

カンボジア国
王立農業大学

カンボジア国
養蚕業振興に向けた国産シルクの
高付加価値化における
普及・実証・ビジネス化事業

業務完了報告書

2023年1月

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

株式会社イル・ヴルール

民連
JR
23-004

<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.

目次

巻頭写真	i
地図	ii
図表リスト	iii
略語表	v
案件概要	vii
要約	viii
第1 当該国でのビジネス化（事業展開）計画	1
1. 提案製品・技術の概要	1
2. 海外進出の動機	2
(1) 提案法人の海外展開を図るに至った背景	2
(2) 対象国を選んだ理由	2
3. ビジネス化（事業展開）計画	3
(1) ビジネスモデル概要	3
(2) ターゲットとする市場	5
(3) 製品サービス・技術	5
(4) 当該国における具体的なビジネス展開の方法	5
(5) 当該国でのビジネスにおける収支・財務計画	5
4. ビジネス実施上の留意事項	5
(1) ガバナンスにおける留意事項	5
(2) 商習慣・商慣習、文化、宗教における留意事項	6
(3) ビジネス展開に必要なネットワーク	7
(4) 撤退条件	7
第2 ビジネス展開による対象国・地域への貢献	8
1. ビジネスを通じて解決する対象国の課題とその貢献	8
(1) 対象国の課題	8
(2) 中・長期的に達成する課題への貢献	8
2. 持続的な開発目標（SDGs）17の目標	8
3. 国別開発協力方針（政府開発援助方針との合致）	8
4. ビジネス展開により見込まれる地元経済・地域活性化への貢献	8
第3 普及・実証・ビジネス化事業実績	10
1. 本事業の目的	10
2. 本事業の成果	10
3. 本事業の実施体制	11

4. 成果の達成状況.....	13
5. 活動内容実績.....	16
(1) 活動内容.....	16
(2) 活動結果の実績.....	26
(3) 導入済機材（別添：貸与物品リスト）.....	47
6. 事業実施国政府機関（カウンターパート機関）の情報.....	47
(1) カウンターパート機関名.....	47
(2) 基本情報.....	47
(3) カウンターパート機関の役割・負担事項（実績）.....	47
(4) 事業後の機材の維持管理体制.....	48
7. ビジネス展開の見込みと根拠.....	48
(1) ビジネス化可否の判断.....	48
(2) ビジネス化可否の判断根拠.....	48
8. その他.....	49
(1) ジェンダー配慮.....	49
9. 本事業から得られた教訓と提言.....	49
(1) 今後海外展開を検討する企業へ向けた教訓.....	49
(2) JICA や政府関係機関に向けた提言.....	49
参考文献.....	50
別添資料.....	50

巻頭写真



第3回 CGS ワーキンググループ開催
(2022年6月)



RUA 実験室にて研修を実施
(2022年6月)



第4回 CGS ワークショップの開催
(2022年8月)



RUA 実験室にて研修を実施
(2022年8月)



第5回 CGS ワークショップの開催
(2022年10月)



RUA 実験室にて研修を実施
(2022年10月)

地図



調査対象位置図

出典：提案法人が作成

図表リスト

図

番号	タイトル	ページ
図 1-1	石鹼の製造工程（一部）	1
図 1-2	繭糸の断面図と断面イメージ	2
図 1-3	事業開始時のビジネスモデル	4
図 1-4	最新（現時点）のビジネスモデル	4
図 3-1	現地の実施体制図	11
図 3-2	バリューチェーンにおける SDGs マッピング例	25
図 3-3	機材を導入した Silk Protein Laboratory （譲渡前日の 10 月 24 日撮影）	27
図 3-4	機材のメンテナンス状況の検査	27
図 3-5	RUPP にて管理されている品種の繭サンプル	29
図 3-6	RUPP にて、CGS として有力な繭の選定を行う MSU 外部人材（右）	29
図 3-7	テスト製造したシルク石鹼サンプル	32
図 3-8	CWEA におけるデモンストレーション	32
図 3-9	RUA 内のインターンシップ活動	34
図 3-10	SDS-PAGE の計算を行う RUA の学生	36
図 3-11	本事業初の対面実習における SDS-PAGE の指導 （6 月）	36
図 3-12	RUPP 学生に助言しながら実習する RUA 研修生 （右から 2 番目）（8 月）	36
図 3-13	品種 No.6 及び No.23 の品質検査への立会い/指導 （8 月）	36
図 3-14	SDS-PAGE の結果の計算/分析方法の復習研修 （10 月）	36
図 3-15	CGS グループ構想	43
図 3-16	シルク石鹼のバリューチェーンにおける SDGs マッ ピング	46

表


番号	タイトル	ページ
表3-1	研修計画（案）	20
表3-2	繭 10gあたりの品質検査・粉末化データ比較 （4サンプル）	28
表3-3	繭 10gあたりの品質検査・粉末化データ比較 （RUPPの2サンプル）	29
表3-4	各サンプルの形態学データ比較	30
表3-5	品種 No.23 のシルクプロテイン溶液に係る有効性評 価試験の結果	33
表3-6	研修実績（2021年7月～2022年10月）	36
表3-7	CGS ワークショップの概要及び成果	41
表3-8	CGS グループの概要（案）	43

略語表

略語	正式名称	日本語名称
ASEAN	Association of South-East Asian Nations	東南アジア諸国連合
BDARS	Banteay Dek Agricultural Research Station	バンティアイデック農業試験場
CAFST	Cambodia Association of Food Science and Technology	カンボジア食品科学技術協会
CDC	Council for the Development of Cambodia	カンボジア開発評議会
CGS	Cambodian Golden Silk	カンボジア・ゴールデンシルク
C/P	Counterpart	カウンターパート機関
CTIS	Cambodia Trade Integration Strategy	カンボジア貿易統合戦略
CWEA	Cambodia Women Entrepreneurs Association	カンボジア女性起業家協会
DIPR	Department of Intellectual Property Rights	知的財産局
DP	Development Partner	開発パートナー
GDA	General Directorate of Agriculture	農業総局
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations	国際連合食糧農業機関
ITC	Institute of Technology of Cambodia	カンボジア工科大学
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
MAFF	Ministry of Agriculture, Forestry and Fishery	農林水産省
MISTI	Ministry of Industry, Science, Technology, and Innovation	工業科学技術革新省 ¹
MLVT	Ministry of Labour and Vocational Training	労働・職業訓練省
MLMUPC	Ministry of Land Management, Urban Planning & Construction	国土整備・都市化・建設省
MOC	Ministry of Commerce	商業省
MOH	Ministry of Health	保健省
MOWA	Ministry of Women's Affaire	女性省
MSU	Maharakham University	マハーサラカム大学
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助

¹ 工業手工芸省から 2020 年名称変更。同時に科学技術革新総局と科学技術革新研究所を省内に新設。カンボジアの工業セクターの管理、伝統工芸などの手工芸の保護。地方都市の水道事業などを担当。


OEM	Original Equipment Manufacturing (Manufacturer)	相手先ブランド製造
PAS	Port Authority of Sihanoukville	シハヌークビル港湾公社
PMIS	Sub-Committee on Investment of the Provinces-Municipalities	州・特別市投資小委員会
QIP	Qualified Investment Project	適格投資プロジェクト
RUA	Royal University of Agriculture	王立農業大学
RUPP	Royal University of Phnom Penh	王立プノンペン大学
SDGs	Sustainable Development Goals	持続可能な開発目標
SDS-PAGE	Sodium Dodecyl Sulfate - Polyacrylamide Gel Electrophoresis	SDS-ポリアクリアミドゲル電気泳動
SPSEZ	Sihanoukville Port Special Economic Zone	シハヌークビル港経済特区




カンボジア国 養蚕業振興に向けた国産シルクの 高付加価値化における普及・実証・ビジネス化事業

株式会社イル・ヴリール(東京都新宿区)


9 産業と投資家の
協働をつくらう



8 働きがいも
経済成長も



5 ジェンダー平等を
実現しよう



対象国産業開発分野における開発ニーズ(課題)

- ・シルク(繭)の利用が依然として織物(絹糸)としてのみに留まっており、養蚕農家は十分な収入が得られず、伝統的養蚕業が衰退しつつある。
- ・シルクプロテインの抽出/品質検査/粉末化が、適切に行える人材及び設備がないため、化粧品・食品・医薬品等に幅広くシルクを応用することができない。
- ・シルクプロテインの持つ有用性を「カ」国内に適切に普及し、カンボジア・ゴールデンシルク(以下、CGS)の需要を高めることが求められている。

提案製品・技術

中和法/粹練り乾燥石鹸


- ・日本の伝統的な製造方法。排水には化学薬品が含まれず、環境への負荷が少ない。
- ・泡立ちが良いが、溶け難く、かつ優れた洗浄力を有する。
- ・シルクプロテインのような有効成分(保湿機能、抗酸化作用、紫外線吸収機能を持つ)を多く配合することが可能。

シルクプロテインの抽出/品質検査/粉末化


- ・繭糸から、良質な天然保湿成分「セリシン」と繊維状のタンパク質「フィブロイン」を短時間に抽出することが可能。
- ・品質検査の後、凍結乾燥、微粉碎し、真空脱気包装することで、高品質な粉末シルクプロテインを流通させることが可能。

本事業の内容

- ・ 契約期間: 2021年1月~2023年3月(2年3ヶ月)
- ・ 対象国・地域: カンボジア国プノンベン特別市、シェムリアップ州、カンダール州、タケオ州、シアヌークビル州、バタンバン州、バンテイミンチェイ州、コンボンスプー州、コンポントム州
- ・ カウンターパート機関: カンボジア国王立農業大学(RUA)
- ・ 案件概要: CGSを使用した高度なシルク加工技術に関する普及・実証・ビジネス化事業。本事業後にCGSのシルクプロテインを配合した美容石鹸のビジネス展開を図り、ひいてはカンボジア国の停滞している養蚕業の振興のみならず、シルク産業の活性化への貢献を目指す。



CGSシルクプロテイン配合
美容石鹸「White Rabbit」



高品質なCGSシルク
プロテインを粉末化

開発ニーズ(課題)へのアプローチ方法(ビジネスモデル)

- ・ 石鹸メーカー(株式会社マスター)とJVで新たに現地法人を設立し、CGSシルクプロテインを活用したシルク石鹸製造工場の建設を目指す。
- ・ 品質を安定化させるため、CGSの繭を「カ」国内の契約養蚕農家から買取る。
- ・ 特に美白に対して関心の高い「カ」国及びASEAN諸国の女性客がターゲット。
- ・ 既存製品よりも廉価なOEM製品の製造、製造販売エージェントの拡大、ローカルマーケットも対象に販売を拡大する。

対象国に対し見込まれる成果(開発効果)

- ・シルクプロテインの抽出/品質検査/粉末化が、適切に実施できる人材が育成され、また設備が整う。
- ・ CGSの品種ごとにシルクプロテインの成分データが整理され、その有用性が実証されることで、CGSの高付加価値化及びブランディングに寄与する。
- ・ 「カ」国の行政機関や民間セクターにシルクプロテインの有用性が認知されることにより、シルク産業の活性化を促進する。

2023年1月現在

要約

I. 事業要約

1. 案件名	カンボジア国養蚕業振興に向けた国産シルクの高付加価値化における普及・実証・ビジネス化事業 SDGs Business Verification Survey with the Private Sector for High Added Value of Cambodia Golden Silk for Promotion of Sericulture Industry in Cambodia
2. 対象国・地域	カンボジア国プノンペン、シェムリアップ州、カンダール州、タケオ州、シアヌークビル州、バタンバン州、バンテイミンチエイ州、コンボンスプー州、コンポントム州
3. 本事業の要約	カンボジア・ゴールデンシルク（以下、CGS）を使用した高度なシルク加工技術に関する普及・実証・ビジネス化事業。本事業後に CGS のシルクプロテインを配合した美容石鹸のビジネス展開を図り、ひいてはカンボジア国の停滞している養蚕業の振興のみならず、シルク産業の活性化への貢献を目指す。
4. 提案製品・技術の概要	<p>① <u>中和法／粹練り乾燥による石鹸製造</u> 粹に流し込み長時間かけて冷やし固め、十分に冷えて固まった後に切断して自然乾燥させる日本の伝統的な石鹸の製造方法。排水に化学薬品、塩、グリセリン等が含まれないため、環境への負荷が少ない。泡立ちが良いが、溶け難く、かつ優れた洗浄力を有し、シルクプロテインのような有効成分を多く配合することが可能。</p> <p>② <u>シルクプロテインの抽出／品質検査／粉末化</u> シルクプロテインを形成するセリシンとフィブロインを抽出する技術のうち、短時間に良質なシルクプロテインを抽出することが可能なセリシン分解酵素であるコクナーゼを利用した抽出技術及びイオン水にて加水分解する技術を適用する。化粧品の原材料として流通させるために、長期間の常温保存が可能な乾燥・粉末化の加工を行う必要がある。紫外可視分光光度計等を使用した適正な品質検査・分析を行った後、凍結乾燥し、さらにシルクプロテインを微粉碎した高品質な粉末シルクプロテインとして真空脱気包装する技術を導入する。</p>
5. 対象国で目指すビジネスモデル概要	CGS 繭の生産に係る契約書を養蚕農家と取り交わし、高品質な CGS の繭を安定的に仕入れ、自社で CGS シルクプロテインを抽出する。抽出したシルクプロテインは王立農業大学（RUA）に品質検査（毒素検査含む）を委託し、高品質であると認証された CGS シルクプロテインのみを配合した「中和法／粹練り乾燥石鹸」を「カ」国の自社工場にて製造する。販売先は、特に美白に対して関心の高い「カ」国及び中国・ASEAN 諸国の女性客をターゲットに、直営店での直販だけでなく、提携している販売エージェントを通して販売を拡大する。
6. ビジネスモデル展開に向けた課題と対応方針	2023年10月から2024年に亘り、自社「中和法／粹練り乾燥石鹸」工場の設立を「カ」国で目指し、大阪の石鹸メーカー（株式会社マスター）とJVで新たに現地法人を設立する計画である。販売に関しては、弊社の現地法人 iL BRiLLE (Cambodia) が既にあるため、これを軸とし、引き続き事業を展開する。一方で、2021年から Covid-19 感染拡大による景気低迷、2022年はロシアがウクラ

	<p>イナへの本格的な軍事侵攻を開始し、この影響により世界的な原油高から原材料費が高騰しており、円安も一時 150 円台になる等、経済の先行きが不透明であることから、景気の動向を注視していく。</p>
<p>7. ビジネス展開による対象国・地域への貢献</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・貢献を目指す SDGs のターゲット：⑨インフラ・産業、⑧経済成長・雇用、⑤ジェンダー平等 ・国家シルク戦略により、繭を活用した製品開発をシルクセクター振興の目標に掲げているにも拘わらず、依然として、シルク（繭）の利用は織物（絹糸）としてのみに留まっている。シルクプロテインの抽出技術を活用することにより、化粧品や食品、医療品等に幅広く応用することが可能となり、「カ」国に新たなシルク産業を創出されることが期待される。さらに、CGS シルクの需要が高まることにより、養蚕農家の生計向上に寄与する。
<p>8. 本事業の概要</p>	
<p>① 目的</p>	<p>カンボジア国におけるシルクプロテインの活用によるシルク産業の活性化に資するために、カンボジア産シルクから抽出したシルクプロテインの有用性が実証されるとともに、シルクプロテインが繊維産業以外の幅広い分野で活用されるための方法と課題が整理される。</p>
<p>② 成果（実績）</p>	<p>成果① 王立農業大学（RUA）の研究施設内に、シルクプロテインの抽出／品質検査／粉末化を行う設備が設置され、検収対象機材が正常に稼働することをRUA立ち合いの下、確認した。RUAによる機材の維持管理及び業者によるメンテナンスが適切に行われ、本事業の最終渡航時に RUA への譲渡を完了した。複数の州（養蚕農家）及び王立プノンペン大学（RUPP）から繭（複数品種）を入手し、RUA にてシルクプロテインを分析し、シルク石鹼製造に適した蚕の品種（No.23）がカンボジア・ゴールドデンシルク（CGS）として特定された。CGS シルクプロテインを配合したシルク石鹼を日本にてテスト製造し、モニター調査を行い、シルク石鹼の効果を確認した。日本の繭よりも、泡に弾力があり、モニター参加者から好評を得た。加えて、日本の検査機関に本事業にて抽出したシルクプロテイン溶液の有効性評価を再委託し、肌のしわ・老化予防、肌のハリ・弾力に対する効果が期待できることが明らかとなった。</p> <p>成果② CGS シルクプロテインの抽出技術／品質検査・分析技術／粉末化及び品質管理の研修が実施され、RUA から選出された 10 名が、週に一回 3 時間オンラインで研修に参加した。主だった研修が終了して以降は、RUA による CGS シルクプロテインの抽出／品質検査／粉末化を担う中核人材が主体となって、成果①に係るシルクプロテインの品質検査が行われた。並行してニーズに応じた対面での復習研修を実施することで、技術の定着を確認した。タイ国マハーサラカム大学（MSU）の協力の下、シルクプロテインの品質検査マニュアル及び品質検査手順書が作成された。CGS ワーキンググループにて、RUA がシルクプロテインの品質認証機関として登録されるための方策が検討された。持続的な品質検査体制の構築の一環として、アグロインダストリー学部ポストハーベスト・テクノロジー学科に養蚕コースを新設し、シルクプロテ</p>

	<p>インの抽出/品質検査/粉末化に係るモジュールを組み込む手続きを進めている。加えて、RUAの戦略計画（2021-2030）を実施する中で、外部からシルクプロテインの抽出/品質検査/粉末化を受注できる体制を整備する事となった。</p> <p>成果③ 調査の結果から、タイ及び日本における繊維産業以外でのシルクプロテインの活用実態及び活用可能性が明らかとなった。産官学連携のCGSワーキンググループが設立され、計5回ワークショップが開催された。良質なシルクプロテインが抽出できる蚕の品種が「CGS」として「カ」国政府から認定される方策についてCGSワーキンググループ内で検討されたが、「カ」国には、農林水産省（MAFF）種子局に農作物の品種登録システムがようやく出来たところで、まだ家畜の品種登録の仕組みはないことが判明した。このため、提案法人が商業省（MOC）にて、「カンボジアン・ゴールドンシルク」のロゴの商標登録申請を行った。シルクプロテインの有用性に関するPR資料（日本語・英語・クメール語版）を作成し、最終渡航時の各省庁との面談、最終ワークショップ及び洗顔方法を紹介するデモンストレーション実施時に参加者に配布した。RUA、RUPP及びカンボジア工科大学（ITC）をテクニカルアドバイザーとして位置づけるCGSグループ構想が提案され、参加省庁から賛同を得られたため、本事業終了後も年に2回ほどRUAにてCGSワークショップが開催されることが確約された。</p> <p>成果④ シルク石鹼のバリューチェーン調査を実施し、「カ」国のシルク産業の各段階における課題を洗い出した。また、SDGs（ジェンダーを含む）への貢献可能性を整理した。本事業終了後のビジネスモデルの策定とスケジュールを検討した。</p>
<p>③ 活動内容</p>	<p>【成果①にかかる活動】</p> <p>1-1： RUAの研究施設内に、高品質なシルクプロテインの抽出／品質検査／粉末化を行う設備を設置する。</p> <p>1-2： 農業総局（GDA）からCGSの繭（複数品種）を入手し、RUAにてシルクプロテインを分析することにより、シルク石鹼製造に適した分子レベルがより小さくかつ良質なシルクプロテインが抽出できる蚕の品種を特定する。</p> <p>1-3： CGSシルクプロテインを配合したシルク石鹼を日本にてテスト製造する。</p> <p>1-4： テスト製造した石鹼のモニター調査を行い、シルク石鹼の効果を確認する。</p> <p>【成果②にかかる活動】</p> <p>2-1： タイ国マハーサラカム大学（MSU）の協力の下、シルクプロテインの品質検査マニュアルが作成される。</p> <p>2-2： RUAが持続的な品質検査体制を構築するためのありかたが検討される。</p> <p>2-3： RUA職員を対象に、CGSシルクプロテインの抽出技術／品質検査・分析技術／粉末化及び品質管理の研修が実施される。</p> <p>2-4： CGSワーキンググループにてRUAがシルクプロテインの品質認証機関として登録されるための方策が検討される。</p> <p>【成果③にかかる活動】</p> <p>3-1： 繊維産業以外でのシルクプロテインの活用可能性について</p>

	<p>て調査を行い、活用方法等を策定する。</p> <p>3-2： シルクプロテインの有用性に関するPR資料を作成する。</p> <p>3-3： カンボジア産シルクのブランディングを促進するため、特定された良質なシルクプロテインが抽出できる蚕の品種が「CGS」として「カ」国政府から認定される方策について検討する。</p> <p>3-4： CGS シルクプロテインを普及することを目的としたワークショップを開催する。</p> <p>3-5： 産官学連携のCGSワーキンググループを設置する。</p> <p>【成果④にかかる活動】</p> <p>4-1： シルク石鹼のバリューチェーンの明確化及び各段階における課題及びSDGs（ジェンダー含め）への貢献可能性を整理する。</p> <p>4-2： ODA 事業後のビジネスモデルの策定とスケジュールを検討する。</p>
④ 相手国政府機関	<p>相手国政府機関：王立農業大学（RUA） （協力機関：農林水産省（MAFF）、商業省（MOC））</p>
⑤ 本事業実施体制	<p>提案企業：株式会社イル・ヴリール、同社のカンボジア現地法人であるiL BRILLE (Cambodia)及び株式会社マスター</p> <p>外部人材：高橋文明氏、マハーサラカム大学及び株式会社国際開発センター</p>
⑥ 履行期間	2021年 1月～ 2023年 3月（2年3ヶ月）
⑦ 契約金額	80,619千円（税込）

II. 提案法人の概要

1. 提案法人名	株式会社イル・ヴリール
2. 代表法人の業種	[③小売業]（ ）
3. 代表法人の代表者名	代表取締役 加藤 和則
4. 代表法人の本店所在地	東京都新宿区市谷薬王寺町53番
5. 代表法人の設立年月日（西暦）	2007年 3月 29日
6. 代表法人の資本金	1,000万円
7. 代表法人の従業員数	4名
8. 代表法人の直近の年商（売上高）	5,000万円（2021年3月～2022年2月期）

