In a well-controlled cleanroom, the presence of fungi and G(-) bacteria should be minimal

Chapter 2

Airborne microbes monitoring

Detection methods of the airborne microbes

- ❏ Microorganisms do not grow in air, because it lacks the nutrients needed for growth
- ❏ Generally, spores are carried in air, and vegetative cells can be carried on dust particles and water droplet in air
- ❏ Tissue culture experiments in a biosafety cabinet in a clean room often detect fungal spores on tissue culture
- ❏ Therefore, in order to achieve high-quality indoor air in cleanrooms, it is important to monitor the airborne microbial flora regularly during the seasons
- ❏ There are two basic ways for the airborne microbes monitoring:
 - Koch's sedimentation technique: Settle plate method
 - Active air sampling method

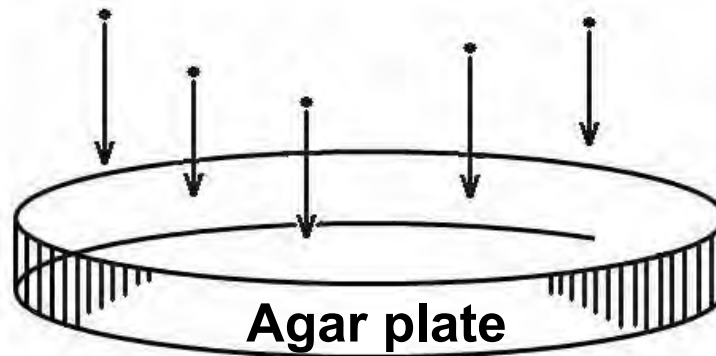
Settle plate method

- ❖ The settle plates method is an oldest and simple method of testing air for microbial contamination
- ❖ Though the method is semi-quantitative, it is still considered a useful method
- ❖ Not only in industries such as food and pharmaceutical but also your offices, this method can be used to assess the bioburden depositing onto the product or surface in a given time
- ❖ The principle behind this method is that the microorganisms carrying particles are allowed to settle onto the medium for a given period of time, and incubated at the required temperature
- ❖ A count of colonies formed shows the number of settled microbes such as bacterial and fungal spores containing particles

Principle of the settling plate method

- The agar plates are left open at selected points of table-top level in the room for half-hour to 4 hours.

Particles carrying microbes sedimenting down onto the agar surface



Sedimentation rate of $10\mu\text{m}$ particle: ca 0.6 cm/sec.

- At first, the lid of sterile agar plates are removed, and then exposed to air for varying periods of time
- After incubation, numbers of microbial colonies are calculated for time exposure

Evaluation criteria of clean area

- ❖ **When renovating ARC, the grade of clean room and mericlone cultivation room was required for 1,000 class and 10,000 class, respectively**
- ❖ **For the microbiological grade evaluation of the completed facility, we decided to refer to USFDA guidelines on sterile drugs**
- ❖ **Because, the FDA guidelines are adopted worldwide for the evaluation of aseptic drugs**
- ❖ **This monitoring methods for the required airborne particle and microbial contamination is useful to evaluate the clean area**
- ❖ **These conditions are given in the next slide:**

USFDA guideline for air classification on sterile drug products

Clean area classification	≥ 0.5 micron particles/m ³	Microbiological active air sampling action level (CFU/m ³)	Microbiological settling plate action level (Φ 90mm; CFU/4hrs)
100	3,520	1	1
1,000	35,200	7	3
10,000	352,000	10	5
100,000	3,520,000	100	50

Media and incubation conditions for the airborne microbes

Microbes	Media	Incubation temp.
Bacteria	Nutrient agar medium	30~35°C
	Soybean casein digest agar medium	
Yeast·fungi	Potato dextrose agar medium*	20~25°C
	Sabouraud dextrose agar medium*	

*: In case of bacterial contamination, add 50 µg/ml of chloramphenicol

Preparation of agar media

- **Nutrient Agar, “Nissui”, for bacterial monitoring :**
 - Suspend 35g of the powder in 1 L of purified water, and mix well
 - Heat with frequent agitation, and boil for 1minute to completely dissolve the powder
 - Autoclave at 121°C for 15 minutes

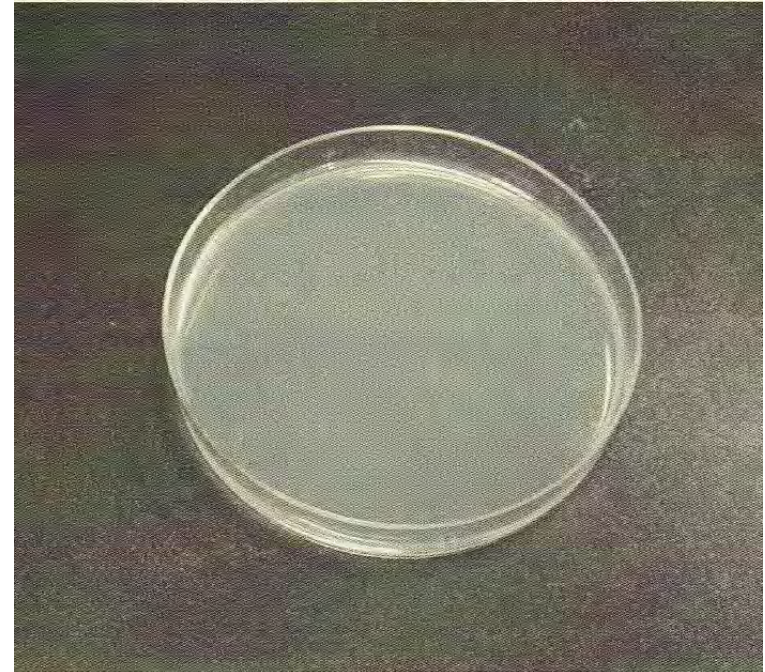
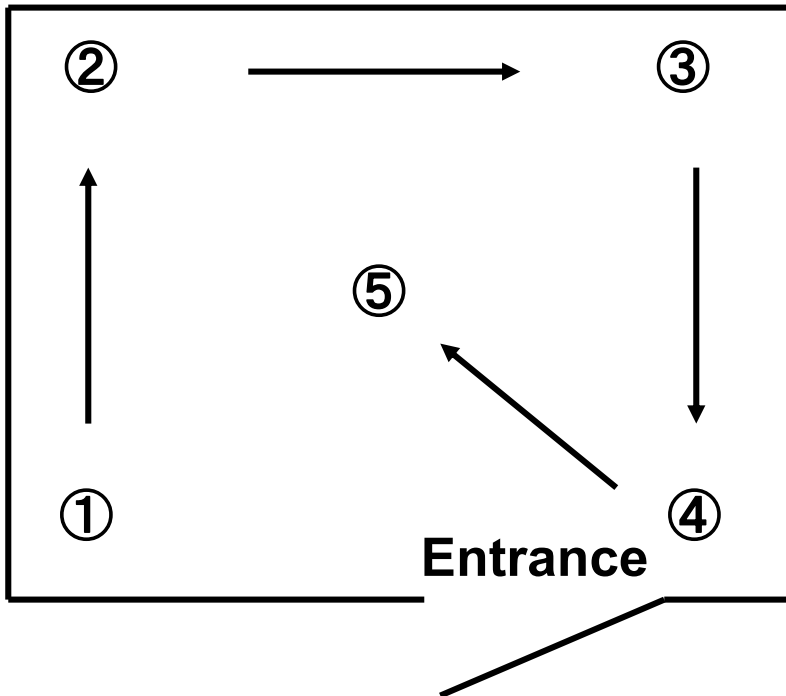
- **Potato dextrose Agar, “Nissui” , for fungal monitoring :**
 - Suspend 39g of the powder in 1 L of purified water, and mix well
 - Heat with frequent agitation, and boil for 1minute to completely dissolve the powder
 - Autoclave at 121°C for 15 minutes