第1 当該国でのビジネス化（事業展開）計画

1. 提案製品・技術の概要

名称	<p>① 中和法／粹練り乾燥による石鹼製造 ② シルクプロテインの抽出／品質検査／粉末化</p>
仕様	<p>① 日本産の繭から抽出したシルクプロテインを使用し、日本国内の工場で製造された日本の伝統的な製造方法である「中和法／粹練り乾燥石鹼」を販売している。この製品は、枠に流し入れて、20～30日かけてじっくり冷やし固め、一個ずつ切って磨くという完全な手作業工程を3回経て製造されている（図1-1）。</p> <div data-bbox="475 689 1326 898" data-label="Image"> </div> <p style="text-align: center;">図1-1. 石鹼の製造工程（一部）</p> <p>② シルクプロテインを形成するセリシンとフィブロインを抽出する技術のうち、短時間に良質なシルクプロテインを抽出することが可能なセリシン分解酵素であるコクナーゼを利用した抽出技術及びイオン水にて加水分解する技術を適用する。化粧品の原材料として流通させるために、長期間の常温保存が可能な乾燥・粉末化の加工を行う必要がある。紫外可視分光光度計等を使用した適正な品質検査・分析を行った後、凍結乾燥し、さらにシルクプロテインを微粉碎した高品質な粉末シルクプロテインとして真空脱気包装する技術を導入する。</p>
特徴	<p>① 大量生産型の機械練りの石鹼とは異なり、化学薬品を使用せず、排水には化学薬品のみならず、塩、グリセリン等も含まれないため、環境への負荷は少ない。また、シルクプロテインのような有効成分（保湿機能、抗酸化作用、紫外線吸収機能を持つ）を多く配合することが可能なため、高級美容石鹼として知られている。泡立ちが良いが、溶け難く、かつ優れた洗浄力を有するというのが最大の特徴であるが、日本ではコストがかかりすぎるため、機械練りの石鹼が主流となり、惜しまれつつも衰退している伝統産業の一つでもある。</p> <p>② 蚕が作る天然繊維である繭糸は、セリシンとフィブロインという2つのシルクプロテインで主に形成されている（図1-2）。1）セリシンは、アミノ酸タンパク質で人間の皮膚に含まれる成分に極めて近い組成であり、天然保湿成分として、美容業界で大きく注目されている。さらに、2）フィブロインは、繊維状の良質なタンパク質で、その生体適合性や抗菌性を活用し、美容製品のみならず、機能性食品、手術用縫合糸や皮膚疾患患者向けガーゼ、次世代の人工皮膚やコンタクトレンズの原材料として医療現場を支えている。</p>

	 <p style="text-align: center;">図 1-2. 繭糸の断面図と断面イメージ</p>
競合他社製品と比べた比較優位性	<p>現在、提案法人であるイル・ヴリール社で製造販売されている「中和法／粹練り乾燥石鹸」には、日本産の繭から抽出したシルクプロテインが使用されている。しかし、本事業の前段である、JICA 中小企業海外展開支援事業「養蚕及びセリシン技術の移転を通じた養蚕業振興に関する案件化調査」（以下、「案件化調査」）で実施した品質検査では、カンボジア・ゴールデンシルク（CGS）のシルクプロテインは分子サイズ 30 万から 6 万ダルトンの間であり、日本の繭のそれよりも分子レベルが小さく、高品質で、化粧品により適していることが明らかとなった。農林水産省の下部組織である農業総局（以下、GDA）では、複数の蚕を飼育しているため、シルクプロテインの成分分析を行い、この中から最も優位性の高い CGS シルクプロテインを配合することにより、既存製品のグレードアップを図る。</p>
国内外の販売実績	
国内	<p>現在、国産の繭を用いた美容石鹸 3 種類の製造・販売を行っており、日本においてはインターネット販売を中心に計 12 万個以上の販売実績がある。また、2019 年から新たに全国約 1,000 店舗のサーフショップへの販売実績がある企業と連携し、より一層の拡販を進める状況にある。</p>
海外	<p>2011 年 11 月に、「カ」国において日系企業で初の日本人駐在サロン「イル・ヴリール」1 号店を出店し、直営店他、販売エージェントシステムを形成している。また、デジタル戦略として、SNS を活用したインフルエンサーマーケティングを導入し、教育、育成、独立を支援し、カンボジア全州に代理店ネットワークを構築した。企業訪問などアナログ営業も行っている。美容セミナー兼商品プロモーション参加者の延べ人数は 10 万人を越え、自社ブランドの認知度アップにつなげている。さらに、2017 年 8 月より、日系企業で唯一のミスカンボジア公式スポンサー企業となり、ミスカンボジアと共に大学構内にてプロモーション活動を行い、徐々に若年層にも知名度を高めている。</p>

2. 海外進出の動機

(1) 提案法人の海外展開を図るに至った背景

日本では、高齢化が進み人口も減少傾向にあり、将来的には市場規模も縮小することが想定される。対照的に若い世代が多いカンボジアは、経済成長率も高く、将来的な継続的ビジネスチャンスが大きい非常に魅力的なマーケットである。こうした社会的背景を基に、海外進出を進めている。

(2) 対象国を選んだ理由

イル・ヴリール社（以降、「提案法人」と記す）は、本事業の提案時に「カ」国に進出してすでに 8 年が経過していたが、「カ」国で実施した市場調査において、顧客ターゲットを広げるためには、商品単価を下げる必要があると結果が出ていた。このため、「カ」

国内に自社石鹼工場を建設し、低価格帯商品ラインの製造販売体制を確立することが、非常に重要な戦略の一つであった。この一方、2016年11月から2017年12月まで実施した「養蚕及びセリシン技術の移転を通じた養蚕業振興に関する案件化調査」（以下、「案件化調査」という。）では、カンボジア・ゴールデンシルク（CGS）のシルクプロテインが非常に高品質であることが明らかとなった。この優れた素材は、シルク生地としての利用だけでなく、化粧品や食品、医療品等に幅広く応用する可能性を見出した。「カ」国に新たなシルク産業を創出し、停滞している伝統的な養蚕業を活性化することにより、養蚕農家の生計向上に寄与することも目指している。

3. ビジネス化（事業展開）計画

（1）ビジネスモデル概要

本事業後には、「カ」国に自社石鹼工場の建設を計画している（図 1-4 参照）。提案法人は、カンボジア・ゴールデンシルク（CGS）の繭の生産に係る契約書を複数の養蚕農家と取り交わし、CGSの繭を安定的に生産し、高品質なCGSシルクプロテインを入手できる仕組みを構築する。現段階において、事業開始時のビジネスモデルから一部変更があったため、以下に記す。提案法人は、農業総局（GDA）から養蚕業の土台である高収量品種の桑苗を入手し、契約農家は、提案法人から依頼された桑の苗を植え付け、指導された栽培方法に従い桑の葉を安定的に供給する。さらに、提案法人は、王立プノンペン大学（RUPP）からCGS品種（No.23）の蚕の卵を購入し、契約農家は、提案法人から依頼された蚕の卵を指導された飼育方法に則り、適切な管理の下、健康なCGS繭を生産する。提案法人は、契約農家から購入したCGS繭のサンプルをRUAに送り、シルクプロテインの品質検査及び毒素検査を発注する。RUAは、分析検査の結果を提案法人に提出し、提案法人は安全性を確認した後に、契約農家からすべてのCGS繭を購入する。提案法人は、石鹼工場を建設するまでは、RUAにCGSシルクプロテイン（粉末）を製造委託する。また、RUAが認証機関として「カ」国政府に認められるまでは、RUAで製造したCGSシルクプロテイン（粉末）を日本食品分析センター/地方独立行政法人東京都立産業技術研究センターに分析を発注し、品質の認証を得る²こととする。提案法人は、RUAからCGSシルクプロテイン（粉末）を購入し、「中和法／粹練り乾燥石鹼」他、基礎化粧品を日本の取引先の工場に製造する。完成した商品は、日本のみならず、特に美白に対して関心の高い「カ」国及び中国の女性客をターゲットに向けて販売する。直営店での直販だけでなく、提携している販売エージェントを通して販売を拡大する。

自社の石鹼工場が完成した後は、CGSシルクプロテインを自社製造し、粉末にはせず、液体のまま使用する製造フローにすることで、製造工程を簡素化する。CGSシルクプロテイン（粉末）は、基礎化粧品以外にも活用方法が数多くあり、輸送に適していることから、

² RUAが認証機関として「カ」国政府に認められるようになれば、日本食品分析センターに分析を都度発注する必要はなくなる。

需要に合わせて製造していくことを想定している。(図1-3、1-4参照)

① 事業開始時のビジネスモデル

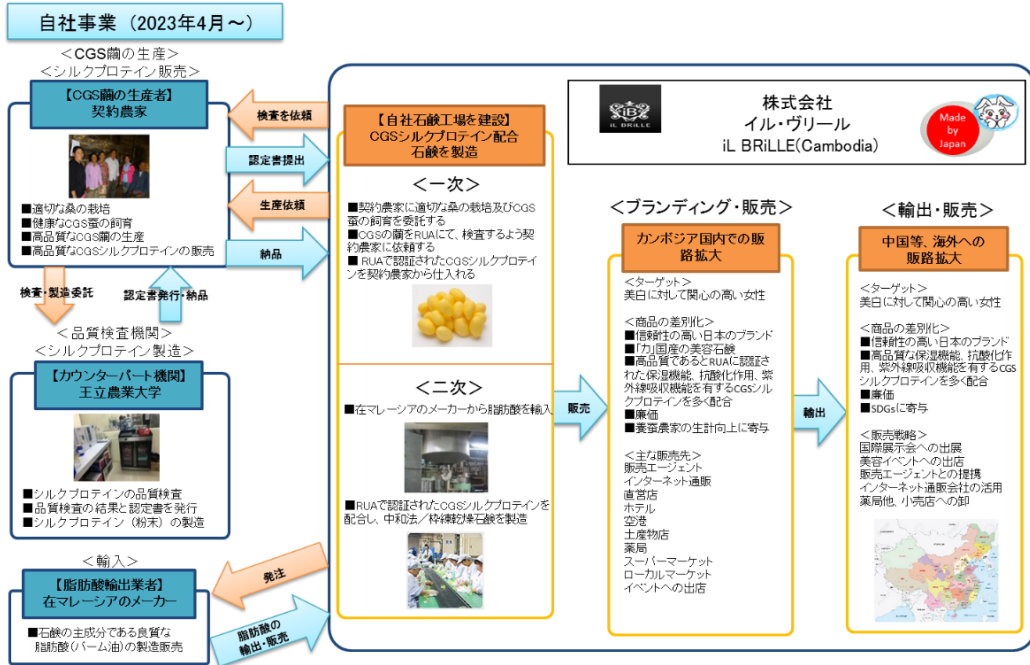


図1-3. 事業開始時のビジネスモデル

② 最新(現時点)のビジネスモデル

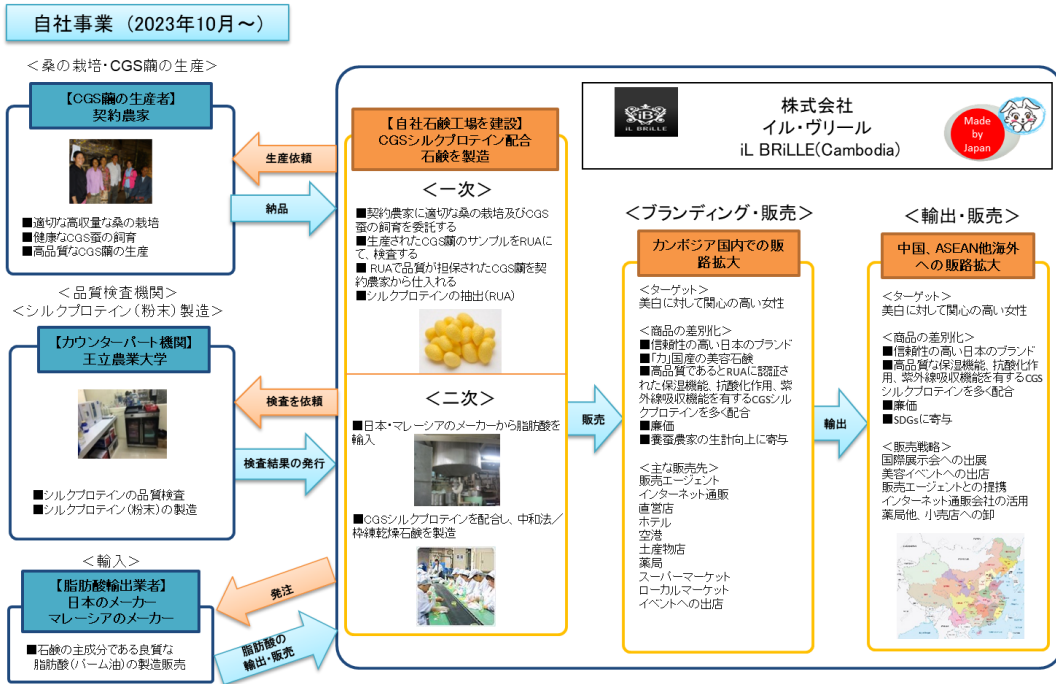


図1-4. 最新(現時点)のビジネスモデル

③ 事業開始時からの変更点

- ・事業開始時期の変更（約1年ほど延期する）
- ・現時点で、王立農業大学（RUA）がシルクプロテインの品質検査は可能だが、認定証の発行までは出来ないため、RUAで製造したCGSシルクプロテイン（粉末）を日本食品分析センターに分析を発注し、品質の認証を得る日本食品分析センターで認証を発行する。

（2）ターゲットとする市場

企業機密情報につき非公表

（3）製品サービス・技術

企業機密情報につき非公表

（4）当該国における具体的なビジネス展開の方法

企業機密情報につき非公表

（5）当該国でのビジネスにおける収支・財務計画

企業機密情報につき非公表

4. ビジネス実施上の留意事項

（1）ガバナンスにおける留意事項

「カ」国では、外国人投資について制限を加えている分野はなく、また、本事業は禁止業種に該当しない。「カ」国経済は高度にドル化しており、流通する通貨の多くは米ドルであり、本国通貨のリエルの流通量は少ない。2020年時点で現金の83.7%が米ドル、預金の91.7%が外貨建て（主に米ドル建て）となっており、現地通貨リエルの役割は小さい。さらに、基本的には中央銀行NBCが、現地通貨リエルの対米ドルレートを安定的にするように管理しており、為替リスクは低いと考えられる。1997年制定の外国為替管理法、2003年改正の投資法ともに、外為取引の原則自由を定めており、カンボジアは外為取引については高度に自由化されている。ただし、すべての越境外為取引は、カンボジアで営業する公認銀行（公認両替業者を含む）を通じて行わなければならないと定められているため留意が必要である。

「カ」国は、OECDの税務情報交換フォーラムに2017年9月に加盟し、国際的な税の透明性向上、国際的な租税回避行為の防止等への取り組みを開始し、二国間の二重課税防止協定（租税条約）締結も始めたところであるが、日本との二重課税防止協定は、未締結であるため、留意する。

法人税は、年次申告に加え、毎月の月次申告がある。前払い法人税は撤廃されたが、原

則として月次申告の期限は翌月の 20 日、年次申告の期限は決算日後 3 カ月以内となるため、申告漏れに留意する。

- － 月次申告の対象となる主な税金は、次のとおり。
 - ・ 前払事業所得税 (Prepayment of Tax on Income)
 - ・ 給与税 (Tax on Salary) 及び付加給付税 (Tax on Fringe Benefit)
 - ・ 付加価値税 (Value Added Tax : VAT)
 - ・ 源泉徴収税 (Withholding Tax)
- － 年次申告の対象となる法人税は、次のとおり。
 - ・ 事業所得税 (Tax on Income)
 - ・ ミニマム税 (Minimum Tax)

「カ」国の労働・職業訓練省 (MLVT) は 2022 年 9 月 21 日、2023 年の最低賃金を月額 200 ドルに設定する省令 (Prakas No.247/22KP/PRK) を発表した。現行の 194 ドルより 6 ドル増加し (3.1%増)、2022 年の賃金上昇率 (1.0%増) を上回った。試用期間中の労働者は月額 198 ドルとなる。適用業種は従来どおり、縫製業と製靴業だが、他分野の製造業もこれにならっての適用が通例となっている。出来高制の給与体系の企業では、支払金額が最低賃金を下回らないことが求められる。新たな最低賃金は 2023 年 1 月 1 日から適用される。また、最低賃金に加え、10 ドルの皆勤手当、7 ドルの居住・通勤手当、その他の福利厚生も必要であることから、雇用契約時に留意する。年功補償制度³の導入は 2018 年 9 月に発表されていたが、縫製業以外の業種は、2022 年 11 月まで遡及支給の適用が延期となっているため、今後の省令 (Prakas) などの発表に留意する。

(2) 商習慣・商慣習、文化、宗教における留意事項

工場建設において、「カ」国には建蔽率、容積率、高さ制限などを規定した建築基準法がまだ存在していないことから、査定には役所担当者の属人的な部分があるといわれている。汚職や賄賂といったグレーな商習慣も残っていることから、コンプライアンスの遵守に留意する。一般に、敬虔な仏教徒が多く温和な気質で協調性があり、家族や仲間と過ごす時間を大切にする国民性であるが、人前で注意されることや、恥をかかされることを極端に嫌う。このため、従業員に対し、勤務中の態度を注意するような際には、個別に呼ぶ等の配慮が必要である。

勤務日に関しては、2019 年までの祝祭日は 28 日であったが、2019 年 3 月の政府民間フォーラムで、民間企業側から「カンボジアは周辺諸国に比べて休日数が多すぎる」との意見を踏まえて、フン・セン首相が休日数の削減を約束した。これにより、2020 年からは 6

³ カンボジア労働・職業訓練省は、2018 年 9 月 21 日付省令 (Prakas) No. 442MLVT/PrK と No. 443MLVT/PrK により、2019 年 1 月から、給与支給を月 2 回とすることと、毎年 6 月と 12 月に年功手当を支給することを義務付けた。さらに、これまで無期契約の従業員の退職時に支払われていた解雇補償金に代わり、同従業員に対して毎年 6 月と 12 月に 7.5 日分ずつ、年間合計 15 日分の給与に相当する年功手当を支払うことが明記されている。

日間削減されて 22 日に、さらに 2021 年からは、クメール正月が 3 連休に戻され祝祭日は 21 日となった。しかし、旧正月やクメール正月、プチュンバン、水祭りの前後は、地元に戻る人が多く、前後併せて休業とする企業・職場が多い。特に行政関係の書類の手続き等は、この期間には滞ることが多いため留意する。

(3) ビジネス展開に必要なネットワーク

カンボジア開発評議会（CDC）は、復興・開発と投資活動の監督に対して責任を有する唯一かつワンストップ・サービスを提供する機関であり、すべての復興、開発、及び投資プロジェクト活動に関する評価と意思決定に責任を有している（改正投資法第 3 条）。ジャパンデスクが置かれており、日本人担当者が常駐して日本の投資家向け投資支援サービスを提供していることから、事業計画案を作成した後、活用する。

ジェトロ・プノンペン事務所では、「カ」国の官民協力機関等と連携した支援プラットフォームを整備・構築し、プノンペンを中心とした中小企業のビジネス展開をサポートしている。工場建設にあたり課題等が出てきた際には、相談に伺うことを検討している。

(4) 撤退条件

企業機密情報につき非公表

第2 ビジネス展開による対象国・地域への貢献

1. ビジネスを通じて解決する対象国の課題とその貢献

(1) 対象国の課題

シルクは、「カ」国の伝統的産業であるが、1970年以降の内戦によって、伝統的な養蚕バリューチェーンの大部分が失われた。この状況を改善すべく国家シルク戦略により、繭を活用した製品開発をシルクセクター振興の目標に掲げているにも拘わらず、依然としてシルク（繭）の利用は絹糸としてのみに留まっている。これに起因して、養蚕農家は十分な収入が得られないことから、伝統的養蚕業が衰退しつつある。

(2) 中・長期的に達成する課題への貢献

本事業後には、「カ」国に自社の石鹼工場を建設し、CGSシルクプロテインを配合した「中和法／粹練り乾燥石鹼」を製造し、販売エージェントを通して販売拡大を計画している。中長期的なビジネス展開として、「カ」国のみならず、ASEAN市場への進出を目指す。これは、原材料であるCGS繭の需要増（5年目で3トン、現状の「カ」国総生産量の3倍）をもたらし、養蚕農家が積極的に養蚕に取り組む促進要因となり得る。

2. 持続的な開発目標（SDGs）17の目標

- | | |
|---|----------|
| ① | ⑨インフラ・産業 |
| ② | ⑧経済成長・雇用 |
| ③ | ⑤ジェンダー平等 |

3. 国別開発協力方針（政府開発援助方針との合致）

「カンボジア国 国別開発協力方針」

- ・重点分野1：産業振興支援
- ・開発課題1-1：産業競争力の強化
- ・関連する協力プログラム：投資環境整備プログラム
- ・関連プログラムとの連携可能性：特になし

4. ビジネス展開により見込まれる地元経済・地域活性化への貢献

● 大阪の石鹼製造企業との協力

同石鹼メーカーは、本事業の結果を受けて弊社とJVを組織、「カ」国初のシルク石鹼工場の建設し、ビジネス展開を図る。

● 一般社団法人日本カンボジア協会との関係深化

RUAによるシルクプロテイン品質検査の機能充実は、ビジネス環境の整備にも通ずるため、同協会による「カ」国進出支援事業を促進し得る。本事業の成果が協会と関係を深

め、日本の中小企業の「カ」国進出を促進することは、それらの地域にも人材の往来や物流を促し、延いてはその地元経済や地域の活性化に貢献する。

- 一般社団法人日本地域経済再生機構との関係深化
機構が開催する中小企業向けのセミナーの機会をさらに活用し、国内における小規模事業者に対して弊社事業を地元経済及び地域活性化へのモデル事例として紹介し、喚起を促す。
- 売上増による従業員数の拡大

第3 普及・実証・ビジネス化事業実績

1. 本事業の目的

「カ」国では、シルク（繭）の利用が依然として絹糸としてのみに留まっていることから、養蚕農家は十分な収入が得られず、伝統的養蚕業が衰退しつつある。この状況を解決し、「カ」国におけるシルクプロテインの活用によるシルク産業の活性化に資するために、カンボジア産シルクから抽出したシルクプロテインの有用性が実証されるとともに、シルクプロテインが繊維産業以外の幅広い分野で活用されるための方法と課題が整理される。

2. 本事業の成果

成果	成果の確認方法・指標
<p>成果① シルクプロテインを原材料に加えられたシルク石鹼を製造し、同石鹼の効果検証を通じてシルクプロテインの有用性が実証される。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. RUA の研究施設内に、シルクプロテインの抽出／品質検査／粉末化する機材が正しく設置される。 2. RUA により、CGS として有力な繭のシルクプロテインの品質検査が実施され、品種ごとにデータを整理、分子レベルがより小さくかつ良質なシルクプロテインが抽出できる蚕の品種が特定される。 3. テスト製造されたシルク石鹼のモニター調査を約 50 名に実施し、その結果から、シルクプロテインの有用性が実証される。
<p>成果② カンボジア国内におけるシルクプロテインの抽出／品質検査／粉末化及び品質検査体制のあり方が検討され、RUA に提案される。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. MSU の協力の下、RUA によってシルクプロテインの品質検査マニュアルを作成される。 2. RUA アグロインダストリー学部の職員 5 名が、シルクプロテインの抽出技術、品質検査、分析技術、粉末化及び品質管理に関する研修に計 6 回（3 日間／回）参加する。 3. RUA 内部において、持続的な品質検査体制を構築するための人員及び予算の確保について検討される。 4. CGS ワーキンググループにて、RUA が「カ」国の公的な CGS シルクプロテイン認証機関として登録されるための方策が検討される。
<p>成果③ シルクプロテインの有用性が、カンボジアの行政機関及び民間セクターに認知され、活用に係る検討が開始される。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. CGS シルクプロテインの PR 資料が作成される。 2. 産官学連携の CGS ワーキンググループが設置される。（メンバー数は約 50 名） 3. CGS ワークショップが 5 回（半日／回）開催され、シルクプロテインの有用性に関する情報が提供される。

	<p>4. 特定された良質なシルクプロテインが抽出できる蚕の品種が「CGS」として「カ」国政府から認定されるよう CGS ワークショップ内で検討される。</p> <p>5. シルクプロテインの有用性や活用方法等について、SNS やマスメディアにて情報が発信される。</p>
<p>成果④ 本事業後のビジネス展開計画が策定される。</p>	<p>1. 「カ」国のシルクのバリューチェーンが、産業／企業レベルにおいて明確にされる。</p> <p>2. 工場建設プラン、製造ラインの設計、CGS シルクプロテインのブランディングを基軸とした商品開発、営業戦略に基づいた事業計画が作成される。</p>

3. 本事業の実施体制

提案法人を中心として、同社のカンボジア現地法人である iL BRiLLE(Cambodia)及び株式会社マスターを補強人材に、また高橋文明氏、マハーサラカム大学及び株式会社国際開発センターを外部人材として活用し、実施している。この他に、現地備人は、3名雇用している。カウンターパート機関は王立農業大学であるが、この他に農林水産省（MAFF）傘下の農業総局（GDA）及び商業省（MOC）が協力機関となる。（下図3-1参照）

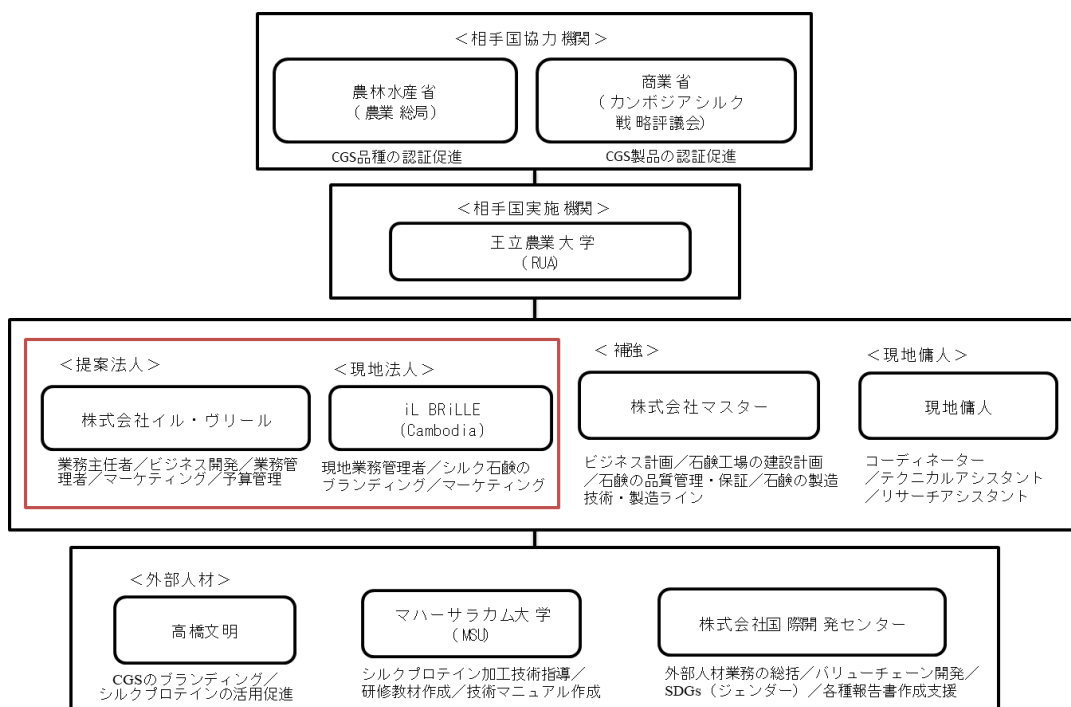


図3-1 現地の実施体制図

主体	担当業務	担当業務詳細
株式会社イル・ヴリール (提案法人)	業務主任者／ビジネス開発／業務管理者／マーケティング／予算管理	<ul style="list-style-type: none"> 事業全体のマネジメント シルクプロテインの抽出／品質検査／粉末化（パウチ保存管理含む）する資機材の発注、設置 シルク産業における民間ネットワークの構築 CGS シルクプロテイン配合石鹼のデモンストレーション／マーケティングの企画 石鹼工場の建設計画 ODA 事業後の事業計画の作成
iL BRiLLE(Cambodia) (補強)	現地業務管理者／シルク石鹼のブランディング／マーケティング	<ul style="list-style-type: none"> 研修及びワークショップに係る関係機関との調整業務 予算／現地傭人の管理 シルクプロテインの抽出／品質検査／粉末化（パウチ保存管理含む）する資機材の設置に係る対応 CGS ワーキンググループの PR 活動支援 CGS シルクプロテイン配合石鹼のデモンストレーション／マーケティングの実施調整業務
株式会社マスター (補強)	ビジネス計画／石鹼工場の建設計画／石鹼の品質管理・保証／石鹼の製造技術・製造ライン	<ul style="list-style-type: none"> デモンストレーション／マーケティング用 CGS シルクプロテイン配合石鹼のテスト製造 石鹼工場の建設計画（製造技術含む） 石鹼の配合メニュー検討、生産計画の作成 製造ライン・品質管理体制の構築 ODA 事業後の事業計画の作成 現地視察・活動レポートの作成
高橋 文明 (外部人材)	CGS のブランディング／シルクプロテインの活用促進	<ul style="list-style-type: none"> CGS ワーキンググループのメンバー選定 協力機関である MAFF/MOC、他省庁及び大使館との調整業務 CGS ワーキンググループの PR 活動、マスメディア対応 CGS ワーキンググループにおけるワークショップの企画、コンテンツ作成、運営支援
マハーサラカム大学 (外部人材)	シルクプロテイン加工技術指導／研修教材作成／技術マニュアル作成	<ul style="list-style-type: none"> RUA 職員を対象に、CGS シルクプロテインの抽出技術／品質検査・分析技術／粉末化及び品質管理の研修教材を作成し、研修を実施 RUA が CGS（複数品種）のシルクプロテインの成分分析を行い、品種ごとにデータ整理する際の支援 CGS シルクプロテイン品質検査マニュアル作成支援

株式会社国際開発センター	外部人材業務の総括／バリューチェーン開発／SDGs（ジェンダー）／各種報告書作成支援	<ul style="list-style-type: none"> シルクのパリユールチェーン全体の明確化、課題の抽出、対策の検討・提案 シルクのパリユールチェーン各段階における SDGs（ジェンダー含め）へ貢献を視覚化・具体化 CGS 蚕の品種特定と認証促進の支援 CGS シルクプロテイン配合石鹼のデモンストレーション／マーケティングの質問票作成、データ整理 PR 資料の作成支援 関係各所との調整業務 精算関係書類、各種契約書等の作成支援 各種成果品の作成支援
農林水産省農業総局	CGS 品種の認証促進	<ul style="list-style-type: none"> 健康で良質な CGS 繭の提供 CGS ワーキンググループへの参加 CGS 品種の認証促進に向けた協力 CGS 品種の保護・管理体制の検討
商業省カンボジアシルク戦略評議会	CGS 製品の認証促進	<ul style="list-style-type: none"> CGS シルクプロテイン配合石鹼のサンプリング／マーケティング実施への協力 CGS のブランディング戦略の検討 CGS ワーキンググループへの参加 CGS 製品の認証促進に向けた協力
現地備人	コーディネーター／テクニカルアシスタント／リサーチアシスタント	<ul style="list-style-type: none"> コーディネーターは、主に、提案法人提案法人及び補強である iL BRiLLE(Cambodia)の業務支援 テクニカルアシスタントは、主に、補強である株式会社マスター及び外部人材である Dr. Vallaya Sutthikhum が担当する各種調査及び研修の業務支援 リサーチアシスタントは、外部人材である高橋文明及び国際開発センターが担当する CGS ワークショップ関連業務及び各種調査支援 クメール語から英語、英語からクメール語への翻訳・通訳 車輻・宿泊・関係各所へのアポ取得 現地活動状況の定期報告

4. 成果の達成状況

以下に、成果1から4までの達成度、達成状況、さらに今後の課題を整理した。

成果1. シルクプロテインを原材料に加えられたシルク石鹼を製造し、同石鹼の効果検証を通じてシルクプロテインの有用性が実証される。

<達成状況>

1-1: RUA の研究施設内に、高品質なシルクプロテインの抽出／品質検査／粉末化を行う設備を設置され、検収対象機材が正常に稼働することを RUA 立ち合いの下、確認した。

RUA による機材の維持管理及び業者によるメンテナンスが適切に行われ、本事業の最終渡航時に RUA への譲渡を完了した。

1-2：農業総局（GDA）、養蚕農家、及び王立プノンペン大学（RUPP）から CGS の繭（複数品種）を入手し、RUA にてシルクプロテインを分析し、シルク石鹼製造に適した蚕の品種（No.23）が CGS として特定された。

1-3：CGS シルクプロテインを配合したシルク石鹼を日本にて 3 種類テスト製造した。

1-4：テスト製造した石鹼のモニター調査を行い、シルク石鹼の効果を確認した。日本の繭よりも、明らかに泡に弾力があり、モニター参加者から好評を得た。加えて、日本の検査機関に本事業にて抽出したシルクプロテイン溶液の有効性評価を再委託し、肌のしわ・老化予防、肌のハリ・弾力に対する効果が期待できることが明らかとなった。

上記 1-1～1-4 により、シルクプロテインの有用性が実証された。

<今後の課題> 機材の維持管理に係る費用は、当面はアグロインダストリー学部から工面しつつ、将来的にはシルクプロテインの抽出/品質検査/粉末化の外注を受けることで賄うことを目指している。本事業では、RUPP にて品種が適切に管理されていたため、最も良質なシルクプロテインが抽出できる蚕の品種の特定が達成されたが、将来的には農林水産省下の RUA もしくは GDA にて、同様の品種管理がなされることが理想的である。

成果 2：カンボジア国内におけるシルクプロテインの抽出/品質検査/粉末化及び品質検査体制のあり方が検討され、RUA に提案される。

<達成状況>

2-1：タイ国マハーサラカム大学（MSU）の協力の下、シルクプロテイン品質検査マニュアル及びシルクプロテイン品質検査手順書が作成された。

2-2：RUA が持続的な品質検査体制を構築するためのありかたについて協議が重ねられ、検討された。人材育成スキームを構築することが重要であるため、持続的な品質検査体制の構築の一環として、RUA は、アグロインダストリー学部ポストハーベスト・テクノロジー学科に、養蚕コース（仮題）を新設し、シルクプロテインの抽出/品質検査/粉末化に係るモジュールを組み込む手続きを進めている。加えて、RUA の戦略計画（2021-2030）を実施する中で、外部からシルクプロテインの抽出/品質検査/粉末化を受注できる体制を整備する事となった。

2-3：RUA から選出された職員及び学生（計 10 名）を対象に、CGS シルクプロテインの抽出技術/品質検査・分析技術/粉末化及び品質管理の研修が週に一回 3 時間オンラインで開催され、予定されていた研修コンテンツは全て実施された。加えて、RUA 主体による品質検査（成果 1-2）と並行して、RUA 側のニーズに応じた対面での復習研修が実施された。

2-4：CGS ワーキンググループにて、RUA がシルクプロテインの品質認証機関として登録されるための方策が検討されたが、カンボジア国内の既存の制度では有用な方策が見つけ

られなかった。

＜今後の課題＞本事業期間中には、RUA が公的な認証機関として登録されるための制度や方策を既存の制度では確認することはできなかった。しかし、本事業で設置した CGS ワーキンググループのメンバー省庁が、「CGS グループ」として本事業終了後も継続されることとなったため、検査を行う機関として、RUA が選定されるよう「CGS グループ」を通じて働きかけていく。

成果 3：シルクプロテインの有用性が、カンボジアの行政機関及び民間セクターに認知され、活用に係る検討が開始される。

3-1：調査の結果から、タイ及び日本における繊維産業以外でのシルクプロテインの活用実態及び活用可能性が明らかとなった。「カ」国で生産される CGS シルクプロテイン（粉末）は、今後、パーソナルケア、薬・栄養補助食品、化粧品などへの需要が期待される。

3-2：シルクプロテインの有用性に関する PR 資料（日本語・英語・クメール語版）を作成し、最終渡航時の各省庁との面談、最終ワークショップ及び洗顔方法を紹介するデモンストラクション実施時に参加者に配布した。

3-3：カンボジア産シルクのブランディングを促進するため、特定された良質なシルクプロテインが抽出できる蚕の品種が「CGS」として「カ」国政府から認定される方策について CGS ワーキンググループ内で検討された。しかし、「カ」国には、農林水産省（MAFF）種子局に農作物の品種登録システムがようやく出来たところで、まだ家畜の品種登録の仕組みはないことが判明した。このため、提案法人が商業省（MOC）にて、「カンボジアン・ゴールデンシルク」のロゴの商標登録申請を行った。

3-4：CGS シルクプロテインを普及することを目的としたワークショップが計 5 回開催された。CGS ワークショップでは、関係省庁間にてシルク産業及びバリューチェーンの現状・課題、シルクプロテインの有用性、「カ」国における蚕の品種登録の現状及び課題等が共有された。

3-5：産官学連携の CGS ワーキンググループが設立された。本事業後も、RUA、RUPP 及びカンボジア工科大学（ITC）をテクニカルアドバイザーとして位置づける CGS グループ構想が提案され、参加省庁から賛同を得られたため、本事業終了後も年に 2 回ほど RUA にて CGS ワークショップが開催されることが確約された。

＜今後の課題＞「カ」国には、蚕の品種登録の仕組みが現状ないことが判明した。

「CGS グループ」の定期ミーティングにおいて、随時 MAFF による CGS の品種登録に向けた動きが情報共有されることになっているため、提案法人は引き続きフォローアップしていく。加えて、CGS ワークショップへの民間からの参加が想定していたよりも限られていたことから、提案法人は、「シルク」及び「シルクプロテイン」の有用性に関する情報を SNS やメディアを活用して発信してだけでなく、展示会やトレードフェア等に出展し、プロモーションすることなども検討していく。

成果4：本事業後のビジネス展開計画が策定される。

＜達成状況＞

4-1：シルク石鹼のバリューチェーン調査を実施し、「カ」国のシルク産業の各段階における課題を洗い出した。調査結果は、第2回CGSワークショップにて発表した（別添3. その他資料（4）参照）。また、2022年11月時点のシルク石鹼ビジネスの構想に鑑み、シルク石鹼のバリューチェーンにおけるSDGs（ジェンダーを含む）への貢献可能性を整理した。

4-2：ODA事業後のビジネスモデルの策定とスケジュールを検討した。シハヌークビルSEZにて、Container Freight Station（CFS）の跡地のレンタル工場の提案を受け、化粧品の製造に求められる品質・安全性に関する国際規格「ISO22716（化粧品GMP）」に該当することがわかった。初期投資及び立ち上げ期間が当初計画よりもかからないことから、ここを第一候補としている。

＜今後の課題＞2022年11月現在のところ、本事業契約時と為替の状況が一変し、世界的な原油高から原材料費が高騰しており、規約時の2.5倍になっている。このため、事業投資計画について見直しを行い、JV先の株式会社マスターと共に投資機会を伺いつつ、当初の計画より1年程度後ろ倒しにすることを決定した。2023年12月に工場用地を選定し、契約することを想定している。具体的な用地が確定した後、工場建設プランを作成する。

5. 活動内容実績

（1）活動内容

＜成果1に係る活動＞

活動1-1：RUAの研究施設内に、高品質なシルクプロテインの抽出／品質検査／粉末化を行う設備を設置する。

① 導入予定機材のリストに基づき、「カ」国内の販売エージェントに発注する。

- 「カ」国では、新品の機材及び試薬の輸入手続きには、ライセンスが必要になることから、提案法人社では対応が出来ないことが判明した。このため、機材の発注、輸入手続き、国内輸送、RUAの実験室への機材搬入、設置、初期設定及び稼働試験まですべて対応可能な業者に依頼する。
- RUAに機材を全て譲渡するため、万が一、本事業終了後に不具合等が生じても、「カ」国内で機材をすぐにメンテナンス出来る高い専門技術を持つエンジニアがいる業者が望ましい。
- 機材購入時には、本事業実施中におけるメンテナンス保障を付けることに留意する。

- ② 機材設置前に、RUA が保有している実験室の確認を行う。
- すでに建物外に防犯カメラが設置されていることを確認しているが、この防犯カメラが確実に稼働していること、また実験室の鍵が厳重に設置されていることを確認する。
 - 虫やネズミ等の侵入が容易なドアや窓等、修繕が必要な箇所が見つかった場合は、速やかに内装業者に依頼し対応する。
- ③ 機材を順次 RUA が保有している実験室に設置し、「カ」国内の販売エージェントが RUA 職員と共に機材の初期設定及び稼働試験を行う。
- 機材設置備品（実験用テーブル及び試薬棚等）や機材を実験室内のどの位置に設置するか事前に大よその協議は済んでいるが、機材導入・設置時には、iL BRILLE(Cambodia)のスタッフ及び現地傭人の立会いの下、不備がないよう対処する。
 - 機材設置後すぐに機材譲与を行うものとし、必要な手続きを迅速に実施する。
 - 資機材設置後は、アグロインダストリー学部長の管理下にて、実験室の鍵及び資機材が厳重に管理される。

活動1-2：農業総局（GDA）から CGS の繭（複数品種）を入手し、RUA にてシルクプロテインを分析することにより、シルク石鹼製造に適した分子レベルがより小さくかつ良質なシルクプロテインが抽出できる蚕の品種を特定する。

- ① CGS として有力な繭（複数品種）を入手する。
- 繭の入手先は、GDA 及びカンダール州のバンティアイデック農業試験場（BDARS）⁴を想定している。
 - 「カ」国内の養蚕農家及び NGO 等から蚕の卵（複数品種）を直接入手した際には、適宜 GDA 及び BDARS に持ち込み、育種を依頼する。
 - 「カ」国内の養蚕農家及び NGO 等から繭を直接入手した際には、RUA に持ち込みシルクプロテインの品質検査を依頼する。
- ② 技術研修の実習において、CGS として有力な繭（複数品種）のシルクプロテインの品質検査を行う。
- 外部人材である MSU 指導の下、CGS シルクプロテインの抽出技術研修（実習）、品質検査・分析技術研修（実習）が実施される。この実習の中で、CGS として

⁴ バンティアイデック農業試験場（BDARS）は、FAO のカンボジアシルク・プログラム（2009-2012）の支援で設立されており、養蚕を含む農業技術について試験・研究を行う GDA が管轄する施設の1つである。

有力な繭（複数品種）をサンプルとして活用し、シルクプロテインの品質検査を行う。

- ③ CGS として有力な繭（複数品種）を品種ごとにデータを整理する。
- 外部人材である MSU 指導の下、CGS として有力な繭（複数品種）を品種ごとにシルクプロテインを抽出し、品質検査したデータ結果を整理する。RUA は、分子レベルがより小さくかつ良質なシルクプロテインが抽出できる蚕の品種を特定する。

活動 1-3 : CGS シルクプロテインを配合したシルク石鹼を日本にてテスト製造する。

- ① 高品質であると認められた CGS シルクプロテイン（粉末）を日本に持ち帰る。
- RUA が品質検査を実施した中で、高品質であると認められた CGS シルクプロテインを粉末にし、アルミ包装資材で真空パックしたものを日本人団員が帰国時に日本に持ち帰る。帰国のタイミングに合わせて用意できない場合には、EMS で日本に郵送する。
- ② CGS シルクプロテイン（粉末）を使用し、シルク石鹼をテスト製造する。
- 「カ」国から持ち帰った 3 種類ほどの CGS シルクプロテイン（粉末）を使用し、補強である株式会社マスターの自社工場にて、シルク石鹼をテスト製造する。
 - 製造原価を考慮しつつ、石鹼のシルクプロテインの割合を変え、モニター調査用の石鹼を製する。

活動 1-4 : テスト製造した石鹼のモニター調査を行い、シルク石鹼の効果を確認する。

- ① モニター調査用に製造されたシルク石鹼を「カ」国に持ち込む。
- 日本人団員が「カ」国に渡航する際に持参する。渡航のタイミングに合わせて用意できない場合には、EMS で「カ」国に郵送する。
- ② 質問票を作成する。
- シルク石鹼の効果を確認するため、石鹼の形状、大きさ、色合い、泡立ち、使用感、価格帯等に関する質問票を作成する。
 - 英語で作成されるため、現地傭人がモニター調査実施日までにクメール語に翻訳し、印刷する。
- ③ モニター調査を実施し、質問票を回収する。
- MOC にも協力を依頼し、50 名程度モニターを集める。1 グループ 5 名程度とし、iL BRiLLE(Cambodia)のスタッフ及び現地傭人により、複数回実施する。

- 株式会社マスターの自社工場にてテスト製造された CGS シルクプロテイン配合石鹼を「カ」国内の販売エージェント、卸・小売業者及びエンドユーザーに使用感を試すデモンストレーションを行う。
- デモンストレーションで石鹼の使用感を試していただいた後に、質問票を使用してモニターにインタビュー調査を行う。