Preparation of agar plates

- After autoclaving, wait until the media cools down (until it is cool enough to be held in the hands, about 40°C)
- While the media are cooling, spray and wipe the clean bench with 95% ethanol
- Open a bag of sterile empty petri dishes in the clean bench, and place them in stacks of plates with the lids up.
- When the medium have cooled, pour 15ml to 20 ml of the liquid medium into petri dishes
- Wait 15-20 minuets until the agar may solidified under UV light on
- Save the plastic bag for later storage of the plates

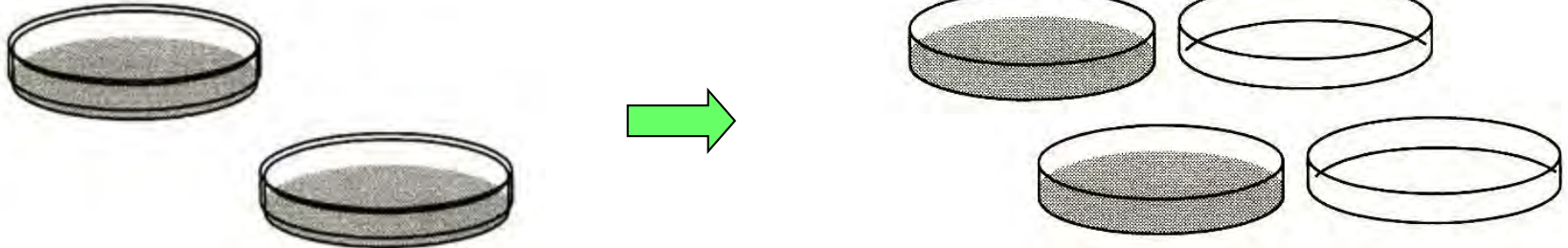
Settle plate method

- Place agar plate medium at 1 m from the floor surface in total of 5 places at the four corners and the center of the test room
- Open the lid of the plate to the edge of the agar plate, and open it for 4 hours



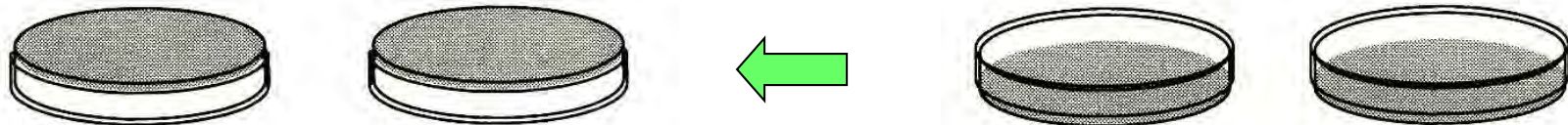
Application of the settle plate method to the normal room (offices)

Take the lid of the petri dish



Keep exactly 5 min.

Cultivate for the required time



Measure the number of colonies

Normal indoor air criteria

# of microbes	A	B	C	D	E
	<29	30~74	75~149	150~299	>300

A: Comfortable or clean class

C: Acceptable class

E: Not acceptable class

Disadvantages of the settle plate method

- **Settle plate method is an extremely useful method for assessing air contamination by microorganisms**
- **It is easy to conduct and very cost effective**
- **However, only viable microorganisms would be detected by this method, and hence it may give a false impression that the air is “clean” if most of the airborne microorganisms are dead**
- **False negatives may also be obtained from buildings with:**
 - **very restricted mold growths**
 - **species of poorly culturable molds, etc.**

Chapter 3

Environmental surface monitoring

Contact plate method for environmental monitoring testing

- ❖ **Generally, field microbiologists may be required to perform environmental monitoring (EM) sampling of those facilities to assess the microbiological bioburden of critical surfaces**
- ❖ **Environmental surface microbial bioburden can be measured by many different devices, including contact plates, swabs, and paddles, which are commercially available containing a variety different media**
- ❖ **Contact plates can be employed to establish and monitor the efficacy of disinfectants, cleaning techniques, and microbial load**
- ❖ **Filled with agar that forms a convex surface, these small petri dishes are suitable for monitoring flat surface, such as laminar-airflow workbenches, floors, and wall**
- ❖ **This contact plates are referred to as RODAC (Replicate Organism Detection And Counting) plate, which is a brand name of Becton Dickinson and Company**
- ❖ **Similar contact plates are also available in Japan, named Petancheck, which is prepared and sold by Eiken Chemical Co., Ltd**

Advantages of contact plate method

- ❖ Contact plates are a *simple-to-use* bacteriological method for the micro-biological hygiene of surfaces, which indicates the presence of bacteria
- ❖ This test is also an *easy-to-use* method; the test can easily be conducted without any special equipment or knowledge
- ❖ This is an *easy-to-read-results* testing method; the possible presence of bacteria can be detected by the growth of the colored colonies
- ❖ Contact plates are very suitable for use in the industrial cleaning area. With the help of these plates you have a simple and quick method to check all kinds of surfaces for microbiological contamination and the hygienic status of the surface.
- ❖ Contact plates can be used not only for hygiene control of viable bacteria on working areas, but also for foodstuffs