④ モニター調査の結果を入力し、整理・分析する。

- 回収した質問票を現地傭人が入力し、日本人団員がデータを整理、分析する。
- エンドユーザーに関しては、シルク石鹼の販売ターゲットを確認することから、年代別にデータを整理することに留意する。
- モニター調査の結果から、シルクプロテインの有用性が実証される。

<成果 2に係る活動>

活動 2-1 : タイ国マハーサラカム大学 (MSU) の協力の下、シルクプロテインの品質検査マニュアルが作成される。

① RUA が、品質検査の手順を研修にて習得する。

- あらかじめ RUA の職員の中で品質検査の担当者を決めておき、外部人材である MSU から本担当者に対して集中的に品質検査の手順を指導する。

② 誤差がほとんど出ないように分析の精度を上げる。

- 研修実施後、RUA 職員は繰り返しシルクプロテインの抽出から品質検査までを行うことで、誤差が出ないように分析の精度を上げる。

③ MSU の協力の下、品質検査マニュアルを作成する。

- 研修で使用した教材及び繰り返し実施してきた実験データを活用し、品質検査マニュアルに反映させる。

活動 2-2 : RUA が持続的な品質検査体制を構築するためのありかたが検討される。

① 人員の確保について協議を行う

- 「カ」国内には、シルクプロテインの品質検査をする機関がないため、RUA が持続的にシルクプロテインの品質検査ができる体制を構築することが求められる。しかし、RUA の若手職員は、教育者また研究者として知識を高めるため、国費や奨学金等を活用した海外留学で「カ」国を離れるケースが多く、シルクプロテインの品質検査を適切にできる人材が一時的にいなくなることが考えられる。このため、持続的な品質検査体制を構築するためには、人材育成スキ-

ムを構築することが重要である。

② RUA 内部における予算の確保について協議を行う

- シルクプロテインの品質検査を行うためには、試薬等の資材や分析機材などが必要である。つまり、職員の給与だけでなく、試薬を購入するための予算や、機材メンテナンス等の予算を捻出することが求められる。このため、RUA 内部における予算の確保について明確にすることに留意する。また、シルクプロテインの品質検査を民間企業や養蚕農家等から委託される場合には、適切な手数料を請求することも可能であることから、学内のイノベーションセンターとの連携に関しても協議を進める。

活動 2-3 : RUA 職員を対象に、CGS シルクプロテインの抽出技術／品質検査・分析技術／粉末化及び品質管理の研修が実施される。

① 研修教材を準備する。

- RUA が、将来的に持続的な CGS シルクプロテインの品質検査体制を構築し、また、認証機関として認められるよう外部人材である MSU が研修プログラムを検討し、研修教材に反映する。
- 外部人材である MSU が、研修プランに合わせて研修教材を準備する。
- 英語で作成されるため、現地備人が研修開催日までにクメール語に翻訳し、印刷する。

② RUA 職員及び学生に 3 日間の研修（講義・実習）を実施する。

- RUA は外部人材である MSU の指導の下、研修開催日までに、研修で使用する場所、資機材をあらかじめ準備しておく。特に、GDA から CGS として有力な繭（複数品種）を入手しておく。すでに提案法人社がコンタクトしたことのある NGO や養蚕農家と GDA を繋ぎ、蚕の卵や繭を入手する支援も行う。
- 研修は合計 6 回。各研修は、1 回で全てマスターするのは困難であるため、基礎研修の後、復習及び応用研修を行う（下表参照）。

表 3—1 研修計画（案）

研修コンテンツ	第 1 回	第 2 回
1. CGS シルクプロテインの抽出技術研修（講義／実習）	基礎研修	基礎研修の復習／ 応用研修
2. 品質検査・分析技術研修（講義／実習）	基礎研修	基礎研修の復習／ 応用研修
3. 粉末化・品質管理研修（講義／実習）	基礎研修	基礎研修の復習／ 応用研修

③ 研修で使用した教材及び実験データを保管する。

- CGS シルクプロテインの品質検査マニュアルを作成する際に活用するため、データで保管しておく。

活動 2-4 : CGS ワーキンググループにて RUA がシルクプロテインの品質認証機関として登録されるための方策が検討される。

① 公的な認証機関として登録されるために必要な手続きを関係省庁に確認する。

- 将来的に、CGS シルクプロテインの認証機関として、RUA が「カ」国政府から公的に登録されることが、シルク産業を振興するために必要なファクターとなっている。しかし、RUA は農林水産省直下の高等教育機関であることから、学内に設立できるか検討が必要である。登録されるために必要な手続きを CGS ワーキンググループのメンバーである関係省庁に確認し、担当省庁への働きかけを行う。

② 民間企業のニーズを確認する。

- CGS ワーキンググループは産官学連携であるため、メンバーの中には、シルクプロテインを将来的に活用していきたい意向のある民間企業も含まれている。このため、CGS シルクプロテインの品質認証に係るニーズを民間企業からも確認し、品質認証機関として理想的な体制を検討する。

<成果 3 に係る活動>

活動 3-1 : 繊維産業以外でのシルクプロテインの活用可能性について調査を行い、活用方法等を策定する。

① タイ国でのシルクプロテインの活用実態を調査する。

- 隣国タイでは、すでにシルクプロテインを食品や化粧品等にシルクプロテインを活用していることから、「カ」国のベンチマークとして、タイ国でのシルクプロテインの製造・流通、活用方法など実態を明らかにする。さらに、将来的な活用可能性を整理する。
- 調査方法は、タイ国マハーサラカム大学 (MSU) のシルクイノベーションセンター等、研究機関へのヒアリング、文献調査を想定している。

② 日本でのシルクプロテインの活用実態を調査する。

- 世界の生糸生産は、中国が約 80% を占めているが、日本の蚕及びシルクの研究水準は世界的にも非常に高く、非繊維利用でも新しいシルク製品が続々と誕生している。すでにシルクプロテインは一般的に流通しており、様々な分野で活

用されていることから、「カ」国で製造された CGS のシルクプロテイン（粉末）の輸出可能性も含め調査を行う。

- 調査方法は、東京農工大学、東京農業大学等の研究室への訪問、文献調査、企業へのヒアリングを想定している。

活動 3-2: シルクプロテインの有用性に関する PR 資料を作成する。

① 活動 3-1 で調査したシルクプロテインの活用実態から、その有用性を整理し、PR 資料に反映する。

- シルクプロテインの有用性を視覚的にアピールできる図表や写真を使用する。

② 活動 4-1 で整理した SDGs（ジェンダー含め）への貢献可能性を PR 資料に反映する。

- シルク石鹼の主なユーザーは女性であるため、SDGs（ジェンダー含め）への貢献可能性をコンテンツとして含めることで訴求効果を高める狙いもある。

③ PR 資料を配布する。

- 完成した PR 資料は、印刷して CGS ワーキンググループメンバーに配布する。

活動 3-3: カンボジア産シルクのブランディングを促進するため、特定された良質なシルクプロテインが抽出できる蚕の品種が「CGS」として「カ」国政府から認定される方策について検討する。

① タイ国での蚕の品種登録、品種保護方法を明らかにする。

- タイ国マハーサラカム大学（MSU）の協力の下、実態に基づいた情報収集を行う。

② 必要な手続きを関係省庁に確認し、担当省庁への働きかけを行う。

- 農林水産省及び GDA に「カ」国が現在行っている米・野菜・果物等の品種登録、品種保護方法を確認する。
- 関係省庁に蚕の品種登録方法に関してタイ国の事例を紹介する。
- 特定された良質なシルクプロテインが抽出できる蚕の品種が「CGS」として「カ」国政府から認定されるための課題、また方策について関係省庁に確認し、担当省庁への働きかけを行う。

活動 3-4: CGS シルクプロテインを普及することを目的としたワークショップを開催する。

① キックオフミーティングを開催する。

- CGS ワーキンググループが設置された後、初回ワークショップの前にキックオフミーティングを開催する。メンバー間で「カ」国のシルク産業の現状及び課題等について確認し、シルクプロテインの有用性に関する最新情報を提供する。関係者間で CGS ワーキンググループの意義を確認することで、今後の活動に積極的に参加いただけるよう働きかける。

② ワークショップを RUA にて計 5 回（半日／回）開催する。

- 農林水産省や GDA から、シルクの生産に関する情報を提供いただき、養蚕業の現状及び課題等について整理する。事業者からは、シルク製品の製造及び販売状況、ブランディングに関する情報を提供いただくことで、シルクのバリューチェーンの各段階における課題とその対策を CGS ワーキンググループにて検討していく。
- RUA からは、シルクプロテインの品質検査の結果から、CGS として有力な品種の特定に関する進捗、また、提案法人社からは、モニター調査やバリューチェーン調査の結果を適宜共有していく。さらに、CGS シルクプロテインのブランディング、普及を促進するにあたって重要な品質検査体制及び品質認証に係る協議を行う。

③ PR 活動の一環として SNS やマスメディアを活用し、ワークショップの内容を情報発信する。

- ワーキンググループメンバーが保有している Facebook、What's up、LINE 等を活用する。
- 関係省庁や NGO 等の WEB サイトへの情報掲載を依頼する。
- 特に重要な発表等がある際には、マスメディアにニュースリリースを出す。

活動 3－5：産官学連携の CGS ワーキンググループを設置する。

① CGS ワーキンググループの活動概要を確定する。

- RUA 及び協力機関である MAFF、MOC と協議を行い、活動概要（活動の目的、組織体制、ワークショップの参加条件、活動日程等）を確定する。

② メンバーの選定を行う。

- RUA 及び協力機関である MAFF、MOC と協議を行い、CGS ワーキンググループメンバーを選定する。
- 現段階におけるメンバー候補は、「カ」国内の化粧品・食品・医療業界関係者

(皮膚科・整形外科の医師含む)、カンボジア食品科学技術協会 (CAFST) の会員、シルクを扱っている NGO、その他の組織・団体、MAFF(GDA)、MOC、カンボジアシルク戦略評議会、工業・手工芸省、「カ」国内の大学及び研究機関等。

③ RUA から CGS ワーキンググループ設置に関する公式のレターを発出する。

- CGS ワーキンググループの主催は RUA とし、選定されたワーキンググループメンバーに活動概要 (活動の目的、組織体制、メンバーリスト、ワークショップの参加条件、活動日程等) を記載したオフィシャルレターを送付する。

<成果 4 に係る活動>

活動 4-1 : シルク石鹼のバリューチェーンの明確化及び各段階における課題及び SDGs (ジェンダー含め) への貢献可能性を整理する。

① 「カ」国内のシルク石鹼のバリューチェーンを調査し、各段階における課題を整理する。

- 産業レベル : 1) 養蚕、2) 繭の加工、3) 卸、4) 小売
- 企業レベル : 1) 研究開発、2) 調達、3) 製造、4) 販売
- 調査は、文献調査と現地の養蚕農家、商業省及び農林水産省へのインタビューを想定している。文献調査は、現地傭人が商業省及び農林水産省等、行政機関の統計データを確認し、クメール語から英語に翻訳する。日本人団員は、国際支援機関や国際 NGO 等がこれまで実施して来たシルクプロジェクトの報告書や研究機関の文献を整理する。インタビュー調査は、日本人団員が事前に質問票を作成し、現地渡航時に養蚕農家 (タケオ州、シェムリアップ州等)、商業省及び農林水産省を訪問する。現地傭人が日程をアレンジし、当日は通訳として同行する。

② シルクのバリューチェーン各段階における SDGs (ジェンダー含め) への貢献を視覚化・具体化する。

- シルク石鹼のバリューチェーンにおける SDGs マッピング : 上記バリューチェーン調査情報も踏まえ、シルク石鹼のバリューチェーン構成を整理したうえで、各段階 (原材料、サプライヤー、調達、物流、操業、販売製品の使用、製品の廃棄等) に係る情報を収集・分析、SDGs の諸課題に対して負又は正の影響を与えうる領域を特定の上、特に影響の大きいことが想定されるものを優先課題として選定する。



図 3—2 バリューチェーンにおける SDGs マッピング例

出典：『SDG Compass』 (https://sdgcompass.org/wp-content/uploads/2016/04/SDG_Compass_Japanese.pdf)

- 負の影響の最小化及び正の影響の強化に必要な取り組みの具体化：上記 SDGs マッピングにより特定された優先課題に対して、調査を実施し、負の影響の最小化及び正の影響の強化に係る取り組みを考察、ODA 事業後のビジネスプランへの取入れを検討する。調査は、文献調査とステークホルダーへのインタビューを想定している。文献調査では、日本国内外の企業における SDGs への類似の取り組み例をインターネット検索し、情報収集する。インタビュー調査は、日本人団員が事前に質問票を作成し、現地渡航時に上記マッピングにて選定したバリューチェーンに係るステークホルダーを訪問する。現地傭人が日程をアレンジし、当日は通訳として同行する。
- シルク石鹸の PR 資料への掲載：消費者がシルク石鹸を購入・使用することにより、どのような SDGs への貢献につながるかを PR 資料にまとめる。

活動 4—2：ODA 事業後のビジネスモデルの策定とスケジュールを検討する。

- ① 石鹸工場を建設する候補地を選定する。
 - シアヌークビル州知事、シアヌーク港のルー・キム・チュン総裁、シアヌークビル州内において事業を行っている事業家等を介し、石鹸工場を建設する候補地を選定する。縫製工場のような広大な面積が必要ではないため、上下水道、電気、交通のアクセスの良さを重視する。
- ② 工場建設プランを作成する。
 - 工場建設候補地が確定した後、工場建設プランを作成する。株式会社マスターの保有している石鹸工場を参考にし、作業員の行動パターンを予測し、入出荷

導線が短く効率の良い動線を確保した工場建設プランを作成する。

③ 製造ラインの設計及び事業計画を作成する。

- ・ モニター調査の結果を基に、製造する石鹼を検討し、製造ラインの設計及び事業計画を作成する。CGS シルクプロテインのブランディングを基軸とした商品開発、営業戦略を策定する。株式会社マスターと JV で新たに現地法人を設立する計画であるため、融資や資金調達に関しては早めに方針を固める。

(2) 活動結果の実績

<成果 1 に係る活動>

活動 1 - 1 : RUA の研究施設内に、高品質なシルクプロテインの抽出／品質検査／粉末化を行う設備を設置する。

・ これまでの活動内容 : RUA への導入予定機材に関して、世界的な新型コロナウイルスの感染流行の影響により、納品時期の延期を複数回行う必要があったが、2021 年 8 月末時点で大部分の資機材が納品され、同年 10 月には発注したすべての資機材が納品された。2021 年 8 月末時点で未納であったものが、一部のパウチ資材及び試薬 4 種のみで消耗品に該当したことから、JICA 担当者との協議の上、同年 9 月 10 日にオンラインでの機材検収（稼働確認）を実施し、全ての検収対象機材が正確に設置され、正常に稼働することが確認された。同検収は、オンラインにて JICA 本部担当者、JICA カンボジア事務所担当者、及び本事業の業務主任者が参加し、現地にて RUA アグロインダストリー学部オンラインオンライン業務従事者等の立ち合いのもと、機材納品業者である X-Lab 社が稼働テストを実施した。

その後、研修及び RUA 主体によるシルクプロテインの抽出／品質検査／粉末化が行われる中で、RUA における電力が停止/不安定となり、実験に支障をきたす事案が報告された（例：フリーズドライヤーによる粉末化過程において電力が停止し、粉末化プロセスが中断した。SDS-PAGE による分析時に電力が不安定となり、十分な分析結果を得られず、実験を再度行う必要が生じた等）。RUA 実験棟における突発的な電力問題は本事業の計画時点では把握できなかったものであり、機材の維持管理にも支障を与えかねないため、RUA 及び X-Lab 社の助言に基づき無停電電源装置(UPS)を 1 台追加購入した（2022 年 3 月 16 日付で機材調達計画の変更に係る打合簿を取交済み）。また、RUA における試薬の在庫状況を定期確認していたところ、RUA 側より 2 種の試薬（①分子量マーカータンパク質、②氷酢酸）について追加購入の要望が出た。①分子量マーカータンパク質については調達計画数量内での追加購入であった一方、②氷酢酸は計画数量を超えることになったため、JICA 担当者と協議の上、2022 年 5 月 11 日付で機材調達計画の変更に係る打合簿を取り交わし、追加発注を行った。

2022 年 8 月末に RUA に導入した機材の 1 年間保証が満了することから、X-Lab 社とメン

テナンス契約について協議し、2022年9月に2022年10月末を期限とするメンテナンス契約を締結した。10月23日にメンテナンス記録を受領し、10月渡航期間中である10月24日にメンテナンス状況の検査を行った。検査では、RUAにおけるシルクプロテインの抽出／品質検査／粉末化を主担当しているアグロインダストリー副学部長も立会い、X-Lab社の担当エンジニアより各機材に行ったメンテナンス及び現在の状況に関する報告を受けた。問題なく稼働することを確認したことに加え、X-Lab社より今後の維持管理に関する助言も共有された。10月25日、CGSワーキンググループの最終ワークショップにて、RUA学長及び本事業の業務主任者が機材のハンドオーバーレターに署名し、JICAカンボジア事務所へ提出することで譲渡を完了した。なお、機材が導入されたRUAの実験室は、RUAによって「Silk Protein Laboratory」と名付けられ、実験室の入り口に表札がつけられている。



図3-3 機材を導入した Silk Protein Laboratory (譲渡前日の10月24日撮影)



図3-4 機材のメンテナンス状況の検査

・今後の課題と対応策：活動1-1は問題なく完了した。本事業終了後の維持管理に関して、RUAはX-Lab社より適切な維持管理方法に関する助言を受けており、定期的な清掃等を行っている。また、後述するように、今回導入した機材は、RUAがアグロインダストリー学部ポストハーベスト・テクノロジー学科に新設する（仮題）養蚕コース内のモジュール「Sericulture Processing (extraction/analysis/powdering)」や、CGSグループを介したシルクプロテインの品質検査や粉末化の発注を受ける際に使用される予定である。今後の課題としては、機材の維持管理に係る費用の工面があるが、アグロインダストリー学部長の考えとしては、当面はアグロインダストリー学部から工面しつつ、将来的にはシルクプロテインの抽出/品質検査/粉末化の外注を受けることで賄うことを目指している。

活動1-2：農業総局（GDA）からCGSの繭（複数品種）を入手し、RUAにてシルクプロテインを分析することにより、シルク石鹼製造に適した分子レベルがより小さくかつ良質なシルクプロテインが抽出できる蚕の品種を特定する。

・これまでの活動内容：第1回進捗報告書作成時点で、繭の調達先の候補地としてタケオ州、シェムリアップ州、バンテイミンチェイ州、コンボンスプーン州、カンダール州（バンティアイデック農業試験場）が適当ではないかとGDAより助言があった。そのた

め、2022年1月にシェムリアップ州、バンテイミンチェイ州、コンポントム州の農家から繭を入手し、翌2月に、シェムリアップ州産の繭1サンプル、バンテイミンチェイ州産の繭2サンプル、コンポントム州産の繭1サンプルについて、RUA主体によるシルクプロテインの抽出/品質検査/粉末化を行った⁵。その結果、4サンプルの中では、バンテイミンチェイ産のサンプルNo2が最も繭10gあたりのシルクプロテイン濃度(量)やシルクプロテイン粉末の収率が高いことが分かった(ただし、2月に品質検査を実施した4つのサンプルに関しては、遠隔での指導に基づき実施していたこともあり、その後、品質検査の過程またはシルクプロテイン量の計算にエラーがあった可能性が見受けられたため、ここでは、あくまで参考値に留める。後述するRUPPから入手した品種No.6及びNo.23の品質検査に関しては、MSUの外部人材が現地で監督しており、かつRUAの技術力も向上していたため、精度の高いデータとなっている)。

表3—2 繭10gあたりの品質検査・粉末化データ比較(4サンプル)

No.	サンプル繭の入手先(品種番号)	繭の数量	シルクプロテイン濃度(量) ($\mu\text{g}/\text{ml}$)	シルクプロテイン粉末 (重量・収率)	
1	シェムリアップ	95	85.59	2.30g	23%
2	コンポントム	116	96.39	2.30g	23%
3	バンテイミンチェイ No1	84	57.75	2.39g	23.9%
4	バンテイミンチェイ No2	130	112.66	2.55g	25.5%

注1：第2回進捗報告書(2022年6月)に掲載したデータから、シルクプロテイン濃度(量)を再計算し、修正した。ただし、シルクプロテイン濃度(量)の数値と、粉末の重量の数値との整合性が弱いため、品質検査過程または計算時にエラーがあった可能性がある。

他方、GDAや農家への聞き取りを含むシルクのバリューチェーン調査、及び第2回CGSワークショップ時の議論にて、農家から提供された繭がカンボジア産の品種か、海外種又は海外種とのハイブリッド種かの判別が難しい点が課題として挙げられた。同課題に対応するため、外部人材であるMSUの助言の元、品質検査データに「繭の形態学データ(繭の縦横の長さ、重さ、色等)」を追加することで、繭の形態から品種の区別を試行することとなった⁶。加えて、第2回CGSワークショップに参加した王立プノンペン大学(RUPP)より、同大学にて品種が特定されている繭を保管・管理している旨の情報共有を受けた。6月渡航時にRUPPを訪問し、RUPPが保有している全52種類の蚕の品種を確認したところ、MSUの外部人材がCGSとして有力な2品種(品種No.6及びNo.23)の選定を行うことができた。この時点から、RUPPにてカンボジア産として特定されており、かつCGSと

⁵シルクプロテインの抽出に関しては、活動2-3の研修にて試行した4つの抽出方法(①オートクレーブ使用(設定温度:121°C、抽出時間:60分)、②オートクレーブ使用(設定温度:121°C、抽出時間:30分)、③ホットスターラー使用(抽出時間:60分)、④ホットスターラー使用(抽出時間:30分))のうち、最も粉末の収率が高い可能性が示唆された①オートクレーブ使用(121°C、60分)を採用している。

⁶なお、形態学データでは、大まかな品種の類型ができるのみで、正確な品種の区別のためには遺伝子を調べる検査が必要とされた。本事業では、その後、RUPPにてカンボジア産として管理されていた品種の繭を入手できたことから、遺伝子を調べる調査は不要とした。

して有力な品種を、協力農家に配布し、栽培を依頼する方針へと転換した。ただし、上述の農家から繭 4 サンプルを入手した際、農家ごとに栽培環境や衛生管理に差が見受けられたことから、良質なシルクプロテインが抽出できる蚕の品種を特定するための品質検査は、RUPPにて栽培された繭にて実施することとした。