Sampling (monitoring) method

- ❏ **Carefully remove the lid of Petancheck (RODAC) plate. Take care not to touch the agar surface**
- ❏ **Gently touch the Petancheck (RODAC) agar surface onto the surface of sample, exert moderate, vertical pressure. Then, carefully replace the lid**
- ❏ **Avoid using rubbing motions with the plate at the sample site as this may break the agar**
- ❏ **The target environmental materials;**
 - 🌐 **Facility: Floor, wall, ceiling, clean bench**
 - 🌐 **Equipment: Laboratory bench, equipment machinery**
 - 🌐 **Experimenter: Fingers, gloves, clothing**

RODAC (Petancheck) plate

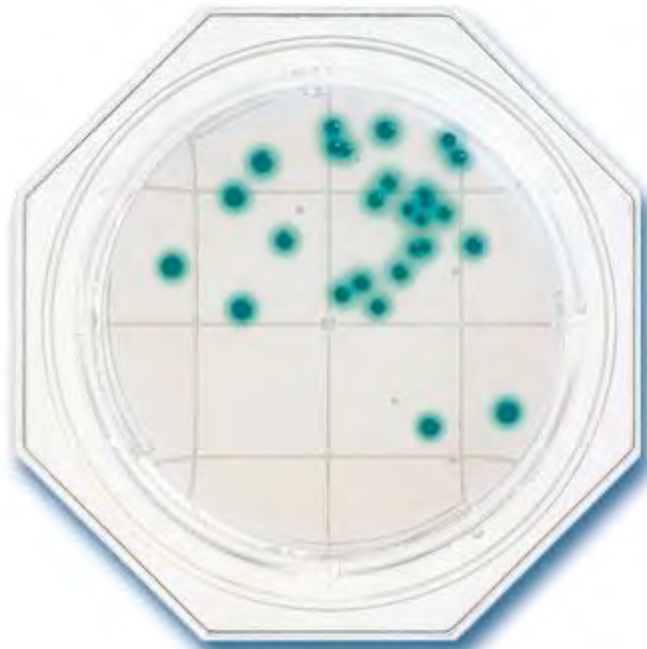
- Agar medium is overfilled to give a convex surface



- Gently roll the agar surface across the sample area, transferring any microorganisms present on the surface onto the agar



RODAC plate



Staphylococcus aureus



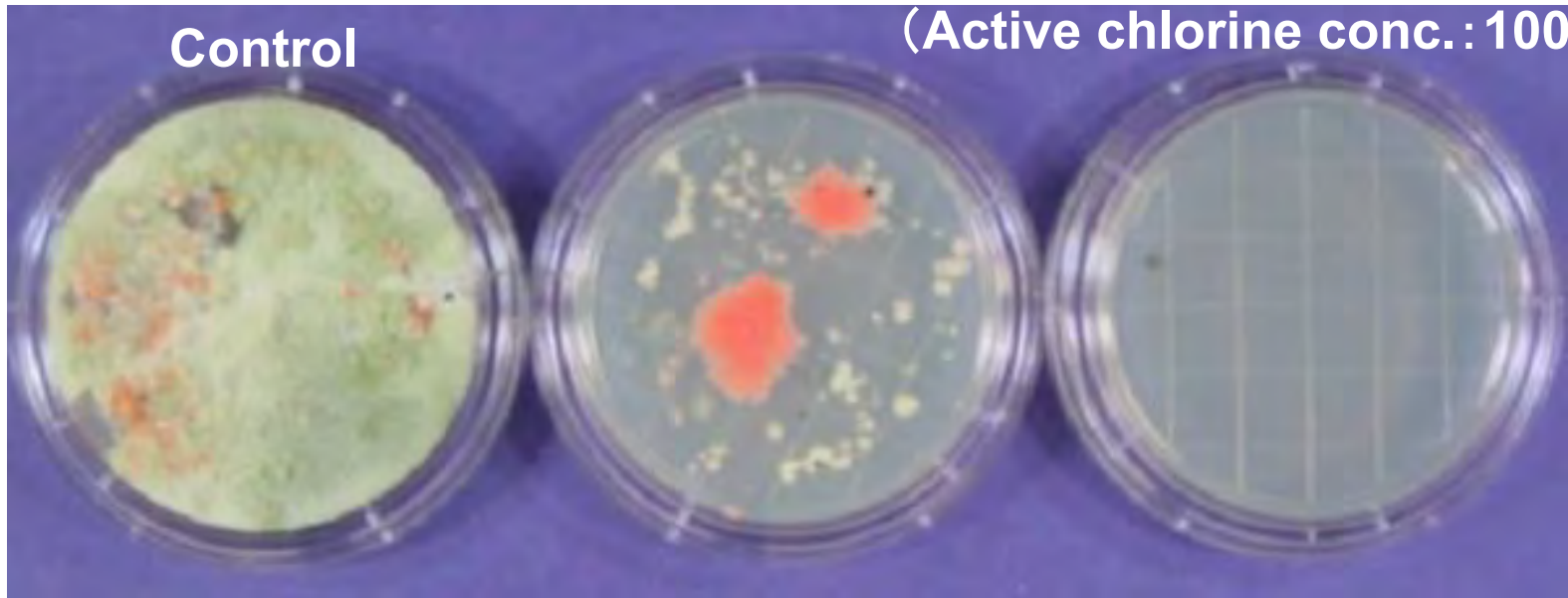
General bacteria



Environmental monitoring of mushroom production factory using Petancheck 25

Hypochlorous acid solution
(Active chlorine conc.: 100ppm)

Control



Na hypochlorite solution
(Active chlorine conc.: 100ppm)

Reference values of microbial contamination level

CFU / 9cm ²	CFU / 25cm ²	contamination level	Description of growth
0	0	—	No growth
<10	1~27	±	Very slight growth
10~30	28~83	+	Slight growth
30~100	84~277	++	Moderate growth
>100	>278	+++	Heavy growth
∞	∞	++++	Confluent growth

Cited from L. Ten Cate: J. appl. Bact. 28 (221), 1965, partially modified

Evaluation criteria for environmental microbes

Recommended limits for microbes during operation

Grade	Air sample (CFU/m ³)	Φ 90 mm Settle plates (CFU/4 hrs)	Φ 55 mm Contact plates (CFU/plate)	Glove print (5 fingers *) (CFU/glove)
A	<1	<1	<1	<1
B	10	5	5	5
C	100	50	25	—
D	200	100	50	—

* : Gloved finger dab method

All food factories are graded as follows:

- A: *Excellence*
- B: *Good*
- C: *Average*
- D: *Pass*

Chapter 4

Clean bench

Start-up procedure of the clean bench

- Start-Up of the cleanroom:
 - Turn off UV light, and switch on FL light

- Starting the clean bench work:
 - To start the clean bench, push the FAN switch to the “ON” position, as shown in Fig. 1