図 3-5 RUPP にて管理されている品種の繭サンプル



図 3-6 RUPP にて、CGS として有力な繭の選定を行う MSU 外部人材 (右)

8 月渡航時、RUPP にて栽培された 2 品種 (品種 No.6 及び No.23) の繭を入手し、MSU の外部人材の立会いの下、RUA によるシルクプロテインの抽出/品質検査/粉末化を実施した。その結果、カンボジア産品種として特定されている 2 サンプルの中では、No.23 が最も高いシルクプロテイン濃度 (量) を示し、シルクプロテイン粉末の収率も高いことが判明した。加えて、SDS-PAGE によるシルクプロテインの分子サイズの品質検査を行ったところ、いずれのサンプルも分子サイズが 250kDa 以上のものから、40kDa 以下のものまで含み、かつ大部分の分子が 250kDa 以上の分子サイズに該当することが分かった。案件化調査時に品質検査したカンボジアの繭の分子サイズは、300kDa 以上のものから 60kDa 以下のものを含んでいた。これらのシルクプロテイン量及び分子サイズの結果を含めて、MSU の外部人材が総合的に検討した結果、本事業で入手した繭品種の中では品種 No.23 が、日本の二化性種よりも分子サイズが小さく、化粧品に適しており、高品質なシルクプロテインが抽出できる蚕の品種として特定された。

2022 年 8 月に実施した 2 品種のサンプルの形態学データ及び品質検査データは、下表の通り。

表 3-3 繭 10g あたりの品質検査・粉末化データ比較 (RUPP の 2 サンプル)

No.	サンプル繭の入手先 (品種番号)	繭の数量	シルクプロテイン濃度 (量) (µg/ml)	シルクプロテイン粉末 (重量・収率)	
1	RUPP (No. 6)	184	64.65	2.62g	26.2%
2	RUPP (No. 23)	134	75.03	3.00g	30%

注：上述の 4 サンプルに係るシルクプロテイン濃度 (量) 分析はエラーがあった可能性があるが、粉末化後のシルクプロテイン粉末の重量・収率の比較から No.23 が最も良質であることが言える。

表 3-4 各サンプルの形態学データ比較

サンプルNo.	栽培地 (品種番号)	長さ (cm)	幅 (cm)	形	色	写真
1	Kompong Thom	3.2	1	A	3	
2	Siem Reap	4	1.2	A	4	
3	Banteay Meanchey No.1	3.8	1	A	4	
4	Banteay Meanchey No.2	3.5	1.2	A	4	
5	RUPP (No.6)	3	1	A	5	
6	RUPP (No.23)	3.5	1.4	A	4	

注：形に関しては、縦長の形を A、丸みを帯びているものを B として分類している。本事業で入手したサンプルではすべて A であったが、GDA が CGS ワーキンググループにて情報共有した白い繭は B タイプであった。

注：色に関しては、下記の色味表との比較にて分類を行った。

1	2	3	4	5
#fef8cc	#fff199	#ffeb66	#ffe433	#fd0

・今後の課題と対応策：本活動により、MSU の監修のもと、最も良質なシルクプロテインが抽出できる蚕の品種の特定が達成された。RUPP にて、品種が適切に管理されていたことが達成の貢献要因であった。他方、将来的には農林水産省下の GDA にて、同様の品種管理がなされることが理想的であり、後述する蚕の品種登録に関する進捗について、CGS グループにて引き続き情報共有がなされることになった。

活動 1-3：CGS シルクプロテインを配合したシルク石鹼を日本にてテスト製造する。

・これまでの活動内容：RUA にて CGS から抽出したシムリアップ産のシルクプロテイン（粉末）を 2022 年 3 月～4 月渡航時に受け取り、日本に持ち帰った。大阪の既存取引先の石鹼工場にサンプルを製造委託した。バンテイミンチェイ州の養蚕農家は、1 バスケットで約 2kg の蛹入りの繭を生産している。1 ターム（4 ヶ月）で 8 つのバスケットを使用しているため、約 16kg の蛹入りの繭を購入できる。年間に 3 回生産可能なため、50kg/年となる。初年度は、4 農家から合計 200kg/年を購入する計画であるが、蛹入りの繭は、1 kg

= \$11 のため、約 3kg のシルクプロテイン（粉末）の原料費は 2,200USD となり、100g の石鹼に 1%含有させるとしても、3,000 個分程度しか作れない計算となる。加工賃なども加味すると、このままでは非常に高価であることから、シルクプロテイン（粉末）を水溶させて、分量などを変えながら高品質な石鹼を製造できないか試作を行った。結果、配合率に関しては 100g の石けんに対して 1g のセリシン抽出液の配合が適量であると判明した。次に配合濃度に関しては、一般的には 1%配合が成分を特化した製品としては主流ではあるが、保湿力を更にあげる効果を求めて 2%配合にて試作した。1g つまり 1ml のセリシン抽出液に対して、2%の濃度を設定しているため、必要としているシルクプロテイン（粉末）は 0.02g となる。1ロットで最適な攪拌釜の製造数は 3,000 個であることから、60g のシルクプロテイン（粉末）が必要である。上記の表 3-3 から 134 個の繭から 3g のシルクプロテイン（粉末）が採れることから、2,680 個の繭が必要となる。重量にして約 5kg であることから、水溶性のセリシン抽出液を配合することで、1軒の農家の年間生産量から 30,000 個の石けんが製造できることが判明した。初年度の製造計画が 6 万個/年であることから、シルクアイランドの農家が丁寧に蚕を育てていけば十分に対応できる。他方、さなぎを活用する商談を進めている日本企業も最初はトライアルで始め、将来的には、500kg、1,000kg と取引量を増やしていくことを想定しており、順調に行けば、10 軒（80 バスケット）程度の生産量が求められるようになる。

2022 年 6 月、シェムリアップ産のシルクプロテイン粉末を使用したシルク石鹼サンプルをカンボジアに持参し、CGS ワーキンググループの第 3 回ワークショップにてデモンストレーションを実施した。同デモンストレーションは、CGS ワーキンググループメンバーのシルクプロテインの有用性に対する理解や、RUA のモチベーションの向上につながった。さらに、同月に活動 1-2 にて、選定した CGS として有力な 2 品種（品種 No.6 及び No.23）を日本に持ち帰り、シルク石鹼サンプルを製造した。

2022 年 8 月、品種 No.6 及び品種 No.23 のシルクプロテイン粉末を使用したシルク石鹼をカンボジアに持参し、CGS ワーキンググループの第 4 回ワークショップにて、再度デモンストレーションを実施した。同ワークショップでは、活動 1-2 で行った品種 No.6 及び No.23 の品質検査結果も発表され、No.23 が最も良質かつシルク石鹼配合に適した品種であると特定された旨を共有した。加えて、品種 No.6 及び品種 No.23 のシルクプロテイン粉末を使用したシルク石鹼は、活動 1-4 のモニター調査にも使用している。

2022 年 10 月渡航時には、追加製造した品種 No.23 のシルクプロテイン粉末を使用したシルク石鹼サンプルを持参した。本シルク石鹼は、CGS ワーキンググループに配布するとともに、CWEA（女性起業協会）、FASMEC（中小企業協会）及び RUPP におけるデモンストレーションにて使用した。シルク石鹼の良質な使用感を体験することで、シルク石鹼及びシルクプロテイン粉末への関心を高めることに繋がった。



図3—7 テスト製造したシルク石鹸サンプル



図3—8 CWEAにおけるデモンストレーション

・今後の課題と対応策：特になし。

活動1—4：テスト製造した石鹸のモニター調査を行い、シルク石鹸の効果を確認する。

・これまでの活動内容：活動1—3にてテスト製造したシルク石鹸を用いて、8月末～10月上旬にかけて、受注者の現地法人である iL BRiLLE (Cambodia)のサロンを訪れた顧客を対象に、モニター調査を実施した。モニター調査の回答者は合計21名であり、顧客の時間的制約があるためか、年齢層は50代以上が1名、40代が1名、残りの19名は20代と偏ったものとなった。調査回答者のうち、約86%がシルク石鹸の使用感を「とても良い」または「良い」と回答した。また、複数の回答者がシルク石鹸を使用後、「肌が柔らかくなった」「明るくなった」とコメントした。なお、「3. ビジネス化（事業展開）計画」にて既述したように、スキンケア商品購入のきっかけとなる点について、回答者の8割以上がスキンケア商品の購入時、SDGsに配慮した化粧品であることが「非常に重要である」または「重要である」と回答しており、SDGsへの関心の高さが伺えたことも特筆すべきである。

モニター調査の回答者数が限られ、かつ年齢層も偏ったものであったことから、モニター調査による効果の確認は限定的なものとなった。他方、2022年10月13日付の打合簿にて追加した、シルクプロテイン抽出液の有効性評価にて、日本の検査機関が2種類の評価を実施したところ、コラゲナーゼ活性阻害試験にて品種 No.23 のシルクプロテイン抽出液の有効性が確認された。評価結果及び期待される効果は、下表のとおり。客観的なエビデンスであり、モニター調査の結果とともに、活動3—2のシルクプロテイン粉末の有用性に関するPR資料に反映した。

表 3-5 品種 No. 23 のシルクプロテイン溶液に係る有効性評価の結果

No	有効性評価試験名	評価結果	期待される効果
1	コラーゲナーゼ活性阻害試験	阻害率約 89% (化学薬品 100%に対して)	コラーゲンを分解する酵素（コラーゲナーゼ）の阻害、肌のしわ予防、肌のハリ・弾力に対する効果（抗老化作用）
2	DPPH ラジカル消去能評価試験	ラジカル消去率 52.09% (標準物質（アスコルビン酸、一般的に化粧品に使用される良質のビタミン B）23.71%に対して)	活性酵素の除去、肌の老化予防

・今後の課題と対応策：特になし。

<成果 2 に係る活動>

活動 2-1： タイ国マハーサラカム大学（MSU）の協力の下、シルクプロテインの品質検査マニュアルが作成される。

・これまでの活動内容：後述の活動 2-3 のとおり、2021 年 7 月 20 日より研修が開始され、品質検査マニュアルの基になる研修資料を順次作成することから開始した。活動 2-3 にて、世界的な新型コロナウイルス感染拡大の影響により遠隔にて研修を開始していた中、2022 年 6 月に本事業初の対面での実習を行うことができた。MSU の外部人材が現地で研修を行う中で、RUA が問題なく、シルクプロテインの抽出/品質検査/粉末化を行えることを確認したことを受け、研修マニュアルの作成を開始した。RUA との協議を踏まえ、研修教材を土台とした品質検査に係る内容が網羅された品質検査マニュアル（PDF）と、シルクプロテインの抽出/品質検査の実習時に壁に投影することができる、実験手順に特化した品質検査手順書（PowerPoint）の 2 種類を作成することとした。品質検査マニュアルは、品質検査の実施者/指導者が使用することを想定し、実験手順に特化した品質検査手順書は、RUA にて新設するモジュールの授業でも使用することを想定している。

・今後の課題と対応策：特になし。

活動 2-2： RUA が持続的な品質検査体制を構築するためのありかたが検討される。

・これまでの活動内容：持続的な品質検査体制を構築するためには、人材育成スキームを構築することが重要であるため、RUA のアグロインダストリー学部長により研修生 10 名が厳選された。各回の研修実施後には、研修内容の理解及び知識の定着を促すために課題を設け、RUA 研修生 10 名を 3 グループに分け、各グループのリーダーを指名したうえで、グループ内で教えあいながら解答を作成する形式をとっていた。主だった研修がすべて終了して以降は、人材育成スキームの中核人材となるアグロインダストリー副学部長、アグロインダストリー学部ポストハーベスト・テクノロジー副学科長、及びアグロインダストリー副学部長に指導を受けている学生の合計 5、6 名が中心となって、RUA 主体によるシルクプロテインの抽出/品質検査/粉末化及びデータ管理を実施することで、現在及び次世

代の品質検査担当者/指導者層の育成が図られた。加えて、2022年9月には RUA 内でのインターンシップ活動として、シルクプロテインの抽出/品質検査/粉末化が取り上げられ、また8月の研修時には RUPP の学生も研修に参加し、本事業で育成された RUA の学生が指導を行う姿も確認された。10月渡航時には、シルクプロテインの品質検査を学部論文にて取り上げる学生も研修に参加しており、RUA 内のシルクプロテインの品質検査に係る人材育成が着実に進行していることが伺えた。



図3-9 RUA 内のインターンシップ活動

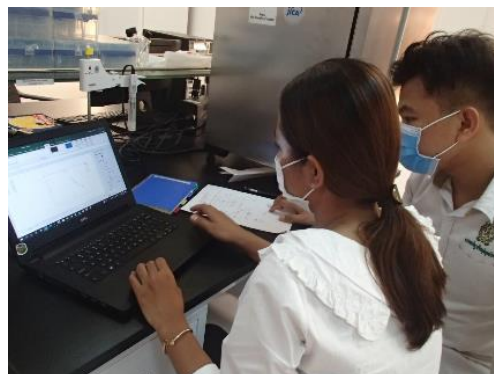


図3-10 SDS-PAGE の計算を行う RUA の学生

アグロインダストリー学部長によると、持続的な品質検査体制の構築の一環として、アグロインダストリー学部ポストハーベスト・テクノロジー学科の養蚕コース内に（仮題）Sericulture Processing (extraction/analysis/powdering)と題する新しいモジュールを設置する手続きを進めており、本事業の導入機材を活用するとともに、品質検査人材の育成を図ることのであった。また、現在、RUA の「戦略計画 2021-2030」を実施中であり、同計画を実施する中で、RUA が外部からの発注（シルクプロテインの抽出/品質検査/粉末化を含む）を大学のビジネスとして実施できる体制になることについても言及された。機材の維持管理等に係る予算は、当面はアグロインダストリー学部から工面するが、将来的には CGS グループを介したシルクプロテインの抽出/品質検査/粉末化の外部委託による収益で対応することを目指すとした。

・今後の課題と対応策：提案法人社は、2023 年中にシルクアイランドで繭の生産が出来るよう体制を構築していくことを計画していることから、シルクプロテインの抽出/品質検査/粉末化を RUA に委託することになる。CGS グループの活動を通じて、シルクプロテインの有用性を民間企業等に PR していくことが肝要である。

活動2-3：RUA 職員を対象に、CGS シルクプロテインの抽出技術/品質検査・分析技術/粉末化及び品質管理の研修が実施される。

・これまでの活動内容：CGS シルクプロテインの抽出技術/品質検査・分析技術/粉末化及び品質管理に係る研修について、世界的な Covid-19 の感染拡大を受けた渡航規制や外部人材である MSU の都合もあり、引き続きオンラインでの研修を継続した。第1回進捗報告書作成時、2021年7月～10月にかけて、CGS シルクプロテインの抽出/品質検査・分析

／粉末化の一連のプロセスを実習し、オートクレーブによる抽出及び分光光度計による品質検査（シルクプロテイン濃度（量）の測定）を重点的に行った。その後、2021年11月～12月にかけて、ホットスターラーによる抽出方法を実習し、10月の実習と併せて、全4種類の抽出方法を試行した（①オートクレーブによる抽出（設定温度：121℃、抽出時間：60分）、②オートクレーブによる抽出（設定温度：121℃、抽出時間：30分）、③ホットスターラーによる抽出（抽出時間：60分）、④ホットスターラーによる抽出（抽出時間：30分））。それぞれの抽出方法によって抽出されたシルクプロテイン液を分光光度計により品質検査したところ、①オートクレーブによる抽出（設定温度：121℃、抽出時間：60分）が最も多くのシルクプロテイン量を抽出できることが示唆された。そのため、活動1～2における「CGSとして有力な繭（複数品種）のシルクプロテインの品質検査」では、抽出方法を①オートクレーブによる抽出（設定温度：121℃、抽出時間：60分）に統一することとした。

2022年1月には、これまで研修してきた技術の中で最も難易度の高い、SDS-PAGEによる品質検査（シルクプロテインの分子サイズ）の実習を重点的に実施した。同実習をもってすべてのプロセスに係る実習を完了したため、2022年2月にはこれまでの研修の総まとめとして、シルクプロテインの抽出／品質検査・分析／粉末化の一連のプロセスを実習し、研修を終了した。最終回の研修以降は、活動1～2におけるRUA主体による各繭品種のシルクプロテインの抽出／品質検査・分析／粉末化を実施し、定期的に外部人材であるMSUによるモニタリング・指導を行う体制へと移行した。その後、2022年2月～4月までの活動1～2の進捗及びRUA側の要望を受け、2022年5月に復習研修として、SDS-PAGEによる品質検査の再実習及び同品質検査結果のレポート作成方法の再研修を行った。

2022年6月には、MSUの外部人材がカンボジアに渡航し、本事業初の現地での対面研修を実施することができた。同研修では、活動1～2において追加的に行うことになった繭の形態学データの記録方法の研修を行い、さらにSDS-PAGEの実習を復習した。既述したように、本事業では長期間に渡り、遠隔での研修を強いられてきたが、同月の対面研修にてRUAが問題なく、シルクプロテインの抽出/品質検査/粉末化を行えることを確認した。2022年8月には、MSUの外部人材が再度渡航し、RUA主体で実施したRUPPから入手した品種No.6及びNo.23の品質検査（活動1～2）に立ち会い、指導を行った。RUPPからの学生も受け入れ、RUAの学生とともに、指導を行った。本事業の最終渡航である2022年10月には、RUAからの要請があったSDS-PAGEの結果の計算/分析方法に関する再研修、及びこれまで作成してきた品質検査レポートの最終確認を行った。特に、本事業にて初めて品質検査を行った2022年2月分の品質検査レポートにて修正が必要な点があり、指導を行った。なお、2022年10月の復習研修には、シルクプロテインの品質検査を学士論文のテーマに選んだ、RUAの学生も参加した。今後、同学生の論文を指導する中で、蚕の品種ごとにシルクプロテインの品質検査を行い、比較を行う予定である。



図3-1-1 本本事業初の対面実習における SDS-PAGE の指導 (6月)



図3-1-2 RUPP 学生に助言しながら実習する RUA 研修生 (右から 2 番目) (8月)



図3-1-3 品種 No. 6 及び No. 23 の品質検査への立会い/指導 (8月)



図3-1-4 SDS-PAGE の結果の計算/分析方法の復習研修 (10月)

表3-6 研修実績 (2021年7月~2022年10月)

開催日時	形式	研修コンテンツ	対面/遠隔 (会場)
第1回 7月20日	講義	・プレテスト ・抽出技術/品質検査・分析技術 (試薬準備に係る基礎知識、計算方法、演習等)	遠隔 (RUA 実験室)
第2回 7月27日	講義	・抽出技術/品質検査・分析技術 (試薬準備に係る基礎知識、計算方法、演習等)	遠隔 (RUA 実験室)
第3回 8月3日	講義	・品質検査・分析技術 (バッファー準備に係る基礎知識、計算方法、演習等)	遠隔 (全員オンライン参加)
第4回 8月10日	講義	・品質検査・分析技術 (水素イオン濃度 (pH) に係る基礎知識、計算方法、演習等)	遠隔 (全員オンライン参加)
第5回 8月17日	講義	・品質検査・分析技術 (アミノ酸及びプロテインに係る基礎知識)	遠隔 (全員オンライン参加)
第6回 8月24日	講義	・品質検査・分析技術 (分光光度法や Bradford 法の原理、計算方法、演習等)	遠隔 (全員オンライン参加)
第7回 8月31日	講義	・品質検査・分析技術 (分光光度法や Bradford 法の原理、計算方法、演習等)	遠隔 (全員オンライン参加)
第8回 9月7日	講義	・品質検査・分析技術 (SDS-ポリアクリアミドゲル電気泳動(SDS-PAGE)の原理、計算方法、演習等)	遠隔 (全員オンライン参加)
第9回 9月28日	実習	・抽出技術/品質検査・分析技術 (試薬準備に係る資機材の使用法、試薬の準備に係る実習等)	遠隔 (RUA 実験室)
第10回 10月1日 (実験継続:)	実習	・実験 No.1: 繭 1 種に係る①シルクプロテイン抽出、②品質検査・分析及び③粉末化の一連のプロセスを実習 (オートクレーブを使用したシルクプロテインの抽出 (抽出条件: 121 度、60 分)、分光光度計を用	遠隔 (RUA 実験室)

10月2日 ～4日)		いた分析及びフリーズドライヤーを用いた粉末化) ・10月2日(土)～4日(月)にかけて、RUAにて粉末化工程を継続。適宜、講師による遠隔での確認及び助言を行った。	
第11回 10月12日	実習	・実験 No.2: 繭 1 種に係る①シルクプロテイン抽出、②品質検査・分析及び③粉末化工程に移るために必要なサンプルの事前冷凍を実施(オートクレーブを使用したシルクプロテインの抽出(抽出条件: 121度、60分)、分光光度計を用いた分析及び冷凍庫での事前冷凍)	遠隔 (RUA 実験室)
第12回 10月20日 (実験継続: 10月21日 ～28日)	実習	・実験 No.3: 繭 2 種に係る①シルクプロテイン抽出、②品質検査・分析及び③粉末化の一連のプロセスを実施(オートクレーブを使用したシルクプロテインの抽出(抽出条件: 121度、30分)、分光光度計を用いた分析及びフリーズドライヤーを用いた粉末化) ・10月21日(木)～28日(木)にかけて、RUAにて粉末化工程を継続。適宜、講師による遠隔での確認及び助言を行った。	遠隔 (RUA 実験室)
第13～16回 11月10日 11月16日 11月22日 11月30日	実習	・シルクプロテインの抽出/品質検査・分析/粉末化の一連のプロセスを実習した。抽出方法として、2021年10月までに実施していたオートクレーブによる抽出とは別に、ホットスターラー(抽出時間: 30分、60分)を使用した抽出を行った。 ・シルクプロテインの抽出/分光光度計による品質検査・分析/粉末化に係るレポート作成方法を研修し、RUAにレポート作成の課題を課した。	遠隔 (RUA 実験室)
第17回 第18回 12月7日 12月30日	実習	・シルクプロテインの抽出(ホットスターラー)/品質検査・分析/粉末化の一連のプロセスを実習。シルクプロテインの抽出後に残る繭繊維(フィブロイン)の重さを計測し、抽出液を粉末化した粉末の重さと足し合わせ、実験前の繭の重さ(10g)と変わらないかを比較した。このような比較を行うことで、実験の正確さを確認することができる。 ・第16回研修時に課題として提示した実験レポートについて、RUA側から提出されたものを確認し、改善点を協議し、レポート作成能力の向上を図った。	遠隔 (RUA 実験室)
第19回～ 第23回 1月3日 1月4日 1月5日 1月17日 1月18日	実習	・第19回～第21回の研修にて、SDS-PAGE(シルクプロテインの分子サイズを測る手法)による品質検査の初回実習を行った。SDS-PAGEに必要な試薬の準備、シルクプロテインの抽出、ポリアクリアミドゲルの準備及びラピダス・ミニスラブ泳動槽を用いたシルクプロテイン抽出液のシルクプロテイン濃度(量)及び分子サイズの分析を行った。 ・第22回～第23回研修にて、2回目のSDS-PAGEによる品質検査を実習した。	遠隔 (RUA 実験室)
第24回 2月2日	実習	・これまでの研修の総まとめとして、新たに入手した繭に関してシルクプロテインの抽出/品質検査・分析/粉末化の一連のプロセスを実習した。品質検査時には、分光光度計を用いたブラッドフォード法によるシルクプロテインの量の検査と、SDS-PAGEによるタンパク質の分子サイズの検査の両方を行った。品質検査作業は、翌2月3日まで継続され、外部人材であるMSUが適宜遠隔指導した。	遠隔 (RUA 実験室)
復習研修 5月3日	実習	・SDS-PAGEによる品質検査の再実習及び同品質検査結果のレポート作成方法を再研修した。	遠隔 (RUA 実験室)
復習研修 6月13日	実習	・繭の形態学データの記録手順の研修、SDS-PAGEの再実習を行った。同研修を通じて、RUAが問題なく、シルクプロテインの抽出/品質検査/粉末化を行えることを確認した。	対面 (RUA 実験室)