- Operating the fluorescent light (FL) :
 - To turn on the FL, push the FL switch to the “ON” position, as shown in Fig.1

- Operating the ultraviolet (UV) light :
 - Avoid direct exposure to UV light
NEVER work in or near the clean bench when the UV light is on
 - To turn on the UV light, push the UV light switch to the “ON” position, as shown in Fig. 1
 - Check the differential pressure gauge reading for obstruction in the prefilter, as shown in Fig. 1
 - Wipe down the inside surfaces of the clean bench with 70% ethanol

Bio clean bench

- The Hitachi model CCV is laminar flow type clean bench
- When fan stop, gas supply is also stopped because of gas burner and fan have interlock
- Also, gas supply will be stopped even at power failure



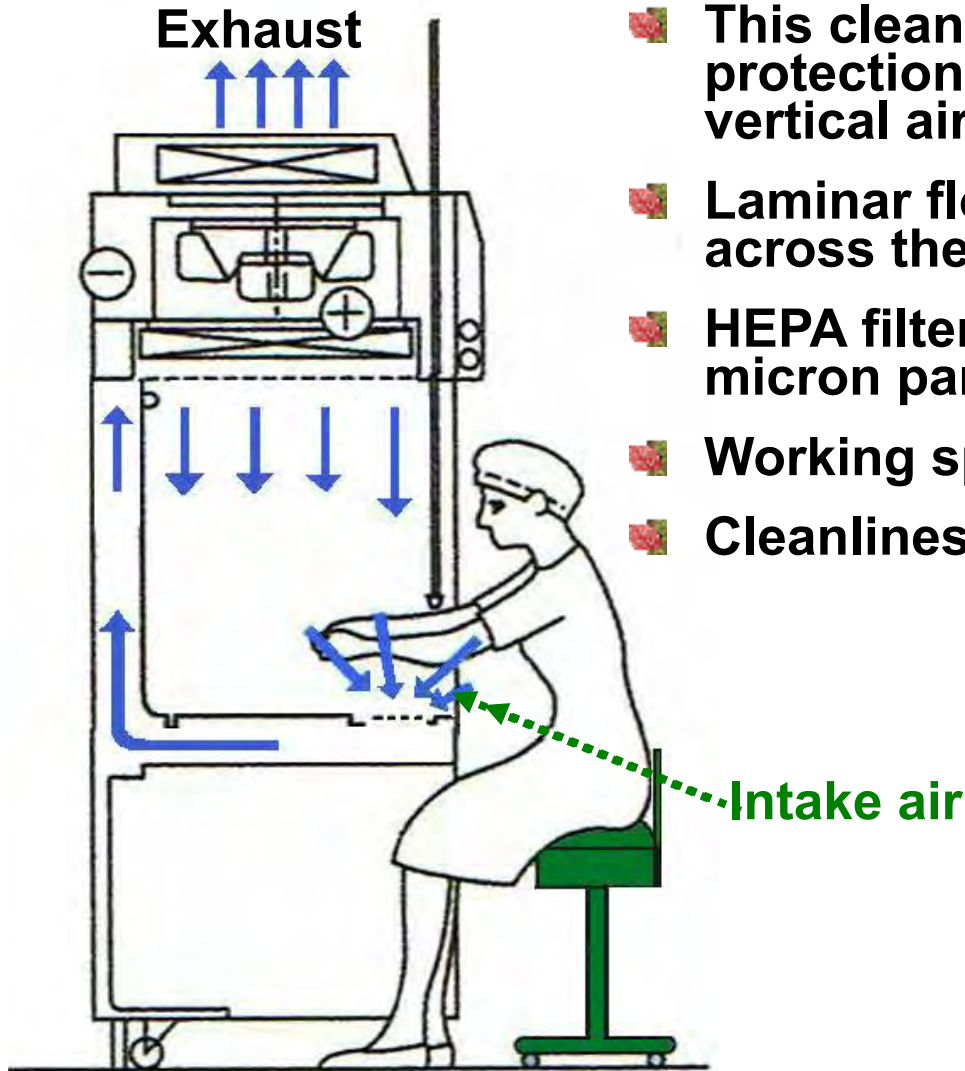
Fig. 1 Operation panel



Hitachi: model CCV-1306E

Differential pressure gauge

Laminar flow clean bench



- This clean benches provided products protection through the use of controlled vertical air flow and HEPA filter
- Laminar flow: the HEPA filtered air directed across the work surface
- HEPA filter efficiency: >99.99% cut with 0.3 micron particles
- Working space: clean (Negative pressure)
- Cleanliness: ISO class 4

Materials loading and working precautions

Loading materials and equipment::

- Only load the materials required for the procedure: do not overload the clean bench
- Do not obstruct the air flow
- Large items should not be placed close together
- After materials placing into the clean bench, wait 2 to 3 minutes to purge airborne contaminants from the work area

Working precautions:

- Separate all clean materials and contaminated materials in the clean bench
- Arrange materials to minimize the movement of contaminated materials into clean areas
- Use proper aseptic technique
- Avoid using operations that disrupt the airflow patterns of the clean bench
- When using a gas burner, put the burner behind the work area to minimize disturbance of the air current caused by the flame

Final procedure

- ✿ **Final purging:**
 - Upon completion of the work, the clean bench should be allowed to operate for 15 minutes with the UV light on
 - As a result, it is possible to purge airborne contaminants from the work area

- ✿ **Wipe-down:**
 - Wipe down the inside surfaces of the clean bench with 70% ethanol, and allow to dry

- ✿ **Shutdown:**
 - Turn off the FL light and the clean bench FAN
 - Turn on the UV light, if desired

- ✿ **Final operation:**
 - Waste taken out from the clean bench is autoclaved immediately

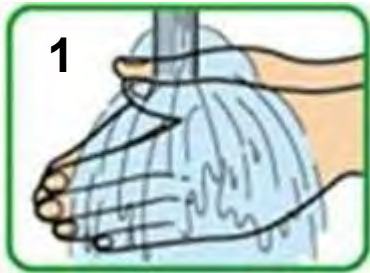
Chapter 5

Cleaning the hands hygienically

Clean hands promote mericlization

- **Why wash your hands:**
 - **Washing your hands with soap and water is simple and easy. More importantly, it's one of the most effective ways to prevent the spread of germs, resulting lead to avoid contamination of mericlone products**
- **When wash your hands:**
 - **After preparing experimental materials, and just before using the cleanroom and/or clean bench**
- **What is the right way to wash your hands?:**
 - **Follow the ten steps to wash your hand in the right way every time, as shown in the next slide**

How to wash your hands in the right way



1
Wet hands with water



2
Apply enough soap to cover hand surface



3
Rub hands palm to palm



4
Rub back of each hand with palm of other hand with fingers interlaced



5
Rub palm to palm with fingers interlaced



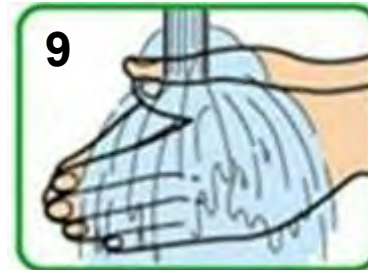
6
Rub each thumb clasped in opposite hand using rotational movement



7
Rub tips of fingers in opposite palm in a circular motion



8
Rub each wrist with opposite hand



9
Rinse hands with water



10
Dry thoroughly with a single-use towel

Difficult part of hand washing



Back of the hand



Palm



: The part which has **difficult** hand-washing



: The part which has **slightly difficult** hand-washing

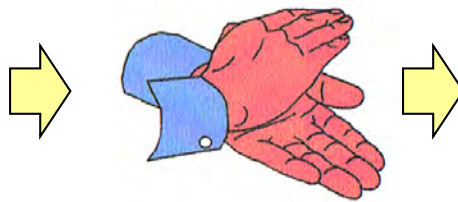
Particles generation test from gloves

Laminar flow booth



Method:










1. After glove wearing, wash with pure water and air dry
2. Clap a hand 50 times lightly in 1 minute
3. Particle counter
4. Results are averages of five tests



2. Clap a hand



Particles generation test from gloves

Glove wearing condition	Types of gloves		
	Type 1	Type 2	Type 3
Cuff of glove is over lab coat sleeve			
Cuff of glove is under lab coat sleeve			
There is a gap between glove and lab coat sleeve			

Number of particles from gloves

(Particles/cf)

Glove wearing condition	Types of gloves			No gloves
	Type 1	Type 2	Type 3	
Cuffs of gloves are over lab coat sleeves	564	370	234	
Cuffs of gloves are under lab coat sleeves	993	323	421	9,335
There is a gap between the glove and the lab coat sleeve	1,929	1,445	732	



Making sure the cuffs of gloves are securely over the sleeves of lab coat

Chapter 6

Working rules

Working rules of the clean bench at RRC (proposal)

- There are some rules that are make sure for the safety of the staff and prevent mericlone contamination.
- Planning of clean bench work :
 - Completely understand procedures and equipment before beginning the work
 - Arrange for minimal confusion, such as cleanroom traffic or booking the clean bench
- Before starting an operation:
 - Take off jewelries including watches
 - Wash your hands and arms carefully with soap
 - Put on required personal protective tools, e.g. hair net, mask, gloves and lab coat
 - Sterile gloves with 70% ethanol
- During operation:
 - Keep all materials at least 10 cm inside from the edge of the clean bench
 - Do not place unnecessary items into the clean bench
 - Use only sterilized equipment for the work process

Cleanroom gowning items



- **Hair net: Be sure to contain all hair**



- **Mask: Adjust for a snug facial fit**



- **Gloves: Making sure the cuffs are securely over the sleeves**



- **Lab coat: Please use aseptic technique to wear**

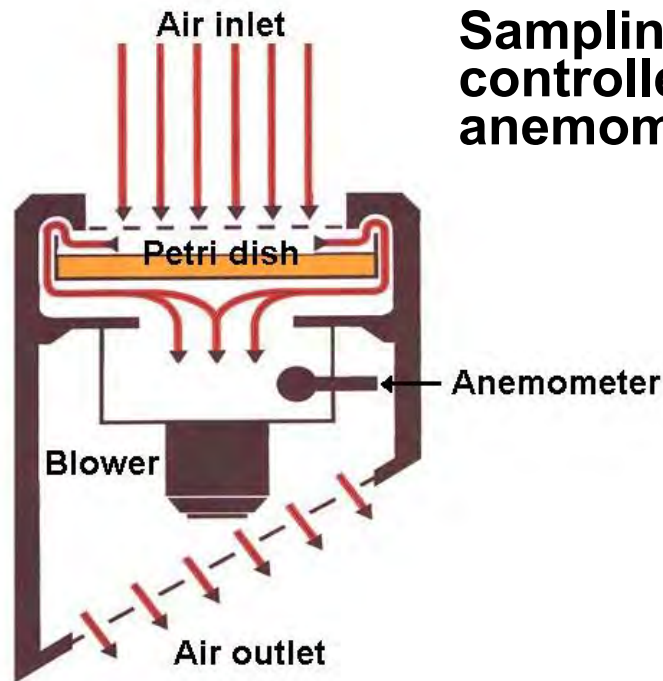
Andersen impactor for collecting and counting airborne bacteria

- Many devices have been developed which actively pump air from the working rooms for monitoring of airborne microbes
- Among devices, the Andersen impactor is a widely used airborne bacteria measurement
- Air is aspirated through a perforated lid and impacted onto the surface of growth media
- Microorganisms are trapped on the culture media, and after the incubation period the formed colonies can be counted
- Advantage of this instrument
 - Precise, reproducible measurements
 - High collection efficiency
 - Compatible with standard 90 mm Petri dishes and 60 mm contact plates
 - Hardware and software validated for HACCP
 - Validation documents according to ISO 14698

Additional Resources

MAS-100 NT and their structure

- The MAS-100[®] is based on the principle of the single-stage Andersen impactor, using inertial impaction as the collection mechanism
- Air is aspirated through a perforated lid and impacted onto the surface of growth media, at 100 L/min airflow rate
- Microorganisms are trapped on the culture media, and after the incubation period the formed colonies can be counted



Sampling at 100LPM,
controlled with an
anemometer

Disadvantage

- The air sampler is expensive: about 1,000,000 yen (9,000 US\$)

Additional Resources

Swabbing test procedure

- ❏ Open a swabbing inspection kit (sterilized cotton swab with a sterile transport media solution)
- ❏ Apply swab to surface being monitor area (100 cm²) with a constant force
- ❏ Replace the cotton swab back into the diluent medium , and then incubate for 24hrs. at 36°C
- ❏ Coliform group positive or absence test: medium shows blue color under black light



— Coliform: + *E. coil*: +



Black light (λ366nm)