品質検査への立会い 8月22日	実習	<ul style="list-style-type: none"> ・RUPPより入手した品種 No.6 及び No.23 の繭に関して、RUA による品質検査に立ち会い、必要に応じて指導を行った。 ・なお、本実習には RUPP の学生も参加した。 	対面 (RUA 実験室)
復習研修 10月26～27日	座学	<ul style="list-style-type: none"> ・SDS-PAGE の結果の計算/分析方法の再研修、これまで作成した品質検査データレポート内容の最終確認を行った。 ・なお、本研修にはシルクプロテインの品質検査を学部論文に取り上げることとなった、RUA の学部生も参加した。 	対面 (RUA 実験室)

・今後の課題と対応策：2021年7月～2022年5月まで遠隔での研修を強いられた中、2022年6月、8月、10月の渡航時には、RUAへの技術移転が着実になされていたことを確認することができた。技術が持続するためには定期的な実習が必要と考えられるが、上述したRUAの新設モジュールでの指導や、シルクプロテインの品質検査をテーマとする学生への指導、CGSグループからの品質検査依頼があることで、活動が継続されることが想定される。

活動2-4：CGSワーキンググループにてRUAがシルクプロテインの品質認証機関として登録されるための方策が検討される。

・これまでの活動内容：現地コーディネーター及びテクニカルアシスタントと連動し、公的な品質認証機関として登録されるために必要な手続きについて、関係各省にヒアリングを行ってきた。また、シルクプロテインの品質認証機関として登録されるための方法についてRUAともディスカッションを重ねてきたが、カンボジア国内の既存の制度では有用な方策が見つけられなかった。他方、第5回CGSワークショップにおいて、RUA、RUPP及びITCをテクニカルアドバイザーとして位置づけるCGSグループ構想が提案され、参加省庁から賛同を得られたことは特筆すべきである。テクニカルアドバイザーは、コーディネーター役を務めるCGSグループを介して、企業等の顧客からシルクプロテインの品質検査を受注することや、農家への技術的な指導を行うことが想定されている。（CGSグループ構想の詳細は、活動3-4を参照）

・今後の課題と対応策：本事業期間中には、RUAが公的な認証機関として登録されるための制度や方策を確認することができなかった。ただし、本事業で設置したCGSワーキンググループのメンバー省庁が、「CGSグループ」として本事業終了後も継続されることとなった。その中でRUAが他の大学機関とともに、品質検査の受注を含むテクニカルアドバイザーとして位置づけられたことは、大きな成果であると言える。CGSグループは、目的の一つとして、CGSとして有力な蚕品種の公的な登録について協力していくことを掲げており、品種登録のためには品質データが必要であり、その検査を行う機関として、RUAが選定されるようCGSグループを通じて働きかけていく。

<成果3に係る活動>

活動3-1：繊維産業以外でのシルクプロテインの活用可能性について調査を行い、活

用方法等を策定する。

・これまでの活動内容：日本及びタイ国でのシルクプロテインの活用実態に係る調査を行った。世界のシルクタンパク質市場のトップリーディングカンパニーは、SilkTech Biopharmaceuticals、Huzhou Aotesi Biochemical、Kraig Biocraft Laboratories Inc（トレーディングシンボル：KBLB）、Evolved by Nature（旧 Silk Inc）、Huzhou Xintiansi Bio-tech Co.Ltd、Proteina SUBONEYO CHEMICALS、Bolt Threads AMSilk GmbH などがある。

一般的に、シルクプロテインは種類別（粉末、油）、用途別（パーソナルケア、薬・栄養補助食品、その他）などに分類されるが、本調査では、種類別（粉末）、用途別（パーソナルケア、薬・栄養補助食品、その他）の調査を行った。

タイでは、セリシンとフィブロインの両方のシルクプロテインが粉末に加工されている。セリシンパウダーは、黄色く、多少匂いが残るため、化粧品に多く採用されており、サプリメントとしては、香りが少なく淡い色のフィブロインパウダーが使用されている。フィブロインパウダーを含むミートボールとソーセージのメーカーは、ホウ砂やグルタミン酸ナトリウム（MSG）を添加しない方が、食感が良く、麺はサクサク感が増すとしている。アイスクリームにシルクプロテインパウダーを使用しているメーカーは、乳化剤または安定剤をシルクプロテインパウダーで置き換えることにより、アイスクリームのテクスチャーを安定化及び改善している。シルクパウダーを含むアイスクリームは、スプーンですくいやすく、ゆっくりと溶ける性質があり消費者に好まれている。医療用に使用されているフィブロインは、生分解に適しており、さらに生体適合性に優れているため、縫合糸、創傷被覆材、コンタクトレンズ、人工皮膚などに使用されている。

日本におけるパウダータイプのプロテインは、カゼイン、大豆タンパク質、ホエイタンパク質が主な原材料となっている。2000年代半ばまでごく一部のトップアスリートの利用に限られていたが、08年頃からライトユーザーにも広がりを見せ、15年以降はたんぱく質摂取の重要性が理解されたことやロカボ（低糖質食）の普及、スポーツ人口の増加などから市場は年々成長を続けている。さらに、市場を盛り上げているのが、より手軽にたんぱく質を摂取できるたんぱく補給食品の存在が大きい。20年のたんぱく補給食品の市場（見込み）は対前年比 11.8%増の 1,727 億円となった⁷。プロテインパウダー同様、コロナ太りや運動不足解消の目的のほか、テレビ番組のプロテイン特集で各種たんぱく補給食品が取り上げられたことも影響していると考えられる。新商品の開発・発売が相次いでいることもあり、プロテインの市場は今後も成長していくとみられている。飲料をはじめ、ヨーグルトやチーズなどの乳製品、菓子類やアイス、グラタンやスープといった加工食品まで、幅広く展開している。シルクプロテインは、カゼイン、大豆タンパク質、ホエイタンパク質よりも高価であるため、低価格製品には活用しづらいが、肉から摂取したタンパク質に比較し、シルクプロテイン（微粉末）のシルクアミノ酸が吸収されるスピードは、約2倍であることが分かっている。胃腸でタンパク質がアミノ酸に分解、吸収されるのには時間

⁷ 株式会社富士経済 <https://www.fuji-keizai.co.jp/report/detail.html?code=162007902>

がかかり、その過程でアミノ酸自体が消費されてしまうこともある。一方、シルクプロテイン（微粉末）のシルクアミノ酸は分子サイズが小さいため、体に無理なく吸収される。さらに、シルクアミノ酸は体に欠かせない必須アミノ酸を含む 18 種類のアミノ酸から成り、コラーゲンの主成分となるグリシン、アラニンや、育毛の定番食の昆布やワカメなどの海藻類から摂れるグルタミン酸やアルギニンを豊富に含むことで注目されている。上記の理由から、「カ」国で生産される CGS シルクプロテイン（微粉末）は、今後、パーソナルケア、薬・栄養補助食品、化粧品などへの需要が期待される。

・今後の課題と対応策：特になし。

活動 3-2: シルクプロテインの有用性に関する PR 資料を作成する。

・これまでの活動内容：シルクプロテインの有用性に関する PR 資料（日本語、英語、クメール語版）を作成し、印刷のうえ、第 5 回 CGS ワークショップ、及び 10 月渡航時の各省庁との面談や CWEA 等へのシルク石鹼を使用した洗顔方法を紹介するデモンストレーション実施時に配布し。PR 資料には、次の項目を含めた。1) シルクプロテインの有用性の実証、カンボジアの産官学連携の実現、2) カンボジアのシルク産業、盛衰の歴史、3) 絹製品以外のシルク活用の模索、4) 活用例：シルク石鹼、5) カンボジア・ゴールデンシルクの未来、商品購入による SDGs への貢献。活動 1-2 において特定された良質なシルクプロテインを抽出できる蚕の品種、活動 1-4 において明らかとなったシルク石鹼の効果に関するモニター調査及び有効性評価の結果等を示しながら、シルクプロテインの有用性を普及することを目指した。

・今後の課題と対応策：特になし。

活動 3-3：カンボジア産シルクのブランディングを促進するため、特定された良質なシルクプロテインが抽出できる蚕の品種が「CGS」として「カ」国政府から認定される方策について検討する。

・これまでの活動内容：現地コーディネーター及びテクニカルアシスタントと連動し、農林水産省（MAFF）及び農業総局（GDA）に、「カ」国が現在行っている米・野菜・果物等の品種登録、品種保護の方法を確認した。当初、GDA から、実証調査のエビデンスに基づき、CGS ワークショップにて協議を行い、認定していく流れで良いという返答を得ていた。しかし、第 2 回ワークショップ内で、GDA から、MAFF に品種登録する委員会があることが共有された。なお、種子局では、野菜・果物・穀物などの品種登録が行われているが、家畜（蚕も含む）に係る品種登録はされていないとのことであった。ただし、本事業の最終渡航である 2022 年 10 月渡航時に、農林水産省長官（元 GDA 総局長）と面談した際には、蚕の品種登録の必要性への理解が示され、今後、農林水産省長官及び GDA にて協議をしていくと発言されたことは特筆すべきであろう。

一方、「カ」国のブランド認証を受けているカンボット州のコショウである「カンポッ

トペッパー」は、MAFF が特段の認定プロトコルがあるわけではなく、商業省（MOC）の知的財産局（DIPR）管轄の商標登録が重要視されている。「カ」国 MOC に現地備人が出向き調査を行ったところ、昨今「カ」国では 1 年から 2 年程度の審査期間が必要であることが判明した。さらに、カンボジア・ゴールデンシルク (CGS) については、国名も入るため商標登録申請の際にエビデンス等の提出が望ましいとの情報を得た。これを受けて、提案法人はカンボジア・ゴールデンシルクのロゴデザインを作成し、先に日本で 2022 年 5 月に商標登録申請を終え、登録が完了している。「カ」国においても、MOC から商標登録申請に必要な書類を入手し、CGS 及び食用として蚕のさなぎを申請した。加えて、工業科学技術革新省（MISTI）は、革新的な技術に対して証明書を発行していることから、高品質な CGS シルクプロテインの製造技術について、王立農業大学（RUA）と共に書類を作成し、2022 年 11 月に申請書を提出した。しかし、MISTI から追加資料を求められたことから、RUA 及び外部人材の協力の下、作成を行っている。

・今後の課題と対応策：本事業終了後も CGS ワーキンググループが「CGS グループ」と改名し、継続されることになった。同グループの目的の一つに、公的な蚕の品種登録に向けた協力が含まれており、定期ミーティングにおいて、随時 MAFF による CGS の品種登録に向けた動きが情報共有されることになっている。このため、提案法人は引き続き RUA と「CGS グループ」をフォローアップしていく。

活動 3-4：CGS シルクプロテインを普及することを目的としたワークショップを開催する。

・これまでの活動内容：本事業の期間中、全 5 回の CGS ワークショップを開催した。各回のワークショップにおける主な発表や成果は下表のとおり。

表 3-7 CGS ワークショップの概要及び成果

ワークショップ名 (開催月)	主な発表内容 (発表者)	主な成果
第 1 回 CGS ワークショップ (2022 年 2 月)	<ul style="list-style-type: none"> ・カンボジアのシルク産業の現状と課題、CGS ワーキンググループ設置の意義 (RUA) ・シルクプロテイン及びそのタイにおける活用方法の紹介 (MSU) ・シルクプロテインの抽出/品質検査/粉末化に係る研修の進捗報告 (RUA) 	参加者にて認識の共有を図るとともに、農林水産省農業総局 (GDA)、商業省 (MOC)、工業科学技術革新省 (MISTI)、文化芸術省 (MCFA) 及び女性省 (MOWA) 等が参加する CGS ワーキンググループを設置した。
第 2 回 CGS ワークショップ (2022 年 5 月)	<ul style="list-style-type: none"> ・「カ」国の養蚕の概況 (GDA) ・「カ」国におけるシルク産業やシルクバリューチェーンの現状及び課題 (本事業) ・シルクプロテインの品質検査に係る進捗報告 (RUA) 	蚕の品種登録方法に関して活発な意見交換が行われ、蚕の品種の特定や、蚕の品種登録に係る課題が共有された。加えて、同ワークショップに参加していた、シルクセンターを保有する王立プノンペン大

		学 (RUPP) が、同大学で飼育している蚕の品種に関して情報共有を行った。
第 3 回 CGS ワークショップ (2022 年 6 月)	・「カ」国における零細・中小企業 (MSMEs) のオンライン登録制度 (MISTI)、2 種類の商標登録制度 (MOC)、シルクプロテインの品質検査に係る進捗 (RUA)	「カ」国における MSMEs のオンライン登録制度、2 種類の商標登録制度、RUA におけるシルクプロテインの品質検査 (繭の形態学データ) に係る進捗等を共有した。意見交換では、MOC 内の他の認証制度 (地理的表示 (GI) 保護制度) に係る質問が提示され、今後、更なる情報収集を行うこととした。
第 4 回 CGS ワークショップ (2022 年 8 月)	・「カ」国における絹織物・伝統織物の歴史、現状及び課題 (MCFA) ・日本流の SDGs ビジネス (本事業) ・シルクプロテインの品質検査に係る進捗 (RUA)	特に、RUPP より入手したカンボジア産品種 No.23 のシルクプロテイン量が最も高いことを共有し、RUPP から同品種の栽培過程に係る情報共有を得た。品種管理の重要性を CGS ワーキンググループメンバー間で共有した。
第 5 回 CGS ワークショップ (2022 年 10 月)	・過去の CGS ワークショップ成果の振り返り、提案法人社のシルク石鹼ビジネスに係る今後の展望 (本事業) ・シルクプロテインの品質検査に関する最終報告、シルクプロテインの持つポテンシャルの普及に向けた RUA の今後のコミットメント (RUA) ・CGS の有用性の普及に向けて取るべき方策 (CGS ワーキンググループメンバーによるディスカッション)	RUA による品質検査の最終報告がなされるとともに、今後のコミットメントとして、シルクプロテインの抽出/品質検査/粉末化を実施可能な人材育成 (新モジュールの設立、インターンシップや研修の受け入れ)、及び外部からのシルクプロテインの抽出/品質検査/粉末化の注文を受けることが発表された。加えて、RUA が提案した CGS グループ構想に関して議論し、CGS ワーキンググループの参加省庁の賛同を得られた。

全体を通して、CGS ワークショップでは、関係省庁間にて、シルク産業及びバリューチェーンの現状・課題、シルクプロテインの有用性、「カ」国における蚕の品種登録の現状及び課題等が共有された。このような情報共有の中で、本事業が農家から入手した蚕の品種がカンボジアの品種か、外国の品種とのハイブリッド種かどうかの特定が難しいことが明らかとなり、その後、王立プノンペン大学 (RUPP) にて蚕の品種管理が適切になされていることの情報共有を受けた。このような CGS ワークショップを通じたファインディングは、本事業の転換点となり、RUPP にて管理されていた蚕品種から特に良質なシルクプロテインを有する品種の特定に繋がり、特定された良質な品種の蚕の卵を農家に配布し、栽培を依頼する方針へと変更がなされた。

最後の第 5 回 CGS ワークショップでは、RUA より、本事業終了後も CGS ワーキンググ

ループを「CGS グループ」と改名して継続開催することが提案され、参加省庁の賛同を得られた。本ワークショップの意義が参加省庁に認識されたことが伺える。RUA が第 5 回ワークショップにて提案し、合意された「CGS グループ」構想の概念図及び概要は、下図のとおり。

CGS Group for Sericulture Grow

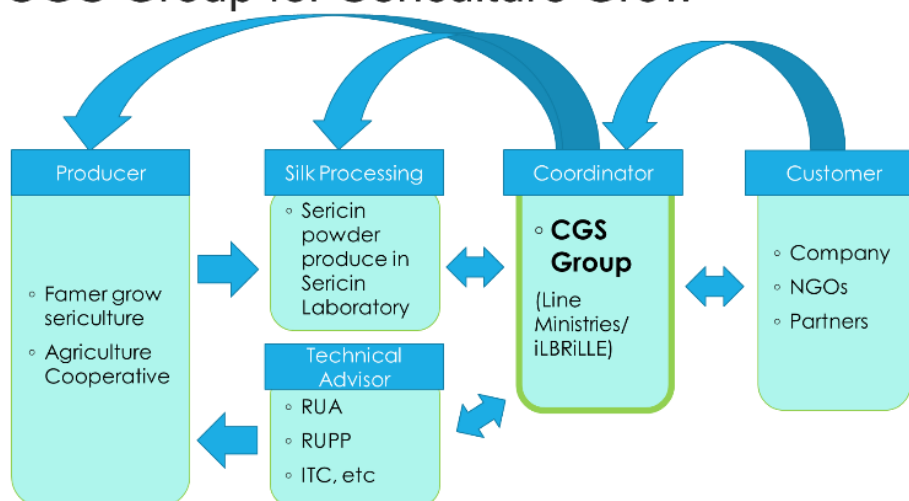


図 3—1 5 CGS グループ構想

表 3—8 CGS グループの概要（案）

目標（案）	<p>CGS グループは、「カ」国のシルク産業の振興を目指し、「シルク」及び「シルクプロテイン」のさらなる活用を促進するとともに、カンボジア・ゴールデンシルク（CGS）のブランド化を実現させる。</p> <p>1) 品種 No.23 の保護 2) シルクプロテインの活用促進と価格の安定化 3) 「カ」国に蚕の品種登録ができる仕組み作り</p>
活動（案）	<p>1) 定期的なミーティングを年 2 回開催 2) 「シルク」及び「シルクプロテイン」に関する最新情報の共有、情報発信 3) 高品質な CGS の生産促進（高収量な桑の生産を含む） 4) 高品質な CGS 品種の研究</p>

各ワークショップでは、RUA の学生及び関係者による SNS 発信を促して来た。第 5 回ワークショップでは、「カ」国の情報省のメディアチームが、10 月渡航時に実施した各省庁との面談及び第 5 回ワークショップの様態を撮影し、情報省及び Radio National Khmer のホームページに掲載された⁸。

・今後の課題と対応策： 上述の CGS グループ構想とは、CGS グループをコーディネーターとして位置づけ、民間企業や NGO 等と、シルクの生産者、テクニカルアドバイザーと

⁸ Radio National Khmer : <http://rnk.gov.kh/1666707580>
<http://www.rnk.gov.kh/il-brille-2>
 情報省 : <https://www.information.gov.kh/articles/90036>
<https://www.information.gov.kh/articles/90196>

しての大学機関を結び付けることを想定している。「カ」国のシルク産業の振興を目指し、「シルク」及び「シルクプロテイン」のさらなる活用を促進するとともに、カンボジア・ゴールデンシルク（CGS）のブランド化を実現させることを目標としている。良質なシルクプロテインを生産できると特定された品種 No.23 の保護、シルクプロテインの活用促進、及び価格の安定化を図るとともに、オフィシャルに CGS として、蚕の品種登録ができる仕組み作りを行うための働きかけを行うことを計画している。RUA は、その中でシルクプロテイン加工（抽出/品質検査/粉末化）や品質検査の実施を担う機関の一つとして位置づける。本構想はあくまで概要を最終 CGS ワークショップにて合意されたものであるが、詳細に関しては、本事業終了後に年 2 回 RUA にて開催される定期ミーティングにて詰めていくことになった。なお、提案法人も民間企業の代表として、CGS グループに参加し、同社のシルク石鹼及び「カ」国内外のシルクプロテインビジネスに関する情報のアップデートを積極的に実施していく。

活動 3－5：産官学連携の CGS ワーキンググループを設置する。

・これまでの活動内容：RUA と、CGS ワーキンググループの活動概要（活動の目的、組織体制、ワークショップの参加条件、活動日程等）を検討し、協議を重ねてきた。CGS ワーキンググループに参加するメンバーを選定するため、RUA から関係省庁の大臣宛てにオフィシャルレターを発出した。在京大使館にも、適宜情報の共有を行っている。2022 年 2 月に、RUA の大講堂にてキックオフミーティングを開催し、正式に CGS ワーキンググループが設置された。関係省庁の他に、シルクのテキスタイルを製造販売している女性オーナーや、CWEA のメンバーであるサロン経営者など民間企業も参加した。

・今後の課題と対応策：これまでに開催された CGS ワークショップでは、民間からの参加が想定よりも限られていたことから、CGS グループの活動を通して、さらに民間企業の積極的な参加を働きかけていくことが求められる。関心を持つ民間企業を養蚕農家及び大学機関につなぐことが「カ」国のシルク産業の振興には重要である。提案法人は、「シルク」及び「シルクプロテイン」の有用性に関する情報を SNS やメディアを活用して発信してだけでなく、展示会やトレードフェア等に出展し、プロモーションすることなども検討していく。

<成果 4 に係る活動>

活動 4－1：シルク石鹼のバリューチェーンの明確化及び各段階における課題及び SDGs（ジェンダー含め）への貢献可能性を整理する。

・これまでの活動内容：COVID-19 の影響を受け、2021 年 4 月に計画していた初回現地調査を延期した。現地コーディネーター及びテクニカルアシスタントと連携し、遠隔にて調査を実施できるか検討していたが、4 月 15 日にプノンペン都及びカンダール州がロックダウンとなったことを受け、解除されるまで現地調査は延期することとなった。このため、