US-NIH Human Microbiome Project

- The NIH Common Fund Human Microbiome Project (HMP) was established in 2008, with the mission of generating resources that would enable the comprehensive characterization of the human microbiome and analysis of its role in human health and disease**
- Traditional microbiology has focused on the study of individual species as isolated units. However the vast majority of microbial species have never been successfully isolated as viable specimens for analysis.**
- Advances in DNA sequencing technologies have created a new field of research, called metagenomics, allowing comprehensive examination of microbial communities, without the need for cultivation.**
- 16S rRNA sequencing was performed to characterize the complexity of microbial communities at each body sites, and to begin to ask investigate whether there is a core healthy microbiome.**

Thank you, Khawb jai

添付資料 6

Checklist for mericlone work at RRC

Date of work: _____ Your name: _____ Judge: _____

	Check Item	Judgment		
		A	B	C
Common Items:				
C1	Are you washing the prefilter of the cleanroom once a week?			
C2	Are you washing the prefilter of the cultivation room once a week?			
C3	Are you cleaning the cleanroom once a week?			
C4	Are you cleaning the cultivation room once a week?			
C5	Are you recording the temperature and humidity of the cultivation room every day?			
C6	Are you changing the cleanroom mat according to the instruction of the supervisor?			
C7	Are you changing hair net, mask, gloves and lab coat according to the instruction of the supervisor?			
C8	Are you checking the differential pressure gauges reading of both the clean bench and mericlone facility?			
Your Personal Items and Notes:				
P1	Are you washing your hands just before entering the room?			
P2	Are you wearing gloves?			
P3	Does the mask cover your mouth & nose?			
P4	Is the hair net completely covering your hair?			
P5	Is the front of the lab-coat closed?			
P6	Are you using the clean bench appropriately?			
P7	Is there no dusting act done in the cleanroom?			
P8	Are you using proper aseptic technique?			
P9	Are you placing only necessary items into the clean bench?			
P10	Are you wiping down the inside surfaces of the clean bench with 70% ethanol after the finished your work?			
P11	Are you autoclaving the wastes taken out from the mericlone facility, immediately?			
P12	Please record the number of mericlone that is prepared on today's experiment, by yourself.			
P13	Please record the number of protocorms formed through today's mericlone.			
P14	Please record the number of contaminated meristems among the mericlones prepared today.			

A: Excellent

B: Some improvement is required

C: Full improvement is required

添付資料 7

非公開

添付資料 8

Sterilized membranefilter



Syringe

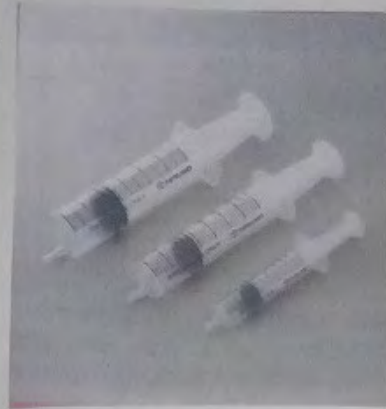
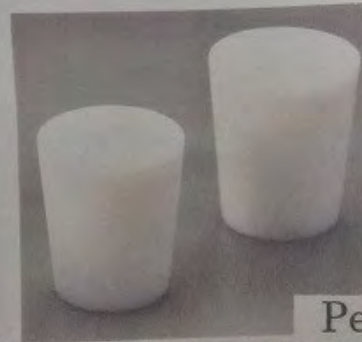


Fig.1. Sterilization system of antibiotic solution by using sterilized membranefilter.

Vacuum pump hose



Silicon stopper



Vacuum pump



Percolator bottle

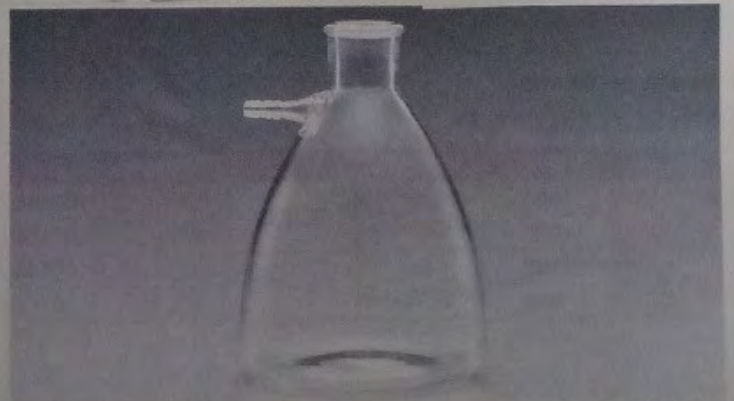


Fig.2. Sterilization system of explants(seeds,leaves,stem,roots and tubers) obtained from plants grown under a natural soil condition.

添付資料 9

JICA 普及・実証事業、ラオス出張報告書

古米 保、

(出張期間：2019年12月08日～13日、報告書提出：2019年12月16)

2019年12月8日、RRC メリクロン作業スタッフに本年3月のフォローアップ研修として石鹼を使用した手洗前後の「手の平」微生物検査と、メリクロン苗培養棚のアルコール消毒前後をペタンチェック法で生菌数検査を実施した。

I RRC スタッフ手の平の表面微生物検査

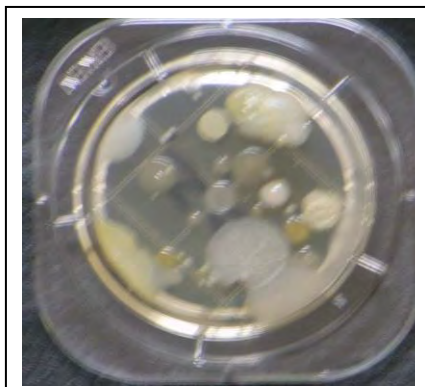
ヒト手の平の表面生菌数

検査ポイント	石鹼洗淨*	一般細菌 (CFU/10 cm ²)	糸状菌・酵母 (CFU/10 cm ²)
RRC スタッフ M、手の平	前	#1: 25	#3 6
	後	#2 16	#4 1
RRC スタッフ KMC の、手の平	前	#5 39	#7 1
	後	#6 25	#8 0
ラオス人、当該プロジェクト関係者、手の平	前	#9 38	#11 3
	後	#10 13	#12 0
日本人、当該プロジェクト関係者、手の平	前	#13 27	#15 5
	後	#14 13	#16 0

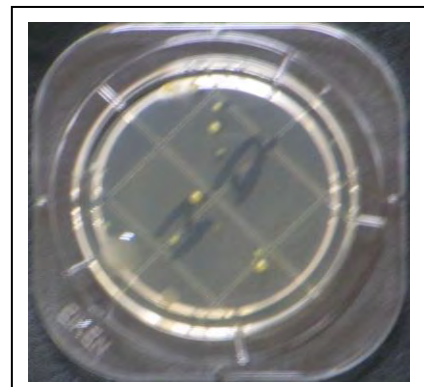
*：石鹼を使用した手洗

#：写真番号

スタッフ M、手の平、一般細菌

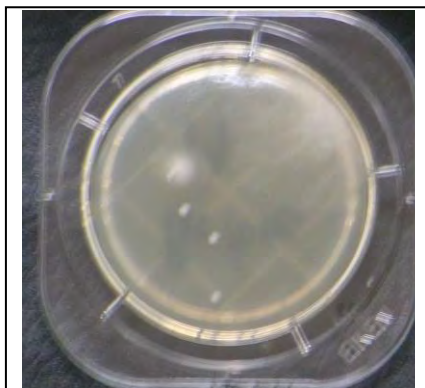


石鹼洗淨前 (#1)

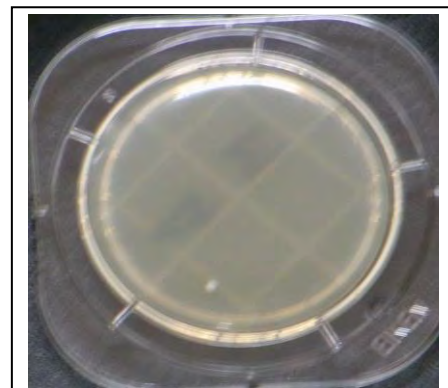


石鹼洗淨後 (#2)

スタッフ M、手の平、糸状菌

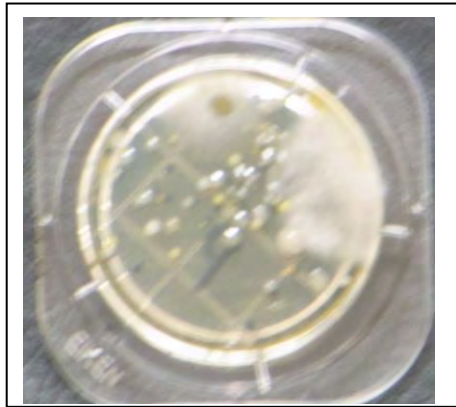


石鹼洗淨前 (#3)



石鹼洗淨後 (#4)

スタッフ K、手の平、一般細菌

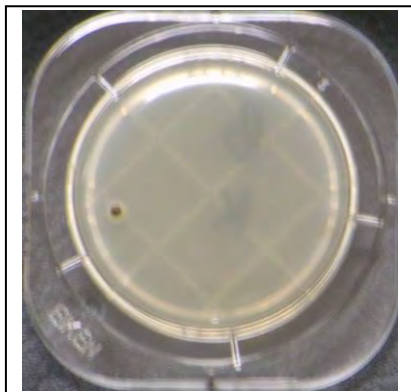


石鹼洗浄前 (#5)

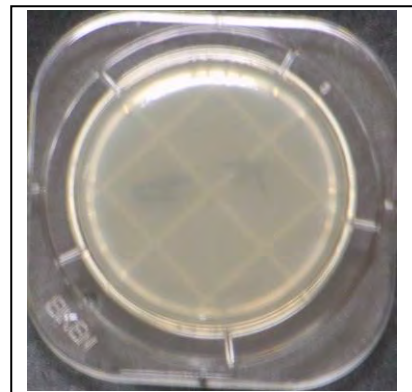


石鹼洗浄後 (#6)

スタッフ K、手の平、糸状菌



石鹼洗浄前 (#7)

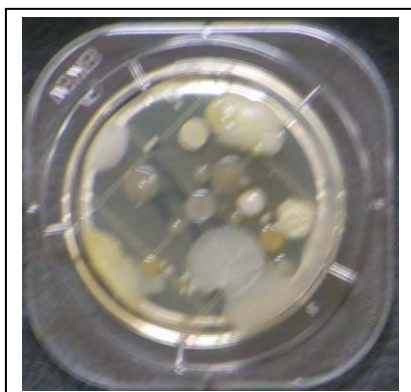


石鹼洗浄後 (#8)

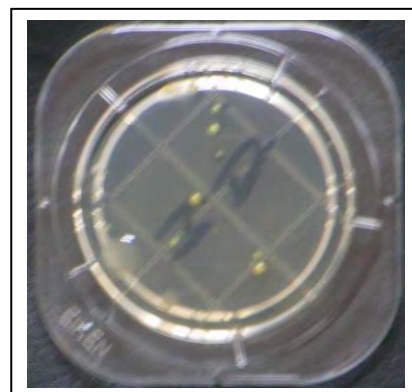
RRC のメリクロン作業スタッフ 3 人に内、一人が病欠のため二人が実習対象者となった。年齢はスタッフ K の方が若い。一般細菌数は若いスタッフ K の方が多く、石鹼手洗後も多いこと、今年 3 月の検査時も同様の傾向であることから常在細菌数はスタッフ M より多いと思われる (若いヒトの方が常在菌数は多いと言われている)。スタッフ M と K は、共に石鹼清浄により細菌数は減少することから、石鹼を使う手洗いが習慣となることを願っている。加えて、糸状菌の検出数が少ないことは、乾期になった影響と推察している。

II プロジェクト関係者手の平の表面微生物検査

ラオス人プロジェクト関係者、手の平、一般細菌

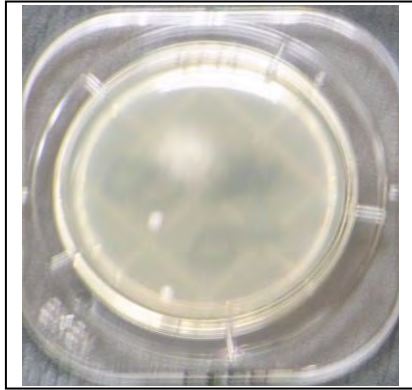


石鹼洗浄前 (#9)

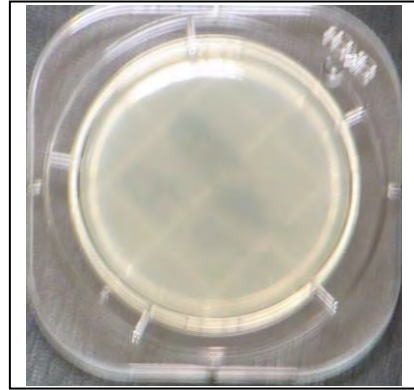


石鹼洗浄後 (#10)