国内にて国際支援機関や国際 NGO 等がこれまで実施して来たシルクプロジェクトの報告書や研究機関の文献を整理した。「カ」国では、シルクに係る調査は頻繁に行われておらず、公式に発表されている最新の情報は、国際貿易センターの「Cambodia National Silk Strategy 2016-2020」であった。UN Comtrade⁹ のデータベースを参照したところ、2019 年はシルク糸 7,553kg (118,667 USD)、2020 年はシルク糸 7,435kg (192,356 USD) を輸入していた。また、この他にシルク織物製品も 2019 年は 614,425kg (6,529,054 USD)、2020 年は 367,967kg (4,134,802 USD) を輸入していた。これに対して 2019 年の輸出は絹織物 173kg (3,043 USD)、2020 年の輸出は生糸 1,000kg (15,000 USD) のみであった。

2022 年 1 月に初回渡航が実現したため、第 1 回渡航の 2 月 5 日～9 日 (5 日間)、さらに第 3 回渡航の 4 月 28 日～5 月 5 日 (8 日間) にてシルクのバリューチェーン調査を実施した。現地調査は、日本人団員が事前に質問票を作成し、テクニカルアシスタントと共に、各ステークホルダーを訪問し、インタビューした。本調査の結果は、第 2 回 CGS ワークショップにて発表した。

シルク石鹼のバリューチェーンにおける SDGs への貢献の視覚化・具体化に関しては、まず上記のシルクのバリューチェーン調査時にジェンダーに関する質問項目を含めることで、養蚕農家のジェンダー状況の把握を試みた。バリューチェーン調査実施時、Covid-19 の感染拡大を受け、生産を止めている養蚕農家が多く、2 軒のみへの聞き取りとなったため、一般化するには少ない件数となったが、次のような男女の役割分担が共通して見られた：1) 家事に関しては、水汲みは男性が行う事として認識されていたが、それ以外の料理、食器洗い、家の清掃、洗濯、食材や日用品の買い物、子供の世話、病人の看病は女性が行っている、2) 桑の葉栽培の工程に関しては、男女ともに従事しているが、肥料やりは女性が行うことが多く、栽培する土地の選定、土地の準備、水やり、桑の葉収穫は男性が行うことが多い、3) 蚕の卵の栽培～養蚕～繭から生糸への加工～販売に関しては、生糸への加工は女性のみが行い、それ以外は男女ともに従事するが、販売も含めて女性が行うことが多い。4) 養蚕による収入の使い道は、男女ともに決定する。ただし、高額商品の購入は男性が決めることが多いとの意見もあった。これらの分析から、傾向として、力のいる仕事や多くのお金が絡む決定は男性が担うことが多く、水汲みを除く家事や養蚕から販売までは女性が担うことが多いことが伺える。2016 年に策定された「カ」国の国家シルク戦略では、「高付加価値のシルク製品を生産し、シルク産業に携わる女性と男性の持続可能な収入をもたらす、養蚕業の活性化及びシルクセクターの近代化」がビジョンとして掲げられている。このため、提案法人のシルク石鹼ビジネスでは、契約交渉を行う際に、男女の不平等を生まないよう十分留意する。

上記の養蚕農家への聞き取り情報に加え、日本国内の企業における SDGs への類似の取組を行っている事例をインターネット検索し、参考情報の収集を行った。これらの情報と、

⁹ <https://comtrade.un.org/>

2022年11月時点のシルク石鹼ビジネスの構想に鑑み、シルク石鹼のバリューチェーンにおけるSDGsへの貢献の想定を下図のように整理した。本事業で作成したPR資料は、紙面が限られていることもあり、消費者がシルク石鹼を購入することにより、「農家の収入向上」に貢献（SDGs目標1「あらゆる場所のあらゆる形態の貧困を終わらせる」への貢献）する点を記載した。

- ・今後の課題と対応策：特になし。

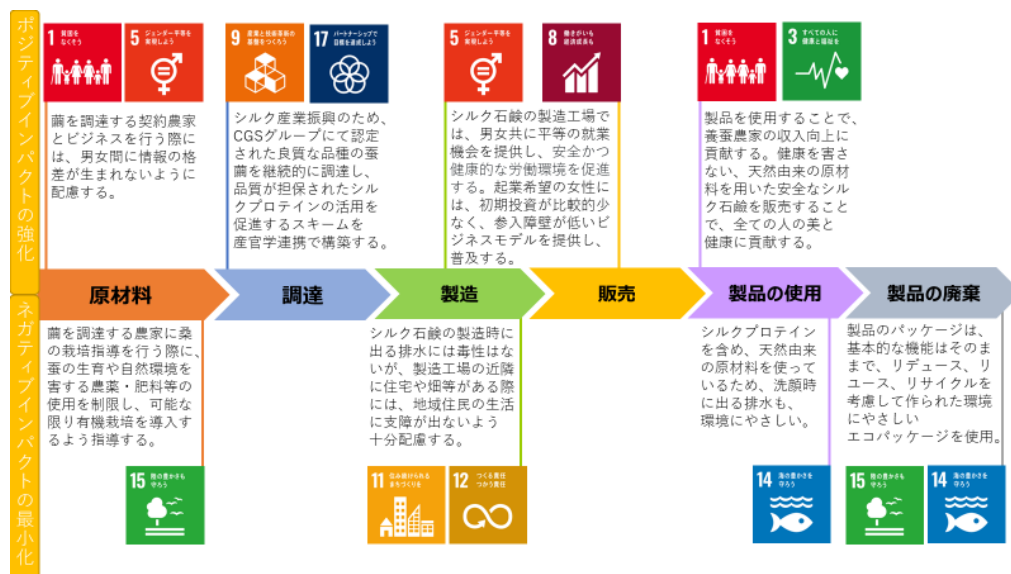


図3-16 シルク石鹼のバリューチェーンにおけるSDGsマッピング

活動4-2：ODA事業後のビジネスモデルの策定とスケジュールを検討する。

・これまでの活動内容：有力候補地のシハヌークビルもコロナ感染が拡大し、ロックダウンしたことから、情報収集が延期となった。しかし、現地コーディネーター及びテクニカルアシスタントと連携し、遠隔にて、石鹼工場の候補地選定に必要な基礎情報収集を徐々に進めた。2022年1月に初回渡航が実現したため、JV先として予定している補強人材の株式会社マスターが作成した質問事項を現地で調査を開始した。4月28日～30日（3日間）において、シアヌークビル州知事及びシアヌークビル港経済特区（SPSEZ）シアヌークビル総裁を訪問し、情報収集を行った。工場建設の候補地としているSEZ内を視察し、必要な情報はほぼ収集することができた。しかし、想定している石鹼工場よりも1区画のスペースが広すぎたことから、SEMsでも投資しやすい環境づくりとして、一部エリアを細分化することを提案した。どのようにSPSEZを運営していくかまだ方針が固まっていないとのことであったが、前向きに検討していくとのことであった。

その後、2022年9月にシハヌークビル湾公社（PAS）を再訪した際に、Container Freight Station（CFS）の跡地のレンタル工場の提案を受けた。同行した株式会社マスターの専門家と共に視察を実施したところ、天井高、二重ドア、また入出扉にはエアコンプレッサー等が配備しており、化粧品の製造に求められる品質・安全性に関する国際規格「ISO22716

（化粧品 GMP）」に該当することがわかった。老朽化している部分もあるが、建屋を一から建設する必要がないため、初期投資及び立ち上げ期間が当初計画よりもかからないことから、第一候補とした。現在の空き状況は 2100 m²であるが、提案法人が使用する部分は 400 m²程度で計画している。

・今後の課題と対応策：2022年11月現在のところ、本事業契約時と為替の状況が一変し、世界的な原油高から原材料費が高騰しており、規約時の 2.5 倍になっている。このため、事業投資計画について見直しを行い、JV 先の株式会社マスターと共に投資機会を伺いつつ、当初の計画より 1 年程度後ろ倒しにすることを決定した。2023 年 12 月に工場用地を選定し、契約することを想定している。具体的な用地が確定した後、株式会社マスターの保有している石鹼工場を参考にし、作業員の行動パターンを予測し、入出荷導線が短く効率の良い動線を確認した工場建設プランを作成する。

（3）導入済機材（別添：貸与物品リスト）

別添した貸与物品リストを参照。

6. 事業実施国政府機関（カウンターパート機関）の情報

（1）カウンターパート機関名

王立農業大学（RUA）

（2）基本情報

1964 年創立の RUA は、「カ」国で最もハイレベルな農林水産省管轄の農学系高等教育機関で、10 学部、博士課程を有する。食品研究開発センター等、12 の研究センターを有し、総数約 3,600 人の学生が学んでいる。

（3）カウンターパート機関の役割・負担事項（実績）

- ・カウンターパート機関である RUA は、本事業の主担当としてアグロインダストリー学部長と副学部長を任命し、前者が全体の取りまとめや機材の管理責任者を担い、後者が機材の維持管理活動やシルクプロテインの抽出/品質検査/粉末化に係る研修の RUA 側の取りまとめを担った。
- ・カウンターパート職員がプロンペン以外で活動することはなかったため、日当宿泊費の支払いは発生しなかった。
- ・本事業によって導入した機材設置に適した実験室が提供され、実験室に要する公共料金（水、電気など）は、RUA によって負担された。
- ・本事業で実施したシルクプロテインの抽出/品質検査/粉末化に係るデータ等、適切に共有され、調査の実施許可も得られた。
- ・本事業にて導入した機材のうち、「カ」国外からの輸入が必要であったものに関して、

RUA によって「カ」国で課される税の免除のために必要なレターが発行され、免税措置を受けることができた。

- CGS ワーキンググループのワークショップ開催に際して、RUA 内の会場が手配され、会場設営や音響・マイクの準備等、必要なサポートが提供された。

(4) 事業後の機材の維持管理体制

- 2022年10月の最終渡航時に、本事業にてRUAの実験室に導入した機材をJICAから現状のままRUAに譲与した。機材の引き渡し後は、事業実施期間中と同様に、RUAのアグロインダストリー学部副学部長が中心となって維持管理を行う。機材に不具合が生じた際には、提案法人が機材の譲渡前までメンテナンスに係る契約を締結していた現地企業とRUAが連絡を取り合える体制となっている。
- 機材が導入されたRUAの実験室は、RUAによって「Silk Protein Laboratory」と名付けられ、実験室の入り口に表札がつけられている。同機材及び実験室は、アグロインダストリー学部ポストハーベスト・テクノロジー学科に新設予定の養蚕コース（仮題）のシルクプロテインの抽出/品質検査/粉末化に係るモジュールにて活用されるとともに、外部からのシルクプロテインの抽出/品質検査/粉末化の受注を受けた際に使用される事が計画されており、RUA内で手続きが進められている。

7. ビジネス展開の見込みと根拠

(1) ビジネス化可否の判断

原油高、及びウクライナ紛争による原材料費の高騰、並びに急激な円安により工場建設に関してはタイミングを図る必要性があるが、店頭ベースでは化粧品の売上は堅調に伸びていくことが予想される。また、本事業実施中に実施した広報活動（SNS や情報省等を通じた広報、シルク石鹼のデモンストレーション、PR資料の配布等）により、CGSの認知が高まっており、現地ローカル企業からOEMとして、カンボジアにおいて需要の高いクリームマスク 3,000 個及びオールインワンジェル 3,000 個を受注した。まずは日本で、CGSを配合した製品化を実施し、実績を積み上げていくことでCGSのブランディングを高めていく。

(2) ビジネス化可否の判断根拠

「カ」国に於いてCGSのプロテインを抽出し、粉末化するかあるいは防腐効果を高めて、液体のまま輸入するかは輸送コスト面、検疫面等を考慮して判断していく。日本に於ける製造については液体の方が、流用性が高い。

工場建設については上記(1)の地合いを見つつ、中国、日本等の海外の販路を開拓しながらタイミングを図っていく。また同時に蚕の蛹の部分を活用した食品生産について関心のある日本企業もあるため、同工場内に蛹の加工も併せてできるよう商談を進めながら、カンボジア国産シルクにかかる製品加工のブランディングを整えて建設したいと考える。これは原材料であるシルクを無駄なく活用するだけでなく、協業することで投資コストも

抑えることができるため、商談をまとめて実施していきたい。

8. その他

(1) ジェンダー配慮

- 本事業では、シルクのバリューチェーン調査時にジェンダーに関する質問項目を含めることで、養蚕農家のジェンダー状況の把握を試みた。Covid-19 の感染拡大を受け、同調査実施時に生産を止めている養蚕農家が多く、一般化するには少ない聞き取り件数となったが、傾向として、力のいる仕事や多くのお金が絡む決定は男性が担うことが多く、水汲みを除く家事や養蚕から販売までは女性が担うことが多いことが伺えた。同調査結果を踏まえ、提案法人が養蚕農家と協議を行う際には、養蚕農家の男女間で情報の格差が生まれないように配慮した。
- 顧客層であるカンボジア人女性の視点をマーケティングやブランディングに活用するため、本事業実施時には現地傭人に女性を積極的に雇用し、また CWEA（女性起業協会）におけるシルク石鹼のデモンストレーションを実施すること等で情報収集に努めた。

9. 本事業から得られた教訓と提言

(1) 今後海外展開を検討する企業へ向けた教訓

「カ」国では、依然として各種申請等を行う際に、明確な規定が出来ていないことや、公職にある者が不正を行い、規定通りに対応されていないことなどもある。このため、「カ」国へ事業展開を検討する際には、政府機関の制度や法整備等を事前に十分に確認しておくことが肝要である。本事業では、農林水産省、工業科学技術革新省、商業省、文化芸術省、女性省とワーキンググループを形成し、全 5 回のワークショップを開催した。これにより、各省庁からのサポート及び強いコミットメントが得られたため、各省庁の最新の制度状況に係る情報提供や申請時のサポートを受けるとともに、様々な商習慣の小さな問題を回避することが出来た。今後海外展開を検討する企業においても、複数の省庁が関わる分野を扱う場合には省庁横断的なワーキンググループを形成することも検討しうる。

「カ」国の急激に進む経済発展に伴い、優秀な若手起業家が育ってきていることから、今後、「カ」国へ事業展開を検討する際には、ビジネスの出口戦略を明確にした上で、若手起業家との事業化の可能性も大いにあると考えられるであろう。

(2) JICA や政府関係機関に向けた提言

JICA に向けた提言：本事業では、事業実施中に新たに養蚕農家やシルクビジネスを行っている民間企業の情報を入手したことから、対象地の追加があり、契約変更が行われた。契約変更には時間を要するため、情報を得てからすぐに視察・訪問することができなかった。農業（養蚕）の場合は、時間のロスとなるだけでなく、生産や収穫時期を逃すことになる。

このため、対象地を変更する場合においても、出来るだけ早く活動が出来るようにすることが望ましいと考える。

政府関係機関に向けた提言：現状において、「カ」国の農林水産省は、CGS の品種特定を行っていない。しかし、教育省下の王立プノンペン大学（RUPP）内のシルクセンターでは、蚕の卵を農業総局（GDA）よりもしっかり管理していた。CGS のブランディングを強化し、シルク産業を振興していくためにも、RUPP 内のシルクセンターで現在管理されている蚕の卵は「カ」国の貴重な資源として、今後もしっかりと管理されていくことが重要である。しかしながら、本来、養蚕は農林水産省下の王立農業大学（RUA）で研究を進め、GDA が養蚕農家の支援をするのが適切な体制である。省庁横断的に RUPP 及び RUA が本事業終了後も連携していくことは考えにくい、両校において研究が進めば、「カ」国の途切れているシルクのバリューチェーンが強化されることが期待される。シルクセンターの建物は、在カンボジア日本大使館の草の根支援により建設されたものであるため、本事業で繋いだ両校のネットワークを失うことなく、連携を図っていけるようにすることが求められる。南南協力で養蚕が盛んな隣国タイから養蚕の長期専門家を両校に派遣したり、RUPP 及び RUA の教員や学生を対象に第三国研修を実施したり、日本の大学と SATREPS 案件を推進すること等が考えられる。

参考文献

- ・ Kingdom of Cambodia (2016) *Cambodia National Silk Strategy 2016-2020*
- ・ 経済産業省「医療国際展開カントリーレポート 新興国等のヘルスケア市場環境に関する基本情報 カンボジア編」（2021年3月）

別添資料

企業機密情報につき非公表

Royal University of Agriculture

Summary Report

Kingdom of Cambodia

SDGs BUSINESS VERIFICATION
SURVEY WITH THE PRIVATE SECTOR
FOR HIGH ADDED VALUE OF
CAMBODIA GOLDEN SILK FOR
PROMOTION OF SERICULTURE
INDUSTRY

January 2023

Japan International Cooperation Agency

iL BRILLE CO., LTD.

1. BACKGROUND

In Cambodia, the current population is approximately 15.57 million, GDP per capita has reached \$ 1070, and the economic growth has been continuing since the end of the civil war. However, the income gap between the capital Phnom Penh and rural areas is gradually increasing. Agriculture, forestry, and fisheries are major industries that account for 30% of GDP and 60% of the working population, but about 20% of the rural population still lives below the poverty line. Agricultural promotion and agricultural development are challenges for improving income and living standards in rural areas.

The Cambodian government established the Rectangular Policy which is an important national development strategy. It states that the agricultural and the private/employment sectors should be strengthened as two of the four pillars. Through strengthening agriculture and small and medium enterprises (SME) sectors, the country is trying to advance development. In addition, the National Strategic Development Plan 2014-2018 which was revised in 2014 stipulates that the One Village One Product Movement should be promoted, and it is required to develop the private sector in rural areas.

Especially in the northwest area, many women have been engaged in traditionally thriving sericulture, but most technology has been lost due to the civil war since the 1970s. After the civil war, reconstruction has been carried out with the support of donor countries and NGOs, but the production of raw silk which was 20 tons per year in the 1960s has dramatically dropped to several tons. Currently, more than 99% of domestically used raw silk is imported from Vietnam and China. Also, producing good quality of cocoons does not meet the needs of buyers who demand large quantities of raw silk at low prices. The sericulture industry is required not only to increase the production volume of cocoons but also to introduce new technologies such as product development using cocoons as raw materials.

iL BRILLE CO., LTD., (hereinafter referred to as “iB”) confirmed through the Feasibility Survey for Sericulture Promotion through Silk Farming and Sericin Extraction Technology Transfer (hereinafter referred to as “the F/S”) that Cambodian Golden Silk (hereinafter referred to as “CGS”) has very high quality and can be applied not only as a silk fabric but also as cosmetics, foods, medical products and so on.

In this survey, with the cooperation of Royal University of Agriculture (hereinafter referred to as “RUA”), silk protein extraction, quality inspection, and powdering technology will be introduced to demonstrate the usefulness of CGS silk protein.

2. OUTLINE OF THE PILOT SURVEY FOR DISSEMINATING SME’S TECHNOLOGIES

(1) Purpose

The survey aims to demonstrate the usefulness of silk protein extracted from Cambodian

silk. Furthermore, by sorting out necessary procedures and challenges of the utilization of silk protein in various areas other than textile industry, it aims to contribute to the revitalization of Cambodian silk industry.

(2) Activities

[Output 1] Demonstrated the usefulness of silk protein by producing the silk soap and verifying its effect.

Activity 1-1: Installed facilities to extract, conduct quality inspection and pulverize high quality silk protein in RUA.

Activity 1-2: Identified the breed of silkworm producing a good quality and lower molecular level silk protein, which was suitable for manufacturing the silk soap, based on the analysis of CGS cocoons (multiple varieties) obtained from the General Directorate of Agriculture (hereinafter referred to as “GDA”) in RUA.

Activity 1-3: Produced silk soaps containing CGS silk protein on trial basis in Japan.

Activity 1-4: Confirmed the effect of test-produced silk soaps through monitor survey.

[Output 2] Studied a system of high-quality silk protein extraction / quality inspection / powdering / and quality control in Cambodia and propose it to RUA.

Activity 2-1: Developed a silk protein quality inspection manual in cooperation with the Mahasarakham University (hereinafter referred to as “MSU”) in Thailand.

Activity 2-2: Studied a framework for the establishment of the sustainable quality inspection system at RUA.

Activity 2-3: Conducted training on CGS silk protein extraction technology, quality inspection, analysis technology, and powdering and quality control for the RUA staff in cooperation with MSU.

Activity 2-4: Discussed in the workshop of CGS Working Group, the measures for the RUA to be registered as a silk protein quality certification organization.

[Output 3] The usefulness of silk protein was widely recognized by the Cambodian government and the private sector, and the study of its utilization was initiated.

Activity 3-1: Conducted the survey for possibility of silk protein utilization in various industries other than textile, and the utilization method was formulated.

Activity 3-2: Developed PR document on the usefulness of silk protein.

Activity 3-3: Considered measure to be certified as CGS by Cambodian government that the breed of silkworm which was identified extracting high-quality silk protein, to promote CGS branding.

Activity 3-4: Conducted the workshop to intend to disseminate the CGS silk protein.

Activity 3-5: Established a CGS working group with industry-government-academia collaboration.

[Output 4] Achievements related to commercialization of CGS silk soap.

Activity 4-1: Clarified the value chain (hereinafter referred to as “VC”) of silk soap, identify issues at each stage of VC and the possibility of contributing to SDGs (including gender).

Activity 4-2: Developed a business model for the CGS silk soap and plan a schedule after the ODA project.

(3) Information of Product/ Technology to be Provided

1) Silk protein extraction / quality inspection / powdering

Among the techniques for extracting sericin and fibroin that form silk protein, an extraction technique using cocoonase, which is a sericin degrading enzyme capable of extracting high-quality silk protein in a short time, and hydrolysis with ionic water is applied. To distribute it as a raw material for cosmetics, it is necessary to carry out a drying and powdering process that can be stored at room temperature for a long time. Introduce technology for vacuum deaeration packaging as high-quality powdered silk protein that is freeze-dried after fine quality inspection and analysis using an ultraviolet-visible spectrophotometer and finely pulverized silk protein.

2) Other Details

Neutralization method / Soap production by frame kneading and drying.

The silk soap is produced by “neutralization method / frame kneading drying” after CGS silk protein extraction, quality Inspection, powdering. Pour the material into a frame and cool it down for a long time. Wastewater does not contain chemicals, salt, glycerin, etc., so there is little impact on the environment. In addition, it can contain many active ingredients such as silk protein.