ラオス人プロジェクト関係者、手の平、糸状菌

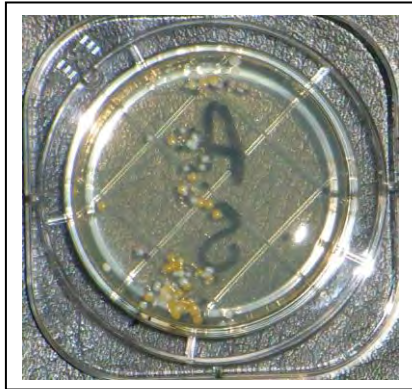


石鹼洗浄前 (#11)

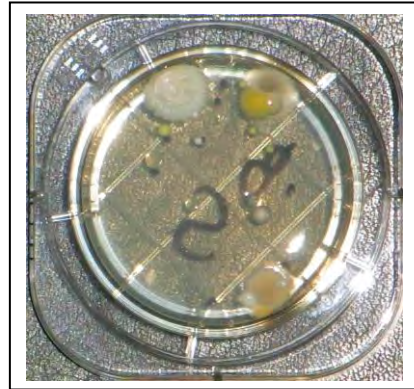


石鹼洗浄後 (#12)

日本人のプロジェクト関係者、手の平、一般細菌

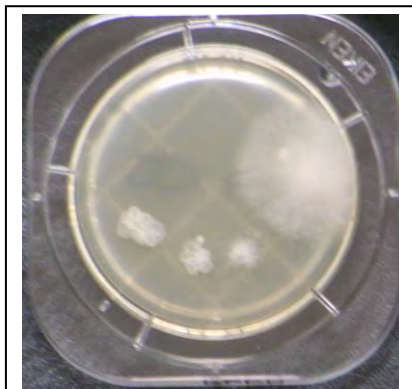


石鹼洗浄前 (#13)

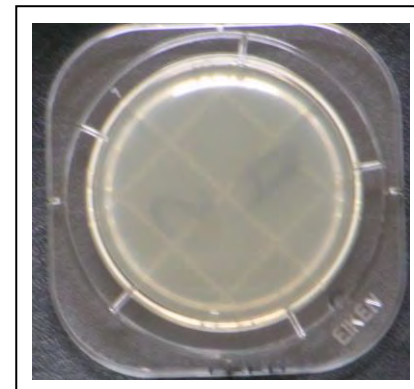


石鹼洗浄後 (#14)

日本人のプロジェクト関係者、手の平、糸状菌



石鹼洗浄前 (#15)



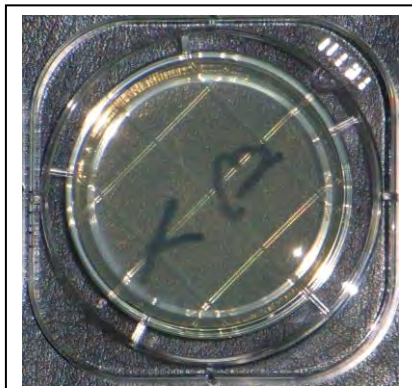
石鹼洗浄後 (#16)

メリクロン作業の非従事者二人を対照区としてお願いした。二人共に、一般細菌数は石鹼洗浄により減少すること、糸状菌数は少ないことを確認した。昼食直後の検査のためか、手の平の一般細菌生菌数が多いと思われた。

Ⅲ メリクロン苗培養棚表面のアルコール消毒前後の微生物検査

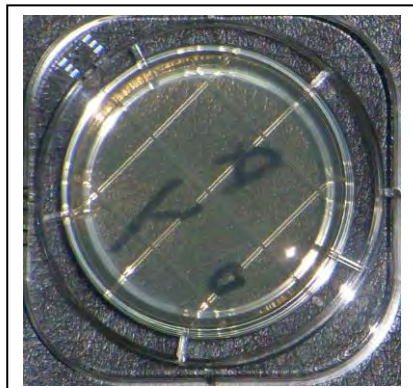
ビエンチャンでは6月以降湿度が高くなりメリクロン栽培用の培養棚に糸状菌汚染が認められたと言うRRCスタッフの話から、培養棚のガラス板をアルコールで殺菌して。その有用性を確認するため、ペタンチェック法で検査した。

培養棚アルコール殺菌前、一般細菌



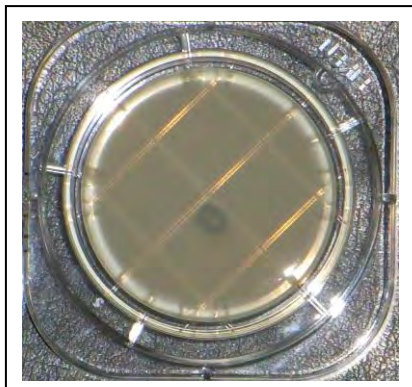
#101

培養棚アルコール殺菌後、一般細菌



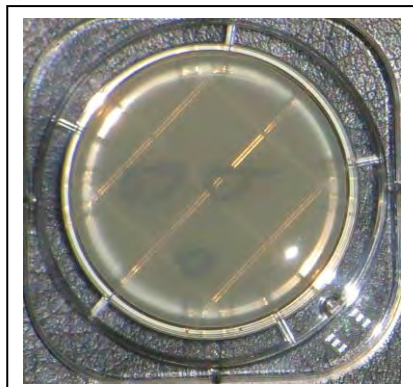
#102

培養棚アルコール殺菌前、糸状菌



#103

培養棚アルコール殺菌後、糸状菌



#104

写真#101～104に示した如く、一般細菌と糸状菌はアルコール殺菌前で検出されなかった。これは培養棚が結露により糸状菌汚染の確認時の殺菌処理が適切であったことを示唆している。今回は既に乾期に入っており、微生物学的清浄度は確保されていると判断した。

研修終了に当たり、メリクロン物への微生物汚染を予防するためには、①作業者が手を石鹼で丁寧に洗浄すること、②デスポ製品の手袋、マスク、白衣、帽子を必ず着用することの2点を再度伝えた。また、困ったときは、メールで相談してくださいと、私のメールアドレスを渡した。

【Ⅲ】まとめ

施設が稼働して1年経過したが、クリーンルームや機器類が清潔に利用されており、施設を大切に使用していることが理解できた。当初、周囲が土壌で囲まれた自然環境の中で、クリーンルームの清浄度を維持することに不安はあったが、フィルター洗浄などの注意事項を守るスタッフの努力が継続していれば、ラオスで初めてのクリーンルームの能力は維持されるものと確信できた。

以上

添付資料 10

非公開