(4) Counterpart Organization

Royal University of Agriculture

(5) Target Area and Beneficiaries

Target Area: Phnom Penh, Siem Reap, Kandal, Takeo, Sihanoukville, Battambang, Banteay Meanchey, Kampong Speu, Kampong Thom

Beneficiaries:

- 1) Phnom Penh: Approximately 5 RUA staff and 5 students from the Faculty of Agro-Industry will be trained on CGS silk protein extraction technology, quality inspection, analysis technology, and powdering and quality control. In addition, around 20 members of CGS working group will be provided the latest information on usefulness and versatility of CGS silk protein from the project site.
- 2) Siem Reap, Kandal, Banteay Meanchey: Approximately 10 nourishing farmers and silk traders, including local NGOs or other organizations, will find new markets by promoting the utilization of CGS silk protein.



Figure-1. Map of the survey target location
Source: Created by JICA Survey Team

- (6) Duration
8th January 2021 ~ 20th March 2023 (26 months)

(7) Progress Schedule

		Progress Schedule																																																				
		fiscal year 2020			fiscal year 2021												fiscal year 2022																																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3																										
Progress Schedule	1 Demonstrate the usefulness of silk protein by producing the silk soap and verifying its effect.	●Contract Conclusion															●Equipment Installation ●Beginning of Training												●First trip / Kick-off meeting			●2nd WS			●3rd WS			●4th WS			●Final WS			●Termination of Contract										
	1-1 Install facilities to extract, conduct quality inspection and pulverize high quality silk protein in RUA.	■			■												■												■			■			■			■			■													
	1-2 Identify the breed of silkworm producing a good quality and lower molecular level silk protein, which is suitable for manufacturing the silk soap, based on the analysis of CGS cocoons (multiple varieties) obtained from the General Directorate of Agriculture (hereinafter referred to as "GDA") in RUA.	■			■												■												■			■			■			■			■													
	1-3 Produce silk soaps containing CGS silk protein on trial basis in Japan.																■												■			■			■			■			■													
	1-4 Confirm the effect of test-produced silk soaps through monitor survey.																■												■			■			■			■			■													
	2 Study a system of high-quality silk protein extraction / quality inspection / powdering / and quality control in Cambodia and propose it to RUA.																																																					
	2-1 Develop a silk protein quality inspection manual in cooperation with the Mahasarakham University (hereinafter referred to as "MSU") in Thailand.				■												■												■			■			■			■																
	2-2 Study a framework for the establishment of the sustainable quality inspection system at RUA.				■												■												■			■			■			■																
	2-3 Conduct training on CGS silk protein extraction technology, quality inspection, analysis technology, and powdering and quality control for the RUA staff in cooperation with MSU.				■												■												■			■			■			■																
	2-4 Discuss in the workshop of CGS Working Group, the measures for the RUA to be registered as a silk protein quality certification organization.				■												■												■			■			■			■																
	3 The usefulness of silk protein is widely recognized by the Cambodian government and the private sector, and the study of its utilization will be initiated.																																																					
	3-1 Conduct the survey for possibility of silk protein utilization in various industries other than textile, and the utilization method is formulated.	■			■												■												■			■			■			■																
	3-2 Develop PR document on the usefulness of silk protein.																■												■			■			■			■																
	3-3 Consider measure to be certified as CGS by Cambodian government that the breed of silkworm which is identified extracting high-quality silk protein, to promote CGS branding.				■												■												■			■			■			■																
	3-4 Conduct the workshop to intend to disseminate the CGS silk protein.				■												■												■			■			■			■																
	3-5 Establish a CGS working group with industry-government-academia collaboration.	■			■												■												■			■			■			■																
	4 Achievements related to commercialization of CGS silk soap.																																																					
	4-1 Clarify the value chain (hereinafter referred to as "VC") of silk soap, identify issues at each stage of VC and the possibility of contributing to SDGs (including gender).				■												■												■			■			■			■																
4-2 Develop a business model for the CGS silk soap and plan a schedule after the ODA project.				■												■												■			■			■			■																	
Deliverable submission period	△Implementation Plan															△Draft 1st Progress Report												△1st Progress Report			△Draft 2nd Progress Report			△2nd Progress Report			△Draft Final Report			△Final Report														
Usage Guide	■ Work in Cambodia / Out of Phnom Penh																											■ Work in Japan / in Thailand / in Phnom Penh																										

(9) Implementation System

Japanese Side: iL BRiLLE Co., Ltd.,

Cambodian Side: Royal University of Agriculture

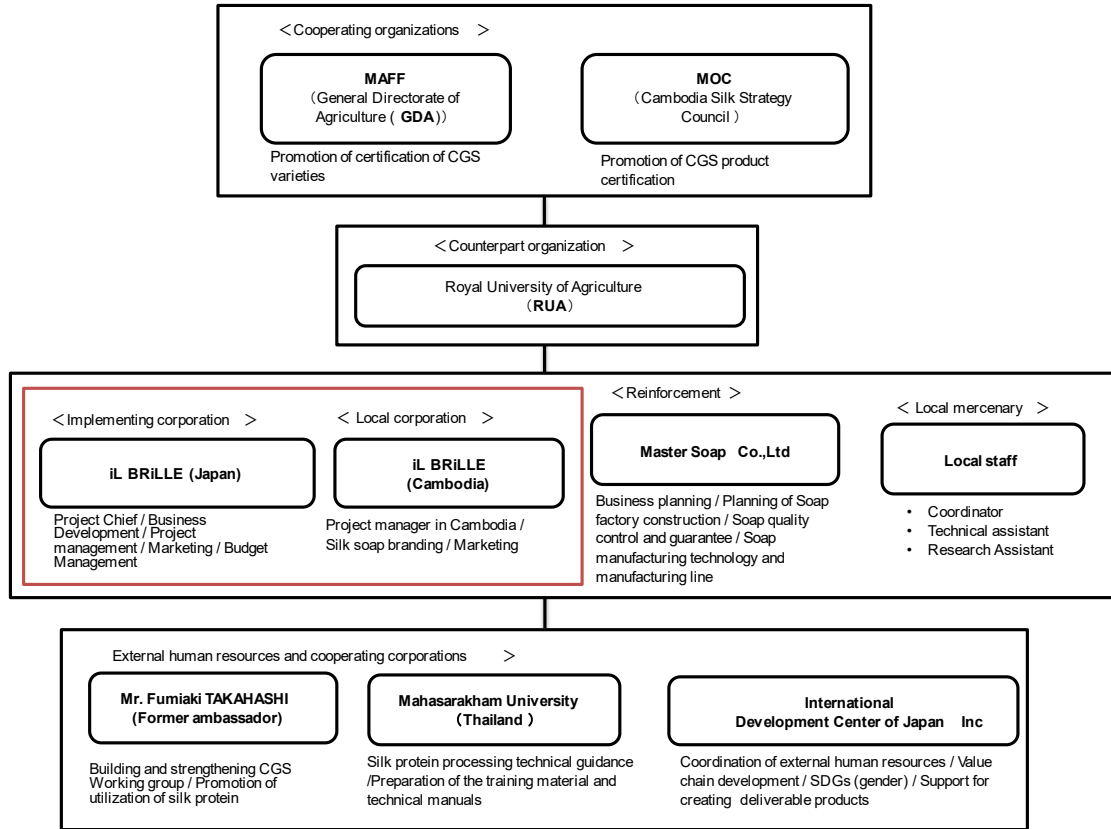


Figure-1. Implementation Structure

Source: Created by JICA Survey Team

3. ACHIEVEMENT OF THE SURVEY

(1) Outputs and Outcomes of the Survey

The Output 1, “demonstrate the usefulness of silk protein by producing the silk soap and verifying its effect,” has achieved through three factors. First of all, the survey installed laboratory equipment for extraction/quality inspection/powdering of high-quality silk protein in a laboratory of RUA. With the technical support of a silk expert from Thailand’s Maharakham University, RUA was trained to conduct an extraction, quality inspection, and powdering of silk protein. At the same time, CGS cocoons (multiple varieties) were obtained from the GDA of the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries (hereinafter referred to as “MAFF”), sericultural farmers, and the Royal University of Phnom Penh (hereinafter referred to as “RUPP”) and their silk protein was extracted, inspected and powdered at the RUA. As a result, a silkworm variety (No. 23) was identified as the CGS with a high-quality silk protein. The cocoon of variety No.23 had a silk protein concentration of 75.03 $\mu\text{g/ml}$ (the highest number among the Cambodian cocoon varieties obtained in the survey), the highest powder yield (30%), and its silk protein size was suitable for silk soap production.

Table 1. Quality inspection and powdered data per 10 g of cocoons

Variety	Number of cocoon	Silk Protein Concentration($\mu\text{g/ml}$)	Silk Protein Powder (weight/yield)	
RUPP (No.23)	134	75.03	3.00g	30%

Secondly, a monitoring survey of the test manufactured soaps was conducted to confirm the effectiveness of the silk soaps. The survey produced three types of test silk soap containing CGS silk protein including variety No.23. The soaps clearly had more elastic lather than Japanese cocoons and were well received by the monitor participants. Approximately 86% of monitor participants indicated that they felt “very good” or “good” about the usability of silk soaps (the total number of monitor participants: 21). Several participants also commented that their skin felt softer and brighter after using them. Moreover, more than 80% of the respondents answered that it is “very important” or “important” to know whether skin care products are SDGs-conscious or not when purchasing them. Although the total number of participants is too limited to generalize, it indicates the possibility of a high level of interest in the SDGs in Cambodia.

Thirdly, the efficacy evaluation of silk protein extracted from variety No.23 was conducted in a Japanese laboratory and it was found to be effective in preventing skin wrinkles and aging, and in improving the firmness and elasticity of the skin. This result was included in the PR brochure and shared at the meetings with relevant ministries, the CGS Working Group workshop, and the silk soap demonstration conducted at Cambodia Women Entrepreneurs Association (hereinafter referred to as “CWEA”) and Federation of Associations for Small and Medium

Enterprises of Cambodia (hereinafter referred to as “FASMEC”).

Table 2 Results of efficacy evaluation of silk protein for variety No. 23

No	Name of Test	Result	Expected Effect
1	Collagenase activity inhibition test	Collagenase activity inhibition rate of approximately 89% (against 100% of chemicals)	Inhibits the enzyme (collagenase) that degrades collagen, prevention of skin wrinkles, effect on skin firmness and elasticity (anti-aging effect)
2	DPPH radical-scavenging activity test	Radical scavenging rate 52.09% (Compared to 23.71% for the standard substance [ascorbic acid, a good quality vitamin B commonly used in cosmetics])	Removal of active enzymes, prevention of skin aging

Regarding Output 2, “Study a system of high-quality silk protein extraction/quality inspection/powdering/quality control in Cambodia and propose it to RUA,” the survey established the CGS Working Group consisting of participants from line Ministries, RUA, and others and discussed measures for RUA to be registered as an official quality inspection body for silk protein. As a result, it was found that there are no appropriate measures in the existing system in Cambodia.

Although it was difficult to find a way to make RUA an official quality inspection body during the survey period, there was notable progress on the capacity building of RUA and its efforts to make a sustainable quality inspection system in RUA. At first, in cooperation with Maharakham University (hereinafter referred to as “MSU”), Thailand, about 10 staff and students selected from the RUA were trained to be capable of conducting extraction/quality inspection/powdering of silk protein, and a Silk Protein Quality Inspection Manual and Procedures for Silk Protein Quality Inspection were developed. Furthermore, to contribute to human resource development, RUA is proceeding procedures to establish a new sericulture course in the Department of Postharvest Technology, Faculty of Agro-Industry, and incorporate modules on silk protein extraction/quality inspection/powdering. In addition, as part of the implementation of the RUA’s strategic plan (2021-2030), the RUA is planning to establish a system to receive orders for silk protein extraction/quality testing/powdering from external sources.

Finally, as explained below, the CGS Working Group decided to continue renaming it as the CGS Group after the completion of this survey, and the group will continue to encourage the RUA to be selected as the official organization to conduct silk protein’s quality inspections.

Output 3, “the usefulness of silk protein is widely recognized by the Cambodian government and the private sector, and the study of its utilization will be initiated,” was mainly achieved through the activities of the CGS Working Group. The CGS Working Group was established by the survey for industry-government-academia collaboration to promote the branding of Cambodian silk, participated by Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Ministry of Commerce, Ministry of Health, Ministry of Industry, Science, Technology and Innovation,

Ministry of Culture and Fine Arts, Ministry of Women's Affairs, RUA, RUPP, and others. A total of five workshops were held and various topics were shared and discussed including: the actual utilization of silk protein outside of the textile industry in Thailand and Japan (personal care, medicines/nutritional supplements, cosmetics, etc.); the current status and issues of the silk industry and value chain in Cambodia; the existing system of variety registration and current status/issues of silkworm variety registration in Cambodia; and the finding of silk protein extraction, quality inspection, and powdering in RUA. As one of the main topics, the CGS Working Group discussed measures to register the identified CGS silkworm variety that can extract high-quality silk protein. However, it was found that, in Cambodia, the Seed Department of the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries had just finally established a registration system for agricultural breeds, but there was no mechanism for livestock breeds yet. Therefore, as a supplement measure, iL BRiLLE CO., LTD., applied for trademark registration of the “Cambodian Golden Silk” logo at the Ministry of Commerce.

For promoting the usefulness of silk protein including private sectors, PR brochures (Japanese, English, and Khmer versions) on the usefulness of silk protein were prepared and distributed to the participants at the final workshop of the CGS Working Group, the meetings with the ministries and relevant agencies, and the demonstration of silk soap at Cambodia Women Entrepreneurs Association (CWEA) and Federation of Associations for Small and Medium Enterprises of Cambodia (FASMEC). Moreover, the content of each CGS Working Group workshop was promoted through SNS and, at the final workshop, a media team from the Ministry of Information filmed the interviews with the ministries and the workshop. The films and articles were published on the websites of the Ministry and Radio National Khmer.

At the final workshop, line ministries and RUA discussed how to continue the promotion of the silk protein and agreed to continue the CGS Working Group renaming it as CGS Group. The CGS Group aims to disseminate information related to silk/silk protein utilization, to collaborate to register and protect the variety nationally, and to monitor silkworm variety No.23’s use (the detail will be described at “4. Future Prospects”).

About the final Output 4, “Achievements related to commercialization of CGS silk soap,” the survey conducted a silk soap value chain survey to identify issues at each stage of the silk industry in Cambodia. The survey results were presented at the 2nd CGS Working Group workshop and contributed to making a common understanding of the current status and challenges of Cambodian silk industry. In addition, the potential contribution of the silk soap business to the SDGs (including gender) was identified based on its expected value chain. Based on information including these findings and field visit to proposed site for a silk soap factory, the business model and schedule after the survey were drafted.

(2) Self-reliant and Continual Activities to be Conducted by Counterpart Organization

Although RUA became able to conduct silk protein extraction/quality inspection/ powdering during the survey period, it is important to continue its practice and continuously maintain and improve its skills. Such practice can be done at the lectures in the new module of silk processing and receiving orders from external sources. Moreover, at the final trip of this survey, a university student who decided to write his thesis on silk protein quality inspection participated in the final training of this survey. By instructing the thesis, RUA can continue its practice too.

4. FUTURE PROSPECTS

(1) Impact and Effect on the Concerned Development Issues through Business

Development of the Product/ Technology in the Surveyed Country

At the final CGS Working Group workshop, RUA proposed to continue the working group renaming as CGS Group and the participants from the line ministries agreed on the overall idea. The draft concept and outline of CGS Group are as follows: CGS Group will be positioned as a coordinator, linking private companies, NGOs, etc., with silk producers and university institutions as technical advisors. The purpose of the group is that, in order to promote the silk industry in Cambodia, CGS Group aims to promote further utilization of “silk” and “silk protein,” and to realize the branding of CGS. The CGS Group plans to protect variety No. 23, which has been identified as a high-quality silk protein producing variety, to promote the utilization of silk protein and stabilize its price, as well as to collaborate to establish a mechanism to officially register silkworm varieties as CGS.

In this concept, RUA will be positioned as a technical advisor and one of the institutions responsible for silk protein processing (extraction/quality inspection/powdering) and quality inspection. This concept was agreed upon at the final CGS workshop, but the details will be further discussed at periodic meetings to be held twice a year after the completion of the project. As a representative of the private sector, the iL BRiLLE CO., LTD. will also participate in the CGS group and actively update information on the company’s silk soap and silk protein business in Japan and abroad.

The CGS Group has the potential to disseminate the usefulness of silk other than textile industry and increase the demand for sericulture and contribute to the improvement of sericultural farmers’ income.

CGS Group for Sericulture Grow

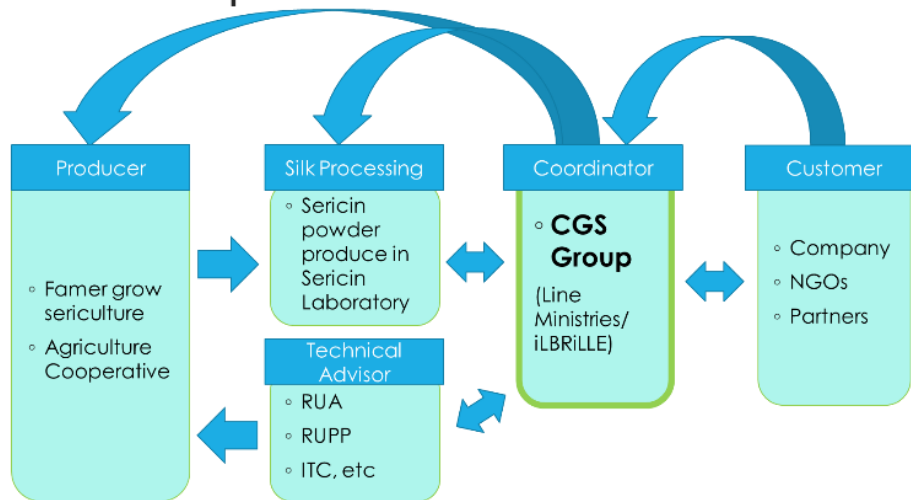


Figure 1 Draft Concept of CGS Group

Table 3 Draft Outline of CGS Group

Objective	In order to promote the silk industry, CGS Group aims to work on further utilization of “silk” and “silk protein” and keep its advantage on Cambodian Golden Silk quality, 1. disseminate information related to silk/silk protein utilization 2. collaborate to register and protect the variety nationally 3. monitor the variety No.23’s use
Activity	1. Hold the periodic meeting and share the latest information (twice per year) 2. Disseminate the latest information on Cambodian Golden Silk / Silk Protein 3. Promote the production of high-quality Cambodian Golden Silk 4. Research high-quality Cambodian Golden Silk varieties


(2) Lessons Learned and Recommendation through the Survey

To successfully complete this survey, the survey team has received significant and continuous support from the counterpart organization, RUA. Its support included but was not limited to the selection of staff and students to be trained and to conduct silk protein extraction/quality determination/powdering, preparing necessary letters for the exemption from customs duties, VAT, internal taxes, and other fiscal levies which were imposed in Cambodia with respect to the import of the laboratory equipment, bearing of utility (water, electricity, and so forth) for laboratory, arrangement of venues and provision of preparation support for CGS Working Group workshops, etc. We would like to take this opportunity to express our sincere gratitude to all those who supported this survey.

In terms of lessons learned and recommendations, during the survey period, the CGS Working Group pointed out the difficulty of distinguishing the cocoons earned from sericulture farmers whether they are Cambodian varieties or hybrid varieties. To strengthen the branding of Cambodian Golden Silk, it is essential to have Cambodian silkworm varieties which are managed properly. During the survey period, the survey found the well managed silkworm varieties at the Silk Center in the RUPP

under the Ministry of Education. It is important that the silkworm eggs currently managed at the Silk Center in the RUPP continue to be managed well as a valuable resource of Cambodia. On the other hand, since RUPP is under the Ministry of Education, the appropriate structure for Cambodian sericulture is that the sericulture research to be conducted at RUA and GDA to provide support to sericulture farmers, which are under the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries' jurisdiction. Based on that structure, it is also expected that the value chain of silk, which has been disrupted in Cambodia, will be strengthened if research is promoted at both universities. Since the Silk Center building was constructed with grassroots support from the Embassy of Japan in Cambodia, the two universities should be able to work together without losing the network that was established through this survey. Possible measures include sending long-term sericulture experts from neighboring Thailand, where sericulture is flourishing through South-South cooperation, to both universities, conducting third-country training for RUPP and RUA faculty and students, and promoting SATREPS projects with Japanese universities.

ATTACHMENT: OUTLINE OF THE SURVEY



SDGs Business Verification Survey with the Private Sector for High Added Value of Cambodia Golden Silk for Promotion of Sericulture Industry in Cambodia (IL BRILLE CO., LTD., (Tokyo))

9
INDUSTRY, INNOVATION AND INFRASTRUCTURE

8
DECENT WORK AND ECONOMIC GROWTH

5
GENDER EQUALITY

Development Issues Concerned in Industrial development Sector

- Silk is still used only as textiles (silk threads) and the traditional sericulture industry is declining.
- Lack of human resources and equipment that can properly extract / quality test / powder silk protein.
- It is required to appropriately disseminate the usefulness of silk protein in Cambodia and increase the demand for Cambodian Golden Silk (CGS).

Products/Technologies of the Company

- Neutralization method / Soap production by frame kneading and drying, which can contain many active ingredients such as silk protein.
- Silk protein extraction / quality inspection / powdering. After extracting sericin and fibroin that form silk proteins, in order to distribute them as raw materials for cosmetics, it is necessary to carry out a drying and powdering process that allows them to be stored at room temperature for a long period of time.

Survey Outline

- Survey Duration: January 2021~March 2023 (26 months)
- Country/Area: Phnom Penh, Siem Reap, Kandal, Takeo, Sihanoukville, Battambang, Banteay Meanchey, Kampong Speu, Kampong Thom
- Name of Counterpart: Royal University of Agriculture (RUA)
- Survey Overview: Dissemination, demonstration, and commercialization of advanced silk processing technology utilizing CGS. Aim to contribute not only to the promotion of the stagnant sericulture industry in Cambodia but also to the revitalization of the silk industry.



How to Approach to the Development Issues

- Aim to build a silk soap manufacturing factory that utilizes CGS silk protein and produce OEM products.
- Purchase CGS cocoons from contract sericulture farmers to stabilize quality.
- Develop a business targeting female customers who are particularly interested in skin whitening.

Expected Impact in the Country

- Human resources will be trained, and equipment will be prepared.
- By organizing silk protein component data for each CGS variety, it will contribute to increasing the added value and branding of CGS.
- Promote the revitalization of the silk industry by recognizing the usefulness of silk protein.

January 2023

15